الأمانة العامة
الشؤون الاقتصادية
إدارة الإسكان والموارد المائية والحد من الكوارث

ج17-06/06(10/24)/02-ت(14128)

توصيات
الاجتماع السادس للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للزراعة والمياه

(القاهرة- فندق تريمف: 2024/10/16)

فهرس تقرير وتوصيات

الاجتماع السادس للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للزراعة والمياه

(القاهرة – تربيمف: 2024/10/16)

البنود	الموضوعات	الصفحة
أولا:	التقرير	1
ثانياً:	التوصيات	2
البند الأول	خطة العمل التنفيذية لإعلان القاهرة	2
البند الثاني	استخدام الموارد المائية غير التقليدية في الزراعة	3
البند الثالث	التطبيق الطوعي للمبادئ التوجيهية لتحصيص المياه للزراعة	5
البند الرابع	سد نقص البيانات في مجالات المياه والزراعة بتطبيق المعلومات المكانية (الاستشعار عن بعد والبيانات الجغرافية)	6
البند الخامس	تعزيز صمود قطاعي الزراعة والمياه في مواجهة آثار التغيرات المناخية	8
البند السادس	مكان وموعد عقد الاجتماع الوزاري المشترك الثالث والاجتماع السابع اللجنة المشتركة	9

المرفقات		الصفحة
مرفق رقم (1)	قائمة أسماء المشاركين	
مرفق رقم (2)	مسودة الشروط المرجعية لمجموعة العمل المشتركة لتعبئة الموارد المالية	
مرفق رقم (3)	جدول محتويات التقرير الوطني المقترح للتنسيق بين المياه والزراعة والاستمارة المرافقة له	
مرفق رقم (4)	مسودة الدراسة الفنية حول إطلاق إمكانات تحلية المياه لأغراض الزراعة في المنطقة العربية	
مرفق رقم (5)	تقرير حول تنفيذ البرنامج التدريبي التوعوي حول الاستخدام الآمن للحمأة في الزراعة	
مرفق رقم (6)	تقرير مرحلي حول اعداد خطط سلامة استخدام المياه المعالجة في الزراعة على المستوى التجريبي في الدول العربية	
مرفق رقم (7)	تقرير حول التقدم المحرز في التطبيق التجريبي للمبادئ التوجيهية لتحسين تحصيص المياه	
مرفق رقم (8)	كتيب حول المصطلحات المتعلقة بالبيانات في مجال المياه والزراعة وتطبيقات المعلومات الجغرافية المكانية	

مرفق رقم (9)	خطة تدريبية لتنمية قدرات المسؤولين والكوادر الفنية الحكومية على استخدام تكنولوجيا المعلومات الجغرافية المكانية لسد الفجوات في البيانات ودعم اتخاذ القرار في قطاعي المياه والزراعة في سياق ندرة المياه	
مرفق رقم (10)	بوابة بيانات مركز المعرفة الإقليمي لمبادرة ريكار معلومات مناخية لسد الفجوات البيانية في قطاعات المياه والزراعة	
مرفق رقم (11)	نظرة عامة على نظم الغذاء في الدول العربية وتمويل المناخ لتعزيز الصمود	

تقرير وتوصيات

الاجتماع السادس للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للزراعة والمياه

(القاهرة – فندق تريمف : 2024/10/16)

أولا: التقرير:

1- تنفيذاً لقرار المجلس الوزاري العربي للمياه في دورته (14) رقم (ق 266–د.ع (14) م.و.ع.م – 2022/11/30) بشأن المبادرة الإقليمية للترابط بين قطاعات المياه والغذاء والطاقة في الدول العربية وأنشطتها: وبدعوة من الأمانة الفنية المشتركة (جامعة الدول العربية –إدارة الإسكان والموارد المائية والحد من الكوارث – المنظمة العربية للتنمية الزراعية)، وقرارات الجمعية العمومية لوزراء الزراعة ذات الصلة، قامت الأمانة الفنية للجنة المشتركة للزراعة والمياه بدعوة الدول العربية والمنظمات الشريكة للمشاركة في اعمال الاجتماع السادس للجنة الفنية المشتركة الرفيعة المستوى للزراعة والمياه.

2- عقد الاجتماع السادس للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للزراعة والمياه بتاريخ 2024/10/16 بفندق تريمف – القاهرة برئاسة المملكة العربية السعودية بصفتها رئيس الدورة (15) للمجلس الوزاري العربي للمياه ورئيس الجمعية العمومية للمنظمة العربية للتنمية الزراعية ممثلة بالسيد/ إبراهيم بن مجمد سلطان وقد قام بإلقاء كلمة ترحيبية بالسادة المشاركين في اعمال الاجتماع وبحضور 17 دولة عربية والمنظمات الشريكة (مرفق رقم 1 قائمة الأسماء).

3- القى الدكتور/ محمد الحمدي مسؤول المياه في المكتب الإقليمي لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة كلمة وأثنى على الجهود المبذولة من قبل الدول والمنظمات الشريكة.

4- القى الدكتور/ كامل السيد المدير الإقليمي وخبير الموارد المياه بالمنظمة العربية للتنمية الزراعية كلمة رحب فيها بالسادة الحضور وأكد على ضرورة التعاون من اجل إنجاح المشاريع المشتركة بين قطاعي المياه والزراعة.

5- كما القى السيد/ سعيد صالح الشماخي –إدارة الإسكان والموارد المائية والحد من الكوارث كلمة ترحيبية نقل فيها تحيات معالي الأمين العام لجامعة الدول العربية وتمنياته للاجتماع بالنجاح والتوفيق.

6- أقرت اللجنة المشتركة جدول أعمالها على النحو التالي:

البنود	الموضوعات
البند الأول	خطة العمل التنفيذية لإعلان القاهرة
البند الثاني	استخدام الموارد المائية غير التقليدية في الزراعة
البند الثالث	التطبيق الطوعي للمبادئ التوجيهية لتحصيص المياه للزراعة
البند الرابع	سد نقص البيانات في مجالات المياه والزراعة بتطبيق المعلومات المكانية (الاستشعار عن بعد والبيانات الجغرافية
البند الخامس	ما يستجد من أعمال: تعزيز صمود قطاعي الزراعة والمياه في مواجهة آثار التغيرات المناخية
البند السادس	موعد ومكان عقد الاجتماع الوزاري المشترك الثالث والاجتماع السابع للجنة الفنية المشتركة

ثانياً: التوصيات:

البند الأول: خطة العمل التنفيذية لإعلان القاهرة:

- **إن اللجنة الفنية المشتركة وبعد اطلاعها على:**
- **مذكرة الأمانة الفنية للجنة،**
- **الاخذ علماً بما قامت به الأمانة الفنية المشتركة والشركاء من الفاو والاسكوا لتنفيذ خطة عمل اعلان القاهرة،**
- **عرض الاسكوا،**
- **توصية اللجنة المشتركة في هذا الخصوص،**

وفي ضوء المناقشات،

توصـــــــي بـــ

1. *تكليف الأمانة الفنية المشتركة التنسيق مع الشركاء للاستمرار في متابعة تنفيذ الخطة وتقديم تقرير حول التقدم المحرز للاجتماع القادم.*
2. *الموافقة على مسودة الشروط المرجعية لمجموعة العمل المشتركة لتعبئة الموارد المالية بصيغتها المرفقة وعرضها بصيغتها النهائية على الاجتماع الوزاري القادم (مرفق رقم2).*
3. *الطلب من الاجتماع الوزاري القادم الموافقة على انشاء مجموعة العمل المشتركة للمياه والزراعة، والمنبثقة عن اللجنة، المعنية بتعبئة الموارد ودعوة الدول العربية والمنظمات الراغبة في الانضمام اليها وموافاة الأمانة المشتركة برغبتها في ذلك.*
4. *الطلب من الامانة الفنية المشتركة بالتعاون مع الشركاء تعميم جدول محتويات التقرير الوطني المقترح للتنسيق بين قطاعي المياه والزراعة والاستمارة المرفقة له على الدول العربية لإبداء الملاحظات في موعد أقصاه 2024/12/31، وتكليف الاسكوا بإدماج الملاحظات وإعداد النسخة النهائية (مرفق رقم3).*

(ق1 – ل.م.ز.م– 2024/10/16)

البند الثاني: استخدام الموارد المائية غير التقليدية في الزراعة:

- إن اللجنة الفنية المشتركة وبعد اطلاعها على:

- مذكرة الأمانة الفنية للجنة،
- عرض الفاو حول البرنامج التدريبي التوعوي حول استخدام الحمأة في الزراعة،
- عرض الفاو والاسكوا المشترك للدراسة الفنية حول اقتصاديات استخدام مياه التحلية للزراعة ودراسة تجربة المغرب،
- عرض الفاو حول خطط سلامة الصرف الصحي،
- عرض المجلس العربي للمياه حول تطبيقات الدليل الارشادي لاستخدام المياه شبه المالحة في الإنتاج الزراعي،
- توصية اللجنة المشتركة في هذا الخصوص،

وفي ضوء المناقشات،

توصـــــــي بـــــ

1. *تقديم الشكر لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) على إعداد مسودة الدراسة الفنية حول إطلاق إمكانات تحلية المياه لأغراض الزراعة في المنطقة العربية، والطلب من الدول إبداء الملاحظات عليها وارسالها لمنظمة الفاو عبر البريد الالكتروني (heba.alhariry@fao.org) في موعد أقصاه 31 ديسمبر 2024 (مرفق رقم4).*
2. *تقديم الشكر للجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب اسيا (الاسكوا) لإعداد دراسة حالة حول تجربة المغرب في التوسع في استخدام مياه التحلية للري لإثراء الدراسة المعدة من قبل الفاو حول إطلاق إمكانات تحلية المياه لأغراض الزراعة في المنطقة العربية من خلال ادراجها كملحق للدراسة، والطلب منها موافاة الأمانة الفنية المشتركة بنسخة منها ليتم تعميمها على الدول.*
3. *الطلب من الدول الراغبة في دراسة اقتصاديات استخدام مياه التحلية للزراعة على المستوى الوطني، التواصل مع الفاو والاسكوا على البريد الالكتروني (Heba.AlHariry@fao.org) و(khayat@un.org) لتقديم المشورة في إعداد "الأُطر/الشروط المرجعية" (Terms of Reference) اللازمة لذلك.*
4. *دعوة الأمانة الفنية المشتركة التواصل مع الدول العربية لتنسيق الجهود فيما بينها والدول ذات الخبرة لتبادل التجارب والخبرات في مجال استخدام مياه التحلية للزراعة.*
5. *تقديم الشكر لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) على تطوير وتنفيذ البرنامج التدريبي التوعوي حول الاستخدام الآمن للحمأة في الزراعة والاخذ علماً بالتقرير الشارح لذلك (مرفق رقم5).*

6. دعوة الأمانة الفنية المشتركة التواصل مع الدول العربية لتعزيز التعاون وتنسيق الجهود لإنشاء شبكة خبراء لتبادل الخبرات والتجارب واستكشاف سبل التوسع في مجال إعادة استخدام الحمأة.

7. تقديم الشكر لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) على العمل لتطوير واعداد خطط سلامة الصرف الصحي (Sanitation Safety Plans) وتنفيذها واستكمالها على مستوى تجريبي في كل من فلسطين والأردن وليبيا وتونس في إطار إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة، ورفع تقرير حول التقدم المحرز الى الاجتماع القادم للجنة المشتركة (مرفق6).

8. دعوة الفاو والمجلس العربي للمياه بموافاة الأمانة الفنية المشتركة بالدليل الإسترشادي حول استخدام المياه شبه المالحة للزراعة في منطقة الشرق الأدنى وشمال افريقيا وذلك لتعميمه على الدول للاستفادة منه.

9. دعوة المجلس العربي للمياه بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) إلى اعداد دليل ارشادي مبسط للمزارعين ووحدات الارشاد الزراعي والمائي حول استخدام المياه شبه المالحة للزراعة بناء على الدليل الاسترشادي حول استخدام المياه شبه المالحة للزراعة في منطقة الشرق الأدنى وشمال افريقيا الذي تم عرضه على المجلس الوزاري العربي للمياه ورفع تقرير حول التقدم المحرز الى الاجتماع القادم للجنة المشتركة.

10. دعوة المجلس العربي للمياه بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) لتعبئة الموارد المالية لإعداد وتنفيذ عدد من الدورات التدريبية في مجال استخدامات المياه شبه المالحة في الزراعة ورفع تقرير حول التقدم المحرز الى الاجتماع القادم للجنة المشتركة.

11. دعوة منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) واللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا) للتنسيق مع الشركاء الآخرين لإجراء دراسة فنية حول أولويات الاستفادة من مصادر المياه غير التقليدية وعرضها للمناقشة في الاجتماع القادم للجنه المشتركة.

(ق2 – ل.م.ز.م– 2024/10/16)

البند الثالث: التطبيق الطوعي للمبادئ التوجيهية لتحصيص المياه للزراعة:

- إن اللجنة الفنية المشتركة وبعد اطلاعها على:
  - مذكرة الأمانة الفنية للجنة،
  - عرض الفاو،
  - وإذ اطلعت على توصية اللجنة في هذا الخصوص،

وفي ضوء المناقشات،

توصـــــــي بـــــ

1. *تقديم الشكر لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) على إعداد التقرير حول التقدم المحرز في التطبيق التجريبي للمبادئ التوجيهية لتحسين تحصيص المياه (مرفق رقم7).*
2. *تقديم الشكر للدول التي بدأت في التطبيق التجريبي للمبادئ الاسترشادية لتحصيص المياه للزراعة والطلب من منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) مواصلة دعم هذه الدول في تنفيذ خطط تحصيص المياه للزراعة على المستوى التجريبي ورفع النتائج الى الاجتماع القادم للجنة المشتركة.*

(ق3 – ل.م.ز.م– 2024/10/16)

البنـد الرابع: سد نقص البيانات في مجالات المياه والزراعة بتطبيق المعلومات المكانية (الاستشعار عن بعد والبيانات الجغرافية):

- إن اللجنة الفنية المشتركة وبعد اطلاعها على:
  - مذكرة الأمانة الفنية للجنة،
  - عرض الفاو
  - عرض أكساد،
  - عرض الاسكوا،
  - توصية اللجنة في هذا الخصوص،

- وفي ضوء المناقشات،

توصـــــــي بـــــ

1. *تقديم الشكر لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد) لإعداد كتيب حول المصطلحات المتعلقة بالبيانات في مجال المياه والزراعة وتطبيقات المعلومات الجغرافية المكانية والطلب من الأمانة الفنية المشتركة تعميمها على الدول العربية لإبداء الملاحظات حوله وارسالها لمنظمة الفاو على البريد الالكتروني (mohamed.abdallah@fao.org) في موعد أقصاه 31 ديسمبر 2024 وذلك لعرض الكتيب بصيغته النهائية بعد ادماج ملاحظات الدول عليه في الاجتماع اللجنة القادم (مرفق رقم8).*

2. *أ- تقديم الشكر لمنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) لإعداد "خطة تدريبية لتنمية قدرات المسؤولين والكوادر الفنية الحكومية على استخدام تكنولوجيا المعلومات الجغرافية المكانية لسد الفجوات في البيانات ودعم اتخاذ القرار في قطاعي المياه والزراعة في سياق ندرة المياه" والطلب من منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) العمل على تعبئة الموارد المالية اللازمة لاستكمال إعداد تفاصيل المادة العلمية والبدء في تنفيذ البرنامج التدريبي (مرفق رقم9).*

ب- الطلب من الأمانة الفنية المشتركة تعميم الخطة التدريبية على الدول العربية بهدف التنسيق في مرحلة لاحقة لاستقبال أسماء المرشحين من الدول.

3- دعوة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا الاسكوا لتقديم تقرير عن التقدم المحرز في أنشطة المنصة العربية للمعارف المتعلقة بالمياه الجوفية.

4- دعوة الدول العربية إلى الاستفادة من التدريب وأدوات التحليل والبيانات للنطاق العربي ونطاق المشرق بشأن تغير المناخ وأثره على الموارد المائية المتاحة من خلال مركز ريكار الإقليمي للمعرفة (RICCAR Regional Knowledge Hub – RKH) (متاح على: www.riccar.org)، والخدمات

والشراكات المرتبطة به، لإعداد السياسات والاستراتيجيات الإقليمية والوطنية والبحوث اللازمة في مجال تغير المناخ وأثره على الموارد المائية وعلى الزراعة في خطط التنمية الوطنية والقطاعية (مرفق رقم10).

5- الطلب من اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا) عقد دورات تدريبية متخصصة حول نمذجة تأثير التغيرات المناخية على الزراعة والمياه من خلال التواصل مع الاسكوا على البريد الالكتروني (khayat@un.org).

(ق4 – ل.م.ز.م- 2024/10/16)

البند الخامس: تعزيز صمود قطاعي الزراعة والمياه في مواجهة آثار التغيرات المناخية

إن اللجنة الفنية المشتركة وبعد اطلاعها على:

- مذكرة الأمانة الفنية للجنة،
- عرض الاسكوا،
- توصية اللجنة في هذا الخصوص،

وفي ضوء المناقشات،

توصـــــــي بـــــ

1. *الطلب من اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي اسيا (الاسكوا) ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) تقديم مقترحات حول مشاريع بالتعاون مع الدول العربية والأمانة الفنية المشتركة والشركاء لدعم صمود قطاعي المياه والزراعة فيها وتعزيز قدراتها لتحقيق ذلك.*

2. *حث الدول الأعضاء التواصل مع نقاط الاتصال الوطنية المعنية بالنظم الغذائية لنقل الرسائل والأفكار المتعلقة بتحويل النظم الغذائية، وللمشاركة في الفعاليات السنوية التي تُنظَّم للتشاور الإقليمي حول هذا الموضوع. يُعتبر هذا الأمر مهمًا في ضوء انعقاد قمة الامم المتحدة حول النظم الغذائية +4 في عام 2025، والتي ستتابع التقدم المحرز في تنفيذ الاستراتيجيات الوطنية لتحقيق الأمن الغذائي وتعزيز مرونة النظم الغذائية. لمزيد من المعلومات يمكن التواصل مع الاسكوا على البريد الالكتروني (nejdawi@un.org).*

3. *دعوة الدول العربية لإبداء الرأي حول تقارير اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (الإسكوا) ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) المتعلقة بالنظم الغذائية، بهدف تحسين مستويات الأمن الغذائي والمائي. هذه التقارير تمثل فرصة لمراجعة التقدم المحرز واستكشاف المجالات التي تحتاج إلى دعم إضافي، بما في ذلك التمويل المناخي والتكنولوجيات المستدامة المستخدمة في الزراعة وإدارة المياه (مرفق رقم 11).*

4. *دعوة الدول العربية لتطوير آليات للتنسيق بين القطاعات المختلفة، وخاصة قطاعات المياه والزراعة، وتطوير مشاريع متكاملة تركز على تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية، وزيادة مرونة النظم الغذائية في مواجهة تغير المناخ، وتعزيز الأمن الغذائي والمائي في المنطقة. وحثها للاستفادة من المصادر المعرفية التي تطورها اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (الإسكوا) ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) وذلك للاستفادة من فرص التمويل المتاحة لمشاريع المناخ والنظم الغذائية.*

(ق5 – ل.م.ز.م– 2024/10/16)

البند السادس: موعد ومكان عقد الاجتماع الوزاري المشترك الثالث والاجتماع السابع للجنة المشتركة:

إن اللجنة الفنية المشتركة وبعد اطلاعها على:

- مذكرة الأمانة الفنية للجنة،
- توصية اللجنة في هذا الخصوص،

وفي ضوء المناقشات،

توصـــــــي بـــــ

1- تكليف الأمانة الفنية المشتركة التواصل مع الدول بشأن موعد ومكان عقد الاجتماع الوزاري المشترك الثالث. وفي حالة عدم تقدم أي من الدول بطلب استضافة الاجتماع، يتم عقده بمقر جامعة الدول العربية بالقاهرة عام 2025.

2- يعقد الاجتماع السابع للجنه الفنية المشتركة رفيعة المستوى على هامش النسخة الثامنة من اسبوع القاهرة للمياه 2025.

(ق6 – ل.م.ز.م– 2024/10/16)

المرفقات

مرفق 1

أسماء السادة المشاركون

في

الاجتماع السادس للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى

للزراعة والمياه

(القاهرة- فندق تريمف: 2024/10/16)

المملكة الأردنية الهاشمية

السيد/ ثائر محمد المومني — مساعد الأمين العام للشؤون الفنية

وزارة المياه والري

جوال: 00962777775012

Email: Thair_almomani@mwi.gov.jo

السيدة/ سماح الرمادنة — مدير وحدة الشؤون القانونية

وزارة المياه والري

جوال: 00962795956500

Email: samah_al_ramadneh@mwi.gov.jo

الجمهورية التونسية

السيد/ عبد الحميد مناجة — مدير عام

وزارة الزراعة والموارد المائية

جوال: 0021697419192

Email: mnajja.abdelhamid@yahoo.com

السيدة/ ضحى شويخ — دبلوماسية بسفارة تونس بالقاهرة

جوال: 00201099168292

Email: d.chouikh@diplomatie.gov.tn

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

السيد/ شريف نجري — مدير عام المعهد القومي للأراضي وتصريف المياه

وزارة الزراعة والتنمية الريفية

ت: 0021323503194

جوال: 00213774274789

Email: negridz@yahoo.fr

السيد/ عمر بوجروه — أمين عام بوزارة المياه

جوال: 00213770961103

Email: bougomar@yahoo.com

المملكة العربية السعودية

السيد/ إبراهيم محمد سلطان — مدير عام الشركات وتنمية القدرات

جوال: 00966506670388

Email: imsultan@mewa.gov.sa

السيد/ عمار عبد الجانهي — مدير تنفيذي للبيئة

وزارة البيئة والمياه والزراعة

جوال: 00966554473117

Email: aealjuhany@nwc.com.eg

السيد/ عبد المنعم فهد اليوسف — نائب الشركات الاستراتيجية

وزارة البيئة والمياه والزراعة

جوال: 00966598479661

Email: aalyousef3@swa>gov.sa

جمهورية السودان

السيدة/ صفاء عبد الوهاب ادريس — مهندسة موارد مائية

نقطة اتصال المجلس العربي للمياه

جوال: 00249918131516

Email: safawhab09@gmail.com

السيدة/ منى حسين محمد — مديرة قطاع التخطيط والتقييم

وزارة الزراعة وموارد المياه

جوال: 00249126580842

Email: monahus2005@gmail.com

السيد/ منصر صلاح عبدالله — مدير بوزارة الزراعة

جوال: 00249918026021

Email: maans2065@gmail.com

الجمهورية العربية السورية

السيد/ محمد طالب — مستشار بسفارة سوريا بالقاهرة

جوال: 00201287597777

Email: info@syrianembassyeg.com

جمهورية العراق

السيد/ حاتم حميد حسين — مدير عام التخطيط والمتابعة

وزارة الموارد المائية

جوال: 009647707910361

Email: hatem_altaimy@yahoo.com

السيدة/ ايمان صاحب — رئيسة قسم التربة وإدارة المياه

وزارة الزراعة

جوال: 009647700779788

Email: eman_sahib@yahoo.com

السيد/ عمار فضل عباس — مهندس

وزارة الموارد المائية

جوال: 009647707343137

Email: fmr4368@gmail.com

السيد/ مثنى شعلان حصي — مدير عام

وزارة الموارد المائية

جوال: 009647725065247

Email: Muthanna_sh_86@gmail.com

السيد/ حقي إسماعيل محمد — مهندس

وزارة الموارد المائية

جوال: 0096407710711175

Email: haqiismael2022@gmail.com

السيد/ رامي احمد — مهندس

وزارة الموارد المائية

جوال: 009647705828192

سلطنة عمان

السيد/ سالم محمد الخنباشي — مساعد المدير العام لشؤون التقييم والمراقبة

جوال: 0096895949865

Email: salim.alkhanbashi@mafwr.gov.om

دولة فلسطين

السيد/ عماد حمادي خالف — مدير استخدام المياه الهامشية

وزارة الزراعة

جوال: 00972598999865

Email: imad.khlief@moa.pna.ps

السيد/ عادل ياسين خميسة — سلطة المياه الفلسطينية

جوال: 00972597915850

Email: adel_pwa@yahoo.com

السيدة/ أسماء سلامة — مدير التواصل سلكة المياه الفلسطينية

جوال: 00972594233369

Email: asmaasalamah@yahoo.com

دولة قطر

السيد/ يوسف خالد — مدير الزراعة وزارة البلديات

جوال: 0097455088552

Email: yakhulaifi@mm.gov.qa

السيد/ فهد يوسف

مدير – شبكة علاقات المياه

جوال 0097455555065

Email: ftolefat@km.qa

السيد/ انبار العلي

مدير – إدارة عمليات المياه والتحكم

جوال: 0097455555892

Email: abashir@km.qa

السيد/ احمد سام عبدالله

قطاع العلاقات الزراعية

جوال: 0097466577752

جمهورية القمر المتحدة

السيد/ تاكي ابراهيم

رئيس إدارة التربة المستدامة

وزارة الزراعة والثروة السمكية

ت: 002694454452

Email: benibrahim_taki@yahoo.com

دولة الكويت

السيد/ فهد الحفيري

الوكيل المساعد لتشغيل وصيانة المياه

وزارة الكهرباء والمياه والطاقة المتجددة

جوال: 0096566000126

Email: faaldhafeeri@mew.gov.kw

السيد/ بدر النوفل

خبير في قطاع المياه

وزارة الكهرباء والمياه والطاقة المتجددة

جوال: 0096569697090

Email: nofal_69@hotmail.com

السيد/ حمد الصيدي

ملحق دبلوماسي

سفارة دولة الكويت بالقاهرة

جوال: 00201111363636

Email: h.alsaeidi@mofa.gov.kw

الجمهورية اللبنانية

السيد/ سالم درويش

مستشار لوزارة الزراعة

بروفيسور اقتصاديات الزراعة – جامعة لبنان

جوال: 009613716920

Email: salemdarwich@yahoo.fr

Salem.darwich@ul.edu.lb

دولة ليبيا

السيد/ المختار الفيتوري راضي — مدير التعاون الدولي

وزارة موارد المياه

جوال: 00218912504789

Email: mokhtarfitoriradi@gmail.com

السيدة/ وفاء المختار القماطي — نقطة اتصال جامعة الدول العربية

وزارة الموارد المائية

جوال: 002183274774

Email: moktarwaf793@gmail.com

جمهورية مصر العربية

السيد/ عارف غريب — رئيس قطاع مياه النيل

وزارة الموارد المائية والري

جوال: 00201118119338

Email: arefgharib@yahoo.com

السيدة/ مروة خطاب — مدير عام البيانات الهيدرولوجية لقطاع مياه النيل

وزارة الموارد المائية والري

جوال: 00201147633327

Email: marokhattab@yahoo.com

السيد/ ايمان حسن مبروك — مهندسة – قطاع مياه النيل

ت: 00201012735091

Email: emandaha74@gmail.com

السيدة/ منال طنطاوي — بروفيسور - نائب مدير

مركز بحوث المياه والبيئة

جوال: 00201008284696

Email: tantawymanal@gmail.com

السيد/ محمد عيد عبد الحميد — بروفيسور – مدير المكتب الفني معهد بحوث الأراضي والمياه والبيئة

جوال: 00201126406048

Email: Mohamed.elsayed@arc.sci.eg

السيدة/ هالة مصطفى السيد — مهندسة – قطاع مياه النيل

جوال: 00201066052225

Email: halaaboaidha@yahoo.com

المملكة المغربية

السيد/ مولاي عزيز دريسي — رئيس خدمة التعاون

المديرية العامة للهيدروليكا

وزارة التجهيز والمياه

جوال: 00212678998350

Email: drissiaziz3@gmail.com

الجمهورية الإسلامية الموريتانية

السيد/ عبد السلام طلبة — مكلف بمهمة مكتب الوزير

وزارة المياه والصرف

جوال: 0022236618916

Email: abdsalamy@gmail.com

الجمهورية اليمنية

السيد/ ناصر محمد اليزيدي — مستشار وزير للموارد المائية

وزارة المياه والبيئة

جوال: 00967777364480

Email: yazyn21@gmail.com

السيد/ شكري فضل صالح — مدير عام مرافق المياه

وزارة الزراعة والري

جوال: 00967777492296

Email: rera3589@gmail.com

مرفق 2

مسودة الشروط المرجعية

مجموعة العمل المشتركة لتعبئة الموارد المالية على المستوى الإقليمي

1- خلفية

تم إنشاء اللجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة كذراع فني للاجتماع الوزاري المشترك للمياه والزراعة في جامعة الدول العربية بموجب قرار الاجتماع الوزاري المشترك للمياه والزراعة في 4 نيسان/أبريل 2019 ، والذي نتج عنه أيضا اعتماد إعلان القاهرة لعام 2019 .

دعا إعلان القاهرة إلى تطوير آليات تنسيق مؤسسية ودعم وتفعيل الآليات القائمة بين قطاعَي المياه والزراعة في مجالات إعداد السياسات وتخطيط الاستثمار وتنفيذ البرامج والمشاريع لضمان الأمن الغذائي والأمن المائي، في ظل استخدام مستدام لموارد الأراضي والمياه. وركز الإعلان على أربعة مجالات رئيسية، هي: (1) تفعيل آليات التنسيق الإقليمية وتعبئة جميع الجهات المعنية لضمان التنفيذ الفعال للسياسات والاستثمارات الجديدة؛ (2) تعزيز تناغم وتكامل السياسات عبر قطاعي الزراعة والمياه؛ (3) زيادة الاستثمارات في إدارة المياه الزراعية؛ (4) الاستفادة من الابتكارات وإدارة البيانات وتحليلها وتبادل الخبرات.

لتفعيل اعلان القاهرة اعدت الأمانة الفنية المشتركة (المكونة من الأمانة الفنية للمجلس الوزاري العربي للمياه والمنظمة العربية للتنمية الزراعية)، بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) خطة تنفيذية تم اعتمادها خلال الاجتماع المشترك الثاني لوزراء المياه والزراعة العرب المنعقد في 27 كانون الثاني/يناير 2022. وركزت الخطة التنفيذية على إنشاء بيئة تمكينية لدعم تكامل أنظمة الأمن المائي والأمن الغذائي واستدامتها وقدرتها على الصمود على المستويين الوطني والإقليمي في المنطقة. وتتضمن الخطة وضع وتحسين آليات التنسيق بين القطاعين وبناء قدرات العاملين والعاملات فيها على وضع السياسات المتناغمة والتخطيط والإدارة وإدارة المعلومات بشكل تكاملي. تمتد الخطة التنفيذية لإعلان القاهرة على السنوات الخمس القادمة وتهدف إلى تحقيق أكبر قدر ممكن من التنسيق والتعاون وبناء القدرات وجمع المعلومات في مجالات إعداد السياسات وتخطيط الاستثمار وتنفيذ البرامج والمشاريع لضمان الأمن الغذائي والأمن المائي في ظل استخدام مستدام لموارد الأراضي والمياه.

خلال الاجتماع الرابع للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة يوم 18 تشرين الثاني/اكتوبر 2022، تم الاتفاق على انشاء مجموعة العمل المشتركة لتعبئة الموارد المالية على المستوى الإقليمي بناء على خطة عمل اعلان القاهرة. البند الأول من توصيات اللجنة نص كالتالي:

<u>البند الأول: خطة العمل التنفيذية لإعلان القاهرة:</u>

ثانياً: اعتماد الأولويات التالية ليتم تنفيذها خلال عام 2023:

5. تكليف الفاو والاسكوا بالتعاون مع الأمانة الفنية المشتركة اعداد مسودة الشروط المرجعية لمجموعة العمل المشتركة لتعبئة الموارد المالية على المستوى الإقليمي بغرض الإسراع في انشائها لتعزيز وتهيئة بيئة تمكينية لجذب وتحفيز الاستثمارات والشراكة.

2- تعريف مجموعة العمل المشتركة

تهدف مجموعة العمل المشتركة لتعبئة الموارد المالية على المستوى الإقليمي الى مساعدة الدول في خلق البيئة التمكينية وبناء القدرات اللازمة لجذب وتحفيز الاستثمارات والشراكات الممكنة لتمويل المشاريع المشتركة بين قطاعي المياه والزراعة. وتهدف هذه المجموعة الى رصد الهيئات المانحة والجهات المستثمرة في قطاعي المياه والزراعة ورصد المبادرات التمويلية المعلن عنها في هذين القطاعين، خاصة تلك المتعلقة بمواجهة تحديات التغيرات المناخية، مع توضيح الشروط والمتطلبات اللازمة للاستفادة منها.

3- العضوية

تتكون هذه المجموعة من الأمانة الفنية المشتركة (**الأمانة الفنية للمجلس الوزاري العربي للمياه والمنظمة العربية للتنمية الزراعية**) بدعم من مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)، ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) بالاضافة الى الدول والمنظمات الشريكة للمجلس الراغبة في عضوية اللجنة لتنفيذ المهام المنصوصة دون اي التزام مالي مطلوب.

ان مدة عضوية مجموعة العمل المشتركة سنتين قابلة للتجديد، مع التزامها بتقديم تقرير حول التقدم المحرز في تنفيذ المهام الموكلة إليها خلال الاجتماع السنوي للأمانة الفنية المشتركة رفيعة المستوى. وتتمتع المجموعة بالمرونة في عقد اجتماعاتها حسب ما تراه مناسباً وبالعدد الذي يلبي احتياجات تنفيذ المهام المطلوبة، بما يضمن تحقيق الأهداف المحددة وتفعيل التعاون بين الدول الأعضاء.

يمكن لمجموعة العمل استضافة ممثلين من الهيئات المانحة والجهات الاستثمارية في قطاعي المياه والزراعة للإطلاع على الفرص المتاحة وإحاطة الدول بالمستجدات وفرص التمويل.

4- المهام

لتحقيق اهداف انشاءها، تتولى مجموعة العمل المشتركة المهام التالية لضمان الأمن المائي والغذائي:

أ. وضع خطة وبرنامج العمل للمجموعة تحدد فيها الأهداف السنوية وعرض تقرير سنوي لأنشطتها على الاجتماع السنوي للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى

ب. اقتراح طرق مبتكرة لتعبئة الموارد الضرورية لتنفيذ اعلان القاهرة،

ج. التنسيق بين الدول العربية وتوفير البيانات والمعلومات حول احتياجاتهم التمويلية لمشاريع قطاعي المياه والزراعة مع ترتيب اولوية المشاريع،

د. رصد مصادر التمويل والعمل على تعزيز الشراكات مع المنظمات المتخصصة ومؤسسات التمويل الوطنية والإقليمية والدولية،

ه. دعم الدول في إعداد مشاريع اقليمية مشتركة ذات جدوى اقتصادية ومالية ووضع مقترحات للتمويل المستدام لمشاريع المياه والزراعة،

و. دعم الدول في إعداد مشاريع عابرة للقطاعات قابلة للتمويل يكون محورها مشاريع تدعم استدامة تنمية قطاعي الزراعة والمياه،

ز. دعم الدول في بناء القدرات لإعداد مشاريع قابلة للتمويل واقتراح برامج للتدريب في هذا المجال.

مرفق 3

نحو تنفيذ خطة عمل إعلان القاهرة لعام 2019

اللجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة

الاجتماع السادس
للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة
جامعة الدول العربية
16 تشرين الاول/ أكتوبر 2024

تمهيد:

أعدت الأمانة الفنية للمجلس الوزاري العربي للمياه والمنظمة العربية للتنمية الزراعية، بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، خطة تنفيذية تم اعتمادها في الاجتماع المشترك الثاني لوزراء المياه والزراعة العرب في كانون الثاني/يناير 2022. تهدف الخطة إلى إنشاء بيئة تمكينية لدعم تكامل واستدامة أنظمة الأمن المائي والغذائي على المستويين الوطني والإقليمي. ترتكز الخطة على تحسين آليات التنسيق بين قطاعي المياه والزراعة، بناء قدرات العاملين فيهما، وتطوير السياسات المتكاملة والإدارة المشتركة للمعلومات.

تمتد الخطة التنفيذية لخمس سنوات، وتهدف إلى تحقيق أكبر قدر من التنسيق والتعاون وبناء القدرات وجمع المعلومات في مجالات إعداد السياسات، تخطيط الاستثمار، وتنفيذ البرامج والمشاريع لضمان الأمن الغذائي والمائي. تركز المرحلة الأولى من الخطة على تهيئة البيئة التمكينية من خلال إنشاء آليات تنسيقية، إرساء ثقافة التشارك، بناء القدرات، وتطوير السياسات التشريعية. يتضمن البرنامج تشكيل فريق عمل لتنسيق ومتابعة التنفيذ، وتعميم مصفوفة الخطة التنفيذية على الدول والمنظمات المعنية، وإعداد تقارير وطنية عن مستوى التنسيق بين المياه والزراعة.

سيوفر التقرير الإقليمي الأول أساسًا لوضع خطط مستقبلية للتعاون بين القطاعات، وسيساعد في توجيه صناع القرار بعد التأكد من توفر البيئة التمكينية المناسبة، لبدء تنفيذ المشاريع المشتركة على المستويات الوطنية مثل برامج الإدارة المثلى للمياه والزراعة، وريادة الأعمال الزراعية، وتطوير واعتماد التقنيات الزراعية، وتأهيل البنية التحتية، ورفع مستوى الحماية الاجتماعية والقدرة على الصمود. وستخضع هذه البرامج للمراجعة مع قرب انتهاء المرحلة الأولى، وتحديثها في ضوء تقييم تنفيذ هذه المرحلة.

في هذا الإطار، يتعين على الدول تقديم المعلومات اللازمة من خلال استمارة يتم توزيعها على جميع الأطراف المعنية بقطاعات المياه والزراعة على المستويين السياسي والفني. وتهدف المعلومات المطلوبة في الاستمارة إلى تقييم مستوى التعاون والتنسيق بين قطاعي المياه والزراعة على المستوى القطري، وتمكين فريق عمل اللجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة من وضع خطة عمل فعالة لبناء القدرات، وتطوير السياسات، وتحديد المجالات التي تحتاج إلى تعزيز ودعم إضافي.

التقرير الاقليمي الاول حول مستوى التنسيق بين المياه والزراعة

مقدمة حول إعلان القاهرة لعام 2019 وخطة العمل التنفيذية وأهدافها

1. **واقع البيئة التمكينية**
   - **آليات التنسيق والتعاون:**
     - وصف الآليات الحالية المستخدمة لتنسيق الجهود بين قطاعي المياه والزراعة
   - **السياسات الوطنية الحالية:**
     - السياسات والتشريعات التي تم تطويرها لدعم التكامل بين المياه والزراعة
     - وصف تناغم هذه السياسات مع الأهداف الوطنية والإقليمية
   - **برامج بناء القدرات واستخدام التقنيات في قطاعات المياه والأراضي/الزراعة**
     - برامج التدريب وبناء القدرات التي تم تنفيذها للعاملين في قطاعي المياه والزراعة
     - برامج بناء القدرات في الإدارة المتكاملة للأراضي والمياه
     - تبادل الخبرات مع الدول العربية او الدول اخرى
     - وصف تأثيرها على الأداء المؤسسي
   - **إدارة البيانات المعلومات والبحوث والخبرات**
     - تطوير وتحديث آليات جمع وتحليل وتبادل البيانات والإحصاءات المتعلقة بالمياه والأراضي
     - تعظيم الفوائد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المتعلقة بحوكمة المياه والأراضي
   - **تهيئة بيئة ممكنة لجذب وتحفيز الاستثمارات والشراكة**
     - تعزيز العائد على الاستثمار الحكومي وتشجيع الشراكة بين القطاعين العام والخاص للتمويل
     - خطط لجذب المانحين في مجالي المياه والزراعة
2. **التحديات والمعوقات**
   - تحديد التحديات والمعوقات التي تواجه تنفيذ خطة العمل ان وجدت او اسباب عدم وجودها
   - مقترحات للتعامل مع هذه التحديات وتعزيز التعاون بين القطاعات
3. **أمثلة ناجحة وممارسات جيدة للتعاون ما بين قطاعي المياه والزراعة**
   - عرض أمثلة ناجحة من التعاون بين قطاعي المياه والزراعة
   - ممارسات جيدة يمكن تبنيها وتكرارها في الدول الأخرى

توصيات مستقبلية

- توصيات لتعزيز التعاون بين قطاعي المياه والزراعة وتحقيق أهداف إعلان القاهرة بشكل أكثر فعالية

استمارة حول التقدم الوطني المحرز في التنسيق بين قطاعي المياه والزراعة

آليات التنسيق والتعاون:

- هل توجد آليات حالية لتنسيق الجهود بين قطاعي المياه والزراعة؟ نعم /لا
  إذا كانت الإجابة نعم، يرجى تقديم نبذة عن هذه الآليات وكيفية تنظيمها.

- ما هي التحديات والمعوقات التي تواجه الآليات ؟

- هل لديكم مقترحات لتحسين هذه الآليات وتعزيز التنسيق والتعاون بين القطاعين؟

السياسات الوطنية الحالية:

- هل تم تطوير سياسات وتشريعات لدعم التكامل بين المياه والزراعة؟ نعم /لا
  إذا كانت الإجابة نعم، يرجى ذكر أمثلة.

- ما هي التحديات والمعوقات التي تواجه تنفيذ هذه السياسات؟

برامج مشتركة لبناء القدرات واستخدام التقنيات في قطاعات المياه والزراعة:

- هل تم تنفيذ برامج مشتركة للتدريب وبناء القدرات ؟ نعم /لا
  إذا كانت الإجابة نعم، يرجى وصف هذه البرامج.

- هل تم تنفيذ برامج بناء قدرات في الإدارة المتكاملة للأراضي والمياه؟ نعم /لا
  إذا كانت الإجابة نعم، يرجى تقديم تفاصيل عن هذه البرامج.

- هل هناك برامج وآليات لتبادل الخبرات ؟ نعم ما بين الوزارتين / نعم مع دول عربية /نعم مع دول أخرى / لا
  إذا كانت الإجابة نعم، يرجى التوضيح وتقييم تأثير هذا التبادل على الأداء المؤسسي والفردي

- ما هي التحديات والمعوقات التي تواجه تنفيذ هذه البرامج المشتركة؟

إدارة البيانات المعلومات والبحوث والخبرات:

- هل توجد آليات مشتركة لجمع البيانات والاحصاءات المتعلقة بالمياه والأراضي؟ نعم /لا
  إذا كانت الإجابة نعم، يرجى التوضيح

- هل توجد آليات لتبادل هذه البيانات والإحصاءات بين القطاعين؟ نعم /لا
  إذا كانت الإجابة نعم، يرجى وصف هذه الآليات.

- ما هي التحديات والمعوقات التي تواجه جمع او تبادل البيانات والاحصاءات بين قطاعين المياه والزراعة ؟

تهيئة بيئة ممكنة لجذب وتحفيز الاستثمارات والشراكة:

- هل توجد إجراءات لتشجيع الشراكة بين القطاعين العام والخاص لتمويل المشاريع المشتركة؟ نعم /لا
- هل توجد خطط لجذب المانحين في مجالي المياه والزراعة؟ نعم /لا

إذا كانت اي من الإجابة نعم، يرجى توضيح ووصف هذه الإجراءات وخططها.

- ما هي التحديات والمعوقات التي تواجه تحفيز الاستثمارات والشراكة ؟

- هل لديكم مقترحات لتحفيز الاستثمارات والشراكة؟ نعم /لا

إذا كانت الإجابة نعم، يرجى تقديم هذه المقترحات.

أمثلة ناجحة وممارسات جيدة للتعاون ما بين قطاعي المياه والزراعة:

يرجى تقديم أمثلة وطنية ناجحة توضح التعاون بين قطاعي المياه والزراعة؟

- هل توجد ممارسات جيدة يمكن تبنيها وتكرارها في الدول الأخرى؟ نعم /لا

إذا كانت الإجابة نعم، يرجى ذكر هذه الممارسات وتوضيح كيفية تطبيقها في سياقات أخرى.

توصيات مستقبلية:

- اي توصيات وطنية وإقليمية لتعزيز التعاون بهدف تحقيق أهداف إعلان القاهرة بشكل أكثر فعالية؟

مرفق 4

إطلاق إمكانات تحلية المياه لأغراض الزراعة في المنطقة العربية

مسودة للنقاش

ضمن الاجتماع السادس
للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة
جامعة الدول العربية
١٦ أكتوبر ٢٠٢٤

RCREEE
Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency
المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة

منظمة
الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

ازدهار البلدان كرامة الإنسان

الاسكوا
ESCWA

جدول المحتويات

الاختصارات 6

الملخص 8

مقدمة 10

1. تحلية المياه للزراعة في المنطقة العربية 13

أ. مخاوف ندرة المياه 13

ب. استخدامات المياه المحلاة في القطاعات المختلفة في المنطقة العربية 14

ج. الفرص الزراعية والمؤثرات الاجتماعية والاقتصادية الخارجية لمشاريع تحلية المياه 17

د. العوامل المقيدة والمتطلبات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لتطوير مشاريع تحلية المياه 18

2. تكنولوجيا تحلية المياه المتطورة المناسبة للزراعة 26

أ. نبذة عن تكنولوجيا تحلية المياه 26

ب. التقدم التكنولوجي (أفضل التكنولوجيا المتوفرة) وديناميكيات السوق 28

ثالثًا: إمكانات كفاءة الطاقة: شركات الصناعات الزراعية الناشئة وأهم التحديات 33

رابعًا: السياسات والأطر التنظيمية واستراتيجيات التخطيط القائمة 37

خامسًا: تحليل التكاليف لمحطات تحلية المياه والجدوى الاقتصادية 40

أ. تحليل التكاليف لمشاريع التحلية 40

ب. الجدوى الاقتصادية لمرافق التحلية 44

ج. تكلفة التحلية والجدوى الاقتصادية للمحاصيل 46
سادسًا. طرق التمويل ونماذج تنفيذ العقد 49
أ. طرق التمويل 49
د. نماذج تنفيذ العقد 53
ج. المخططات المالية: مخطط نموذج الأعمال 58
سابعًا: تطوير القدرات في المنطقة العربية: نمو سوق تحلية المياه والتحديات الرئيسية في مجال البناء 61
ثامنًا: الممارسات الجيدة: دراسات الجدوى واحتمالية التكرار 64
أ. تحلية المياه لأغراض الزراعة في شمال إفريقيا 64
ب. تحلية المياه لأغراض الزراعة في الشرق الأوسط 65
ج. التحلية لأغراض الزراعة على مستوى العالم: مواقف المجابهة بين المديرين والمزارعين في أليكانتي ومرسية (إسبانيا) 67
تاسعًا: التوصيات والآفاق المستقبلية 73
أ. التوصيات الفنية والمالية 73
ب. التوصيات البيئية: الاستراتيجيات المستدامة الناشئة 74
ج. التوصيات السياسية والاجتماعية 75
خاتمة 76
مراجع 78

قائمة الأشكال

الشكل 1. استهلاك المياه حسب القطاع في العالم العربي. (منظمة الأغذية والزراعة ، 2022) 15

الشكل 2. توزيع مشاريع تحلية المياه العربية (2020–2030). (منظمة الأغذية والزراعة ، 2022) 15

الشكل 3. التحديات البيئية الكبيرة المتعلقة بتنمية مشاريع تحلية المياه. 19

الشكل 4. ملخص العوامل المقيدة المستخدمة لتقييم تطور تحلية المياه في مختلف الدول. 20

الشكل 5. ملخص المتطلبات الرئيسية المستخدمة لتقييم تطوير تحلية المياه في مختلف الدول. 21

الشكل 6. ملخص مفاهيمي للقيم المتوسطة للمتطلبات وفقًا لتقييم الخبراء بخصوص تحلية المياه لكل دولة جرى تحليلها. أُجري تقييم المتطلبات باستخدام مقياس شبه كمي (1–5)، إذ يمثل 1 أقل عدد من المتطلبات و5 أكبر عدد من المتطلبات. 22

الشكل 7. ملخص نظري للقيم المتوسطة للعوامل المحددة التي قام خبراء تحلية المياه بتقييمها لكل دولة جرى تحليلها. أُجريَ تقييم العوامل المحددة باستخدام مقياس شبه كمي (1–5)، إذ يمثل 1 عاملًا مقيدًا منخفضًا للغاية ويمثل 5 عاملًا مقيدًا كبيرًا. 23

الشكل 8. تكنولوجيا تحلية المياه الرئيسية ومساهماتها النسبية في القدرات الفعلية العالمية بخصوص تحلية مياه البحر والمياه قليلة الملوحة 26

الشكل 9. تطور تحلية المياه باستخدام مختلف التقنيات 29

الشكل 10. توزيع محطات تحلية المياه التي تعمل بتقنية التناضح العكسي (2020–2030) 30

الشكل 11. استهلاك الطاقة وفقًا لخيارات إمدادات المياه وتوزيع الطاقة في محطات تحلية مياه البحر التي تعمل بتقنية التناضح العكسي 33

الشكل 12. وحدات تحلية بالتناضح العكسي تعمل بالخلايا الشمسية وتستخدم لأغراض الري 35

الشكل 13. استهلاك الطاقة في محطات التحلية الكبيرة 35

الشكل 14. وحدة تحلية المياه الكهروضوئية النموذجية لأغراض الري. 35

الشكل 15. أهم مشاريع تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية 35

الشكل 17. توزيع النفقات الرأسمالية لمحطات تحلية المياه في المنطقة العربية (2017–2026). 41

الشكل 18. توزيع النفقات التشغيلية لمحطات تحلية المياه في المنطقة العربية (2017–2026). 41
الشكل 19. تطور سعر المياه المحلاة 44
الشكل 20. الهيكل الكامل للمشروع الجزائري. 50
الشكل 21. الهيكل الكامل للمشروع التونسي. 51
الشكل 22. الهيكل الكامل للمشروع المصري. 52
الشكل 23. مخطط نموذج تنفيذ أعمال الهندسة والمشتريات والبناء 54
الشكل 24. مخطط نموذج تنفيذ أعمال التصميم والبناء والتشغيل 55
الشكل 25. مخطط نموذج تنفيذ البناء والتملك والنقل 56
الشكل 26. نمو سوق تحلية المياه. 56
الشكل 27. سعر الشراء وسعر التوريد والسعر النهائي المعقول للمياه المحلاة من قبل مجتمعات الري 73

قائمة الجداول

الجدول 1. أنظمة تحلية المياه التي قد تكون مناسبة لإنتاج المياه الزراعية. 27
الجدول 2. النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية لمحطات التحلية الكبيرة لمياه البحر بالتناضح العكسي 42
الجدول 3. طرق التمويل المختلفة (فاستركابيتال ، 2024) 49
الجدول 4. *خريطة مرئية لمشروع تحلية مياه البحر بأغادير.* 59
الجدول 5. الخصائص الأساسية لمجتمعات الري. 69

الاختصارات

BW	المياه قليلة المالحة
BOO	بناء تملك تشغيل
BOOT	بناء، تملك، تشغيل، نقل
BOT	بناء تشغيل نقل
BMC	مخطط نموذج الأعمال
CAPEX	النفقات الرأسمالية (التكلفة)
DBO	تصميم – بناء – تشغيل
ED	التحليل الكهربائي
EIA	متطلبات تقييم الأثر البيئي
EMP	خطة الرصد البيئي
ER	المتطلبات البيئية
ESCWA	اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربّ آسيا
FO	التناضح الأمامي
FS	الدعم المالي
FAO	منظمة الأغذية والزراعة (الأمم المتحدة)
KISR	معهد الكويت للأبحاث العلمية
KSA	المملكة العربية السعودية
LC	اليقين القانوني
MENA	الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
MSF	التقطير الومضي متعدد المراحل
MED	التحلية بالتأثير المتبادل

OPEX	مصاريف التشغيل (التكلفة)
OECD	منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية
O&M	التشغيل والصيانة
PPP	الشراكة بين القطاعين العام والخاص
PV	فوتوفلطي
PI	المشاركة العامة
RO	التناضح العكسي
RE	الطاقات المتجددة
R&D	البحث والتطوير
SW	مياه البحر
SWRO	التناضح العكسي لمياه البحر
SEC	استهلاك الطاقة المحدد
SIDA	الوكالة السويدية للتعاون الإنمائي الدولي
SA	القبول الاجتماعي
TDS	إجمالي المواد الصلبة الذائبة
TST	نقل تاجوس سيجورا
UAE	الإمارات العربية المتحدة
USD	دولار أمريكي
WHO	منظمة الصحة العالمية
WWC	مجلس المياه العالمي

الملخص

أجريت هذه الدراسة الدقيقة حول تحلية المياه بهدف استخدامها في الزراعة في سبيل ضمان عمل استكشاف شامل ومتعمق للموضوع، إذ نُظم كل محور في التقرير بعناية للبناء على الأقسام السابقة، مما يوفر تدفقًا منطقيًا للمعلومات التي تشمل كافة الجوانب الهامة لتحلية المياه في المنطقة العربية. على النحو التالي:

سيتناول المحور الأول المسألة الملحة المتمثلة في ندرة المياه وتأثيرها على الزراعة. حيث سيبدأ بمناقشة مدى مخاوف ندرة المياه في المنطقة ثم يشرع في دراسة استخدامات المياه المحلاة القطاعية، مع التركيز على كيفية استخدام المياه المحلاة عبر القطاعات المختلفة، مع التركيز بشكل خاص على الزراعة. بالإضافة إلى ذلك، سيتم أيضًا استكشاف الفرص الزراعية والتأثيرات الخارجية الاجتماعية والاقتصادية لمشاريع تحلية المياه، مع تسليط الضوء على فوائد تحلية المياه للإنتاجية الزراعية والمجتمعات الاجتماعية وسوق النشر الأوسع. وعلاوة على ذلك، سيحدد القسم الخاص بالعوامل المحددة والمتطلبات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لتطوير مشاريع تحلية المياه التحديات والظروف المختلفة اللازمة للتنفيذ الناجح لمشاريع تحلية المياه، بما في ذلك الاعتبارات البيئية.

سيقدم الجزء التالي من الوثيقة، المحور الثاني، لمحة عامة عن التقنيات الحالية المستخدمة في تحلية المياه، وخاصة تلك التي تنطبق على الزراعة. وسيقدم لمحة عامة عن تقنيات تحلية المياه ويناقش أحدث التطورات التكنولوجية (أفضل التكنولوجيا المتاحة) وديناميكيات السوق، ويستكشف كيف تؤثر الابتكارات وقوى السوق على تبني وتطوير هذه التقنيات.

سيتناول المحور الثالث الفرص المتاحة لتحسين كفاءة الطاقة في عمليات تحلية المياه، وخاصة داخل الشركات الزراعية الصناعية الناشئة، وسيسلط الضوء على التحديات الأساسية التي تواجهها هذه الشركات في المستقبل.

ستستعرض الوثيقة السياسات واللوائح واستراتيجيات التخطيط التي تؤثر على مشاريع تحلية المياه، وتوفر رؤى حول المشهد القانوني والإداري الذي يحكم هذه المبادرات في المحور الرابع.

يتناول المحور الخامس تحليل التكاليف المرتبطة بمشاريع تحلية المياه، وتقييم جدواها الاقتصادية من خلال النظر في الجوانب المالية المختلفة التي تؤثر على جدواها.

ستوضح الوثيقة بعد ذلك في المحور السادس، طرق التمويل ونماذج تسليم العقود، ويناقش خيارات التمويل المختلفة والنماذج التعاقدية المتاحة لمشاريع تحلية المياه. حيث سيشمل هذا الجزء فحص طرق التمويل ونماذج تسليم العقود، بالإضافة إلى مقدمة للخطط المالية: مخطط نموذج الأعمال، والتي ستكون هي أداة التخطيط وتنفيذ الاستراتيجيات المالية. كما سيقيّم تكلفة تحلية المياه والجدوى الاقتصادية للمحاصيل، وتحديد فعالية تكلفة تحلية المياه فيما يتعلق بالجدوى الاقتصادية للمحاصيل المختلفة.

سيركز المحور السابع علاوة على ذلك على نمو سوق تحلية المياه في المنطقة العربية، مع التركيز على جهود بناء القدرات اللازمة والتحديات الكبيرة التي واجهتها في أثناء بناء مرافق تحلية المياه.

ستقدم الوثيقة بعد ذلك أفضل الممارسات: دراسات الحالة وإمكانات التكرار، وتقدم دراسات حالة لمشاريع تحلية ناجحة في مناطق مختلفة. وسوف يعرض هذا القسم أمثلة من شمال إفريقيا والشرق الأوسط، فضلًا عن منظور عالمي، وخاصة دراسة المواقف المتناقضة بين المديرين والمزارعين في أليكانتي ومورسيا (إسبانيا).

أخيرًا، سيختتم التقرير بتوصيات ووجهات نظر مستقبلية، ويقدم نصائح عملية واقتراحات لمشاريع تحلية المياه المستقبلية. سيتضمن هذا القسم توصيات بيئية: استراتيجيات مستدامة ناشئة، مع التركيز على الممارسات المستدامة بيئيًا، وتوصيات سياسية واجتماعية، تقدم إرشادات حول التعامل مع الجوانب السياسية والاجتماعية لتنفيذ مشاريع تحلية المياه.

مقدمة

نظرًا للمخاوف المتزايدة بشأن تغير المناخ، والأمن الغذائي، وعولمة أسواق وأسعار الغذاء، وندرة المياه، وارتفاع تكاليف الطاقة، يتعرض القطاع الزراعي حاليًا لضغوط كبيرة لتعزيز استراتيجياته وممارساته في إدارة المياه، بما في ذلك تحسين استخدام موارد المياه الحالية، وتنفيذ تقنيات الري الفعالة والاستفادة منها، والحد من هدر المياه، والأهم من ذلك تبني التقنيات المبتكرة واستخدامها. علاوةً على ذلك، يتعين على القطاع الزراعي استكشاف كافة الاحتمالات المُتاحة لتحقيق التوازن بين العرض والطلب على المياه. (بلتران وكو-أوشيما، 2004)

قد تشمل هذه الاحتمالات أيضًا استخدام مياه الصرف الصحي بعد معالجتها، وتجميع مياه الأمطار، وإدارة رطوبة التربة، والتكامل المحتمل لمياه التحلية حيثما كان ذلك ممكنًا. ونظرًا لارتفاع تكاليف إنتاج المياه التقليدية على مدى العقد الماضي في العديد من أنحاء العالم، انخفضت تكاليف تحلية المياه، وبالتالي أصبح حل تحلية المياه أكثر جاذبية اقتصاديًا وتنافسيًا. (لاتيمان، وكينيدي، وشيبرز، وأيمي، 2010) ومع زيادة الطلب على المياه، زاد أيضًا عدد محطات تحلية المياه.

يسمح حل تحلية المياه بتوسيع نطاق استخدام موارد المياه المتاحة من خلال إنتاج مياه عذبة، فعالة من حيث التكلفة، ومستقلة عن الظروف المناخية، وذات جودة خاضعة للرقابة، وذلك من مصادر المياه الطبيعية المالحة، أو قليلة الملوحة للاستخدام الزراعي. (زارزو، 2012) علاوةً على ذلك، يوفر حل تحلية المياه إمدادات مياه موثوقة ومناسبة يمكنها التخفيف من آثار الجفاف ونقص المياه وضمان الإنتاجية الزراعية المستمرة واستقرار إنتاج الغذاء والإمدادات والمساهمة في الأمن الغذائي، وذلك من خلال الاستفادة من احتياطي مياه البحر الضخم. (الخزاز، 2024)

بالإضافة إلى ذلك، ونظرًا لمعايير جودة المياه المنخفضة اللازمة للاستخدام الزراعي، تتطلب عملية تحلية المياه كميات محدودة من القوى البشرية والمواد الكيميائية واستبدال الأغشية مما يؤدي إلى تقليل التكاليف التشغيلية. (زارزو، 2012) وبالتالي، تؤكد بساطة محطات تحلية المياه لغرض الزراعة، بالتزامن مع انخفاض متطلبات الأعمال المدنية والأتمتة وتدابير السلامة، بشكل أكبر على فعاليتها من حيث التكلفة وإمكانية تنفيذها. (زارزو، 2012)

ونتيجةً لذلك، من المتوقع أن يزيد عدد سكان العالم الذين يعتمدون على مياه البحر المحلاة من 7.5٪ من سكان العالم في عام 2015، إلى 18٪ متوقعة في عام 2050. وعلاوةً على ذلك، زادت إجمالي قدرة تحلية المياه في العالم خلال السنوات الست الماضية، بما في ذلك تحلية المياه المالحة ومياه البحر، بشكل مطرد بمعدل سنوي يبلغ حوالي 9٪. وبالمثل، من المتوقع أن تتضاعف القدرة الإنتاجية العالمية لمياه البحر المحلاة بحلول عام 2040. (منظمة الأغذية والزراعة، 2024)

في النهاية، تهدف هذه الدراسة إلى تقديم رؤىً شاملة حول الوضع الحالي لتعقيدات تحلية المياه المخصصة للتطبيقات الزراعية. كما تسعى هذه الدراسة إلى توجيه أصحاب المصلحة في القطاع الزراعي حول كيفية دمج المياه المحلاة بشكل فعال في ممارسات الري الخاصة بهم من خلال تسليط الضوء على أحدث التطورات والابتكارات في تقنيات تحلية المياه. وتركز هذه الدراسة ايضًا على توفير أحدث المعلومات في مجال استخدام تحلية المياه في الزراعة، وتسليط الضوء على الفوائد المحتملة والعقبات المرتبطة بهذا النهج، بالإضافة إلى اعتماد هذه الدراسة كمصدر حيوي للمزارعين وصناع السياسات والموظفين الحكوميين والباحثين لتعزيز عملية صنع القرار وتعزيز إدارة الموارد المائية في الزراعة من خلال دراسات الحالة، وتحليل التكاليف الدقيقة، ونماذج الأعمال الناجحة، وإمكانية التكرار.

1. تحلية المياه للزراعة في المنطقة العربية

أ. مخاوف ندرة المياه

تشتهر المنطقة العربية بوفرة النفط وليس بنقص المياه، في حين أنها المنطقة الأكثر جفافًا في العالم حيث تقل موارد المياه المتجددة فيها عن المستوى الحرج البالغ 1000 متر مكعب للشخص الواحد في السنة على النحو الذي حددته منظمة الصحة العالمية. (بلتران وكو – أوشيما، 2004)

يتمتع 6.3% من سكان العالم بإمكانية الوصول إلى 1% فقط من إجمالي موارد المياه في العالم، إذ تُعد ندرة المياه في المنطقة العربية واحدة من التحديات التنموية الرئيسية والأكثر أهمية. ومن المتوقع أن يزداد هذا التحدي بمرور الوقت بسبب العديد من القوى الدافعة الملحة، بما في ذلك النمو السكاني والاقتصادي، والسياحة، وزيادة الطلب على الغذاء والطاقة، والصراعات السياسية والاجتماعية وتغير المناخ، إذ تعيش معظم الدول العربية بالفعل في ظروف مطلقة لندرة المياه. (الخرّاز، 2020)

تُعد المنطقة العربية واحدة من أكثر مناطق العالم التي تعاني من نقص المياه، إذ بلغ متوسط نصيب الفرد من موارد المياه المتجددة 351 متر مكعب/ سنة في عام 2014، في حين يبلغ معدل توافر المياه للفرد في المناطق الجغرافية الأخرى حوالي 7000 متر مكعب/ سنة. علاوةً على ذلك، تعيش اثنا عشر دولة عربية تحت مستوى ندرة المياه المطلقة البالغ 500 متر مكعب/ سنة للفرد. ومن الجدير بالذكر أيضًا أنه يتم توزيع موارد المياه المتجددة على نحوٍ غير متباوٍ في جميع أنحاء المنطقة العربية كما يُتضح من الحصة السنوية للفرد التي تتراوح بين 5 متر مكعب/ سنة في الكويت و2802 متر مكعب/ سنة في موريتانيا. (الخرّاز، 2020)

ونتيجةً لذلك، اكتسب مفهوم الأمن المائي زخمًا في الأجندة السياسية العالمية وحظي باهتمام الحكومات الوطنية على أعلى مستوى، وخاصةً نتيجةً لعلاقته بكافة أشكال الأمن بما في ذلك السلام وأمن الدولة، بالإضافة أيضًا إلى تبعاته على القضايا التنموية.

ومن الجدير بالذكر أنه في مختلف أنحاء المنطقة العربية، يُنظر إلى تحلية المياه بدرجةٍ متزايدة على أنها حلًا فنيًا بالنسبة للعرض إذ يمكنها تلبية الطلب المتزايد الحالي على المياه والتخفيف من الآثار السلبية لتغير المناخ على موارد المياه. وعلى الرغم من كونها تقنية تستهلك كميات كبيرة من الطاقة، تُدرج الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ تحلية المياه كخيار للتكيف قد يكون مهمًا بشكل خاص في المناطق الجافة شديدة الحرارة والمناطق شبه الجافة مثل المنطقة العربية. (الخرّاز، 2020)

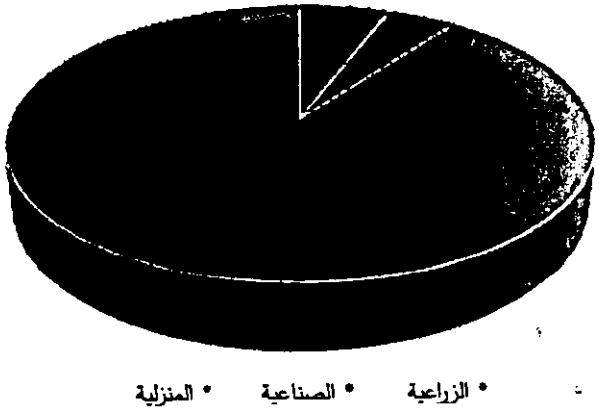
ب. استخدامات المياه المحلاة في القطاعات المختلفة في المنطقة العربية

من التحديات الرئيسية التي تواجه المناطق الزراعية الساحلية العربية تزايد ملوحة المياه الجوفية، إذ تنخفض منسوبات المياه في جميع أنحاء البلاد بسبب تسرب مياه البحر والاستخدام المفرط للمياه الجوفية (الخرّاز، 2020) ما أدى إلى استخدام مكثف لمياه الري يُقدّر بنحو 70٪ من إجمالي الاستخدام، يليه الاستخدام الصناعي بنحو 21٪، والاستخدام المنزلي بنحو 9٪. (سويلح، جونسون، وهلال، 2020) كما هو موضح في الشكل رقم 1.

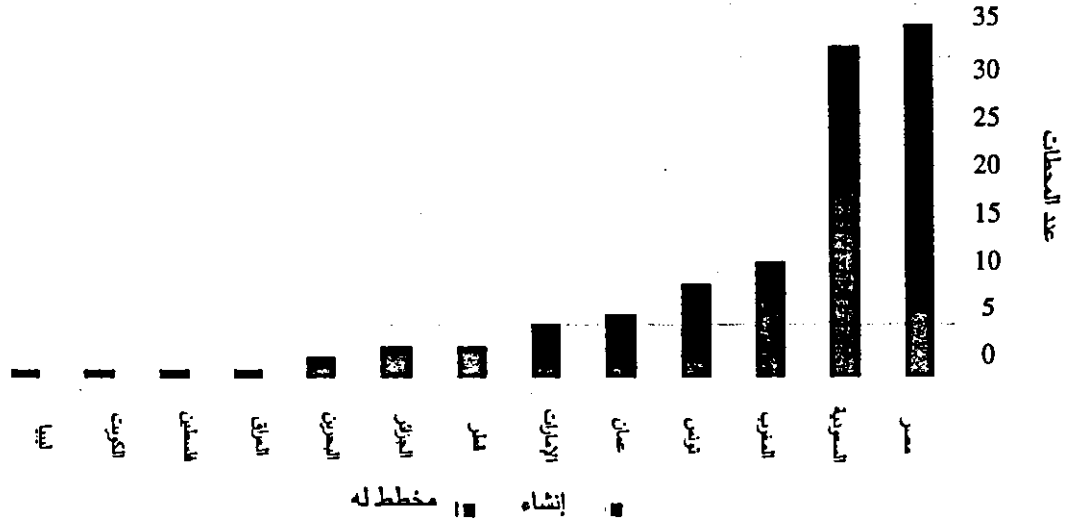
ففي البداية، كانت المياه المالحة بوصفها مصدرًا للمياه مقتصرةً على الاستخدام في الجُزُر، والقواعد العسكرية، والمواقع الصناعية، والفنادق (1950 – 1970). وبين عامي 1970 و1995، أصبحت المياه المحلاة هي المصدر الرئيسي للمدن في شبه الجزيرة العربية، وأصبح من المقبول الآن في دول مجلس التعاون الخليجي (GCC) أن الطلب المستقبلي على المياه سيتم تلبيته عن طريق التحلية. بالإضافة إلى دول مجلس التعاون الخليجي، تصبح تحلية المياه الحل الوحيد والاقتصادي الممكن لبلدان مثل الأردن وفلسطين (بلتران وكو-أوشيما، 2004).

ونتيجةً لذلك، أصبحت تحلية المياه حلًا ذو أهمية متزايدة لمشكلة المياه في المنطقة. ففي العديد من الدول التي تعاني من نقص المياه في المنطقة العربية تزيد من إمداداتها المائية من خلال التحلية لتلبية احتياجات النمو المستمر للسكان، وتطورات الصناعة، والسياحة، والزراعة. ولم يعد بالإمكان اعتبار المياه المحلاة موردًا محدودًا، إذ تعتمد بعض الدول مثل قطر والكويت عليها بنسبة 100% للاستخدام المنزلي والصناعي، في حين يبلغ اعتماد السعودية عليها حوالي 60% (الخرّاز، 2020).

وفيما يخص هذا الصدد، زاد عدد محطات تحلية المياه في المنطقة العربية، سواءً المُخطط لها، أو قيد الإنشاء، بدرجةٍ ملحوظة في السنوات الأخيرة، كما هو موضح في الشكل رقم 2. وبالتالي، هناك تركيز متزايد على تمكين تقنيات التحلية ذات التكلفة الفعّالة لتوفير المياه بكميات وجودة مناسبة للتطبيقات الزراعية (برن، هوانغ، زارزو، أوليفنياك، وكامبوس، 2015).



الشكل رقم 1. استهلاك المياه حسب القطاع في العالم العربي. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)



الشكل رقم 4. توزيع مشاريع تحلية المياه العربية (2020-2030). (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

ففي الواقع، بدأت العديد من الدول في استخدام المياه المحلاة للأغراض الزراعية بمعدلات متفاوتة لتلبية احتياجاتها من المياه. ففي دولة الكويت، على سبيل المثال، حيث تتجاوز الطاقة الإنتاجية المركبة مليون متر مكعب/يوم، تُستخدم 13% فقط للزراعة. وفي المملكة العربية السعودية، حيث تعتبر أكبر منتج منفرد للمياه المحلاة في العالم؛ تُستخدم 0.5% فقط من طاقتها في التحلية لأغراض زراعية. كما نفذت مملكة البحرين طاقة تحلية تبلغ 620,000 م3/ يوم، بينما تُستخدم نسبة صغيرة فقط من المياه المحلاة تبلغ 0.4% للزراعة، في حين استخدمت دولة قطر 0.1% فقط من طاقتها في التحلية للزراعة (منظمة الأغذية والزراعة، 2024). علاوة على ذلك، إذا نظرنا إلى مثال سلطنة عمان، نتيجةً لزيادة مستوى ملوحة التربة والمياه على طول ساحل منطقة الباطنة، فإن عددًا متزايدًا من المزارعين يستخدمون وحدات تحلية صغيرة النطاق لإنتاج مياه الري.

بينما تختلف دول شمال أفريقيا في الطلب على تحلية المياه من الحاجة إلى توفير المياه للمنتجعات البحرية، كما هو الحال في مصر وتونس، إلى أن تصبح بديلًا لمخططات نقل المياه الكبرى، مثل مصر في تطوير سيناء، والمغرب لتوفير المياه لمنطقته الجنوبية.

وتُعد دول أخرى مثل ليبيا والجزائر التحلية مصدرًا فعليًا للمياه لتلبية الطلب المتزايد على الإمدادات العذبة. بينما قد لا ترى سوريا ولبنان الحاجة إلى التحلية، إلا إن سوريا (التي تعاني من استنزاف كبير للمياه الجوفية) لا تزال مضطرة للنظر في التحلية في مناطقها الداخلية البعيدة عن الأنهار والبحر.

ومن ناحية أخرى، تواجه اليمن، الدولة الأكثر نقصًا في المياه في العالم، مشكلة إضافية تتمثل في الاضطرار إلى الجمع بين تحلية المياه ومشاريع النقل الكبرى. ومن المحتمل أن تواجه العراق متطلبات معالجة مياه شديدة تعادل تحلية المياه، كما ستحتاج أيضًا إلى حلول تتضمن تحلية المياه في أراضيها الجنوبية. (بلتران وكو-أوشيما، 2004).

في أبو ظبي، على سبيل المثال، يظهر مستخدمو المياه المحلاة والمعاد تدويرها كفاءة أكبر في استخدام المياه لكل متر مربع من الأراضي المزروعة مقارنة بمزارع المياه الجوفية في العين والظفرة. حيث يتمثل السبب وراء هذه القدرات الهائلة في المنطقة، كما هو موضح في الشكل رقم 3، هو التحسينات التقنية التي أدت إلى انخفاض تكلفة التحلية. ففي الوقت الحالي، تأتي المملكة العربية السعودية في مقدمة السوق العالمي بإجمالي قدرة تراكمية تبلغ 15,378,543 م3/ يوم تليها دولة الإمارات العربية المتحدة بقدرة 10,721,554 م3/ يوم (الخرّاز، 2024).

ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أنه بالرُغم من الاستخدام واسع النطاق للمياه المحلاة في المنطقة العربية، تظل تقنيات التحلية خيارًا مكلفًا للزراعة، وتواجه تحديات بيئية كثيرة، منها متطلبات الطاقة وجودة المياه ووسائل إزالة الملوحة من المياه المرفوضة، والتي تنتهي في كثير من الحالات بتلويث المياه الجوفية وزيادة ملوحتها. ومع ذلك، لا يزال من الممكن أن تكون خيارًا جذابًا للزراعة المستدامة إذا استُخدِمت وفق قيود محددة (الخرّاز، 2020).

ج. الفرص الزراعية والمؤثرات الاجتماعية والاقتصادية الخارجية لمشاريع تحلية المياه

تواجه المنطقة العربية مشاكل في مجال الأمن الغذائي، لا سيما في الدول التي تسعى إلى تعزيزه من خلال زيادة الإنتاج الزراعي. (الصلح، 2015) وبخصوص استهلاك المياه الزراعية، فإن الزراعة وحدها تستخدم 70% من إمدادات المياه في العالم وفقًا لتقرير الأمم المتحدة. من المتوقع أيضًا أن يرتفع الطلب العالمي على الغذاء بنسبة 70٪ أخرى بحلول عام 2050، ولكن التحدي الرئيسي الذي يواجه العالم اليوم –وفقًا للتقرير– لا يتمثل في زيادة الإنتاج الغذائي فحسب، بل في توفير مياه الري الجيدة للمزارعين بكميات كافية. (دغاري، تحلية المياه والزراعة، 2022) وفي هذا الصدد، تُفيد التقارير بأن تحلية المياه لدعم الإنتاج الزراعي عبارة عن مصدر بديل للمياه في بعض دول البحر الأبيض المتوسط التي تواجه معوقات مناخية ومائية. (ريكارت، فيلار نافاسكويس، جيل غيرادو، ريكو أموروس، أراهويتيس، 2020)

تؤكد الإحصائيات المتعلقة بالقدرات الفعلية الحالية في جميع أنحاء العالم ومعدلات التوسع على زخم تحلية المياه ووعدها بالتغلب على المشكلات الاجتماعية والسياسية والإقليمية والبيئية للحلول الهيدروليكية العادية والمساهمة في القوة التحررية للتكنولوجيا بطرق تُعجز الحلول التقليدية مثل السدود والخزانات ونقل المياه بدرجة متزايدة عن تحقيقها. ووفقًا لمؤيدي هذه الإحصائيات، فإن تحلية المياه في الواقع لا تستغل موردًا لا ينضب فحسب، بل يمكنها كذلك إزالة المياه عمليًا من الصراع السياسي الإقليمي البيئي. ولذلك، فإن تحلية المياه بديل ذو مكاسب متعددة وخسائر قليلة على الأقل مقارنة بالبدائل التقليدية. (الخرّاز، 2020)

علاوة على ذلك، في عدد قليل من الدول، يستخدم المزارعين بالفعل المياه المالحة المحلاة (التي يصل سعرها عادة إلى ثلث مياه البحر المحلاة) بصورة موسعة. فعلى سبيل المثال، تذهب 22% من المياه المحلاة في إسبانيا إلى الري الزراعي. وجدت دراسة استقصائية أسترالية أن 53% من السكان يتوقعون أن استخدام المياه المحلاة لري الخضروات أمرًا محتملًا (يرمياهو وآخرون، 2007)، ويرجع ذلك إلى المزايا العديدة التي تضمنها تكنولوجيا تحلية المياه مثل التوصيلات المخصصة لمياه الري وتوفير إمداد مضمون وجودة مستمرة للمنتجات الزراعية وزيادة الإنتاج مقارنة بمصادر المياه الأخرى وارتفاع أسعار إعادة بيع المياه نتيجة للجودة والضمان وإمكانية استصلاح التربة المالحة بالري بمياه عالية الجودة. (بورن، هوانغ، زارزو، أولونياك، كامبوس، 2015).

ومن الناحية الاجتماعية، تعمل تحلية المياه على تعزيز الأمن المائي لأي دولة بدرجة كبيرة وكذلك تدعم الاستقرار الإقليمي من خلال تجنب الصراع على الموارد المائية. كذلك، تتضمن مواطن القوة والفرص في مشاريع تحلية المياه الانتشار السريع واحتمالية مساعدة المجتمعات النائية والمنشآت السياحية على الازدهار. تُعد فرص العمل المحلية أثناء بناء وتشغيل محطات تحلية المياه ميزة أخرى، ولكن سهولة الوصول إلى المياه تعني أيضًا توفير المزيد من فرص العمل والتعليم للنساء المكلفين بالعمل الذي يستغرق وقتًا طويلًا في الحصول على المياه ونقلها. (ستيرلنغ، 2023)

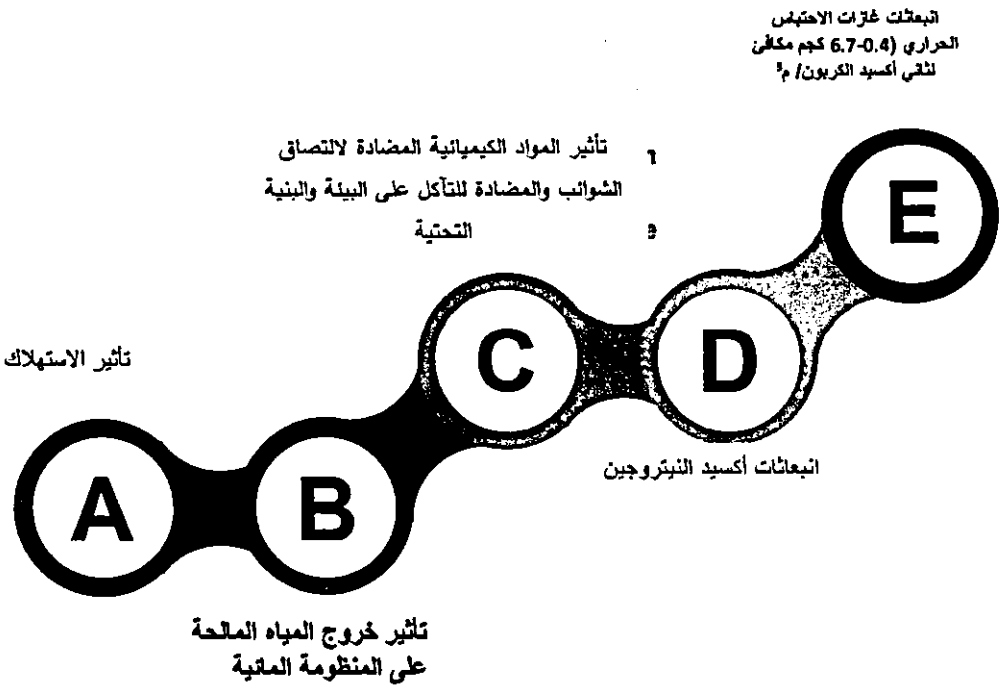
ومن المهم أيضًا التأكيد على أن تحلية المياه توفر ميزة الإنتاج المستمر لمياه آمنة ممتازة أقل عرضة للتلوث والمخاوف المتعلقة بالصحة العامة وتميز المستخدمين المرتبط غالبًا بتكنولوجيا إعادة استخدام مياه الصرف الصحي. (وليامز، بيفريدج، مايوكس، 2023)

وبالتالي، تعد تحلية المياه أداة لازمة لتلبية الطلب العالمي على المياه العذبة من أجل الري والسياحة والأغراض الصناعية مثل محطات الطاقة، أو التعدين ومياه الشرب وغيرهم، مما يوفر مزايا كبيرة للمنازل والقطاعات، إذ تعمل هذه الدول على تحقيق التنمية الاجتماعية والاقتصادية. (سولا، سايز، لويس سانشيز ليزاسو، 2021)

د. العوامل المقيدة والمتطلبات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لتطوير مشاريع تحلية المياه

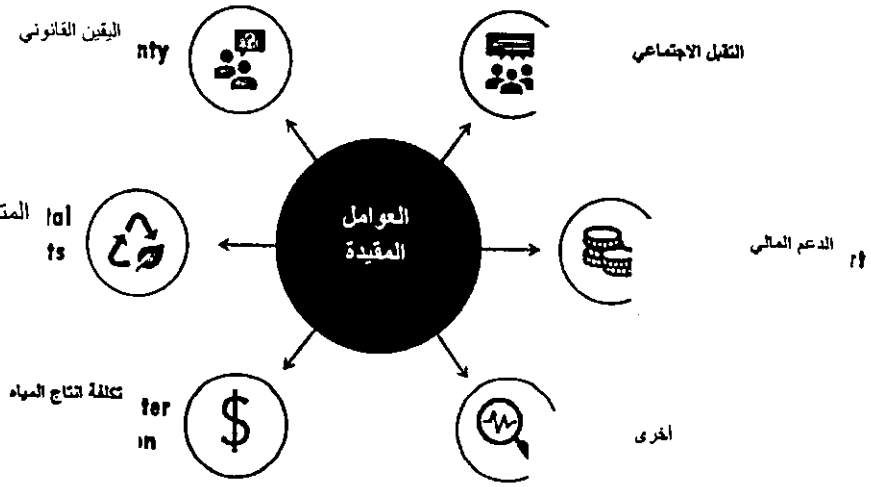
إن التكلفة المرتفعة نسبيًا وحاجة الزراعة إلى أن تكون قريبة من مصادر الإمداد بالمياه المالحة والمياه قليلة الملوحة والتخلص الآمن والفعّال نظرًا لتكلفة المياه المالحة تؤدي جميعها إلى الحد من التطبيق الأوسع لتكنولوجيا تحلية المياه في الزراعة (صوبلح، جونسون، هلال، 2020). وبطريقة أخرى، فإن تكاليف المياه المحلاة (الصالحة للشرب) لا تزال مرتفعة للغاية على الرغم من هذا التطور، إذ لا يمكن الاستخدام الكامل لهذا المورد في الزراعة المروية، باستثناء البستنة المكثفة للمحاصيل التجارية عالية القيمة مثل الخضروات والزهور المزروعة في المناطق الساحلية (في البيوت الزجاجية في الغالب)، إذ يكون التخلص الآمن منها أسهل من المناطق الداخلية. (بلتران، كو أوشيما، 2004)

ومن الناحية البيئية، فإن المياه وجودة الهواء ومساحة المحيطات وخزانات المياه وعوامل أخرى قد تتأثر جميعها كذلك بالسلب بسبب محطات التحلية. عادةً ما تُراعى العواقب البيئية لهذه المحطات على المستوى الوطني كما هو موضح في الشكل أدناه، وتختلف متطلبات قبولها وتقليلها حسب الظروف. توصي منظمة الصحة العالمية بتنفيذ برامج مراقبة ما بعد التركيب لمراقبة تأثير محطات التحلية على الاستدامة. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)



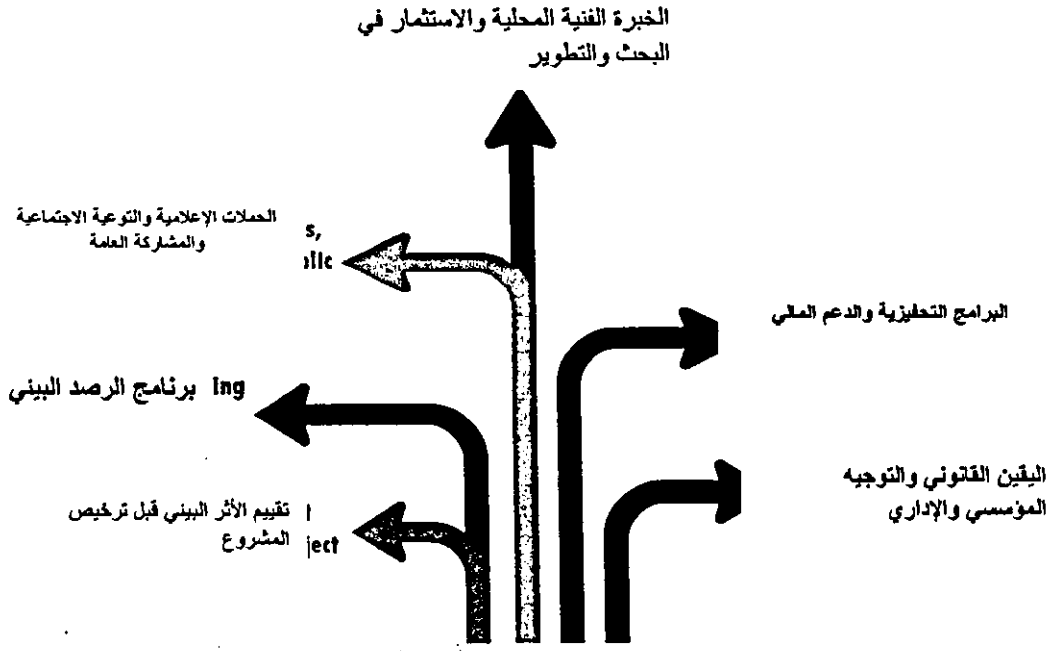
الشكل رقم 6: التحديات البيئية الكبيرة المتعلقة بتنمية مشاريع تحلية المياه. ((منظمة الأغذية والزراعة، 2022)، (المهدي، 2022)، (بلتران، كو أوشيما، 2004)، (العبري، 2022))

وبعيدًا عن المخاوف بشأن تكاليف الطاقة والآثار البيئية، فإن المسائل التي يدرسها علماء الاجتماع تتمثل في -على سبيل المثال- تمويل محطات تحلية المياه ردود أفعال المواطنين السلبية أحيانًا تجاه هذا المورد الجديد والأبعاد الصحية للمياه المحلاة وافتعال ندرة نسبية نظرا لارتفاع التكاليف والتأثيرات خاصة على المزارعين وسكان المدن الفقراء وإمكانية الحصول على موارد مائية أرخص عن طريق التعدين، أو الشركات الزراعية الكبيرة واستمرار تصور وفرة الموارد الوفيرة التي تجعل الحفاظ عليها غير ضروري (لأولئك الذين يستطيعون تحمل تكاليفه) والآثار الجغرافية السياسية المتعلقة بالدعم من خلال تحلية المياه وتحسين العلاقة بين المياه والطاقة والغذاء في بعض المناطق بالعالم وفرص استثمار رأس المال بعد استنفاد أعمال المياه الكبيرة الأخرى وتعزيز جذب الناس إلى المناطق الساحلية والمناطق الأكثر شهرة بخصوص التأثيرات البيئية (الأحياء البحرية والانبعاثات الكربونية إذا كانت الطاقة من محطات توليد الطاقة بالوقود الأحفوري). (الخرّاز، 2020)



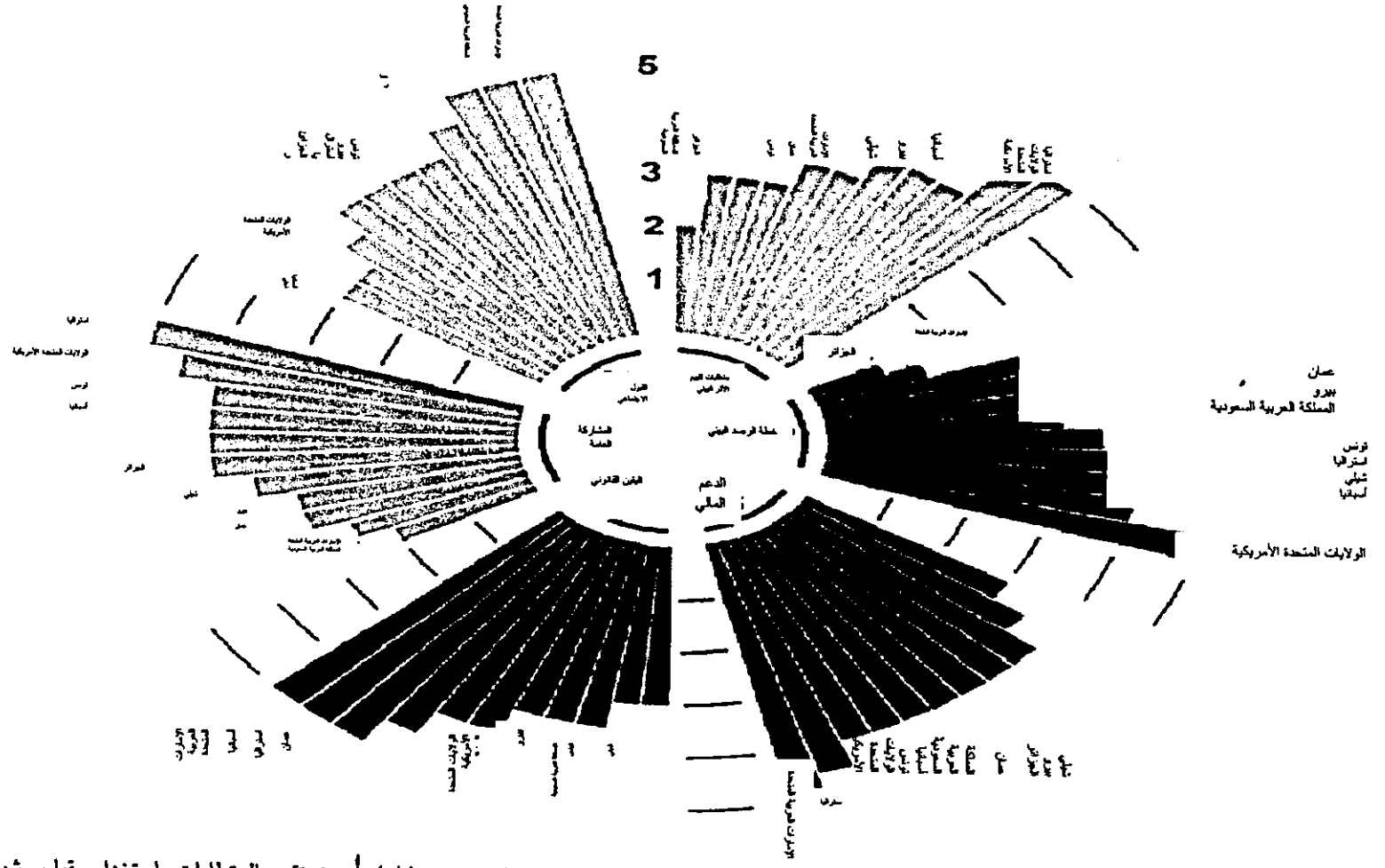
الشكل رقم 9: ملخص العوامل المقيدة المستخدمة لتقييم تطور تحلية المياه في مختلف الدول. (سولا، سايز، لويس سانشيز ليزاسو، 2021)

من المهم أيضًا التأكيد على أن الزيادة المستمرة في الطلب العالمي على المياه العذبة حدثت بسرعة أكبر في بعض الدول بسبب عوامل معينة قد تؤثر على تطوير مشاريع تحلية المياه، ولذلك أجري استقصاء لـ 34 خبير عالمي في مجال تحلية المياه لتقييم المتطلبات الرئيسية والعوامل الأكثر تقييدًا لتطوير مشاريع تحلية المياه في مختلف الدول. (سولا، سايز، لويس سانشيز-ليزاسو، 2021) كما هو موضح في الشكل (4) و(7).



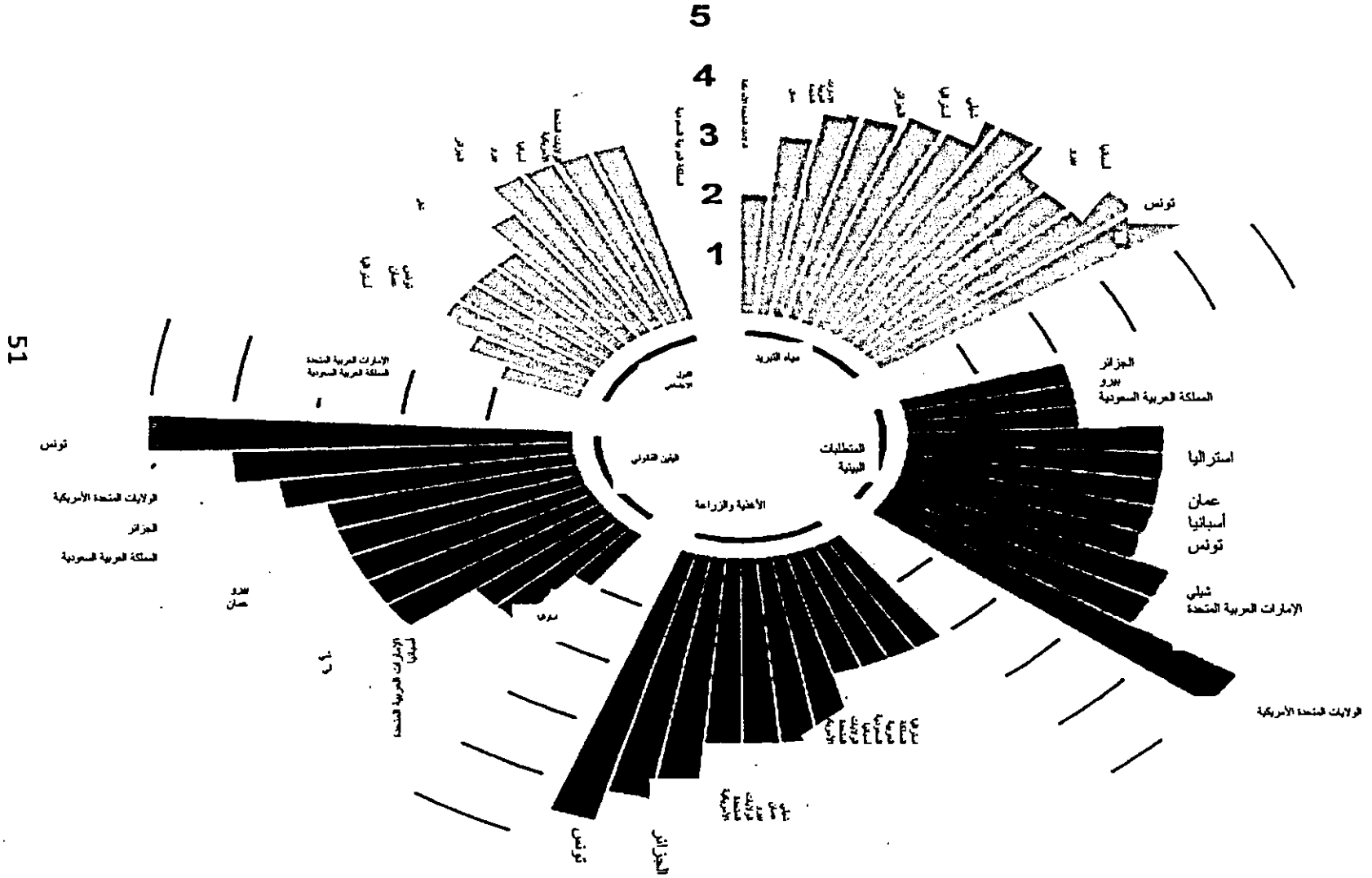
الشكل رقم 12: ملخص المتطلبات الرئيسية المستخدمة لتقييم تطوير تحلية المياه في مختلف الدول. (سولا، سايز، لويس سانشيز ليزاسو، 2021)

يرد في الشكل رقم 6 تقييم "المتطلبات" المتعلقة بالنواحي الاجتماعية والاقتصادية والبيئية لتطوير تحلية المياه. وبالإشارة إلى تقييم متطلبات تقييم الأثر البيئي، أظهرت النتائج أن أستراليا والولايات المتحدة الأمريكية تفرضان أكبر عدد من المتطلبات في تقييمات الأثر البيئي تليها شيلي وإسبانيا وبيرو، نظرًا لأن كل منهما تفرض عددًا كبيرًا من المتطلبات.



الشكل رقم 15: ملخص مفاهيمي للقيم المتوسطة للمتطلبات وفقًا لتقييم الخبراء بخصوص تحلية المياه لكل دولة جرى تحليلها. أجري تقييم المتطلبات باستخدام مقياس شبه كمي (1–5)، إذ يمثل 1 أقل عدد من المتطلبات و5 أكبر عدد من المتطلبات. (سولا، سايز، لويس سانشيز ليزاسو، 2021)

يوضح الشكل رقم 7 تقييم "العوامل المقيدة" لتطوير مشروع تحلية المياه. وفي هذا التقييم، ذُكرت عدة عوامل تحد من تطوير محطات تحلية المياه في مختلف الدول:



الشكل رقم 17: ملخص نظري للقيم المتوسطة للعوامل المحددة التي قام خبراء تحلية المياه بتقييمها لكل دولة جرى تحليلها. أُجري تقييم العوامل المحددة باستخدام مقياس شبه كمي (1-5)، إذ يمثل 1 عاملًا مقيدًا منخفضًا للغاية ويمثل 5 عاملًا مقيدًا كبيرًا. (سولا، سايز، لويس سانشيز ليزاسو، 2021)

أظهرت النتائج المحققة تباين كبير في المتطلبات البيئية والاجتماعية والاقتصادية في مختلف الدول. تمثلت أهم العوائق المذكورة أمام تطوير تحلية المياه في تكلفة المياه المنتجة وانخفاض الدعم المالي والمتطلبات البيئية المتشددة. لوحظ أن القبول الاجتماعي لمشاريع تحلية المياه مرتفعًا بدرجة طبيعية ولا يمثل عاملًا معوقًا لتطورها. وعلى الرغم من ذلك، فقد أعتبرت المستويات المنخفضة من المتطلبات البيئية و/، أو المشاركة الجماهيرية كمسائل يجب تحسينها في بعض الدول.

وبالإشارة إلى معايير جودة مياه الري، فإن الأضرار التي تلحق بالمحاصيل بعد الري بمياه عالية النقاوة التي تنتجها أكبر محطات تحلية المياه بتقنية التناضح العكسي في العالم تكشف عن ضرورة اتباع معايير معالجة منقحة (يرمياهو وآخرون، 2007).

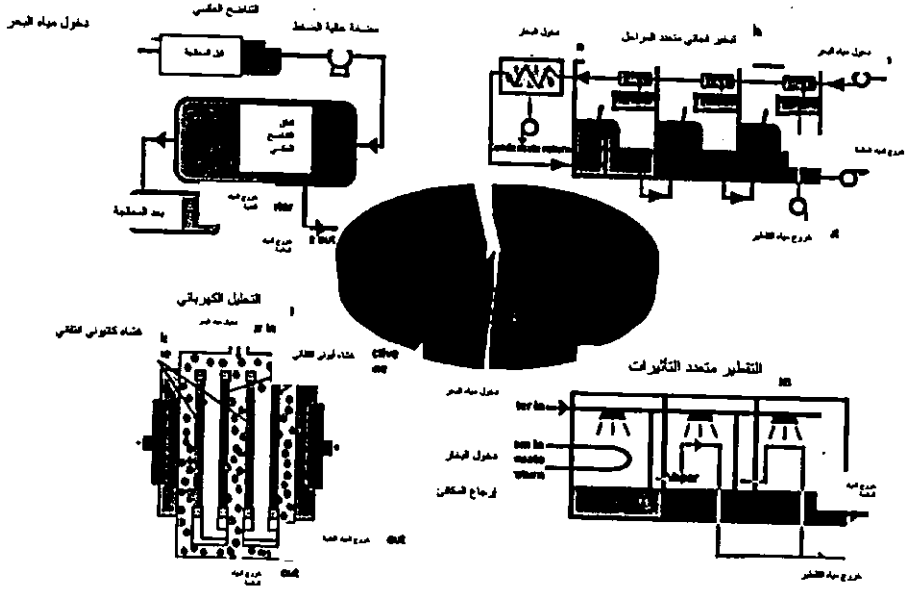
قد يكون لإدخال المياه المحلاة في الزراعة تأثيرات زراعية فعلية متفاوتة. وتتمثل المخاوف الرئيسية في افتقارها إلى العناصر الغذائية الأساسية مما يعمل على ارتفاع احتياجات التسميد، وخاصة بالنسبة لمحاصيل البيوت الزجاجية. قد يؤدي تركيبها الكيميائي المتميز أيضًا إلى تدهور بنية التربة بسبب الملوحة مما يؤثر سلبًا على إنتاجية المحاصيل، والسُمّية المحتملة من المستويات العالية للبورون والكلوريد (ريكارت، فيلار نافاسكويس، جيل-جويرادو، ريكو-أموروس، أراهويتيس، 2020). وفي هذا الصدد، أظهرت نتائج دراسة ريادية في إسبانيا تناولت الاستبدال التدريجي لموارد مياه الري التقليدية بمياه البحر المحلاة أن الاستخدام المشترك لمياه البحر المحلاة مع الموارد التقليدية هو الخيار الأفضل بدلًا من الري باستخدام مياه البحر المحلاة وحدها (منظمة الأغذية والزراعة، 2024).

وبالتالي، فإن التطبيق والإدارة الصحيحين لأنظمة الجودة المحددة ونمذجة المزج والإدارة والإمكانيات التقنية في المزرعة وكذلك مراقبة المياه والتربة قد يخفف من هذه المخاطر المتعلقة بالري الزراعي بمياه البحر المحلاة.

2. تكنولوجيا تحلية المياه المتطورة المناسبة للزراعة

أ. نبذة عن تكنولوجيا تحلية المياه

استُخدِمت أكثر من 20 تقنية مختلفة لتحلية مياه البحر منذ اختراع تحلية المياه في العصور القديمة، وقُسّمت بوجه عام إلى ثلاث مجموعات وهي العمليات الحرارية وتقنية فصل الغشاء والتكنولوجيا المتطورة. (منظمة الأغذية والزراعة، 2024) يوضح الرسم التخطيطي أدناه تكنولوجيا تحلية المياه الرئيسية ومساهماتها النسبية في القدرات الفعلية العالمية بخصوص تحلية مياه البحر والمياه قليلة الملوحة. تمثل تقنية التبخير الفجائي متعدد المراحل 44% وتقنية التناضح العكسي 41.1% وتقنية التحلية بالتأثير المتبادل والطرق الحرارية الأخرى 8.4% والتحليل الكهربائي والطرق الأخرى 6.1%. (همبليك، لي، فيلمان، رحمن، 2011)



الشكل رقم 20: تكنولوجيا تحلية المياه الرئيسية ومساهماتها النسبية في القدرات الفعلية العالمية بخصوص تحلية مياه البحر والمياه قليلة الملوحة.

توجد أيضًا تكنولوجيا متطورة أخرى مقيدة بحجم الوحدة، أو لا تزال قيد التطوير على المستوى التجريبي بين القيود الأخرى، مثل تحلية المياه بالتجميد والترطيب/ التجفيف وتحلية المياه بالامتزاز والتقطير الغشائي وخلايا الوقود الميكروبية لتحلية المياه والأمونيا نتيجة للتناضح الأمامي وإزالة التأين بالسعة وإزالة الأيونات الكهربائية. (الخرّاز، 2020)

لا بد من المعالجة اللاحقة للمياه المنتجة بجميع التكنولوجيا، وخاصةً في عمليات التقطير التي تحتاج إلى التمعدن. تهدف المعالجة اللاحقة إلى توازن المياه المنتجة وجعلها متوافقة مع شبكة التوزيع ومتطلبات المستخدم النهائي. لا بد من تعديل الرقم الهيدروجيني إلى ما يقرب 8. يلزم إزالة الأيونات في إنتاج الهيدروجين الأخضر لأنه يساعد في تحقيق الموصلية المنخفضة جدًا اللازمة للعديد من المحللات الكهربائية. هذه الخطوة هي الأخيرة في تحضير الماء عالي النقاء، وذلك من خلال إزالة أي أيونات متبقية، مما يضمن نقاء الهيدروجين المنتج. وفي المقابل، يمكن استخدام الكربنة، أو مواد كيميائية أخرى مثل الجير، ويمكن المزج مع بعض مياه المصدر لزيادة القلوية وإجمالي المواد الصلبة الذائبة واستقرار المياه. قد يلزم إضافة مثبطات التآكل مثل متعدد الفوسفات. (الخرّاز، 2020)

يرد في الجدول (1) قائمة بالطاقة المستخدمة وتكاليف التكنولوجيا، باستثناء التقطير. يوجد طريقتان فقط يمكن اعتبارهما تجاريتين بالكامل وهما التناضح العكسي والتحليل الكهربي بالمحطات الكبيرة قيد التشغيل، على الرغم من أن إزالة التأين بالسعة لها محطة ذات سعة أصغر 1 مل/يوم في المرحلة التجارية. لا تزال بقية الأنظمة تجريبية، على الرغم من نجاح تشغيل بعض الأنظمة التجريبية والنموذجية. (بورن، هوانغ، زارزو، أولونياك، كامبوس، 2015)

الجدول (1): أنظمة تحلية المياه التي قد تكون مناسبة لإنتاج المياه الزراعية. (بورن، هوانغ، زارزو، أولونياك، كامبوس، 2015)

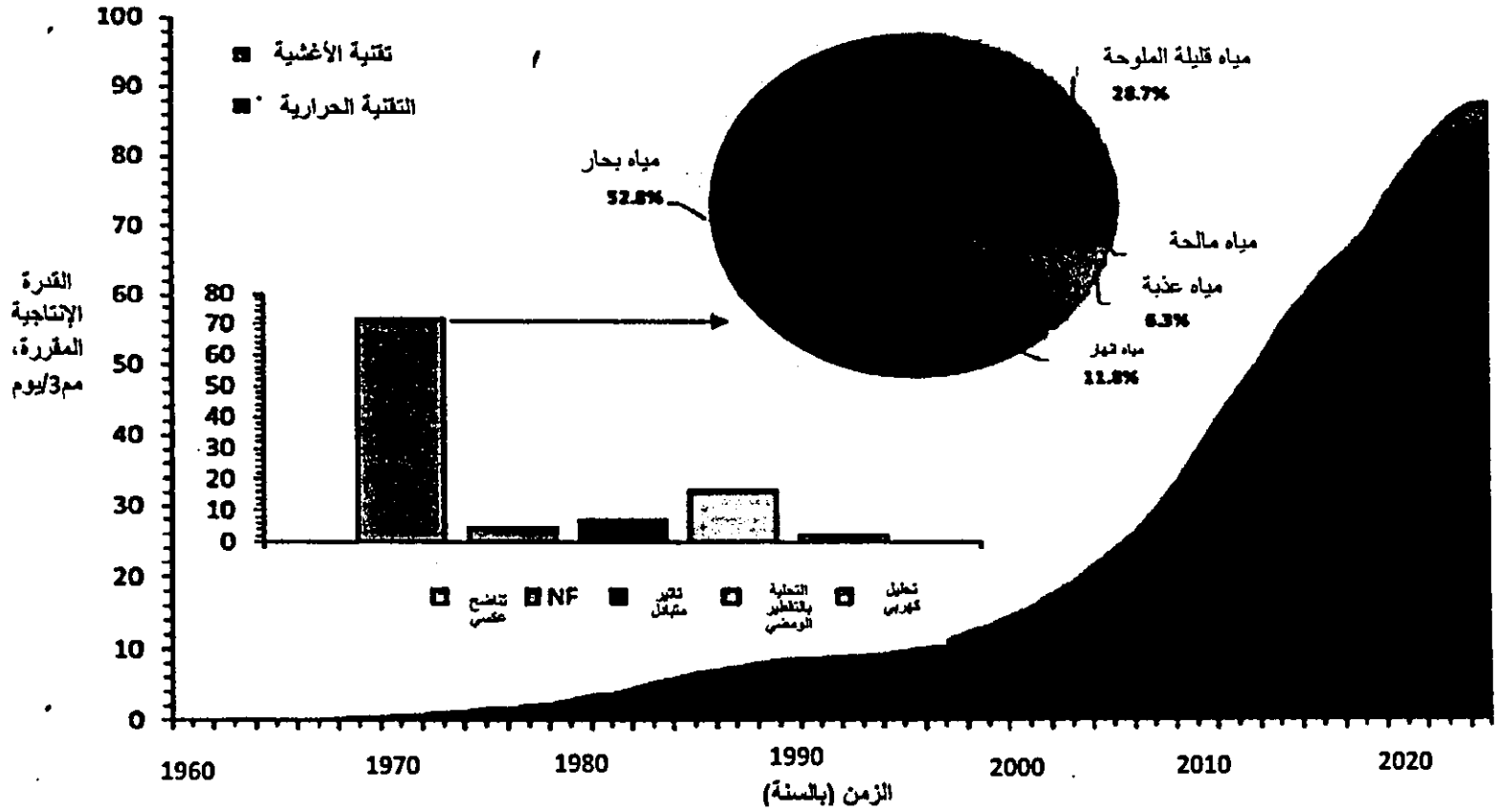
التكنولوجيا	الطاقة المستخدمة (كيلو وات/ ساعة/ كيلو لتر)	الإجمالي (دولار أمريكي/ كيلو لتر)
التناضح العكسي	المياه قليلة الملوحة، 0.7 – 2.0	1.5 – 0.39
	المياه البحرية، 1.6 – 12	1 – 0.55
	المياه المغمورة، 2 – 2.5	بالطاقة الشمسية، المحطة الكبرى 1.3، المحطة الصغرى 2 – 6.5
التناضح الأمامي	المياه قليلة الملوحة، 0.25	غير متوفر
التحليل الكهربائي	المياه قليلة الملوحة، 1.6 – 2.3	0.47
التقطير بالأغشية بوجود التلامس المباشر	المياه البحرية، 40	بالطاقة الشمسية، 15 – 18 بالطاقة الحرارية الجوفية، 13 بالبرك الشمسية، 0.4 – 1.3

التكنولوجيا	الطاقة المستخدمة (كيلو وات/ ساعة/ كيلو لتر)	الإجمالي (دولار أمريكي/ كيلو لتر)
التقطير بالأغشية بوجود الفراغ الهوائي	المياه البحرية	بالحرارة المهدرة، 1.1 – 1.5 بالطاقة الشمسية، 18.3
التقطير بالأغشية بوجود الضغط التفريغي	المياه البحرية، 1.2 – 3.2	بالحرارة المهدرة، 5.3 بالطاقة الشمسية، 16
الترطيب والتجفيف	مياه قليلة الملوحة	بالحرارة المهدرة، 2 بالطاقة الشمسية، 3 – 6.4
إزالة الأيونات بالسعة	مياه قليلة الملوحة، 0.13 – 0.59	بالطاقة الحرارية الجوفية، 1.2 غير متوفر

ب. التقدم التكنولوجي (أفضل التكنولوجيا المتوفرة) وديناميكيات السوق

أدى التقدم في التكنولوجيا ومكونات أنظمة تحلية المياه إلى انخفاض استخدام الطاقة في إنتاج المياه العذبة بنسبة 80٪ تقريبًا خلال العقدين الماضيين. (منظمة الأغذية والزراعة، 2024) أدت الابتكارات والتحسينات في الأغشية وأجهزة استعادة الطاقة إلى التقدم في تكنولوجيا تحلية المياه، وخاصة العمليات القائمة على الأغشية بالتناضح العكسي والتناضح الأمامي المستقلة، أو المختلطة التي أصبحت تهيمن على أسواق تحلية المياه في السنوات العشرة الماضية كما هو موضح في الشكل (9).

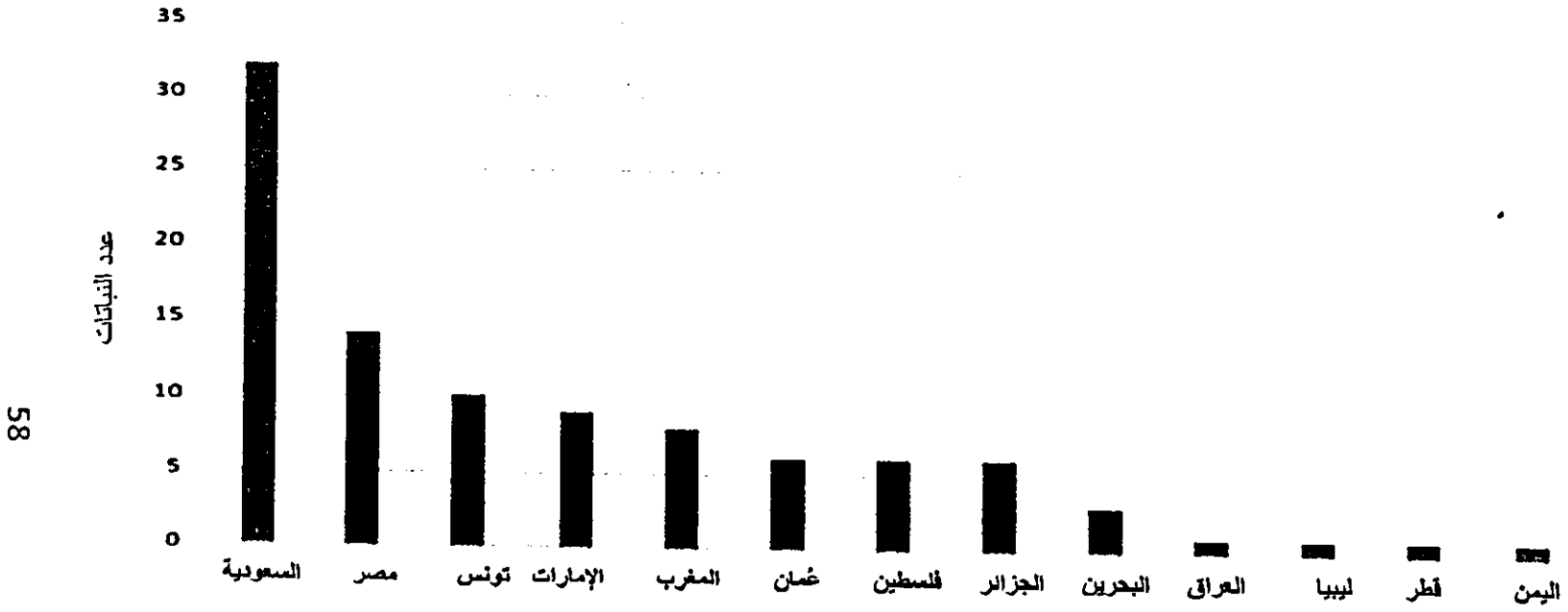
أظهرت دراسة استدامة حديثة أجريت على محطات تحلية مياه البحر في الإمارات العربية المتحدة تفوق تحلية المياه بالتناضح العكسي مقارنة بالتحلية بالتقطير الومضي متعدد المراحل والتأثير المتبادل. قام الباحثون بتطوير درجة الاستدامة ومقارنتها بدرجة الاستدامة التي طورتها منظمة اليونسكو. أظهرت كلا النتيجتين أن استدامة التناضح العكسي أعلى. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022) وخلصت الدراسة إلى أنه على الرغم من أن التقطير الومضي متعدد المراحل والتأثير المتبادل يتمتعان باستدامة أعلى من التناضح العكسي من ناحية الأوضاع الاجتماعية والتقنية والاقتصادية، إلا إن أداءهما أقل من ناحية العوامل البيئية.



الشكل رقم 23: تطور تحلية المياه باستخدام مختلف التقنيات. (منظمة الأغذية والزراعة، 2024)

تُعد تقنية التناضح العكسي التقنية الأكثر شيوعًا بين التقنيات الثلاثة الرائدة في مجال تحلية المياه، وتكمن مزاياها الرئيسية في القدرة على التكيف مع الظروف المتغيرة، والقدرة الإنتاجية بصورة مرنة، وتقليل البصمة الكربونية، وتوفير كبير في التكاليف في تحلية المياه الجوفية المالحة، والتصميم المعياري الذي يشغل حيزًا أقل من مساحة الأرض. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022) يوضح الشكل (10) توزيع محطات تحلية المياه التي تعمل بتقنية التناضح العكسي من عام 2020 إلى عام 2030.

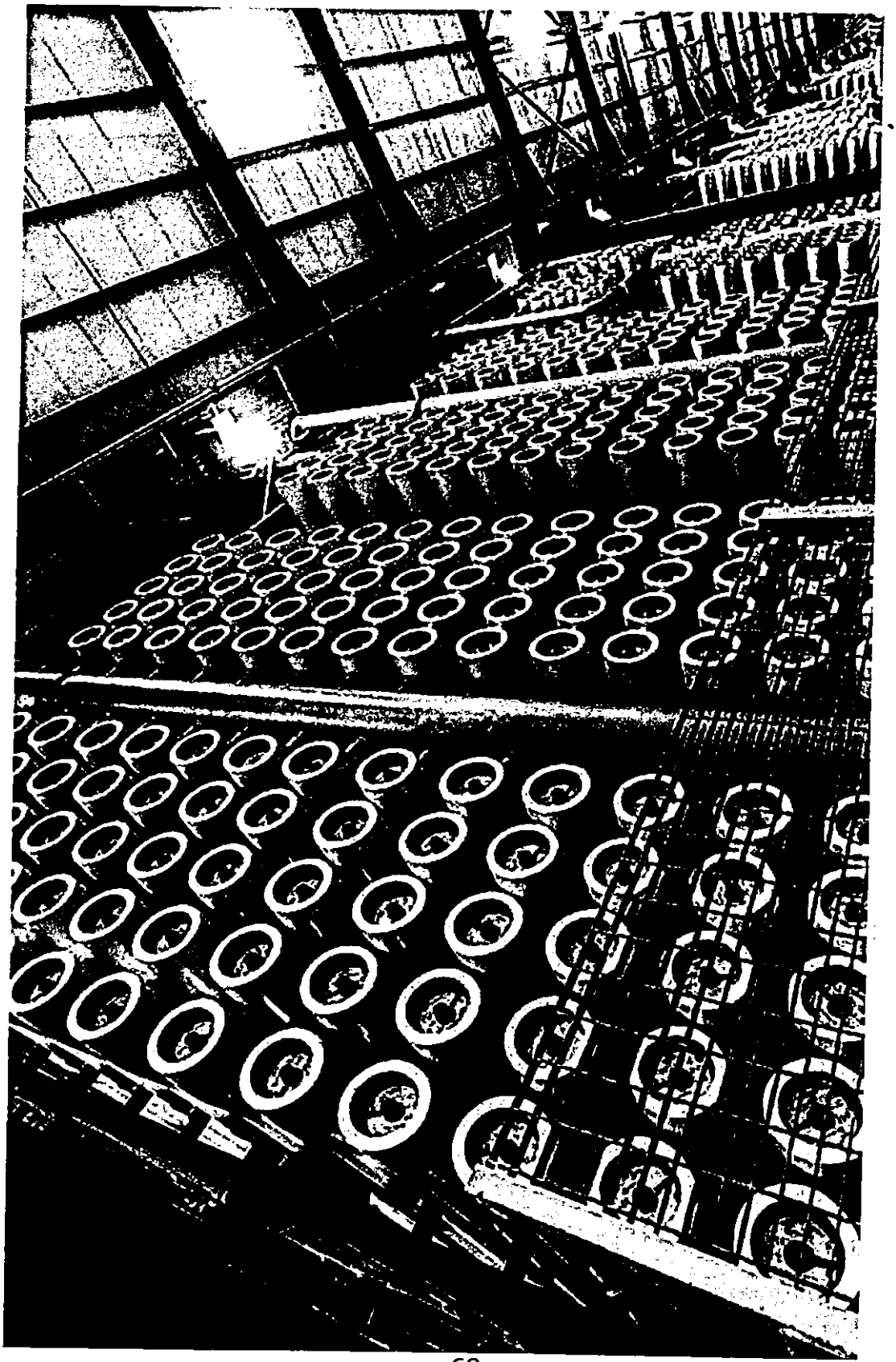
كما توفّر تقنيات الأغشية محاليل/ مخصبات الأسمدة ومياه الري وذلك بمستوى مقبول من العناصر الغذائية للتسميد. (صويلح وجونسون وهلال، 2020) ومن ناحية أخرى، تتطلب عملية التناضح العكسي إجراء معالجة أولية مكثّفة، والتي تعرّض بدورها الغشاء للتلوث، كما أن لها تكوين معقد، وتحتاج إلى محترفين مهرة للتشغيل والصيانة. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)



الشكل رقم 26: توزيع محطات تحلية المياه التي تعمل بتقنية التناضح العكسي (2020-2030). (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

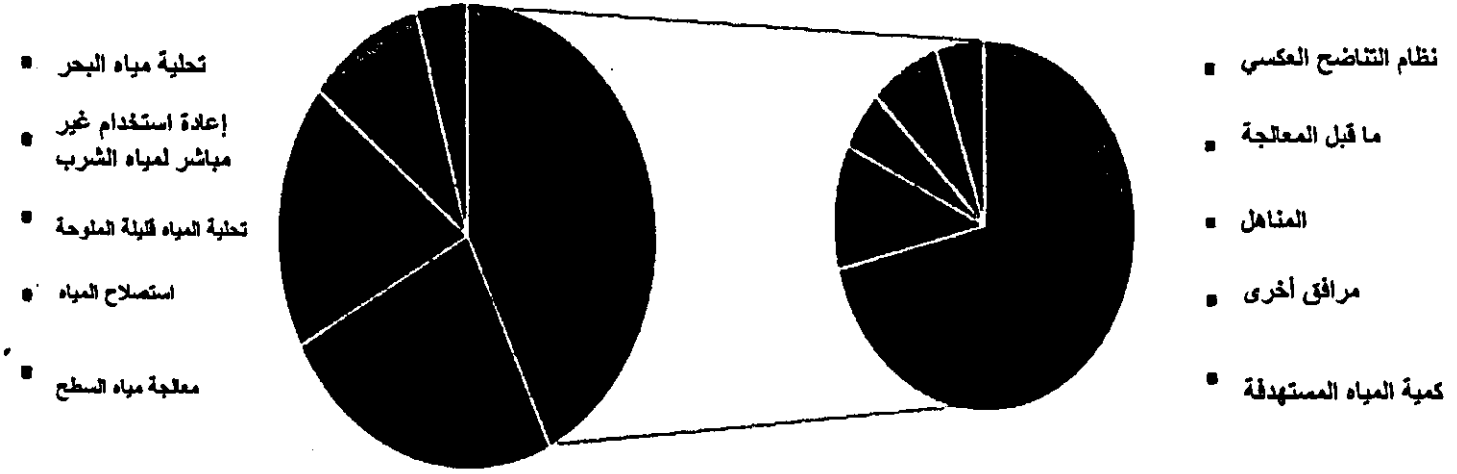
وعليه يمكننا الحصول على عدة استنتاجات في مجال تحلية المياه وتقنياتها. أولًا: تأتي التقنيات الموفرة للتكاليف في المقدمة في مجال تحلية المياه، وتشمل هذه التقنيات أجهزة تجديد الطاقة الفعّالة التي تعيد تدوير التدفقات عالية الضغط لتوفير ما يصل إلى 96% من التكاليف، ومواد الأغشية المتطوّرة والتي تزيد إنتاجيتها بمقدار ثلاثة إلى أربعة أضعاف عن العناصر القياسية، وتقنيات الترشيح الجديدة منخفضة الطاقة مثل التناضح الأمامي والتقطير الغشائي. وتشمل التقنيات الأخرى تقانة النانو، والمحاكاة الحيوية/ تقليد الطبيعة، والعمليات الهجينة المحسّنة، وتحسين الأنظمة الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي ومراقبة الحالة، كما أن هذه التقنيات واعدة بخفض تكاليف رأس المال والتشغيل، لتعزز بدورها حقبة جديدة من القدرة على تحمل التكاليف،

وخاصّة مع تخفيف القيود النظامية. (هيرير، 2024) ثانيًا: تشهد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تطوّرًا ملحوظًا وموثوقية في مجال تحلية المياه؛ تلبيةً للطلب المتزايد على المياه الصالحة للشرب بفاعلية. وتتمتع تقنيات تحلية المياه بالقدرة على التكيف مع متطلبات السوق، مما يضمن الاستجابة للاحتياجات المتطوّرة. (بلتران وكو أوشيما، 2004)



ثالثًا: إمكانات كفاءة الطاقة: شركات الصناعات الزراعية الناشئة وأهم التحديات

تمثل كفاءة استخدام الطاقة عاملًا هامًا في تشغيل محطات جديدة، أو تحديث محطات قديمة، ففي المملكة العربية السعودية، والتي تمثل 35% من قدرة نزح المياه في المنطقة العربية، يُستخدم 25% من إنتاجها من النفط والغاز لتوليد الكهرباء والمياه. تتطلب عملية تحلية مياه البحر قدرًا كبيرًا من الطاقة مقارنة بالطرق الأخرى المُستخدمة في معالجة المياه. وكما هو موضح في الشكل رقم 11، تستهلك محطات تحلية مياه البحر التقليدية التي تعمل بتقنية التناضح العكسي ما بين 2.5 إلى 4.0 كيلووات في ساعة/متر مكعب. يُعد نظام التناضح العكسي المساهم الأساسي في استهلاك الطاقة المُحدد للمحطة، والذي يبلغ في المتوسط حوالي 1 كيلو وات في الساعة/متر مكعب. كما تضيف عمليات ما قبل معالجة المياه وما بعدها 0.2 إلى 0.4 كيلو وات في الساعة/متر مكعب، كما تستهلك مناهل مياه البحر حوالي 0.19 كيلو وات في الساعة/ متر مكعب، وتستخدم المرافق الأخرى حوالي 0.27 كيلو وات في الساعة/متر مكعب. كما تؤثر جودة وكمية المياه المستهدفة على استهلاك الطاقة المُحدد. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)



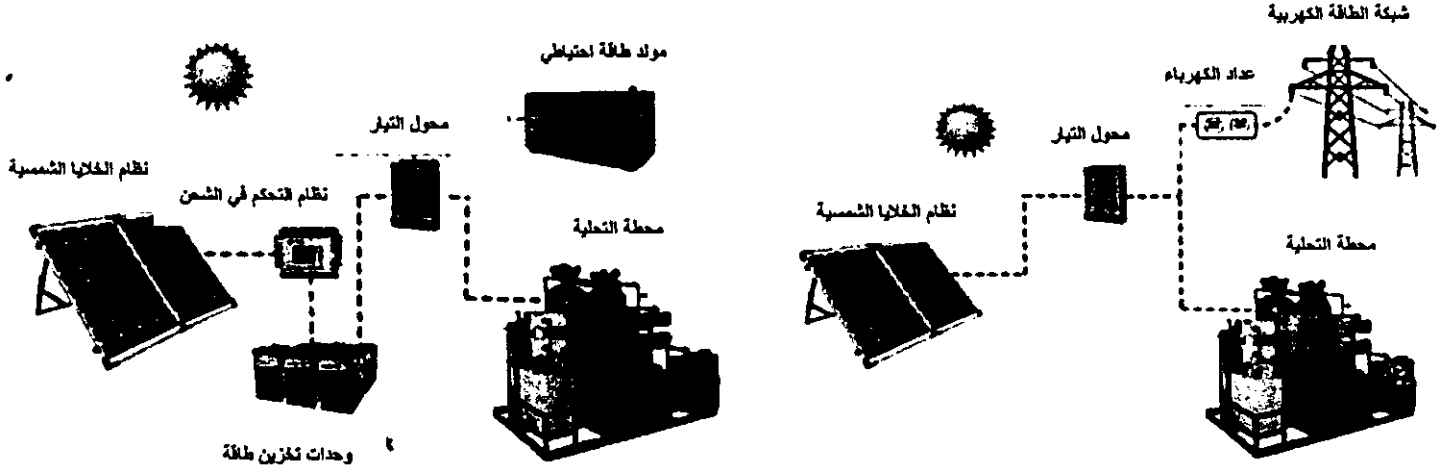
الشكل رقم 29: استهلاك الطاقة وفقًا لخيارات إمدادات المياه وتوزيع الطاقة في محطات تحلية مياه البحر التي تعمل بتقنية التناضح العكسي. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

بالإضافة إلى كفاءة المحطة، فإن مصدر الطاقة الذي تعمل به محطة تحلية المياه يحدد بصمتها الكربونية المباشرة، حيث تنتج محطات تحلية مياه البحر التي تعمل بتقنية التناضح العكسي انبعاثات أقل من ثاني أكسيد الكربون مقارنة بتقنيات تحلية المياه الحرارية. وتقدر البصمة الكربونية لمحطات تحلية مياه البحر التي تعمل بتقنية التناضح العكسي بنحو 0.4 – 6.7 كجم مكافئ ثاني أكسيد الكربون/متر مكعب. ومع ذلك، فإن هذا أعلى عمومًا من البصمة الكربونية المقدرة لتحلية مياه البحر باستخدام تقنية التناضح العكسي والتي تبلغ 0.4 – 2.5 كجم مكافئ ثاني أكسيد الكربون/متر مكعب. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

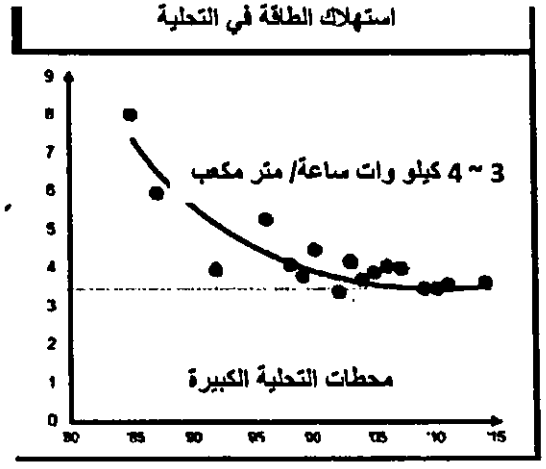
وعلى الجانب الآخر، تُعد الطاقة المتجددة، لا سيما الطاقة الشمسية، حلًا وافيًا لتقليل البصمة الكربونية للمحطات التي تعمل بتقنية التناضح العكسي، وخفض تكاليف تشغيلها، وتقليل الفجوة بين أسعار المياه وتكاليف الوقود. يوضح الشكل رقم 13 استهلاك الطاقة في محطات تحلية المياه واسعة النطاق. ففي حقيقة الأمر، ركزت العديد من الدراسات والمحطات على استخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية لتشغيل المحطات التي تعمل بتقنية التناضح العكسي على نطاق صغير، كما هو موضح في الشكلين رقم 12 ورقم 14، كما تعتمد حوالي 32% من أنظمة تحلية المياه الذاتية على وحدات التناضح العكسي التي تعمل بالطاقة الكهروضوئية.

تُعد الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتقنية التناضح العكسي من التقنيات الأكثر شيوعًا والتي تتمتع بشبكة تجارية واسعة من الشركات المصنِّعة والموردين. ومع ذلك، فإن أهم التحديات التي تواجه تحلية المياه باستخدام الطاقة المتجددة هو أن تقنيات تحلية المياه تعمل عمومًا في ظروف ثابتة، وذلك على عكس مصادر الطاقة المتجددة والتي عادة ما تكون غير ثابتة. في الحقيقة، يحتاج توليد الطاقة المتجددة إلى تعديلات للإمداد المستمر (تخزين الطاقة)، ويمكن لتقنيات تحلية المياه أن تتكيف مع التشغيل المتغير.

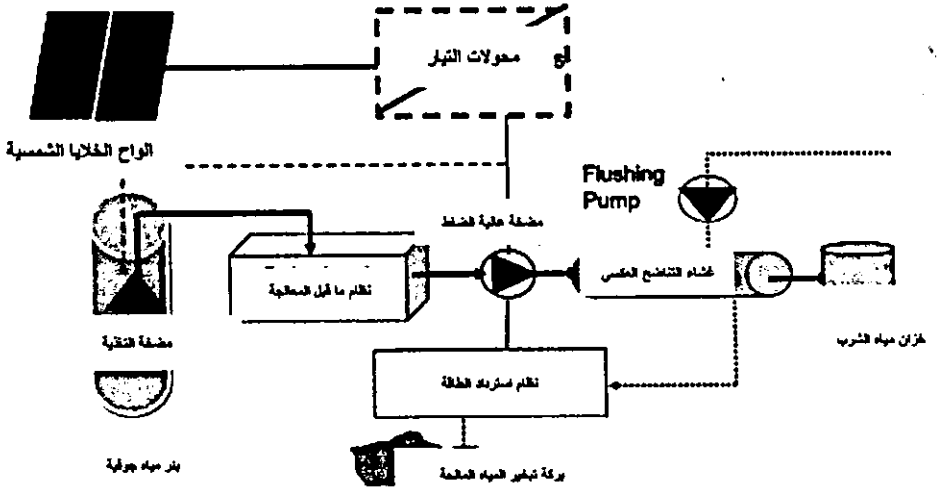
وعلينا تسليط الضوء على أنه مع تزايد إلحاح مشكلة شح المياه في العديد من أنحاء العالم، وبخاصة في المنطقة العربية، ظهرت موجة جديدة من شركات الصناعات الزراعية. كما هو موضح في الشكل رقم 15. ومع ذلك، فإن إطلاق محطات تحلية المياه ينطوي على العديد من التحديات الكبرى، بما في ذلك الحاجة إلى ملف شامل من الخبرة الفنية. تتضمن البيانات الرئيسية المطلوبة معلومات حول توزيع المياه واستخدامها للري لتعزيز الكفاءة الزراعية، فضلًا عن الجوانب الكمية والنوعية للموارد مثل هطول الأمطار، والارتشاح، والتدفقات، والتغذية، وجودة المياه. (دغاري، تحلية المياه والزراعة، 2022)



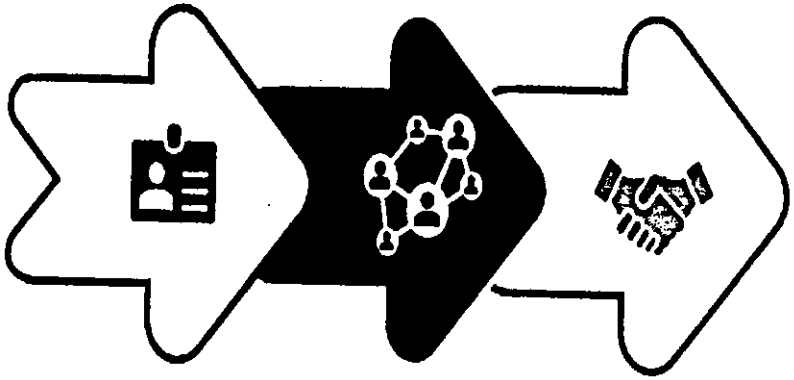
الشكل رقم 31: أشكال التحلية باستخدام الطاقة الشمسية



الشكل رقم 32: استهلاك الطاقة في محطات التحلية الكبيرة



الشكل رقم 35: وحدات تحلية بالتناضح العكسي تعمل بالخلايا الشمسية وتُستخدم لأغراض الري



01 مزرعة ساندروب

استخدمت طاقة شمسية مركزة بهدف تحلية المياه في بورت اغسطا، في أستراليا، وأنتجت 335,103 متر مكعب من المياه المحلاة لاستخدامها في الزراعة المائية في الصوب الزراعية بتكلفة قدرها 205 مليون دولار أمريكي من أجل زراعة طماطم عالية القيمة

02 مشروع غابة الصحراء

أسست في 2012 بدولة قطر، ويوفر هذا المشروع مياه محلاة لري المحاصيل في أرض مساحتها 300 هكتار وجني محاصيل كبيرة ثم توسعت الشركة في عملياتها إلى تونس واستصلحت 10 هكتار أخرى.

03 ووتر اف اكس

شركة ناشئة في كاليفورنيا قامت ببناء محطة تحلية مياه تعمل بالحرارة الشمسية على مساحة قدرها 14 هكتار وأنتجت 3.8 مليون متر مكعب من مياه الشرب في 2014 لاستخدامها في ري أكثر من 2800 هكتار بتكلفة تشغيلية قدرها 450 دولار أمريكي لكل 1.210 متر مكعب مع إمكانية إجراء مزيد من التطويرات عن طريق شركة بانوك للمياه

الشكل رقم 38: أهم مشاريع تحلية المياه باستخدام الطاقة الشمسية. (دغاري، تحلية المياه والزراعة، 2022)

رابعًا: السياسات والأطر التنظيمية واستراتيجيات التخطيط القائمة

أثارت استخدام تحلية المياه لحل مشكلة شُح المياه الجدل لفترة طويلة، حيث أيّد العديد من صنّاع السياسات والوثائق السياسية هذا الخيار، وعلى النقيض أظهر آخرون تشككهم حول هذا الحل وفضّلوا حلولًا أخرى. (الخرّاز، 2020). في الواقع، هناك اتجاهان رئيسيان في تنظيم محطات تحلية المياه في المنطقة العربية. فالاتجاه الأول يشجع مشاركة الحكومة في تصميم وتشغيل محطات تحلية المياه. أما الاتجاه الثاني فيتمثّل في دعم مشاريع تحلية المياه الأقل استهلاكًا للطاقة والتي ينتج عنها تأثير بيئي أقل. ويمكن للحكومات دعم هذه المشاريع من خلال منح عقود إدارة امتيازية لتزويد السكان بالمياه. ويمكن لهيئات المياه الوطنية دعم مشاريع تحلية المياه من خلال تحليل تأثيرها على الاستدامة في كل مرحلة من مراحل عمليات تحلية المياه. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

وعندما يتعلق الأمر بالمنطقة العربية، تأخذ بعض خطط إدارة المياه الوطنية والمحلية تأثيرات تغير المناخ بدرجة كافية في الاعتبار، إذ لم تُطوَّر سياسات التكيف بصورة صحيحة على المستوى الوطني بعد. (الخرّاز، 2020) في الواقع، هناك العديد من القيود المؤسسية في قطاع المياه في المنطقة العربية، كما لم تُحسَّن الموارد البشرية والهيئات ذات الصلة بعد. لقد اهتمت صناعة تحلية المياه بإنتاج المياه أكثر من اهتمامها بالإدارة المتكاملة للموارد البحرية. ويبدو أن هناك نقصًا في السياسات والحوافز لاستخدام التكنولوجيا؛ نتيجة لضآلة الاستثمار في البحث والتطوير. (بلتران وكو-أوشيما، 2004)

وفيما يتعلق باللوائح البيئية، من المهم التأكيد على أنه -وللأسف حتى الآن- لا توجد معايير محددة لمتطلبات تقييم الأثر البيئي، بل مجرد إرشادات يقدمها برنامج الأمم المتحدة للبيئة. كما لم تُدمَج متطلبات تقييم الأثر البيئي بعد في سياسات الإدارة. وعلى الرُغم من توافر التكنولوجيا واستراتيجيات الإدارة للتخفيف من التأثيرات، هناك حاجة إلى معايير راسخة ودراسات متطلبات تقييم الأثر البيئي الشاملة على المستويين المحلي والإقليمي. (الخرّاز، 2020)

ونتيجةً لهذا، يواجه قطاع تحلية المياه في المنطقة العربية تحديات كبيرة بسبب السياسات والأطر التنظيمية غير الملائمة. ولم تنجح بعض الدول العربية بعد في تحقيق نهج متوازن في التعامل مع سياسات المياه، وحتى في الحالات التي توجد فيها مثل هذه السياسات، ففي الغالب لا تُطبَّق بفاعلية لتحقيق الأغراض المقصودة منها. بالإضافة إلى ذلك، لا تعالج القوانين والتشريعات كافة القضايا بدرجة كافية، وهناك فشل ملحوظ في التنفيذ والتطبيق. علاوة على ذلك، فإن عدم التعاون مع النظراء العرب والدوليين يؤدي إلى تفاقم هذه التحديات، مما يعيق بدوره تقدم القطاع. (العبري، 2022)

ومن ناحية أخرى، حازت تحلية المياه أهمية كبيرة في السياسات الوطنية والإقليمية في مختلف أنحاء المنطقة العربية في السنوات الأخيرة. ومن بين الاستراتيجيات الإقليمية المتعلقة بتحلية المياه استراتيجية المياه الغربية 5+5 (التي تضم الجزائر والمغرب وتونس وليبيا وموريتانيا من المنطقة العربية)، والتي تركز على تحلية المياه باعتبارها حلًا حيويًا لمشكلة شح المياه

المزمن، وكذلك التركيز على الحاجة إلى تقنيات فعّالة ومنخفضة التأثير واستخدام الطاقة المتجددة. إن تعزيز الأطر القانونية وتشجيع استثمارات القطاع الخاص أمر ضروري لتلبية الطلب المتزايد على المياه المُحلاة (المياه الصالحة للشرب). (الخرّاز، 2020)

وفي الختام، لمعالجة تحديات تحلية المياه، لا بُد أن تتضمن السياسات حوافز مالية مثل المنح، أو الإعانات، أو الإعفاءات الضريبية للتعويض عن التكاليف المرتفعة لتحلية المياه بالنسبة للمزارعين. كما أن دمج مصادر الطاقة المتجددة لتشغيل محطات تحلية المياه يمكن أن يقلل من التأثيرات البيئية ويعزز الاستدامة. إن تنفيذ اللوائح الخاصة بالتخلص الآمن من المحلول الملحي، مثل معالجة المياه وتنقيتها في الآبار العميقة، أو إعادة الاستخدام الصناعي، أمر بالغ الأهمية لحماية البيئة. وعلاوة على ذلك، فإن سياسات تسعير المياه وتخصيصها التي تشجع الاستخدام الفعّال وتثبط الإسراف يمكن أن تساعد في الحد من الطلب الإجمالي على المياه، مما يجعل تحلية المياه أكثر جدوى. وأخيرًا، ينبغي مواصلة البحث والتطوير لتحسين كفاءة تحلية المياه وخفض التكاليف، وبالتالي جعلها حلًا أكثر جدوى للزراعة. (منظمة الأغذية والزراعة، 2024)

خامسًا: تحليل التكاليف لمحطات تحلية المياه والجدوى الاقتصادية

أ. تحليل التكاليف لمشاريع التحلية

في السنوات الأخيرة، أصبحت التحلية أكثر تنافسية نتيجة زيادة السيولة المالية ونضج الأسواق المالية (منظمة الأغذية والزراعة، 2022). وتتنوع أسعار المياه المحلاة التي تدخل أنظمة التوزيع بصورةٍ واسعة على المستوى العالمي، حيث تتراوح من 0.50 إلى 2.50 دولار أمريكي لكل متر مكعب لتحلية مياه البحر، ومن 0.60 إلى 2.00 دولار أمريكي لكل متر مكعب لتحلية المياه قليلة الملوحة (هيربر، 2024). ويعتمد ذلك على عدة عوامل، مثل سعة ونوع محطة التحلية، ومصدر المياه الخام (مياه بحر، أو مياه قليلة الملوحة)، والعمالة، والموقع، ونوع الطاقة المستخدمة، سواء كانت تقليدية، أو متجددة (الخرّاز، 2020).

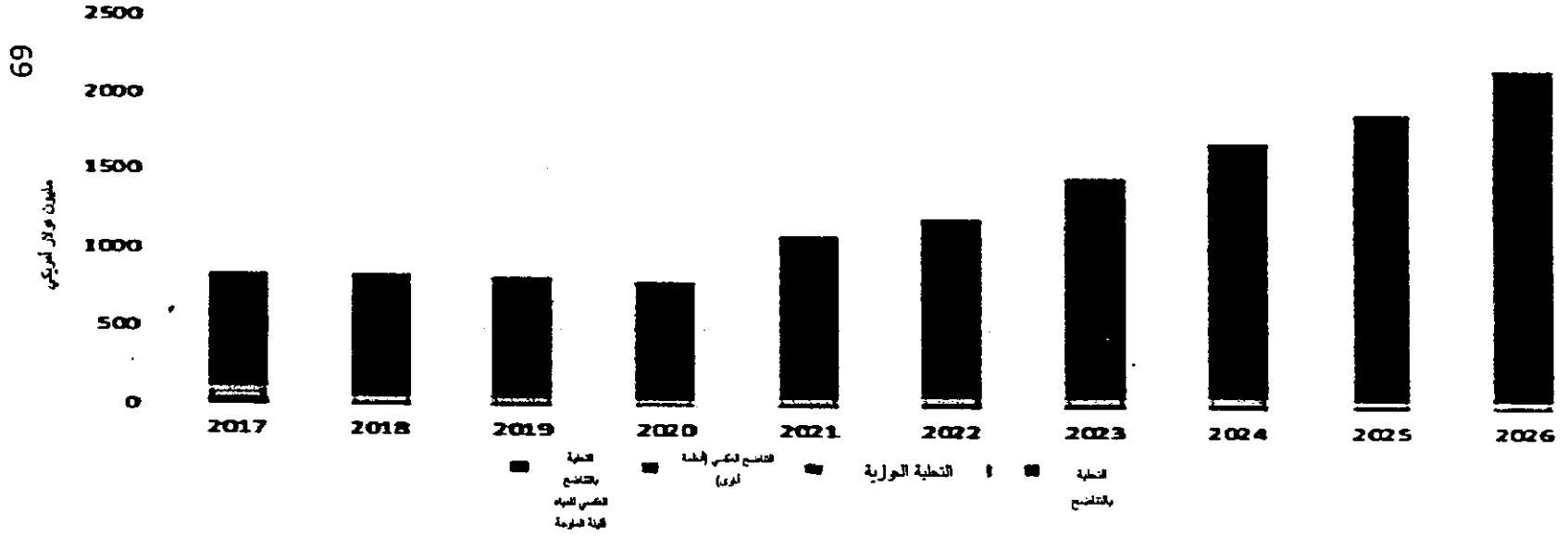
بالإضافة إلى ذلك، يؤثر قرب المحطات من المستخدمين النهائيين بدرجة كبيرة على التكاليف، نظرًا لأن نقل المياه المعالجة لمسافات كبيرة داخل البلاد يتطلب استخدام أنابيب كبيرة القطر، ومضخات تعزيز، وخزانات للتخزين، مما يزيد من تكاليف البنية التحتية الرأسمالية ونفقات الكهرباء التشغيلية. في الواقع، تسلط مشاريع التحلية واسعة النطاق الأخيرة الضوء على التكاليف الكبيرة لنقل المياه إلى الداخل. على سبيل المثال، تطلبت محطة تحلية كارلسباد في مقاطعة سان دييغو، التي تنتج 190,000 متر مكعب من المياه يوميًا، نحو مليار دولار أمريكي لبناء أنبوب يمتد لمسافة 54 ميلًا. كما واجهت محطة تحلية ملبورن في أستراليا تكلفة بلغت 750 مليون دولار أمريكي لمد أنبوب طوله 85 ميلًا. حتى المسافات الأقصر تحمل تكاليف عالية، مثل 140 مليون دولار أمريكي التي أنفقت على بناء أنبوب طوله 25 ميلًا إلى مونتيري في المكسيك. بغض النظر عن المسافة، فإن النقل يفرض أعباء مالية كبيرة (هيربر، 2024).

في المقابل، تظل مصادر المياه العذبة البلدية التقليدية أرخص بكثير، حيث تتراوح تكلفة المياه من الأنهار والبحيرات بين 0.10 و0.50 دولار أمريكي لكل متر مكعب، بينما تتراوح تكلفة المياه الجوفية والآبار بين 0.30 و1.00 دولار أمريكي، وجمع مياه الأمطار بين 0.15 و1.50 دولار أمريكي، وإعادة تدوير مياه الصرف بين 0.30 و1.15 دولار أمريكي. ونتيجةً لذلك، لا تزال تكلفة المياه المحلاة تعادل من 1.5 إلى 4 مرات أكثر من معظم مصادر المياه العذبة التقليدية، مثل البحيرات والأنهار والآبار الضحلة (هيربر، 2024).

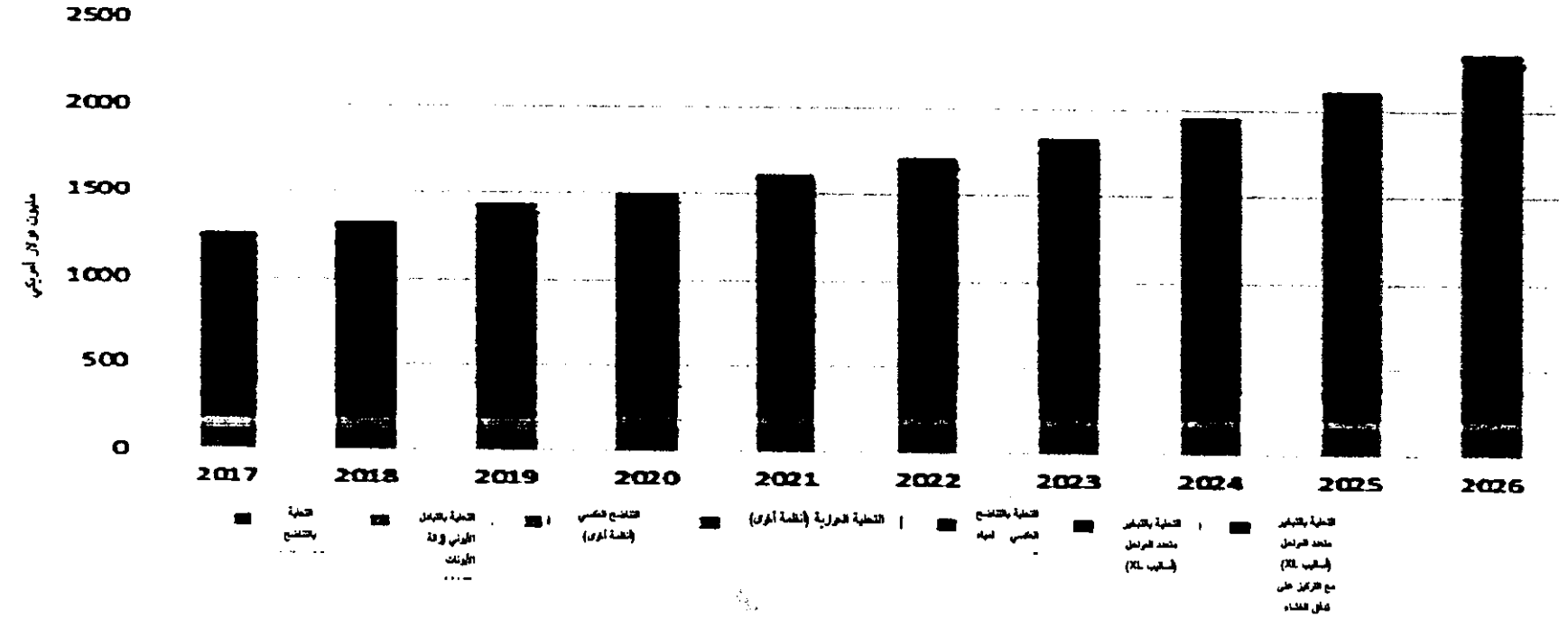
في منطقة الشرق الأوسط، تُعد المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة من بين الأماكن الأقل في التكلفة لتحلية المياه، نظرًا لانخفاض أسعار الطاقة نسبيًا والاستفادة من اقتصاديات الحجم الكبير في منشآتهما الضخمة. قد يسهم الاستخدام المتزايد للطاقة المتجددة في تشغيل عمليات التحلية في خفض التكاليف بصورة أكبر (الخرّاز، 2020). في الواقع، تبلغ تكلفة المياه الناتجة من أحدث مشاريع المملكة العربية السعودية نحو 0.50 دولار أمريكي لكل متر مكعب بفضل الطاقة الشمسية الرخيصة والدعم الحكومي للوقود الأحفوري (هيربر، 2024).

بالإضافة إلى ذلك، أفادت هيئة كهرباء ومياه دبي في عام 2020 أن تكلفة المياه لمحطة التحلية بالتناضح العكسي في حصيان، بسعة إنتاجية تبلغ 545,000 متر مكعب يوميًا، ستكون 0.306 دولار أمريكي لكل متر مكعب عند بدء التشغيل في عام 2023، وهي أدنى تعرفة مائية موحدة في العالم حتى الآن (الخرّاز، 2020).

بلغ إجمالي النفقات الرأسمالية لمحطات التحلية في المنطقة العربية حوالي 6,818 مليون دولار أمريكي في عام 2021، في حين بلغت النفقات التشغيلية 11,002 مليون دولار أمريكي. وبحلول أغسطس 2022، ارتفعت النفقات الرأسمالية إلى 8,162 مليون دولار أمريكي، بينما بلغت النفقات التشغيلية 11,434 مليون دولار أمريكي (منظمة الأغذية والزراعة، 2022). كما هو موضح في الشكلين 17 و18، حافظ سوق التحلية على استقراره في عام 2020 رغم جائحة كورونا، إذ منح 44% من السعة الجديدة خلال فترة الجائحة. ورغم انخفاض إجمالي السعة الجديدة المتعاقد عليها من 6.7 مليون متر مكعب يوميًا في 2019 إلى 4.7 مليون متر مكعب يوميًا في 2020، فإن هذا الرقم لا يزال يمثل رابع أعلى حجم سنوي في التاريخ (منظمة الأغذية والزراعة، 2022).



الشكل رقم 43: توزيع النفقات الرأسمالية لمحطات التحلية في المنطقة العربية (2017-2026). (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)



الشكل رقم 40: توزيع النفقات التشغيلية لمحطات التحلية في المنطقة العربية (2017–2026). (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

يعرض الجدول أدناه النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية لمحطات تحلية مياه البحر بالتناضح العكسي واسعة النطاق في مختلف أنحاء العالم.

الجدول (2): النفقات الرأسمالية والتشغيلية لمحطات التحلية الكبيرة لمياه البحر بالتناضح العكسي. (زارزو، 2012)

الدولة	الموقع	السنة	السعة (م3/يوم)	النفقات الرأسمالية	التعرفة	نموذج التمويل
قبرص	لارنكا	2001	52,000	47 مليون يورو	0.74 دولار أمريكي لكل متر مكعب	هندسة – مشتريات – بناء
سنغافورة	سنج سبرينج	2005	136,380	117 مليون دولار أمريكي	0.49 دولار أمريكي لكل متر مكعب	بناء – تملك – تشغيل
الجزائر	هنين	2005	200,000	225 مليون دولار أمريكي	0.756 دولار أمريكي لكل متر مكعب	بناء – تشغيل – نقل
أستراليا	برث	2006	143,000	387 مليون دولار أمريكي استرالي	1.17 دولار أمريكي استرالي لكل متر مكعب	تصميم – بناء – تشغيل
إسبانيا	اغويلاس	2008	210,000	363 مليون دولار أمريكي	0.579 دولار أمريكي لكل متر مكعب	هندسة – مشتريات – بناء + التشغيل والصيانة
الجزائر	سكيكدة	2009	100,000	110.8 مليون دولار أمريكي	0.7398 دولار أمريكي لكل متر مكعب	تصميم – بناء – تشغيل
الجزائر	بني صاف	2010	200,000	153.4 مليون دولار أمريكي	0.6994 دولار أمريكي لكل متر مكعب	تصميم – بناء – تشغيل
الهند	تشيناي	2010	100,000	91 مليون دولار أمريكي	1.03 دولار أمريكي لكل متر مكعب	بناء – تشغيل – نقل
قبرص	ليماسول	2012	40,000	55 مليون يورو	0.8725 دولار أمريكي لكل متر مكعب	بناء – تشغيل – نقل
أستراليا	محطة تحلية المياه الجنوبية (برثII)	2012	306,000	601 مليون دولار أمريكي	0.41 دولار أمريكي لكل متر مكعب	التحالف
الصين	تشينغداو	2013	100,000	135 مليون يورو	0.71 دولار أمريكي لكل متر مكعب	هندسة – مشتريات – بناء + التشغيل والصيانة
سنغافورة	توآسبرينغ	2013	318,500	635 مليون دولار أمريكي	0.36 دولار أمريكي لكل متر مكعب	بناء – تشغيل – تملك – نقل
الجزائر	تنس	2015	200,000	231 مليون دولار أمريكي	0.59 دولار أمريكي لكل متر مكعب	تصميم – بناء – تشغيل
سنغافورة	تواس III	2018	136,000	217 مليون دولار أمريكي سنغافوري	0.54 دولار أمريكي لكل متر مكعب	تصميم – بناء – تشغيل – تملك
السعودية	الشقيق 3	2021	450,000	600 مليون دولار أمريكي	0.52 دولار أمريكي لكل متر مكعب	بناء – تشغيل – نقل
السعودية	رابغ	2022	600,000	650 مليون دولار أمريكي	0.55 دولار أمريكي لكل متر مكعب	تصميم – بناء – تشغيل
الإمارات	الطويلة	2022	900,000	550 – 1.200 مليون دولار أمريكي	0.49 دولار أمريكي لكل متر مكعب	بناء – تشغيل – نقل

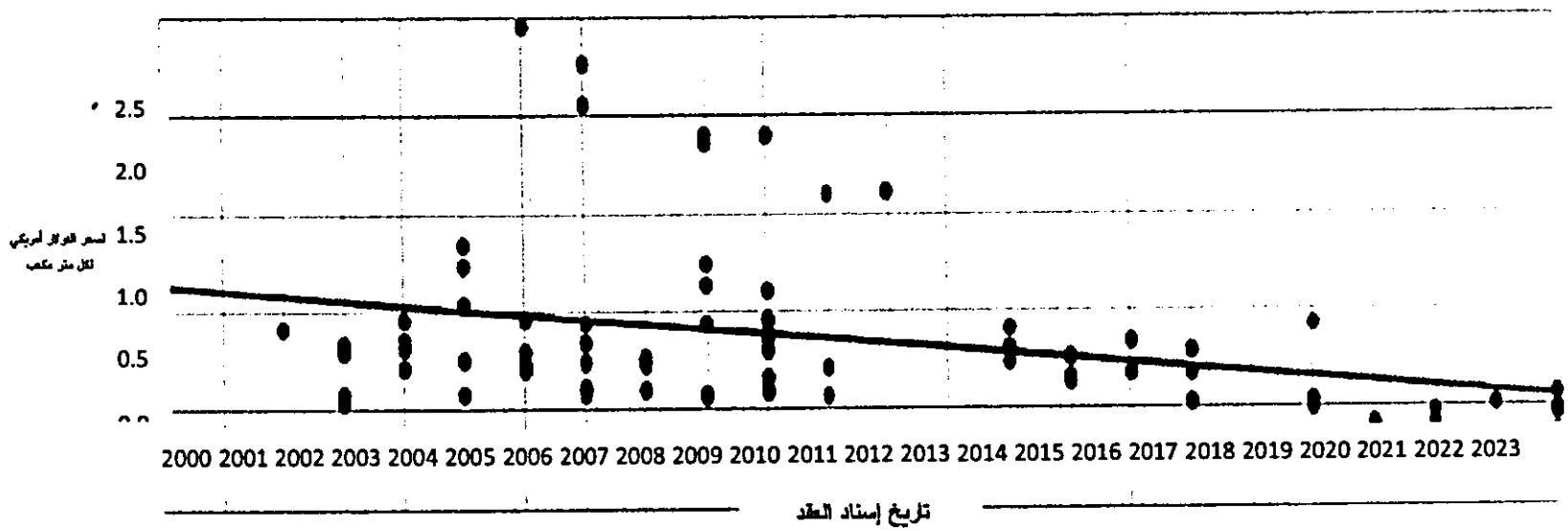
فيما يتعلق بتكلفة إمدادات المياه المحلاة للاستخدامات الزراعية، يُعد الماء المحلى أغلى من الموارد المائية التقليدية، وغالبًا ما يكون غير متاح لمعظم المحاصيل. ومع ذلك، قد يكون الماء المحلى متاحًا بأسعار معقولة لمحاصيل ذات قيمة عالية، خاصةً في حالة وجود دعم للرسوم الرأسمالية. يتمتع الماء المحلى بجودة عالية، ويمكن أن يكون له تأثير أقل سلبية على التربة والمحاصيل مقارنة بالاستخدام المباشر للمياه قليلة الملوحة (بلتران وكو-أوشيما، 2004).

أظهرت دراسة وطنية أجراها المركز الوطني للتميز في التحلية أن المزارعين الحاليين لا يرغبون في دفع أكثر من 1.00 دولار أمريكي أسترالي لكل متر مكعب من المياه، وفي العديد من المناطق يُعد هذا السعر مرتفعًا بصورة غير مقبولة (على سبيل المثال، تتراوح تكاليف المياه الشائعة في جنوب غرب أستراليا بين 0.18 و0.50 دولار أمريكي أسترالي لكل متر مكعب). يقارن هذا الاستعداد للدفع مع تكلفة إنتاج المياه في محطات التحلية الكبيرة، مما يعني أن تحلية مياه البحر تُعد خيارًا غير مرجح للممارسات الزراعية التقليدية إذ لا يوجد دعم حكومي. ومع ذلك، في التطبيقات التي تكون فيها تكلفة المياه صغيرة مقارنة بالاستثمار في البنية التحتية، مثل البيوت الزجاجية والزراعة المائية، فإن تطبيق تقنيات تحلية مياه البحر يُعد حاليًا خيارًا قابلًا للتطبيق (بيرن، هوانغ، زارزو، أوليفنياك، وكامبوس، 2015).

ب. الجدوى الاقتصادية لمرافق التحلية

من المهم أن ندرك أن التقدم في تقنيات الأغشية وأنظمة استرداد الطاقة ساهم في خفض تكاليف التحلية إلى النصف على مدى العشرين عامًا الماضية (هيرير، 2024)، مما جعل التحلية الآن أكثر تنافسية وجاذبية مقارنة بالموارد المائية التقليدية (ريكارت، فيلار-نافاسكويز، جيل-غيرادو، ريكو-أموروس، وآرواهتيز، 2020)، كما هو موضح في الشكل 19.

علاوة على ذلك، تُعد التحلية الاقتصادية للزراعة الأكثر جدوى عندما تتوفر كميات كبيرة من المياه قليلة الملوحة بالقرب من المحيط، مع وجود طلب قائم على الري. تساعد هذه الظروف على تقليل تكاليف إنتاج المياه وتوزيعها. كما أن المياه الجوفية منخفضة الملوحة تسمح بمعدلات استرداد أعلى وخلط المياه الخام مع المياه المحلاة. بالإضافة إلى ذلك، يقلل القرب من المحيط من تكاليف التخلص من المحلول الملحي مقارنة بطرق التخلص في المناطق الداخلية (بيرن، هوانغ، زارزو، أوليفنياك، وكامبوس، 2015).



الشكل رقم 46: تطور سعر المياه المحلاة. (منظمة الأغذية والزراعة، 2024)

بالنسبة للمستخدمين الصناعيين، عادةً ما تكون تكاليف إمدادات المياه غير مؤثرة بدرجة كبيرة على القدرة التنافسية (بلتران وكو-أوشيما، 2004). ومع ذلك، قد تصل تكاليف أنظمة التحلية الصغيرة المستخدمة في الفنادق، أو الصناعات إلى 45 دولار أمريكيًا لكل متر مكعب (هيربر، 2024).

من المتوقع أن يسهم الانخفاض المستمر في تكاليف الإنتاج، إلى جانب الزيادة في نفقات معالجة المياه التقليدية نتيجة للأنظمة التنظيمية الأكثر صرامة وندرة المياه المُتزايدة، في تعزيز الاعتماد على مياه المحيط كمصدر رئيسي للمياه (منظمة الأغذية والزراعة، 2024). ويمكن دعم هذا الانخفاض في تكاليف التحلية من خلال اختيار مواقع ساحلية قريبة من مراكز الطلب الرئيسية، وتحديد مواقع سحب المياه ذات المخاطر المنخفضة للتلوث وتجمع الأحياء الدقيقة، واستغلال البنية التحتية البحرية القائمة لأغراض مزدوجة، وتعزيز المنشآت، بما في ذلك أنظمة التخزين، لمواجهة الكوارث الطبيعية (هيربر، 2024).

وبالتالي، تُعد تحلية المياه لأغراض الزراعة ممكنة من الناحية الفنية، لأنه تتوفر التقنيات المناسبة. ومع ذلك، تبقى القضايا الرئيسية التي تحتاج إلى النقاش هي حجم محطات التحلية، وتصاميمها، وأنواع المحاصيل والمناطق التي يمكن استخدام المياه المحلاة فيها، بالإضافة إلى تمويل المشاريع. لذا، فإن العوامل الاقتصادية والبيئية هي العوامل الوحيدة التي يمكن أن تحد من تطبيقها، ويجب تقييمها والتحكم فيها بدقة. (بلتران وكو-أوشيما، 2004)

ج. تكلفة التحلية والجدوى الاقتصادية للمحاصيل

حاليًا، لا تزال تكلفة المياه المحلاة مرتفعة جدًا لتطبيق هذا المورد في الزراعة المروية على نطاق واسع. ومع ذلك، يُعد استثناء الزراعة المكثفة للمحاصيل النقدية ذات القيمة العالية، مثل الخضروات والزهور (خصوصًا في البيوت الزجاجية) المزروعة في المناطق الساحلية، لأن يكون التخلص الأمن من المحاليل الملحية أسهل من المناطق الداخلية. (بيرن، هوانغ، زارزو، أوليفنياك، وكامبوس، 2015). في هذا السياق، قيّم (عواد وآخرون، 2020) تأثير تكلفة المياه على إنتاجية المحاصيل، وأوضحوا أن عملية تحلية المياه يمكن أن تكون مفيدة اقتصاديًا للمزارعين إذا اتبعوا التوصيات الفنية لتحقيق إنتاجية عالية.

في استطلاع أجريناه مع خبراء من المنطقة العربية، عند سؤالهم عن كيفية تحديد الأسعار للمياه المحلاة للعملاء الزراعيين، ذكر 40% أنهم يعتمدون على التسعير الثابت لكل حجم من المياه، بينما ذكر 40% آخرون أنهم يعتمدون على التسعير التفاوضي بناءً على عقود طويلة الأجل. وفيما يتعلق بالعوائق المالية التي تواجه المزارعين للوصول إلى المياه المحلاة بأسعار معقولة، أكدوا على أهمية تسهيل الوصول إلى الدعم الحكومي، أو المؤسسي وتقديم المساعدة المالية، أو الدعم.

وعند سؤالهم عن أنواع المحاصيل التي تُروى بالمياه المحلاة، أشاروا إلى:

الخضروات (مثل: الطماطم، والفلفل)

الفواكه (مثل: الحمضيات، والعنب)

أخيرًا، عندما سألناهم عما يمكن أن يجعل التحلية أكثر جدوى مالية للزراعة، كانت الردود كالتالي:

- خفض تكاليف الطاقة
- الشراكات بين القطاعين العام والخاص(PPP)

– ألتقدم التكنولوجي الذي يقلل من التكاليف التشغيلية

تُعد المحاصيل النباتية مثل تلك من عائلة الباذنجانيات (مثل الطماطم، والبطاطس، والباذنجان، والفلفل) وعائلة القرعيات (مثل البطيخ، والشمام، والخيار، والكوسا الصيفية) مناسبة لظروف البيوت الزجاجية. يعود نجاح هذه المحاصيل تحت الزراعة المحكومة إلى قدرتها الجيدة على التكيف والنمو عبر عدة دورات زراعية، بالإضافة إلى جدواها الاقتصادية. تمثل هذه المحاصيل حوالي 80% من الزراعة المحكومة في معظم دول منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، مما يجعل استخدام المياه المحلاة لإنتاجها تحت ظروف البيوت الزجاجية خيارًا فعالًا.

على سبيل المثال، تستخدم مزرعة ساندروب 860,000 متر مكعب من المياه العذبة سنويًا لري 2000 متر مربع من البيوت الزجاجية. بينما في إسبانيا، توفر المنتجات الزراعية (الخضروات، الزهور، والنباتات الزينة) قيمة مضافة أكبر لكل وحدة من المياه المروية، حيث تصل إلى 5.79 يورو لكل متر مكعب في المتوسط، تليها كروم العنب وأشجار الفاكهة (1.08 و0.68 يورو لكل متر مكعب على التوالي)، ومحاصيل الحبوب (0.06 يورو لكل متر مكعب). وتُقدر متوسط تكلفة المياه لجميع المنتجات بحوالي 0.41 يورو لكل متر مكعب. هذه الأرقام تشير إلى المحاصيل ذات القيمة العالية، إذ قد تكون تكلفة المياه الإجمالية هامشية مقارنة بالتكاليف الكلية.

على النقيض، من غير المحتمل أن تكون زراعة القطن، أو الأرز، أو السكر فعالة باستخدام المياه الموردة من محطات التحلية، وذلك بسبب عوائدها الاقتصادية المنخفضة ومتطلباتها العالية من المياه. علاوة على ذلك، أظهرت تجربة ري مزارع الفواكه الحمضية بالمياه المحلاة زيادة في الإنتاج تتراوح بين 10% و50%، وذلك اعتمادًا على جودة المياه المستخدمة قبل إدخال المياه المحلاة، في حين انخفضت احتياجات المياه بنسبة 20%. وفي حالة إنتاج الموز في البيوت الزجاجية باستخدام المياه المحلاة، تقليل استخدام الأسمدة والمياه بنسبة 50% و30% على التوالي، مما أدى إلى زيادة إنتاج الموز وتسريع نضوج النباتات. (بيرن، هوانغ، زارزو، أوليفنياك، وكامبوس، 2015)

تعاني دول منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (MENA) من بعض أكبر أزمات نقص المياه في العالم، بينما تُعد هذه المنطقة من أكبر مستوردي المنتجات الزراعية. لذا، يمكن أن تُستخدم تقنية التحلية الشمسية لتوفير المياه العذبة للإنتاج الزراعي في هذه المنطقة (عواد وآخرون، 2020).

من ناحية أخرى، بدأت مصر مشروعًا وطنيًا كبيرًا في عام 2019 لإنشاء 100,000 بيت زجاجي، بما في ذلك 5,000 بيت زجاجي على مساحة 8,500 هكتار في مناطق الحمام، وأبو سلطان، والعاشر من رمضان، وقرية الأمل شرق الإسماعيلية. أدى استخدام البيوت الزجاجية عالية التقنية لبعض المحاصيل إلى تحقيق توفير يصل إلى 90% في مياه الري، مع زيادة الإنتاجية بمعدل ستة أضعاف مقارنةً بالزراعة المفتوحة، بالإضافة إلى توفير مجموعة متنوعة من الخضروات في السوق بأسعار اقتصادية على مدار العام (عواد وآخرون، 2020).

علاوة على ذلك، أظهر (عواد وآخرون، 2020) أن نظام زراعة البيوت الزجاجية يُستخدم بصورة متكررة في منطقة سوس ماسة في المغرب، إذ تنتج هذه المنطقة حوالي 77% من خضروات المغرب و40% من إنتاج الفواكه الحمضية، بينما تمثل فقط 2% من إنتاج الزيتون، وتغطي مساحة تزيد عن 15,000 هكتار. ومع ذلك، تواجه المنطقة مشكلة كبيرة في ندرة المياه، لأنه لا تتجاوز معدلات الأمطار السنوية 200 ملم، ويبلغ نقص المياه أكثر من 260 مليون متر مكعب. علاوة على ذلك، يستخدم الإنتاج الزراعي في هذه المنطقة حوالي 90% من المياه المتاحة. وبالتالي، فإن استخدام المياه المحلاة لري المحاصيل مثل الطماطم والتوت والخضروات المختلفة يمكن أن يكون بديلًا اقتصاديًا لضمان استمرارية إنتاج المنتجات الزراعية.

في تونس، يواجه الري، لا سيما في منطقة ديار الحجاج الساحلية، تهديدًا بسبب تسرب مياه البحر، مما يؤدي إلى تضرر العوائد الزراعية. أظهرت دراسة تحليل جدوى استخدام المياه المحلاة لاستقرار الري أن الاعتماد فقط على المياه المحلاة يؤدي إلى صافي دخل سلبي لمعظم المحاصيل، باستثناء الفراولة. حتى مع تطوير الزراعة الصناعية، تظل معظم المحاصيل في الأراضي المفتوحة غير مربحة، باستثناء الطماطم. كما أن خلط المياه المحلاة مع مياه مالحة أخرى يؤدي أيضًا إلى دخل سلبي للمحاصيل الرئيسية. ومع ذلك، فإن استبدال المحاصيل في الأراضي المفتوحة بزراعة البيوت الزجاجية يكون مفيدًا عند استخدام المياه المحلاة. يحد ارتفاع تكلفة التحلية (0.5 دولار أمريكي/متر مكعب) مقارنةً بسعر المياه المستخدمة للري في تونس (0.05 دولار أمريكي/متر مكعب) من تطبيقها على المحاصيل ذات الاحتياجات المائية المنخفضة والقيمة المضافة العالية (داغاري وآخرون، 2021).

يمكن الاستنتاج من ذلك أن استخدام المياه المحلاة في الزراعة سيكون مجديًا حيثما كانت مصادر المياه المناسبة محدودة. من المرجح أن يكون ذلك اقتصاديًا في بيئات محكمة التحكم، باستخدام ممارسات زراعية تضمن الكفاءة القصوى في استخدام المياه وزراعة محاصيل ذات إنتاجية عالية. غالبًا ما ترتبط هذه الظروف بالبيوت الزجاجية وإنتاج المحاصيل ذات القيمة العالية. ومع ذلك، من المهم الإشارة إلى أن مستوى الدعم المالي العالي والخصومات المقدمة للقطاع الزراعي في دول الاتحاد الأوروبي، على سبيل المثال، يجعل هذا الخيار أكثر جدوى.

سادسًا. طرق التمويل ونماذج تنفيذ العقد

أ. طرق التمويل

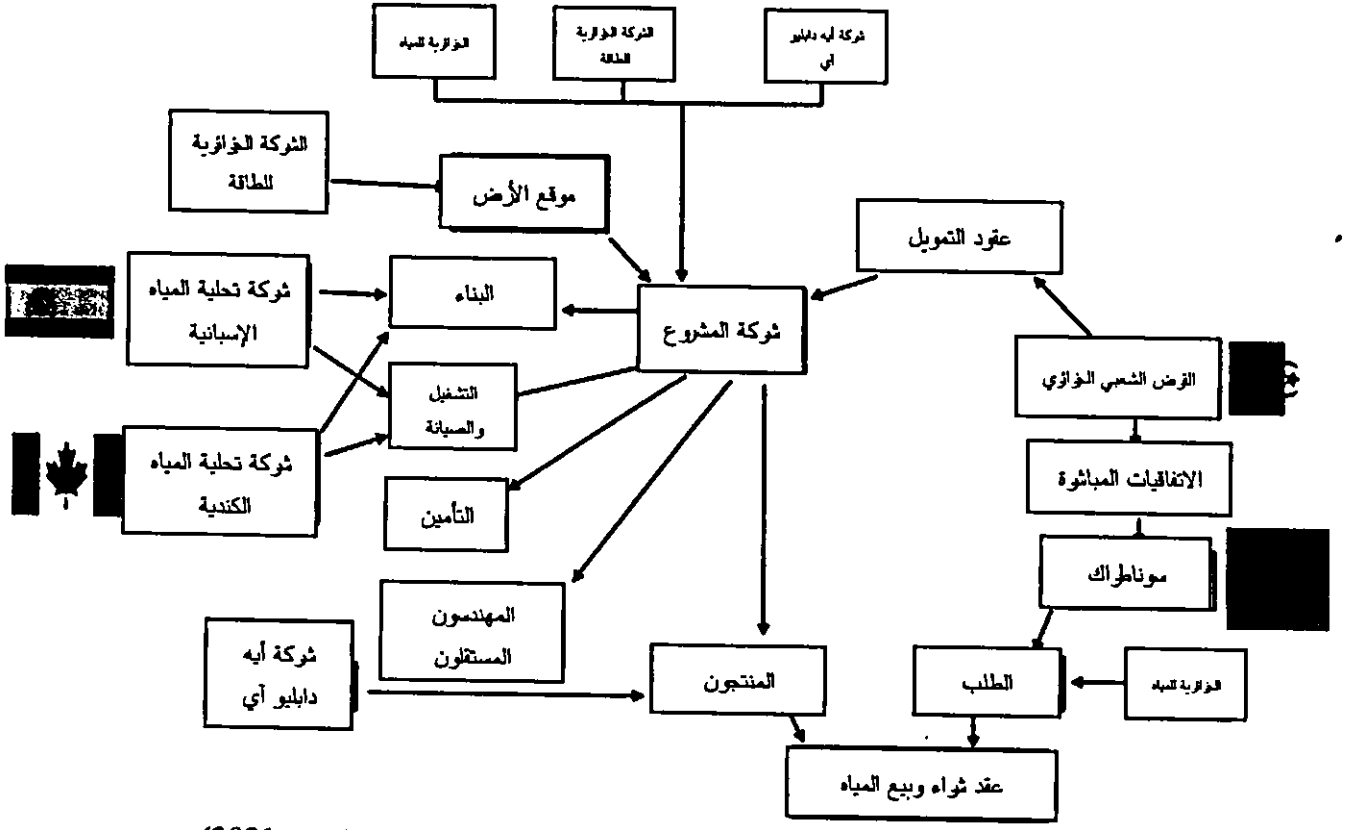
تعتمد الجدوى الاقتصادية لمشاريع تحلية المياه غالبًا على توازن دقيق بين المصالح العامة وعوائد الاستثمار الخاص، ما يستلزم إجراء تقييم شامل لاستراتيجياتٍ تقاسم المخاطر واعتبارات الاستدامة طويلة الأجل. (فاستركابيتال، 2024). من ثمّ، يتطلب الحصول على رأس المال اللازم لمشاريع تحلية المياه الضخمة اتباع نهج متعدد الأوجه، يجمع بين طرق التمويل التقليدية وآليات التمويل المبتكرة وذلك على النحو الموضح في الجدول التالي:

الجدول (3). ***طرق التمويل المختلفة (فاستركابيتال، 2024)***

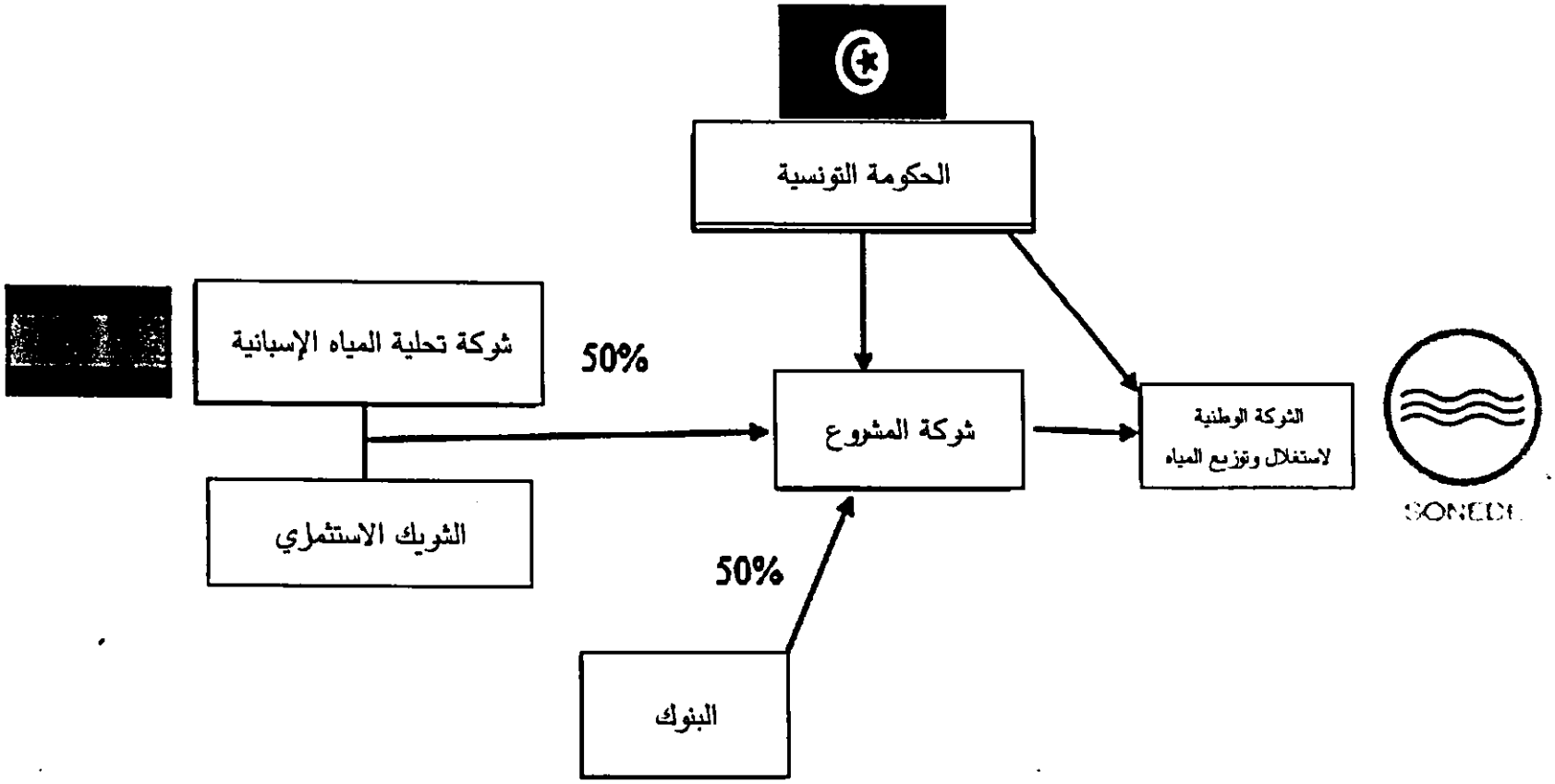
طريقة التمويل	الشرح	مثال
بنوك التنمية متعددة الأطراف	مؤسسات تقدم قروضًا وضمانات لدعم المشاريع الضخمة.	محطة الجبيل لتحلية المياه في المملكة العربية السعودية.
السندات الخضراء وتمويل مشاريع مكافحة التغير المناخي	السندات الصادرة لتمويل المشاريع الصديقة للبيئة ذات الآثار الإيجابية.	مشروع بوسيدون ووتر في هونتينغتون بيتش.
التمويل الحكومي المباشر	تمول الحكومة المشروع بالكامل، ولا سيما عندما يكون أمن المياه أولوية وطنية.	محطات تحلية المياه التي تنفذها شركة أكواميد العامة في إسبانيا.
السندات الإيرادية	السندات المُسدد قيمتها من الإيرادات التي تولدها المحطة، وغالبًا ما تُستخدم في إطار اتفاقيات البيع طويلة الأجل.	محطة بيرث لتحلية مياه البحر في أستراليا.
تمويل الشركات	تمول الشركات الكبرى المحطة بشكل مستقل بسبب احتياجاتها الكبيرة للمياه.	محطة بي إتش بي بيليتون لتحلية مياه البحر في تشيلي.
الشراكات بين القطاعين العام والخاص	التعاون بين الحكومة والقطاع الخاص لتقاسم المخاطر والفوائد.	محطة كارلسباد لتحلية المياه في كاليفورنيا، ومحطة شتوكة آيت لتحلية المياه في المغرب.

في هذا الصدد، قيّمت دراسة حديثة أثر مشاركة القطاع العام في جدوى مشاريع تحلية المياه في ثلاث دول عربية (الجزائر ومصر وتونس)، إذ عرضت الدراسة الأسواق الرئيسية للشركات الإسبانية المتخصصة في تحلية المياه، مع التركيز على هياكل مشاريع تحلية المياه المختلفة. تمثل حالتا الجزائر وتونس طرفي نقيض، ففي حالة الجزائر، يشارك القطاع العام في

ملكية المشروع واتخاذ القرارات بشأن مشروع الشركة وذلك على النحو الموضح في الشكل 20، في حين لا يشكل القطاع العام، في حالة تونس، جزءًا من مشروع الشركة، على النحو الموضح في الشكل 21. (مونتانو، وجارسيا لوبيز، وميلجاريجو، 2021)

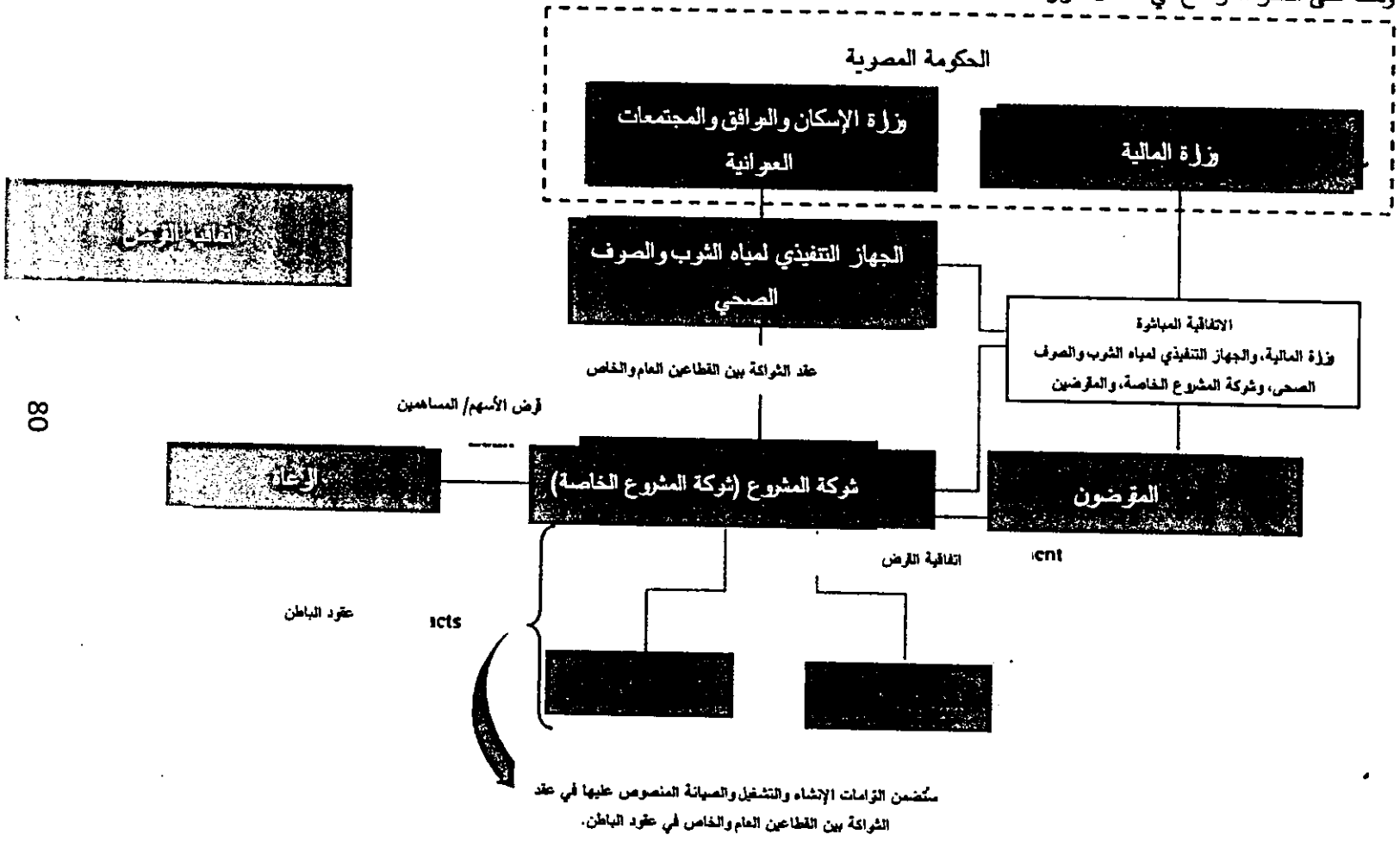


الشكل رقم 48: *الهيكل الكامل للمشروع الجزائري. (مونتانو، وجارسيا لوبيز، وميلجاريجو، 2021)*



الشكل 50. *الهيكل الكامل للمشروع التونسي. (مونتانو، وجارسيا لوبيز، وميلجاريجو، 2021)*

في المقابل، تمثل الحالة المصرية خيارًا وسطًا بين الحالتين السابقتين، إذ يشارك القطاع العام في مشروع الشركة دون أن يكون شريكًا في ملكيتها. (مونتانو، وجارسيا لوبيز، وميلجاريجو، 2021) وذلك على النحو الموضح في الشكل الوارد أدناه:



الشكل رقم 52: *الهيكل الكامل للمشروع المصري. (مونتانو، وجارسيا لوبيز، وميلجاريجو، 2021)*

خلصت الدراسة إلى أن مستوى مشاركة القطاع العام يؤثر بشكل كبير في الجدوى المالية لمشاريع تحلية المياه. يقدم نموذج الجزائر، الذي يتميز بمشاركة قوية من الدولة، بيئة استثمارية أكثر أمانًا مقارنةً بنموذج تونس، الذي يفتقر إلى الضمانات الحكومية الرسمية. يوازن نهج مصر الوسيط بين ضمانات القطاع العام ومشاركته المالية المحدودة، ما يجذب الاستثمار الخاص مع الحفاظ على الرقابة. تشير التحليلات إلى أن المشاركة القوية للقطاع العام، على غرار نموذج الجزائر، تُعد ضرورية لتمويل مشروع تحلية المياه بنجاح، في حين قد يحتاج نموذج تونس إلى إعادة تقييم لتحسين الجدوى الاقتصادية.

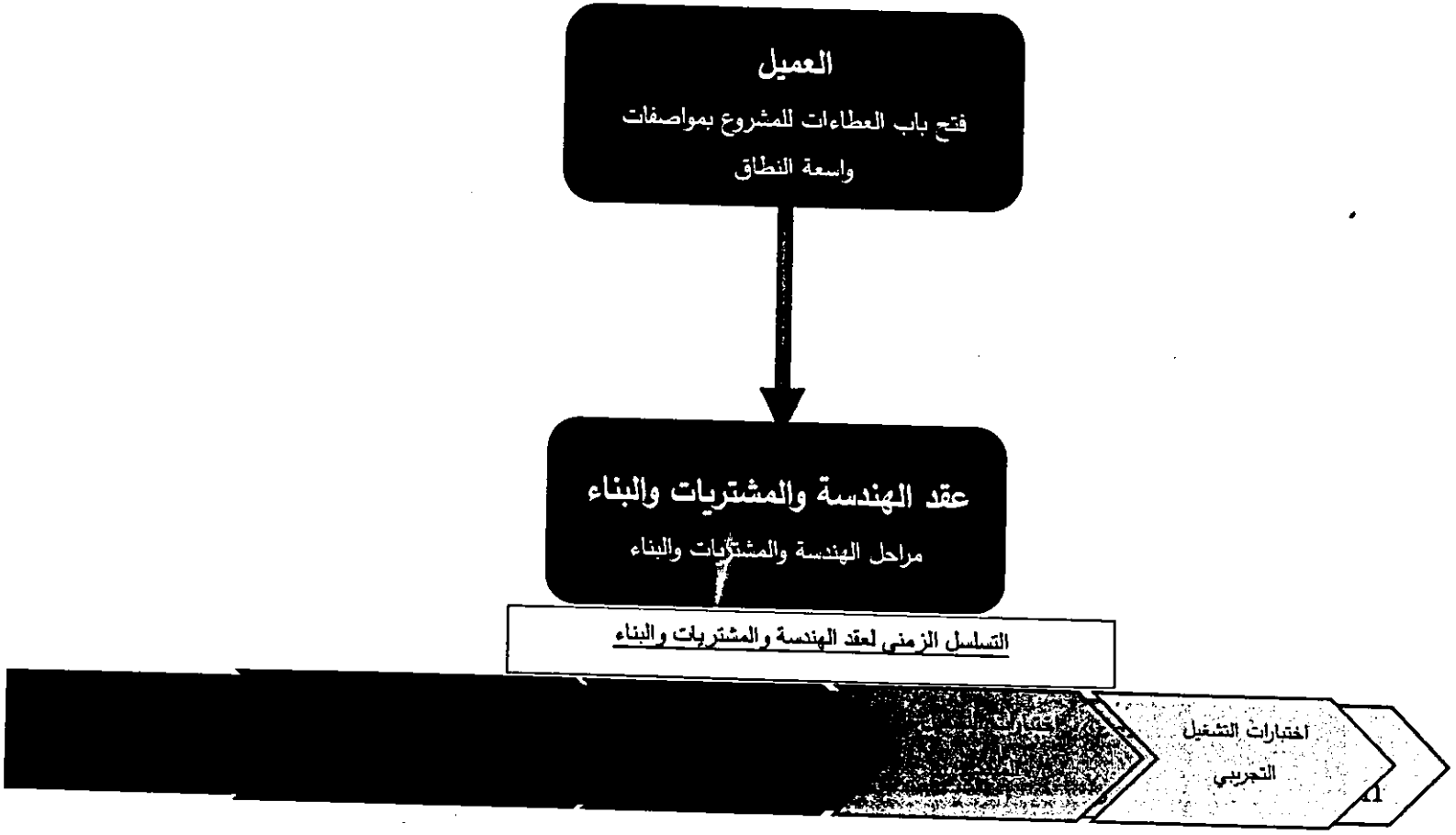
من جهة أخرى، في استطلاع أجريناه على مجموعة من الخبراء من المنطقة العربية، أشار 80% منهم أن المصادر الأساسية لتمويل عمليات تحلية المياه تأتي من الاستثمار الخاص، يليه الإعانات الحكومية والقروض/ الائتمانات. وعند سؤالهم عن الحفاظ على الجدوى المالية لعمليات تحلية المياه، أكد 40% من الخبراء المستجوبين على محدودية الوصول إلى التمويل كتحدٍ رئيسي. علاوة على ذلك، عند سؤال الخبراء عن نوع الاستثمار الذي يعتقدون أنه أكثر موثوقية لتمويل مشاريع تحلية المياه، اتفقوا جميعًا على الشراكات بين القطاعين العام والخاص، تليها الاستثمارات الخاصة (مثل المستثمرين الأفراد، أو الشركات الخاصة)، ثم الجمع بين الاستثمار الدولي والخاص.

د. نماذج تنفيذ العقد

تُستخدم نماذج تنفيذ مختلفة لشراء مشاريع تحلية المياه. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022) يعتمد نموذج التنفيذ المُختار على عدة عوامل، بما في ذلك نوع المالك، أو العميل، وما إذا كان وكالة عامة، أو جهة خاصة، وملف مخاطر المشروع، وخبرة المالك في مشاريع مماثلة، ومصدر تمويل المشروع، الذي قد يشمل القروض، أو المنح، أو السندات، أو الأسهم، أو مزيجًا من مما سبق. ((منظمة الأغذية والزراعة، 2022)، (العبري، 2022)). يمكن تصنيف مشروع تحلية المياه بموجب أي من الشروط ونماذج العقود التالية:

- الهندسة والمشتريات والبناء

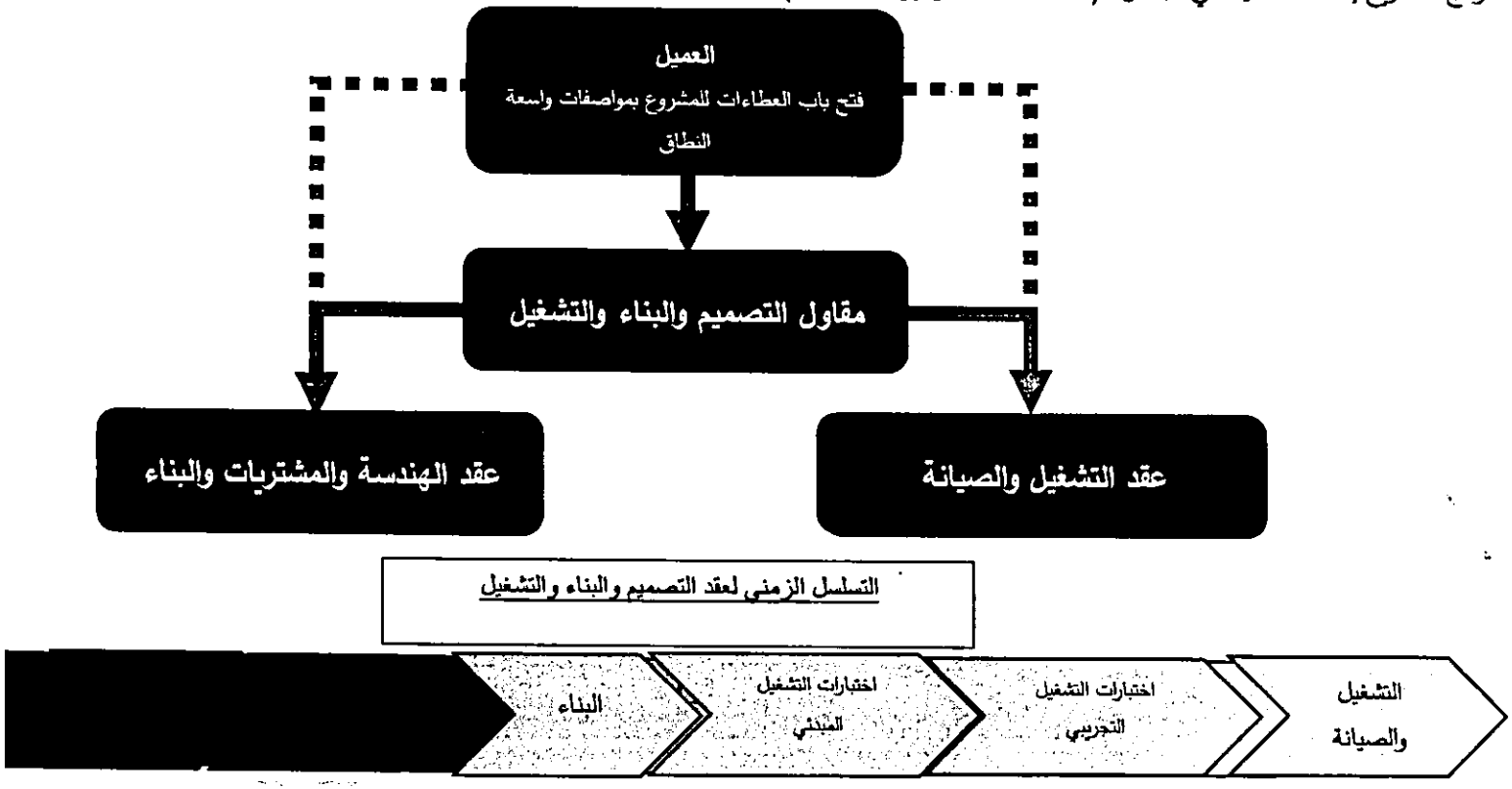
اتفاقية تعاقدية مبرمة بين مالك المشروع والمقاول. يُمكّن الإطار التعاقدي في عقد الهندسة والمشتريات والبناء المالك من نقل كامل مخاطر التصميم والمشتريات والبناء إلى المقاول. يتحمل المقاول وحده مسؤولية إنجاز المشروع وتسليمه إلى المالك بحالة جاهزة للتشغيل "تسليم المفتاح" (شركة بلاك ريدج، 2023) على النحو الموضح في المخطط الوارد أدناه.



الشكل 54. *مخطط نموذج تنفيذ الهندسة والمشتريات والبناء*

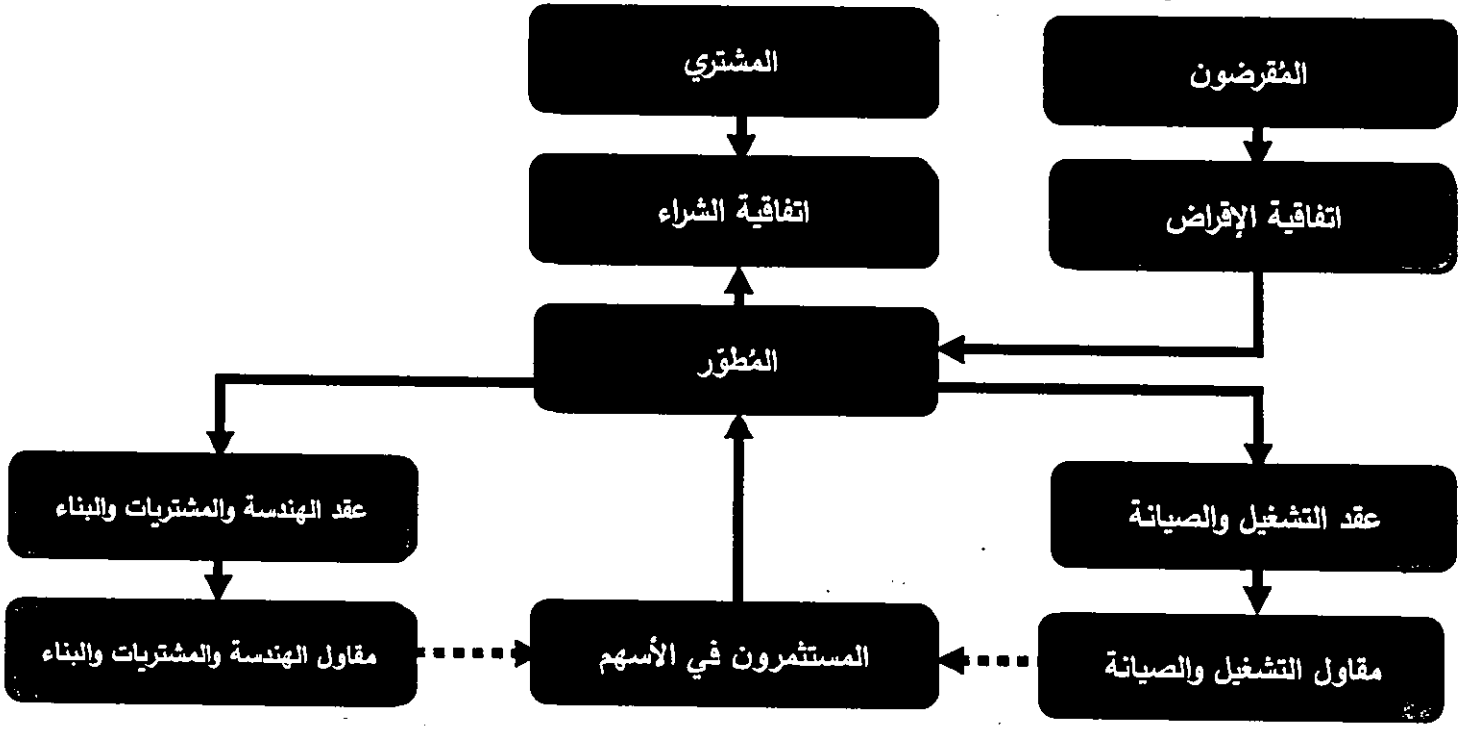
- التصميم والبناء والتشغيل

في إطار عملية تقديم العطاءات، يمنح العملاء الراغبون في إنشاء محطات تحلية مياه عقودًا للبناء والتشغيل والصيانة كحزمة واحدة. في بعض الحالات، يتحمل أعضاء الائتلاف المختلفون الذين يقدمون العطاء مسؤوليات مختلفة في العقد فيما يتعلق بالبناء والتشغيل. يتطلب هذا النموذج أطرًا قانونية أقل من النماذج الأخرى (مثل البناء والتملك والنقل) ويشجع على الاعتماد على الموثوقية طويلة الأجل كهدف رئيسي للتنمية نظرًا لأن العنصر التشغيلي للعقد يتطلب أطرًا قانونية أكثر صرامة من تلك الموجودة في النماذج القائمة على البناء والتملك والنقل. استُخدم هذا النموذج لمشاريع إمدادات المياه في البصرة. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)



- البناء والتملك والنقل

يُشرك نموذج التنفيذ الحالي مُطوّر خاص يتولى بناء المنشأة وتملكها وتشغيلها لفترة العقد الأولية على النحو الموضح في الشكل الوارد أدناه. بحلول نهاية فترة العقد، يجوز إعادة نقل ملكية المنشأة إلى العميل، لذلك أطلقنا عليه اسم البناء والتملك والنقل، أو يجوز للمُطوّر الاحتفاظ بالمنشأة وإبرام عقد توريد جديد، لذلك أطلقنا عليه اسم البناء والتملك والتشغيل. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022) من الأهمية بمكان التأكيد على أنه في عام 2020، مكّن التمويل الخاص من تحقيق استثمارات كبيرة في مشاريع تحلية المياه الجديدة، ولا سيما باستخدام نموذج مُنتج المياه المستقل مع عقود البناء والتملك والنقل طويلة الأجل، ومعظمها في دول الخليج العربي. تنتج مشاريع البناء والتملك والنقل المذكورة، مثل الجبيل 3أ والجبيل 3ب وينبع 4، في الوقت الحالي المياه المحلاة بأسعار أقل من 0.50 دولار أمريكي/ م^3. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)



الشكل رقم 58: *مخطط نموذج تنفيذ البناء والتملك والنقل*

من بين العقود المذكورة سابقًا، تكتسب مشاريع تحلية المياه بنظام البناء والتملك والتشغيل والنقل شعبية كبيرة في جميع أنحاء العالم. تُمكّن مشاريع البناء والتملك والتشغيل والنقل البلديات والمرافق العامة من نقل المخاطر المرتبطة بتكاليف المياه المحلاة إلى القطاع الخاص، الأمر الذي يوفر حلًا أكثر استدامة وفاعلية من الناحية المالية. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

فيما يتعلق بالمنطقة العربية، جرت مناقشة الشراكات بين القطاعين العام والخاص على نطاق واسع في المنطقة العربية في العقد الماضي، ونتيجةً لذلك، دخلت العديد من الدول في شراكات بين القطاعين العام والخاص لإدارة شبكات إمدادات المياه الخاصة بها وبناء بنية تحتية جديدة بهدف توفير خدمات المياه والصرف الصحي، بما في ذلك الجزائر ومصر والمغرب وتونس والأردن وعمان وقطر والمملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة. علاوة على ذلك، أُولي اهتمام خاص لعلاقاتها بالأُطُر المؤسسية والتنظيمية، والمخاطر السوقية، ومخاطر المشتري، وهياكل التعريفة، ورسوم المياه المحلاة، والمخاطر الإنشائية والفنية والتشغيلية، وآليات التمويل، وتحسينات الائتمان، والمخاطر البيئية. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

في سلطنة عُمان، على سبيل المثال، تُعد الشركة العمانية لشراء الطاقة والمياه الجهة التي تضع متطلبات مشاريع تحلية المياه من حيث الطاقات الاستيعابية للمياه والطاقة من خلال عملية المنافسة العادلة والشفافة. بلغت استثمارات القطاع الخاص في قطاع تحلية المياه نحو 2.6 مليار دولار أمريكي حتى عام 2019، وتبلغ الطاقات الاستيعابية الحالية نحو 1.5 مليون متر مكعب يوميًا، وستصل إلى 2 مليون متر مكعب يوميًا بحلول عام 2023. (الخرّاز، 2020). نتيجة للخصخصة والتغييرات التي طرأت على قانون استثمار رأس المال الأجنبي، بذلت سلطنة عُمان جهودًا كبيرة لتحسين بيئة الاستثمار الأجنبي وتوسيع مشاركة القطاع الخاص. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

في شمال إفريقيا، تشرف الجهات الحكومية الرئيسية في المغرب، مثل وزارة التجهيز والماء والمكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب، على إدارة الموارد المائية. (بيريز، 2024) ومع ذلك، تكتسب الشراكات بين القطاعين العام والخاص في المغرب زخمًا أيضًا. يُتوقع أن تستخدم محطة الدار البيضاء، المزمع إنشاؤها بطاقة إنتاجية تصل إلى 800,000 متر مكعب يوميًا، عقد البناء والتملك والنقل، في حين سيسهم قانون جديد، بمجرد سنه، في توسيع قائمة الهيئات العامة التي يمكنها المشاركة في الشراكات بين القطاعين العام والخاص. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022) وعلى غرار ذلك، يُتوقع أن يتطلب برنامج مصر الضخم لتحلية المياه لعام 2050 تمويلًا خاصًا، كما ستتبع محطة تحلية المياه في قابس في تونس نموذج البناء والتملك والنقل. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

على النقيض من ذلك، تُحد قيود البنية التحتية من تطبيقات الشراكات بين القطاعين العام والخاص، الأمر الذي يتطلب التعاون مع المؤسسات القائمة، ووضع أنظمة لتخزين المياه، وصياغة سياسات لتسعير المياه، ووضع برامج للحوافز. ومن القيود الأخرى تصور الجمهور لمشاركة القطاع الخاص في الشراكات بين القطاعين العام والخاص، بما في ذلك المخاوف من ارتفاع الأسعار، والممارسات غير الأخلاقية، وعدم كفاية المعلومات. علاوة على ذلك، تُعد تكاليف الاستثمار والمياه المنتجة عوامل رئيسية واضحة في التأثير في صُناع القرار لاختيار التقنيات المناسبة التي يمكن دمجها مع الحوافز المحلية ونماذج تنفيذ العقود. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022) في واقع الأمر، تؤدي اللوائح والسياسات الحكومية دورًا رئيسيًا، إذ تؤثر بشكل كبير في العمليات والتسعير في نموذج الأعمال المعتمد.

ج. المخططات المالية: مخطط نموذج الأعمال

يتضمن مخطط نموذج الأعمال لمحطات تحلية المياه عدة عناصر رئيسية تتفاعل لتخلق إطار عمل تشغيلي مستدام وفعال، وتشمل هذه العناصر القيم المقترحة، وشرائح العملاء، والأنشطة الرئيسية، والشراكات، والتي تساهم مجتمعة في توفير المياه المحلاة.

- القيمة المقترحة: يتمثل العرض الأساسي في توفير المياه العذبة من خلال تحلية المياه، ومعالجة قضايا ندرة المياه في مناطق مختلفة. (النوري وجريفز، 2013)
- شرائح العملاء: يشمل العملاء المستهدفون البلديات والقطاعات الزراعية والمستخدمين الصناعيين، ولكل منهم احتياجات مائية مميزة. (وبديارتي وهارتونو وهانداياني وروخيماه وكوسوما، 2023)
- الأنشطة الرئيسية: تتضمن الأنشطة الرئيسية تشغيل تقنيات تحلية المياه والصيانة وإدارة سلسلة التوريد لتحسين إنتاج المياه. (النوري وجريفز، 2013)
- الشراكات الرئيسية: يعد التعاون مع الجهات المقدمة للتقنيات والهيئات الحكومية والمنظمات البيئية أمرًا بالغ الأهمية لتقاسم الموارد والامتثال للقواعد التنظيمية. (وبديارتي وهارتونو وهانداياني وروخيماه وكوسوما، 2023)

تتفاعل هذه العناصر بشكل ديناميكي، الأمر الذي يضمن أن محطات تحلية المياه لا تلبي الاحتياجات المائية الحالية فحسب، بل تتكيف أيضًا مع التغيرات الاجتماعية والاقتصادية والتطورات التقنية.

من الجدير بالذكر أن نموذج الأعمال لمحطات تحلية مياه البحر في المغرب يجمع الجوانب الأساسية لأطُرها المالية والتشغيلية، إلى جانب إجراء تحليل عميق لأصحاب المصلحة المشاركين في هذه المشاريع. (البلقاسمي والبوطي، 2023) يمثل الجدول 4 خريطة مرئية منظمة جيدًا للجوانب المختلفة لمشروع تحلية مياه البحر في أغادير. يتناول كل عنوان فرعي جانبًا محددًا من هذه المبادرة الحيوية، من بدء المشروع إلى الشركاء الرئيسيين، والتكاليف، والأنشطة الرئيسيّة، والمشتريات، وغير ذلك الكثير. يمكّن هذا الهيكل من الفهم الشامل للعناصر الفنية والاقتصادية والاستراتيجية لهذا المشروع الرئيسي لمنطقة أغادير. (البلقاسمي والبوطي، 2023)

الجدول (4). *خريطة مرئية لمشروع تحلية مياه البحر في أغادير. (البلقاسمي والبوطي، 2023)*

إطلاق المشروع	الاستثمار العالمي
بدأ مشروع تحلية المياه في أغادير وفقًا لنموذج التصميم والبناء والتشغيل والنقل. بدأت عملية المناقصة في عام 2012، وجرى توقيع العقد في مايو 2014، وبدأت مفاوضات إعادة التخصيص في سبتمبر 2016، وبدأت	يبلغ إجمالي الاستثمار للمشروع 4 مليارات درهم مغربي (ما يساوي نحو 400 مليون يورو) على مدار 30 عامًا، ويشمل ذلك تكاليف البناء والتشغيل.
	تكاليف البناء:
	تبلغ تكاليف بناء محطة تحلية المياه 15 مليار درهم مغربي، بما في ذلك البنية التحتية والمعدات اللازمة لعملية تحلية المياه، فضلًا عن تكلفة مالية إضافية تبلغ نحو 500 مليون درهم مغربي للفوائد والرسوم الأخرى.

أعمال البناء في يوليو 2018، وشُغلت المحطة بتاريخ 1 يوليو 2022.

تكاليف التشغيل المتكررة

تشمل تكاليف التشغيل المتكررة الرسوم الإدارية وتكاليف الطاقة ومصاريف النقل والضرائب والتصاريح وغيرها من النفقات التشغيلية. يُحتفظ بسرية تكلفة إنتاج المياه الصالحة للشرب والري، لكنها تظل مرتفعة نسبيًا مقارنةً بالمتوسط العالمي بسبب وضع المغرب بصفتها دولة غير غنية بالنفط.

الأنشطة الرئيسية

تتمحور الأنشطة الأساسية حول توفير مياه الشرب ومياه الري، وذلك وفقًا للتشريعات المعمول بها.

نطاق التغطية الجغرافية لمحطة تحلية المياه

تلبي محطة التحلية احتياجات سكان منطقة أغادير الكبرى من المياه الصالحة للشرب، من التامري إلى آيت ملول، كما تزود سهل اشتوكة بالمياه اللازمة للري، إذ تغطي حاليًا 15,000 هكتار، مع إمكانية زيادة هذه المساحة إلى 30,000 هكتار.

الإمداد

يُنظِّم عقد الهندسة والمشتريات والبناء المبرم مع شركة أبينغوا عملية بناء محطة التحلية وتشغيلها، ما يضمن توفير إمدادات مستمرة من المياه النقية.

الشركاء الرئيسيون

يشمل الشركاء الرئيسيون في المشروع المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب، ووزارة الفلاحة، ووكالة الحوض المائي لسوس ماسة، والمكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي لسوس ماسة، وولاية جهة سوس ماسة، والبلديات المجاورة، ووزارة التجهيز.

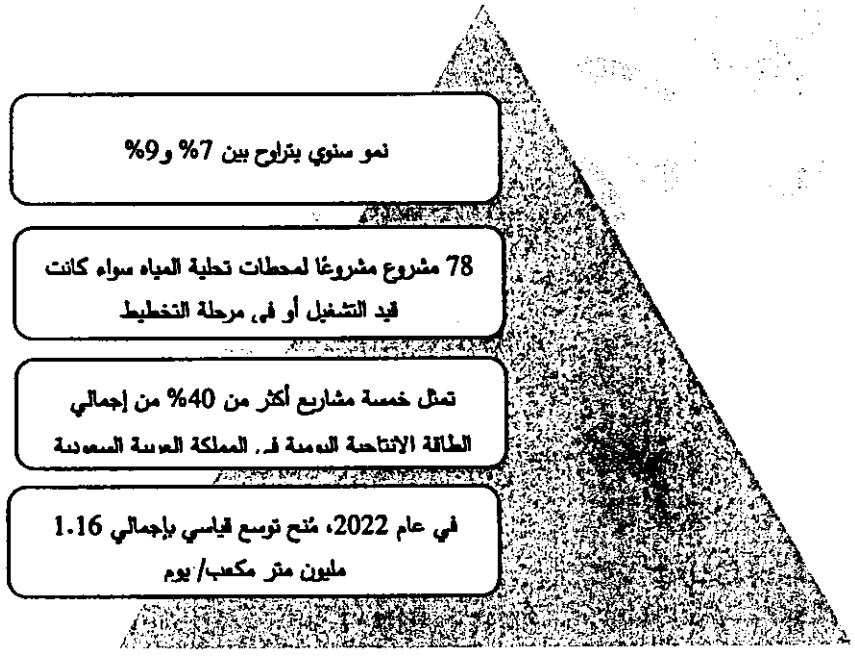
الموارد الرئيسية

تشمل الموارد الرئيسية منحة قيمتها 2 مليار درهم مخصصة للري، وقرض بقيمة 18 مليار درهم لتمويل مياه الشرب، بالإضافة إلى مساهمات من شركاء آخرين يبلغ مجموعها نحو 2 مليار درهم.

في حين يوفر مخطط نموذج الأعمال نهجًا منظمًا، من الضروري مراعاة الآثار البيئية وتحديات الاستدامة المرتبطة بتحلية المياه، مثل استهلاك الطاقة والتخلص من المحلول الملحي، التي قد تعقد نموذج الأعمال الشامل. (زيولكوفسكا وربيس، 2016)

سابعًا: تطوير القدرات في المنطقة العربية: نمو سوق تحلية المياه والتحديات الرئيسية في مجال البناء

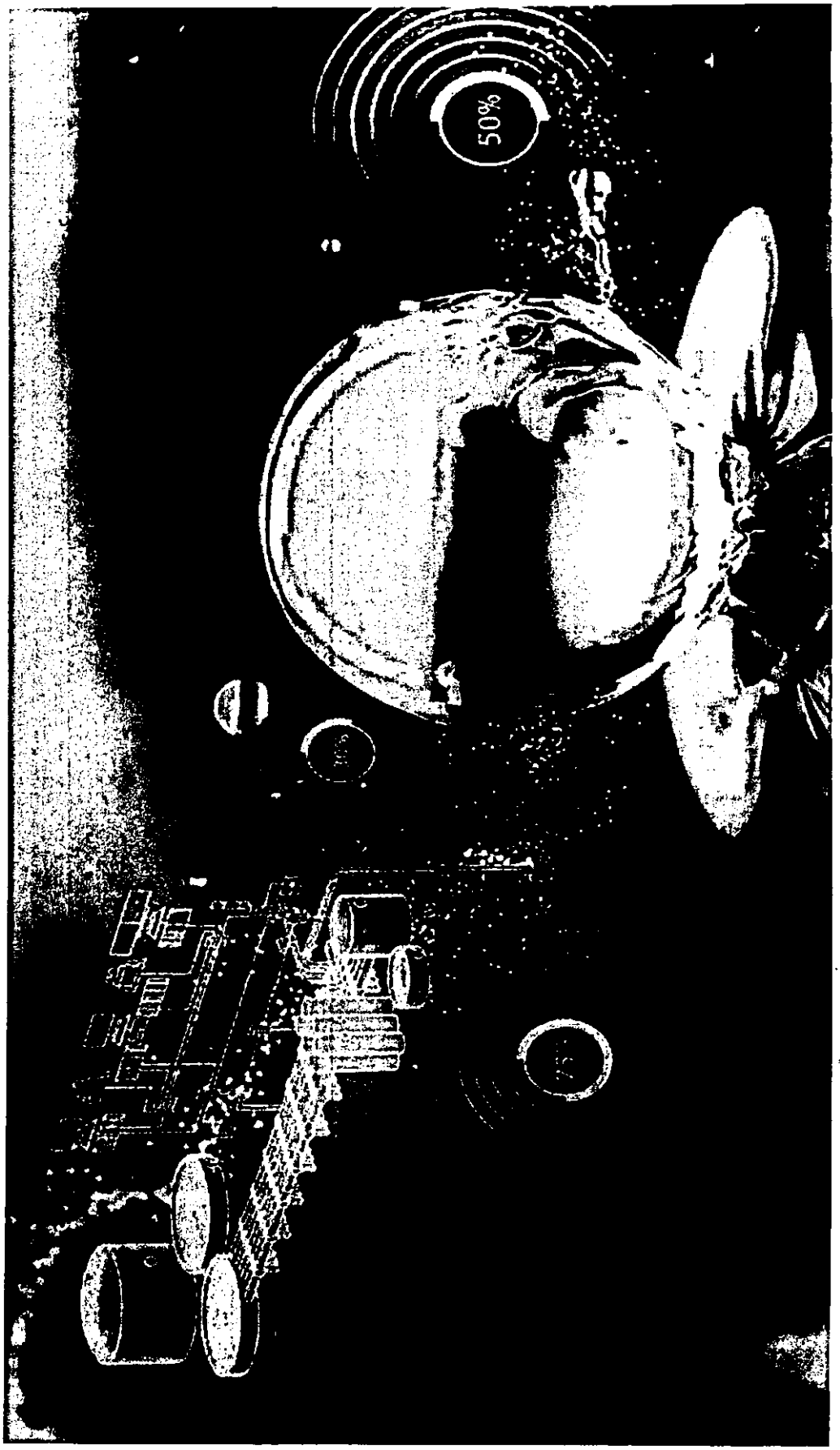
شهد قطاع التحلية في المنطقة العربية نموًا ملحوظًا ليصبح أحد أكبر الأسواق العالمية، ما مكّن دول الخليج العربي بشكل خاص من المساهمة في تدريب دولها المجاورة لسنوات عديدة، ويُوضح ذلك في الشكل رقم 26. ومع ذلك، تواجه محطات تحلية المياه في الوقت الحاضر مخاطر فنية وتشغيلية كبيرة، لا سيما في مجال التشغيل والصيانة)، الأمر الذي أثر بدوره في الاستقرار المالي وتدفقات الإيرادات. بالإضافة إلى ذلك، تظل هناك حاجة ماسة مستمرة لتطوير الموارد البشرية اللازمة وتدريبها بغرض تشغيل محطات التحلية الحالية والمستقبلية في المنطقة العربية. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)



الجدول 61. *نمو سوق تحلية المياه. (العبري، 2022)*

يسعى موردو المحطات إلى حل هذه المشكلة من خلال إنشاء مرافق وبرامج تدريبية داخل الدولة المضيفة، أو خارجها، ومن بين المبادرات الرائدة في هذا الصدد، مبادرات مركز الشرق الأوسط لأبحاث تحلية المياه في سلطنة عمان والأكاديمية السعودية الذين يهدفان إلى تطوير الخبرة المحلية اللازمة لتشغيل محطات التحلية وصيانتها بفاعلية. علاوة على ذلك، تنظم شركات ومؤسسات تحلية المياه الدولية دورات تدريبية دورية، مثل معهد دي إتش بول آند ماسار تكنولوجيز دي إم إي لتحلية المياه، ومركز هاوارد للتكنولوجيا – الشرق الأوسط، وأكاديمية بوشناق، وأكاديمية أبيكس. بالإضافة إلى ذلك، تساعد الرابطات والجمعيات الدولية، مثل الرابطة العالمية لتحلية المياه والرابطة الدولية للمياه والجمعية الأوروبية لتحلية المياه، على تنظيم دورات تدريبية وورش عمل خلال مؤتمراتها السنوية. (منظمة الأغذية والزراعة، 2022)

نتيجةً لذلك، أدى انخفاض الاستثمار في البحث والتطوير إلى نقص حاد في الموارد والموظفين، ما خلق حاجة ملحة لتدريب الكوادر المحلية وتطوير التقنيات. (العبري، 2022)


50%

ثامنًا: الممارسات الجيدة: دراسات الجدوى واحتمالية التكرار

تشير العديد من المؤشرات إلى أنه سيستمر الاتجاه عالميًا إلى استخدام التحلية على نطاق واسع. أشارت التقديرات في تقرير الأمم المتحدة العالمي عن تنمية الموارد المائية لعام 2021 إلى أن نحو 2.2 مليار شخص يعانون من صعوبة الوصول إلى المياه العذبة وأن ما يصل إلى 5.7 مليار شخص قد يواجهون ندرة في المياه لمدة شهر واحد على الأقل في العام بحلول عام 2050 (منظمة الأغذية والزراعة، 2024).

ومن ثم ترى العديد من الدول الساحلية أن تحلية المياه حلًا لمشكلة ندرة المياه (داغاري، تحلية المياه والزراعة، 2022).

أ. تحلية المياه لأغراض الزراعة في شمال إفريقيا

يواجه المغرب تحديات كبيرة أمام إمداد المياه بسبب مناخه شبه الجاف، وعدم انتظام هطول الأمطار، والزيادة السكانية؛ لذا وضعت الحكومة التحلية في صدارة الأولويات لضمان الأمن المائي. تستهلك الزراعة –التي تساهم بنسبة 14% من إجمالي الناتج المحلي– نحو 88% من الموارد المائية للدولة وقد يؤدي الأمن المائي إلى انخفاض إجمالي الناتج المحلي إلى ما يصل إلى 6.5%. وفي سبيل علاج هذه المشكلة يركز المغرب على الموارد المائية غير التقليدية مثل مياه البحر المحلاة ومياه البحر المعالجة (بيريز، 2024).

أطلق المغرب في 2020 البرنامج الوطني للتزويد بالماء الشروب ومياه السقي 2020–2027 كجزء من المخطط الوطني للماء 2020–2050 إلى جانب زيادة الميزانية إلى 14.3 مليار دولار أمريكي في 2023. يمتلك المغرب في الوقت الحالي أحد عشر محطة تحلية بالإضافة إلى خطط التوسعة إلى 20 محطة بحلول عام 2030 لدعم مياه الشرب والزراعة والصناعة. ستستخدم المحطات المستقبلية مصادر الطاقة المتجددة إذ تعمل شركتا "مانيتو للمرافق" و"مجموعة التحلية" على تطوير مشروع ري متعدد المستخدمين باستخدام المياه المحلاة (بيريز، 2024).

علاوة على ذلك شكلت شركة " أوسموسون" بالشراكة مع المجموعة الصناعية المغربية ش.م.ع شركة "أوسمسون إم إيه" لإنشاء مشروعات تحلية المياه الصغيرة والمتوسطة في المناطق المعزولة. تدير الشركة الفرنسية المغربية " ساند تو غرين" مشروعًا للزراعة التجديدية في منطقة كلميم واد نون باستخدام وحدة تحلية تعمل بالطاقة الشمسية لري حراجة زراعية تبلغ مساحتها 38 هكتار. تنتج هذه الوحدة 140 متر مكعب من المياه العذبة في اليوم وتدعم تحويل الأراضي الصحراوية إلى أراض خصبة (ماجوم، 2024).

في الجزائر يُنظر إلى التحلية على أنها أمرًا حيويًا لتجنب نقص المياه في المستقبل. تؤدي الظروف الجوية المتوسطية للجزائر إلى انخفاض تكاليف التحلية ما يؤدي إلى بناء محطات واسعة النطاق بسعة إجمالية تزيد عن 2 مليون م^3/اليوم منذ أزمة المياه التي حدثت عام 2021. استثمرت ليبيا أيضًا في التحلية من خلال تشغيل نحو 10 محطات. أما في تونس وفي حين

جدوى التحلية من الناحية الفنية، إلا إنها باهظة التكاليف وتعتمد الدولة على مزيج من مياه السدود مع طبقات المياه الجوفية لمجابهة تداخل مياه البحر كبديل (داغاري، التحلية والزراعة، 2022).

ب. تحلية المياه لأغراض الزراعة في الشرق الأوسط

تخطط الدول العربية لزيادة سعة التحلية من 36 مليون متر مربع في اليوم في 2021 إلى نحو 86 مليون متر مربع في اليوم بحلول عام 2025. يُتوقع أن تتمركز معظم هذه الاستثمارات في دول الخليج. تصل الحاجات الاستثمارية التقديرية إلى 38 مليار دولار أمريكي بحلول العام 2025 يُخصص منها 27 مليار دولار أمريكي لدول الخليج (منظمة الأغذية والزراعة، 2024).

تُعد أبو ظبي على سبيل المثال آمنة غذائيًا، ولكنها ليست مكتفية ذاتية من الغذاء وتعتمد بشدة على الواردات بنسبة 90% من احتياجاتها الغذائية. تأتي مياه المنطقة من ثلاثة موارد رئيسية: المياه الجوفية (65)، والمياه المحلاة (30%)، والمياه المُعاد تدويرها (5%). مع ذلك تنضب المياه الجوفية -التي تُعد حيوية للزراعة وللنُظم البيئية الطبيعية- بسرعة وتُعد في الأساس موردًا غير متجدد، ومع معدلات الاستخدام الحالية قد تنفد المياه الجوفية بحلول 2060-2070 ما قد يؤدي إلى زيادة ملوحة طبقات المياه الجوفية. تواجه أبو ظبي عجزًا مائيًا كبيرًا إذ تتجاوز ميزانيتها المحددة للمياه بنسبة 60%. على الإمارة، في سبيل ضمان الأمن الغذائي مستقبلًا والحد من الاعتماد على الواردات، المحافظة على المياه الجوفية وتطوير نظام زراعي فعال بالنسبة للحفاظ على المياه على أن يكون قابل للتوسعة بسرعة (عامر، وعديل، وبوير، وصالح، 2016).

تستهلك قطر على الصعيد الآخر نحو 1.2 مليون متر مربع من المياه المحلاة يوميًا، في حين تحتاج الزراعة 3.5 مليون متر مكعب إضافية لا يمكن تحقيقها إلا بالطرق المتقدمة للحفاظ على المياه مثل الصوبات الزراعية، والري بالتنقيط، والزراعة في الماء. يخلف كل متر مربع من المياه المحلاة 45 كيلو جرام من الملح ما يؤدي إلى إنتاج 175 مليون كيلو جرام من الملح كمنتج ثانوي ومن ثم تتأثر الحياة البحرية سلبًا. تحتاج قطر لتلبية حاجاتها الزراعية إلى توليد طاقة بقدرة 1.8 جيجا وات ما يعادل نحو 4,000 هكتار من الطاقة الشمسية. ونظرًا لتوفر 1% فقط من الأراضي الصالحة للزراعة و68,716 هكتار متاحة للزراعة ستحتاج قطر لاستصلاح 30,000 هكتارًا إضافيًا لتلبية الحد الأدنى من أهداف الإنتاج الغذائي البالغة 1.7 مليون طن في العام (عامر، وعديل، وبوير، وصالح، 2026).

تواجه المملكة العربية السعودية تحديات زراعية كبيرة بسبب مناخها الجاف، وفقر التربة، وقلة الموارد المائية، ومحدودية الأراضي الصالحة للزراعة. وعلى الرغم من هذه العقبات استطاعت المملكة تحقيق الاكتفاء الذاتي من المحاصيل الشرهة في استهلاك المياه مثل القمح من خلال الاستثمار في السياسات الزراعية منذ السبعينات. وصل إنتاج القمح في 2006 إلى أكثر من 2.6 مليون طن، ولكنه أدى على صعيد آخر إلى استنزاف موارد المياه الجوفية غير المتجددة. نتيجة لذلك تحولت المملكة من التركيز على الاكتفاء الذاتي إلى تحلية المياه لتلبية الطلب المتزايد. توفر المياه الجوفية 84% من موارد المياه في حين توفر التحلية 8% وتستهلك الزراعة نحو 86% من إجمالي المياه. ونظرًا للاستخدام غير الرشيد للمياه -الذي تفاقم نتيجة لانخفاض سعر تعريفة المياه وإيلاء الأولوية للمياه العذبة في الزراعة- تعمل الحكومة على إنهاء دعم القمح وحظر إنتاجه للحفاظ على المياه. قررت المملكة منذ عام 2016 الاعتماد كليًا على واردات القمح وخصصت 12.3 مليار دولار أمريكي لتطوير البنية التحتية الزراعية (عامر، وعديل، وبوير، وصالح، 2026).

بالإضافة إلى ذلك أنشأ المزارعون أكثر من 50 محطة تحلية للمياه المالحة في غور الأردن باستخدام تقنية التناضح العكسي بسعة تتراوح بين 360 إلى 2400 م3/اليوم. تسحب هذه المحطات 11.7 مليون متر مكعب من المياه سنويًا وتُنتج 7.7 مليون متر مكعب من المياه المحلاة و4.1 مليون متر مكعب من الماء المالح. تتراوح ملوحة المياه المالحة من 1300 إلى 7000 جزء في المليون ويبلغ متوسط ملوحة المياه المحلاة 195 جزء في المليون. تعمل المحطات 24 ساعة في اليوم في فصل الصيف و12 ساعة في اليوم في فصل الشتاء باستخدام شبكة توزيع الكهرباء. تُستخدم المياه المحلاة المخففة إلى نحو 700 جزء في المليون في ري المحاصيل عالية القيمة مثل الموز والفراولة والتمر. تتراوح تكلفة الاستثمار للمتر المكعب من السعة المقررة 89 دولار أمريكي في حين تتمتع المحطات الكبيرة بتكاليف تحلية أقل مقارنةً بالمحطات الصغيرة (0.48 دولار أمريكي/م^3). يبلغ متوسط تكلفة التحلية على مستوى المحطات جميعها 0.38 دولار أمريكي لكل متر مكعب (قطيشات وآخرون، 2016).

على النقيض يستخدم المزارعون في عمان وحدات تحلية على نطاق صغير لدعم محاصيل الحقول منخفضة المحصول. إن أغلب مرافق التحلية الداخلية في عمان (80%) من نوع التناضح العكسي ومحدود السعة (أقل من 10,000 م^3/اليوم) وأكثر من 50% منها تعمل على تحلية المياه الداخلية، أو المياه المالحة (مجموع المواد الصلبة الذائبة 3,000 مجم/1≤20,000 مجم/1) (منظمة الأغذية والزراعة، 2024).

علاوة على ذلك في ديسمبر 2014 أطلقت لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا والوكالة السويدية للتعاون التنموي الدولي مشروع لمدة 4 سنوات لتعزيز الأمن الغذائي والمائي في المنطقة العربية. يهدف المشروع إلى تحسين عملية التنسيق بين المؤسسات الزراعية والمائية، والتركيز على تقييم أثر توفر المياه في الزراعة، وإعداد سياسات متكاملة للأمن الغذائي والمائي، وتقييم الأمن الغذائي، وزيادة كفاءة إنتاج الغذاء. تدير لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا المشروع بالتعاون مع جامعة الدول العربية والمنظمات الإقليمية الأخرى بناءً على تقييمات أثر التغير المناخي السابقة (الصلح، 2015).

في الختام وعلى الرغم من التقدم التقني في مجال الزراعة، خلص صانعو القرارات العرب إلى أنه لا يمكن تحقيق الأمن الغذائي من خلال الاكتفاء الذاتي فقط. لذلك اتجهت العديد من الدول العربية إلى تداول السلع دوليًا وعقد اتفاقيات مع دول أجنبية لضمان الأمن الغذائي والحفاظ على موارد المياه الشحيحة (البنك الدولي، 2012).

ج. التحلية لأغراض الزراعة على مستوى العالم: مواقف المجابهة بين المديرين والمزارعين في أليكانتي ومرسية (إسبانيا)

على الرغم من الدراسة المتعمقة لتكلفة المياه ومعايير الجودة، حظي التفاعل بين مديري محطات التحلية ومجتمعات الري بشأن تناول الأمن المائي باهتمام أقل (ريكارت، وفيلار نافاسكويس، وجيل جيرادو، وم. ريكو أموروس، وأراهويتس، 2020). بحثت دراسة متخصصة الطريقة التي عمل بها هؤلاء المديرون والمزارعون معًا لسد فجوة مياه البحر المحلاة لأغراض الري الزراعي في أليكانتي ومرسية في إسبانيا. وقع الاختيار على 11 مجتمع من مجتمعات الري لإجراء الدراسة الموضحة في الجدول التالي التي تناولت أكثر من 58,000 مروى و120,000 هكتار تمثل نحو 82% من إجمالي الأرض المروية من نقل تاجوس سيجورا. يستخدم كل مجتمع ري في الوقت الحالي المياه المحلاة –سواء بطريقة مباشرة، أو بالمبادلة– وتتصل جميعها تقريبًا بمحطة تحلية تديرها شركة أكواميد الجهة العامة الإسبانية التي تدير البنية التحتية للتحلية (ريكارت، وفيلار نافاسكويس، وجيل جيرادو، وم. ريكو أموروس، وأراهويتس، 2020).

الجدول (5): الخصائص الأساسية لمجتمعات الري (ريكارت، وفيلار نافاسكويس، وجيل جيرادو، وم. ريكو أموروس، وأراهويتس، 2020)

مجتمع الري	السطح الصالح للري	السطح المروي	المراوِ	متوسط حجم الحقل (هكتار)	المحاصيل الأساسية [8]	طريقة الري
اغويلاس	6029	نحو 4800	1620	3 [1]	خضروات وفاكهة	تنقيط (100%)
كانبو دي كارتجينا	41,920	38,319	59678	4	خضروات وفاكهة	تنقيط (96%) · ورش وغمر (2%)
ألهاما دي مورسيا	7200	5096	2318	<1 [2]	خضروات وفاكهة	تنقيط (80%) · وغمر (20%)
السلتداور	2500	2300	نحو 1000	1.5–4 [3]	خضروات وفاكهة	تنقيط (98%) · ورش (2%)
ليبريا	2532 [4]	نحو 1900	1916	<1 [4]	خضروات وفاكهة	تنقيط (40%) · وغمر (60%)

مجتمع الري	السطح الصالح للري	السطح المروي	المراوِ	متوسط حجم الحقل (هكتار)	المحاصيل الأساسية [8]	طريقة الري
لوركا	23,905	23,905 [6]	نحو 12,000	1.5	خضروات وفاكهة	تنقيط (80%) وغمر (20%)
ماثارون	4803	3595	1150	1>	خضروات وفاكهة	تنقيط (100%)
بويرتو لوبريراس	4022	نحو 3000	880	4-3 [5]	خضروات وفاكهة	تنقيط (90%) ورش (2%) وغمر (8%)
بوليي	8451	نحو 7000	1239	3 [6]	خضروات وفاكهة	تنقيط (70%) ورش (30%)
ريجوس دي ليفانتي إزكيردا ديل سيجورا	نحو 26,000	نحو 24,000	نحو 22,000	1 -	خضروات وفاكهة	تنقيط (45%) وغمر (55%)
توتانا	10,765	6979	4216	1> [7]	خضروات وفاكهة وعطريات	تنقيط (80%) وغمر (20%)

المصدر: إعداد ذاتي من الاستبانات. [1] بعض المزارع تصل إلى 200-300 هكتار؛ [2] بعض المزارع تصل إلى 400 هكتار؛ [3] بعض المزارع تصل إلى 40-50 هكتار؛ [4] مزارعون محترفون: 20 هكتار مع 7-8 شركات خضروات وفاكهة كبرى (25-30 هكتار للواحدة)؛ [5] بعض المزارع تصل إلى 50-100 هكتار؛ [6] تستخدم إحدى شركات البستنة 800 هكتار وشركة فواكه نحو 300 هكتار؛ [7] بعض شركات البستنة تصل إلى 150 هكتار؛ [8] تشمل الخضروات الخس والبروكلي والخرشوف والقرنبيط والطماطم والكرفس والبطاطس والبصل والفلفل، وتشمل الفواكه الحمضيات والكنتالوب والبطيخ والعنب والمانجو.

- *الخدمات والإدارة التي طورتها أكواميد*

وبصرف النظر عن امتيازات المياه، تبرم مجتمعات الري اتفاقيات مع أكواميد بهدف استخدام البنية التحتية لتحلية المياه، تغطي استرداد التكاليف والتشغيل والصيانة وشروط الدفع. ومع ذلك، تنتقد بعض المجتمعات هذه العقود باعتبارها جامدة وغير مرغوب فيها، ذلك لأنها تتطلب دفع ثمن المياه المحلاة بغض النظر عن الاستخدام.

في الواقع، يقدم الري ردود فعل مختلطة. وقدمت ستة مجتمعات محلية تقييمات إيجابية، في حين قدمت أربعة مجتمعات محلية ردود فعل سلبية. واحد لديه وجهات نظر مختلطة. تركز ردود الفعل الإيجابية على إمدادات المياه الموثوقة، والتواصل الجيد مع موظفي محطة تحلية المياه، وجودة المياه العالية. تشير التقييمات السلبية إلى مشكلات فنية مثل التخزين المحدود ومعدلات الإنتاج المنخفضة وقيود شبكة التوزيع وسوء الصيانة.

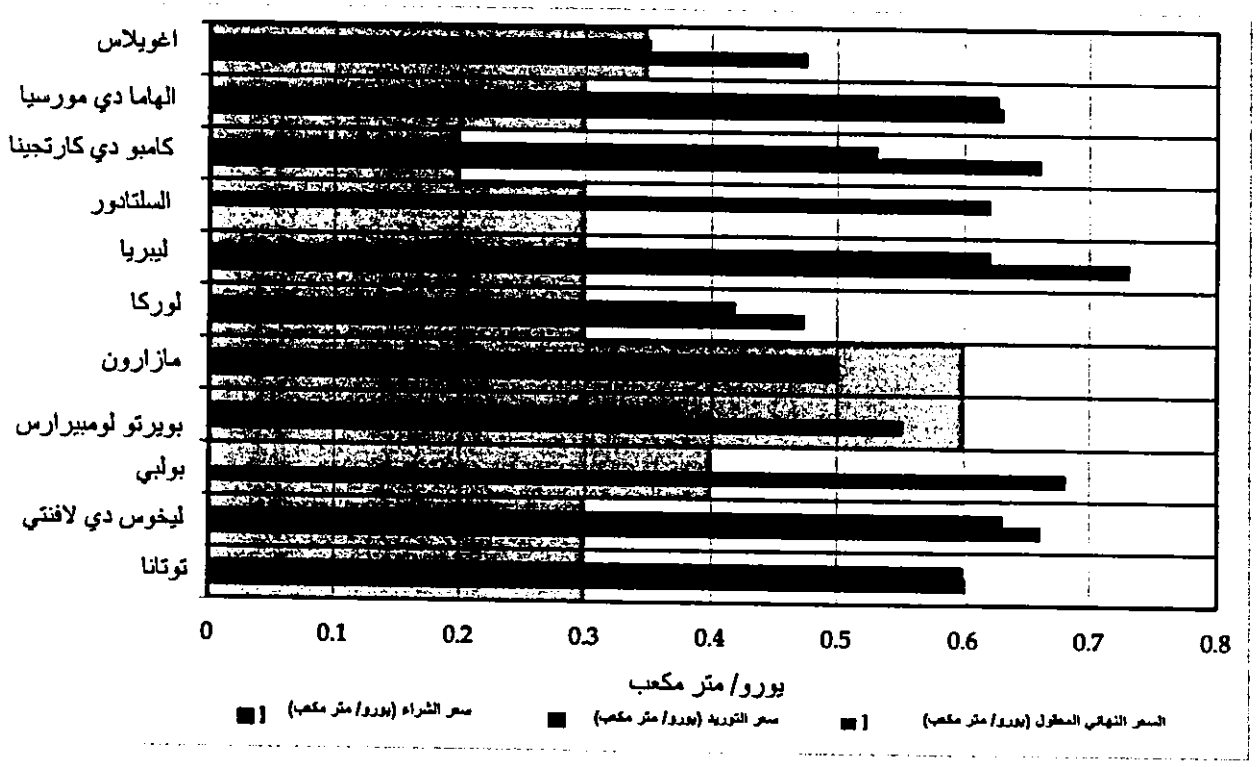
تتبع العديد من التصورات السلبية من كيفية إدارة العقود، إذ تجادل المجتمعات بأنها مجبرة على قبول شروط غير مواتية دون معرفة الظروف المالية الكاملة. وقد أدى ذلك إلى اتهامات بالإدارة غير العادلة، حيث تنظر بعض المجتمعات إلى أكواميد على أنها بيروقراطية وتركز فقط على تحصيل الإيرادات. وتساهم فضائح الفساد والاستثمارات الكبيرة في محطات تحلية المياه في انعدام الثقة هذا.

ونتيجةً لذلك، تعتقد العديد من مجتمعات الري أن إدارة تحلية المياه يجب أن يتم التعامل معها من قبل سكارتس (المنظمة التي تمثل جميع مجتمعات الري) وهيئة حوض نهر سيغورا، بدلًا من السماح بإجراء مفاوضات فردية مع أكواميد. وهم يجادلون بأن التفاوض الجماعي من شأنه أن يحسن العدالة ووحدة العمل.

وعلى النقيض من ذلك، ومن وجهة نظر أكواميد، تنشأ الخلافات من تضارب المصالح وعدم فهم المستخدمين فيما يتعلق بتمويل البنية التحتية واسترداد التكاليف. وتقر الوكالة، بأن التكاليف، ولا سيما تلك المتعلقة بالاستثمارات، هي قضية رئيسية، ولكنها تدعي أن هذه التكاليف غير قابلة للتفاوض.

- *تسعير المياه والضرائب والتكلفة*

ومن الناحية الاقتصادية، فإن أسعار المياه التي حددتها محطات تحلية المياه أكواميد للاستخدام الزراعي، والتي تتراوح بين 0.38 يورو/م3 في محطة أغويلاس – غوادالنتين، و0.48 يورو/م3 في محطة توريفايجا، و0.57 يورو/م3 في محطة فالديلينتيسكو، بما في ذلك تكاليف الضخ والتوزيع التي تبلغ على التوالي 0.09 و0.08 و0.13 يورو/م3، أقل من تلك التي أبلغت عنها مجتمعات الري. كما هو موضح في الشكل التالي. ويرجع ذلك أساسًا إلى عوامل إضافية مثل تسرب المياه، ورسوم التوزيع، والرسوم الإضافية، والتكاليف المتعلقة بالبنية التحتية الخاصة بهم.



الشكل رقم 27: سعر الشراء وسعر التوريد والسعر النهائي المعقول للمياه المحلاة من قبل مجتمع الري.

المصدر: تفصيل خاص من الاستبيانات (ريكارت، فيلار نافاسكويس، جيل-جويرادو، ريكو-أموروس، أراهويتيس، 2020)

ونتيجةً لذلك، فإن إعادة التقييم المستمرة لهيكل تسعير المياه المحلاة للزراعة أمر بالغ الأهمية. وذلك من خلال النظر في التكاليف الإضافية التي تواجهها مجتمعات الري. ويمكن أن يشمل ذلك بذل جهود للحد من تسرب وسائل النقل، أو تبسيط البنية التحتية للتوزيع، أو دعم التكاليف لضمان القدرة على تحمل التكاليف للمزارعين.

- *الإطار التنظيمي*

فيما يتعلق باللوائح، أشارت شركة أكواميد ومديرو المحطة إلى أن هناك مشروعًا أوليًا تنفذه هيئة حوض نهر سيغورا يهدف إلى ربط جميع محطات تحلية المياه. وقد صُمِم هذا المشروع بهدف معالجة القضايا المتعلقة بالتنظيم وسعة التخزين من خلال استخدام البنية التحتية الهيدروليكية الحالية بعد النقل.

بالإضافة إلى ذلك، فإن أكواميد ليست مسؤولة عن تشغيل وصيانة أنابيب التوزيع التي تنقل المياه إلى نقاط الاستهلاك خارج نقاط التسليم إلى الري. ويتمثل التزامهم الأساسي في توفير الكمية الشهرية المتفق عليها من المياه بناء على قدرة كل محطة تحلية للمياه. وبالتالي، فإن أي طلب يتجاوز هذا الحجم غير مضمون.

علاوة على ذلك، لا تتعامل أكواميد مع دمج المياه المحلاة في أنظمة التوزيع العامة التي تنطوي على مصادر مياه متعددة. ويقترحون أن بناء العناصر التنظيمية يمكن أن يكون حلا قابلاً للتطبيق إذا اعتبرت هذه العناصر مربحة، مع مراعاة تكاليف الاستثمار ومصلحة المستخدم. ومع ذلك، تؤكد أكواميد أنها تقتصر على إجراءاتها المتعاقد عليها ولن تتحمل تكاليف البناء والتشغيل للعناصر التنظيمية إلا إذا كانت هناك اتفاقات، على الرغم من وجود بنية تحتية أخرى تديرها كيانات مختلفة.

- *معايير جودة المياه*

وفيما يتعلق بمعايير جودة المياه للمياه المحلاة، تم تقييم ثلاث قضايا رئيسية: الموصلية، وتركيز البورون، وتدابير الإدارة. أنشأت معظم مجتمعات الري أنظمة مراقبة الجودة التي تراقب المعلمات مثل الموصلية مع تحليلات أسبوعية، أو نصف أسبوعية. تقع مستويات التوصيل المبلغ عنها للمياه المحلاة ضمن النطاقات المقبولة، إذ تتراوح قيم محطات أكواميد بين 200-500 ميكروسيمنز/ سنتيمتر في توريفيخا، و400-600 ميكروسيمنز/ سنتيمتر في فالدينتيسكو، و500-900 ميكروسيمنز/ سنتيمتر في اغويلاس-جوادالنتين. تُصنف غالبية مجتمعات الري جودة المياه المحلاة على أنها جيدة، أو جيدة جدا، حيث نادرا ما تتجاوز مستويات التوصيل عتبة 1300 ميكروسيمنز/ سنتيمتر التي تعتبر مناسبة لمعظم المحاصيل. كما هو موضح في الجدول التالي.

في حين أن تركيز البورون في المياه المحلاة لا ينظر إليه عموما على أنه إشكالي، فقد واجهت بعض المجتمعات مشاكل. في لوركا، تجاوز تركيز البورون أحيانا 0.5 مجم/ لتر، مما تسبب في صعوبات لمحاصيل الحمضيات. وقد أشار أكواميد إلى شروط العقد التي تسمح بما يصل إلى 1 مجم/ لتر من البورون. كما عانت مجتمعات أخرى، مثل بولبي وبويرتو لومبيرارس من مشاكل متعلقة بالبورون، مما دفعها إلى خلط المياه المحلاة مع مصادر المياه الأخرى لتقليل مستويات البورون.

من المهم التأكيد على أن معظم مجتمعات الري تعتقد أنه لا توجد حاجة إلى معالجة إضافية للمياه المحلاة قبل الاستخدام. ومع ذلك، باستثناء حالات قليلة، فإنها تخلط المياه المحلاة مع مصادر المياه الأخرى لتحسين جودة المياه بشكل عام، واستخدام الموارد التقليدية المتاحة، وخفض التكاليف. وتعقد هذه الممارسة إمكانية طلب نوعية مياه محددة من محطات تحلية المياه المصممة خصيصا لتلبية احتياجات المحاصيل، لأنها ستتطلب أحواض ري ذات صفات مائية متفاوتة ويحتمل أن تزيد من تكاليف الإنتاج. فقط عدد قليل من المجتمعات تفكر في طلب صفات مائية محددة، مع الاهتمام الذي يعتمد في المقام الأول على الممارسات القائمة، أو المخاوف بشأن مستويات البورون إذا كانت المياه المحلاة هي مصدرها الوحيد.

في النهاية، يمكن الوصول إلى العديد من الخصومات مما يسمح بتكرار التجربة بشكل فعال. علاوة على ذلك، يعد ضمان شفافية العقود أمرا بالغ الأهمية. يجب أن تكون الاتفاقيات عادلة ومرنة ويتم الكشف عنها بالكامل قبل التوقيع. وهذا يتجنب الشروط الصارمة ويعزز الثقة بين مجتمعات الري وكيانات الإدارة. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي تشجيع التفاوض الجماعي من خلال الهيئات التمثيلية بالنظر إلى أن الاتفاقات الموحدة تضمن التوازن وتمنع المجتمعات الفردية من مواجهة شروط غير مواتية، مما يعزز العدالة ووحدة العمل.

علاوة على ذلك، فإن معالجة المشكلات الفنية مثل سعة التخزين والصيانة أمر ضروري إلى جانب ضمان عمل البنية التحتية بكفاءة يساعد على منع الاضطرابات وعدم الرضا بين المستخدمين. التواصل الجيد بين موظفي محطة تحلية المياه والمستخدمين أمر حيوي. الاتصال المباشر والمتجاوب يقوي الثقة ويعزز الإدارة العامة.

من الضروري تسليط الضوء على أن هيكل التكلفة المرن مهم أيضا. يتجنب التسعير القائم على الاستخدام الفعلي عدم الرضا عن الرسوم الثابتة للخدمات غير المستخدمة، مما يؤدي إلى رضا المستخدم بشكل أفضل. وأخيرا، يمكن أن يساعد الحد من البيروقراطية وإشراك السلطات المحلية في التوسط في المفاوضات وضمان الشفافية، وتعزيز تعاون أكثر سلاسة بين أصحاب المصلحة.

تاسعًا: التوصيات والآفاق المستقبلية

أ. التوصيات الفنية والمالية

يتطلب النهوض بمشاريع تحلية المياه لأغراض الزراعة اتباع نهج استراتيجي يركز على زراعة المحاصيل عالية القيمة، والتي تقدم عوائد مالية كبيرة لكل وحدة من المياه المستخدمة. وتُعد المنتجات البستانية مثل الخضروات والزهور ونباتات الزينة وكروم العنب وفواكه الأشجار مناسبة بصورةٍ خاصة للمياه المحلاة نظرًا لقيمتها السوقية الأعلى، ما يبرر التكاليف المرتبطة بها. وعلى النقيض من ذلك، تُعد المحاصيل مثل القطن والأرز والسكر، والتي تحتاج المزيد من المياه وتقدم عوائد اقتصادية أقل، مرشحين أقل مثالية لتحلية المياه.

ولقد ظهرت الصوبات الزراعية بوصفها بيئة زراعية موصى بها للغاية للمحاصيل عالية القيمة تلك. وتيسر الصوبات الزراعية الاستخدام الأكثر كفاءة للمياه وتعزز فوائد المياه المُحلاة وذلك من خلال توفير بيئة مُحكمة. وتُعد محاصيل مثل الطماطم والبطاطس والباذنجان والفلفل والبطيخ والشمام والخيار والقرع الصيفي مناسبة تمامًا لظروف الصوبات الزراعية، ما يحقق أقصى استفادة ممكنة من المياه المُحلاة.

عند تقييم خيارات المياه المُحلاة، تبرز تحلية المياه المالحة باعتبارها حلًا أكثر فاعلية من حيث التكلفة مقارنةً بتحلية مياه البحر؛ إذ عادةً ما تكون تكلفة المياه المالحة حوالي ثلث تكلفة تحلية مياه البحر، ما يجعلها خيارًا اقتصاديًا للاستخدامات الزراعية. ومع ذلك، فمن المهم إدارة مصادر المياه المالحة المحلية بعناية نظرًا لكون المياه الجوفية ليست متجددة مثل مياه البحر.

إن اعتماد تقنيات الأغشية المتقدمة، مثل التناضح العكسي والتحليل الكهربائي، والتي تعمل بأنظمة كهروضوئية يوفر حلولًا فعالة ومستدامة لتحلية المياه الزراعية. وتمثل هذه التقنيات، خاصة عند دمجها مع مصادر الطاقة المتجددة، أكثر الطرق المتاحة فاعلية.

ومن الناحية المالية، فإن اعتماد نموذجًا متوازنًا يجمع بين مشاركة القطاعين العام والخاص أمرًا حيويًا لنجاح مشاريع تحلية المياه؛ إذ يوفر دعم القطاع العام ضمانات أساسية للمشروع ويقلل من المخاطر، بينما توفر مشاركة القطاع الخاص الكفاءة والابتكار. وتُعد الشراكة بين القطاعين العام والخاص في عقود البناء والتشغيل والنقل طويلة الأجل فعالة على نحوٍ خاص، ما يسمح للبلديات والمرافق بتحويل المخاطر المالية إلى جهات خاصة، ومن ثمّ ضمان الاستدامة طويلة الأجل والجدوى المالية.

وفيما يخص حجم المحطة، فإنه يُفضل محطات تحلية المياه الكبيرة عمومًا نظرًا لفوائدها، ومنها مشاركة القطاع العام، وتحسين الاستفادة من التمويل، وتقليل تحديات التشغيل والصيانة. كما أن اختيار الموقع أمر بالغ الأهمية؛ إذ يجب إعطاء الأولوية للمواقع الساحلية القريبة من مراكز الطلب الرئيسية ذات الخيارات الآمنة للتخلص من المياه المالحة. وعلاوةً على

ذلك، يعد اختيار المواقع ذات المخاطر الأقل من حيث الوقود الحيوي والتلوث، والاستفادة من البنية التحتية البحرية القائمة، وإعداد المنشآت لمواجهة الكوارث الطبيعية، أمرًا حيويًا لضمان كفاءة مشاريع تحلية المياه ومرونتها.

ب. التوصيات البيئية: الاستراتيجيات المستدامة الناشئة

تقدّر العديد من تقييمات دورة الحياة البيئية أن استخدام المياه المُحلاة للري يؤدي إلى ارتفاع الآثار البيئية في عدة فئات مثل الاحتباس الحراري واستخدام الطاقة وجودة التربة والسمية البيئية المائية. وغالبًا ما يؤدي هذا إلى تعزيز السلطات المسؤولة عن الموارد المائية لإدارة الطلب على المياه، أي تجنب السحوبات غير القانونية وتقليل التسرب في شبكات مياه الشرب، أو الري وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي. وإذا لم يُكتف بتلك التدابير، تشجع السلطات تغيير الاستخدامات الحالية، مع إعطاء أولوية واضحة لتزويد المدن، أو إعادة تغذية طبقات المياه الجوفية، وربما تقييد تسليم المياه للزراعة (منظمة الأغذية والزراعة، 2024).

وفي هذا السياق، هناك العديد من الاستراتيجيات المستدامة الناشئة للتخفيف من تبعات تحلية المياه إلى جانب تقنيات المعالجة المتقدمة. (منظمة الأغذية والزراعة، 2024) بما في ذلك ما يلي:

- تقليل النفايات: يتضمن ذلك تقليل حجم النفايات السائلة المالحة التي تنتجها الصناعات ومحطات تحلية المياه. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تحسين المعالجة، وفصل النفايات، وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي.
- التصريف الخالي من السوائل: هي عملية معالجة تهدف إلى إنتاج تيار نفايات صلبة، أو مركزة دون أي تصريف سائل. ويمكن تحقيق ذلك من خلال عمليات الفصل الغشائي، والتبخر، والتبلور.
- استعادة الموارد: يتضمن ذلك استعادة المواد القيمة من النفايات السائلة المالحة، مثل الأملاح والمعادن والمواد الغذائية. ويمكن القيام بذلك من خلال عمليات مثل التبلور والتبخر والاستخلاص الكهربائي.
- التكامل مع مصادر الطاقة المتجددة: يمكن أن يؤدي استخدام مصادر الطاقة المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لتقليل الأثر البيئي لمعالجة النفايات السائلة المالحة.

ج. التوصيات السياسية والاجتماعية

ينبغي وضع أطر قانونية وتشريعية وتنظيمية شاملة لتعزيز تطوير مشاريع تحلية المياه للاستخدامات الزراعية. ويجب تشجيع البحث المتقدم في مجال تقنيات تحلية المياه الزراعية، مع التركيز على توطين كل من التقنيات وعمليات التصنيع. وعلاوةً على ذلك، فمن الضروري تقديم الدعم المالي وبرامج الحوافز لمساعدة صغار المزارعين (العبري، 2022)، كما وينبغي إنشاء منتدى لأصحاب المصلحة لتسهيل تبادل المعرفة وأنشطة بناء القدرات وتحديد الأولويات للمبادرات ذات الصلة. ويعد توفير الخبرة وتعزيز أفضل الممارسات التي تشجع المزارعين على اعتماد مصادر المياه غير التقليدية للري أمرًا حيويًا، بل ويجب أن تتاح الاستفادة من المياه المحلاة للجميع، وليس فقط لكبار المزارعين، بل أيضًا لصغار المزارعين، أو مجموعات المزارعين الصغار الذين يمكنهم التعاون لتقاسم وحدة تحلية المياه لتلبية احتياجاتهم من الري. ويُطبق تطبيق هذا النهج بالفعل في المنطقة العربية، كما هو الحال في مدينة المهدية في تونس. وأخيرًا ينبغي تمكين القطاع الخاص في مساعدة صناع القرار الرئيسيين في التخطيط لمشاريع تحلية المياه، وضمان تقييم تلك المبادرات تقييمًا شاملًا، مع مراعاة آثارها الاقتصادية والبيئية والاجتماعية (منظمة الأغذية والزراعة، 2024).

ويمكن أن تصبح مشاريع تحلية المياه للاستخدامات الزراعية، من خلال تنفيذ هذه التوصيات، مجدية على نحوٍ أكبر من الناحية الاقتصادية، والاستدامة البيئية والتكامل الأوسع نطاقًا مع الاستراتيجيات الزراعية واستراتيجيات إدارة المياه.

خاتمة

تهدف هذه الدراسة إلى بحث فرص استخدام مياه البحر المُحلاة في ري الأراضي الزراعية والتحديات والمخاوف المرتبطة بها، ونتيجةً لذلك، تعد تقنية تحلية المياه حلًا واعدًا لمواجهة تحديات ندرة المياه التي تواجهها المنطقة العربية في سياق التنمية الزراعية على وجه التحديد. ومع استنفاد مصادر المياه العذبة التقليدية على نحوٍ متزايد، يمكن لاعتماد تقنيات تحلية المياه أن يوفر مصادر إمداد مياه موثوقة ومستدامة لأغراض الري. ولا يعزز ذلك الإنتاج الزراعي فحسب، بل يساهم أيضًا في الأمن الغذائي في منطقة تعتمد اعتمادًا كبيرًا على الزراعة في اقتصادها وسبل العيش فيها.

يتطلب النجاح في تطوير مشاريع تحلية المياه للاستخدامات الزراعية اتباع نهج متعدد الأوجه يركز على المحاصيل ذات القيمة العالية وطرق الزراعة الفعالة. ويمكن تبرير التكاليف المرتفعة للمياه المُحلاة من خلال التركيز على محاصيل مثل الخضروات والزهور والفواكه، والتي تنتج عوائد مالية أكبر. كما أن الزراعة في الصوبات الزراعية، التي تعزز كفاءة استخدام المياه، تزيد من جدوى استخدام المياه المُحلاة في الزراعة. وعلاوةً على ذلك، ثبت أن تحلية المياه المالحة أكثر فاعلية من حيث التكلفة من تحلية مياه البحر، خاصة عندما تُقترن بتقنيات الأغشية المتقدمة مثل التناضح العكسي والتحليل الكهربائي التي تعمل بالطاقة المتجددة. ويمكن لهذه التقنيات، إلى جانب الاستعانة بنموذج تمويل متوازن يضم القطاعين العام والخاص، ضمان الاستدامة المالية لمشاريع تحلية المياه.

ومن الناحية الاقتصادية، وعلى الرغم من التكاليف المتفاوتة للمياه المُحلاة- التي تتراوح من 2.50 دولار أمريكي إلى 0.50 دولار أمريكي لكل متر مكعب لتحلية مياه البحر ومن 2.00 دولار أمريكي إلى 0.60 دولار أمريكي لكل متر مكعب لتحلية المياه المالحة – فإن التطورات المُنتمزة في تقنيات الأغشية وأنظمة استعادة الطاقة خفضت هذه التكاليف انخفاضًا كبيرًا. ونتيجةً لذلك، أصبحت المياه المُحلاة أكثر تنافسية للاستخدام الزراعي. وبعبارة أخرى، في حين أن المياه المُحلاة ما تزال أكثر تكلفة من المصادر التقليدية، فإن فوائدها البيئية والاجتماعية والاقتصادية تجعلها خيارًا جذابًا. ويمكن أن تساعد في تقليل الاعتماد على الموارد المائية غير المتجددة، ومنع الهجرة الريفية، ودعم إنتاج المحاصيل عالية القيمة، ما يبرر التكاليف الأعلى. وعلاوةً على ذلك، فتوفر الشراكة بين القطاعين العام والخاص في العقود طويلة الأجل نموذجًا للتسليم قابلًا للتطبيق، إذ تنتقل المخاطر المالية وتعزز الاستدامة طويلة الأجل.

وعلاوةً على ذلك، يُفضل استخدام المحطات الكبيرة بسبب كفاءتها التشغيلية ودعم القطاع العام، بينما يعد اختيار موقع بالقرب من المناطق الساحلية ذات الخيارات الآمنة للتخلص الآمن من المياه المالحة والمخاطر البيئية المنخفضة أمرًا حاسمًا للنجاح على المدى الطويل. ولا يمكن تحقيق ذلك إلا من خلال التقييم المستمر للأثر البيئي لعمليات تحلية المياه، وضمان تنفيذها جنبًا إلى جنب مع ممارسات إدارة المياه الفعالة. ومن خلال الاستثمار في تقنيات تحلية المياه المبتكرة والممارسات الزراعية المستدامة، يمكن للمنطقة العربية الاستفادة الفعالة من مواردها الساحلية وتعزيز المرونة الزراعية وتأمين مستقبل أكثر استدامة لقطاعها الزراعي. وبالإضافة إلى ذلك، يمثل التعاون بين الحكومات والقطاع الخاص والمجتمعات المحلية أمرًا حاسمًا في صياغة

سياسات تدعم تلك المبادرات ومعالجة التحديات المحتملة مثل استهلاك الطاقة والتخلص من المياه المالحة. كما يمكن أن تؤدي برامج التعليم والتوعية إلى تمكين المزارعين من اعتماد هذه التقنيات والممارسات الجديدة، ما يعزز ثقافة الاستدامة التي تعود بالنفع على البيئة والاقتصادات المحلية. ولا يعزز هذا النهج الشامل الأمن الغذائي فحسب، بل يساهم أيضًا في الاستقرار الاقتصادي العام للمنطقة، ما يمهد الطريق لمشهد زراعي أكثر صمودًا.

تهدف نتائج هذه الدراسة إلى دعم الجهود المستقبلية في معالجة مخاوف مجتمعات الري، مع التركيز على العوامل والحواجز الرئيسية، بما يشمل نماذج مختلفة لتحلية مياه البحر، وتسعير المياه، واستهلاك الطاقة، وقيود سعة التخزين، والمسائل التنظيمية، والآثار البيئية. ويمثل التغلب على هذه العقبات أمرًا حيويًا في تحويل التحديات الحالية إلى أفضل الممارسات لاستخدام التحلية وإدارتها. ومن ثم، فإن دمج التحلية بوصفها عنصرًا رئيسيًا في الممارسات الزراعية المستدامة يساهم في الأمن المائي والتنمية الاقتصادية.

مراجع

ج. الخرّاز (2020). تحلية المياه باعتبارها بديل للتخفيف من ندرة المياه والتكيف مع تغير المناخ. البرنامج الإقليمي لأمن الطاقة وتغير المناخ. أكدال – الرباط: مؤسسة كونراد أديناور. اطُلع عليه بتاريخ 15 يوليو 2024، عبر: www.kas.de/remena.

أ. المهدي (2022). مياه الصرف الصحي وتحلية المياه باعتبارها فئة أصول جديدة مع تمويل المياه المناخي. صندوق المناخ الأخضر. اطُلع عليه بتاريخ 13 يوليو 2024.

ت. هـ. قطيشات، ع. ك آل كرابليه، أ. ز سلمان، م. أ طبيه، هـ. ف القضاة، ن. مدر (12 ديسمبر 2016). تحليل اقتصادي لتحلية المياه المالحة المستخدمة في الري في وادي الأردن. التحلية ومعالجة المياه. اطُلع عليه بتاريخ 31 أغسطس 2024، عبر: https://pdf.sciencedirectassets.com/785634/1-s2.0-S1944398617X72007/1-s2.0-S1944398624131207/main.pdf?X-Amz-SecurityToken=IQoJb3JpZ2luX2VjEF4aCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIGDk4xo9hG1kcqsg%2FK5Hd1M5Dq2fu%2BUVtFnLutBuq%2FBXAiAeDLi%2wFjDLwGOhdGG%2BuK7Tk7VASMAL25qsj7o.

س. ريكارت، ر. فيلار نافاسكويس، س. م جيل جيرادو، أ. ريكو أموروس، أ. أراهويتيس (15 أبريل 2020) طريقة مد فجوة مياه البحر المحلاة لري الزراعة، سلوكيات المواجهة بين المديرين والمزارعين في أليكانتي ومورسيا (إسبانيا). المياه. اطُلع عليه بتاريخ 5 أغسطس 2024.

ج. ر. زيولكوفسكا، ر. ريبس، (4 مايو 2016). التحليل الجيومكاني لتحلية المياه في الولايات المتحدة: أداة تفاعلية للتقييمات الاجتماعية واقتصادية ودعم القرار. الجغرافيا التطبيقية. نظام معرف الكائن الرقمي https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.04.013

م. العبري (2022). تحلية المياه في المنطقة العربية: الوضع والتحديات والآفاق. القاهرة: منظمة الأغذية والزراعة.اطُلع عليه بتاريخ 4 أغسطس 2024.

م. ت النوري، س. ك. غريفز، (2013). نمذجة سلسلة التوريد لتحلية المياه وتحسينها. ورش عمل هندسة البيانات (المؤتمر الدولي لورش عمل هندسة البيانات). بريسبان، كوينزلاند، أستراليا: معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات. نظام معرف الكائن الرقمي: 10.1109، المؤتمر الدولي لورش عمل هندسة البيانات 2013.6547447

ك. م عامر، ز. عديل، ب. بوير، ب، و. صالح (المحررون). (2016). علاقة الترابط بين المياه والطاقة والأمن الغذائي في المنطقة العربية. (الطبعة المصورة). مجلة سبرينغر، 2016. اطُلع عليه بتاريخ 24 يوليو 2024.

هـ. عواد، ع. منصور، م. أكرمي، إ. س. فتح، أ. جفادي، أ. نجم (15 سبتمبر 2020). توفر تحلية المياه وجدواها باعتبارها مصدر غير تقليدي للري الزراعي في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا: مراجعة. الاستدامة. اطُلع عليه بتاريخ 24 يوليو 2024.

ج. م بلتران، س. كو-أوشيما (2004). تحلية المياه لاستخدامات الزراعة. روما: منظمة الأغذية والزراعة. اطُلع عليه بتاريخ 13 يوليو 2024.

بلاك ريدج. (17 أكتوبر 2023). ما عقد الهندسة والمشتريات والبناء؟ إليك كل ما تحتاج معرفته. اطُلع عليه بتاريخ 25 أغسطس 2024، عبر بلاك ريدج للأبحاث: https://www.blackridgeresearch.com/blog/what-is-an-epc-contract

س. بيرن، م. هوانج، د. زارزو، ف. أوليونياك، إي. كامبوس (2 مارس2015). تقنيات التحلية – مراجعة لفرص التحلية في الزراعة. التحلية. اطُلع عليه بتاريخ 17 يوليو 2024 عبر: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916415000600

إ. داغاري، (2022). تحلية المياه والزراعة. م. وكيل شهزاد، ج. ديكسون، جب.ب. باراسي، ب. ب. شو، وي. جيانغ (المحررون)، مسارات تحلية المياه الفعالة وتحدياتها. إنتك أوبن، نظام معرف الكائن الرقمي: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100197

إ. داغاري، م. ر الزروق، س. موانداء، ج. ر كومباني، س. كنزار، أ. بن ميمون، (2021). جدوى تحلية المياه لاستخدامات الري: دراسة حالة المنطقة الساحلية المروية بديار الحجاج، تونس. إمدادات المياه. نظام معرف الكائن الرقمي 10.2166/ws.2020.218

هـ. البلقاسمي، ر. بوتي، (2023). تقييم النموذج التجاري لمحطة تحلية المياه على ساحل أغادير، المغرب. جامعة ابن زهر، أغادير. اطُلع عليه بتاريخ 29 يوليو 2024.

ج. الخرّاز، (2024). تحلية المياه للزراعة: الاستدامة الاقتصادية والتمويل. اطُلع عليه بتاريخ 16 يوليو 2024.

ر. الصلح، (2015). صلة الترابط بين المياه والطاقة المائي في المنطقة العربية. اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا بيروت: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا. اطُلع عليه بتاريخ 2 أغسطس 2024.

س. الغزيزل، م. طاحيكت، د. الضيبا، أ. الميداوي، م. تاكي، م. (4 يونيو 2021). تحلية المياه في المغرب: الوضع والآفاق. تحلية المياه ومعالجتها، 13. اطُلع عليه بتاريخ 20 يوليو 2024، عبر: www.deswater.com

منظمة الأغذية والزراعة (2022). تحلية المياه في المنطقة العربية: الوضع والتحديات والآفاق. المكتب الإقليمي للشرق الأدنى وشمال أفريقيا، منظمة الأغذية والزراعة. اطُلع عليه بتاريخ 19 يوليو 2024، عبر: https://www.aoad.org/Mini%20Fifth%20Meeting/3-1%20Water%20Desalination-done/Desalination%20in%20the%20Arab%20region%20Status%20Challenges%20and%20Prospects%20EN%20Final.pdf

(2024) تحلية المياه لتنمية الزراعة: معالجة الفرص والتحديات في سياق تغير المناخ وسوق السلع الزراعية العالمية. منظمة الأغذية والزراعة، روما. اطُلع عليه بتاريخ 14 يوليو 2024.

فاستر كابيتال (2024) تمويل مشاريع تحلية المياه الكبرى. اطُلع عليه بتاريخ 23 أغسطس 2024 عبر فاستر كابيتال: https://fastercapital.com/services/Financing-for-Big-Scale-Desalination-Projects.html

س. جورجيان، (2020). تطبيقات الأنظمة الكهروضوئية في تقنيات تحلية المياه. في تحويل الطاقة الشمسية الكهروضوئية. التقنيات والتطبيقات والآثار البيئية (ص 237-274). اطُلع عليه بتاريخ 29 يوليو 2024.

ج. هربر، (18 فبراير 2024). ثمن تحلية المياه: عوامل وحلول لجعل تكلفة المياه النقية في المتناول. اطُلع عليه عبر: https://medium.com/@desalter/price-of-desalination-factors-and-solutions-for-making-clean-water-more-affordable-1a4957803570

ج. هربر، (12 مارس 2024) السعر الحقيقي للمياه المُحلاة: ما سعر المياه المُحلاة وكيف يقارن بمصادر المياه النقية الأخرى؟ اطُلع عليه بتاريخ 24 أغسطس 2024 عبر: https://medium.com/@desalter/what-is-the-price-of-desalinated-water-and-how-does-it-compare-to-other-sources-of-clean-water-02f20a7b64fb

ت.، هومبليك، ج. لي، أ. فيلمان، ف. رحمن (17 يونيو 2011). استخدام المواد ذات البنية النانومترية لتحلية المياه. اطُلع عليه بتاريخ 15 يوليو 2024، عبر: stacks.iop.org/Nano/22/292001

س. لاتمان، م. كينيدي، ج. س شيبيرز، ج. أيمي (2010). الوضع العالمي لتحلية المياه. في مجلة العلوم والهندسة المستدامة، المجلد 2. إلزفير. نظام معرف الكائن الرقمي: 10.1016/S1871-2711(09)00202-5

إي. ماجوم، (12 يوليو 2024). الشركة الفرنسية أوزموسون تنشئ أول وحدة لتحلية المياه في المغرب لخدمة الزراعة. أفريك 21. اطُلع عليه بتاريخ 18 يوليو 2024، عبر: https://www.afrik21.africa/la-francaise-osmosun-installe-sa-1ere-unite-de-dessalement-au-maroc-pour-lirrigation/

ب.، مونتانو، م. غارسيا لوبيز، ج. ملغاريجو. (19 يوليو 2021). الجدوى المالية والقانونية لمشروع تحلية المياه. التحلية. نظام معرف الكائن الرقمي: https://doi.org/10.1016/j.desal.2021.11523

ك. ن. بيريز، (26 مارس 2024) تحلية المياه في المغرب :تلبية احتياجات المياه في منطقة تعاني من ندرة المياه .مجلة المياه النكية .اطُلع عليه بتاريخ 18 يوليو 2024 عبر: https://smartwatermagazine.com/news/smart-water-magazine/desalination-morocco-meeting-water-demands-a-water-scarce-region#:~:text=Desalination%20in%20Morocco%3A%20meeting%20water%20demands%20in%20a%20water%2Dscarce%20region,-Smart%20Water%20Magazine&text=

أ. سانتيني، أ. دي فونزو، إ. غيامبيتيري (18 مايو 2023). خطوة نحو الاستدامة في استخدام المياه: تطبيق نموذج أعمال لخدمات استشارات الري. الزراعة. اطُلع عليه بتاريخ 29 يوليو 2024.

إ. سولا، سي أ سايز، ج. لويس سانشيز-ليزاسو (4 أكتوبر 2021) تقييم المتطلبات البيئية والاجتماعية الاقتصادية لتحسين تطوير تحلية المياه. الإنتاج الأنقى. اطُلع عليه بتاريخ 7 أغسطس 2024 عبر: https://pdf.sciencedirectassets.com/271750/1-s2.0-S0959652621X00364/1-s2.0-S0959652621034818/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEBwaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIELLEtdr3dZzYlsFjloQFh5PH9AQV381rZNgL1J16XosAiBnKAsDLCTz2FkUhA8yS18pvflQ%2BO3CAeJqOTz5EmRZmS

ج. سترلينغ (13 مارس 2023) .لتحلية المياه فوائد اجتماعية – وتكلفة أيضًا. اطُلع عليه بتاريخ 27 أغسطس 2024، من مجلة العلوم والتكنولوجيا بجامعة خليفة: https://kustreview.com/desalination-has-social-benefits-and-costs-too/#:~:text=Local%20employment%20opportunities%20during%20the,of%20sourcing%20and%20carrying%20water.

و. صويلح، د. جونسون، ن. هلال. (28 مايو 2020). تحلية المياه بالأغشية وإعادة استخدام المياه في الزراعة: أحدث التطورات والتوقعات المستقبلية. تحلية المياه، 20. اطُلع عليه بتاريخ 16 يوليو 2024، عبر: www.elsevier.com/locate/desal

البنك الدولي (2012). تحلية المياه بالطاقة المتجددة: حل ناشئ لسد الفجوة المائية في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. واشنطن العاصمة. اطُلع عليه بتاريخ 8 أغسطس 2024.

م. ت وديارتي، ج. هارتونو، هندایاني، ز. ب روخيمة، س. ي. كوسوما (1 مايو 2023). تطبيق نموذج الأعمال بادا أود ماكمور ماندیري. اطُلع عليه بتاريخ 31 أغسطس 2024 عبر: file:///E:/Desalination%20project_FAO/Implementasi%20business%20model%20canvas%20pada%20ud%20makmur%20mandiri.pdf

ج. ويليامز، ر. بيفريدج، ب. ل. مايو، (2023). المياه غير التقليدية: فهم نقدي لتحلية المياه وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي. بدائل المياه، 429-.443 اطُلع عليه بتاريخ 31 أغسطس 2024 عبر: https://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol16/v16issue2/714-a16-2-15/file#:~:text=Desalination%20and%20wastewater%20reuse%2C%20in%20particular%2C%20are%20routinely%20presented%20as,least%2C%20increase%20agricultural%20yields%20while

ي. يرمياهو، أ تال، أ. بن غال، أ. بار تال، ج. تارخيتسكي، د. لاهاف (2007). إعادة النظر في جودة المياه المُحلاة والزراعة. العلوم البيئية. اطُلع عليه بتاريخ 25 يوليو 2024.

د. زارزو (2012). تحلية المياه لأغراض الزراعة: إسبانيا كدراسة حالة. الجمعية الإسبانية لتحلية المياه وإعادة استخدامها، أمستردام. اطُلع عليه بتاريخ 16 يوليو 2024.

مرفق 5

برنامج تدريبي توعوي حول الاستخدام الآمن للحمأة المعالجة في الزراعة: الإدارة وتدابير السلامة

مسودة تقرير للنقاش خلال الاجتماع السادس للجنة الفنية المشتركة

رفيعة المستوى للمياه والزراعة المنعقد بتاريخ 16 أكتوبر 2024

المحتوى

مقدمة حول الدورة 3

الفئة المستهدفة 3

هدف الدورة 3

المخرجات المقصودة للدورة 3

اطار الدورة وعدد المشاركين 4

اللقاءات الفردية 5

معايير الترشيح للمشاركة في الدورة التدريبية 6

نتائج النقاش وتوصيات المشاركين 6

الفرص والتحديات والسبل والآفاق 7

الفرص 8

التحديات 8

السبل والآفاق 9

تقييم التدريب 10

الملاحق 11

ملحق رقم 1: برنامج الدورة التدريبية 12

ملحق رقم 2: نتائج التقييم 15

مقدمة حول الدورة

في إطار دعم الأمانة الفنية المشتركة للاجتماع المشترك بين وزراء المياه ووزراء الزراعة العرب في تنفيذ توصية اللجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة والمتعلقة بتعبئة الموارد لتطوير وتنفيذ برنامج تدريبي توعوي حول الاستخدام الآمن للحمأة في الزراعة، قامت الفاو بتنظيم برنامج تدريبي من أجل بناء القدرات حول استخدام الحمأة المعالجة في الزراعة. شمل البرنامج ثلاث دورات متشابهة، بحيث استهدفت كل دورة مجموعة من الدول العربية بشكل منفصل، وكانت مدة كل منها ستة أيام.

قدّمت الدورة على وجه التحديد مفهوم الحمأة كمورد لتحسين خواص التربة وتدوير العناصر الغذائية الموجودة في الحمأة في الزراعة ضمن الاطار العام لمفهوم الاقتصاد الدائري، تم استعراض أنواع وخواص وكميات الحمأة، طرق معالجة الحمأة، اللوائح والمعايير المعتمدة محليا وعالميا لاستخدام الحمأة في الزراعة، الابعاد الاجتماعية والتقنية والبيئية لتطبيق الحمأة على الأراضي الزراعية، مشاركة التجارب والخبرات في الدول العربية في إدارة الحمأة والتخلص منها على الأراضي الزراعية، إدارة تطبيق الكتلة الحيوية على الأراضي الزراعية شاملا النقل والتخزين وكميات الحمأة المطبقة على الأراضي الزراعية وفقا لكميات المغذيات وتحديدا أشكال النيتروجين ومحددات المعادن الثقيلة الموصى بها كمتطلبات لضمان حماية الصحة العامة.

تم اعداد المادة التدريبية باللغتين العربية والانجليزية، وتم تزويد المتدربين بتلك المادة اضافة لتسجيل المحاضرات عبر منصة زووم.

الفئة المستهدفة

إستهدف البرنامج التدريبي الكوادر الفنية في وزارات وسلطات المياه والزراعة الذين يعملون في مجال إدارة مياه الصرف الصحي، وتحديداً أولئك الذين يعملون في مجالات إدارة الحمأة.

هدف الدورة

تعزيز معارف ومهارات المشاركين وزيادة وعيهم حول أحدث إجراءات معالجة وإدارة الحمأة المعالجة وتدابير السلامة وخاصة إعادة استخدامها في الزراعة. و قد تم تحقيق هذا الهدف من خلال المواضيع التي تم تداولها كما هو مبين في جدول برنامج الدورة التدريبية حول استخدام الحمأة على الأراضي الزراعية (ملحق رقم 1).

المخرجات المقصودة للدورة

بعد الانتهاء من هذه الدورة، يتوقع أن يكون المشاركون قد أصبحوا قادرين على:

- وصف أنواع الحمأة وكمياتها وخصائصها.
- حساب كميات الحمأة المنتجة.
- وصف تقنيات معالجة الحمأة.

- وصف فئات إعادة استخدام الحمأة.
- تعريف المتطلبات الخاصة لكل فئة من فئات الحمأة المعالجة للأغراض الزراعية.
- تحديد التقنيات المناسبة لمعالجة الحمأة المتعلقة بفئة الحمأة المطلوبة بناءً على متطلبات إعادة الاستخدام الزراعي.
- تحديد الجوانب الاجتماعية والبيئية لاستخدام الحمأة على الأراضي الزراعية.
- حساب كميات العناصر الغذائية المتوفرة في الكتلة الحيوية للنباتات.
- حساب كميات الحمأة لتطبيقها على الأراضي الزراعية.
- تطبيق قواعد وأنظمة ومتطلبات استخدام الحمأة في الزراعة.

اطار الدورة وعدد المشاركين

أعطيت الدورة ثلاث مرات (جدول 1)، بحيث كان عدد الدول المشاركة في كل دورة كما هو مبين في الجداول رقم 1 و 2، والهدف من تحديد عدد المشاركين في كل دورة هو تعزيز التفاعل بين المشاركين وتسهيل عملية النقاش من أجل تبادل المعرفة والخبرات.

جدول 1: الجدول الزمني للدورات التدريبية لكل مجموعة والدول الاعضاء في كل مجموعة وعدد المشاركين كما تم ترشيحهم من قبل الدول

المجموعات	الدول	فترة التدريب	ايام التدريب في الاسابيع	عدد المرشحين	عدد المشاركين
مجموعة رقم 1	موريتانيا، المغرب، الجزائر، تونس، ليبيا ومصر	06/24-07/03	الاسبوع الأول: 24-25-2024/06/26 الاسبوع الثاني: 01-02-2024/07/03	26	21
مجموعة رقم 2	السودان، جزر القمر، دجيبوتي، اليمن، سورية، العراق، لبنان، فلسطين، الاردن	07/22-07/31	الاسبوع الأول: 22-23-2024/07/24 الاسبوع الثاني: 29-30-2024/07/31	55	34
مجموعة رقم 3	سلطنة عمان، المملكة العربية	08/05-08/14	الاسبوع الأول: 05-06-2024/08/07	36	26

	السعودية، دولة	الاسبوع الثاني: 12-	
	قطر، دولة الكويت	13-2024/08/14	
عدد المشاركين	117		81
الكلي			

اللقاءات الفردية

قبل البدأ بأي دورة، تم عقد اجتماعات خاصة مع المشاركين من كل دولة تم خلالها تقديم خلفية عن البرنامج التدريبي وشرح أهدافه ومحتواه بالاضافة الى التعارف والذي ركز على تخصص المشاركين وطبيعة الاعمال التي يقومون بها. كذلك تم الاتفاق على موعد ومحتوى مشاركة كل دولة.

جدول 2: تواريخ عقد الاجتماعات التمهيدية مع الدول وعدد المشاركين في الدورة بناء على ترشيحات كل دولة للمتدربين منها

رقم الاجتماع	الدولة	العدد	التاريخ (اليوم والساعة)
1	تونس	3	June 18·12:00 – 12:30pm
2	ليبيا	1	Wednesday, June 19·11:00 – 11:30am
3	مصر	6	Wednesday, June 19·12:00 – 12:30pm
4	المغرب	1	Wednesday, June 19·1:00 – 1:30pm
5	موريتانيا	1	Wednesday, June 19·2:00 – 2:30pm
6	الجزائر	1	Wednesday, June 19·3:00 – 3:30pm
7	السودان	2	Monday, July 15·10:00 – 10:30am
8	دجيبوتي	1	Monday, July 15·11:00 – 11:30am
9	جزر القمر	2	Monday, July 15·2:00 – 2:30pm
10	العراق	3	Tuesday, July 16·11:00 – 11:30am
11	الاردن	3	Tuesday, July 16·12:00 – 12:30pm
12	سوريا	3	Tuesday, July 16·1:00 – 1:30pm

13	لبنان	5	Wednesday, July 17·11:00 – 11:30am
14	اليمن	2	Wednesday, July 17·1:00 – 1:30pm
15	فلسطين	4	Sunday, July 21·10:00 – 11:00pm
16	عمان	4	Tuesday, July 30·2:00 – 2:30pm
17	قطر	6	Tuesday, July 30·3:00 – 3:30pm
18	السعودية	13	Wednesday, July 31·2:00 – 2:30pm
19	الكويت	2	Thursday, August 1·10:00 – 10:30am
المجموع الكلي		63	

معايير الترشيح للمشاركة في الدورة التدريبية

تستهدف هذه الدورة العاملين في قطاع إدارة مياه الصرف الصحي، وبشكل رئيسي:

- مهندسو وزارات المياه والزراعة ذوي العلاقة بموضوع إدارة الحمأة.
- مشغلو محطات المعالجة من مهندسين وفنيين ذوي خبرة عملية ومعرفة نظرية.

وأن يتوفر لدى المرشح للدورة الوقت الكافي للحضور ثلاثة أيام في الأسبوع لمدة أسبوعين.

نتائج النقاش وتوصيات المشاركين

تم خلال التدريب مناقشة الأبعاد المختلفة وبعض التحديات من وجهة نظر المشاركين والفرص المتاحة لادارة الحمأة واستخدام الحمأة المعالجة على الاراضي الزراعية، وبالاعتماد على نتائج المناقشة والتوصيات المقدمة من البلدان ، فإن أهم التحديات من وجهة نظر المشاركين والفرص هي ما يلي:

- يتم ممارسة استخدام الحمأة المعالجة في عدد من الدول العربية وبتقبل ملحوظ. لكن توجد حاجة لاجراء فحوص للتربة والنبات، وايضا التأكد من وجود نظام اداري لتوثيق الكميات والجودة المستخدمة.
- بعض الدول تستخدم نظام الجمع المشترك لمياه الصرف الصحي وتصريف مياه الامطار، مما يزيد من تراكيز المعادن الثقيلة في الحمأة، بسبب إحتواء مياه الامطار اثناء مرورها على الأسطح والطرق للمعادن الثقيلة الناتجة من المركبات وغيره، وهذا يحد من امكانية استخدام الحمأة المعالجة.

- توجد حاجة لاجراء دراسات حول الابعاد الاجتماعية-الاقتصادية وقياس تقبل المزارعين لإستخدام الحمأة المعالجة في الدول التي تستخدم وتلك التي لا تستخدم الحمأة المعالجة.
- بعض الدول العربية تسمح بالتخلص من الحمأة في البحر، والبعض الآخر يمنع ذلك. هناك حاجة لحصر الدول الممارسة لعملية التخلص من الحمأة في البحر، مع ضرورة مراجعة الالتزامات الدولية وإعادة النظر في هذا الموضوع.
- تعاني بعض الدول من مشاكل بيئية في عملية نقل الحمأة المعالجة بالشاحنات، وهناك حاجة لتطوير شاحنات النقل بحيث لا تسمح بتسرب الحمأة على الطرقات.
- تم مناقشة متطلبات تركيز واحمال المعادن الثقيلة المسموح بها وفق المتطلبات المحلية بحيث يؤخذ في الاعتبار نوع النبات المزروع ومقدرته على امتصاص المعادن الثقيلة، لذلك من المفيد مراجعة العوامل التي تتحكم بدرجة الخطورة الناتجة عن وجود المعادن الثقيلة على جودة النباتات والمحاصيل التي نتجت على أرض تم تزويدها بحمأة معالجة تحتوي على معادن ثقيلة.
- بعض الدول لا يوجد فيها لوائح تنظيمية لاستخدام الحمأة المعالجة، فهناك حاجة لإيجاد تلك التعليمات.
- هناك حاجة لمراجعة التعليمات الموجودة في الدول العربية والمقارنة بينها وتقديم النصح.
- هناك حاجة لاجراء مشاريع مشاهدة لاستخدام الحمأة على الاراضي الزراعية من أجل اجْراء قياسات على النبات والتراب وايضا لتعزيز الوعي عند المزارعين.
- هناك حاجة لقياس جودة الحمأة في بعض الدول والتي تعاني من حصول مشاكل انبعاث الروائح لدى تطبيق الحمأة على الاراضي الزراعية.
- هناك اقتراح لتشكيل أجسام مؤسسية تضم بعض الدول المجاورة والتي بينها تشابه بالبيئة والظروف الاقتصادية-الاجتماعية من أجل مشاركة واجراء تجارب مشتركة وايضا تنظيم زيارات بين تلك الدول وتبادل الخبرات.
- يوصى في عملية اختيار موقع المحطة الأخذ بعين الاعتبار قربها لأماكن تصريف واعادة تدوير المياه المعالجة و الحمأة كسماد عضوي.
- دراسة امكانية اشراك القطاع الخاص في انتاج الكتلة الحيوية (الحمأة المعالجة للاستخدام الزراعي) .
- الحاجة لاضافة مكملات من المغذيات من نيتروجين وفوسفور وبوتاسيوم بواسطة اضافة مغذيات كيميائية (السماد التجاري)، ودراسة قبول مكملات السماد في الانظمة المحلية.

الفرص والتحديات والسبل والآفاق

بناء على النقاط الواردة أعلاه المنبثقة عن النقاش مع المشاركين خلال التدريب، تبين وجود تفاوت في عملية ممارسة استخدام الحمأة المعالجة في الدول العربية، وأيضا وجود تفاوت في وجود وجودة البنية التحتية لمنظومة الصرف الصحي في الدول العربية نتيجة للفروقات في الوضع الاقتصادي ومراحل النمو العام للدول، ولكن في مجمل النقاش، تبين وجود تقبل لاستخدام

الحمأة المعالجة في عدد من الدول، مع وجود تقبل مصحوب ببعض التساؤلات في عدد من الدول. وبناء عليه يمكن تلخيص الفرص والتحديات والسبل والافاق كما يلي.

الفرص

إن تطبيق الحمأة المعالجة، الكتلة الحيوية، على الاراضي الزراعية يشكل خيارا جذابا لعملية التخلص السليم للحمأة وله مجموعة من الفوائد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، وهناك عدد من الأمور التي تسهم في إنجاح عملية استخدام الحمأة المعالجة في الدول العربية، مما يشكل فرصا كما يلي:

- يتم استخدام الحمأة المعالجة وبتقبل ملحوظ في عدد من الدول العربية، وتجربة هذه الدول يمكن مشاركتها مع دول أخرى لا تستخدم الحمأة المعالجة بعد، فمثلا يمكن تنظيم زيارات ميدانية لتلك الدول المستخدمة للحمأة المعالجة للاشخاص العاملين في المجال من الدول التي لا تستخدم الحمأة المعالجة.
- يوجد قوانين وأنظمة ومواصفات لاستخدام الحمأة المعالجة في عدد من الدول العربية.
- هناك التزامات بيئية دولية للدول العربية، تتعلق باتفاقيات المناخ مثل اتفاقية باريس واهداف التنمية المستدامة، وهذا يحفز استخدام الحمأة لتقليل اثر معالجة الحمأة والتخلص منهاعلى المناخ وكذلك تقليل استخدام الاسمدة الصناعية والتي يتطلب انتاجها كميات كبيرة من الطاقة وبالتالي ينبعث نتيجة لذلك كميات كبيرة من غاز الدفيئة وخاصة غاز ثاني اكسيد الكربون.
- الحمأة المعالجة تحتوي على كمية لا بأس بها من العناصر المغذية (النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم) والتي تشكل مصدرا كاملا او جزئيا للمغذيات التي يحتاجها النبات، وبالتالي تساهم في تقليل استخدام الاسمدة التجارية المصنعة والتي تلوث البيئة (التربة والماء تحديدا) ضمن نظام بيئي، نتيجة لتراكمها، كذلك استخدام الحمأة المعالجة كبديل للسماد التجاري يعود بالفائدة المالية على المزارعين مما له آثار اقتصادية واجتماعية ايجابية.
- تم انشاء بعض المصانع في عدد من الدول العربية لانتاج الكتلة الحيوية الملائمة للتطبيق على الاراضي الزراعية، وبالتالي يوجد نموذج اعمال وخبرة وآليات مناسبة، وهذه الخبرة يمكن مشاركتها مع دول عربية ومناطق اخرى في داخل نفس الدولة.

التحديات

على الرغم من وجود عدد من التجارب المبشرة في بعض الدول العربية لاستخدام لحمأة المعالجة على الاراضي الزراعية، الا انه لا يزال يوجد العديد من التحديات والتي يتوجب التعامل معها من اجل زيادة استخدام الحمأة المعالجة على الاراضي الزراعية، ومن أهم تلك التحديات:

- عدم وجود قوانين وأنظمة ومواصفات في بعض الدول العربية، أو أن تلك المواد الناظمة بحاجة لمراجعة وتطوير.
- قلة المعرفة في مجال استخدام الحمأة المعالجة في بعض الدول والمؤسسات.

- عدم وجود نظام جمع ومعالجة لمياه الصرف الصحي، أو وجود أنظمة ذات كفاءة منخفضة.
- عدم وجود أنظمة لمعالجة الحمأة للمستوى المطلوب لكي تحقق اشتراطات ومتطلبات تطبيق الحمأة المعالجة على الاراضي الزراعية.
- عدم توفر الخبرات الكافية في بعض الدول العربية لمعالجة مياه الصرف الصحي ومعالجة الحمأة للمستوى المطلوب.
- ضعف التقبل الاجتماعي، و/أو عدم دراسة الابعاد الاجتماعية والاقتصادية لتطبيق الحمأة المعالجة على الاراضي الزراعية، وكذلك لم يسبق ان تم العمل على تحسين التقبل الاجتماعي لتطبيق الحمأة المعالجة على الاراضي الزراعية في بعض الدول العربية.
- استخدام أنظمة تصريف مشترك لمياه الامطار ومياه الصرف الصحي في بعض الدول العربية، مما يجعل من الصعب تحقيق اشتراطات تراكيز المعادن الثقيلة في الحمأة المعالجة، نتيجة لارتفاع تراكيز المعادن الثقيلة في مياه الامطار نتيجة لشطف اسطح الشوارع والتي تحتوي على كميات عالية من المعادن الثقيلة الناتجة من مركبات النقل.
- عدم وجود نظام مراقبة وتوثيق لتطبيق الحمأة المعالجة على الاراضي الزراعية، شاملا قياس وتوثيق جودة الحمأة المعالجة المستخدمة على الاراضي الزراعية وكميات الحمأة المطبقة، وكذلك مراقبة التأثير على البيئة من تراب ومصادر مياه ونبات وكذلك صحة الانسان والحيوان، والعائد المالي.

السبل والأفاق

من أجل المضي قدما في تعزيز الاستخدام الأمن للحمأة المعالجة لاغراض زراعية، من المفيد اجراء ما يلي:

- عقد دورات تدريبية لمزيد من صانعي القرار والفنيين والعاملين في مجال ادارة مياه الصرف الصحي وتحديدا الحمأة، مع التركيز على استهداف مشغلي المحطات للتعريف بمواضيع الادارة السليمة للحمأة وتطبيقها على الاراضي الزراعية.
- عمل محطات مشاهدة لتطبيق الحمأة على الاراضي الزراعية، من أجل التدريب وزيادة الوعي والمراقبة البيئية وكذلك دراسة الابعاد الاقتصادية لاستخدام الحمأة المعالجة كبديل للاسمدة الصناعية.
- مراجعة القوانين والانظمة والمواصفات للدول من أجل التقييم والتطوير والمقارنة.
- عمل حملة لقياس جودة الحمأة في الدول العربية، وتحديدا تلك التي تطبق على الاراضي الزراعية، أو قد تستخدم على الاراضي الزراعية.
- مراقبة جودة الحمأة من وحدات معالجة الحمأة المختلفة، مثل اسرة التجفيف، في مناخات مختلفة- لدول عربية مختلفة.
- دراسة الابعاد الاجتماعية والاقتصادية لاستخدام الحمأة المعالجة في الدول العربية.
- زيادة الدعم الفني للدول العربية في مجال معالجة وتطبيق الحمأة المعالجة على الاراضي الزراعية، وذلك بتنظيم زيارات ميدانية لخبراء ادارة الحمأة للدول العربية من اجل مناقشة المشاكل التي يواجهونها وتقييم الوضع على أرض الواقع وتبادل الخبرات.
- تنظيم وتبادل زيارات ميدانية للعاملين في مجال ادارة الحمأة بين الدول للاطلاع على التجارب وتبادل الخبرات.

- انشاء جمعيات أو مجموعات عمل لادارة الحمأة تضم عاملين في مجال ادارة الحمأة من وزارات المياه والزراعة، على مستوى مجموعات من الدول العربية والتي لها قواسم مشتركة مثل المناخ، التقارب الجغرافي، الخ، وذلك من أجل التعاون والعمل سويا وتبادل الخبرات.

تقييم التدريب

تم تصميم استمارة تقييم للرنامج التدريبي على Google Forms وتوزيعها على المتدربين. تناولت استمارة التقييم المحاور التالي:

1. الادارة والإعداد للبرنامج
2. أسئلة محددة للتدريب
3. المنهج التدريبي
4. المدرب

نتائج التدريب مبينة في الملحق رقم 2.

الملاحق

ملحق رقم 1: برنامج الدورة التدريبية

برنامج الدورة التدريبية حول استخدام الحمأة على الأراضي الزراعية

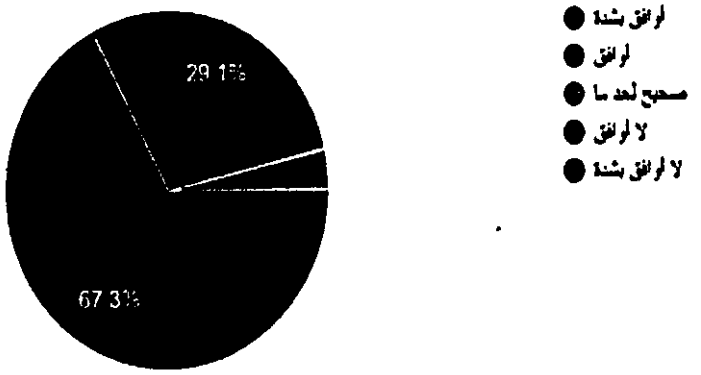
يوم #	الوقت	الموضوع		المحاضر
1	10:30-9:00	مقدمة: الاستدامة	افتتاح، ترحيب وتعارف تحديات العصر: عدد السكان وقلة المصادر متطلبات الاستدامة والحاجة للتدوير نشر الحمأة على الارض	نضال محمود
		إدارة الحمأة 1	نوع وجودة الحمأة كمية الحمأة (الحمأة الأولية والحمأة الثانوية) معالجة الحمأة (سماكة الحمأة، استقرار الحمأة، تكييف الحمأة، نزح المياه من الحمأة، عمليات التجفيف والاكسدة) طرق التخلص من الحمأة	نضال محمود
	11:30 – 10:45	استخدام الحمأة في دولة عربية رقم (1)	وصف الواقع والممارسات التحديات والتوجهات الوطنية التشريعات والتعليمات المحلية	مشارك من دولة عربية رقم (1) + نضال محمود
	12:30 – 11:30	نقاش وتوصيات اليوم الاول		
2	10:30-9:00	إدارة الحمأة 2	نوع وجودة الحمأة كمية الحمأة (الحمأة الأولية والحمأة الثانوية) معالجة الحمأة (سماكة الحمأة، استقرار الحمأة، تكييف الحمأة، نزح المياه من الحمأة، عمليات التجفيف والاكسدة) طرق التخلص من الحمأة	نضال محمود
	11:30 – 10:45	استخدام الحمأة في دولة عربية رقم (2)	وصف الواقع والممارسات التحديات والتوجهات الوطنية التشريعات والتعليمات المحلية	مشارك من دولة عربية رقم (2) + نضال محمود
	12:30 – 11:30	نقاش وتوصيات اليوم الثاني		
3	10:30-9:00	الجوانب الاجتماعية والاقتصادية لتطبيق الحمأة على الأراضي الزراعية	استخدام الحمأة كمدخلات منخفضة التكلفة كسماد و/أو محسن للتربة القبول الاجتماعي حوافز إعادة استخدام الحمأة معوقات إعادة استخدام الحمأة	
		الإطار التنظيمي لإعادة استخدام الحمأة على الأراضي الزراعية 1	اللوائح والمعايير والمتطلبات المعتمدة (تعليمات وكالة حماية البيئة الامريكية، بعض المواصفات العربية، التعليمات الفنية الإلزامية) أدوار أصحاب المصلحة	

	11:30 – 10:45	استخدام الحماة في دولة عربية رقم (3)	وصف الواقع والممارسات التحديات والتوجهات الوطنية التشريعات والتعليمات المحلية	مشارك من دولة عربية رقم (3) + نضال محمود
	12:30 – 11:30	نقاش وتوصيات اليوم الثالث		
4	10:30-9:00	الجوانب الاجتماعية والاقتصادية لتطبيق الحماة على الأراضي الزراعية	استخدام الحماة كمدخلات منخفضة التكلفة كسماد و/أو محسن للتربة القبول الاجتماعي حوافز إعادة استخدام الحماة معوقات إعادة استخدام الحماة	
	.	الإطار التنظيمي لإعادة استخدام الحماة على الأراضي الزراعية 1	اللوائح والمعايير والمتطلبات المعتمدة (تعليمات وكالة حماية البيئة الامريكية، بعض المواصفات العربية، التعليمات الفنية الإلزامية) أدوار أصحاب المصلحة	
	11:30 – 10:45	استخدام الحماة في دولة عربية رقم (4)	وصف الواقع والممارسات التحديات والتوجهات الوطنية التشريعات والتعليمات المحلية	مشارك من دولة عربية رقم (4) + نضال محمود
	12:30 – 11:30	نقاش وتوصيات اليوم الرابع		
5	10:30-9:00	التأثير البيئي	بنية التربة ونوعيتها تأثير استخدام الحماة على مصادر المياه استخدام الحماة مقابل تغير المناخ	نضال محمود
		الجوانب الصحية	المخاوف الصحية المعايير والمبادئ التوجيهية الدولية بشأن إعادة الاستخدام الآمن للحماة، استعراض أمثلة لمواصفات ومتطلبات فنية من دول(ة) عربي	نضال محمود
	11:30 – 10:45	استخدام الحماة في دولة عربية رقم (5)	وصف الواقع والممارسات التحديات والتوجهات الوطنية التشريعات والتعليمات المحلية	مشارك من دولة عربية رقم (5) + نضال محمود
	12:30 – 11:30	نقاش وتوصيات اليوم الخامس		
6	10:30-9:00	إدارة تطبيق الكتلة الحيوية على الأراضي الزراعية	العناصر الغذائية المتوفرة في الكتلة الحيوية للنباتات النقل والتخزين أفضل ممارسة	نضال محمود

		تنمية القدرات دور البحث والتطوير حساب كميات الحماة المطبقة على الأراضي الزراعية (أشكال تواجد النيتروجين، حساب كمية النيتروجين في الحماة المتاح للنباتات)	
11:30 – 10:45	استخدام الحماة في دولة عربية رقم (6)	وصف الواقع والممارسات التحديات والتوجهات الوطنية التشريعات والتعليمات المحلية	مشارك من دولة عربية رقم (6) + نضال محمود
12:30 – 11:30	نقاش وتوصيات اليوم السادس		

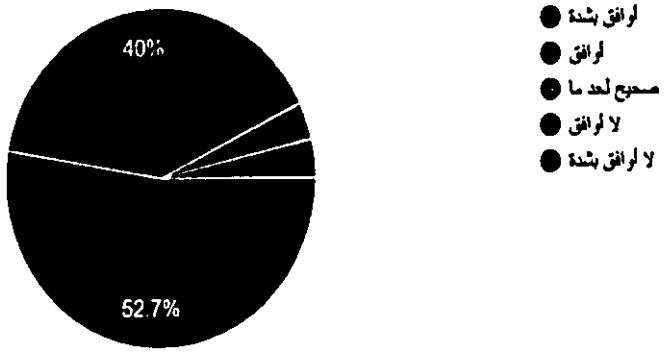
تم ادارة البرنامج بشكل جيد.

55 responses



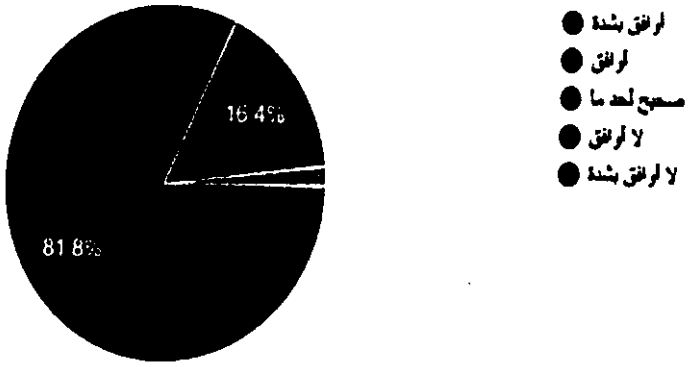
الاجتماع المسبق الذي عقد قبل البدأ بالتدريب بين المتدربين من بلدي والمدرب ومنسق الدورة التدريبية كان مفيدا.

55 responses



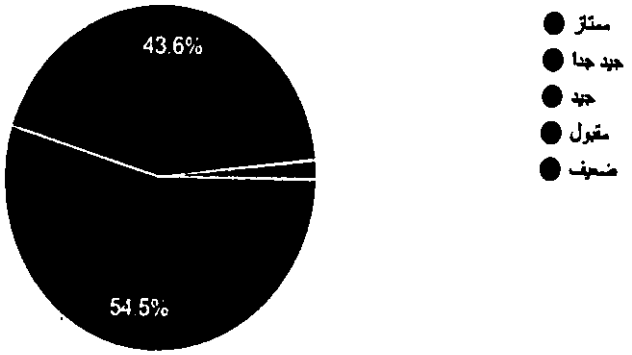
التدريب في مجال ادارة الحماة هام وينبغي إجراؤه من وقت لأخر.

55 responses



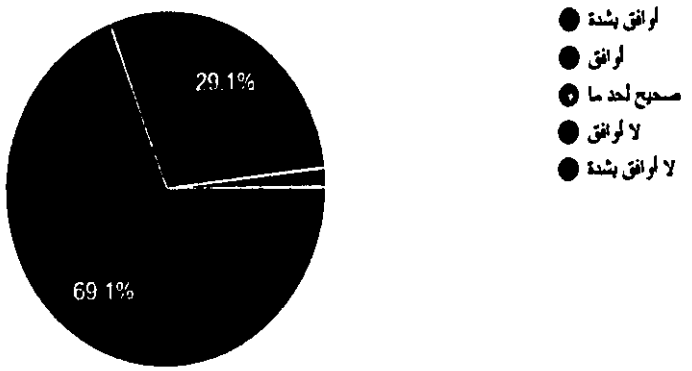
التعليم الذي تلقيته في المساق.

55 responses



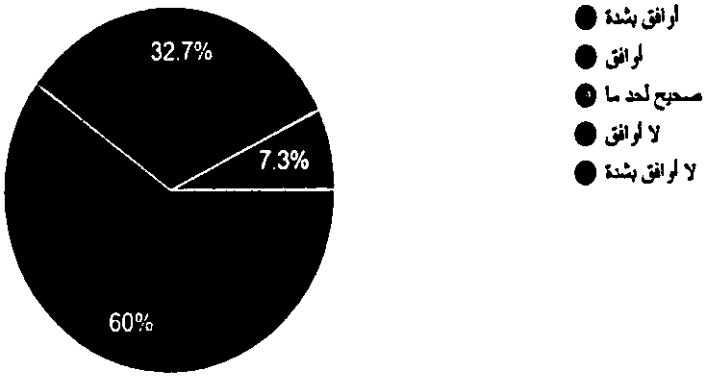
أشعر بالرضى عن اشتراكي في هذا البرنامج التدريبي.

55 responses



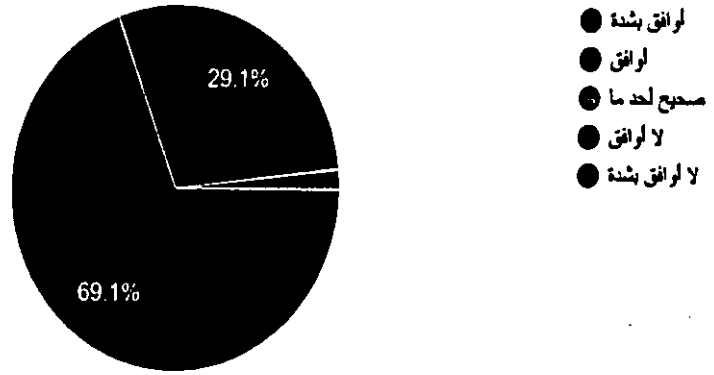
سيساعدني التدريب على القيام بعملي بشكل أفضل.

55 responses



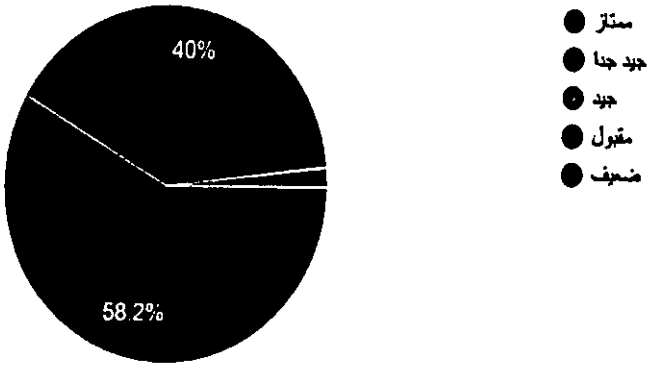
استفدت كثيرا من اطلاعي على تجارب الدول العربية الاخرى في مجال ادارة الحماة.

55 responses



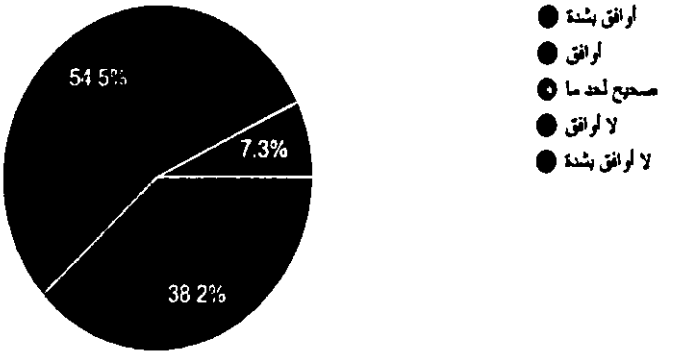
الجودة الإجمالية للمسائل.

55 responses



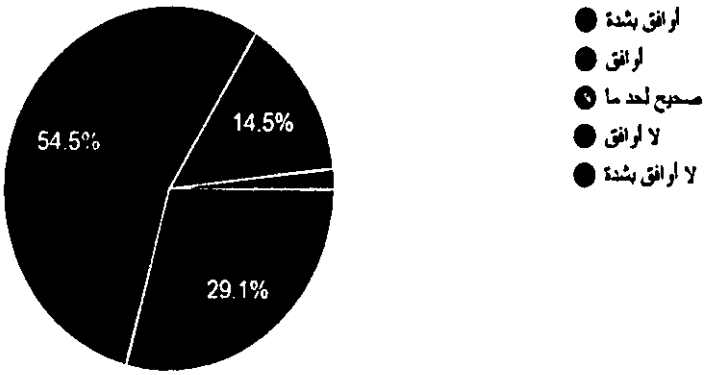
لقد حقق التدريب توقعاتي.

55 responses



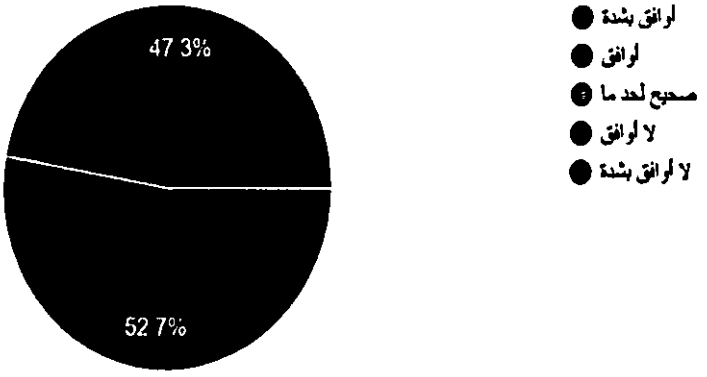
سأكون قادرا على تطبيق المعرفة التي تعلمتها.

55 responses



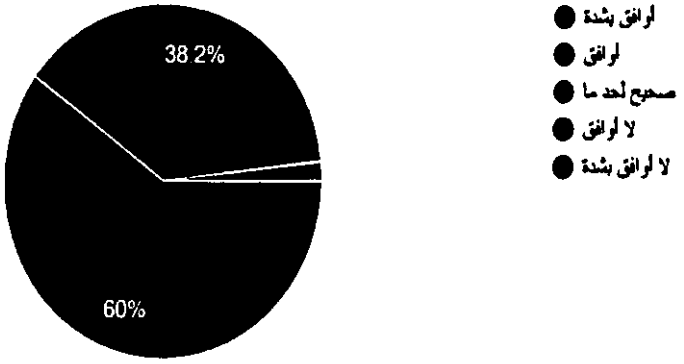
كان محتوى المنهج منظمًا وسهل المتابعة.

55 responses



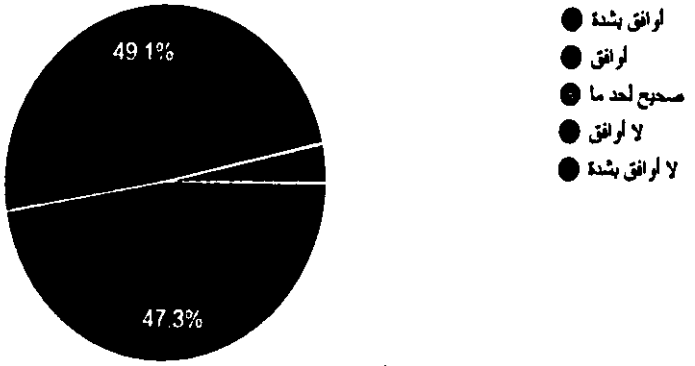
كانت المواد المعروضة وثيقة الصلة بالموضوع ومفيدة.

55 responses



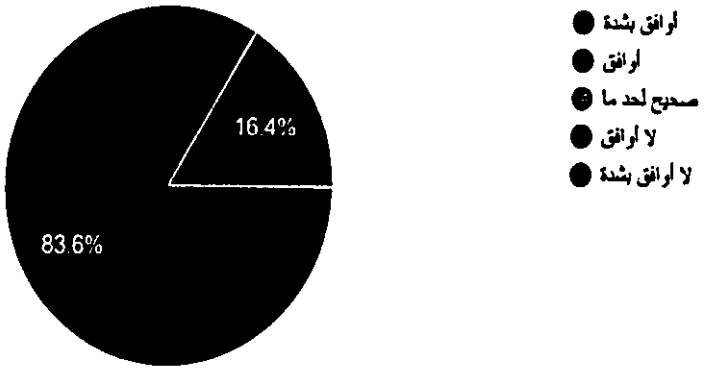
كانت العروض مثيرة للاهتمام وعملية.

55 responses



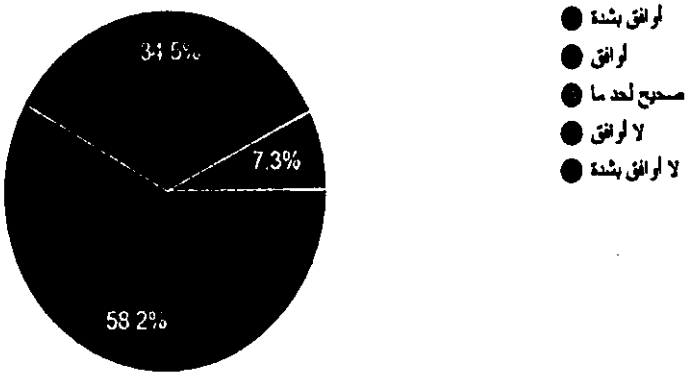
المدرب واسع المعرفة في مجال التدريب.

55 responses



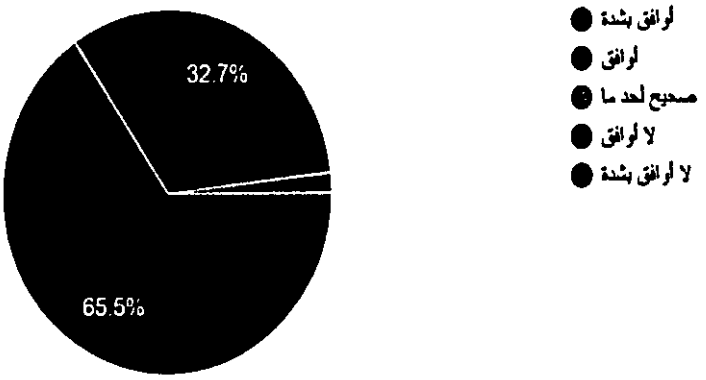
كانت جودة التدريب من حيث الاسلوب والعرض جيدة.

55 responses



تم تشجيع المشاركة والتفاعل وتوفير الوقت الكافي لأسئلة المشاركين.

55 responses



مرفق 6

إعداد خطط سلامة استخدام المياه المعالجة في الزراعة على المستوى التجريبي في الدول العربية
(تقرير مرحلي)

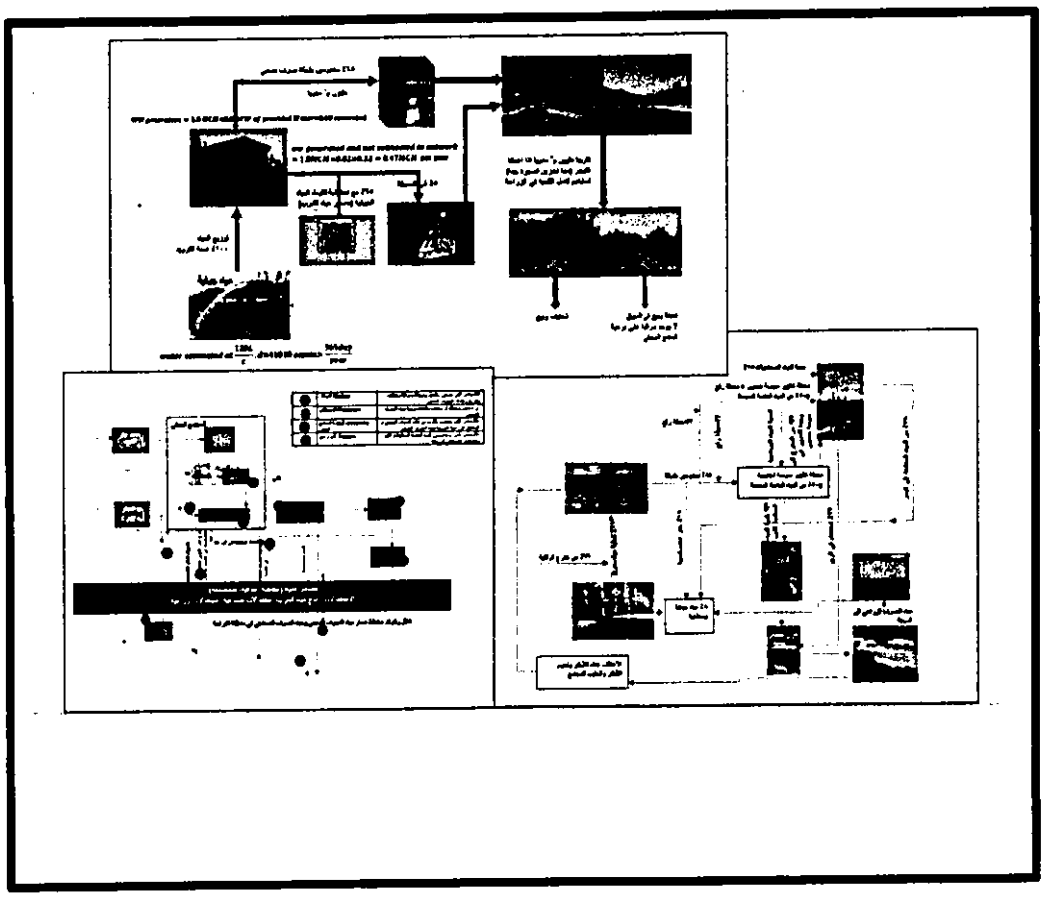
مسودة للنقاش

ضمن

الاجتماع السادس
للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة
جامعة الدول العربية
١٦ أكتوبر ٢٠٢٤

إعداد خطط سلامة استخدام المياه المعالجة في الزراعة على المستوى التجريبي في الدول العربية
(تقرير مرحلي)

مسودة للنقاش



المحتويات

قائمة الجداول 5

قائمة الرسوم التوضيحية 6

الملخص التنفيذي 7

الحالة الريادية الأولى 9

(سلطة إقليم البتراء/ الأردن) 9

الوحدة الأولى 10

المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة 10

1. تشكيل الفرق وتحديد مكان الدراسة 10
2. أهداف الخطة في منطقة الدراسة 10

الوحدة الثانية 11

وصف منطقة الدراسة ووصف النظام 11

وصف عام لمنطقة الدراسة 11

وصف النظام في منطقة الدراسة مع التركيز على دورة المياه العائمة البلدية 14

الوحدة الثالثة 8

تحديد المخاطر وإجراءات التحكم والمجموعات المعرضة للمخاطر 8

تحديد المخاطر المرتبطة بشبكة الصرف الصحي 8

تحديد المخاطر في محطة تنقية وادي موسى 10

تحديد المخاطر في محطات الرفع في منطقة الدراسة 14

تحديد المخاطر في مشروع إعادة الاستخدام في منطقة الدراسة 17

تحديد المخاطر في المناطق غير المخدومة بشبكة صرف صحي في منطقة الدراسة 18

ترتيب المخاطر حسب الأولويات لإعداد خطط التحسين التدريجية 19

الحالة الريادية الثانية 25

(جنوب سوسة/ تونس) 25

الوحدة الأولى 26

المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة..... 26
1. تشكيل الفريق وتحديد منطقة الدراسة 26
2. تحديد أهداف الخطة في منطقة الدراسة..... 27
الوحدة الثانية *27*
وصف منطقة الدراسة ووصف النظام 27
وصف مشروع إعادة الاستخدام..... 28
محطة سوسة الجنوبية..... 31
وصف محطة سوسة حمدون 33
الوحدة الثالثة *36*
تحديد المخاطر عند كل مرحلة 36
المخاطر الخاصة بشبكة الصرف الصحي 36
المخاطر الخاصة بمحطات المعالجة..... 39
المخاطر الخاصة بمحطات ضخ المياه المعالجة 43
المخاطر الخاصة بحوض التجميع..... 45
المخاطر الخاصة بالمنطقة السقوية..... 46
الحالة الريادية الثالثة *49*
غرب نابلس/ فلسطين *49*
الوحدة الاولى..... *50*
المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة..... 50
١. تشكيل الفريق وتحديد منطقة الدراسة..... 50
2. تحديد أهداف الخطة في منطقة الدراسة..... 52
الوحدة الثانية 52
وصف منطقة الدراسة ووصف النظام 52
وصف منطقة الدراسة 52
وصف نظام الصرف الصحي 55
الوحدة الثالثة *60*
تحديد وتقييم المخاطر..... 60

المخاطر المتعلقة بشبكة التصريف المشترك 62
المخاطر المتعلقة بعمليات المعالجة في محطة تنقية غرب نابلس 62
المخاطر المتعلقة بإعادة الاستخدام في الزراعة 63
المخاطر المتعلقة باستخدام الحفر الامتصاصية للتخلص من المياه العادمة المنزلية 64
تلوث المياه الجوفية 65
المخاطر المتعلقة بمياه الصرف الصناعي 65

قائمة الجداول

جدول 1. نوعية مياه الآبار المستخدمة كمصدر مياه الشرب في سلطة إقليم البتراء 17
جدول 2. محطات الرفع في سلطة إقليم البتراء: الخطة الوطنية الشاملة للبنية التحتية للصرف الصحي (2021) 20
جدول 3. المعدل السنوي لنوعية المياه الداخلة والخارجة من محطة تنقية وادي موسى لعام 2023 حسب بيانات المحطة..... 3
جدول 4. نوعية مياه مخرج محطة وادي موسى لعام 2023 حسب بيانات المختبرات المركزية لسلطة المياه..... 4
جدول 5. خصائص الحمأة الناتجة من أحواض التجفيف في محطة وادي موسى..... 4
جدول 6. الحوادث الخطرة في الشبكات في منطقة الدراسة 8
جدول 7. الحوادث الخطرة في محطة تنقية وادي موسى سواءً التي تم التعامل معها أو المحتملة في وحدات المحطة المختلفة 10
جدول 8. الحوادث الخطرة المسجلة في محطات الرفع خلال العشر سنوات الماضية..... 14
جدول 9. الحوادث الخطرة المحتملة في مواقع إعادة الاستخدام 17
جدول 10. الحوادث الخطرة المحتملة والخاصة بإدارة المياه العادمة في الأجزاء غير المخدومة بشبكة صرف صحي في منطقة الدراسة 19
جدول 11. مرجعية تقييم درجة خطورة الحوادث الخطرة والذي تم اعتماده من قبل فريق العمل 20
جدول 12. تقييم درجة الخطورة للحوادث الخطرة ضمن محطة التنقية بناءً على التصنيفات الموضحة في الجدول رقم (11) 20
جدول 13. الخصائص العامة لمدخل ومخرج محطة سوسة الجنوبية بناءً على ما هو منشور في الأدبيات وذلك لعام 2013 [10] 32
جدول 14. نوعية مياه المدخل والمخرج لمحطة سوسة حمدون 34
جدول 15. المخاطر الخاصة بنظام شبكة الصرف الصحي في منطقة الدراسة 37
جدول 16. المخاطر الخاصة بمحطة تنقية سوسة حمدون 40
جدول 17. المخاطر المتعلقة بمحطات رفع المياه العادمة المعالجة في سوسة الجنوبية وسوسة حمدون..... 44
جدول 18. المخاطر المتعلقة بالخزان التجميعي الذي يغذي المنطقة السقوية في الزاوية..... 45
جدول 19. المخاطر المتعلقة باستخدام المياه المعالجة في الزراعة..... 46
جدول 20. أعضاء فريق العمل والادوار التي يضلع بها كل فرد 50
جدول 21. التعداد السكاني في منطقة الدراسة 53
جدول 22. التزويد المائي في منطقة الدراسةالجدول 54
جدول 23. طرق تصريف المياه العادمة المنزلية في منطقة الدراسة 56
جدول 24. مياه الصرف الصناعي من حيث مصادرها وخصائصها الكمية والنوعية بالإضافة إلى طرق ادارتها 57
جدول 25. المعايير الوصفية للمخاطر والتي اعتمدها فريق العمل 60
جدول 26. توصيف احتمالية حدوث المخاطر ودرجة الخطورة 61
جدول 27. المخاطر المحتملة عند كل مرحلة مع تقييمها 61

قائمة الرسوم التوضيحية

رسم توضيحي 1. الحدود الإدارية لمنطقة الدراسة 11
رسم توضيحي 2. خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة..... 12
رسم توضيحي 3. مواقع آبار المياه الجوفية التي تغذي سلطة إقليم العقبة..... 15
رسم توضيحي 4. الخزانات التجميعية التي تغذي إقليم البتراء بمياه الشرب..... 16
رسم توضيحي 5. شبكة الصرف الصحي في إقليم البتراء 18
رسم توضيحي 6. الخطوط الرئيسية ومحطات الرفع التي تضخ المياه العادمة لمحطة التنقية في وادي موسى 19
رسم توضيحي 7. مخطط توضيحي لمحطة معالجة المياه العادمة في وادي موسى 3
رسم توضيحي 8. (أ) حوض التهوية، (ب) بركة تجميع المخرج بفترة مكوث ١٠ أيام، (ج) عينة مخرج مقابل عينة مدخل، (د) أحواض تجفيف الحمأة..... 5
رسم توضيحي 9. نظام الري بالتنقيط في المنطقة المخصصة لاستخدام المياه المستصلحة..... 5
رسم توضيحي 10. الوحدات الزراعية المخصصة لجمعية السد الأحمر وجمعية البتراء الخضراء التعاونيتين 6
رسم توضيحي 11. ملخص دورة الصرف الصحي والتزويد المائي في سلطة إقليم البتراء 7
رسم توضيحي 12. موقع مكب الأنقاض بالمقارنة مع موقع شبكة الصرف الصحي..... 7
رسم توضيحي 13. موقع ولاية سوسة 28
رسم توضيحي 14. المنطقة السقوية الحالية في الزاوية بالإضافة للمنطقة المراد استغلالها مستقبلا لغايات توسيع الرقعة الزراعية..... 30
رسم توضيحي 15. الخزان التجميعي في منطقة الزاوية والذي يزود المنطقة السقوية بالمياه المستصلحة 30
رسم توضيحي 16. قطع الأراضي التي يقوم المزارعون بالاستفادة منها 31
رسم توضيحي 17. مخطط توضيحي لمحطة سوسة الجنوبية..... 32
رسم توضيحي21. حدود منطقة الدراسة في نابلس 53
رسم توضيحي22 . مواقع الآبار والينابيع ضمن منطقة الدراسة..... 54
رسم توضيحي 23. المخطط الرمزي لمحطة غرب نابلس لمعالجة المياه العادمة..... 56
رسم توضيحي 24. مخطط مسار مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي في منطقة الدراسة..... 59

الملخص التنفيذي

في إطار دعم الأمانة الفنية المشتركة للاجتماع الوزاري المشترك للمياه والزراعة لتنفيذ توصية اللجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة المنبثقة عن اجتماعها الخامس المنعقد بالقاهرة بتاريخ 1 نوفمبر 2023 والمتعلقة بدعم الدول الراغبة في اعداد وتنفيذ خطط سلامة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة على المستوى التجريبي، يقدم المكتب الإقليمي لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة لمنطقة الشرق الأدنى وشمال افريقيا الدعم لأربعة دول وهي فلسطين والأردن وليبيا وتونس في اعداد وتنفيذ خطط لسلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة على المستوى التجريبي ضمن جهودها الرامية لتعزيز الاستخدام الآمن للمياه العادمة كمصدر مياه ري مستدام وموثوق للإنتاج الزراعي. ودعما للجهود الرامية لتطوير خطط سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة ضمن مناطق ريادية في هذه الدول، طلبت الأمانة الفنية المشتركة من الدول الأربعة ترشيح نقاط اتصال عن كل من وزارة الزراعة ووزارة المياه ووزارة البيئة لتشكيل فرق وطنية تقوم بتنسيق عملية إعداد وتنفيذ الخطط لمناطق يتم اختيارها بناء على معايير محددة وذلك خلال الثلث الأخير من عام 2023 حيث نظمت سلسلة من الورش الافتراضية تم خلالها توضيح مفهوم الاستخدام الآمن للمياه العادمة في الزراعة وفلسفة اعداد الخطط وأهدافها العامة. كما تم عقد سلسلة أخرى من الورش الافتراضية خلال شهر يناير 2024 وورشة وجاهية في عمان بالتعاون مع الجمعية العربية لمرافق المياه وذلك للاتفاق على معايير واضحة لاختيار المناطق الريادية في كل من الدول المشاركة تمهيدا لإعداد خطط سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة لهذه المناطق كمرحلة أولى بينما يتم في المراحل اللاحقة إعداد الخطط وتطبيقها على أرض الواقع.

كما يأتي اعداد هذه الوثيقة داعما لمساعي جامعة الدول العربية والمنظمة العربية للتنمية الزراعية و منظمة الأغذية والزراعة العالمية لتحسين ظروف إعادة استخدام المياه العادمة في الزراعة عن طريق تطوير خطط السلامة الضرورية لضمان انتاج زراعي آمن حيث يوشر بخطوات تطوير الخطة في ثلاثة مواقع تجريبية مختارة تقع في كل من الأردن وتونس وفلسطين. بينما ما زالت ليبيا في طور التأكد من وفرة البيانات اللازمة لإعداد خطة سلامة الاستخدام في موقع تم اختياره في مصراتة. حيث يواجه الفريق بعض صعوبات التواصل مع بقية الفرق وذلك للانقطاعات المتكررة في الانترنت. وقد قامت بقية الفرق بتشكيل فرق فنية تضم في عضويتها نقاط الاتصال (الفرق الوطنية) التي تم تسميتها سابقا للجامعة العربية بالإضافة إلى لجان توجيهية تضم أصحاب القرار المعنيين بالمصادقة على الخطة ومتابعة تنفيذها. وتم تقسيم العمل على إعداد الخطة إلى مرحلتين بحيث تقوم الفرق خلال المرحلة الأولى بوصف النظام كاملا بطريقة كمية وبصورة تفصيلية ليصار بعدها إلى تحديد المخاطر الخاصة بإدارة المياه العادمة المستخدمة في منطقة الدراسة مع التركيز على استخدامها في الزراعة وذلك حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية ووفقا للدليل الذي تم نشره بنسخته الثانية عام 2021. ولقد قامت الفرق المشكلة بتنظيم زيارات ميدانية مكثفة للتحقق من وصف النظام ولتجميع البيانات الخاصة بذلك مع تنظيم اجتماعات افتراضية ثنائية بصورة دورية مع منظمة الأغذية والزراعة العالمية بالإضافة إلى اجتماعات إقليمية تضم جميع الدول لمشاركة الخبرات المكتسبة في اعداد الخطط في كل من الدول.

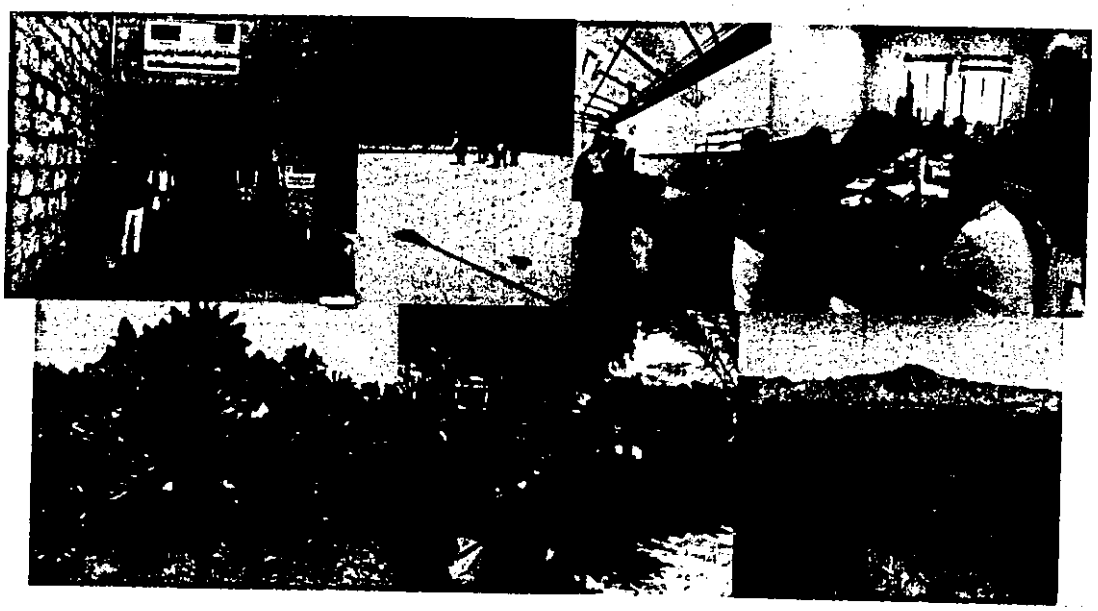
وتقسم هذه الوثيقة المرحلية الى ثلاثة فصول رئيسية لكل حالة ريادية بحيث يخدم كل فصل منها غرضا خاصا مرتبا حسب الدليل الذي نشرته منظمة الصحة العالمية لإعداد خطط سلامة الاستخدام. حيث يركز الفصل الأول على تعزيز الفهم بضرورة التنسيق والتناغم بين كل من إدارة المياه وإدارة الأراضي لحماية الصحة العامة وعناصر البيئة بفعالية وذلك من خلال تشكيل الفرق التي ضمت في عضويتها القطاعات المختلفة بالإضافة للجان التوجيهية التي تعزز التنسيق بين القطاعات. بينما يقدم

الفصل الثاني لكل حالة ريادية وصفا لمنطقة الدراسة ووصفا تفصيليا للنظام على طول سلسلة الاصحاح البيئي حيث استغرق التحضير لهذا الفصل المدة الزمنية الأكبر. بينما يضم الفصل الثالث والأخير في هذه المرحلة تحديدا للمخاطر التي واجهها المتعاملون من المياه على كامل سلسلة الاصحاح البيئي بالإضافة إلى المخاطر الأخرى المحتملة وتقييم المخاطر الوصفي في حالة الأردن وفلسطين.

وستقوم فرق اعداد الخطط بتطوير ملحق يضم القوانين والأنظمة المعمول بها في كل دولة والتي تم جمعها لتسهيل عملية فهم النظام حيث تعتبر هذه القوانين احدى الركائز الرئيسية للبيئة الضرورية لحماية الصحة العامة وصحة البيئة وبحيث يتم تضمينها كملحق في التقرير النهائي للخطط النهائية المتوقع اكتمالها بنهاية عام 2024. كما سيتم إلحاق خرائط GIS توضح أماكن المخاطر الحرجة التي تستدعي تدخلا سريعا مظللة باللون الأحمر بالإضافة للأماكن التي تضم مخاطراً تستدعي اتخاذ إجراءات تحكمية وتصحيحية لها في مرحلة زمنية لاحقة بحيث تكون مظللة باللون البرتقالي ويتم التعامل معها بعد التعامل مع المخاطر الحرجة وذلك لتسهيل تتبع تنفيذ الخطة من قبل أصحاب القرار في كل دولة من خلال اجتماعات اللجنة التوجيهية.

ومن اللطائف التي تسترعي انتباه القارئ لهذا التقرير تباين الأنظمة في مناطق الدراسة المختلفة وتنوعها بين حالات سهلة وواضحة وحالات أخرى تحتاج إلى تكثيف الجهود لحصر البيانات الكمية اللازمة لوصف حدة المخاطر وتقييمها. فعلى سبيل المثال، تبدو سلسلة الاصحاح البيئي في الحالة التونسية المختارة أكثر تعقيدا عند مقارنتها بالحالة الدراسية المختارة في الأردن مثلا. وهذا يوضح الطبيعة الخاصة لكل حالة حيث لا يمكن بحال تعميم خطط السلامة بصورة مطلقة أو صورة عامة. هذا مع التأكيد على أن الإجراءات الخاصة بالمحافظة على الصحة العامة عند بعض المراحل في سلسلة الاصحاح البيئي في مناطق الدراسة المختلفة تكون متشابهة. ويبدو ذلك جليا في الإجراءات الخاصة بالمخاطر المحتملة ضمن محطات معالجة المياه العادمة عندما تكون المجموعات المعرضة للخطر هي مشغلي المحطة. حيث يمكن اتباع توصيات موحدة كما هو الحال في توصيات إدارة السلامة والصحة المهنية الأمريكية مثلا (OSHA) وذلك حسب وحدات المحطة الموجودة في كل حالة. ولكن ينبغي التأكيد على أن محطات التنقية هي عنصر واحد فقط ضمن سلسلة الاصحاح البيئي، ويمكن اعتبار إجراءات OSHA أو أخذها بعين الاعتبار أثناء تطوير الخطط مع التأكيد على أن المجموعات المعرضة للمخاطر تختلف من مرحلة لأخرى.

الحالة الريادية الأولى
(سلطة إقليم البتراء/ الأردن)



الوحدة الأولى

المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة

1. تشكيل الفرق وتحديد مكان الدراسة .

قامت الحكومة الأردنية بتسمية ثلاث نقاط اتصال من كل من وزارة المياه والري ووزارة البيئة ووزارة الزراعة وذلك بهدف متابعة متطلبات تطوير الخطة وتنسيق العمل بين وزارة المياه والري ووزارة الزراعة ووزارة البيئة، كما تم تشكيل لجنة فنية للقيام بجمع البيانات الخاصة بوصف النظام واعداد الخرائط اللازمة لذلك وللقيام بالزيارات الميدانية لتحديد المخاطر على كل من الصحة العامة وصحة البيئة. بالإضافة إلى ذلك، فقد انيطت أعمال تحديد أولويات المخاطر بهذه اللجنة ووضع خطة التحسين المرحلية اللازمة لذلك. وقد تم تشكيل هذه اللجنة رسميا من قبل وزير المياه والري بكتاب رقم وم1095/1/5/4/1 بتاريخ 2024/5/23 وكما هو موضح في ملحق رقم (1). كما تم تشكيل لجنة توجيهية لخطة سلامة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة على المستوى التجريبي تضم في عضويتها كل من عطوفة أمين عام وزارة الزراعة وأمين عام وزارة البيئة ومساعد الأمين العام لشؤون الصرف الصحي في سلطة المياه ومدير مديرية جمعيات مستخدمي المياه في سلطة وادي الأردن وبرئاسة عطوفة الأمين العام لوزارة المياه والري كما هو وارد في كتاب وزير المياه والري رقم وم ر/704/1/5/4 الصادر بتاريخ 2024/4/1 (ملحق رقم 2). وتهدف هذه اللجنة إلى اعتماد الخطة التي يتم تطويرها وتوفير المصادر المالية والبشرية لمتابعتها كما تهدف إلى تعديل السياسات ومتابعة تعديل المواصفات إن دعت الضرورة لذلك بما يضمن صحة وسلامة كل من المنتج الزراعي والصحة العامة وصحة البيئة.

ولقد اتفق نقاط الاتصال على تسمية مندوب وزارة المياه والري لتنسيق الجهود الخاصة بتطوير الخطة وذلك لتواجد معظم البيانات في سلطة المياه التابعة لوزارة المياه والري وشركة مياه العقبة (المشغل في منطقة الدراسة) التابعة لسلطة المياه. وتم عقد اجتماعين لتحديد منطقة الدراسة آخذين بعين الاعتبار المعايير التي أوصت بها منظمة الأغذية والزراعة العالمية لاختيار المنطقة بحيث تكون منطقة ريادية يمكن الاستفادة منها مستقبلا كمثال لإعداد خطط سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة. وحضر الاجتماعين بالإضافة إلى نقاط الاتصال أعضاء اللجنة الفنية حيث تم مناقشة عدة مواقع في ضوء معايير أهمها توفر بيانات تفصيلية عن منطقة الدراسة بالإضافة إلى ضرورة عدم تأثر منطقة الدراسة بملوثات من خارجها بصورة لا يمكن السيطرة عليها كأن تكون في مصب نهري لا يتبع إداريا لمنطقة الدراسة. هذا بالإضافة إلى ضرورة وجود سلطات متعاونة لتسهيل عملية الحصول على المعلومات. وعليه فإن اللجنة الفنية قامت باختيار سلطة إقليم البتراء كمنطقة لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة. وقد أضافت اللجنة المميزات التالية والتي تساهم في اختيار الموقع كموقع ريادي للتجربة تطوير الخطة:

1. نسبة السكان المشمولين بخدمات الصرف الصحي تقارب معدل تزويد الخدمة الحالي على مستوى الأردن
2. استخدام مباشر للمياه المستصلحة ولكامل الكمية طوال العام
3. وجود محطات رفع لضمان التدرب على تغطية هذا الجزء من سلسلة المياه العادمة ضمن الخطة

2. أهداف الخطة في منطقة الدراسة

يهدف استحداث خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة لمنطقة الدراسة إلى ما يلي:

١. ضمان تحسين الصحة العامة لكافة الفئات التي تتعامل مع المياه العادمة في منطقة الدراسة
٢. حماية مصادر المياه الجوفية من التلوث الذي قد ينجم عن تسرب المياه العادمة
٣. ضمان سلامة المنتج الزراعي من التلوث

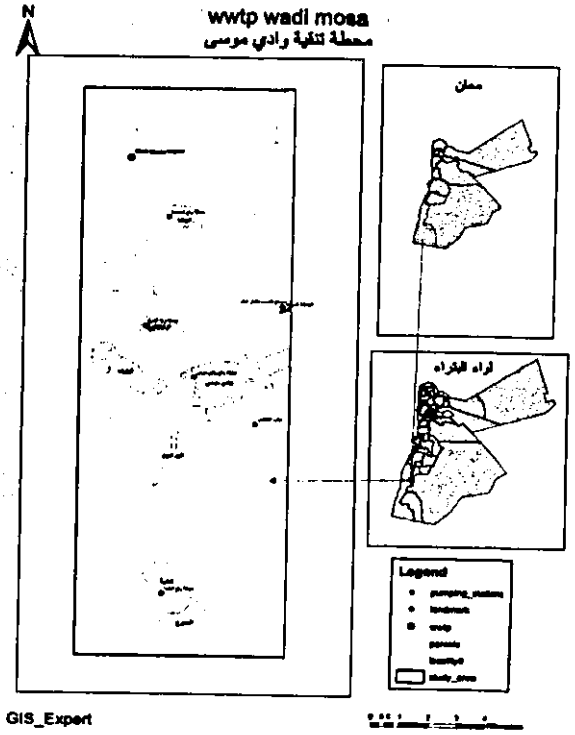
ويتم ذلك من خلال تحديد كافة المخاطر الخاصة بالنظام مع تقييمها لتحديد الأوليات التي تستدعي تدخلا سريعا.

الوحدة الثانية

وصف منطقة الدراسة ووصف النظام

وصف عام لمنطقة الدراسة

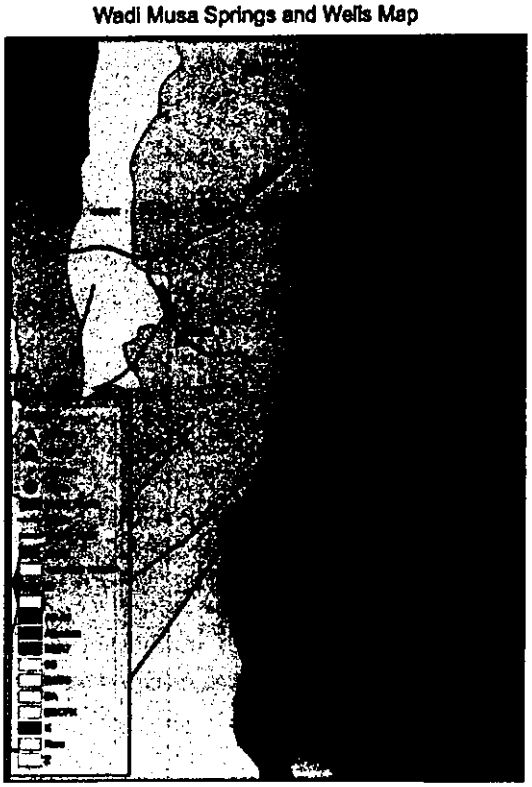
تقع سلطة إقليم البتراء (وادي موسى) على امتداد سلسلة جبال الشراه المطلة على وادي عربة في جنوب الاردن ضمن محافظة معان كما هو موضح في الشكل (1) والتي تعتبر أكبر محافظات المملكة من حيث المساحة وتضم أربعة مناطق هي معان ووادي موسى والحسينية والطيبة. ويقدر عدد سكان المحافظة ب 172724 نسمة (الخطة الوطنية الشاملة لمياه الصرف الصحي، 2021) يقطن منهم 41030 نسمة في إقليم وادي موسى حسب تقديرات دائرة الإحصاءات العامة الأردنية لعام 2023.



رسم توضيحي 1. الحدود الإدارية لمنطقة الدراسة

كما تغطي خدمات شبكة مياه الصرف الصحي ما نسبته 68٪ من سكان الإقليم حسب تقديرات مديرية تشغيل مياه الصرف الصحي في شركة مياه العقبة (شركة مملوكة لسلطة المياه الأردنية) والمعتمدة على عدد الاشتراكات المسجلة لدى الشركة. وتعتبر هذه النسبة مرتفعة إذا ما قورنت بنسبة الخدمة في محافظة معان والتي بالمعدل تقدر بحوالي 42٪ من عدد السكان.

تبلغ مساحة إقليم البتراء حوالي 800 كم^2 منها 264 كم^2 محمية أثرية حسب البيانات المنشورة على الموقع الرسمي لسلطة الإقليم. ويمتد الإقليم على أراض ذات طبيعة جغرافية منحدرة محاطة بالجبال وعلى ارتفاعات تتراوح من حوالي 600م الى اكثر من 1500م فوق سطح البحر، ويقع جزء كبير من الاقليم ضمن مرتفعات الشراه شرق حفرة الانهدام حيث تبدي الحافة الشرقية للإقليم ميلاً لطيفاً بينما تبدي الحافة الغربية ميلانا حاداً للجهة الغربية. وأما بالنسبة للأودية فلها ميلان لطيف نحو الشرق وحاد نحو الغرب وتجري فيها المياه في فصل الشتاء. وتمتاز منطقة الدراسة بتكشف الصخور الرملية والرسوبية (الشكل رقم 2) والتي تعود للعصر الكامبري والأوردوفيشي، وتتكشف أعلاها الصخور الرملية من العصر الكريتاسي والتي تمتاز بتعدد الألوان العائد إلى رمال الكرنب (K) والتي تعلوها الصخور الجيرية بسماكة عالية تنتهي بصخور جيرية متبادلة مع صخور صوانية تعكس جميعا ترسبات بحرية متعددة الأعماق. ومن أهم التراكيب الجيولوجية في المنطقة هو صدع وادي موسى والذي يتجه شمال جنوب ويعتبر من الصدوع الرئيسية في المملكة.



رسم توضيحي 2. خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة

يسود مناطق اقليم البتراء مناخ البحر الابيض المتوسط الذي يمتاز بموسم ماطر نسبياً من تشرين أول ولغاية أيار وطقس جاف بالنسبة للأشهر المتبقية من السنة، وتصل كميات الهطول المطري الى 200 ملم في السنة وتتساقط الثلوج في المناطق المرتفعة في الاقليم، كما تتميز المنطقة بحدوث الفيضانات وحركات الكتل الأرضية كسقوطها من المرتفعات ويعود السبب في حركة الكتل الارضية الى نوع الصخور الطباشيرية الجيرية المتصدعة والى هطول كميات كبيرة من الأمطار مما يؤدي الى جريان سريع وخاطف للسيول في الأودية المؤدية في النهاية الى وادي عربة.

ويشتهر الإقليم بوجود مدينة البتراء الأثرية والتي تستضيف ما يقارب مليون سائح سنويا مما يعتبر من مصادر الدخل الرئيسية للإقليم. ولا يسمح بوجود أية صناعات عالية أو متوسطة الخطورة في حدود سلطة الإقليم فيما يسمح بصناعات قليلة الخطورة حسب تصنيفات وزارة البيئة للنشاطات الصناعية. حيث يتم ترخيص أية صناعة بعد عرض ملفها على لجنة دائمة مشكلة من قبل وزارة البيئة وذلك بعد دراسة الأثر البيئي لأي مشروع من المنوي تنفيذه في المملكة. وعليه فإن الإقليم يضم فقط بعض الصناعات الحرفية الخفيفة وبالأخص منشار حجر وبعض معامل الطوب وبعض ورش الحدادة والنجارة. وقامت مديرية البيئة في الإقليم بإلزام أصحاب منشار الحجر بإنشاء برك تبخير للمياه الناتجة عن المنشار وتتم المراقبة عليه دوريا بعد أن حدث وقام المالك بطرح المياه مباشرة الى الوادي[1]. كما يوجد في المنطقة مكبا للأنقاض في منطقة البقعة كما هو موضح في الشكل رقم (1) علما بأنه مرخص من سلطة إقليم البتراء والتي تقوم بمتابعته للتأكد من عدم استقبال المكب لأية مخلفات أخرى. وتموضع حول المكب عدد من المنازل (تجمع سكاني) والذي عادة ما يتقدم بشكوى مباشرة إلى مديرية البيئة في سلطة الإقليم حال ملاحظته لأية مخالفة قد تؤثر عليه سلبا. وأما مكب النفايات الصلبة (مكب أيل) والذي يخدم سكان ورواد الإقليم فإنه يقع خارج حدود منطقة الدراسة (وهي سلطة إقليم البتراء) ويتبع إداريا لبلدية معان. ويتم انتاج ما معدله 100 طن يوميا من المخلفات الصلبة في الإقليم والتي يتم نقلها يوميا لمسافة 23 كيلومتر إلى المكب. كما لا يوجد في الإقليم أو ما حوله أية معاصر زيتون (احدى اهم الصناعات الزراعية في المملكة) في الوقت الحالي بينما كانت معصرة واحدة عاملة في قرية راجف خارج حدود الإقليم سابقا وخرجت عن الخدمة منذ سنوات حيث كانت قد تسببت بأضرار لمحطة معالجة المياه العادمة في وادي موسى أثناء فترة تشغيلها. ويوجد في الإقليم أيضا مسلخ واحد تم إلزامه بحفرة مصمتة لتجميع الدم ويتم نقل محتوياتها دوريا إلى مكب الأيل. ويضم الإقليم مستشفى تقوم بمعالجة النفايات الطبية عن طريق الحرق ومن ثم إرسالها للطمر في مكب النفايات الخطرة في السواقة بمراقبة من مديرية البيئة في الإقليم.

وقامت سلطة إقليم البتراء بتشكيل لجنة السلامة العامة لمتابعة التزام أصحاب الأعمال والنشاطات المختلفة بالتعليمات البيئية المطبقة. وتضم اللجنة في عضويتها ممثلا عن وزارة الداخلية ووزارة الصحة ووزارة البيئة ومؤسسة الغذاء والدواء وتستعين بأعضاء فنيين من وزارة الأشغال العامة والإسكان ومن سلطة المياه. كما تتعامل اللجنة مع أية شكاوى مقدمة من المجتمع المحلي والمتعلقة بأية مخالفات بيئية. ويتم تجميع أية مواد كيميائية في مكان مخصص تنقل بعده الى مكب السواقة شرق العاصمة عمان ليتم التخلص منها تحت إشراف وزارة البيئة. وتقدر تكلفة الإتلاف السنوية بمبلغ 1500 دينار فقط مما يعطي انطباعا عن الكميات المحدودة التي يتم التعامل معها في الإقليم.

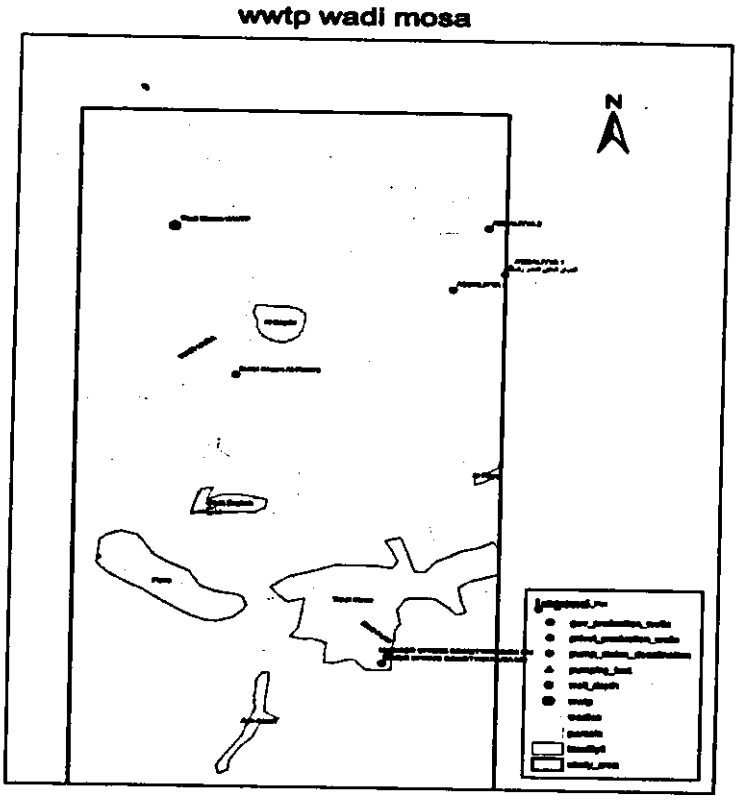
[1] بناءً على المعلومات التي تم تزويدها لفريق سلامة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة من قبل مديرية البيئة في سلطة الإقليم خلال المقابلة التي تمت بتاريخ ٢٧ حزيران، ٢٠٢٤

ويتبين من الوصف العام للإقليم بأن مصادر التلوث محدودة جدا بسبب وجود المحمية والتي اقتضت بأن تيم التعامل مع معظم النشاطات البشرية وما ينتج عنها خارج حدود الإقليم باستثناء خدمات الصرف الصحي ومكب الأنقاض. ولذلك لم يتم التقصي بصورة تفصيلية عن كميات النفايات التي يتم التعامل معها في كل وحدة إنتاج سواء كانت ناتجة عن الصناعة أو النفايات الصلبة المنزلية حيث أنها خارج نطاق منطقة الدراسة.

وصف النظام في منطقة الدراسة مع التركيز على دورة المياه العادمة البلدية

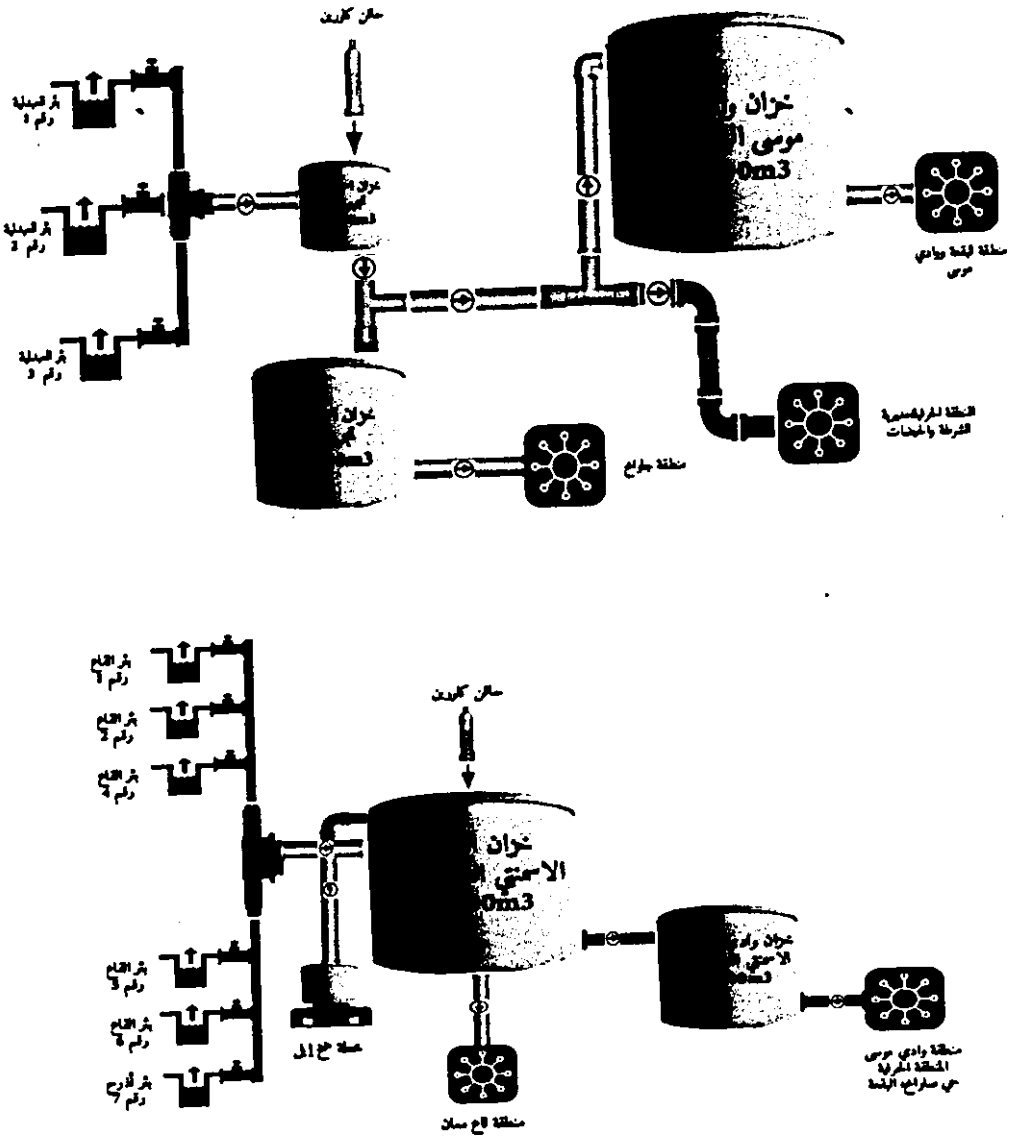
مصادر مياه الشرب

حسب البيانات المتاحة من سلطة المياه فإنه يتم تزويد سلطة إقليم البتراء بمياه الشرب بمعدل مرتين اسبوعيا عن طريق آبار العبدلية وعددها ثلاثة وآبار قاع معان وعددها 6 كما هو موضح في الشكل رقم (3) والشكل رقم (4) وبطاقة تشغيلية تقدر ب 291 م^3/ ساعة حيث يتم ضخ المياه الى ثلاث خزانات تجميع خراسانية بسعة 500 و1000 و3000م^3 توزع بعدها من خلال خطوط رئيسية بأقطار 300 و250 ملم وفرعية بأقطار 250 و150 ملم وبطول 12 كم. ويتم ضخ المياه من آبار العبدلية بمعدل 47 م^3/ساعة للخزان التجميعي سعة 500م^3 حيث تتم عملية حقن الكلورين في نفس الخزان مباشرة والذي يغذي منطقة الحي والمديرج والمنطقة الحرفية ومديرية الشرطة والحيضات. كما تضخ أجزاء من المياه المكلورة لتغذية الخزان التجميعي سعة 1000 م^3 حيث يغذي هذا الخزان شبكة منطقة جلواخ ومعظم منطقة وادي موسى والبقعة كما يضخ الجزء الآخر من المياه المكلورة لتغذية خزان وادي موسى سعة 3000م^3. كما تضخ المياه الخام من بئر معان 1 وبئر معان 2 وبئر معان 4 وبئر معان 5 وبئر معان 6 ومن بئر أذرح بمعدل 185 م^3/ساعة ليتم تجميعها في خزان القاع التجميعي سعة 4500 م^3. وتتم عملية التعقيم بحقن الكلورين في الخزان التجميعي سعة 4500 م^3 يضخ بعدها جزء من المياه المكلورة (150 م^3/ساعة) إلى محطة ضخ ايل عند الحاجة كما يتم تزويد خزان وادي موسى سعة 3000 م^3 والذي بدوره يغذي شبكة الإقليم. ويتراوح عمق الآبار (مصدر المياه الخام) بين 25-60 متر تحت سطح الأرض حيث تعتبر هذه الآبار حساسة للتلوث بالنظر الى الطبيعة الجيولوجية للمنطقة وبالأخص تلك التي تقع غرب التجمعات السكنية علما بأن خرائط حساسية المياه الموجودة عند وزارة المياه والري لا تغطي كامل منطقة الإقليم. كما يحتوي الإقليم على العديد من الينابيع والتي كانت تستخدم سابقا لغايات الشرب بيد أنها تعاني حاليا من الجفاف لعدة أسباب أهمها الضخ الجائر للمياه الجوفية بالإضافة الى التنبذب الحاد في كميات وكثافة الهطول المطري مما أثر سلبا على القدرة التشغيلية لهذه الينابيع. ويقدر معدل الاستهلاك اليومي للمياه ب 100 لتر للفرد يوميا وتقوم مختبرات شركة مياه العقبة التابعة لسلطة المياه بمتابعة نوعية مياه الآبار كما تقوم المختبرات المركزية التابعة لسلطة المياه الأردنية بمتابعة النوعية كنوع من المراقبة الداخلية لشركاتها فيما تقوم وزارة الصحة بمراقبة نوعية مياه الشرب التي يتم تزويدها لسكان ورواد سلطة إقليم البتراء وبمنح التراخيص لمصادر المياه الخام التي تستخدم لغايات الشرب. ويوضح الجدول رقم 1 نوعية مياه الآبار وهي المياه الخام قبل معالجتها والتي تصنف على أنها مياه فئة أولى من ناحية الحمل الميكروبيولوجي. وللتوضيح فإن مياه الفئة الأولى تعرف على أنها المصادر المائية والتي يمكن استغلالها لغايات الشرب باستخدام عملية التطهير فقط. وتحدد هذه الفئة القيمة القصوى لأعداد عصيات الإيشيريشيا كولاي ب 20 عصية/ ملليتر في أكثر من 20٪ من العينات المفحوصة خلال فترة عام وبواقع عينة واحدة في الشهر ما أمكن ذلك، وعلى ألا يقل عدد العينات عن ثماني عينات في العام موزعة على فصول السنة.



رسم توضيحي 3. مواقع آبار المياه الجوفية التي تغذي سلطة إقليم الحصة

وبالنظر إلى نتائج الفحوصات التي تقوم بها المختبرات المركزية لمياه الآبار، فإنه من الواضح أن نوعية المياه مطابقة لنوعية مياه الشرب باستثناء عنصر الرصاص في بئر العبدلية 1 علما بأن النتيجة المتوفرة عبارة عن قراءة لعينة واحدة مما يوجب أخذ المزيد من العينات لتأكيد النتيجة قبل مناقشة الحاجة إلى أي اجراء. وبكل الأحوال فإنه يتوجب حماية هذه المصادر المائية من أية احتمالية للتلوث قد تحصل نتيجة تسريب في خطوط الصرف الصحي او من الحفر الامتصاصية، كما يجب حمايتها من بقية مصادر التلوث. ومن الصعب معرفة عمق المياه الجوفية في منطقة الدراسة لعدم وجود ابار مراقبة كما يتعذر معرفة النوعية باستثناء نوعية الابار المستخدمة كمصدر لمياه الشرب. كما تجدر الإشارة هنا إلى أن الكودات التي يتم اعتمادها خلال تنفيذ عمليات وصل السكان بخدمات المياه تشترط أن تكون خطوط المياه على مسافة لا تقل عن ٥٠ سم فوق خطوط الصرف الصحي وذلك لتقليل فرصة تلوث مياه الشرب في الشبكة حال وقوع تسريب نتيجة كسر او اهتراء خطوط الصرف الصحي.



رسم توضيحي 4. الخزانات التجميعية التي تغذي إقليم البتراء بمياه الشرب

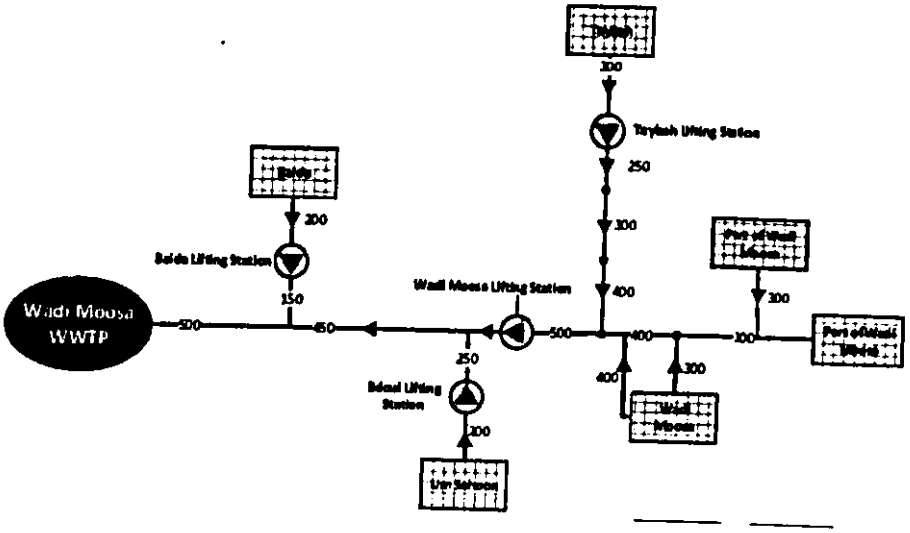
جدول 1. نوعية مياه الآبار المستخدمة كمصدر مياه الشرب في سلطة اقليم البتراء

اسم البئر	العبدلية ١	العبدلية ٢	العبدلية ٣	أرى معان ٦	JS286: 2015
التوصيل الكهربائي(µS/cm)	596	625	547	569	
الأمونيا (mg/l)	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0.2
pH	7.39	7.48	8.3	7.96	6.5-8.5
درجة الحرارة (°C)		17.7	16.5	18.7	25
الكلوريد (mg/l)		52.1	29.6	35.15	500
النترات (NO2 mg/l)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	2.0
الفلوريد (mg/l)	0.2	0.24	0.22	0.29	1.5
النيترت (NO3 mg/l)	11.3	<0.5	5.5	6.86	50
عصيا القولون الكلية (MPN/100)	<1.0	34.6	692	3.1	1.1
الكبريتات (mg/l)	18.5	31.6	22.6	23.52	500
الصوديوم(mg/l)	16.2	16	15.5	22.31	200
الايشيرشيا كولاى (MPN/100 ml)	<1.0*	<1.0	<1.0	<1.0	<1.1
الفضة (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.1
الألمنيوم (mg/l)	0.01	0.05	<0.01	0.05	0.1
الزرنيخ (mg/l)	<0.01	<0.005	<0.005	<0.005	0.01
البورون (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	2.4
الباريوم (mg/l)	0.06	0.05	0.04	0.04	1.0
الزنبق (µg/l)		<0.15	0.16	0.16	6.0
السيانيد (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.07
الحديد (mg/l)	0.08	9.06	0.12	<0.06	1.0
الزنك (mg/l)	0.04	0.8	0.1	<0.06	4.0
الكادميوم (mg/l)	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.003
الكروم (mg/l)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	0.05
النحاس (mg/l)	0.15	0.02	<0.02	<0.01	2.0
الرصاص (mg/l)	0.022	<0.005	<0.005	<0.01	0.01
المنغنيز (mg/l)	0.006	0.144	<0.005	<0.01	0.4
النيكل (mg/l)	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.07
المولبيديوم (mg/l)	0.02	0.01	0.01	<0.01	0.09
العكارة (NTU)	0.37	4.76	1.84	2.17	5.0
البنزين (ppb)		<5.0		<1.0	10.0
اثيل البنزين (ppb)		<5.0		<1.0	300
رباعي كلورو الاثلين (ppb)		<5.0		<1.0	40
ثلاثي كلورو الاثلين (ppb)		<5.0		<1.0	20
التولوين (ppb)		<5.0		<1.0	700
اندرين (ppb)		<0.01	<0.01	<0.04	0.60
DDT (ppb)		<0.01			1.0
المبيدات المهلجنة الكلية (ppb)		<0.05		<0.05	0.15
Gross Alpha (picryl/L)		<0.25	<0.25	<0.25	<0.25
Gross Beta (picryl/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1.0

بداية تجدر الإشارة الى ان كافة السكان مخدومين بمرافق صرف صحي داخل أماكن السكن ولا يوجد حالات تغوط في العراء إلّا نادرا. وكما تم ذكره سابقا فإن تجميع المياه العادمة يتم عبر خطوط صرف صحي خراسانية بأقطار تتراوح بين 150 ملم الى 500 ملم كما هو موضح في الشكل رقم (5) وبنسبة تغطية تقارب ال 70٪ من عدد السكان.

رسم توضيحي 5. شبكة الصرف الصحي في اقليم البتراء

ويتم ضخ المياه من الشبكة إلى محطة معالجة وادي موسى والتي تبعد عن أقرب تجمع سكني حوالي 12 كم عبر خطوط رئيسية من الحديد المطاوع عن طريق أربع محطات ضخ هي محطة رفع وادي موسى ومحطة رفع البدول ومحطة رفع البيضاء ومحطة رفع الطيبة كم هو موضح في الشكل رقم (6). وتعد محطة رفع وادي موسى الأكبر بين محطات الرفع حيث تقوم برفع ما نسبته 78٪ من كميه المياه التي يتم استقبالها يوميا في المحطة وبطاقة تصميمية تبلغ 338 م^3/ساعة. كما أن الطاقة التصميمية لمحطة رفع الطيبة والبدول والبيضاء تبلغ 170م^3/ساعة و40م^3/ساعة و33م^3/ساعة على التوالي كما هو موضح في الجدول رقم (2) والذي يوضح أيضا عدد المضخات الموجودة في كل محطة بالإضافة إلى أقطار وأطوال الخطوط الرئيسية. وتحتوي محطات الرفع على مصافي للمعالجة الأولية وخزانات مياه تتجمع فيها المياه قبل ضخها لمحطة المعالجة. وعليه فإن محطة المعالجة تستقبل المياه العادمة بنظام الدفعات وليس بنظام التدفق المتواصل. وأما بقية السكان والذين يقومون بتصريف المياه العادمة الى حفر امتصاصية، فإنه يتم نقل محتويات الحفر عن طريق الصهاريج إلى مدخل محطة التنقية من دون تنسيق مسبق نظرا لطبيعة المياه والأعداد المحدودة للصهاريج حيث تستقبل المحطة ما معدله 60 م^3 يوميا من مياه الحفر الامتصاصية حيث تملك سلطة إقليم البتراء صهريجا بالإضافة إلى صهريج آخر خاص تحت الخدمة يقومان بخدمة السكان. كما يوجد أيضا صهريج ثالث من المتوقع أن يحصل على التراخيص اللازمة في المستقبل القريب وجميع هذه الصهاريج مزودة بنظام متابعة للتأكد من وصول كامل الكمية الى محطة التنقية. ولغايات احتساب كميات المياه العادمة غير المتصلة بشبكة صرف صحي، تم تقدير عدد أفراد المنزل ب ٥ اشخاص وبواقع انتاج 100 لتر لكل فرد يوميا، وعليه فإن كمية المياه العادمة المنتجة وغير المعالجة تقدر ب 1313 م^3/يوم بينما ما يتم تفريغه ونقله للمحطة لا يتجاوز 5٪ من الكمية المنتجة وغير المشبوكة على نظام الصرف الصحي. وبالنظر الى طبيعة المنطقة والسكان فإنه يعتقد أن بقية المنازل لا تقوم بتفريغ محتويات الحفر غالبا بسبب ترشحها عبر التربة والذي قد يشكل خطرا على نوعية المياه الجوفية.



رسم توضيحي 6. الخطوط الرئيسية ومحطات الرفع التي تضخ المياه العادمة لمحطة التنقية في وادي موسى

وتم إنشاء محطة المعالجة عام 2000 بقدرة تصميمية تبلغ 3400 م^3/يوم لتقوم بمعالجة ثلاثية (بما في ذلك الكلورة). وتقع المحطة ضمن حدود حوض وادي عربة الشمالي الجوفي المائي وبناء على المعلومات المتوافرة للآبار القريبة من المحطة فان سطح الماء الساكن في المنطقة قريب جدا من سطح الارض ويتراوح ما بين 25م الى 60م بعيدا عن مستوى سطح الارض مما يشير أيضا الى قربه وتأثره بالملوثات ولذلك تم تصميم المحطة بحيث يتم استغلال كامل كميات المياه الناتجة للزراعة في المنطقة المجاورة ابتداءً من الأراضي المخصصة والملاصقة للمحطة وعلى كامل مساحة تقدر ب 262 هكتار وعلى أراض مستغلة فعليا تقدر ب 124 هكتار. ويتم زراعة الأعلاف علي مساحة تقدر ب 500 دونم بينما يتم زراعة العديد من الأشجار المثمرة على بقية الأراضي المستغلة وبحيث يتم ضخ المياه يوميا من بركة التجميع داخل المحطة إلى الأراضي الزراعية مباشرة مع وجود وحدة فلترة قبل توزيع المياه عبر شبكة من خطوط الري بالتنقيط كما سيتم ذكره لاحقا بطريقة تفصيلية.

جدول 2. محطات الرفع في سلطة إقليم البتراء: الخطة الوطنية الشاملة للبنية التحتية للصرف الصحي (2021)

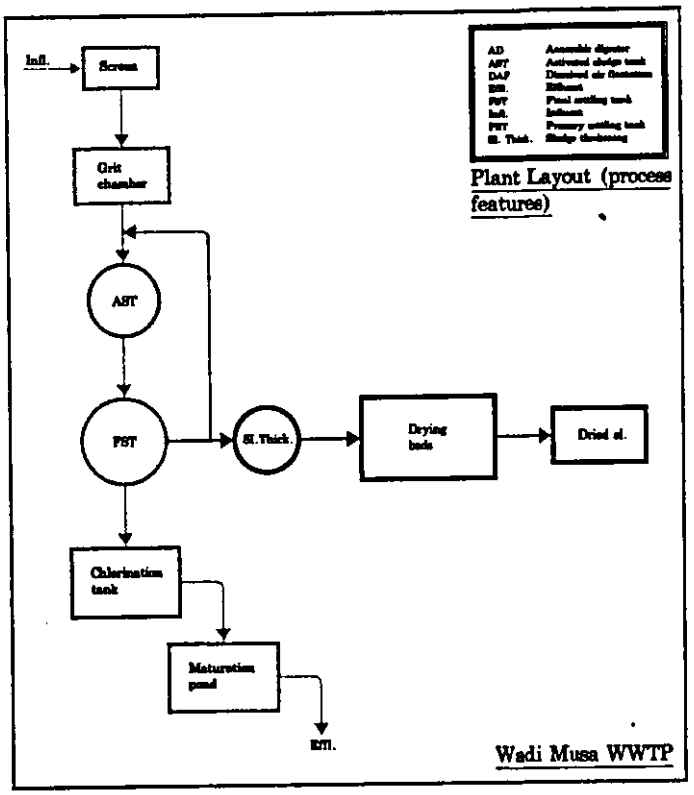
محطة الرفع	سعة المضخة م٣/ساعة	ضغط المضخة م	عدد المضخات	قطر الخط ميلليمتر	طول الخط الناقل م
وادي موسى	338	137	6	450	9530
الطيبة	170	185	8	250	2880
البدول	40	148	6	250	166
البيضاء	33	40	2	150	56

وتتكون المحطة من مصافي ووحدة لإزالة الرمال ووحدة لإزالة الروائح ووحدة إضافة الجير (غير عاملة) وأحواض التهوية وأحواض الترسيب الثانوية ووحدة الكلورة وبركة لتجميع المياه المعالجة كما هو موضح في الشكل رقم (7). ويتم ضخ الحمأة الناتجة من حوض الترسيب الى مكثف الحمأة ومن بعدها إلى أحواض التجفيف النهائية يتم بعدها تخزين الحمأة الناتجة داخل حدود المحطة. وتستقبل المحطة يوميا 2800 م^3 من المياه العادمة منذ عام 2023 تتم معالجتها لمرحلة ثلاثية. ومن الجدير بالذكر فإن التوسع في خدمة الصرف الصحي (وهو مطلب لسلطة إقليم البتراء)، لا بد وأن يأخذ بعين الاعتبار توسيع محطة التنقية ضمن المساحة المتاحة داخل المحطة حيث أن أي توسع خارج الحدود الحالية يعد أمراً بالغ الصعوبة لوجوده ضمن المحمية الأثرية. هذا علماً بأن الخطة الوطنية الشاملة للبنية التحتية للصرف الصحي لا تشير إلى خطة قريبة لتوسعة المحطة. ويوضح الجدول رقم (3) نوعية مياه المخرج بالمقارنة مع المواصفة الأردنية لاستخدامات المياه العادمة لأغراض الري JS893:2021 بينما يوضح الجدول رقم (4) نوعية مياه المخرج حسب بيانات المختبرات المركزية لسلطة المياه لعام 2023. كما يتضمن الشكل رقم (8) بعض الصور للمياه بعد استصلاحها بالإضافة إلى بعض وحدات المحطة. وتشير البيانات الموضحة في الجدول رقم (3) إلى أن المحطة تعمل بكفاءة عالية وربما يعزى السبب إلى طريقة تشغيل المحطة المعتمدة على التزويد بطريقة الدفعات (batches) والتي تساعد في موازنة الكميات الداخلة للمحطة علما بأن المحطة تعمل بكامل طاقتها الاستيعابية. ومع ذلك، فمن المرجح أن القدرة الاستيعابية للمحطة فيما يتعلق بالحمل العضوي ما زالت أكبر بقدر كبير مقارنة بما يرد المحطة حاليا، حيث أن المحطة قد صممت على حمل عضوي يبلغ 1700 كغم/اليوم بينما الوارد إليها حاليا لا يتجاوز النصف وبقيمة 807 كغم/اليوم. وهذا قد يفسر –من بين اعتبارات أخرى– قدرة المحطة على استمرار العمل بكفاءة عالية جدا بالرغم من أن

عمر المحطة قد قارب على 25 عاما. كما تجدر الإشارة هنا إلى عدم وجود أية تجمعات سكنية في محيط المحطة مما يعني عدم وجود أية مخاطر خاصة بالروائح التي قد تتسبب بشكاوى من المواطنين. وهذا يعني أيضا أن معظم المخاطر الخاصة بمحطة المعالجة ستنطرق للمخاطر المتعلقة بمجموعات العاملين داخل المحطة فقط أو المخاطر البيئية المحتملة كما سيتم تفصيله لاحقا. وأما بالنسبة لنوعية الحمأة الناتجة، فإن الجدول رقم (5) يوضح نوعية الحمأة بالمقارنة بالمواصفة الأردنية علما بأن وزارة الزراعة لا تسمح باستخدام الحمأة على الأراضي الزراعية بغض النظر عن نوعية الحمأة وطرق معالجتها. ويبين الجدول توافق النوعية مع المواصفة الأردنية وخصوصا فيما يتعلق بالعناصر الثقيلة والتي تظهر أنها جميعها أقل بكثير مما تشترطه المواصفة الأردنية والتي لا تعتبر قاعدة فنية حتى الساعة. كما تشترط المواصفة ألا تتجاوز نسبة الرطوبة 10٪ و40٪ للصنف الأول والصنف الثاني اللذين يسمح باستخدامهما في أراضي المراعي. وتجدر الإشارة هنا الى أن كميات الحمأة التي يتم انتاجها في المحطة سنويا تقدر ب 400 طن سنويا لعام 2025[2] . وتقوم المحطة حاليا بتخزين الحمأة عن طريق أكوام قريبة من أحواض التجفيف علما بأن وزارة البيئة تمنع تخزين الحمأة بهذه الطريقة نظرا للأثر السلبي الذي قد تحدثه على المياه الجوفية في فترة الهطول المطري. وتقوم المحطة بأعمال الرش الدوري لمكافحة الحشرات مع عدم ملاحظة وجود حشرات عند تنفيذ الزيارة الميدانية للتحقق من البيانات والمعلومات التي تم تزويدها لفريق العمل.

وفيما يتعلق بإعادة استخدام المياه فإن جمعيتا السد الأحمر وجمعية البتراء الخضراء تقومان بالاستفادة من كامل كمية المياه، حيث تأسست جمعية السد الأحمر عام 2003 وتم تخصيص 1069 دونم لغايات زراعة الأعلاف يتم زراعة 400-500 دونم منها بالبرسيم والشعير كما يتم زراعة 80-100 دونم سنويا بالأشجار المثمرة فيما يتعذر استخدام بقية الأرض بسبب ارتفاع المناسيب وصعوبة الضخ للأراضي المرتفعة. ويستفيد من هذا المشروع ما يقارب 82 عائلة والذين يتشاركون الأرض المقسمة الى 40 وحدة زراعية. وتأسست جمعية البتراء الخضراء التعاونية عام 2021 التي تستغل 300 دونم لزراعة الأشجار المثمرة المتنوعة والتي تتضمن الحمضيات واللوزيات والتين والعنب والزيتون بعمر 3 سنوات. ويستفيد ما يقارب 115 عائلة من المشروع بمشاركة نسوية تقدر ب 15٪ من مجموع المستفيدين. وفي كلا الحالتين فإن نظام الري المستخدم هو نظام الري بالتنقيط عبر شبكة لها ترميز لوني لبيان ان المياه المستخدمة هي مياه مستصلحة وكما هو موضح في الشكل رقم (9). ويتم استخدام الزبل البلدي كمدخل من مدخلات الإنتاج الزراعي في حالة الأشجار المثمرة ولا تستخدم أية مواد كيماوية في مكافحة الآفات والحشرات. كما يوضح الشكل رقم (10) قطع الأراضي المستغلة من قبل الجمعيتين بالإضافة إلى الأراضي المخصصة للزراعة في حال زيادة القدرة الاستيعابية لمحطة المعالجة أو زيادة كمية المياه المستصلحة. وتقوم جمعية البتراء الخضراء بفحص بعض منتجاتها في مختبرات متخصصة وبالتحديد زيت الزيتون.

[2] GIZ (2021). Sludge mapping in Jordan: sludge sheets and site selection. A report prepared for WAJ



رسم توضيحي 7. مخطط توضيحي لمحطة معالجة المياه العادمة في وادي موسى

جدول 3. المعدل السنوي لنوعية المياه الداخلة والخارجة من محطة تنقية وادي موسى لعام 2023 حسب بيانات المحطة

%reduction TSS	%reduction BOD	% reduction COD	NH_4^+ mg/l	TDS mg/l	TSS mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	المعلم
97.8	99.1	96.6	76.7	1152	617	313	957	المدخل
			0.5	943	12.5	2.9	36	المخرج
				1500	100	100	200	المواصفة الأردنية JS 893:2021*
				1500	100	200	300	المواصفة الأردنية JS 893:2021**

* الخواص والمعايير القياسية الواجب الالتزام بها للمياه المستصلحة المعاد استخدامها لري الأشجار المثمرة وجوانب الطرق الخارجية والمسطحات الخضراء

** الخواص والمعايير القياسية الواجب الالتزام بها للمياه المستصلحة المعاد استخدامها لري المحاصيل الصناعية والمحاصيل الحقلية والأشجار الحرجية

ولا يتضمن أي من المشروعين عدادات مياه على الوحدات الزراعية حيث يتم تقدير المياه المزودة للوحدات حسب المساحات ويتم احتساب ما قيمته ٣ م^3/دونم يوميا. كما أن المنطقة الزراعية لا يتوفر فيها مصدر مياه شرب مما قد يتسبب ببعض المخاطر من استخدام المياه المستصلحة عالية الجودة لأغراض غير زراعية كغسل اليدين كما أشار عدد من المنتفعين في منطقة الدراسة.

جدول 4. نوعية مياه مخرج محطة وادي موسى لعام 2023 حسب بيانات المختبرات المركزية لسلطة المياه

المعلم	المعدل	JS893:2021*	المعلم	المعدل	JS893:2021*
COD (mg/l)	46	200	Al (mg/l)	0.03	5.0
BOD (mg/l)	4.1	100	F (mg/l)	<0.5	2.0
SO_4^- (mg/l)	88	500	As (mg/l)	<0.03	0.1
PO_4^-P (mg/l)	3.5	10	Be (mg/l)	0.03	0.1
E.coli (MPN/100ml)	<1.8	1000	B (mg/l)	<0.3	2.4
Total nematode eggs count (eggs/L)	Not seen	<1.0	Co (mg/l)	<0.02	0.05
Total Coliform (MPN/100ml)	<1.8-350 (range)		Cu (mg/l)	<0.08	2.0
NH_4^+ (mg/l)	<0.5-42 (range)		CN (mg/l)	<0.04	0.1
NO_3^--N(mg/l)	7.4	16	Fe (mg/l)	0.06	2.0
Zn (mg/l)	<0.03	5.0	Li (mg/l)	<0.02	0.075
V (mg/l)	<0.07	0.1	Mn (mg/l)	0.02	0.4
Ag (mg/l)	<0.01		Se (mg/l)	<0.01	0.05
Ni (mg/l)	0.01	0.2	Ca (mg/l)	63	
Mo (mg/l)	0.02	0.27	TDS (mg/l)	871	1500
Pb (mg/l)	<0.03	0.2	TSS (mg/l)	10	100
Cu (mg/l)	<0.08	2.0	pH	7.47	6-9
Cr (mg/l)	<0.02	0.1	Turbidity (NTU)	2.2	
Cd (mg/l)	<0.01	0.01	SAR	4.6	9.0

* الخواص والمعايير القياسية الواجب الالتزام بها للمياه المستصلحة المعاد استخدامها لري الأشجار المثمرة وجوانب الطرق الخارجية والمسطحات الخضراء

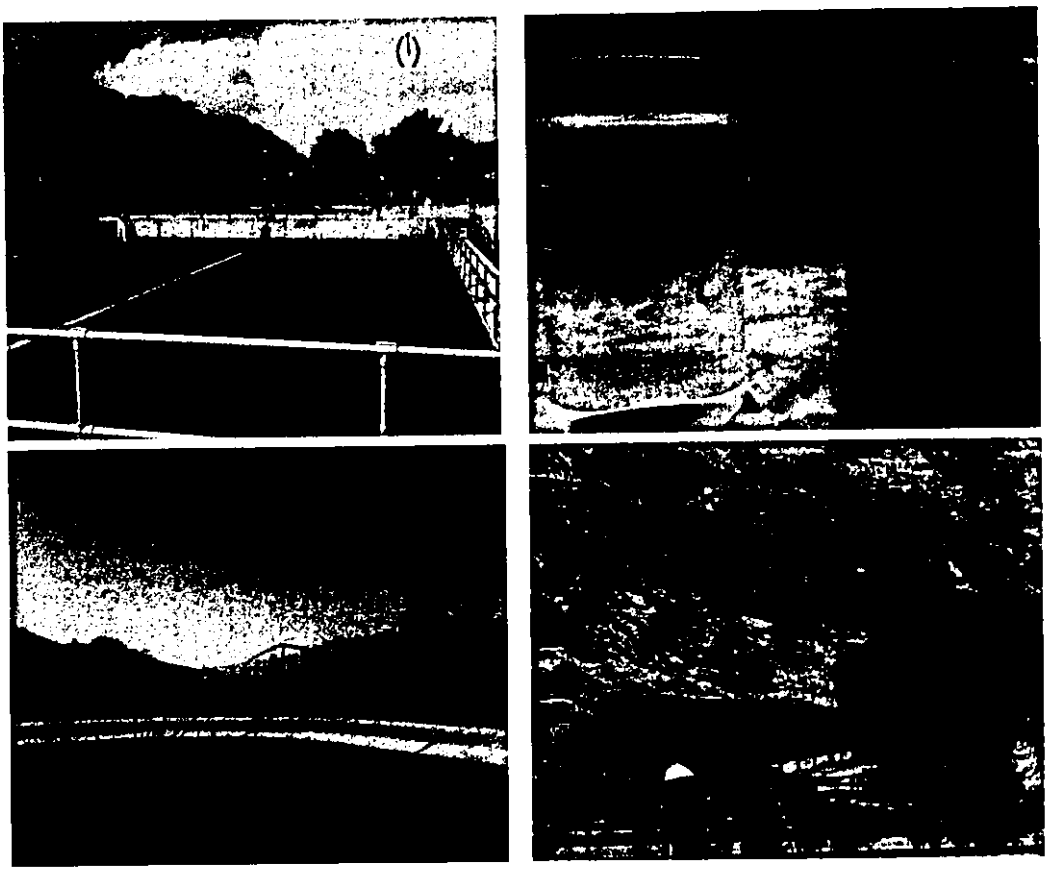
جدول 5. خصائص الحمأة الناتجة من أحواض التجفيف في محطة وادي موسى

المعلم[3]	الحمأة	المواصفة الأردنية JS 1145:2016[4]
% solids[4]	76	90, 60[5]
VS %	60	
Cr mg/kg$_{dw}$	39	900
Mo mg/kg$_{dw}$	39	75
Pb mg/kg$_{dw}$	43	300
Ni mg/kg$_{dw}$	22	300
Zn mg/kg$_{dw}$	965	2800
As mg/kg$_{dw}$	<10	41
Hg mg/kg$_{dw}$	<1.0	57
Co mg/kg$_{dw}$	<5.0	
Se mg/kg$_{dw}$	<10	100
Cd mg/kg$_{dw}$	<5.0	40
Cu mg/kg$_{dw}$	183	1500
TN % dry wt.	4.96	
TP % dry wt.	2.1	
K % dry wt.	0.31	

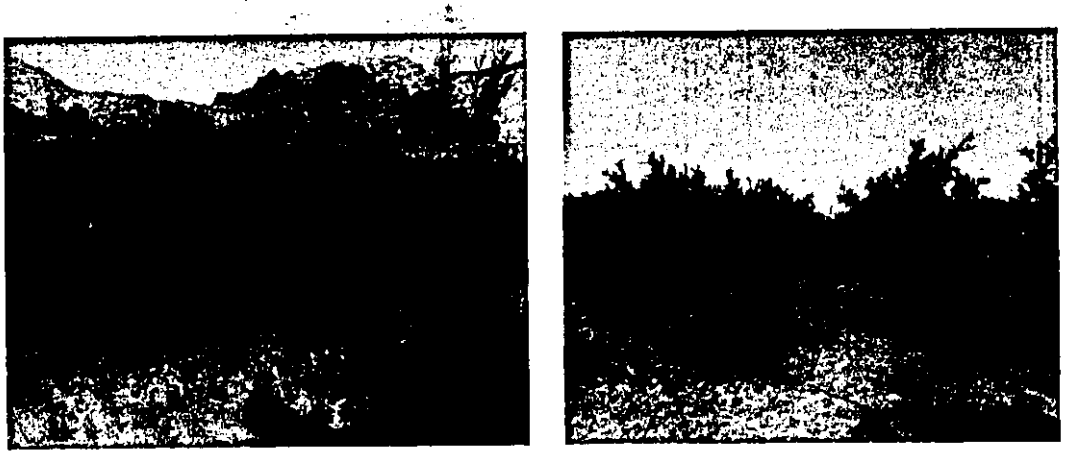
[3] Data provided by central laboratories of Water Authority of Jordan (2023)

[4] Halalsheh, M., Shatanawi, K., Shawabkeh, R., Kassab, G., Mohammad, H., Adawi, M., Ababneh, S., Abdullah, A., Ghantous, N., Balah, N., Almomani, S. (2024). Impact of temperature and residence time on sewage sludge pyrolysis for combined carbon sequestration and energy production. Heliyon, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28030. 158

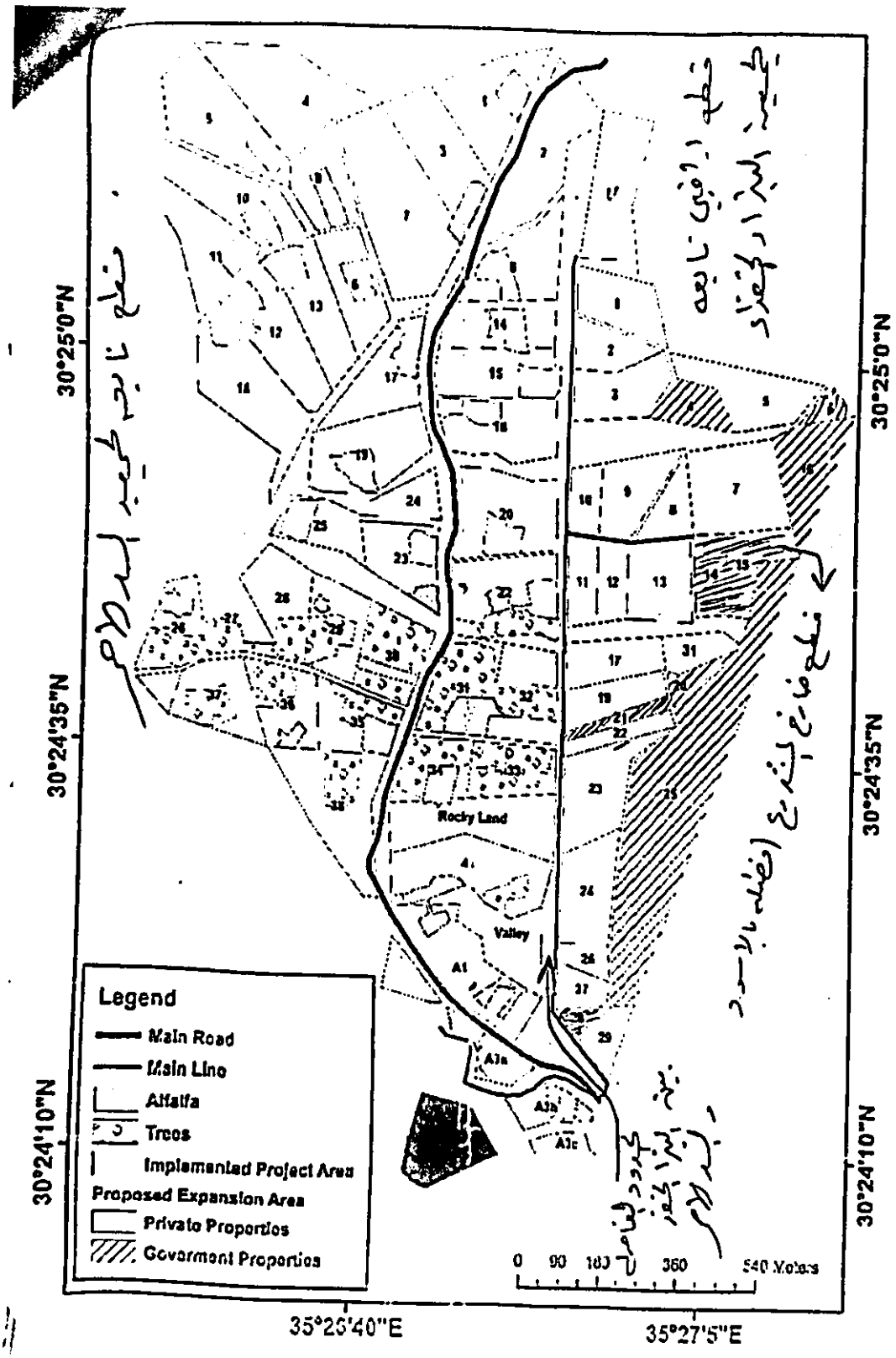
[5] Class B. class A requests 90% solids content



رسم توضيحي 8. (أ) حوض التهوية، (ب) بركة تجميع المخرج بفترة مكوث ١٠ أيام، (ج) عينة مخرج مقابل عينة مدخل، (د) أحواض تجفيف الحمأة

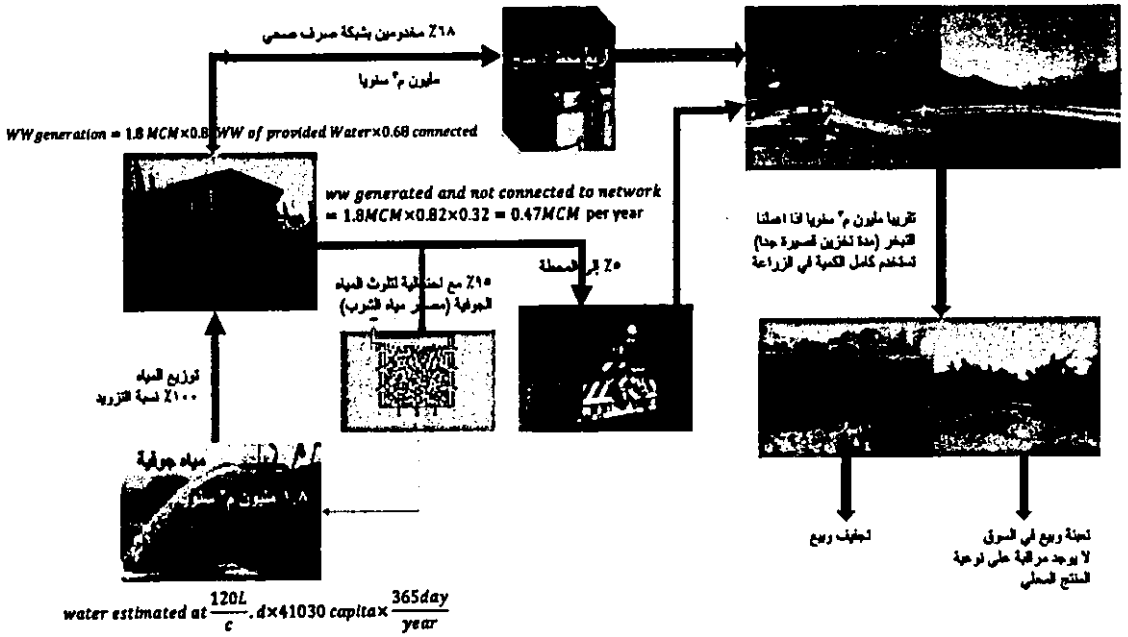


رسم توضيحي 9. نظام الري بالتنقيط في المنطقة المخصصة لاستخدام المياه المستصلحة

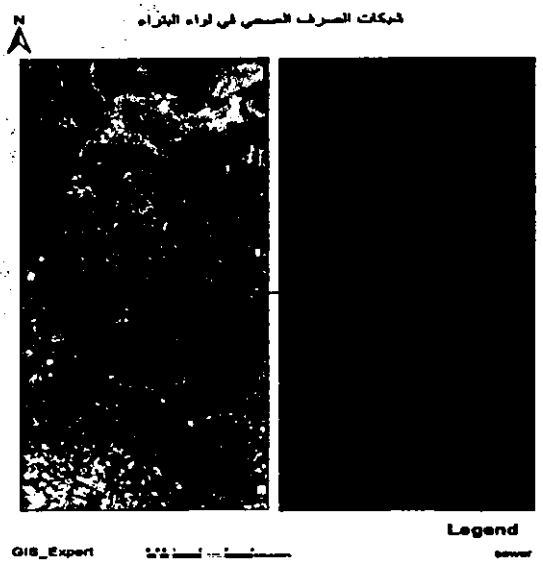


رسم توضيحي 10. الوحدات الزراعية المخصصة لجمعية السد الأحمر وجمعية البتراء الخضراء التعاونيتين

وللتلخيص (شكل رقم 11) فإنه يمكن حصر مصادر التلوث والتي قد تسبب أخطارا على الصحة العامة أو صحة البيئة في سلطة إقليم العقبة بالمخاطر المتعلقة بنظام الصرف الصحي ومحطات الرفع ومحطة التنقية بالدرجة الأولى. وأما بالنسبة لمكب الأنقاض (الشكل رقم 12)، فإنه لم يتم دراسته بطريقة تفصيلية بسبب بعده عن الشبكة مما يجعل احتمالية تأثيره على منظومة الصرف الصحي قليلة في الفترة الحالية كما في المستقبل القريب. علما بأنه من الضروري التأكد فيما إذا كانت مخاطر انجراف الأنقاض أثناء الفترات الماطرة قد أثرت على الشبكة سابقا خصوصا وان الميلان في المنطقة ينحدر باتجاه الغرب.



رسم توضيحي 11. ملخص دورة الصرف الصحي والتزويد المائي في سلطة إقليم البتراء



رسم توضيحي 12. موقع مكب الأنقاض بالمقارنة مع موقع شبكة الصرف الصحي

الوحدة الثالثة

تحديد المخاطر وإجراءات التحكم والمجموعات المعرضة للمخاطر

سيتم في هذه الوحدة تحديد المخاطر وإجراءات التحكم المتبعة حاليا وإجراءات التحكم الإضافية المقترحة (إن دعت الحاجة لذلك) بالإضافة إلى المجموعات المعرضة للمخاطر وذلك لتسهيل اقتراحات إجراءات تحكم مناسبة حسب المجموعات. وسيتم ذلك على كافة مراحل سلسلة الصرف الصحي بحيث يتم التعامل مع كل مرحلة على حدة وذلك لتسهيل عملية تحديد الأولويات في الخطوة التي تليها. وسيتم عرضها على شكل جداول تتضمن المخاطر الحالية والي تم مواجهتها من قبل المشغل لكل من شبكة الصرف الصحي، محطات الرفع، محطة المعالجة بالإضافة إلى المزارعين وانتهاءً بالمنتج الزراعي الذي يصل لطاولة المستهلك (المجتمع عموما) وعلى مدى عشر سنوات من التشغيل. كما سيتم التطرق للمخاطر المرتبطة بالتغيرات المناخية والتي تتمركز في الأردن حول التغيرات في أنماط الهطول المطري والارتفاع في درجات الحرارة والذي يؤثر بصورة مباشرة على الاحتياجات الزراعية لمياه الري بالإضافة إلى تأثيرات أخرى تتعلق بالإنتاج الزراعي. وسيم كذلك عرض المخاطر المرتبطة بالمياه العادمة في المناطق غير المخدومة بشبكة صرف صحي والتي قد تؤثر على الصحة العامة بصورة مباشرة أو صورة غير مباشرة. يتمثل التأثير المباشر بالمخاطر على صحة المتعاملين مع المياه من مالكي الصهاريج ومن يعملون معهم بينما يتمثل التأثير غير المباشر بالمخاطر التي قد يتسبب بها تسرب المياه العادمة إلى المياه الجوفية وهي المصدر الرئيسي للشرب في منطقة الدراسة.

تحديد المخاطر المرتبطة بشبكة الصرف الصحي

سيتم في هذا القسم توضيح أهم المخاطر (الجدول رقم 6) التي واجهت وتواجه مشغلي شبكة الصرف الصحي التي تخدم سلطة الإقليم بناءً على خبرة المشغل مع تحديد المواقع التي تتسبب بمعظم المخاطر التي تواجه فرق التشغيل بالإضافة الى الحوادث الخطرة المحتملة التي قد تؤثر على الصحة العامة للمجتمع المحيط.

جدول 6. الحوادث الخطرة في الشبكات في منطقة الدراسة

الحوادث الخطرة	الموقع مع الإحداثيات	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر والفئة المعرضة
وحدة المصافي الميكانيكية					
التعرض للمياه العادمة في حالة فيضان الخط علما بأن هذا الحادث يتكرر باستمرار في ثلاثة مواقع واضحة	1. مركز زوار البتراء Y30.32432822, X35.46796757 2. مقابل فندق sun set Y970665.4, 195235.94 3. بجانب منتجع الموفينبيك	1. انغلاق الخطوط نتيجة تراكم الاوساخ وبالأخص الشحوم والزيوت	1. الصيانة الدورية	1. إعادة جدولة برنامج الصيانة مع زيادة تكرارية الصيانة الوقائية خلال فترة الشتاء (تراكم أسرع للشحوم) 2. توثيق الإصابات للتمكن من تقييم المخاطر بطريقة أكثر دقة	فيزيائي وميكروبيولوجي يتعرض له سكان المنازل القريبة والمارة (مع عدم توثيق وقوع إصابات)

	Y30.32519755, X 35.46929217				
التعرض للمياه العادمة في حالة فيضان الخط علما بأن هذا الحادث يتكرر باستمرار في ثلاثة مواقع واضحة	1. مركز زوار البتراء Y30.32432822, X35.46796757 2. مقابل فندق sun set Y970665.4, 195235.94 3. بجانب منتجع الموفينبيك Y30.32519755, X 35.46929217	1. انغلاق الخطوط نتيجة تراكم الاوساخ وبالأخص الشحوم والزيوت	1. ارتداء القفازات اثناء عمل الصيانة الدورية	1. الالتزام بمعدات السلامة المهنية كاملة مع وجود برامج تطعيم دورية حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية 2. توثيق الإصابات وطبيعتها للتمكن من تقييم المخاطر بطريقة أكثر دقة	فيزيائي وميكروبيولوجي يتعرض له عمال الصيانة في الموقع
التعرض للمياه العادمة في حالة فيضان الخط علما بأن هذا الحادث يتكرر باستمرار في ثلاثة مواقع واضحة	1. مركز زوار البتراء Y30.32432822, X35.46796757 2. مقابل فندق sun set Y970665.4, 195235.94 3. بجانب منتجع الموفينبيك Y30.32519755, X 35.46929217	1. فتح المناهل لتصريف مياه الأمطار في حالة كثافة الحادث المطري 2. ربط مزاريب مياه الامطار بشبكة الصرف الصحي (إجراء غير قانوني)	لا يوجد لا يوجد	1. إرسال رسائل نصية لأصحاب المنازل المحيطة تتضمن إرشادات لتجنب التعرض للمخاطر البيولوجية أو حوادث الانزلاق 2.أ القيام بحملة تفتيش وإلزام أصحاب الوصلات غير القانونية بالفصل 2.ب توثيق الإصابات الناتجة عن التعرض وتقييم الخطر بطريقة أكثر دقة مع الالتزام ببرامج توعية إن دعت الحاجة لذلك	فيزيائي وميكروبيولوجي يتعرض له سكان المنازل القريبة والمارة (مع عدم توثيق وقوع إصابات)
سقوط المارة في المناهل المكشوفة أو المكسورة	1.موقف السيارات المجاني في البتراء Y30.32436689, X35.46886964 2. شمال شرق فندق (venus)ب ٢٠ متر	1. الاعتداء على المناهل 2. الصدأ	1. تركيب غطاء 2. لا يوجد	1.تركيب أنظمة أمان للتأكد من أن أغطية المناهل موجودة وفي مكانها الصحيح (عن دعت الحاجة لذلك) 2. الكشوفات الدورية على المناهل ضمن جدول واضح وصيانتها	المارة
التعرض للغازات السامة أثناء عملية صيانة الشبكات	غير محدد	1. تشكل وتراكم غاز كبريتيد الهيدروجين في الشبكة	التهوية الجيدة قبل البدء بعملية الصيانة	1. ضرورة التزود بجهاز كشف الغاز وقاس تركيزه قبل النزول لإجراء الصيانة 2. ضرورة الالتزام بكافة معدات السلامة	عمال الصيانة
التعرض للمياه العادمة غير المعالجة عند	غير محدد	1. أعمال حفريات وتمديدات لشركات متعددة	الاستبدال المباشر للخط	1. ضرورة حصول الشركة التي تقوم بأعمال الحفريات على عمق الخطوط وأماكنها	عمال الصيانة المارة

التعامل مع الخطوط المكسورة		كمتطلب للبدء بأعمال الحفر لتجنب كسر خطوط الشبكة 2. الالتزام بكافة معدات السلامة المهنية أثناء استبدال الخطوط 2. وضع إشارة تحذيرية لتجنب المخاطر التي قد يتعرض لها المشاة

تحديد المخاطر في محطة تنقية وادي موسى

سيتم في هذا القسم توضيح الحوادث الخطرة التي يتعرض لها مشغلي محطة تنقية وادي موسى (الجدول رقم 7) وذلك لكل وحدة من وحدات المعالجة بالإضافة الى الحوادث التي قد تتسبب بأضرار بيئية علما بأن المحطة مسورة ويمنع الدخول لها أو التجول بها إلا تحت إشراف مسؤول السلامة المهنية في الموقع أو بوجود مدير المحطة أو من ينوب عنه. هذا مع العلم بعدم وجود سكان مجاورين للمحطة وفي محيط يتجاوز 8 كم حولها. وبشكل العام فإنه من الضروري أخذ مطاعيم التيتانوس والتيفوئيد والتهاب الكبد الوبائي أ والتهاب الكبد الوبائي ب وشلل الأطفال. مع العلم بأن التطعيم لشلل الأطفال كان إلزاميا في الأردن حتى عام ()). كما يجب مراعاة الجرعات والفترة الزمنية اللازمة لتكرارية المطاعيم وذلك حسب التوصيات المتبعة في المملكة علما بأن المطاعيم غير متوفرة إلا عند وزارة الصحة الأردنية ولا يسمح بتداولها في السوق المحلي. وتعتمد وزارة الصحة توصيات منظمة الصحة العالمية من حيث الجرعات والتكرارية حيث يتعين على العاملين أخذ المطاعيم كل خمس سنوات.

جدول 7. الحوادث الخطرة في محطة تنقية وادي موسى سواء التي تم التعامل معها أو المحتملة في وحدات المحطة المختلفة

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر
		وحدة المصافي الميكانيكية		
التعرض لإصابة أثناء تحريك حاوية النفايات الصلبة عند المصافي	1. تحريك الحاوية يدويا	1. عدم السماح بتحريك الحاوية وهي ممتلئة إلا بوجود عاملين اثنين	1. تحريك الحاوية عند تعبئة الحاوية بنسبة ٢٠٪ بدل الانتظار لملء الحاوية	فيزيائي
إصابة ناتجة عن التعامل مع النفايات بصورة مباشرة بسبب تعطل ماكينة تنظيف المصافي[6]	1. قدم آلة التنظيف الاوتوماتيكي وتعطلها بشكل متكرر خصوصا في فصل الشتاء	الالتزام بارتداء القفازات	1.الالتزام بارتداء القفازات والكمامات والملابس الآمنة مع التنظيف والتعقيم المستمر 2. تدريب العاملين على تطبيق قواعد السلامة المهنية والصحية والالتزام بها ٣. اجراء المراقبة والتفتيش بشكل منتظم	ميكروبيولوجي (بكتيريا، فيروسات) فيزيائي (أدوات حادة، روائح)

[6] تكرارية الأعطال في الشتاء أكثر من الصيف مما يسهل التزام العاملين بهذا الاجراء بسبب انخفاض درجات الحرارة مقارنة بالصيف

			٤. استبدال الوحدة الموجودة بوحدة حديثة	
وحدة إزالة الرمال				
التعرض لاستنشاق الغازات (امونيا، مواد عضوية متطايرة، كبريتيد الهيدروجين)[7]	تواجد الغازات في منطقة محصورة	1. إزالة الأغطية وتهوية القناه قبل تنظيفها	1. الالتزام بإجراءات الوقاية مثل ارتداء الكمامات والملابس الامنة 2. حمل جهاز فحص تراكيز الغازات وخصوصا كبريتيد الهيدروجين	فيزيائي
التعرض لإصابة أثناء صيانة المضخات	1. عدم عزل المضخة كهربائيا قبل البدء بأعمال الصيانة، أو عدم استخدام إجراءات lockout and Tagout (LOTO) 2. عدم استخدام معدات الرفع المناسبة لإزالة المضخات واستبدالها	1. يتم عزل المضخة كهربائيا قبل البدء بعملية الصيانة ولم يتم تسجيل حوادث لهذا السبب 2. لا يوجد	1. الالتزام بإجراءات LOTO القياسية للتأكد من عدم القدرة على إعادة التشغيل من قبل أفراد غير مصرح لهم 2. توفير واستخدام معدات الرفع المتنقلة والمناسبة لإزالة المضخات واستبدالها	فيزيائي
التعرض للبكتيريا والفيروسات الموجودة في المياه العادمة أثناء التعامل مع الرمال او خلال عمليات الصيانة	1. عدم ارتداء ملابس العمل والقفازات والكمامات 2. عدم الحرص على النظافة الشخصية والتعقيم بسبب عدم توافر مواد التنظيف والتعقيم 3. عدم الحرص على النظافة الشخصية والتعقيم بسبب الاهمال	1. ارتداء القفازات 2. يقوم العمال بالاهتمام بالنظافة الشخصية مع توفر مواد التنظيف والتعقيم 3. لا ينطبق	1. الالتزام بارتداء ملابس العمل والقفازات والكمامات عند العمل مع مراقبة مسؤول السلامة المهنية أو مدير المحطة 2. التأكد من تواجد مواد التنظيف والتعقيم الضرورية بصورة مستمرة 3. التدريب المنتظم والمستمر على أهمية المحافظة على الصحة من خلال الاهتمام بالنظافة الشخصية والتعقيم والتدريب على معدات السلامة المهنية	ميكروبيولوجي
حوض التهوية والخلاطات في المنطقة الشحيحة بالأكسجين (anoxic zone)				
1. استنشاق الرذاذ أثناء التواجد بالقرب من الحوض أو أثناء عمليات المراقبة وأخذ العينات	1. عدم ارتداء الكمامات	لا يوجد	١. الالتزام بارتداء الكمامات عند العمل في محيط حوض التهوية ٢. مراقبة التزام العاملين في المحطة والزوار بارتداء	ميكروبيولوجي

[7] من المتوقع أن يعاني المشغلين من تكرارية أكثر لهذه المشكلة خلال فصل الصيف

			الكمامات في محيط حوض التهوية	
2. تعرض العاملين للإصابة أثناء رفع الهوّايات الميكانيكية (هوايات سطحية)	1. عدم وجود معدات مجهزة لرفع الهوّايات أو التعامل مع حوادث سقوط الخلاطات في الحوض 2. وجود الهوايات في وضعية التشغيل عن بعد وعدم استخدام إجراءات LOTO	1. يوجد رافعة شوكية 2. يوجد إجراءات LOTO لكنها غير مفعلة	1. ضرورة تدريب المشغل للرافعة الشوكية على إجراءات اللازمة 2. ضرورة استخدام إجراءات LOTO القياسية للتأكد من عدم القدرة على إعادة تشغيل المحطة عن بعد من قبل أفراد غير مصرح لهم بذلك مع تدريب المشغلين على ذلك	فيزيائي
3. إصابة نتيجة التعرض للسقوط في حوض التهوية	1. تعرض العامل لحالة إغماء أثناء العمل أو بسبب التعثر أو استخدام السلم بشكل غير مناسب	1. يوجد طوق نجاة مع إشارات تحذيرية	1. ضرورة تواجد عاملين على الأقل عند أعمال الصيانة بالقرب او فوق حوض التهوية مع ضرورة توفر معدات الإنقاذ 2. التدريب على استخدام المعدات المناسبة عند اجراء عملية الصيانة	فيزيائي وميكروبيولوجي
وحدات الترسيب				
1. إصابة نتيجة التعرض للسقوط في حوض الترسيب	1. تعرض العامل لحالات إغماء أثناء العمل أو بسبب التعثر أو الاستخدام غير المناسب للسلم	1. يوجد طوق نجاة مع إشارات تحذيرية	1. ضرورة تواجد عاملين على الأقل عند أعمال الصيانة بالقرب او فوق حوض التهوية مع ضرورة توفر معدات الإنقاذ مع ضرورة التدريب على إجراءات السلامة	فيزيائي وميكروبيولوجي
نظام الكلورة				
1. التعرض لإصابة نتيجة استنشاق غاز الكلورين	1. حدوث تسرب من اسطوانة الغاز	1. التأكد من وجود مجموعة الإصلاح المعدة للطوارئ (emergency repair kit) 2. استخدام حشوات الرصاص التي تستخدم في حماية الأسطوانات من التسريب مرة واحدة فقط	1. عمل الصيانة اللازمة لأجهزة الكشف عن الكلور بالإضافة إلى أجهزة التنفس في مبنى الكلورة مع إجراء الصيانة الدورية 2. الالتزام باستخدام معدات الحماية الشخصية والتدريب عليها 3. دراسة إمكانية إضافة نظام لحصر تسريب الغاز في حال وقوع حادث التسرب	كيميائي

1. التعرض للإصابة نتيجة الانزلاقات في غرف المضخات	1. تسرب في الزيوت او الشحوم المستخدمة في المضخات	1. ارتداء أحذية العمل الآمنة.	1. التنظيف المستمر 2. معدات الحماية مع التدريب	فيزيائي
2. التعرض لإصابات نتيجة التعرض المباشر للحمأة	1. تسريبات في نظام الضخ أدت الى تسرب الحمأة	1. عمل الصيانة الدورية والوقائية	1. التأكد من استخدام ملابس العمل والقفازات والكمامات وأحذية العمل الآمنة	ميكروبيولوجي
3. التعرض لإصابات نتيجة سقوط آليات ثقيلة أثناء أعمال الصيانة	1. سقوط معدات ومنها المضخات نفسها أثناء التعامل معها	1. استخدام منصة عمل محلية الصنع أثناء عمليات الصيانة لتسهيل التعامل مع المضخات	1. التدريب على استخدام الرافعة الموجودة وعمل الصيانة اللازمة لها 2. مراجعة إجراءات السلامة المتعلقة بأية أعمال قبل البدء بها	فيزيائية
أحواض تجفيف الحمأة				
1. التعرض لإصابة نتيجة الملامسة المباشرة للحمأة	1. تسربات بسبب عدم انغلاق البوابات بصورة كاملة 2. افراغ الاحواض بطريقة يدوية دون مراعاة معدات الحماية الشخصية	1. صيانة البوابات	1. الالتزام بالصيانة الدورية ضمن جدول معد لذلك 2. الالتزام بملابس العمل والقفازات والاحذية الخاصة والكمامات 3. التدريب المستمر للعاملين 4. مراقبة مسؤول السلامة المهنية أو المدير للعاملين	ميكروبيولوجي (بكتيريا، فيروسات)
2. انجراف الحمأة من مكان تجميعها إلى الوادي	1. الأمطار الغزيرة في فصل الشتاء تؤدي لانجراف الحمأة نتيجة تخزينها في مكان مفتوح	لا يوجد	1. مراجعة تعليمات وزارة الزراعة التي تمنع الاستفادة من الحمأة 2. القيام بتجربة ريادية في أراضي المراعي التي تقع حول محطة التنقية إن أمكن 3. نقل الحمأة إلى المكبات المجاورة إذا تم السماح بذلك 4. تخزين الحمأة على مسطح خرساني إن أمكن يحتوي قنوات لتجميع المياه المترشحة وإعادتها إلى أحواض التجفيف	غير محددة
3. التعرض لمخاطر خاصة بالحشرات والزواحف التي قد تتسبب بنقل الأمراض	نشر الحمأة على أحواض التجفيف	1. الرش المستمر للتخلص من الحشرات مع استخدام طرق رفيقة بالبيئة 2. إزالة النباتات الضارة بصورة مستمرة	1. تكثيف المكافحة في المنطقة الزراعية المحيطة بالمحطة (مشروع إعادة الاستخدام)	بيولوجي

تحديد المخاطر في محطات الرفع في منطقة الدراسة

محطة رفع وادي موسى ومحطة رفع البدول ومحطة رفع الطيبة تحتوي على الوحدات التالية: مطحنة (grinder) تدخل بعدها المياه إلى خزان مكون من غرفتين، الأولى لاستقبل المياه العادمة بينما تحتوي الغرفة الثانية على 3 خطوط عليها مجموعة من المضخات لضخ المياه لمحطة التنقية. هذا بالإضافة إلى وجود وحدات لإزالة الروائح. وتضم محطة البيضاء بالإضافة إلى ما ذكر وحدة مصافي. وفيما يلي (الجدول رقم 8) الحوادث الخطرة المسجلة والمحتملة في كل محطة على حدة:

جدول 8. الحوادث الخطرة المسجلة في محطات الرفع خلال العشر سنوات الماضية

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
		محطة رفع وادي موسى			
1. التعرض للمياه العادمة غير المعالجة أثناء أعمال الصيانة	1. شدة مياه الأمطار ودخول الرواسب الى wet well مما يؤدي إلى انغلاق خط المضخة	تنظيف wet well من الرواسب بمجرد إعطاء إشارة على نظام سكادا	تفقد شبكات الصرف الصحي وشبكات تصريف مياه الامطار لضمان عدم دخول رواسب بشكل كبير الى محطة الرفع	ميكروبيولوجي	عمال الصيانة
2. التعرض لإصابة نتيجة النزول الى أماكن عميقة وهي قاع الخزان	1. انغلاق الخطوط والحاجة الى الصيانة بمعدل ٣-٥ مرات سنويا	استخدام بعض الملابس الواقية	1. ضرورة الالتزام بكافة إجراءات السلامة الصحية والمهنية والتدريب المستمر على استخدامها 2. ضرورة التزود بأجهزة فحص تراكيز الغازات السامة 3. ضرورة التدريب على الإسعافات الأولية	فيزيائي	عمال الصيانة
	1. انفجار الهواية والوصلات المرنة على خط المضخة مما يؤدي إلى غرقها	استخدام بعض الملابس الواقية	1. ضرورة الالتزام بكافة إجراءات السلامة الصحية والمهنية 2. ضرورة التزود بأجهزة فحص تراكيز الغازات السامة 3. ضرورة التدريب على الإسعافات الأولية	فيزيائي	عمال الصيانة
التعرض للروائح الكريهة المنبعثة من خزان التجميع	عدم كفاءة وحدة إزالة الروائح بسبب الحاجة لتغيير media	لا يوجد	تقييم الوحدة واستبدال media على الأقل	فيزيائي	عمال الصيانة

تعرض المياه الجوفية للتلوث	نقل الرواسب الناتجة عن تنظيف الخزان إلى مكان غير مصرح (مكب الأنقاض)	1. توقيف المقاول ودفع غرامة 2. إلزام المقاول بنقلها للمكب المخصص خارج حدود سلطة الإقليم	مراقبة المياه الجوفية في أقرب بئر لمكب الأنقاض للتأكد من عدم تعرضها للتلوث	ميكروبيولوجي، كيميائي	مياه جوفية/ مصدر شرب
التعرض للروائح الكريهة	نقل الرواسب الناتجة عن تنظيف الخزان إلى مكان غير مصرح (مكب الأنقاض)	1. توقيف المقاول ودفع غرامة		فيزيائي	المجتمع المحيط

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
محطة رفع البدول (تتميز بقربها الشديد من التجمعات السكنية وملاصقتها لبعض السكان)					
1. التعرض للمياه العادمة غير المعالجة أثناء أعمال الصيانة اليومية	1. تسريب في المحابس والمضخات 2. تعذر صيانة الخط الناقل (ductile) وذلك لأن تفريغ الخط لصيانته يؤدي الى وصول المياه الى المحمية washout	1. صيانة يومية 2. إضافة محابس	1. تغيير المحابس واستبدالها بمحابس جديدة	ميكروبيولوجي	عمال الصيانة
2. التعرض للمياه العادمة غير المعالجة أثناء أعمال الصيانة اليومية	1. النزول لأعماق مرتفعة للصيانة بوجود غازات سامة	استخدام معدات السلامة	ضرورة الالتزام بكافة متطلبات السلامة المهنية والصحية	فيزيائي/ كيميائي	عمال الصيانة
3. التعرض للروائح الكريهة والغازات المنبعثة من الخزان مما يؤدي إلى شكاوى يومية تصل الى المصادمات	1. عدم كفاءة نظام إزالة الروائح	تغيير أوقات الضخ لأن الروائح تزداد بمجرد البدء بتشغيل المضخات	ضرورة تزويد المحطة بنظام إزالة روائح فعال مع الصيانة المستمرة	كيميائي	المجتمع المحيط

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
محطة رفع الطيبة (تتميز بقربها من التجمعات السكنية)					
1. التعرض للروائح الكريهة والغازات المنبعثة من الخزان	1. عدم كفاءة نظام إزالة الروائح	تغيير أوقات الضخ لأن الروائح تزداد بمجرد البدء بتشغيل المضخات	ضرورة تزويد المحطة بنظام إزالة روائح فعال مع الصيانة المستمرة	كيميائي	المجتمع المحيط

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
محطة رفع البيضاء (تتميز بقربها من التجمعات السكنية)					
1. التعرض للروائح الكريهة والغازات المنبعثة من الخزان	1. عدم كفاءة نظام إزالة الروائح	تغيير أوقات الضخ لأن الروائح تزداد بمجرد البدء بتشغيل المضخات	ضرورة تزويد المحطة بنظام إزالة روائح فعال مع الصيانة المستمرة	كيميائي	المجتمع المحيط
2. التعرض للإصابة في مبنى المحطة	ضيق مبنى المحطة بالنسبة للمعدات الموجودة في الداخل	لا يوجد	توسعة المبنى ونقل بعض المعدات	فيزيائي	عمال الصيانة

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
محطة رفع البيضاء					
1. التعرض للمياه العادمة غير المعالجة نتيجة السيول	1. وقوع المحطة في أسفل الوادي مما يجعلها عرضة للطمر أثناء الفيضانات	عمل سواتر ترابية لتحويل مياه الأمطار الى الوادي	انشاء سواتر ترابية	ميكروبيولوجي	المجتمع المحيط
2. تلوث المياه الجوفية نتيجة فيضان محطة الرفع	1. وقوع المحطة في أسفل الوادي مما يجعلها عرضة للطمر أثناء الفيضانات	عمل سواتر ترابية لتحويل مياه الأمطار الى الوادي	مراقبة المياه الجوفية	ميكروبيولوجي	

تحديد المخاطر في مشروع إعادة الاستخدام في منطقة الدراسة

تعتبر المنطقة المخصصة لإعادة الاستخدام بعيدة نسبيا عن العمران ولا تحتوي أية أماكن سكنية للمزارعين، كما أن المزارعين أنفسهم هم من سكان المنطقة ولا يوجد عمالة خارجية. وعليه فإن المخاطر الصحية (الجدول رقم 9) التي سيتم التطرق لها خلال عرض المخاطر هي تلك الخاصة بالمزارعين فقط. كما سيتم التطرق إلى المخاطر الخاصة بنوعية المنتج بالإضافة للمخاطر البيئية وكما هو موضح في الجدول التالي:

جدول 9. الحوادث الخطرة المحتملة في مواقع إعادة الاستخدام

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
المساحات المروية بالمياه المستصلحة					
1. تعرض المنتج الزراعي للتلوث وبالأخص ما يسقط من الثمار على الأرض	1. نمو البكتيريا في حالة مكوث المياه في بركة التجميع فترة طويلة نسبيا	1. يتم الالتزام بوقف الري قبل القطاف لمدة أسبوعين على الأقل 2. استخدام نظام الري بالتنقيط للتقليص من احتمالية تعرض المنتج للتلوث 3. اقتصار ما يتم زراعته على الأشجار المثمرة وعلى الأعلاف التي يتم تجفيفها بعد الجمع	أخذ عينات من بركة التجميع فصلياً للتأكد من خلوها من التلوث الجرثومي جمع عينات ثمار بصورة دورية للتأكد من خلوها من التلوث الجرثومي	ميكروبيولوجي	المستهلك والمزارعين
2. نوعية منتج لا تضاهي ما يتم ريه بمياه مطابقة لنوعية مياه الشرب	1. الري بالمياه المستصلحة على افتراض أنها تحتوي على عناصر غير معرفة قد تؤثر على نوعية المنتج	1. فحص المنتج النهائي بنفس الطريقة ولنفس العناصر التي يتم فحصها للتأكد من نوعية المنتج. تم ذلك لزيت الزيتون	1. فحص بقية أنواع الثمار التي تروى بالمياه المستصلحة وذلك لمرة واحدة سنويا للتحقق من مضاهاة النوعية للثمار المشابهة والمتوفرة في السوق	ميكروبيولوجي، كيميائي	المستهلك
3. إصابة المزارعين بالأمراض التي تنقل نتيجة التعرض للمياه المستصلحة	1. الملامسة المباشرة أو استنشاق 2. استخدام المياه المستصلحة لغايات غسل اليدين	1. لا يوجد (كما لا يوجد حوادث من هذا النوع) 2. لا يوجد 3. لا يوجد	1. أخذ المطاعيم الموصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية 2. إلزام المزارعين بتخزين مياه صالحة	ميكروبيولوجي	المزارعين وعائلاتهم إذا كانت من الأمراض المعدية

			3. استخدام المياه المستصلحة لغايات الشرب	للشرب في الموقع على ألا تتعدى مدة التخزين أسبوعا واحدا لغايات استخدامها في تحقيق متطلبات النظافة الشخصية 3. إلزام المزارعين بتخزين مياه صالحة للشرب في الموقع على ألا تتعدى مدة التخزين أسبوعا واحدا	
التعرض للملوثات الجرثومية المتراكمة على نظام الري	تنظيف نظام الري وخصوصا النقاطات دون قفازات	لا يوجد	برنامج توعية للمزارعين من المخاطر المحتملة نتيجة التعامل المباشر مع biofilm	ميكروبيولوجي	المزارعين وعائلاتهم
التعرض لمسببات الأمراض الموجودة في المياه المستصلحة	استخدام المياه المستصلحة في غسل اليدين أو حوادث شربها	الترميز اللوني للخطوط	وضع إشارات تحذيرية إضافية للأخذ بعين الاعتبار جهل البعض بفكرة الترميز اللوني لبيان مصدر المياه		السائقين العابرين بالقرب من المكان

تحديد المخاطر في المناطق غير المخدومة بشبكة صرف صحي في منطقة الدراسة

بالرجوع إلى المعلومات المزودة من قبل وزارة البيئة فإن منطقة الدراسة تتضمن صهريجين مزودين بنظام تتبع للتأكد من تفريغ المحتويات في محطة تنقية وادي موسى، وعليه فإن تحديد المخاطر الخاصة بعمليات التعبئة والنقل والتفريغ للحفاظ على سلامة سائقي الصهاريج وكذلك المرافقين تقع ضمن مهام معدي خطة سلامة استخدام المياه العادمة في منطقة الدراسة. هذا بالإضافة إلى ضرورة مراعاة التأثير غير المباشر على صحة البيئة والتي تتمثل بتسرب الملوثات الى المياه الجوفية من الحفر الامتصاصية في المنازل غير المخدومة بشبكة في حالة كانت المياه الجوفية في المنطقة حساسة للتلوث. وفيما يلي (الجدول رقم 10) الحوادث الخطرة المرتبطة بإدارة المياه العادمة في الأجزاء التي تفتقر لخدمات الصرف الصحي في منطقة الدراسة

جدول 10. الحوادث الخطرة المحتملة والخاصة بإدارة المياه العادمة في الأجزاء غير المخدومة بشبكة صرف صحي في منطقة الدراسة

الحوادث الخطرة	أسباب وفرع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
الحفر الامتصاصية التي تقوم بعملية النضح					
التعرض للمياه العادمة بصورة مباشرة	1. التماس المباشر مع المياه العادمة غير المعالجة أثناء عملية التعبئة	1. لا يوجد	1.الالتزام بمعدات السلامة مع ضرورة التدريب	ميكروبيولوجي	سائقي الصهاريج ومرافقيهم
	2. تطاير الرذاذ أثناء تفريغ محتويات الصهريج في المحطة	2. لا يوجد			
تلوث المياه الجوفية وهي مصدر ميله الشرب	تسرب الملوثات من الحفر الامتصاصية الى المياه الجوفية	لا يوجد	1. متابعة نوعية المياه الجوفية 2. دراسة حساسية المياه للتلوث في سلطة إقليم البتراء	ميكروبيولوجي	المجتمع المحلي

ترتيب المخاطر حسب الأولويات لإعداد خطط التحسين التدريجية

سيتم في هذا القسم عرض نتائج تقييم المخاطر كما يراها فريق العمل بعد التشاور مع المشغلين والمراقبين والمزارعين وجمع المعلومات حول تكرارية الحوادث، وذلك بناءً على طريقة تقييم المخاطر الوصفي (الجدول رقم 11). وتعتمد هذه الطريقة على تقدير الفريق للمخاطر وتصنيفها على أنها إما ذات أولوية مرتفعة أو متوسطة أو منخفضة وذلك بالاعتماد على التعاريف التي تم ذكرها في الطبعة الثانية من دليل إعداد خطط سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة والذي أعدته منظمة الصحة العالمية وكما هو موضح في الجدول رقم (12).

جدول 11. مرجعية تقييم درجة خطورة الحوادث الخطرة والذي تم اعتماده من قبل فريق العمل

وصف الخطر	المرجعية المقترحة لفئات المخاطر المعتمد على التقييم الوصفي للفريق ملاحظات
	قد يتسبب الحادث بإصابة مرضية حادة او مزمنة تعرض الحياة للخطر، وعليه فإن هناك حاجة ماسة لأخذ إجراء للتقليل من هذا الخطر
	قد يتسبب الحادث بإصابة متوسطة تؤثر على الصحة كارتفاع درجة الحرارة مثلا او الصداع او حالات الاسهال او جروح بسيطة أو بإحداث شعور غير مريح كالضجيج أو الروائح الكريهة. ويجب اتخاذ اجراء للتقليل من أثر الحادث بعد أن يتم اتخاذ كافة التدابير المهمة لتقليل الحوادث الخطرة ذات الأولوية المرتفعة
	من غير المتوقع أن يؤثر الحادث على الصحة. لا حاجة لاتخاذ إجراء خلال هذه المرحلة على أن يعاد التقييم في المرحلة المقبلة كجزء من مراجعة الخطة وأثرها
	غير معروف بسبب نقص البيانات التي تساعد على اتخاذ القرار بخصوص التقييم

جدول 12. تقييم درجة الخطورة للحوادث الخطرة ضمن محطة التنقية بناء على التصنيفات الموضحة في الجدول رقم (11)

تحديد المخاطر بما في ذلك المرتبطة بسيناريوهات التغير المناخي			إجراء التحكم المتبع في منطقة الدراسة		تقييم الفريق الوصفي للحادث			الأساس الذي تم اعتماده في التقييم
الحادث الخطر	نوع الخطر	الفئة المعرضة	إجراء التحكم	التحقق من تطبيقه	تحت الظروف الحالية	في حالة الكثافة المطرية الحالية	في حالات الجفاف	
التعرض للمياه العادمة في حالة فيضان الخط علما بأن هذا الحادث يتكرر باستمرار في ثلاثة مواقع واضحة	ميكروبيولوجي	السكان المجاورين للمواقع المذكورة في الجدول رقم () والمارة	الصيانة الدورية	المعلومات التي تم جمعها من مدير التشغيل في شركة مياه العقبة دون الاطلاع على برنامج الصيانة				عدم وجود توثيق لحالات أو إصابات نتيجة التعرض للمياه في حالة فيضان المنهل في المناطق المذكورة
التعرض للمياه العادمة في حالة فيضان الخط علما بأن هذا الحادث يتكرر باستمرار في ثلاثة مواقع واضحة	ميكروبيولوجي وفيزيائي	عمال الصيانة	الالتزام ببعض معدات السلامة	المعلومات التي تم جمعها من مدير التشغيل في شركة مياه العقبة				عدم وجود توثيق لحالات أو إصابات نتيجة التعرض للمياه أثناء عملية الصيانة
سقوط المارة في المناهل المكشوفة أو المكسورة	فيزيائي	المارة/ المجتمع	تركيب أغطية	المعلومات التي تم جمعها من مدير التشغيل في شركة مياه العقبة				صعوبة الرؤية في حالات الكثافة المطرية وفيضان الخطوط بطريقة يصعب

التعرض للغازات السامة أثناء عملية صيانة الشبكات	كيميائي	عمال الصيانة	التهوية الجيدة قبل القيام بعملية النزول داخل المنهل	المعلومات التي تم جمعها من مدير التشغيل في شركة مياه العقبة		معها معرفة حالة المنهل مما قد يؤدي الى حادث مميت
التعرض للمياه العادمة غير المعالجة عند التعامل مع الخطوط المكسورة	ميكروبيولوجي	عمال الصيانة والمارة	استبدال الخط المكسور	المعلومات التي تم جمعها من مدير التشغيل في شركة مياه العقبة		تجمع أكبر للغازات في حالة ركود الرسوبيات في قاع الخطوط مدة طويلة مما قد يؤدي الى حوادث مميتة
التعرض لإصابة أثناء تحريك حاوية النفايات الصلبة عند المصافي	فيزيائي	عمال المحطة	لا يوجد	تم تأكيد ذلك من قبل المهندس مدير المحطة بالإضافة إلى مسؤول السلامة المهنية		لا يوجد توثيق لحالات الإصابات الناتجة عن كسر الخطوط
التعامل مع النفايات بصورة مباشرة نتيجة لتعطل ماكينة تنظيف المصافي[8]	ميكروبيولوجي (بكتيريا، فيروسات) فيزيائي (أدوات حادة، روائح)	عمال المحطة	الالتزام بارتداء القفازات والنظافة الشخصية	مدير المحطة بالإضافة إلى مسؤول السلامة المهنية		قد يؤدي إلى ازلاق غضروفي اذا تم تحريك النقل بطريقة غير صحيحة
التعرض لاستنشاق الغازات (امونيا، مواد عضوية متطايرة، كبريتيد الهيدروجين)[9]	فيزيائي، كيميائي	عمال المحطة	إزالة الأغطية ونهوية القناة قبل تنظيفها	مدير المحطة بالإضافة إلى مسؤول السلامة المهنية		لم يتم تسجيل إصابات مرتبطة بصورة مباشرة مع إفراغ الحاوية حتى اللحظة
التعرض لإصابة أثناء صيانة المضخات	فيزيائي	عمال المحطة	يتم عزل المضخة كهربائيا قبل البدء بعملية الصيانة ولم يتم تسجيل حوادث لهذا السبب	مدير المحطة بالإضافة إلى مسؤول السلامة المهنية		روائح كريهة مرتبطة بالرواسب وخصوصا عند عملية التنظيف
التعرض للبكتيريا والفيروسات الموجودة في المياه العادمة أثناء التعامل مع الرمال او خلال عمليات الصيانة	ميكروبيولوجي	عمال المحطة	ارتداء القفازات كما يقوم العمال بالاهتمام بالنظافة الشخصية مع توفر مواد التنظيف والتعقيم	مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية بالإضافة لملاحظة ذلك خلال الزيارة الميدانية للفريق		المشغل غير مدرب للتعامل مع الرافعة الموجودة بالإضافة إلى عدم توفر آليات مناسبة. لم يتم تسجيل إصابات لكن هناك خطر من ضعف التعامل المناسب مع الرافعة المتوفرة
استنشاق الرذاذ أثناء التواجد	ميكروبيولوجي	عمال المحطة	لا يوجد	ملاحظة خلال الزيارة الميدانية		نقص في توفر معدات السلامة المهنية بالإضافة إلى عدم التزام كافة عمال المحطة بها مما قد يؤدي للتسبب بأمراض نتيجة انتقال الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض. علما بأن المحطة تعمل منذ عقدين تقريبا دون تسجيل إصابات نقص في توفر معدات السلامة المهنية بالإضافة

[8] تكرارية الأعطال في الشتاء أكثر من الصيف مما يسهل التزام العاملين بهذا الإجراء بسبب انخفاض درجات الحرارة مقارنة بالصيف

[9] من المتوقع أن يعاني المشتغلين من تكرارية أكثر لهذه المشكلة خلال فصل الصيف

بالقرب من الحوض أو أثناء عمليات المراقبة وأخذ العينات					إلى عدم التزام كافة عمال المحطة بها مما قد يؤدي للتسبب بأمراض نتيجة انتقال الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض. علما بأن المحطة تعمل منذ عقدين تقريبا دون تسجيل إصابات
تعرض العاملين للإصابة أثناء رفع الهوايات الميكانيكية (هوايات سطحية)	فيزيائي	عمال المحطة	١. يوجد رافعة شوكية ٢. يوجد إجراءات LOTO لكنها غير مفعلة	مدير المحطة بالإضافة إلى مسؤول السلامة المهنية	عدم تلقي التدريب الكافي على استخدام الرافعة الشوكية وكذلك على إجراءات Loto مما قد يتسبب بإصابات خطيرة
إصابة نتيجة التعرض للسقوط في حوض التهوية أو حوض الترسيب	فيزيائي وميكروبيولوجي	عمال المحطة	يوجد طوق نجاة مع إشارات تحذيرية	مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية بالإضافة لملاحظة ذلك خلال الزيارة الميدانية للفريق	لا يتم التزام بارتداء معدات السلامة المهنية مع عدم توفر معدات كافية للإنقاذ في الموقع بالتزامن مع نقص التدريب لعمال المحطة قد يؤدي الى إصابات خطيرة
التعرض لإصابة نتيجة استنشاق غاز الكلورين	كيميائي	عمال المحطة	التأكد من وجود مجموعة الإصلاح المعدة للطوارئ (emergency repair kit)	مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية بالإضافة لملاحظة ذلك خلال الزيارة الميدانية للفريق	تعطل أجهزة الكشف عن الكلور وأجهزة التنفس في مبنى الكلورة مع عدم استخدام معدات السلامة المهنية مما قد يؤدي إلى إصابات خطرة
التعرض للإصابة نتيجة الانزلاقات في غرف المضخات	فيزيائي	عمال المحطة	ارتداء احذية العمل الآمنة	مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية	
التعرض لإصابة نتيجة الملامسة المباشرة للحمأة	ميكروبيولوجي	عمال المحطة	صيانة بوابات احواض التجفيف بالإضافة الى ارتداء القفازات	مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية	عدم الالتزام التام بكافة معدات السلامة المهنية مما قد يعرض العمال لإصابات نتيجة انتقال الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض
انجراف الحمأة من مكان تجميعها إلى الوادي	ميكروبيولوجي في حالة عودة تكاثر البكتيريا وتسربها للمياه الجوفية	ليست فئة محددة لكن تلوث محتمل للمياه الجوفية وهي مصدر مياه الشرب في المنطقة	لا يوجد	مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية بالإضافة لملاحظة ذلك خلال الزيارة الميدانية للفريق. كما أكدت ذلك مديرية البيئة في سلطة إقليم البتراء	احتمال تلوث مصادر مياه الشرب مما قد يؤدي إلى ضرورة معالجة مياه المصدر قبل عملية التزويد
التعرض لمخاطر خاصة بالحشرات والزواحف التي قد تتسبب بنقل الأمراض	بيولوجي	عمال المحطة والمزارعين في المنطقة الزراعية المحيطة	الرش المستمر ومكافحة النباتات الضارة	مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية	عدم مكافحة الحشرات في الزواحف في المنطقة الزراعية المجاورة مع وجود العديد من الزواحف والحشرات وبالأخص العقارب والأفاعي مما قد يؤدي إلى إصابات حادة

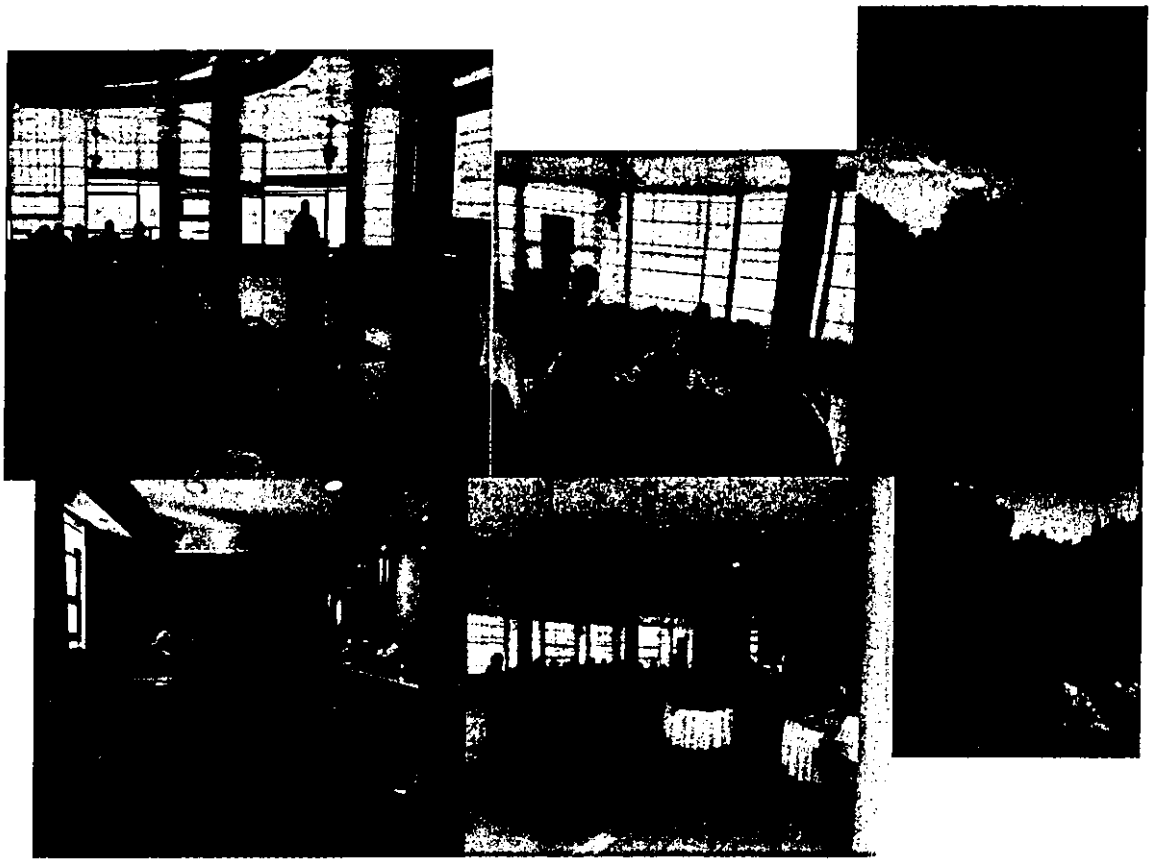
التعرض لإصابة نتيجة النزول الى أماكن عميقة وهي قاع الخزان	فيزيائي وكيميائي	عمال الصيانة	استخدام بعض معدات السلامة	مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية		عمق الخزان وخصوصا في محطة رفع وادي موسى قد يعرض عامل الصيانة لحادث قاتل اذا لم يتم الالتزام بمعدات السلامة والتزود بجهاز فحص تراكيز الغازات السامة
التعرض للروائح الكريهة والغازات المنبعثة من الخزان مما يؤدي إلى شكاوى يومية تصل الى المصادمات	فيزيائي	المجتمع المحيط	تغيير برنامج الضخ في محطة البدول	مدير المحطة		التعرض للروائح الكريهة داخل المنازل والتسبب بمصادمات
التعرض لإصابة داخل مبنى محطة رفع البيضاء نتيجة ضيق المكان	فيزيائي	عمال الصيانة	لا يوجد	مدير المحطة		التعرض لحوادث تعثر وجروح
تعرض المنتج الزراعي للتلوث وبالأخص ما يسقط من الثمار على الأرض	ميكروبيولوجي	المستهلك والمزارع	عدم تخزين المياه لفترة تزيد عن يوم بعد عملية الكلورة وقبل استخدام المياه	مدير المحطة		ضرورة فحص المياه في بركة التجميع للتأكد من خلوها من التلوث الجرثومي بالإضافة إلى فحص الثمار
نوعية منتج لا تضاهي ما يتم ريه بمياه مطابقة لنوعية مياه الشرب	ميكروبيولوجي، كيميائي	المستهلك والمزارع	فحص زيت الزيتون الذي يتم انتاجه	مدير جمعية البتراء الخضراء		عدم معرفة نوعية المنتجات باستثناء زيت الزيتون
إصابة المزارعين بالأمراض التي تنقل نتيجة التعرض للمياه المستصلحة	ميكروبيولوجي	المزارعين وعائلاتهم في حالة الامراض المعدية	يوجد العديد من إجراءات التحكم باستثناء عدم وجود مياه صالحة للشرب	مدير جمعية البتراء الخضراء		حادث شرب مياه مستصلحة بالإضافة الى حوادث غسيل اليدين بالمياه المستصلحة
التعرض للملوثات الجرثومية المتراكمة على نظام الري	ميكروبيولوجي	المزارعين وعائلاتهم في حالة الامراض المعدية	لا يوجد	الخبرة المتوفرة عند أعضاء الفريق		درجات الحرارة المرتفعة خصوصا في فصل الصيف مما يتسبب في بناء طبقة من البكتيريا عند الجدار الداخلي للخطوط والنقاطات مع عدم استخدام الغازات والكمامات والأحذية الواقية عند التنظيف مما قد يتسبب بانتقال الملوثات الجرثومية الى المزارع
التعرض لمسببات	ميكروبيولوجي	السائقين والعابرين اذا	ترميز خطوط الري	ملاحظات فريق اعداد الخط		عدم وجود إشارات تحذيرية بالقرب من المزارع تحير

الأمراض الموجودة في المياه المستصلحة		توقفوا عند المزارع غير المسورة				المسورة مما قد يؤدي الى استخدام المياه للشرب وانتقال الملوثات الجرثومية
التعرض للملوثات الجرثومية الموجودة في المياه العادمة	ميكروبيولوجي	سائقي الصهاريج ومرافقيهم	لا يوجد	معرفة فريق اعداد الخطة		عدم ارتداء معدات السلامة قد يعرض مجموعة التعرض لمخاطر انتقال الجراثيم عن طريق الرذاذ او الفم والتسبب بإصابة
تلوث المياه الجوفية وهي مصدر ميله الشرب	ميكروبيولوجي	المجتمع بصورة غير مباشرة بسبب التأخر بخدمة تزويد مياه الشرب لضرورة معالجتها	لا يوجد	بيانات وزارة المياه والري وخرائط حساسية المياه الجوفية للتلوث		عدم توفر البيانات الكافية عن نوعية المياه الجوفية بسبب عدم وجود ابار مراقبة

وسوف يقوم فريق اعداد الخطة بالتحقق من الأولويات خلال ورشة سيتم تنظيمها لهذا الغرض ليصار بعدها الى تطوير خطة التحسين التدريجية لمصادقتها من قبل اللجنة التوجيهية قبل البدء بعملية التنفيذ.

الحالة الريادية الثانية

(جنوب سوسة/ تونس)



الوحدة الأولى

المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة

1. تشكيل الفريق وتحديد منطقة الدراسة

تواجه الجمهورية التونسية حالة من الجفاف الشديد خلال السنوات القليلة الماضية تتمثل في انحباس المطر مما يؤثر بصورة مباشرة على النمو الاقتصادي بما في ذلك الإنتاج الزراعي والذي يعد المستهلك الأكبر لمصادر المياه وبنسبة تقدر ب 79٪ [10] من هذه المصادر. وتعتبر سوسة من الولايات الأكثر تأثرا بحالة الجفاف حيث تعاني منذ سنوات من نقص في التزويد المائي والانقطاعات الممنهجة لمياه الشرب. كما أن مصادر المياه الجوفية في الولاية غير صالحة للشرب كما سيتم تفصيله لاحقا في الجزء المتعلق بوصف النظام. وعليه فإن التوسع في عملية إحلال مياه الشرب بالمياه المستخدمة المعالجة لغايات الري والإنتاج الزراعي أصبحت ضرورة ملحة لتوفير مصادر مياه الشرب المتاحة في التزويد المائي لغايات الاستعمالات المنزلية والبلدي. ولقد قدرت كميات المياه العادمة التي يتم انتاجها على مستوى الجمهورية ب 284 مليون متر مكعب لعام 2019 بينما قدرت كميات المياه المعالجة المستخدمة في الزراعة ب 1304 مليون متر مكعب فقط[10] وهي نسبة منخفضة عند أخذ الإدارة المتكاملة لمصادر المياه بعين الاعتبار. وعليه فإن الحكومة التونسية أصدرت استراتيجية لإعادة الاستخدام (إعادة الاستخدام 2050) وذلك لتقليل الضغط على مصادر المياه العذبة وتشجيع الاستخدام الآمن للمياه المعالجة في الزراعة. وتأتي هذه لدعم جهود الحكومة التونسية في تطبيق الاستراتيجية وذلك لتعزيز القدرات في مجال الاستخدام الآمن للمياه المعالجة عن طريق تطوير خطط سلامة الاستخدام حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية. حيث أبدت تونس رغبتها لإعداد وتنفيذ خطة سلامة استخدام المياه المعالجة في الزراعة على المستوى التجريبي وذلك من خلال توصية الأمانة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة المنبثقة عن اجتماعها المنعقد بالقاهرة وذلك في الأول من تشرين ثاني لعام 2023. وعليه تم تشكيل عدة لجان هي اللجنة التوجيهية واللجنة الفنية بالإضافة إلى لجان تم تشكيلها في ولاية سوسة للتزود بالمعلومات والبيانات اللازمة لإعداد الخطة حيث تم اختيار ولاية سوسة وبالأخص مشروع استخدام المياه المعالجة في الزراعة لتطوير خطة لسلامة الاستخدام بحيث يتم استثمار الخبرة المكتسبة لريادة التوسع في مشاريع استخدام المياه المعالجة في الزراعة. وتشكلت اللجنة التوجيهية التي تضم في عضويتها المدير العام للهندسة الريفية واستغلال المياه والمدير العام للإنتاج الفلاحي عن وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري والرئيس المدير العام للديوان الوطني للتطهير عن وزارة البيئة. وأما اللجنة الفنية فتضم في عضويتها مندوبا عن الديوان الوطني للتطهير ومندوبين عن وزارة الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري.

ولقد قامت اللجنة الفنية باختيار منطقة الدراسة بالاعتماد على المعايير التي تم تزويدها من قبل منظمة الأغذية والزراعة العالمية ومن أهم هذه المعايير توفر البيانات وتعاون الجهويات، علما بأنه تم اعتماد الحدود الإدارية بدلا من حدود المسقط المائي لتحديد منطقة الدراسة والتي تقرر أن تضم كل من سوسة المدينة بالإضافة إلى مناطق أكودة والجوهرة وسيدي عبد الحميد والثريات والزاوية التي تتميز بوجود منطقة سقوية تعتمد على المياه المعالجة للري وذلك منذ عقود.

[10] Kefi, M., Kalboussi, N., Rapaport, A., Harmand, J., Gabtni, H. (2023). Model-based approach for treated wastewater reuse strategies focusing on water and its nitrogen content " a case study for olive growing farms in peri-urban areas of Sousse, Tunisia. Water, 15(4), 755, https://doi.org/10.3390/w15040755

2. تحديد أهداف الخطة في منطقة الدراسة

يهدف استحداث خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة لمنطقة الدراسة إلى ما يلي:

1. تعزيز نوعية المنتجات الزراعية المروية بالمياه المستصلحة بحيث تكون آمنة وتلبي متطلبات الجودة
2. ضمان الصحة العامة وتعزيز سلامة العمال والمستخدمين والمجتمع في منطقة الدراسة
3. تعزيز حماية البيئة في منطقة الدراسة فيما يتعلق بالتلوث المحتمل للمياه العادمة

وفيما يلي وصف عام أولي لمنطقة الدراسة وعرض لما تم إنجازه من خطوات لإعداد خطة سلامة الاستخدام بحسب الدليل الاسترشادي الذي تم إصداره بنسخته الثانية لعام 2021.

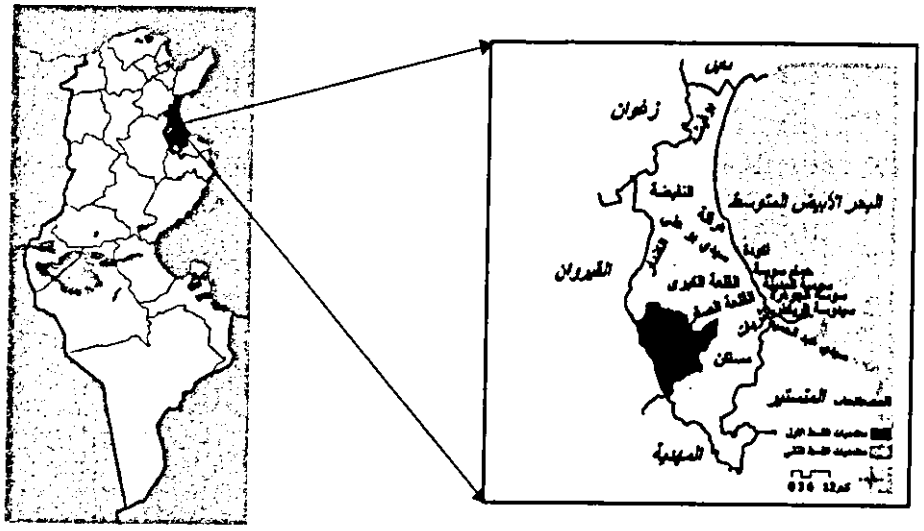
الوحدة الثانية

وصف منطقة الدراسة ووصف النظام

تقع ولاية سوسة على الساحل الشمالي الشرقي لدولة تونس كما هو موضح في الشكل رقم (13) على مساحة تبلغ () كم^2. ويحد الولاية ولايات نابل وزغوان والقيروان والمنستير. وتضم الولاية 754 ألف ساكنا موزعين على 16 منطقة يتمتع منهم 696 ألفاً بخدمات الصرف الصحي. فيما تضم منطقة الدراسة المشمولة بالخطة المطورة ضمن هذه الوثيقة كل من سوسة المدينة بالإضافة إلى مناطق أكودة والجوهرة وسيدي عبد الحميد والثريات والزاوية. وتضم منطقة الدراسة 280 ألف ساكن يتم خدمة 236 ألف ساكن منهم بمحطتي تطهير كما سيتم توضيحه لاحقا. وتتميز الولاية بمناخ البحر الأبيض المتوسط شبه الجاف بمعدل هطول أمطار 361 مم سنويا حيث يبلغ معدل الأيام المطرية 69 يوم تمتد من أيلول إلى أيار. كما تتراوح درجة الحرارة بين 11.4 درجة مئوية خلال شهر كانون الثاني إلى 26.1 درجة مئوية خلال شهر آب بناءً على المعدل الشهري. وتعاني الولاية عموما -كما بقية الولايات التونسية- من حالة جفاف وشح في مياه الشرب بالإضافة إلى تملح المياه الجوفية نتيجة ترشح مياه البحر. ويتم تزويد الولاية باحتياجاتها المائية جزئيا من ولايات أخرى بنسبة تقدر ب 35٪ من مصادر مياه الشرب في وذلك لعام 2021. بينما يتم الحصول على 65٪ من الاحتياجات المائية من مصادر مياه أخرى تتنوع بين سطحية وجوفية بالإضافة إلى المياه المستصلحة.

وتسود الأنظمة الرباعية (quaternary deposits) والبليوسين المبكر (Pliocene and Miocene formations) على التكوين الجيولوجي في المنطقة حيث تتكون رواسب العصر الرباعي من الرواسب الطمية والتي تمتد على طول السهول الساحلية والوديان. وتقع تحت هذه الرواسب تكوينات أعمق تتضمن الحجر الرملي والمارل وطبقات الحجر الجيري والتي تحتوي عادة على احتياطات كبيرة من المياه الجوفية. كما تحتوي بعض مناطق جنوب سوسة على تكوينات صخرية كربونية مثل الحجر الجيري والدولوميت والتي يمكن أن تشكل طبقات مياه جوفية منتجة خصوصا في المناطق التي تحتوي على تشققات حيث تساعد في إعادة شحن الخزان الجوفي القريب من سطح الأرض علما بأن إعادة الشحن تتأثر بصورة كبيرة بكميات الأمطار وبدرجة قليلة بالمياه السطحية. وتعتبر المائدة المائية في جنوب سوسة جزءاً من خزان سوسة-المنستير المائي الجوفي والذي يضم طبقة غير كتيمة تعتبر حساسة جدا للتلوث خصوصا من النشاطات الزراعية والصناعية وترشح مياه البحر بالإضافة إلى النشاطات الصناعية والمياه العادمة غير المعالجة. وتتفاقم مشكلة الملوحة نتيجة للضخ الجائر للمياه الجوفية مما يؤثر بشكل كبير على توفرها

كمصدر مياه شرب أو حتى كمصدر لمياه الري. كما يضم الخزان الجوفي طبقة كتيمة وتتميز بعمقها مما يجعل تكلفة الوصول إليها مرتفعة (حسب العمق) علما بأنها ذات نوعية أفضل من الطبقة العلوية.



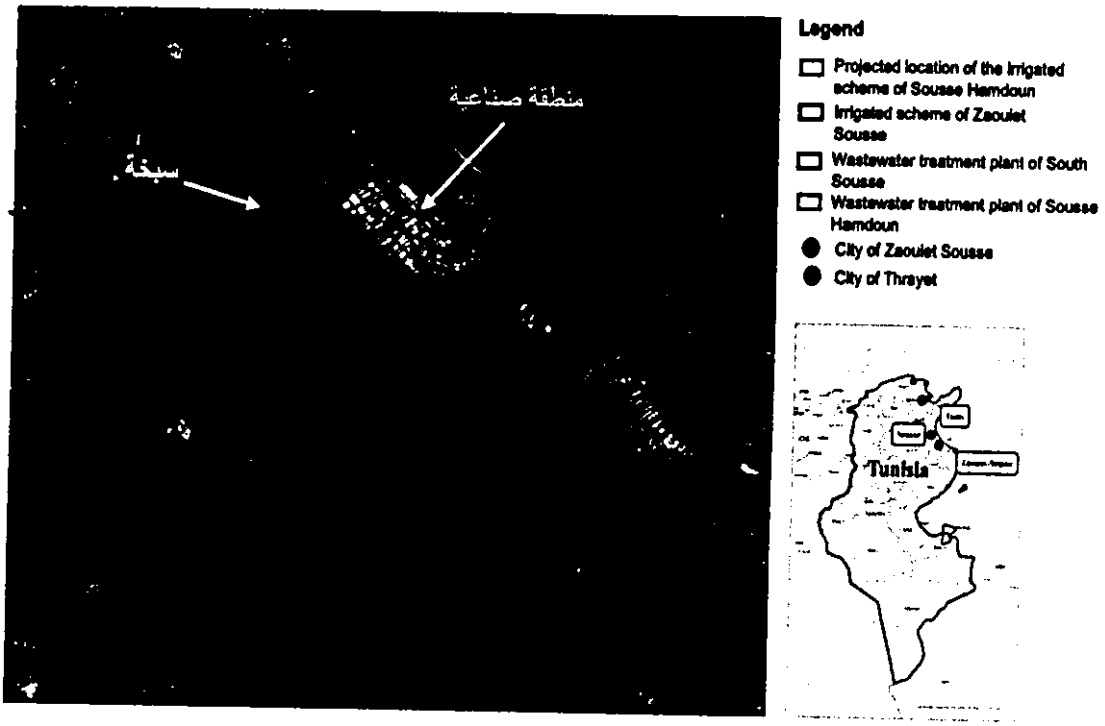
رسم توضيحي 13. موقع ولاية سوسة

وصف مشروع إعادة الاستخدام

تغطي منطقة إعادة الاستخدام 185 هكتار حيث تمت المباشرة بالمشروع حوالي عام 1980 وذلك بعد بدء تشغيل محطة سوسة الجنوبية وكجزء من سياسة إعادة الاستخدام الوطنية والتي تم تبنيها في تونس منذ عام 1965. وتقوم هيئة التنمية الزراعية الإقليمية التابعة لوزارة الزراعة بالإشراف على موقع إعادة الاستخدام والذي تم اختياره دون التشاور مع المزارعين حيث تم احتساب رقعة إعادة الاستخدام بناءً على كميات المياه المستصلحة التي تنتجها محطة سوسة الجنوبية وذلك لري الأعلاف وبساتين الزيتون. وتحتوي الأراضي المخصصة لإعادة الاستخدام على 10 بيزوميتر وذلك لمتابعة مستوى المياه الجوفية (المائدة المائية). وفي عام 1983 تمت دراسة الجدوى الاقتصادية للتحول لزراعة القطن بدلا عن الزيتون وذلك لتعظيم الفائدة الاقتصادية للمزارعين علما بأن التحول لم يتم لعدة أسباب بينها انخفاض كفاءة نظام المعالجة والانقطاعات المتكررة على مياه الشرب وبالتالي على المياه المستصلحة والتي لا تتناسب مع زراعة القطن. وبالنسبة لكميات مياه الري، فإنه من غير الواضح فيما إذا كانت الهيئة قد استخدمت كامل كمية المياه الخارجة من المحطة أم أن الاستخدام كان جزئيا بحيث يتم تصريف باقي الكمية الى وادي حلوف.[10] وتعود ضعف كفاءة المحطة إلى المشاكل المالية التي كانت تواجه المشغل في مطلع 1990 نظراً لتقليص النفقات العامة على هذا القطاع. كما قامت هيئة التنمية الزراعية الإقليمية بتغطية نفقات ضخ المياه من محطة التنقية الى خزان تجميعي بسعة 2500 م^3، بعدها توزع المياه للأراضي الزراعية انسيابيا بفعل الجاذبية الأرضية. واستمر ضخ المياه عن طريق محطة رفع تضم 3 مضخات بمعدل دفق ٧٠ لتر/ثانية للمضخة الواحدة حتى عام 2018. كما غطت الهيئة رواتب المستخدمين الذين يقومون بتوزيع المياه وصيانة البنية التحتية ومتابعة نوعية مياه خرج محطة المعالجة. وعليه فإن الأسعار المترتبة على المياه والتي تم

تحصيلها من المزارعين كانت زهيدة ولا تتعدى سنت امريكي لكل متر مكعب من المياه ولا تغطي تكاليف التشغيل. ولهذا السبب تحديدا تم إنشاء جمعية تعاونية للمزارعين عام 2001 وذلك للقيام بمهام توزيع المياه بين المستفيدين على الرغم من تردي نوعية المياه التي يتم تزويدها والذي شكل تحديا كبيرا لإقناع المزارعين بالالتحاق بالجمعية لحين تحسين نوعية المياه. واستمر التحدي حتى عام 2020 حيث كان معظم المزارعين غير مسجلين كأعضاء في الجمعية مع العلم بأنهم يستخدمون المياه. وفي عام 2018 بدء العمل بمحطة سوسة حمدون حيث تم تحويل مياه مخرج محطة سوسة الجنوبية إلى محطة سوسة حمدون بقرار من ONAS دون التنسيق مع هيئة التنمية الزراعية في الزاوية مما أدى إلى وجود خلل في التزويد المائي في المنطقة السقوية. وعليه تم الاتفاق على إسالة ثلث الكمية من محطة سوسة الجنوبية ليتم ضخها عن طريق محطة الرفع إلى الخزان التجميعي، وذلك بالتزامن مع ضخ جزء من مخرج محطة سوسة حمدون لتزويد المنطقة السقوية في الزاوية والتي تقع على حدود المحطة كما هو موضح في الشكل رقم (14). ويقع خزان الضخ الجديد داخل حدود محطة سوسة حمدون حيث يحتوي على مضخة واحدة تعمل بمعدل دفق 50 لتر/ثانية تضخ المياه إلى الخزان التجميعي. هذا بالإضافة لوجود خطة للاستفادة من بقية المياه المنتجة في سوسة حمدون لري ما يقارب 500 هكتار كما هو موضح في الشكل. وتقوم جمعية المزارعين بتنظيف الخزان من الرواسب بصورة يدوية وبتكرارية لا يمكن الجزم بها كما يتم التخلص من الرواسب بصورة غير واضحة.

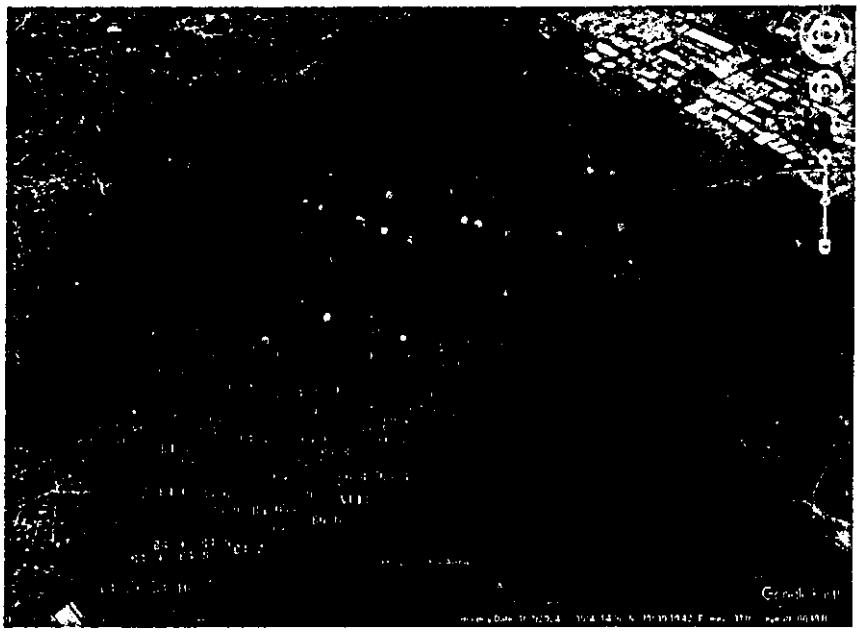
ويتم توزيع مياه الري من الخزان التجميعي (الشكل رقم 15) عن طريق شبكة ري بطول 12000 م موزعة على كامل الرقعة الزراعية. كما ويوجد شبكة لتصريف مياه الري الزراعي متصلة بسبخة محاذية للمنطقة السقوية ووادي حمدون كما يظهر في شكل رقم (14). ويحول سكب الفضلات الصلبة بالسبخة دون صرف مياه التي توجه نحو السبخة حيث تقلصت مساحة السبخة بسبب الردم بفضلات البناء كما يتم سكب المياه الصناعية بها. وأما عن طريقة الري، فإن المزارعين يعتمدون طريقة الري بالغمر حيث يقوم مجمع التنمية الفلاحية بتنظيم توزيع المياه بحيث تكون مدة الدورة 16 يوما وبمعدل تدفق بحدود 15 لتر/ ثانية. ويستفيد حاليا من المشروع حوالي 210 مزارعاً ومزارعة كما هو موضح في الشكل رقم (16) تشكل النساء ما يقارب من 7.6٪ من المستفيدين. كما يقوم المزارعون بتربية الأبقار حيث يتم تغذيتها بالأعلاف المنتجة. كما يتم بيع الحليب الطازج الذي تنتجه الأبقار في السوق المحلي.



رسم توضيحي 14. المنطقة السقوية الحالية في الزاوية بالإضافة للمنطقة المراد استغلالها مستقبلا لغايات توسيع الرقعة الزراعية

رسم توضيحي 15. الخزان التجميعي في منطقة الزاوية والذي يزود المنطقة السقوية بالمياه المستصلحة

وبالنظر إلى حالة الجفاف التي تعاني منها الجمهورية عموما وولاية سوسة على وجه التحديد، تم إصدار قرار مشترك من وزير الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري ووزيرة البيئة ووزير الصحة إلى كافة ولاة الجمهورية وذلك لتبسيط الإجراءات المتعلقة بترخيص استغلال المياه المستعملة المعالجة في مجال الري بتاريخ 10 نوفمبر لعام 2023 عدد 172 وذلك على اثر صدور مقرر وزير الفلاحة والموارد المائية والصيد البحري بتحجير استعمال الماء الصالح للشرب في مجال الري (مقرر عدد 941 بتاريخ 29 مارس 2023). ومن ضمن الإجراءات المطلوب تسهيلها ما يتعلق باستغلال المياه المستعملة المعالجة عن طريق



رسم توضيحي 16. قطع الأراضي التي يقوم المزارعون بالاستفادة منها

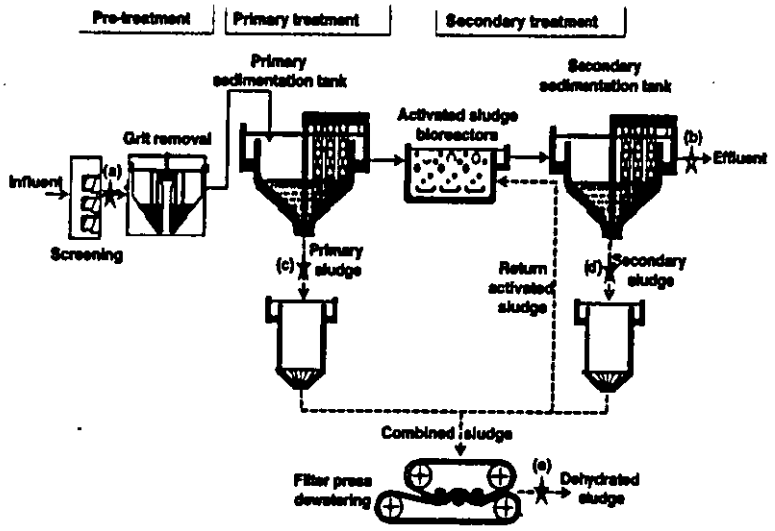
نقلها بالصهاريج إلى موقع الاستغلال. حيث يتعين على من يرغب باستغلال المياه عن طريق النقل بالصهاريج تعبئة نموذج بطلب الترخيص يتم عرضه على أنظار اللجنة الجهوية المكلفة بمراقبة ومتابعة استغلال المياه المعالجة (منشور عدد 41 لسنة 2018) للدراسة والمصادقة عليه في مدة لا تتجاوز 10 أيام من تاريخ إيداع الطلب بالولاية المعنية. وتكون التراخيص صالحة لمدة سنة واحدة قابلة للتجديد إن دعت الحاجة لذلك. ويتم عند الترخيص إرسال نسخ من الملفات المرخص لها إلى المصالح الرقابية بوزارتي البيئة والصحة على أن يتم موافاة اللجنة المركزية المحدثة بالمنشور عدد 42 لسنة 20188 بتقارير شهرية لنتائج المتابعة الدورية. وقد تم إلحاق الشروط المتعلقة بنقل المياه المستعملة المعالجة عن طريق صهارية لاستغلالها في الري. ويتعين على فريق اعداد الخطة أن يتحقق في المرحلة المقبلة فيما إذا كانت هناك مشاريع ري تعتمد النقل بالصهاريج في منطقة الدراسة وذلك لإدخالها في هذه الخطة علما بأن المياه المستغلة في الري من محطة سوسة حمدون لا تتجاوز (٪) من كميات مياه المخرج.

محطة سوسة الجنوبية

صممت المحطة على تدفق 30000 م^3/يوم لخدمة ما يقارب 325 ألف نسمة وبحيث تشكل المياه العادمة البلدية ما نسبته 25٪ من التدفق فيما تشكل المياه العادمة الناتجة عن السياحة ما نسبته 52٪ من التدفق والمياه العادمة الصناعية ما نسبته 23٪. هذا مع العلم بأن هذه النسب تكافئ تقريبا 271 الف نسمة من السكان القاطنين في المدينة وما يقارب من 31 ألف سائح بالإضافة إلى 23 ألفا عند احتساب الكميات الناتجة عن الصناعة[11] مما قد يفسر تراكيز الملوثات العضوية الداخلة للمحطة والموضحة في جدول رقم (13)[10]. وتتزايد كميات المياه التي تستقبلها المحطة خلال الموسم السياحي وما زال فريق الخطة

11

بحاجة لتوضيح التغير في كميات التدفق الواردة للمحطة خلال السنة علما بأن هذه الكميات قد تقلصت الى 10000-15000 م^3/يوم لهذا العام ربما بسبب حالة النقص الحاد في كميات مياه الشرب بالإضافة إلى تراجع السياحة بعد جائحة كورونا. وتتكون المحطة (الشكل رقم 17) من وحدة المصافي ووحدة إزالة الرمال ووحدة الترسيب الأولي تليها أحواض التهوية ثم احواض الترسيب الثانوية دون وجود وحدة كلورة. بينما يتم تجميع الحمأة الزائدة من حوض الترسيب الأولي وحوض الترسيب الثانوي في حوض تجميعي يتم بعدها تمريرها على مكبس الترشيح الميكانيكي لتقليل نسبة المياه في الحمأة التي تنقل بعدها الى () ويتم استخدام جزء منها كمسمد زراعي[11]. وتقدر كمية الحمأة الناتجة بحوالي 4000 كغم/يوم بعد عملية تقليل نسبة المياه (filter pressing). ولا تتوفر معلومات كافية حتى الآن عن طبيعة المياه العادمة الصناعية التي تستقبلها المحطة كما لا تتوفر معلومات عن التغير في خصائص المدخل وتأثيره على نوعية المياه المستصلحة. ويتعين على فريق اعداد الخطة تجميع البيانات الخاصة بالصناعات وأماكن تواجدها (الإحداثيات) إن أمكن بالإضافة إلى طريقة إدارة المياه الناتجة ومراقبتها.



رسم توضيحي 17. مخطط توضيحي لمحطة سوسة الجنوبية[12]

جدول 13. الخصائص العامة لمدخل ومخرج محطة سوسة الجنوبية بناءً على ما هو منشور في الأدبيات وذلك لعام 2013 [10]

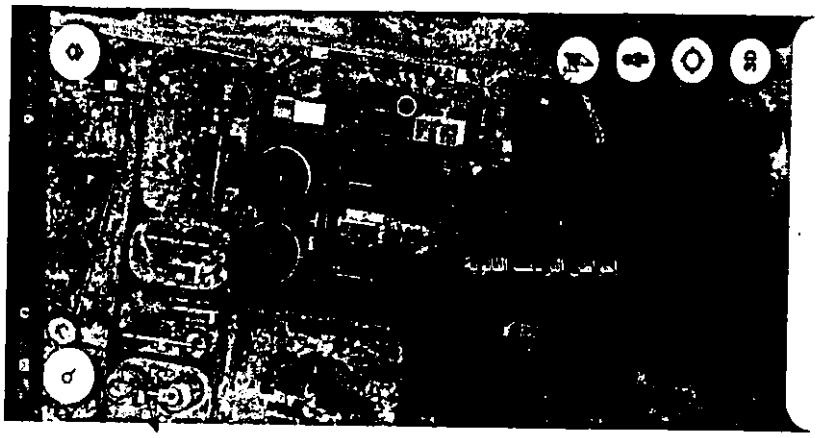
العنصر	pH	TSS mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	Cl mg/l	Temp. range (°C)
المدخل	7.1±1.0	409	406	800	710	15.8-30.1
المخرج	8.0±1.0	43	48	117	639	
المواصفة التونسية NT 106-03		30	30	90		

[12] Belhaj, D., Athmouni, K., Jebri, B., Kallel, M., Ayadi, H., Zhou, J.L. (2016). Estrogenic compounds in Tunisian urban sewage treatment plant: occurrence, removal and ecotoxicological impact of sewage discharge and sludge disposal. Ecotoxicology. DOI 10.1007/s10646-016-1733-8

ويتسبب غلق مجرى وادي حلوف الذي تسكب فيه المياه المعالجة من محطة تطهير سوسة الجنوبية في فيضان محطة الضخ المحاذية للمناطق السكنية بصورة متكررة.

وصف محطة سوسة حمدون

تبلغ الطاقة التصميمية لمحطة سوسة حمدون 36 ألف م^3 يوميا وتم البدء بتشغيلها عام 2018 بعقد (BOT). وتقع المحطة في جنوب شرق سوسة. وتستقبل المحطة حاليا بحدود 20 ألف م^3 يوميا موزعة بين المياه العادمة المنزلية (البلدية) والمياه الصناعية بالإضافة إلى المياه العادمة الناتجة عن السياحة. وحسب المعلومات الواردة من فريق إعداد الخطة فإن عدد السكان المخدومين يبلغ حوالي 148010 نسمة من سكان المنازل و4790 مكافئ نسمة من مياه المكب الصناعي بالإضافة إلى 24000 مكافئ نسمة من السواح. وما زال فريق العمل بحاجة للتأكد من هذه الكميات بالمقارنة مع معدل استهلاك المياه لكل من القطاعات المذكورة لتأكيد الأرقام خصوصا وأن البيانات المتوفرة عن المحطة ما زالت شحيحة في الأدبيات المنشورة. وعلى كل الأحوال فإن الزيارة الميدانية للمحطة أشارت إلى أن نسبة المياه الصناعية تشكل 15٪ تقريبا من مياه المدخل بحسب مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية يأتي معظمها من المنطقة الصناعية المجاورة للمحطة (الشكل رقم 13) والتي تتكون من صناعات تتنوع بين صناعات كيماوية وصناعات غذائية ومصانع ألمنيوم ومعدنية وصناعة النسيج ومواد التنظيف بما مجموعه 38 وحدة صناعية. بالإضافة إلى صناعات أخرى خارج المنطقة الصناعية من المفضل تحديدها للتمكن من تحديد المخاطر في حال عدم التزام المصانع بالمعالجة المطلوبة قبل طرحها على شبكة الصرف الصحي. كما أنه من الضروري معرفة التغير في كميات المياه التي تصل المحطة في المواسم المختلفة حيث من المتوقع أن الموسم السياحي قد يشكل عاملا مهما لزيادة كميات التدفق للمحطة. وتتكون المحطة من وحدة مصافي ووحدة إزالة الرمال وأحواض ترسيب أولية تليها أحواض التهوية ثم أحواض الترسيب الثانوية ويتم بعدها معالجة المياه ثلاثيا لإزالة الملوثات الجرثومية عن طريق وحدة فلترة رملية تليها عملية التعرض للأشعة فوق البنفسجية. وأما بالنسبة للحمأة فإنه يتم تكثيفها ثم نشرها على أحواض التجفيف وتجميعها في مكان مخصص داخل المحطة ليتم نقلها عن طريق مقاول إلى مكب مخصص لذلك في ولاية نابل. كما يوجد في المحطة هاضم لاهوائي لمعالجة الحمأة لكنه ما زال في طور التسليم وتحت التجربة. ويوضح الشكل رقم (18) وحدات المحطة المختلفة. وحسب المعلومات من مدير المحطة فإنه لا يتم تثمين الحمأة الناتجة نظرا لأن المحطة تستقبل أيضا المياه العادمة الصناعية. كما لا يتم تثمين معظم المياه المعالجة حيث تسال الى وادي حمدون ومن ثم إلى البحر. وأما بالنسبة للمخلفات الناتجة عن المصافي فيتم نقلها الى المكب المراقب بولاية سوسة ولا تخضع لإجراءات خاصة باعتبارها فضلات عادية. وتبلغ كلفة رفع ونقل الحمأة ما مقداره 30–35 دينار تونسي لكل متر مكعب. وينتظر فريق العمل نتائج تحاليل الحمأة من المشغل بالإضافة إلى نتائج تحاليل المياه المستخدمة المعالجة. ولحين ذلك، فإن الفريق استعان بالأدبيات لتحديد خصائص المياه المستخدمة الخام والمعالجة كما هو موضح في الجدول رقم (14). ويخضع عمال المحطة للفحص الطبي الدوري ويتم القيام بالتلاقيح اللازمة بصورة دورية حسب ما أفاد مسؤول السلامة المهنية على المستوى الجهوي.

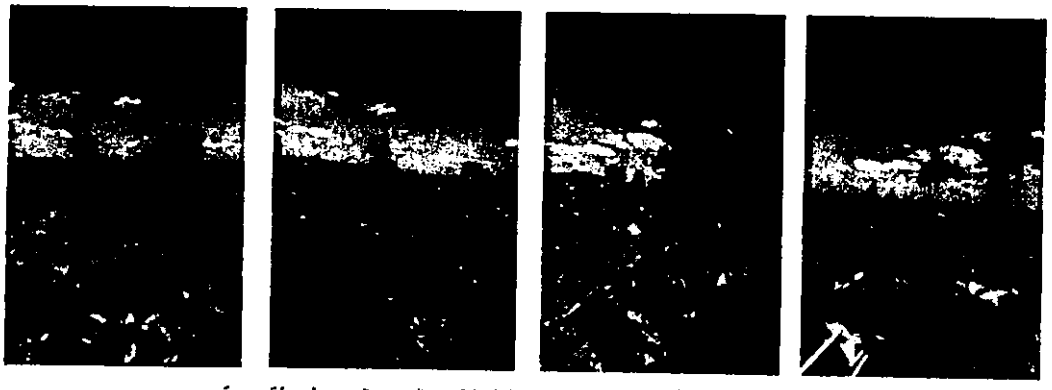


رسم توضيحي 18. وحدات محطة سوسة حمدون لتنقية المياه العادمة

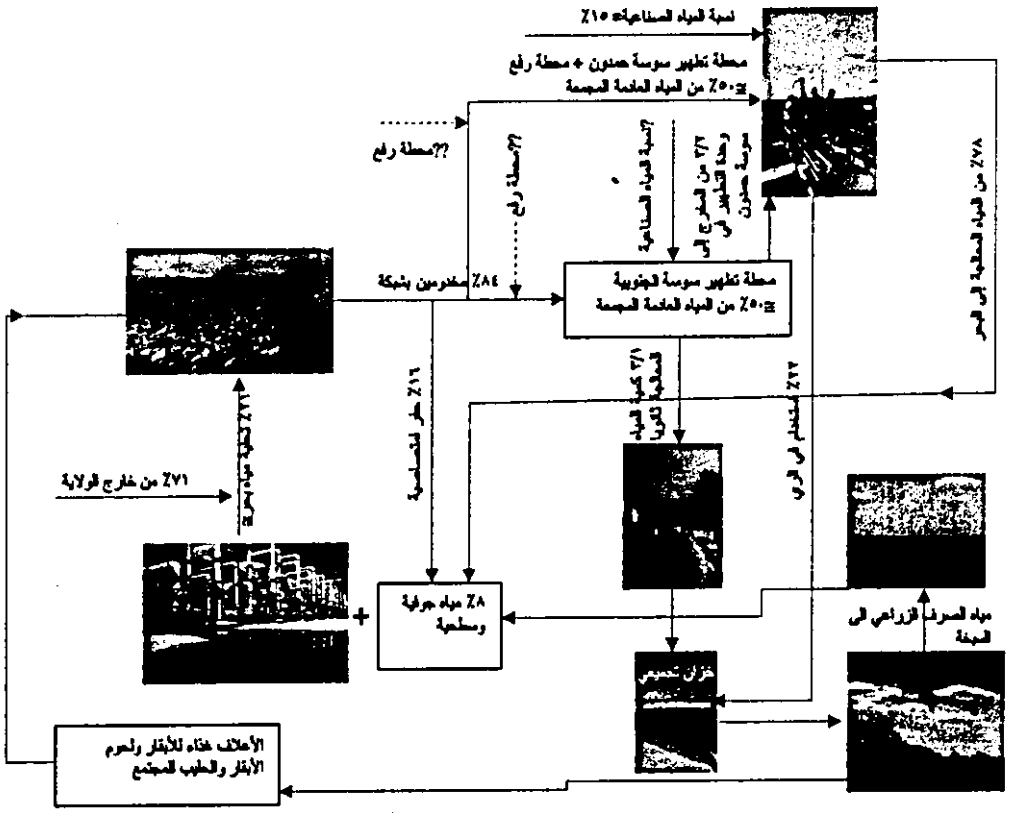
جدول 14. نوعية مياه المدخل والمخرج لمحطة سوسة حمدون

المعلم	TSS mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	pH
المدخل	482	400	916	7.0
المخرج	20	18	62	8.0

وتتجمع حول المحطة العديد من أكوام الأنقاض كما هو موضح في الشكل رقم (19) والتي تتكون من المخلفات البلاستيكية ومخلفات البناء والمخلفات العضوية وغيرها.



رسم توضيحي 19. مثال من أكوام الأنقاض والمخلفات على طول الطريق الفرعي المؤدي لمحطة سوسة حمدون



رسم توضيحي20. وصف النظام المشمول بتطوير خطة سلامة الاستخدام في ولاية سوسة (سوسة المدينة وجوهرة والزاوية والثريات واكودة وسيدي عبد الحميد)

ويوضح الشكل (20) ملخصا للنظام الذي ينوي فريق العمل إعداد الخطة له. ولا زال الفريق بحاجة للحصول على المعلومات التالية:

1. كمية المياه الصناعية التي تدخل محطة سوسة حمدون
2. طبيعة الصناعات الموجودة وتوزيعها الجغرافي وكيفية إدارتها (هل تخضع لمعالجة على أرض الواقع) بالإضافة إلى المراقبة إن وجدت مع التزود ببيانات المراقبة لمعرفة خصائص المياه العادمة الصناعية
3. هل يوجد محطات رفع لضخ المياه لمحطة سوسة الجنوبية؟ إذا كان الجواب بنعم فكم عددها؟ بالإضافة إلى تفاصيل عن المحطة (وحداتها) والمخاطر التي تواجه المشغل وفيما إذا كانت قريبة من التجمعات السكنية وفيما إذا تم تسجيل شكاوى من المجتمع المحيط. بالإضافة إلى عملية تنظيف الخزان في محطة الرفع وطريقة التخلص من الرواسب
4. هل يوجد محطة ضخ من محطة تطهير سوسة الجنوبية إلى محطة تطهير سوسة حمدون؟ وإذا كان الجواب بنعم فما هي وحدات المضخة وموقعها (إحداثيات)؟ وما هي طبيعة المخاطر التي يتعرض لها المشغل بالإضافة إلى معلومات عن شكاوى السكان إن وجدت والتي يمكن جمعها من المشغل أيضاً
5. أية بيانات متوفرة عن المصانع في المنطقة الصناعية التي تتخلص من المياه العادمة إما بوصلها على شبكة الصرف الصحي أو بإلقائها في السبخة. حيث أن الفريق بحاجة لمعرفة تراكيز الملوثات بالإضافة إلى كمياتها
6. هل يتم تزويد السكان بمصادر مياه جوفية من المائدة الجوفية التي تقع تحت الطبقة الكتيمة أم من المائدة الجوفية الضحلة؟ وإذا كانت من المائدة الجوفية الضحلة فما هي طبيعة المعالجة التي تخضع لها؟

7. هل يتم نقل مياه المخرج من محطة سوسة حمدون للبحر بخط مغلق أم إنها تسيل إلى وادي حمدون الذي تصب مياهه في البحر؟

8. هل يتم تسميد الأشجار في الأراضي المروية؟ وما هي طبيعة المسمدات؟

9. خصائص الحمأة الناتجة عن محطة تطهير سوسة الجنوبية ومحطة تطهير سوسة حمدون

10. خصائص مياه المدخل والمخرج على مدى العام لكل من محطتي التطهير

11. التغير في التدفق على مدى العام لمحطتي التطهير

وبناءً على هذه المعلومات المتممة، سيتمكن الفريق من تقييم المخاطر بطريقة أفضل بحيث يتم تطوير خطة تحسين تدريجية بصورة تدعم صاحب القرار لتحديد أولوياته للمحافظة على الصحة العامة وصحة البيئة. وعليه سيقوم فريق العمل بمتابعة جمع هذه البيانات ما أمكنَ واستخدامها في المرحلة القادمة.

الوحدة الثالثة

تحديد المخاطر عند كل مرحلة

سيقدم الفريق في هذه الوحدة المخاطر التي تم جمعها حتى لحظة إعداد هذا التقرير على أن يتم جمع البقية في المرحلة الزمنية القادمة. حيث تم جمع معلومات عن المخاطر الخاصة بشبكة الصرف الصحي دون تحديد للأماكن بانتظار تزويد الفريق بها من مسؤول السلامة المهنية الجهوي. كما تم جمع معلومات عن المخاطر المحتملة في محطة سوسة حمدون علما بأن مدير المحطة قد أكد عدم وجود أي حالات تعرض فيها المشغلون لإصابات حتى إعداد هذا التقرير. كما تم جمع بيانات عن المخاطر الخاصة بمحطة الرفع التابعة للمكتب الإقليمي لوزارة الزراعة وكذلك خزان المياه المعالجة التجميعي بالإضافة إلى المخاطر المحتملة في المنطقة الزراعية. أما باقي المخاطر المحتملة لعناصر النظام ما زالت قيد التطوير وسيتم إلحاقها في المرحلة الثانية بهذا التقرير.

المخاطر الخاصة بشبكة الصرف الصحي

نظام شبكة الصرف الصحي يتكون من صناديق ربط موجودة على مستوى المنازل مربوطة بخطوط الصرف الصحي الموجودة في الشوارع. علما بأن تشغيل وصيانة صناديق الربط الموجودة في الأملاك الخاصة تقع ضمن مسؤوليات الديوان الوطني للتطهير مما قد يشكل عبءً إضافيا على المشغل. وتعاني بعض أجزاء الشبكة الخراسانية من الاهتراء حيث تم استبدال ما بعض الخطوط بمجموع اطوال يقارب 10 كم. كما يضم الديوان الوطني للتطهير 7 فرق تدخل تتكون من عاملين اثنين وسائق مجهز بشاحنة مزدوجة لتسريح البالوعات (المناهل) وشفط المياه. كما يستعين الديوان بالقطاع الخاص عن طريق عقود تتضمن تدخل خمسة فرق إضافية للتمكن من تغطية الشبكة في منطقة الدراسة علما بأن عمليات التدخل لا تشهد تباينا بين فصلي الشتاء والصيف. ويضم الديوان ما مجموعه 36 عامل صيانة يخضعون للفحص الطبي دوريا وبواقع مرتين في السنة بالإضافة إلى تلقيهم المطاعيم الضرورية بحسب مسؤول السلامة المهنية الجهوي في ديوان التطهير. ويتضمن الجدول رقم (15) عرضا للمخاطر الخاصة بنظام شبكة الصرف الصحي علما بأنه لا يتوفر مخططات لشبكة الصرف الصحي عند الديوان الوطني للتطهير. ومن الجدير

بالذكر بأن الديوان الوطني للتطهير يمنح تراخيص للمصانع التي لا تحتوي على معالجة أولية بسكب مياههم بمحطة التطهير غير أنهم لا يلتزمون بالسكب في المحطة ويقومون بطرح المياه في أقرب بالوعة أو وادي أو في السبخة.

جدول 15. المخاطر الخاصة بنظام شبكة الصرف الصحي في منطقة الدراسة

أحداث الخطر	أسباب وقوع الحادث	إجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
1. التعرض للمياه العادمة غير المعالجة خاصة في الأحياء الشعبية	1. انسدادات متكررة بصناديق الربط بسبب الفضلات مما يسبب رجوع المياه الى المنزل	تنظيف صندوق الربط فور تلقي شكوى علما بأن مجموع الشكاوى يصل إلى ٣٠ الى ٤٠ شكوى يوميا تشكل انسدادات صناديق الربط ما نسبته ٧٠٪ من الشكاوى	1. برنامج توعية مكثف لسكان المناطق الشعبية للمخاطر المترتبة على الإغلاقات والتي يتسبب بها طرح الزيوت والدهون والنفايات الصلبة في المغاسل والتواليت 2. دراسة أن يقوم صاحب النزل بالتنظيف على نفقته الخاصة	ميكروبيولوجي	سكان المنازل
1. التعرض للمياه العادمة غير المعالجة خاصة في الأحياء الشعبية	1. انسدادات متكررة بصناديق الربط بسبب الفضلات مما يسبب رجوع المياه الى المنزل	1. تنظيف صندوق الربط فور تلقي شكوى مع الالتزام ببعض معدات السلامة المهنية 2. تلقي عمال الصيانة المطاعيم اللازمة	1. الالتزام التام بمعدات السلامة المهنية 2. تدريب عمال الصيانة على الالتزام بمعدات السلامة المهنية 3. التأكد من تلقي كافة عمال الصيانة بالمطاعيم حسب الدورية التي توصي بها منظمة الصحة العالمية مع توثيق ذلك	ميكروبيولوجي	عمال الصيانة
التعرض للمياه العادمة في حالة فيضان الخط علما بأن هذا الحادث يتكرر باستمرار ولم يتم تحديد مواقع حتى الآن علما بوجود ٤١٠٠٠ منهل (بالوعة) وما زال الفريق بانتظار تحديد المواقع التي يتكرر	1. انغلاق الخطوط نتيجة تراكم الاوساخ وبالأخص الشحوم والزيوت 2. انغلاق الخطوط نتيجة تراكم الرواسب من الرمال او معامل الرخام/ الحجر	١. ارتداء القفازات اثناء عمل الصيانة الدورية	1. الالتزام بمعدات السلامة المهنية كاملة مع وجود برامج تطعيم دورية حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية 2. توثيق الإصابات وطبيعتها للتمكن من تقييم المخاطر بطريقة أكثر دقة 3. التأكد من عدم وجود مشكلة تصميمية في الخطوط	فيزيائي وميكروبيولوجي	عمال الصيانة في الموقع

فيها الحادث بصورة مستمرة				
التعرض للمياه العادمة في حالة فيضان الخط علما بأن هذا الحادث يتكرر باستمرار ولم يتم تحديد مواقع حتى الآن علما بوجود 41000 منهل (بالوعة) وما زال الفريق بانتظار تحديد المواقع التي يتكرر فيها الحادث بصورة مستمرة	1. انغلاق الخطوط نتيجة تراكم الاوساخ وبالأخص الشحوم والزيوت 2. انغلاق الخطوط نتيجة تراكم الرواسب من الرمال او معامل الرخام/ الحجر	لا يوجد لا يوجد	في حال وجود سكان بالقرب من المناهل الأكثر عرضة للإغلاقات: 1. إرسال رسائل نصية لأصحاب المنازل المحيطة تتضمن إرشادات لتجنب التعرض للمخاطر البيولوجية أو حوادث الانزلاق 2. توثيق الإصابات الناتجة عن التعرض وتقييم الخطر بطريقة أكثر دقة مع الالتزام ببرامج توعية إن دعت الحاجة لذلك	فيزيائي وميكروبيولوجي	سكان المنازل القريبة والمارة (مع عدم توثيق وقوع إصابات)
التعرض للغازات السامة أثناء عملية صيانة الشبكات مع عدم تحديد الأماكن التي شهدت أكثر تكرارية للحادث	1. تشكل وتراكم غاز كبريتيد الهيدروجين في الشبكة	التهوية الجيدة قبل البدء بعملية الصيانة	1. ضرورة التزود بجهاز كشف الغاز وقاس تركيزه قبل النزول لإجراء الصيانة 2. ضرورة الالتزام بكافة معدات السلامة 3. ضرورة التدريب المستمر لعمال الصيانة وبطريقة مبسطة تتناسب مع المعرفة المكتسبة لديهم	فيزيائي، كيميائي	عمال الصيانة
التعرض للمياه العادمة في حال التصريفات من الخطوط مع عدم تحديد للمواقع علما بأن الحادث يتكرر بمن 3 الى 4 مرات اسبوعيا	1. انهيارات أرضية أو في الاسفلت خلال القيام بأعمال أخرى كتمديد خطوط أو غيره 2. اهتراء الخطوط الاسمنتية نتيجة لقدم الشبكة	1. اعلام السلطات والبلديات المعنية والمباشرة بعمل الصيانة اللازمة 2. استبدال الخط	1. وضع إشارات تحذيرية تشير إلى أن الموقع تحت الصيانة الخاصة بخطوط المجاري	ميكروبيولوجي	المارة ومستخدمي الطريق والسكان المجاورين
التعرض للمياه العادمة في حال التصريفات من الخطوط مع عدم تحديد للمواقع علما بأن الحادث يتكرر	1. انهيارات أرضية أو في الاسفلت خلال القيام بأعمال أخرى كتمديد خطوط أو غيره	1. ارتداء القفازات	1. الالتزام بمعدات السلامة المهنية كاملة مع وجود برامج تطعيم دورية حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية	ميكروبيولوجي، فيزيائي	عمال الصيانة

بمن 3 الى 4 مرات اسبوعيا	2. اهتراء الخطوط الاسمنتية نتيجة لقدم الشبكة		2. توثيق الإصابات وطبيعتها للتمكن من تقييم المخاطر بطريقة أكثر دقة 3. التدريب على استخدام معدات السلامة المهنية والالتزام بها		
التعرض للمياه العادمة اثناء عملية الصيانة في المناطق التي يتم فيه اسكب المياه العادمة الصناعية	1. سكب مياه ملوثة ناتجة عن المسالخ 2. سكب مياه صناعية ناتجة عن صباغة الأقمشة والجلود 3. سكب الزيبار (المخلفات السائلة الناتجة عن معاصر الزيتون) في الشبكة خلال موسم عصر الزيتون	1. ارتداء القفازات	1. الالتزام بمعدات السلامة المهنية كاملة مع وجود برامج تطعيم دورية حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية 2. توثيق الإصابات وطبيعتها للتمكن من تقييم المخاطر بطريقة أكثر دقة 3. التدريب على استخدام معدات السلامة المهنية والالتزام بها 4. وضع أجهزة تتبع على الناقلات التي تقوم بنقل المياه من المصانع إلى الأماكن المصرح بها وذلك للحد من الطرح في شبكة الصرف الصحي	ميكروبيولوجي، كيميائي، فيزيائية	عمال الصيانة

المخاطر الخاصة بمحطات المعالجة

بالرجوع لمشغلي محطة سوسة حمدون، فإنه لم يتم تسجيل أية إصابات منذ البدء بتشغيل المحطة عام 2018، وعليه يمكن اعتماد المخاطر المحتملة المسجلة في حالة الأردن الواردة أعلاه على وحدات المحطة المختلفة علما بأن هذه المخاطر تنطبق أيضا على محطة سوسة الجنوبية حيث معظم الوحدات متشابهة باستثناء وجود الهاضم اللاهوائي لمعالجة الحمأة في محطة سوسة حمدون. ويوضح الجدول رقم (16) المخاطر الخاصة بمحطات التنقية آخذين بعين الاعتبار الطرح الصناعي وكذلك وحدة الهضم اللاهوائي للحمأة. ومما تجدر الإشارة إليه أن وحدة المصافي الميكانيكية في محطة سوسة حمدون تتكون من مصافي ميكانيكية خشنة (coarse) ومصافي ميكانيكية ناعمة (fine) ويتم التخلص فيها من النفايات بالإلقاء المباشر في ناقلة تقع أسفل المصافي وعليه فإن المخاطر الفيزيائية والمكروبيولوجية في هذه الوحدة لا يمكن مقارنتها بحالة محطة وادي موسى. بالإضافة إلى ذلك فإن محطة سوسة حمدون لا تحتوي على وحدة كلورة وإنما تتكون وحده التطهير من فلاتر رملية يتبعها تعقيم بالأشعة فوق البنفسجية. كما يتم نشر الجير على أحواض تجفيف الحمأة وذلك لتقليل المخاطر الجرثومية حيث أنه يرفع pH إلى قيم بحدود 12 مما يتسبب بقتل الجراثيم وبالتالي التحد من الروائح بالإضافة إلى مساهمته في تسريع عملية تجفيف الحمأة. ومن

الضروري أن يقوم الفريق في المرحلة المقبلة بالتحقق فيما إذا كانت المحطة تلتزم بإجراءات OSHA للسلامة أو أية إجراءات أخرى مناسبة.

جدول 16. المخاطر الخاصة بمحطة تنقية سوسة حمدون

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر
		وحدة إزالة الرمال		
التعرض لاستنشاق الغازات (امونيا، مواد عضوية متطايرة، كبريتيد الهيدروجين)[13]	تواجد الغازات في منطقة محصورة	1. إزالة الأغطية وتهوية الفناء قبل تنظيفها	1. الالتزام بإجراءات الوقاية مثل ارتداء الكمامات والملابس الامنة 2. حمل جهاز فحص تراكيز الغازات وخصوصا كبريتيد الهيدروجين	فيزيائي، كيميائي
التعرض لإصابة أثناء صيانة المضخات	1. عدم عزل المضخة كهربائيا قبل البدء بأعمال الصيانة، أو عدم استخدام إجراءات lockout and Tagout (LOTO)	1. يتم عزل المضخة كهربائيا قبل البدء بعملية الصيانة ولم يتم تسجيل حوادث لهذا السبب	1. الالتزام بإجراءات LOTO القياسية للتأكد من عدم القدرة على إعادة التشغيل من قبل أفراد غير مصرح لهم	فيزيائي
التعرض للبكتيريا والفيروسات الموجودة في المياه العادمة أثناء التعامل مع الرمال او خلال عمليات الصيانة	1. عدم ارتداء ملابس العمل والقفازات والكمامات 2. عدم الحرص على النظافة الشخصية والتعقيم بسبب عدم توافر مواد التنظيف والتعقيم 3. عدم الحرص على النظافة الشخصية والتعقيم بسبب الاهمال	1. ارتداء القفازات 2. يقوم العمال بالاهتمام بالنظافة الشخصية مع توفر مواد التنظيف والتعقيم 3. لا ينطبق	1. الالتزام بارتداء ملابس العمل والقفازات والكمامات عند العمل مع مراقبة مسؤول السلامة المهنية أو مدير المحطة 2. التأكد من تواجد مواد التنظيف والتعقيم الضرورية بصورة مستمرة 3. التدريب المنتظم والمستمر على أهمية المحافظة على الصحة من خلال الاهتمام بالنظافة الشخصية والتعقيم والتدريب على معدات السلامة المهنية	ميكروبيولوجي
		حوض التهوية / الخلايات أو منطقة السحب بالأكسجين (anoxic zone)		
1. استنشاق الرذاذ أثناء التواجد بالقرب من	2. عدم ارتداء الكمامات	لا يوجد	1. الالتزام بارتداء الكمامات عند العمل في محيط حوض التهوية	ميكروبيولوجي

الحوض أو أثناء عمليات المراقبة وأخذ العينات			2. مراقبة التزام العاملين في المحطة والزوار بارتداء الكمامات في محيط حوض التهوية	
2. تعرض العاملين للإصابة أثناء صيانة الهوّايات	1. وجود الهوايات في وضعية التشغيل عن بعد وعدم استخدام إجراءات LOTO	1 . يوجد إجراءات LOTO لكنها غير مفعلة	1. ضرورة استخدام إجراءات LOTO القياسية للتأكد من عدم القدرة على إعادة تشغيل الهوايات عن بعد من قبل أفراد غير مصرح لهم بذلك مع تدريب المشغلين على ذلك	فيزيائي
3. إصابة نتيجة التعرض للسقوط في حوض التهوية	1. تعرض العامل لحالة إغماء أثناء العمل أو بسبب التعثر أو استخدام السلم بشكل غير مناسب	1. يوجد إشارات تحذيرية	1. ضرورة تواجد عاملين على الأقل عند أعمال الصيانة بالقرب او فوق حوض التهوية مع ضرورة توفر معدات الإنقاذ 2. التدريب على استخدام المعدات المناسبة عند اجراء عملية الصيانة 3. وضع أطواق نجاة	فيزيائي وميكروبيولوجي
وحدات الترسيب				
1. إصابة نتيجة التعرض للسقوط في حوض الترسيب	1. تعرض العامل لحالات إغماء أثناء العمل أو بسبب التعثر أو الاستخدام غير المناسب للسلم	1. يوجد إشارات تحذيرية	1. ضرورة تواجد عاملين على الأقل عند أعمال الصيانة بالقرب او فوق حوض التهوية مع ضرورة توفر معدات الإنقاذ مع ضرورة التدريب على إجراءات السلامة 2. تزويد أطواق نجاة وتوزيعها على محيط الحوض	فيزيائي وميكروبيولوجي
وحدة الفلترة				
لا يوجد معلومات كافية عن مخاطر الوحدة وسيقوم الفريق بجمع البيانات اللازمة خلال المرحلة القادمة				
وحدة الأشعة فوق البنفسجية				
التعرض للأشعة فوق البنفسجية مما قد يسبب إصابات في العين واصابات جلدية	التعامل الخاطئ مع الوحدة (مع ضرورة التأكد من مدير المحطة)	لا يوجد	1. الالتزام بمعدات السلامة 2. التدريب على معدات السلامة	كيميائي
إصابة أثناء عملية الصيانة	عدم استخدام إجراءات LOTO	لا يوجد	التقيد التام بإجراءات LOTO	فيزيائي

1. التعرض للإصابة نتيجة الانزلاقات في غرف المضخات	1. تسرب في الزيوت او الشحوم المستخدمة في المضخات	1. ارتداء أحذية العمل الأمنة.	1. التنظيف المستمر 1. معدات الحماية مع التدريب	فيزيائي
2. التعرض لإصابات نتيجة التعرض المباشر للحمأة	1. تسريبات في نظام الضخ أدت الى تسرب الحمأة	١. عمل الصيانة الدورية والوقائية	1. التأكد من استخدام ملابس العمل والقفازات والكمامات وأحذية العمل الأمنة 2. التدريب على معدات السلامة المهنية والالتزام بها	ميكروبيولوجي
3. التعرض لإصابات نتيجة سقوط آليات ثقيلة أثناء أعمال الصيانة	1. سقوط معدات ومنها المضخات نفسها أثناء التعامل معها		1. مراجعة إجراءات السلامة المتعلقة بأية أعمال قبل البدء بها	فيزيائية
أحواض تجفيف الحمأة				
1. التعرض لإصابة نتيجة الملامسة المباشرة للحمأة	1. تسريبات بسبب عدم انغلاق البوابات بصورة كاملة 2. افراغ الاحواض بطريقة يدوية دون مراعاة معدات السلامة المهنية	1. صيانة البوابات	1. الالتزام بالصيانة الدورية ضمن جدول معد لذلك 2. الالتزام بملابس العمل والقفازات والاحذية الخاصة والكمامات 3. التدريب المستمر للعاملين 4. مراقبة مسؤول السلامة المهنية أو المدير للعاملين	ميكروبيولوجي (بكتيريا، فيروسات)
2. انجراف الحمأة من مكان تجميعها	١. الأمطار الغزيرة في فصل الشتاء تؤدي لانجراف الحمأة نتيجة تخزينها في مكان مفتوح	لا يوجد	1. نقل الحمأة إلى المكبات المجاورة بتكرارية أكثر قبل الحوادث المطرية 4. تخزين الحمأة على مسطح خرساني إن أمكن يحتوي قنوات لتجميع المياه المترشحة وإعادتها إلى أحواض التجفيف	جرثومي، كيماوي
3. التعرض لمخاطر خاصة بالحشرات والزواحف التي قد تتسبب بنقل الأمراض	نشر الحمأة على أحواض التجفيف	1. الرش المستمر للتخلص من الحشرات 2. إزالة النباتات الضارة بصورة مستمرة	1. تكثيف المكافحة في المنطقة الزراعية المحيطة بالمحطة (مشروع إعادة الاستخدام)	بيولوجي
4. التعرض للجير أثناء عملية نشره على سطح أحواض التجفيف مما يؤدي إلى الحروق أو إصابات في العيون تصل إلى حد العمى بالإضافة إلى التعرض لاستنشاقه قد يؤدي إلى إصابات رئوية	1. التعامل الخاطئ مع الجير 2. التخزين في أماكن مفتوحة تعرضه للرطوبة بحيث يصبح لزجا وفي حالة تسربه يؤدي لانزلاقات	غير معروف وبحاجة للتحقق	1. الالتزام بمعدات السلامة المهنية والتدرب عليها 2. تخزين الجير في أماكن جافة ذات تهوية جيدة وتجنب انتاج غبار منه. كما لا يجور تخزينه في أماكن قريبة من أحماض 3. تجنب ملامسة الجير	كيماوية

			4. عدم ارتداء عدسات لاصقة عند التعامل مع الجير 5. ضرورة توفير دوش في محيط تخزين الجير بحيث يكون متاحا للاستخدام في محيط منطقة التخزين	
الهاضم اللاهوائي				
التعرض لحادث انفجار أو حريق	1. تسرب في الغاز لحد يصل فيه نسبة الميثان إلى 805-20% 2. دخول الاكسجين لمكان تجميع الغاز 3. خلل كهربائي	سيتم التحقق من وجود إجراءات علما بأن الهاضم لم يبدأ عملية التشغيل	1. الفحص الدوري للتحقق ن عدم وجود تسريب 2. تزويد المكان بمكافحات الحريق	فيزيائي
التعرض للغازات الناتجة عن التفاعلات اللاهوائية وخصوصا غاز كبريتيد الهيدرجين علما بأن تراكيز الكبريتات في المياه العادمة في منطقة الدراسة مرتفعة نسبيا	تسرب في الغاز	سيتم التحقق من وجود إجراءات علما بأن الهاضم لم يبدأ عملية التشغيل	1. متابعة أجهزة الأمان وكفاءتها بصورة مستمرة للتحقق من معايرتها لإعطاء قراءات دقيقة 2.تدريب العاملين على معدات الصحة والسلامة المهنية والتأكد من استخدامها 3. تزويد العاملين بأجهزة قياس تراكيز الغازات المحمولة في الموقع	كيماوي
التعرض للحمأة بصورة مباشرة أو للرذاذ اثناء التعامل معها	تسرب في خطوط الحمأة	سيتم التحقق من وجود إجراءات علما بأن الهاضم لم يبدأ عملية التشغيل	1.تدريب العاملين على معدات الصحة والسلامة المهنية والتأكد من استخدامها	ميكروبيولوجي

المخاطر الخاصة بمحطات ضخ المياه المعالجة

بالرجوع للزيارة الميدانية المنفذة من قبل فريق اعداد الخطة، تم زيارة محطتين للرفع هما محطة رفع سوسة الجنوبية ومحطة رفع سوسة حمدون، بينما ما زال فريق البحث بحاجة للتأكد من وجود محطات رفع على شبكة خطوط الصرف الصحي ومقابلة المشغلين للتأكد من طبيعة المخاطر التي تواجه كل محطة. ويوضح الجدول رقم (17) المخاطر التي تتكرر في محطة سوسة الجنوبية تحديدا مع المخاطر المحتملة عموما في محطات الرفع علما بأن المخاطر المرتبطة بمحطات رفع المياه المعالجة ربما يمكن اعتبارها أقل حدة من تلك المرتبطة بمحطات رفع المياه العادمة غير المعالجة.

جدول 17. المخاطر المتعلقة بمحطات رفع المياه العادمة المعالجة في سوسة الجنوبية وسوسة حمدون

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
محطة رفع مخرج سوسة الجنوبية ومحطة ضخ سوسة حمدون					
1. التعرض للمياه المعالجة ثانويا بصورة مباشرة أثناء أعمال الصيانة في محطة رفع سوسة الجنوبية	1. غمر مائي مستمر لتجهيزات المحطة مما يستدعي تدخل عمال الصيانة	لا يوجد	1. ضرورة الالتزام بمعدات الصحة والسلامة والتدرب عليها	ميكروبيولوجي	عمال الصيانة
2. التعرض لإصابة نتيجة النزول الى أماكن عميقة وهي قاع الخزان	1. غمر مائي مستمر لتجهيزات المحطة في سوسة الجنوبية مما يستدعي تدخل عمال الصيانة بصورة مستمرة (٤ مرات أسبوعيا)	لا يوجد	1. ضرورة الالتزام بكافة إجراءات السلامة الصحية والمهنية والتدريب المستمر على استخدامها 2. ضرورة التزود بأجهزة فحص تراكيز الغازات السامة 3. ضرورة التدريب على الإسعافات الأولية	فيزيائي	عمال الصيانة
	2. تنظيف المصافي نظرا لانسدادها في محطة سوسة الجنوبية	١. التخلي عن المصافي	1. ضرورة الالتزام بكافة إجراءات السلامة الصحية والمهنية 2. ضرورة التزود بأجهزة فحص تراكيز الغازات السامة 3. ضرورة التدريب على الإسعافات الأولية	فيزيائي	عمال الصيانة
التعرض للروائح الكريهة المنبعثة من خزان التجميع في سوسة الجنوبية	عدم وجود وحدة إزالة الروائح	لا يوجد	1. إضافة وحدة لإزالة الروائح كالفلتر البيولوجي مثلا 2. الالتزام بمعدات السلامة الصحية والمهنية والتدريب المستمر على ذلك	فيزيائي	المجتمع المحيط

المخاطر الخاصة بحوض التجميع

يقع حوض التجميع في منطقة سكنية امتدت حتى متاخمته وهو خزان مفتوح محمي بسور له بوابتين واحدة منهم مغلقة والثانية يمكن الدخول منها. ولا يحتوي على إشارات تحذيرية لمنع السباحة. ويوضح الجدول رقم (18) أهم المخاطر المرتبطة بخزان التجميع الذي يزود المنطقة السقوية بالزاوية.

جدول 18. المخاطر المتعلقة بالخزان التجميعي الذي يغذي المنطقة السقوية في الزاوية

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
خزان التجميع الخاص بتزويد المنطقة السقوية في الزاوية					
1. التعرض للمياه المعالجة ثانويا بصورة مباشرة أثناء أعمال الصيانة في خزان التجميع	1. الرذاذ المنبعث عند تشغيل الخط المغذي للبركة	لا يوجد	1. ضرورة توعية مزارعي المجمع الزراعي بأهمية اتخاذ إجراءات السلامة الضرورية لتجنب التماس المباشر مع المياه	ميكروبيولوجي	مزارعي المجمع علما بأنه من غير الواضح إذا تعرض أحدهم لإصابات مرتبطة بصورة مباشرة بالتعامل مع المياه
2.التعرض المباشر للرواسب المتراكمة في أسفل الحوض	1. تنظيف الحوض من الرواسب بطريقة يدوية	1. لا يوجد	1. ضرورة توعية المزارعين في المجمع الزراعي بأهمية اتخاذ إجراءات السلامة الضرورية عند اجراء عملية الصيانة	ميكروبيولوجي	مزارعي المجمع علما بأنه من غير الواضح إذا تعرض أحدهم لإصابات مرتبطة بصورة مباشرة بالتعامل مع الرواسب المجتمع المحيط وبالأخص الأطفال
	2. طرح الرواسب في أكوام بالمنطقة المتاخمة للخزان	لا يوجد	2. ضرورة التخلص من الرواسب بنقلها الى مكب مرخص	ميكروبيولوجي	
3. التعرض للمياه المعالجة بصورة مباشره	1. السباحة في الخزان	لا يوجد	1. وضع إشارات تحذيرية لمنع السباحة 2. التأكد من إغلاق بوابات الخزان 3. توعية المجتمع المحيط	ميكروبيولوجي	الأطفال الذين يقطنون حول الخزان

المخاطر الخاصة بالمنطقة السقوية

يوضح الجدول رقم (19) أهم المخاطر المرتبطة باستخدام المياه المعالجة في الزراعة ولباقي السلسلة. حيث يتم زراعة الأعلاف بالإضافة للزياتين علما بأن ثمار الزيتون يتم فحصها في معهد الزيتونة في المنطقة السقوية بالزاوية وخصوصا ما يتعلق بالعناصر الثقيلة والتي أظهرت مطابقتها لما يوصي به المجلس الدولي للزيتون.

جدول 19. المخاطر المتعلقة باستخدام المياه المعالجة في الزراعة

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر	المجموعة المعرضة
		المنطقة السقوية بالزاوية وبقية السلسلة			
1. التعرض للمياه المعالجة ثانويا بصورة مباشرة	1. اغلاقات الخطوط الناتجة عن تراكم الرواسب مما يتطلب تنظيف الخطوط	مطاعيم أعطيت لمرة واحدة	1. ضرورة توعية مزارعي المجمع الزراعي بأهمية اتخاذ إجراءات السلامة الضرورية أثناء القيام بعملية الصيانة 2. تركيب فلتر رملي قبل الخطوط المزودة للمياه في المنطقة السقوية	ميكروبيولوجي	مزارعي المجمع علما بأنه من غير الواضح إذا تعرض أحدهم لإصابات مرتبطة بصورة مباشرة بالتعامل مع المياه المزارعين
	2. استعمال طريقة الري بالغمر	مطاعيم أعطيت لمرة واحدة	2.أ توجيه المزارعين للتوجه للري بالتنقيط إذا كان ذلك ممكناً 2.ب ضرورة توعية المزارعين بأهمية الالتزام بمعدات السلامة الضرورية 2. ج ضرورة إعطاء المطاعيم بصورة دورية حسب ما توصي به منظمة الصحة العالمية		
2. التعرض للملوثات الجرثومية الموجودة على الأعلاف الخضراء	الرعي المباشر للأعلاف الخضراء	لا يوجد	1. بحاجة لتحقق والسبب أنه لا يوجد ما يثبت أن هناك أثر سلبي مباشر على صحة الحيوان بالرجوع إلى بعض الأدبيات[14]	ميكروبيولوجي	١. الأبقار أو الماشية التي تتغذى على الأعلاف الخضراء (العليقة)

[14] Bevilacqua, P.D., Bastos, R.K.X., Mara, D.D. (2014). An evaluation of microbial health risks to livestock fed with wastewater-irrigated forage crops. Zoonoses and Public Health, 61, 242-249. Doi: 10.1111/zph.12063

			2. مطاعيم للأبقار لتجنب الإصابة بمرض التهاب الضرع البقري والذي قد تكون له علاقة بال *E.coli*		الأبقار حيث تم تسجيل عدة إصابات عندما كان هناك برنامج خاص منفذ عن طريق مجمع الحليب
3. التعرض لبيوض الديدان الموجودة في المياه المعالجة	الري بالغمر	لا يوجد	1. ضرورة متابعة نوعية المياه في خزان التجميع وربما تتم إزالة بيوض الديدان بفترة تخزين أطول والحصول على ذلك بإعادة جدولة برنامج الري 2. إعطاء المطاعيم اللازمة للمزارعين 3. التوعية والتدريب على استخدام معدات الوقاية الأساسية لتجنب ملامسة المياه بصورة مباشرة		المزارعين
4. تراكم الأملاح في التربة	عدم توفر كميات كافية للمياه	لا يوجد		تملح التربة	التربة/ البيئة
5. التعرض للحشرات في المنطقة السفوية	استخدام الري بالغمر مما قد يتسبب بتبريك المياه وجذب الحشرات المختلفة وبالأخص الناموس	لا يوجد	تكثيف عمليات مكافحة الحشرات وخصوصا في فصل الصيف	فيزيائية	المزارعين والمجتمع المحلي
6. تعرض الثمار الساقطة على الأرض للتلوث الجرثومي	عدم الالتزام بوقف الري قبل الحصاد	لا يوجد	1. ضرورة فحص المنتوج النهائي للتحقق من عدم تلوثه 2. فحص المنتج قبل وبعد تعرضه لعمليات التصنيع	ميكروبيولوجي، كيماوي	المستهلك
7. التعرض للملوثات الجرثومية الموجودة في المياه المعالجة	عدم وجود نقاط مياه شرب كافية في المنطقة السفوية مما يؤثر على مستوى العناية بالنظافة الشخصية	لا يوجد	1. ضرورة تزويد نقاط مياه شرب مع اقتراح نقاط تخزين وصهاريج تقوم بنقل مياه الشرب للخزانات مع الاحتفاظ بمتبقيات كلور كافية 2. ضرورة تدريب وتوعية المزارعين بالمخاطر	ميكروبيولوجي	المزارعين

وسيقوم فريق إعداد الخطة في المرحلة القادمة بجمع بقية البيانات المطلوبة والواردة أعلاه وذلك لغايات إتمام قوائم المخاطر كما سيقوم بعرض المخاطر على الفوق الجهوية لأخذ ملاحظاتهم والمساهمة في ترتيب الأولويات. ويلي ذلك مرحلة إعداد خطة التحسين التدريجية المقترحة وعرضها على اللجنة التوجيهية للمصادقة عليها قبل البدء بعملية التنفيذ. وفي المرحلة الأخيرة سيقوم الفريق بإعداد خطة متابعة الخطة وتحديد المواقع التي سيتم أخذ عينات منها للتحقق من نجاعة الإجراءات.

م. عادل خليف	وزارة الزراعة	– تحليل البيانات – المساهمة في تطوير خطة سلامة الصرف الصحي. – تقييم وتطويرخطط تحسين الاداء.
م. سامر النابلسي	هيئة حماية البيئة	– تحليل البيانات – المساهمة في تطوير خطة سلامة الصرف الصحي. – تقييم المدخلات المتعلقة بصحة الانسان وصحة البيئة، ومراجعة عمليات ادارة المخاطر. – تقييم وتطويرخطط تحسين الاداء.

كما تمت تسمية فريق دعم في مهمته جمع البيانات والمعلومات اللازمة وتحليلها بما يتوافق مع متطلبات تطوير خطة سلامة الصرف الصحي وقد شمل الفريق:

- م. مهند قاسم/ سلطة المياه
- م. مالك عيسى/ سلطة المياه
- الجيولوجي اشرف دويكات/ سلطة المياه
- م. احمد دامودي/ سلطة المياه
- م. علاء المصري/ سلطة المياه
- م. عمرو ديب/ سلطة المياه
- اسراء العيسى/ سلطة المياه

وقد تم تشكيل لجنة توجيهية بقيادة ممثل وزارة الزراعة وعضوية ممثلين عن:

- سلطة المياه الفلسطينية.
- هيئة حماية البيئة
- بلدية نابلس.
- لجنة تطوير القطاع الزراعي.
- جمعية مستخدمي المياه في وادي الشعر.

تكون مهمتها مراجعة وتقييم جميع الانشطة المتعلقة بتطوير خطة سلامة الصرف الصحي واتخاذ القرارات اللازمة للتطوير والتحسين. بالإضافة الى اقرار الخطة بعد انجازها والعمل على اتخاذ الخطوات العملية للشروع بتنفيذ اجراءات الحد من المخاطر والتعامل مع اية معوقات.

2. تحديد أهداف الخطة في منطقة الدراسة

تهدف الدراسة بشكل عام الى تطوير اليات لادارة مياه الصرف الصحي بصورة امنه تضمن حماية مصادر المياه السطحية والجوفية من التلوث والوقاية من الامراض المتعلقة باستهلاك المنتجات المرويه بمياه الصرف المعالجة او غير المعالجة وتعزيز سلامة مستخدمي المياه والمزارعين

وعلى وجه الخصوص تهدف الدراسة الى:

- اجراء تقييم شامل للأنشطة المتعلقة بإدارة مياه الصرف الصحي بالإضافة الى ممارسات اعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري.
- تحديد المخاطر المحتملة المترتبة على اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري الزراعي وتطوير سياسات وطنية للتخفيف منها.
- تفعيل العملية التشاركية مع أصحاب المصلحة، بما في ذلك اتحاد المزارعين، وجمعيات مستخدمي المياه، والقطاع الخاص، والمجتمعات المحلية، للحصول على مدخلات لتطوير خطة سلامة الصرف الصحي، وزيادة الوعي.
- وضع خطة لسلامة الصرف الصحي يتم من خلالها تحدد البروتوكولات والإرشادات وآليات الرصد لإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بأمان في الري ضمن منطقة الدراسة.

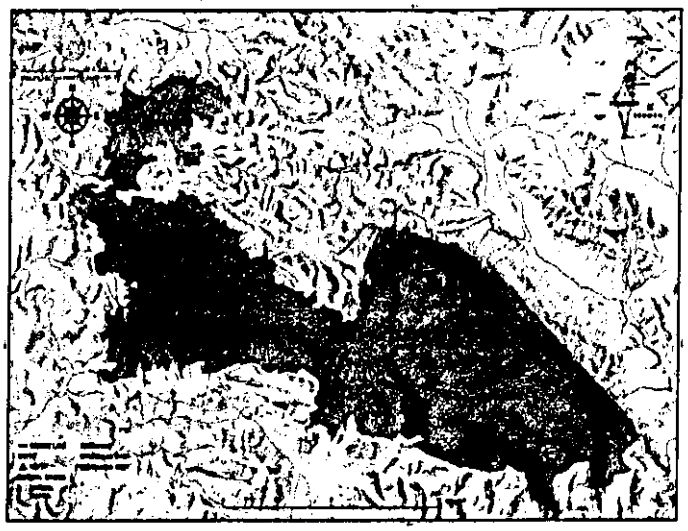
الوحدة الثانية

وصف منطقة الدراسة ووصف النظام

وصف منطقة الدراسة

استنادا الى الدراسات الميدانية الاولية ومع الاخذ بعين الاعتبار المعايير التي اوصت بها منظمة الصحة العالمية لتحديد المناطق التي تحتاج الى تطبيق خطة سلامة الصرف الصحي،والتي تشمل إمكانية تعرض مصادر مياه الشرب للتلوث من المياه العادمة ومحدودية امدادات مياه الشرب حيث تبرز الحاجة الى استخدام مصادر غير امنة مثل الينابيع الملوثة، بالاضافة لامكانية الاستخدام القانوني للمياه المستصلحة، حيث تحتاج هذة المناطق الى مراقبة حثيثة ودوريه، فقد تم تحديد منطقة الدراسة (الشكل رقم 21) لتشمل حوض مدينة نابلس الغربي والذي يشمل الجزء الغربي من مدينة نابلس، مخيم عين بيت ألما للاجئين، وقرى دير شرف، بيت ايبا، زواتا، بيت وزن، وقوصين. ومن الجدير بالذكر انه عندما تم اختيار منطقة الدراسة فقد أُخذت بعين الاعتبار عوامل اخرى مثل توفر البيانات الازمة، بالإضافة إلى ضرورة عدم تأثر منطقة الدراسة بملوثات من خارجها بصورة لا يمكن السيطرة عليها.

تغطي منطقة الدراسة مساحة اجمالية تبلغ (35 كم^2) وتضم المنطقة مزيجا من المرتفعات والهضاب تقع على ارتفاعات تتراوح بين 550 الى 850 متر فوق سطح البحر. وتنحدر نحو الغرب باتجاه البحر المتوسط ونحو الشرق باتجاه وادي الاردن. وبحسب طوبغرافية المنطقة يتم تصريف الحوض الغربي لمدينة نابلس عبر وادي الزمر نحو البحر المتوسط.



رسم توضيحي18. حدود منطقة الدراسة في نابلس

واستنادا الى الاحصاء العام الذي تم عام 2017 من قبل دائرة الاحصاءات العامة، يبلغ التعداد السكاني لمنطقة الدراسة 16571 موزعين حسب الجدول رقم 21 المبين ادناه والذي يبين كذلك توقعات النمو السكاني للاعوام 2025، 2030، 2035 ، 2040.

جدول 21. التعداد السكاني في منطقة الدراسة

المنطقة	التعداد السكاني				
	2017	2025	2030	2035	2040
الحوض الغربي/ مدينة نابلس	16571	19133	20899	22804	24682
مخيم عين بيت الما للاجئين	3557	4137	4520	4939	5397
دير شرف	2923	3369	3680	4013	4332
بيت ايبا	4044	4658	5088	5550	5991
زواتا	2515	2898	3165	3452	3727
بيت وزن	1301	1499	1637	1786	1928
قوصين	2231	2572	2809	3064	3307

مصادر مياه الشرب

يتم تزويد السكان في منطقة الدراسة باحتياجاتهم من مياه الشرب بواسطة*** آبار رئيسية للمياه الارتوازية تعمل على تغذية المنطقة بالمياه العذبة الصالحة للشرب، وهي بئر***. ويبلغ معدل انتاج هذة الابار حوالي 1000 م^3/ساعة.إضافة إلى تلك الآبار، يحصل السكان على نحو 200 م^3/ساعة من ينابيع المنطقة. ولكن للاسف لا تفي هذة المصادر المحلية بكامل احتياجات السكان من مياه الشرب، لذا يتم سد العجز المائي عن طريق شراء المياه من شركة المياه الاسرائيلية (مكوروت) بمعدل **** م^3/ساعة. وسيقوم فريق الدراسة برفد الوصف الدقيق للنظام بحيث يتم تضمين خرائط حساسية المياه الجوفية للتلوث وعدد الآبار في منطقة الدراسة بالإضافة إلى أعماقها واتجاه سير المياه الجوفية (إن وجد) بالإضافة إلى معلومات حول الينابيع والجهة التي تقوم بتشغيلها ومراقبة النوعية مع بيانات عن النوعية. ويبين الجدول رقم (22) معدلات التزويد المائي في منطقة الدراسة للعام

الوحدة الاولى

المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة

١. تشكيل الفريق وتحديد منطقة الدراسة

تم تسمية مندوبين عن عدة مؤسسات بالإضافة للممثلين الذين تمت تسميتهم سابقا لجامعة الدول للساهمة في عملية تطوير خطة سلامة الاستخدام. وفي المجمل فإن هذه المؤسسات تضم المؤسسات والمنظمات التي تعنى بادرة مياه الصرف الصحي واعادة الاستخدام بالاضافة الى المؤسسات المعنية بتشغيل مرافق الصرف الصحي، وتلك التي المعنية بعمليات الرقابة والتفتيش. وتشمل هذة المؤسسات:

- سلطة المياه الفلسطينية.
- وزارة الزراعة.
- وزارة الصحة
- هيئة حماية البيئة
- بلدية نابلس.
- لجنة تطوير القطاع الزراعي.
- جمعية مستخدمي المياه في وادي الشعر.

كما تم تشكيل فريق الدراسة بحيث يتضمن ممثلين عن سلطة المياه ووزارة الزراعة وهم القادرين على:

1. تحليل جميع مراحل ادارة مياه الصرف الصحي والتي تشمل عمليات الجمع والمعالجة والتخلص النهائي عبر الطرح الى الاودية او اعادة الاستخدام في الري.
2. تحديد المخاطر، وتقدير التاثيرات المحتملة، واقتراح اجراءات التحكم.

كما تضمن الفريق ممثل عن هيئة حماية البيئة والتي تضلع بالدور الرقابي على الصحة العامة وحماية البيئة. وتم الاتفاق على ان تتولى سلطة المياه ممثله بالمهندس عادل ياسين قيادة فريق الدراسة، كونها المؤسسة المعنية بالكم الاكبر من نشاطات ادارة مياه الصرف الصحي، بالاضافة الى انها المؤسسة التي لديها صلاحية تنفيذ الاجراءات التصحيحية. وتم تشكيل فريق العمل على النحو المبين في الجدول رقم 20 ادناه:

جدول 20. أعضاء فريق العمل والادوار التي يضلع بها كل فرد

عضو الفريق	المؤسسة	الدور
م. عادل ياسين	سلطة المياه	– قائد الفريق والمسؤول عن انجازخطة سلامة الصرف الصحي – ضابط الارتباط مع اللجنة التوجيهية – تيسير وتمكين الانشطة الميدانية وعملياتوجمع المعلومات وتحليلها. – التواصل مع اصحاب القرار لتوفير الدعم المالي واللوجستي لتنفيذ خطط تحسين الاداء وبرامج الدعم.

وصف نظام الصرف الصحي

توصيف اجزاء النفايات

لتحقيق الاهداف المرجوة من تطوير خطة سلامة الصرف الصحي لا بد من وصف واضح وكامل لنظام تصريف المياه العادمة داخل حدود منطقة الدراسة ، حيث انه يجب تحديد جميع مصادر المياه العادمة، بالاضافة الى تحديد مسارها، عمليات المعالجة ان وجدت، بالاضافة الى حيثيات التخلص النهائي او اعادة الاستخدام. كما انه يجب ان يتم تتبع نواتج عمليات المعالجة ومسار التخلص من هذة النواتج او اعادة استخدامها. علاوة على ذلك يجب تحديد المجموعات التي يحتمل تعرضها للمخاطر.
ويجب التاكيد على ان وصف النظام يجب ان يشمل:

1. تحديد معدلات التدفق لكل مصدر.
2. تحديد الحمل التصميمي والحمل التشغيلي لمحطات المعالجة او محطات الضخ، وان امكن البيانات المتعلقة بتغير معدلات التدفق وعلى وجه الخصوص الفصلية لتقدير اثر العواصف المطرية.
3. تحديد الخصائص الفيزيائية والكيمياويه والبيولوجيه لكل مصدر بالاضافة لخصائص المياه المعالجة.
4. تحديد مصادر مياه الشرب ضمن منطقة الدراسة والتي ممكن ان تتاثر بنظام تصريف المياه العادمة.

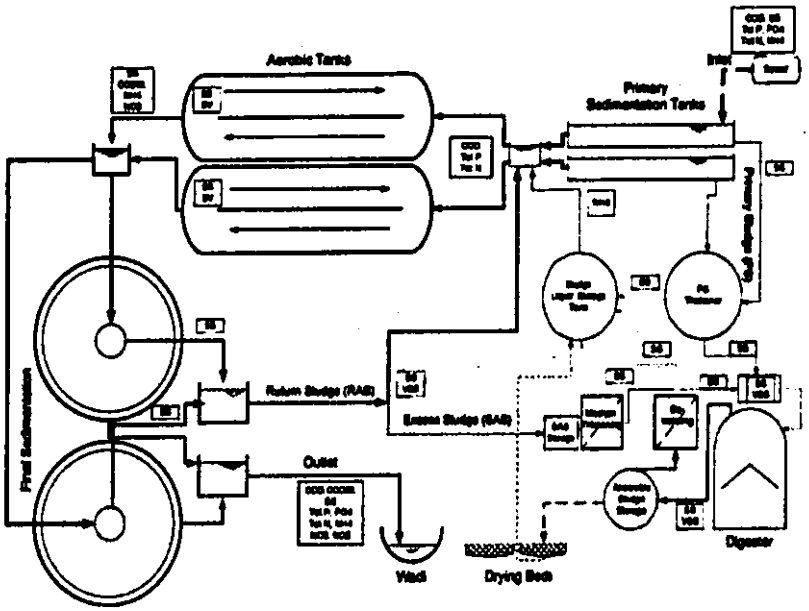
ولفهم أفضل لنظام الصرف الصحي في منطقة الدراسة وليتسنى لفريق العمل رسم خرائط دقيقة للنظام قام الفريق بجمع العديد من البيانات المتوفرة في دراسات سابقة وحالية لمشاريع المياه في المنطقة وعمل بشكل وثيق مع فريق الدعم الفني.

وقد بينت الدراسات (جدول رقم 23) ان معظم المجتمعات في منطقة الدراسة مخدومة بنظام صرف صحي مشترك مصمم لتصريف كل من مياه الصرف الصحي ومياه الامطار في نفس شبكة الأنابيب التي تتراوح اقطارها من 200 ملم الى 600 ملم. ويتم تصريف المياه بشكل انسيابي الى محطة غرب نابلس لمعالجة المياه العادمة عبر خط ناقل بقطر 1.0 متر. وتقع محطة غرب نابلس الى الغرب من قرية بيت شرف، والتي تم تصميمها لمعالجة متوسط تدفق يبلغ 14,000 م^3/اليوم في الظروف الجافة (Average dry weather flowrate, ADWF) و 30,000 م^3/اليوم في الظروف الرطبة (Average wet weather flowrate, AWWF). كما سيتم ادراج معلومات عن خصائص المياه الداخلة لمحطة المعالجة وخصائص المياه الخارجة منها والتغير الذي يطرأ على الخصائص والتغير في كميات المياه الواردة للمحطة خلال السنة بالإضافة إلى عمليات التشغيل داخل المحطة وإجراءات السلامة المتبعة والإجراءات المتبعة في حالة الفيضانات وغيرها.

بدأ تشغيل المحطة عام 2013 وتستقبل حاليا متوسط تدفق يبلغ 10,700 م^3/اليوم ADWF و 15,300 AWWF، مما يعني ان المحطة لا تزال تعمل ضمن القدرة التصميمية. وتتضمن المحطة كما هو مبين في المخطط الرمزي ادناه (شكل رقم 23) معالجة ابتدائية تشمل مصافي قضبانية خشنة بالاضافة الى احواض ازالة الرمال المهواة. يتبع المعالجة الابتدائية، معالجة اولية تشمل احواض الترسيب الاولية والمتبعة بالمعالجة البيولوجية (المعالجة الثانوية) والتي تعتمد نظام الحمأة المنشطة الذي يشمل احواض التهوية متبعا بأحواض الترسيب الثانوية. تحوي المحطة كذلك خط لمعالجة الحمأة والذي يشمل التكثيف الثقالي للحمأة الاولية والتكثيف الميكانيكي للحمأة الثانوية ومن ثم الهضم اللاهوائي للحمأة المكثفة بالإضافة الى احواض التجفيف الطبيعية.

ويتم حاليا التخلص النهائي من الحمأة المجففة عبر الطمر الصحي في مكب زهرة الفنجان للنفايات الصلبة والذي يقع الى الجنوب من محافظة جنين والذي تتم ادارته من قبل مجلس الخدمات المشتركة لإدارة المخلفات الصلبة. ويجدر

التنويه هنا الا انه بالرغم من ان التعليمات والانظمة السائدة تسمح بإعادة استخدام الحمأة المعالجة في الزراعة، الا انه لا يوجد اي ممارسات لإعادة استخدام الحمأة في الزراعة في منطقة الدراسة. وذلك لأنها لا تحقق نسبة الرطوبة حسب متطلبات وزارة الزراعة.



رسم توضيحي 203. المخطط الرمزي لمحطة غرب نابلس لمعالجة المياه العادمة

ومن الجدير بالذكر انه لتغطية جزء من احتياجات المحطة من الطاقة، يتم انتاج الكهرباء من الغاز الحيوي الذي ينتج عن عمليات الهضم اللاهوائي بواسطة وحدات انتاج الحرارة والطاقة (combined heat and power units, CHPs).

جدول 23. طرق تصريف المياه العادمة المنزلية في منطقة الدراسة

المنطقة	نسبة المناطق المخدومة بشبكات التصريف المشترك	نسبة المناطق المخدومة بالحفر الامتصاصية
الحوض الغربي/ مدينة نابلس	99	1
مخيم عين بيت الما للاجئين	99	1
دير شرف	90	10
بيت ايبا	94	6
زواتا	90	10
بيت وزن	60	40
قوصين	65	25

ويجري حاليا رفع كفاءة المحطة لتشمل المعالجة الثلاثية وذلك لتحقيق المواصفات الفلسطينية لإعادة استخدام المياه المستصلحة في الري. ويجري حاليا تجميع المعلومات المتعلقة بالمعالجة الثلاثية وفيما إذا كانت اعمال التحديث تتضمن زيادة سعة المحطة

حيث أنها وصلت للحمل الهيدروليكي الذي صممت عليه. كما يتم حاليا انشاء خط ناقل للمياه المستصلحة بالإضافة الى خزان تجميعي بسعة اجمالية تبلغ 3200 م^3. كما يتم حاليا العمل على انشاء شبكة ري لاستصلاح ما مساحته 220 هكتار من الاراضي الزراعية المحاذية للمحطة، حيث يتوقع استهلاك ما مقداره 2 مليون متر مكعب/السنة من المياه المستصلحة خلال الموسم الصيفي. اما الفائض من المياه المعالجة والتي تقدر بثلاثة مليون متر مكعب/ السنة فهناك توجه ليتم نقلها الى الحوض الشرقي لمدينة نابلس حيث يرتفع الطلب على مياه الري في تلك المناطق. وسيتم احتساب كميات مياه الري اللازمة لفصل الصيف وكميات المياه المتوقعة للري (ان وجدت) لفصل الشتاء وذلك لمعرفة كيفية إدارة المياه الخارجة في الأوقات التي لا تتطلب ري. بالإضافة إلى المعلومات الخاصة بنوعية الزراعات وطرق الري المستخدمة وفيما إذا كانت هناك إجراءات متبعة لتقليل المخاطر الصحية الخاصة بإستخدام المياه المعالجة خصوصا تلك المتعلقة بالمزارعين ونوعية المنتج الزراعي.

وفيما يخص المناطق غير المخدومة بشبكات التصريف المشترك فيتم فيها الاعتماد على الحفر الامتصاصية لتصريف المياه العادمة المنزلية. ويتراوح احجام هذه الحفر بين 10 الى 40 م^3. ويتم نقل مخلفات الحفر الامتصاصية (الحمأة البرازية) والمهضومة بشكل جزئي بواسطة تنكات تضخ بمعدل مرتين الى خمس مرات في السنة، وهذا بحسب معدل استهلاك المياه والتكوين الجيولوجي للمنطقة. ويتم التخلص من الحمأة البرازية دون معالجة في الاودية القريبة او الاراضي الزراعية. ويقوم فريق حاليا بجمع المعلومات حول أعداد الصهاريج في منطقة الدراسة والكميات التي يتم نقلها وفيما إذا كانت تنقل حمولاتها إلى محطة التنقية أو أماكن أخرى والمخاطر المترتبة على المياه الجوفية إذا كانت هناك متابعة لها.

بالإضافة الى مياه الصرف الصحي والحمأة البرازية، تتضمن منطقة الدراسة العديد من الصناعات التي تنتج مياه صرف صناعية. ويبين الجدول رقم 24. انواع هذه الصناعات ويجري حاليا العمل على تجميع البيانات المتعلقة بالخصائص الكمية والنوعية لمياه الصرف الصناعية بالإضافة الى الطرق المتبعة حاليا في التعامل مع هذه المياه.

جدول 24. مياه الصرف الصناعي من حيث مصادرها وخصائصها الكمية والنوعية بالإضافة إلى طرق ادارتها

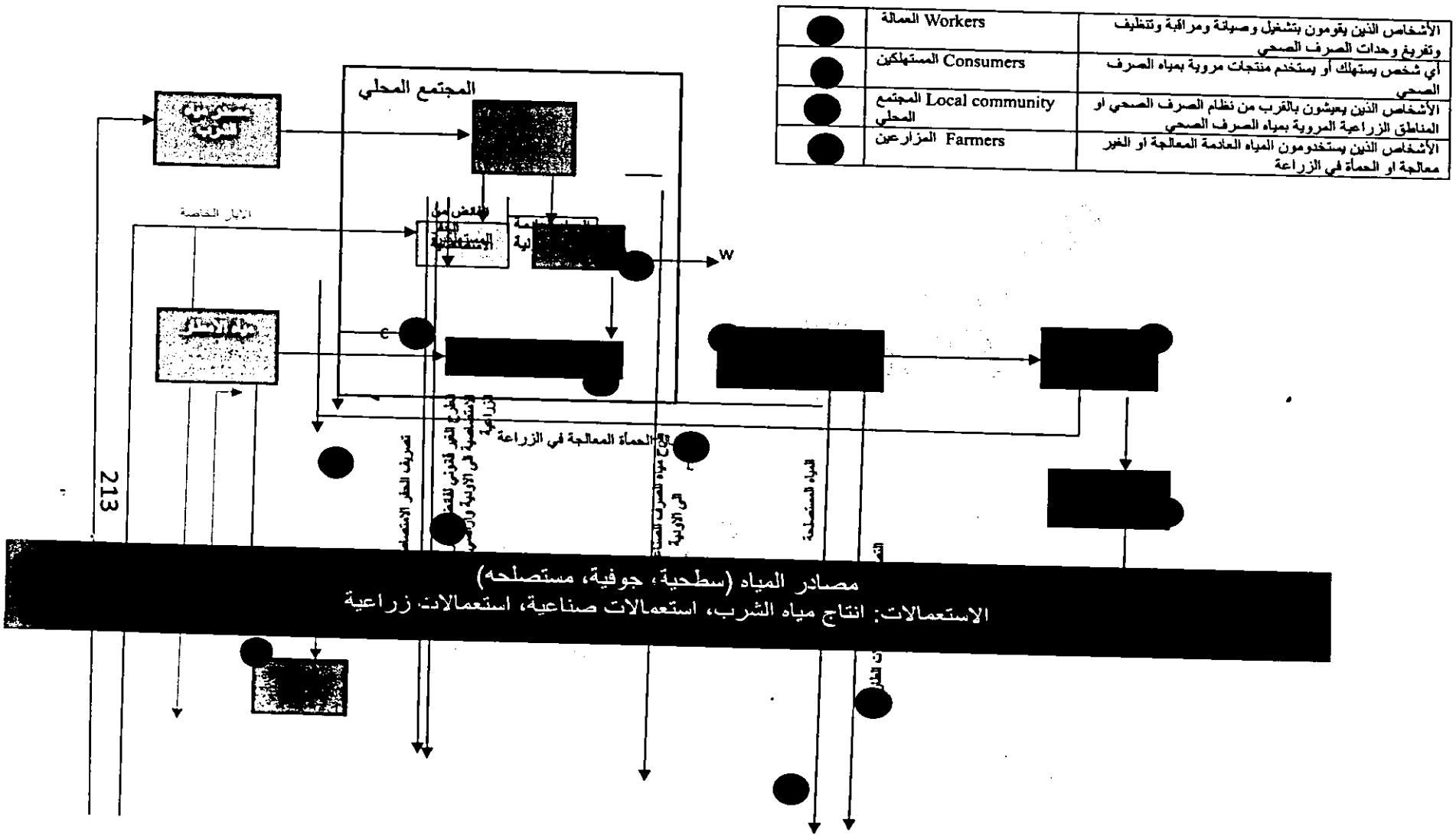
مصدر المياه الصناعية	الموقع	كميات المياه	الخصائص النوعية	طرق ادارة المياه
محجر	الحوض الغربي/ مدينة نابلس			
مصنع سيراميك				
مصنع للمنتجات الغذائية / طحينية				
مصنع لمنتجات البان				
مصنع ملابس				
معصرة زيتون				
مصنع للمنتجات الغذائية / طحينية	بيت وزن			
محجر	زواتا			
مصنع للمنتجات الغذائية / طحينية				
محجر	بيت ليا			
مصنع ملابس				
معصرة زيتون				
مصنع المنيوم				
محجر	قوصين			
معصرة زيتون				
محجر	دير شرف			
معصرة زيتون				
مسلخ				

رسم خريطة النظام وتحديد مجموعات التعرض المحتملة

استنادا الى البيانات التي تم عرضها سابقا تم انجاز مخطط (شكل رقم 24) يوضح مسار النفايات من نقطة تولدها حتى نقطة اعادة استخدامها او التخلص النهائي منها. ويوضح المخطط كذلك المجموعات التي يمكن تعرضها للمخاطر ضمن كل مسار، وتشمل هذة المجموعات: المجتمع المحلي، المستهلكين، المزارعين، بالاضافة الى القوى العاملة. فكما هو موضح في المخطط المسارات التي تتضمن مخاطر من شانها التاثير على ماموئية مصادر المياه وتفضي الى تعرض المجتمع باكمله للمخاطر. وتشمل هذة المسارات تسرب الملوثات من الحفر الامتصاصية الى المياه الجوفية بالاضافة الى طرح مخلفات هذة الحفر في الاودية او الاراضي الزراعية. كما أن الطرح غير القانوني لمياه الصرف الصناعي غير المعالجة في الاودية السطحية يعرض كامل المجتمع للمخاطر، هذا بالاضافة الى حالات تصريف مياه مدخل محطة التنقية مباشرة الى الوادي او فيضان شبكة التصريف المشترك عند حدوث عواصف مطرية شديدة. واما عن المسارات التي يتعرض فيها المزارعين للمخاطر فتشمل الاستعمال غير الامن للمياه المستصلحة او الحمأة المعالجة في الزراعة. وفيما يخص تعرض القوى العاملة للمخاطر، يجب التركيز على اتباع معايير السلامه المهنية في محطة المعالجة، وفي التعامل مع حالات فيضان الشبكة، بالاضافة الى حالات التعامل مع مياه الصرف الصناعية ونضح الحفر الامتصاصية وطمر الحمأة المعالجة.

الاقرار بصحة وصف النظام

في ما يخص الاقرار بصحة المعلومات المدرجة في الوحدة الاولى والثانية فيجدر التنويه الى انه يتم حاليا التحقق من جميع المعلومات الواردة من قبل الجهات ذات العلاقة. وعند الانتهاء من اعداد النسخة النهائية لخطة سلامة الصرف الصحي، سيتم الاقرار بصحة المعلومات الواردة ووصف النظام من قبل اللجنة التوجيهية، ومن ثم سيتم ارسال الخطة الى صانعي القرار في الجهات ذات العلاقة مثل سلطة المياه ووزارة الصحة ووزارة الزراعه بالاضافة الى هيئة الرقابة البيئية لاقرار الخطة والمصادقة عليها.



	Workers العمالة	الأشخاص الذين يقومون بتشغيل وصيانة ومراقبة وتنظيف وتفريغ وحدات الصرف الصحي
	Consumers المستهلكين	أي شخص يستهلك أو يستخدم منتجات مروية بمياه الصرف الصحي
	Local community المجتمع المحلي	الأشخاص الذين يعيشون بالقرب من نظام الصرف الصحي او المناطق الزراعية المروية بمياه الصرف الصحي
	Farmers المزارعين	الأشخاص الذين يستخدومون المياه العادمة المعالجة او الغير معالجة او الحمأة في الزراعة

رسم توضيحي 214. مخطط مسار مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي في منطقة الدراسة

الوحدة الثالثة

تحديد وتقييم المخاطر

تحديد وتقييم المخاطر المتعلقة بالتعامل مع المياه العادة (مياه الصرف الصحي) ومياه الصرف الصناعي هي عملية منهجية تهدف اولا الى تحديد المخاطر ومن ثم تحليل وتقييم هذه المخاطر، بالإضافة الى ترتيب اولويات الاحداث او المواقف المحتملة والتي يمكن ان يكون لها الاثر الاكبر على الصحة العامة او صحة البيئة. بمعنى اخر عملية تحديد المخاطر هي عملية تنطوي على نهج منظم لفهم احتمالية وقوع الحوادث، والعواقب المحتملة التي قد تجلبها هذه الحوادث. اما عن عملية تحليل المخاطر فهي عملية تحديد حجم المخاطر المحددة وفهم معمق لتأثيرها المحتمل. وتكمن اهمية تحليل وتقييم المخاطر في دعم صنع القرار المعزز والذي يتيح الفرصة لتخصيص الموارد بصورة فعالة. كما ان تحليل وتقييم المخاطر يؤسس لإدارة المخاطر الاستباقية للتخفيف من هذه المخاطر او القضاء عليها. ويتضمن تحليل المخاطر فهم معمق للتأثير المحتمل لهذه المخاطر، وتقييم احتمالية حدوثها واتخاذ قرارات حول كيفية ادارتها او تخفيفها. واستنادا الى وصف النظام الموضح في شكل رقم (24) تم تحديد المخاطر المحتملة ضمن خمس مجموعات:

1. المخاطر المتعلقة بشبكة التصريف المشترك.
2. المخاطر المتعلقة بعمليات المعالجة في محطة تنقية غرب نابلس.
3. المخاطر المتعلقة بإعادة الاستخدام في الزراعة، وتشمل هذه المخاطر اعادة استخدام المياه المستصلحة (المعالجة) واستخدام الحمأة البرازية غير المعالجة في الزراعة.
4. المخاطر المتعلقة باستخدام الحفر الامتصاصية للتخلص من المياه العادمة المنزلية
5. المخاطر المتعلقة بمياه الصرف الصناعي.

ولتحليل المخاطر تم اعتماد التحليل النوعي والذي يتضمن تقييمًا شخصيًا للمخاطر بناءً على خصائصها وتأثيرها واحتمالية حدوثها. ويعتمد التحليل النوعي على المقاييس الوصفية، مثل منخفضة ومتوسطة وعالية، لتصنيف المخاطر. يبين الجدول رقم 25 ادناه توصيفا لدرجات الخطورة المعتمدة.

جدول 25. المعايير الوصفية للمخاطر والتي اعتمدها فريق العمل

توصيف لمخاطر	المقاييس الوصفية للمخاطر التفسير
عالية (أولوية مرتفعة)	قد يتسبب الحادث بإصابة مرضية حادة او مزمنة تعرض الحياة للخطر، وعليه فإن هناك حاجة ماسة للشروع باجراءات التقليل من هذه المخاطر.
	قد يتسبب الحادث بإصابة متوسطة تؤثر على الصحة كارتفاع درجة الحرارة مثلا او الصداع او حالات الاسهال او جروح بسيطة، أو بإحداث شعور غير مريح كالضجيج أو الروائح الكريهة. ويجب اتخاذ اجراء للتقليل من أثر الحادث بعد أن يتم اتخاذ كافة التدابير المهمة لتقليل الحوادث الخطرة ذات الأولوية المرتفعة
	من غير المتوقع أن يؤثر الحادث على الصحة. لا حاجة لاتخاذ إجراء خلال هذه المرحلة على أن يعاد التقييم في المرحلة المقبلة كجزء من مراجعة الخطة وأثرها
من غير الممكن تصنيفها (أولوية غير معروفة)	غير معروف لعدم توفر البيانات الكافية التي تساعد على اتخاذ القرار

وحيث ان تصنيف المخاطر يعتمد بشكل اساسي على احتمالية حدوث المخاطر ودرجة تأثيرها، فقد تم اعتماد المنهجية الموضحة في الجدول رقم (26) والمستندة الى دليل منظمة الصحة العالمية لتطوير خطة سلامة الصرف الصحي.

جدول 26. توصيف احتمالية حدوث المخاطر ودرجة الخطورة

تحديد احتمالية حدوث المخاطر	
احتمالية الحدوث	التفسير
مستبعد جدا	لم يحدث في الماضي ومن المستبعد جدا حدوثة خلال الاثني عشر شهرا القادمين
من غير المحتمل	لم يحدث في الماضي ولكن تحت ظروف استثنائية قد يحدث خلال الاثني عشر شهرا القادمين
ممكن	قد يكون حدث في الماضي أو/و قد يحدث في ظل الظروف العادية خلال الاثني عشر شهرا القادمين
محتمل حدوثه	قد لوحظ في الماضي او/و من المحتمل ان يحدث خلال الشهر الاثني عشر القادمين
شبه مؤكد حدوثة	لوحظ كثيرا في السابق او/و سيحدث بشكل شبه مؤكد في معظم الظروف في الاشهر الاثني عشر القادمين
تحديد درجة او مدى الخطورة	
درجة الخطورة	التفسير
طفيف	حادث خطر (أو خطر) لا يتسبب باثار صحية أو قد تسبب بأثار ضئيلة.
بسيط	حادث خطر(أو خطر) من المحتمل ان يؤدي حدوثة الى أثار صحية طفيفة.
متوسط	حادث خطر (او خطر) من المحتمل ان يؤدي حدوثه الى أثار صحية أو امراض ثانويه مثل الاسهال الحاد أو القئ أو عدوى الجهاز التنفسي أو الصدمات الطفيفة.
كبير	حادث خطر (او خطر) من المحتمل ان يؤدي حدوثه الى المرض او الاصابة بامراض مثل الملاريا او البلهاريسيا او امراض معوية نتيجة الاصابة بالديدان المعوية او الاسهال المزمن أو مشاكل مزمنة في الجهاز التنفسي أو اضطرابات عصبية أو كسور في العظام.
كارثي	حادث خطر (او خطر) من المحتمل ان يؤدي حدوثه الى الاصابة بمرض خطير أو حتى خسارة في الارواح مثل التسمم الحاد أو فقدان الاطراف أو الحروق الشديدة أو الغرق.

ومن الجدير بالذكر ان تقييم المخاطر الموضح في مصفوفة المخاطر المبينه أعلاه قد اشتمل كذلك على تحديد نوعية المخاطر ومسارات التعرض لهذة المخاطر والمجموعات المعرضة للمخاطر بالاضافة الى الاجراءات المتبعة حاليا للتعامل مع هذه الحوادث الخطره. وتشمل المخاطر:

1. المخاطر الجرثومية والممثلة بالكائنات الحية الدقيقة الممرضة.
2. المخاطر الكيميائية والتي تشمل المواد الكيمياوية الخطرة أو المعادن الثقيلة
3. المخاطر الفيزيائية والتي تشمل الادوات الحادة والروائح الكريهة

اما عن مسارات التعرض للمخاطر فتشمل:

1. الابتلاع بعد الاتصال المباشر مع مياه الصرف الصحي او الفضلات الانسانية.
2. ابتلاع المياه الجوفية او السطحية الملوثة جرثوميا او كيمياويا.
3. استهلاك المنتجات الملوثة.
4. الاتصال الجلدي مع مياه الصرف الصحي او الفضلات الانسانية.
5. التعرض للناقلات مثل البعوض والذباب.
6. استنشاق الرذاذ الملوث او الجزيئات الملوثة.

جدول 27. المخاطر المحتملة عند كل مرحلة مع تقييمها

المخاطر المتعلقة بشبكة التصريف المشترك							
الحوادث التي تفضي الى التعرض لمخاطر (الحوادث الخطرة)	الاسباب المؤدية الى حصول الحوادث الخطرة	لمخاطر	موقع الحوادث	المجموعات المعرضة للمخاطر	مسارات التعرض ونقل المخاطر	الاجراءات المتبعة للحد من المخاطر	التقييم الوصفي للمخاطر
التعرض للمياه العادمة في حالة فيضان المناهل	رمي المخلفات الصلبة في شبكات التصريف المشترك وبالتالي التسبب بانسداد الشبكات	جرثومية	بيت ايبا نابلس المخفية رجيب بالاضافة الى العديد من المواقع	عمال الصيانه	استنشاق الرذاذ الاتصال الجلدي	اطلاق حملات لزيادة الوعي لدي المجتمع المحلي وتفعيل الرقابة بالاضافة الى تطبيق الاجراءات القانونية الرادعة	متوسطة الخطورة (متوسط الاولوية)
التعرض للغازات السامة أثناء عملية صيانة الشبكات	عدم الالتزام بمعايير السلامه المهنية	كيماوي نتيجة التعرض لغازات مثل غاز كبريتيد الهيدروجين وغاز الميثان وغاز النشادر	مواقع مختلفة	عمال الصيانه	استنشاق الغازات بتراكيز عالية ولفترات ممتدة	التأكيد على التزام عمال الصيانه باجراءات السلامة المهنية وايقاع عقوبات مهنية بحق المخالفين	متوسطة الخطورة (متوسط الاولوية)
التعرض للمياه العادمة غير المعالجة عند التعامل مع الخطوط المكسورة	تكسر الخطوط بسبب جذور الاشجار	جرثومية	نابلس/ شارع جفرا	عمال الصيانه	استنشاق الرذاذ الاتصال الجلدي	استبدال الخطوط المتهالكة والمتضرره .	متوسطة الخطورة (متوسط الاولوية)
تسرب المياه العادمة الى مياه الشرب	بسبب تلف انابيب الصرف الصحي والشقوق في انابيب مياه الشرب	جرثومية كيمياوية	نابلس/ شارع غرناطة، الحجة عفيفة، عين دفنة، شارع فيصل، شارع عمان، الغروبين، نبع	المجتمع المحلي	ابتلاع مياه الشرب الملوثة جرثوميا وكيمياويا نتيجة الاختلاط بمياه الصرف الصحي الغير معالجة.	استبدال فوري لخطوط مياه الشرب المتضررة.	

المخاطر المتعلقة بعمليات المعالجة في محطة تنقية غرب نابلس							
الحوادث التي تفضي الى التعرض للمخاطر (الحوادث الخطرة)	الاسباب المؤدية الى حصول الحوادث الخطرة	المخاطر	موقع الحوادث	المجموعات المعرضة للمخاطر	مسارات التعرض ونقل المخاطر	الاجراءات المتبعة للحد من المخاطر	التقييم الوصفي للمخاطر

المخاطر المتعلقة باعادة الاستخدام في الزراعة							
الحوادث التي تفضي الى التعرض للمخاطر (الحوادث الخطرة)	الاسباب المؤدية الى حصول الحوادث الخطرة	الاخطار	موقع الحوادث	المجموعات المعرضة للمخاطر	مسارات التعرض ونقل المخاطر	الاجراءات المتبعة للحد من المخاطر	التقييم الوصفي للمخاطر
التعرض للملوثات الجرثومية نتيجة الاتصال المباشر بالمياه المستصلحة التي لا تزال تحتوي على ملوثات جرثومية دون اتخاذ معايير السلامة	لاحقا لعملية التطهير، اعادة نمو الكائنات الحية الدقيقة المسببة للامراض نتيجة مكوث المياه المستصلحة في خزانات مياه الري لفترات طويلة	جرثومي	محيط محطة تنقية غرب نابلس	المزارعين المستهلكين	الاتصال الجلدي مع المياه المستصلحة التي لاتزال تحتوي على ميكروبات واستنشاق الرذاذ الملوث او الجزيئات الملوثة استهلاك المنتجات الملوثة.	مراقبة نوعية مياه الري عبر مراحل التزويد المختلفة وليس فقط عند مخرج المحطة	متوسطة الخطورة (متوسط الاولوية)
التعرض للملوثات الجرثومية المتراكمة في التربة	عدم اتباع الممارسات الزراعية الموصى بها عند الري بالمياه المستصلحة او نتيجة لاستخدام الحمأة البرازية في الري	جرثومية	مواقع مختلفة	المزارعين المستهلكين	الاتصال الجلدي مع التربة الملوثة استهلاك المنتجات الملوثة.	تفعيل وتطبيق القوانين الرادعة للتخلص الامن من الحمأة البرازية مراقبة دورية لنوعية التربة	متوسطة الخطورة (متوسط الاولوية)
التعرض للحمأة البرازية نتيجة استخدام فائض الحفر الامتصاصية في الري	محدودية توفر مياه الري المطابقة للمواصفات	جرثومية	مواقع مختلفة	المزارعين المستهلكين	الاتصال الجلدي مع الحمأة البرازية: التعرض للناقلات مثل البعوض والذباب. استنشاق الرذاذ الملوث او الجزيئات الملوثة استهلاك المنتجات الملوثة.	تفعيل وتطبيق القوانين الرادعة للتخلص الامن من الحمأة البرازية نشر الوعي المجتمعي بخصوص الاثار الصحية والبيئية الناتجة عن استخدام الحمأة البرازية في الزراعة	متوسطة الخطورة (متوسط الاولوية)
التعرض للملوثات الكيمياوية وعلى وجه الخصوص المعادن الثقيله او/و متبقيات	تصريف مياه الصرف الصناعي الغير مطابقة لمواصفات الري الى شبكات	كيمياوي	محيط محطة تنقية غرب نابلس	المزارعين المستهلكين	الاتصال الجلدي مع المياه المستصلحة الملوثة	نشر الوعي بين المزارعين	متوسطة الخطورة

الادوية عبر الري بمياه مستصلحة تحتوي على هذة الملوثات	التصريف ووصولها الى محطة التنقية والمصممة لمعالجة المياه البلدية فقط				استهلاك المنتجات الملوثة		(متوسط الاولوية)
المخاطر المتعلقة باستخدام الحفر الامتصاصية للتخلص من المياه العادمة المنزلية							
الحوادث التي تفضي الى التعرض لمخاطر (الحوادث الخطرة)	الاسباب المؤدية الى حصول الحوادث الخطرة	الاخطر	موقع الحوادث	المجموعات المعرضة للمخاطر	مسارات التعرض وتقل المخاطر	الاجراءات المتبعة للحد من المخاطر	التقييم الوصفي للمخاطر
التعرض للحمأة البرازية بصورة مباشرة	طرح الحمأة البرازية (فائض الحفر الامتصاصية) في الاودية	جرثومية كيماوية فيزيائي نتيجة التعرض للادوات الحادة والروائح الكريهة	بيت ايبا دير شرف وادي الشرق	المجتمع المحلي المستهلكين سائقي صهاريج النضح	ابتلاع المياه الجوفية الملوثة (في حالة ترشح مياه الوديان الملوثة الى المياه الجوفية) استهلاك المنتجات الملوثة (في حالة استخدام مياه الوديان الملوثة في الري) الاتصال الجلدي مع مياه الصرف الصحي (في حالة الاتصال المباشر مع مياه الوديان الملوثة) استنشاق الرذاذ الملوث (في حالة الاتصال المباشر مع مياه الوديان الملوثة) استنشاق الرذاذ والغازات والاتصال المباشر مع مياه النظح لسائقي صهاريج النضح	تفعيل وتطبيق القوانين الرادعة نشر الوعي المجتمعي للتبليغ عن المخالفات نشر الوعي المجتمعي بخصوص الاثار الصحية والبيئية لطرح الحمأة البرازية في الوديان نشر الوعي بين سائقي الصهاريج للالتزام بمعايير السلامة المهنية مثل استخدام الاقنعة والقفازات.	متوسطة الخطورة (متوسط الاولوية)
التعرض للحمأة البرازية بصورة مباشرة	تسرب الحمأة البرازية من صهاريج النضح	جرثومية	مواقع متعددة	المجتمع المحلي سائقي صهاريج النضح	الاتصال الجلدي مع الحمأة	التشديد على صلاحية صهاريج النضح	متوسطة الخطورة

					البرازية اوسنشاق الرذاذ	نشر الوعي المجتمعي للتبليغ عن حالات التسريب وعن المسبب	(متوسط الاولوية)
التعرض للحمأة البرازية بصورة مباشرة	طرح الحمأة البرازية (فائض الحفر الامتصاصية) مباشرة على الاراضي الزراعية	جرثومية	مواقع متعددة	المزارعين المستهلكين سائقي صهاريج النضح	الاتصال الجلدي مع الحمأة البرازية استهلاك المنتجات الملوثة استنشاق الرذاذ والغازات والاتصال المباشر مع مياه النظح لسائقي صهاريج النضح	تفعيل وتطبيق القوانين الرادعة نشر الوعي المجتمعي للتبليغ عن المخالفات نشر الوعي المجتمعي بخصوص الاثار الصحية والبيئية لطرح الحمأة البرازية مباشرة على الاراضي الزراعية نشر الوعي بين سائقي الصهاريج للالتزام بمعايير السلامة المهنية مثل استخدام الاقنعة والقفازات.	متوسطة الخطورة (متوسط الاولوية)
	تسرب المياه العادمة الغير معالجة الى المياه الجوفية بسبب الحفر الامتصاصية الغير مسمطة	جرثومية	مواقع متعددة	المجتمع المحلي	ابتلاع المياه الجوفية الملوثة جرثوميا	منع استخدام الحفر الامتصاصية واستبدالها بالخزانات المسمطة	من غير الممكن تصنيفها (اولوية غير معروفة)

المخاطر المتعلقة بمياه الصرف الصناعي							
الحوادث التي تفضي الى التعرض للمخاطر (الحوادث الخطرة)	الاسباب المؤدية الى حصول الحوادث الخطرة	الاخطار	موقع الحوادث	المجموعات المعرضة للمخاطر	مسارات التعرض ونقل المخاطر	الاجراءات المتبعة لحد من المخاطر	التقييم الوصفي للمخاطر
تصريف المياه العادمة الصناعية الناتجة عن معاصر الزيتون والغير مطابقة لمواصفات	عدم التزام معاصر الزيتون بمواصفات المياه العادمة المسموح بتصريفها الى الشبكات وضعف	كيمياوي، الفينول في مياه الصرف الصناعي لمعاصر الزيتون يؤثر	بيت ايبا	تعرض المجتمع المحلي لمخاطر غير مباشرة نتيجة امكانية عدم مطابقة المياه الخارجة	استهلاك منتجات مروية بمياه غير مطابقة للمواصفات، في حال استخدام مياه الوديان التي	تفعيل وتطبيق القوانين الرادعة نشر الوعي بين اصحاب المصانع	متوسطة الخطورة

الربط الى شبكة التصريف المشترك	الرقابة وتطبيق التعليمات	سلبا على فعالية المعالجة البيولوجية في محطات التنقية، بالاضافة الى تعريض الشبكات للتاكل نتيجة حموضة مياة الصرف من معاصر الزيتون فيزيائي (الروائح الكريهة)		من المحطة لمواصفات الطرح الى الاودية او اعادة الاستخدام.	تستقبل مياه مخرج المحطة في الزراعة ابتلاع المياه الملوثة كيمياويا في حال ترشح مياه الوديان الى مصادر مياه الشرب.	عن الاثار البيئية والصحية لتصريف مياه الصرف الصناعي الغير مطابقة الى الشبكات مباشرة	
تصريف المياه العادمة الناتجة عن المحاجر والغير مطابقة لمواصفات الربط الى شبكة التصريف المشترك	عدم التزام المحاجر بمواصفات المياه العادمة المسموح بتصريفها الى الشبكات وضعف الرقابة وتطبيق التعليمات	فيزيائي: حيث ان مياه المحاجر تحتوي على مواد عالقة تسبب انسداد في الشبكات بالاضافة الى تاكل الشبكات. زيادة كميات الرواسب في محطات التنقية كيماوي : مياه المحاجر قد تحتوي على مواد كيماويه تؤثر على عمليات المعالجة البيولوجية في محطة التنقية كما ان مياه المحاجر ممكن ان تحتوي على معادن ثقيلة.	وادي التفاح	تعرض المجتمع المحلي لمخاطر غير مباشرة نتيجة امكانية عدم مطابقة المياه الخارجة من المحطة لمواصفات الطرح الى الاودية او اعادة الاستخدام.	استهلاك منتجات مروية بمياه غير مطابقة للمواصفات، في حال استخدام مياه الوديان في الزراعة.	تفعيل وتطبيق القوانين الرادعة نشر الوعي بين اصحاب المحاجر عن الاثار البيئية والصحية لتصريف مياه الصرف الصناعي الغير مطابقة الى الشبكات مباشرة	

طرح المياه العادمة الصناعية الناتجة عن معاصر الزيتون والغير معالجة الى الاراضي الزراعية مباشرة	مخالفة سائقي تنكات النضح لتعليمات تصريف المياه الصناعية	جرثومية كيماوي	قوصين	المزارعين المستهلكين سائقي صهاريج النضح	الاتصال الجلدي مع مياه ملوثة استهلاك منتجات ملوثة استنشاق الرذاذ والاتصال الجلدي مع المياه الملوثة	تفعيل وتطبيق القوانين الرادعة نشر الوعي بين اصحاب المصانع عن الاثار البيئية والصحية للطرح المباشر لمياه الصرف الصناعي الغير مطابقة على الاراضي الزراعية
طرح المياه العادمة الغير معالجة الناتجة عن المسلخ مباشرة الى الوادي	مخالفة سائقي تنكات النضح لتعليمات تصريف المياه الصناعية	جرثومية	دير شرف	المزارعين المستهلكين سائقي صهاريج النضح	الاتصال الجلدي مع مياه ملوثة في حال استخدام مياه الوديان في الري. استهلاك منتجات مروية بمياه غير مطابقة للمواصفات، في حال استخدام مياه الوديان في الزراعة. استنشاق الرذاذ والاتصال الجلدي لسائقي صهاريج النضح	تفعيل وتطبيق القوانين الرادعة نشر الوعي بين سائقي صهاريج النضح عن الاثار السلبية لتصريف مياه المسالخ الغير معالجة مباشرة الى الوديان

مرفق 7

التقدم المحرز في التطبيق الطوعي للمبادئ التوجيهية حول تحسين تحصيص المياه في الزراعة خلال الفترة من نوفمبر 2023 الى سبتمبر 2024

مسودة تقرير للنقاش خلال الاجتماع السادس للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة المنعقد بتاريخ 16 أكتوبر 2024

منظمة الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

1. مقدمة

يناقش هذا التقرير التقدم المحرز في تنفيذ مخطط العمل للتطبيق الطوعي للمبادئ التوجيهية لتحسين تحصيص المياه في الزراعة في الأردن وتونس وفلسطين ومصر، بقيادة فرق وطنية من وزارات الزراعة والمياه مما يمكن من استكشاف القضايا المطروحة وإظهار القيمة المضافة في إعادة النظر في تحصيص المياه وفقا للمبادئ التوجيهية التي تم اعتمادها خلال الاجتماع الوزاري المشترك للمياه والزراعة لجامعة الدول العربية في يناير 2023.

يناقش هذا التقرير الأنشطة التي تم تنفيذها خلال الفترة من نوفمبر 2023 الى سبتمبر 2024، ويقدم النتائج والدروس المستفادة. و تؤكد النتائج على الحاجة إلى إيلاء الاهتمام لتحصيص المياه في الزراعة المروية. كان هناك تركيز ضيق في الماضي على حلول لتحسين الري الميداني على مستوى المزارعين الفرديين ، ولكن هذه الطريقة قد لا تؤدي إلى تحسينات ما لم يتم إعادة توزيع المكاسب من خلال إعادة تحصيص المياه. وتبين الانشطة في كل من الدول الاربعة أن تحسين تحصيص المياه يمكن أن يلعب دورا مهما في الأمن المائي، وهو أمر مهم بشكل خاص في المنطقة العربية. تواجه معظم الدول زيادة في استهلاك المياه للزراعة المروية بنسبة 1 في المائة سنويا. بما أن الموارد المائية السطحية يتم التخطيط لاستخدامها مسبقا في جميع الدول عموما، فإن زيادة استخدام المياه يكون لها تأثير على الموارد المائية الجوفية وزيادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة. غير أن المياه الجوفية في البلدان القاحلة محدودة وغير متجددة في كثير من الأحيان. وهذا يعني فعليا استنزاف المياه الجوفية مما يعرض استخدام المياه في المستقبل للخطر. ومن ثم فإن الإدارة الأفضل للمياه على مستوى نظام الري بأكمله أمر ضروري ليس فقط لتأمين الإمدادات الغذائية الحالية، ولكن أيضا للمساهمة في الأمن المائي في المستقبل.

2. الانشطة

تهدف الانشطة الى اختبار مدى امكانية تطبيق المبادئ التوجيهية على أرض الواقع في الدول الأربعة وإعادة النظر في أنظمة تحصيص المياه الحالية ، الرسمية وغير الرسمية، حيث تم اشراك أصحاب المصلحة المحليين على المستوى الوطني بهدف إدخال المبادئ التوجيهية لتحصيص المياه في طريقة عمل المؤسسات الوطنية المعنية. الهدف من التطبيق التجريبي أيضا هو التعلم وفهم متطلبات تحسين تحصيص المياه على مختلف المستويات والنظر في المعرفة التطبيقية والمشتركة، وختلف وجهات النظر والقواعد الجديدة، والقدرات، خاصة على المستوى المحلي.
تم تنفيذ الأنشطة التجريبية التالية التي جمعت بين اعداد دراسات والأنشطة الميدانية وإشراك أصحاب المصلحة. لم يكن من الممكن تنفيذ أنشطة في فلسطين بسبب الحرب وتم فقط دراسة الأبعاد التشريعية لتحسين تحصيص المياه.

الدولة	الموقع	الانشطة
مصر	كفر الشيخ	ركزت الأنشطة في مصر بشكل كبير على توفير استهلاك المياه عن طريق زراعة الأرز على المصاطب .تغطي زراعة الأرز أكثر من 50٪ من الأراضي الزراعية في المنطقة التجريبية وتم تحديدها كسبب رئيسي لنقص المياه، خاصة خلال فترة ارتفاع الطلب (يونيو -أغسطس). تتميز هذه الفترة بنقص شديد في المياه وعدم الرضا عن دورات إلمياه لمستخدمي المصب مما يدفعهم الى استخدام مياه الصرف الزراعي لتلبية حاجياتهم. كل هذا يؤدي إلى عدم مساواة في تحصيص المياه .تم تقديم طريقة زراعة الأرز على المصاطب في وقت سابق كإجراء لتوفير المياه وتعزيز غلة المحاصيل ولكن لم يتم تعميمها. يقوم الفريق الوطني بتعزيز اعتماد هذه الطريقة من خلال تدريب العاملين الميدانيين وقادة المزارعين والجمع بين جميع أصحاب المصلحة .لهذا تم الاضطلاع بالعديد من الأنشطة: • التوعية • اختيار الحقول التجريبية • تركيب أجهزة قياس المياه • تدريب المزارعين والعاملين الميدانيين • متابعة نمو المحاصيل • اجتماعات للمراجعة على المستوى المحلي
الاردن	شمال وادي الاردن	تهدف الأنشطة إلى المساهمة في التحصيص الفعال للمياه في شمال وادي الاردن، مما يتطلب مزيجا من ممارسات الري الفعالة والتخطيط الاستراتيجي والمحاسبة الشاملة للمياه .وتركز الأنشطة على إعداد خطة لتحصيص المياه مع إشراك أصحاب المصلحة في المنطقة التجريبية .تقدم هذه المنطقة التجريبية لمشروع ري وادي العرب في الشونة الشمالية في شمال وادي الاردن سيناريو معقدا وديناميكيا لإدارة المياه يدمج مصادر متعددة واستراتيجيات استخدام، وهو أمر بالغ الأهمية لتحسين تحصيص المياه. تستمد الموارد المائية في هذه المنطقة في المقام الأول من المياه السطحية والمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة. وتمثل المياه السطحية موردا مهما وإن كان متقلبا بسبب عدم استقرار

		هطول الأمطار وظروف الجفاف. تلعب المياه الجوفية دورا حاسما في إمدادات المياه في شمال وادي الاردن مما يوفر مصدرا مستقرا للمياه خاصة خلال فترات انخفاض هطول الأمطار. يتم استخدام كل من مصادر المياه الجوفية المتجددة وغير المتجددة وتعتبر المصادر المتجددة المساهم الأكثر أهمية .تم دمج إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة بشكل متزايد مما يوفر بديلا مستداما للري الزراعي. يتضمن تكييف تقنيات الري مع ظروف الجفاف تنفيذ طرق متقدمة مثل أنظمة التنقيط والرش وإدارة رطوبة التربة واختيار المحاصيل المقاومة للجفاف. بالإضافة إلى ذلك ، يعد حصاد مياه الأمطار واستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة من الاستراتيجيات الحاسمة لتحسين استخدام المياه والحفاظ على الإنتاجية الزراعية.
فلسطين	الفارعة	تمتد مستجمعات المياه في الفارعة على ثلاث مناطق في الضفة الغربية :نابلس وطوباس وأريحا، وتضم حوالي عشرين تجمعا سكانيا .تم تركيز العمل على منطقة الباذان وتم إجراء مراجعة للقوانين واللوائح والانظمة الداخلية والسياسات الحالية التي تحكم تحصيص المياه، بالاضافة الى النظام الداخلي لجمعية مستخدمي المياه في الباذان.
تونس	منظومة نبهانة	منظومة نبهانة هي أحدى منظومات المياه الرئيسية في تونس. على مر السنين ، تم توسيع حدودها أكثر فأكثر لتشمل 32 منطقة سقوية عمومية مع زيادة سعة السد لتوصيل 30 مليون متر مكعب. يتم حاليا ري 7000 هكتار في محافضات القيروان وسوسة والمنستير والمهدية وكذلك توفير مياه الشرب للمنطقة الساحلية. وفي هذا إطار، تركز الانشطة حول مراجعة تحصيص المياه داخل المنظومة، مع الأخذ في الاعتبار استخدام المياه الجوفية. يتم مراجعة الحدود الفعلية للمناطق السقوية العمومية بعد التوسعة لتحسين نظام تحصيص المياه السطحية.

3. المخرجات

يلخص الجدول التالي النتائج الرئيسية للأنشطة في الدول الأربعة.

الموقع	النتائج
مصر	كللت تجربة زراعة الأرز على المصاطب بالنجاح في أربعة مواقع داخل المنطقة التجريبية . تشير النتائج الأولية إلى توفير المياه بنسبة 20إلى 30٪ وارتفاع وتحسن جودة المحاصيل. تدريب حوالي 70عاملا ميدانيا على زراعة الأرز على المصاطب. يعتبر العاملون الميدانيون وسيلة ممتازة للنشر .عادة ما يعملون في مجموعات من حوالي 18 لكل فدان لمدة ساعتين ثم ينتقلون إلى موقع آخر .يعمل العامل في حوالي 3 إلى 4 مواقع يوميا خلال موسم الزراعة المزدحم. أي شيء غير طبيعي يختبرونه ينقلونه إلى زملائهم العاملين الآخرين في مواقع أخرى وسرعان ما انتشرت الأخبار داخل المجتمع. تدريب المزارعين المشاركين وجيرانهم على الخطوات المختلفة لزراعة الأرز على المصاطب. زيادة وعي المزارعين بإمكانية توفير المياه والوقت واستهلاك الوقود والأسمدة. من خلال ورشة عمل لأصحاب المصلحة يحضرها المزارعون ومديرو المياه والزراعة من مواقع مختلفة داخل المنطقة التجريبية، وبدء الحوار مع المزارعين وفيما بينهم حول الإمكانيات المتاحة والحاجة إلى توفير المياه لتحقيق تحصيص أفضل وأكثر إنصافا للمياه وتحسين جودة المياه للجميع. رفع مستوى الوعي لدى أصحاب المصلحة الحكوميين الرئيسيين داخل المنطقة التجريبية في محافظة كفر الشيخ حول النتائج والآثار المتوقعة للتطبيق على نطاق أوسع.
الاردن	شملت الأنشطة الرئيسية الانتهاء من جمع البيانات حول آليات تحصيص المياه القائمة في المنطقة التجريبية واعداد تقرير حول تقييم الموارد المائية واستراتيجيات وتحديات إدارة المياه في شمال وادي الأردن، مع التركيز على دمج المياه السطحية والمياه الجوفية ومياه الصرف الصحي المعالجة لتحسين تحصيص المياه. وتشمل المبادرات الرئيسية تحسين ممارسات الري، وتعزيز البنية التحتية للمياه، وإشراك أصحاب المصلحة لضمان الاستخدام المستدام للمياه.
فلسطين	يسلط التقرير حول مراجعة القوانين واللوائح والأنظمة الداخلية والسياسات الحالية التي تحكم تحصيص المياه حول تحديد التحديات واقتراح سبل التحسين. من بين التحديات غياب توجهات واضحة في السياسات واللوائح والقوانين المتعلقة بتحصيص المياه بين القطاعات المختلفة ومسألة الملكية. وفقا لقانون المياه لعام 2014، تعتبر المياه سلعة وطنية وهذا يتناقض مع حقوق المياه التاريخية في مستجمعات المياه .لا توجد سياسة تسمح للسلطات بمراقبة وتنظيم أسعار المياه الزراعية. يهيمن أصحاب الآبار على أسعار المياه من مصادر مختلفة ولاستخدامات مختلفة. صعوبة مراقبة استخدام الآبار بشكل صحيح، وبالتالي فإن التحصيص الفعلي للمياه يتطور بشكل غير رسمي. يستهلك القطاع الخاص بما في ذلك المساكن الفاخرة وحدائق السباحة كميات كبيرة

	من مياه الآبار الزراعية. بسبب ارتفاع سعر البيع أصبحت مصادرة الأراضي الزراعية اتجاها واضحا في مستجمعات المياه. تم تحويل الكثير من الأراضي الزراعية لبناء العمراني. اقتراح توجهات فيما يتعلق احتساب الاستهلاك الفعلي للمياه والسياسات واللوائح والقيادة المؤسسية ودور القطاع الخاص وحيازة المياه والعمليات المتكاملة والتنسيق بين المستخدمين وأصحاب المصلحة والجانب القانوني.
تونس	الانتهاء من دراسة مؤشرات أداء الري باستخدام WaPOR في المناطق السقوية. كشفت مؤشرات أداء الري أن الأداء يختلف حسب المناطق والفصول. ويثير ضعف توازن توزيع المياه مخاوف بشأن الإنصاف. على الرغم من الكمية المحدودة للمياه الموزعة من السد يتم استخدام كمية كبيرة من المياه في جميع أنحاء المنظومة. يتم تعويض النقص من السد من خلال مصادر أخرى مثل المياه الجوفية بطريقة غير مستدامة .التوزيع غير متساو لأسباب مختلفة من بينها امكانية بعض المناطق السقوية الحصول على كميات اضافية من المياه الجوفية. كانت هناك مبادرات، سواء فردية أو كجزء من مشاريع ، لرقمنة المعلومات المتعلقة بالمناطق السقوية، لكنها لا تزال قيد التطوير. من الضروري إنشاء نظام يعمل بشكل منهجي ولا يعتمد على المشاريع وهذا يتطلب أن تكون مسؤولية التوزيع العادل للمياه وإنتاجية المياه معهودة للمؤسسة المعنية بادارة السد.

4. التحاليل والدروس المستخلصة

من خلال تنفيذ الأنشطة في مختلف المناطق التجريبية تم استخلاص مجموعة من الدروس كالآتي:

أولا: لم يتم إعطاء الاهمية الازمة لموضوع تحصيص المياه، ولكن مع إمكانات كبيرة للمساهمة في تحسين استخدام المياه في أكبر قطاع مستهلك للمياه - حيث أن الري في دول المنطقة العربية يستهلك أكثر من 80٪ من مجموع المياه المستخدمة.

المكاسب التي يمكن تحقيقها من خلال زراعة الأرز على مصاطب في مصر كبيرة وتمس العديد من الموضوعات المهمة: زيادة الغلة ، وتوفير المياه ، وتوفير تكلفة المدخلات. لتحقيق الاستدامة، وجب اتباع نهج مدروس للعمل خارج مستوى المزرعة الفردية وإشراك جميع الفاعلين المحليين.

على مدى العقود الخمسة الماضية ، تم إنفاق مبالغ هائلة من المال على كفاءة استخدام المياه ، ومع ذلك لم تكن المدخرات في استهلاك المياه كما هو مطموح. وقد أظهر تنفيذ الانشطة أنه لا يزال من الممكن توفير كميات كبيرة من المياه من خلال استخدام المياه المعالجة. وهذا لا يتطلب أنظمة الري بالتنقيط المكلفة والتي تتطلب تغييرا كاملا في نظام توزيع المياه وإمدادها وزيادة كبيرة في استهلاك الطاقة مع آثار بيئية واجتماعية واقتصادية شديدة. التقنيات المقترحة (زراعة الأرز على مصاطب) قابلة للتطبيق بسهولة على نظام إمدادات المياه الحالي ويمكن تنفيذها بآلات وعمالة بسيطة متاحة بسهولة في أي قرية في مصر.

إن نشر هذه التقنية مهم للغاية ولا بد من جعلها جزءا من إعادة تحصيص إمدادات المياه داخل النظام ومتابعة التقاء المزارعين في المنبع والمصب ببعضهم البعض وتقدير ما يحدث على مستوى نظام الري الكبير. فقط التطبيق الواسع النطاق سيؤدي إلى توفير المياه بشكل ملحوظ على مستوى منطقة القيادة وبالتالي يساعد في إعادة تحصيص المياه بشكل أفضل ، مما يؤدي أيضا إلى توافر مياه ذات جودة أفضل للجميع.

ثانيا: العمل على أرض الواقع أمر ضروري.

في المرحلة الحالية يتم تنفيذ أنشطة على الميدان خاصة في مصر وتونس. ربما لا يكون مصطلح "نشاط تجريبي" دقيقا: فالأنشطة لا يتم الاضطلاع بها فقط لإظهار شيء جديد، بل للمشاركة محليا وفهم الحقائق والفرص على أرض الواقع. ومن هنا تأتي أهمية اجتماع المزارعين في المنبع والمصب وإشراك أصحاب المصلحة المحليين في التحسينات المثبتة. وينتج عن ذلك أيضا أن يكون المزارعون المحليون هم أبطال التغيير ودعاة له.

الحاج محمد شبانة ، مزارع الحقل التجريبي 4 في مصر ، يشرح للمشاركين تجربته مع زراعة الأرز على مصاطب ودرجة توفير المياه والتكاليف.

ثالثا: المشاركة مع الموظفين المحليين

هناك حاجة ماسة للتعامل مع الموظفين المحليين التبعين لوزارات المياه والزراعة. هؤلاء هم الأشخاص الذين (1) يتحملون العبء الأكبر لإنجاز الأمور (2) ومع ذلك يجب أن يتعاملوا مع العديد من القيود مثل نقص الخرائط أو غيرها من المعلومات الأساسية و (3) في نفس الوقت لديهم أفضل الأفكار لإحداث التغيير. يعد التعامل مع الموظفين المحليين اختبارا مهما للواقع لفهم ما هو ممكن تحسينه (وكيف) وما هو غير ممكن.

رابعا: أهمية الاهتمام من قبل صناع القرار.

تم السعي إلى إشراك موضفي الدولة رفيعي المستوى من خلال إشراك اللجان الوطنية لفهم أفضل لما يلزم لتحسين إدارة المياه من خلال الأنشطة المشتركة. وقد وجد أن الموظفين الشباب الموهوبين في المؤسسات الوطنية هم أحد العناصر الاساسية لايجاد طرق التغيير في اتجاه تحسين إدارة المياه في أنظمة الري.

خامسا: لا تزال المبادئ التوجيهية لتحسين تحصيص المياه في الزراعة ذات أهمية وتحتاج إلى مزيد من الجهد لتعزيزإدماجها في عمليات قطاع الري. لم تحض إدارة المياه الجوفية الاهمية اللازمة وتحتاج إلى إعطائها أهمية أكبر بكثير. تستخدم المياه الجوفية في المنطقة العربية بما يتجاوز ما يتم تجديده كل عام، مما يقوض مستقبل المياه للزراعة المروية.

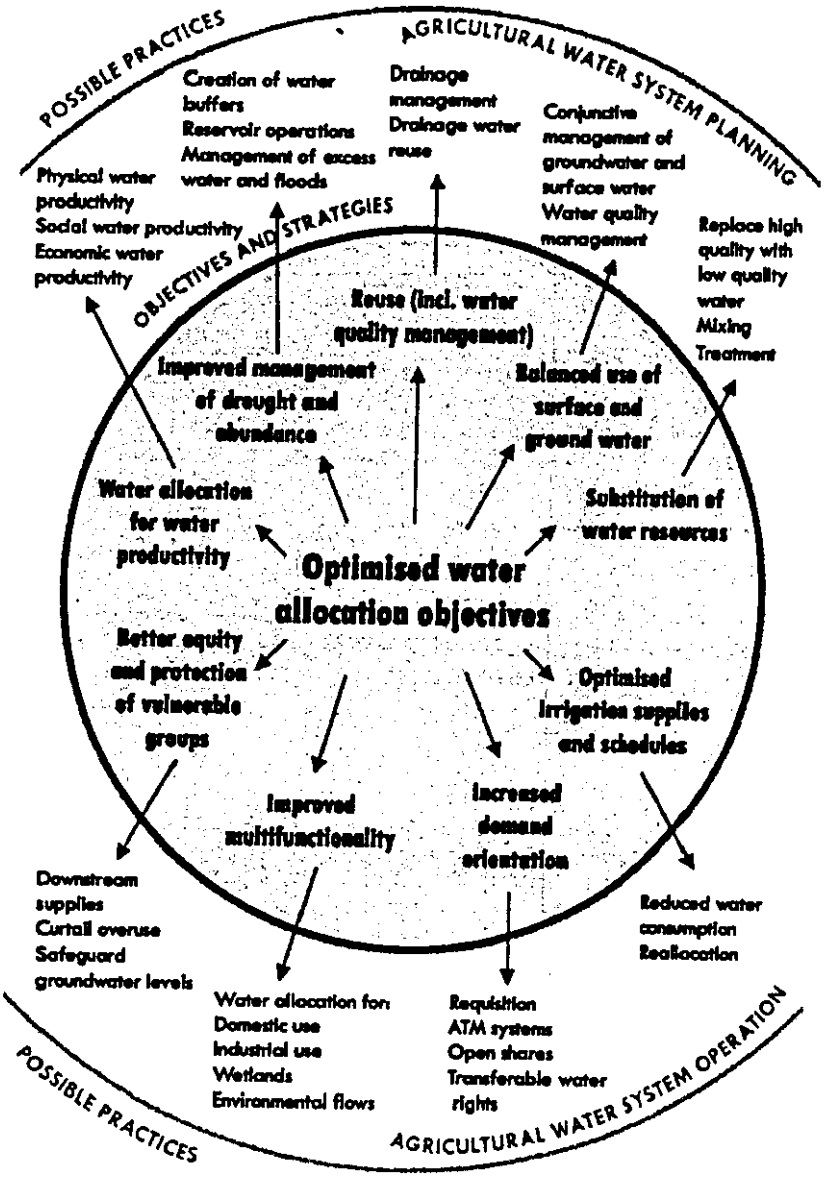
تغطي المبادئ التوجيهية مجموعة من دالقضايا لتحصيص المياه التي يمكن معالجتها. وتتناول الأنشطة في الدول الأربعة عددا كبيرا من المواضيع كالآتي:

مصر:
تحصيص المياه لإنتاجية المياه؛ (5) إمدادات الري الأمثل والجداول الزمنية ؛ (9) تحسين الإنصاف وحماية الفئات الضعيفة

الأردن:
تحصيص المياه لإنتاجية المياه؛ (3) إعادة الاستخدام بما في ذلك إدارة نوعية المياه؛ (4) الاستخدام المتوازن للمياه السطحية والجوفية؛ (5) استبدال الموارد المائية.

فلسطين:
تحسين إدارة الجفاف والوفرة (3) إعادة الاستخدام بما في ذلك إدارة جودة المياه؛ (8) تحسين تعدد الوظائف ؛ (9) تحسين الإنصاف وحماية الفئات الضعيفة

تونس:
إعادة الاستخدام بما في ذلك إدارة جودة المياه؛ (4) الاستخدام المتوازن للمياه السطحية والجوفية؛ (5)



وفي الأنشطة التي جرت في تونس والأردن وفلسطين، برزت أهمية إدارة المياه الجوفية. وقد أدى ذلك إلى نتائج قوية من تونس حيث تركز تحصيص المياه في نظام نيهانة بشكل حصري وضيق على المياه السطحية، متجاهلا أهمية المياه الجوفية وترابطها مع توصيل المياه السطحية: (1) حيث يتم استخدام المياه الجوفية كاحتياطي عندما تكون إمدادات المياه السطحية منخفضة للغاية كما في عام 2024. (2) مع إعادة تغذية المياه الجوفية تحت المناطق المروية بالمياه السطحية، مما يضع الأساس للإدارة المرتبطة و (3) تقدير الحاجة إلى الاستثمار

وقد ساعدت الأنشطة في تونس على التأكيد على أهمية المياه الجوفية، والتي تجلت بشكل كبير عندما انخفضت فيه كميات المياه السطحية من سد نبهانة إلى الصفر تقريبا. ومع ذلك، لم تكن المياه الجوفية أبدا في الصورة، ناهيك عن إدارتها على الرغم من إجراء العديد من الدراسات لمنظومة نبهانة.

وبالمثل، أثار تنفيذ الانشطة في الأردن نقطة استخدام المياه الجوفية في الزراعة، مما خلق قيمة متواضعة نسبيا، مقابل الاستخدام المستقبلي للمياه الجوفية لأغراض استراتيجية عالية القيمة.
"المياه الجوفية غير مرئية" كان موضوع اليوم العالمي للمياه 2024، وهذا ينطبق إلى حد كبير على .المنطقة العربية. هناك حاجة لإدارة المياه الجوفية باستراتيجيات فعالة ذات جذور محلية وجعل إدارة المياه الجوفية نقطة قلق على المستويين السياسي والتقني. يتم تقويض موارد المياه الجوفية في جميع أنحاء المنطقة مما يخلق خطرا أكبر بكثير من آثار تغير المناخ حيث ينظرإلى مستقبل بدون هذا المورد. وتولي المبادئ التوجيهية الاهتمام اللازم لهذه القضية، ولكن الامر يتطلب مزيد من الجهود.

إن المبادئ التوجيهية هي وثيقة توجيهية على المستوى الإقليمي وهناك الكثير مما يجب تحسينه في إدارة المياه وخاصة فيما يتعلق بتحصيص المياه. والحقيقة هي أن حلول الحوكمة في العديد من البلدان موجودة، ولكنها لا تحظى بنفس الاهتمام الذي تحظى به برامج المياه التي تنطوي على نفقات مالية ضخمة.

وعلى الرغم من مصادقة دولة فلسطين على المبادئ التوجيهية لتحسين تحصيص المياه للزراعة إلا أن ذلك لم يؤثر على الجانب التشريعي في فلسطين للمساعدة على اعداد أحكام قانونية ملزمة باتباع إجراءات صياغة تشريعية سليمة تصدر عن الهيئة المخولة دستوريا.

الملحق ا-ا بشأن تحصيص المياه في شبكات الري الكبيرة في مصر

من المهم لتحسين إدارة المياه في أنظمة الري الكبيرة كيفية تحصيص المياه داخل المنظومة. تعرف منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (2015) تحصيص المياه على النحو التالي: *"تحصيص الموارد المائية يحدد من هو قادر على استخدام الموارد المائية ، وكيف ومتى وأين"*.

يحدد تحصيص المياه توقيت الإمداد ، وكميات المياه التي يتم تسليمها ، ونوعية المياه (إذا كانت تأتي من مصادر مختلفة) ، وطول مدة الانتظار للحصول على المياه (دورة الري). كل هذا يدفع الى تحسين إنتاجية المياه، وتحقيق الإنصاف في الإمدادات ، وفرص الاستخدام متعدد الوظائف، وإعادة تغذية المياه الجوفية المحلية، والاستخدام المترابط. هذا الأخير مهم لأنه في العديد من أنظمة الري الكبيرة يتم استكمال المياه السطحية من القنوات عن طريق ضخ المياه الجوفية الضحلة الموجودة مباشرة تحت هذه النظم. يتم شحن هذه المياه الجوفية الضحلة إلى حد كبير من خلال التسرب من شحنات المياه السطحية.

وبما أن أنظمة الري الكبيرة تمثل الجزء الأكبر من المياه المستهلكة في العالم، فإن تحصيص المياه داخل هذه الأنظمة مهم للغاية ليس فقط لأداء هذه النظم الاقتصادية الهامة، ولكن أيضا للأمن المائي والغذائي على مستوى العالم. ولكن لا يزال هناك اهتمام ضئيل بتحصيص المياه على مستوى النظم وغالبا ما يكون مصدر الفشل مئات من أداء النظام الرئيسي. حسب منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية فإن السبب في ذلك هو أن أنظمة تحصيص المياه هذه غالبا ما تكون بعيدة عن المستوى الأمثل: *"معظم أنظمة تحصيص المياه اليوم مشروطة بشدة بالتفضيلات التاريخية وأنماط الاستخدام ، وتتبع جذورها إلى العقود السابقة أو حتى القرون. غالبا ما تطورت بطريقة مجزأة بمرور الوقت وتظهر درجة عالية من الاعتماد على المسار، والتي تتجلى في القوانين والسياسات ، وحتى في قواعد التصميم وتشغيل البنى التحتية للمياه. وهذا يعني أن استخدام المياه غالبا ما يكون "محصورا" في الاستخدامات التي لم تعد ذات قيمة اليوم كما كانت قبل عقود ، مما يحد من القيمة (البيئية أو الاجتماعية والثقافية أو الاقتصادية) التي يحصل عليها الأفراد والمجتمع من المياه"*.

في مصر يرتبط الاقتصاد المحلي إلى حد كبير بنظام الري بمياه نهر النيل، أحد أكبر وأقدم أنظمة الري في العالم. تحصيص المياه مهم على عدة مستويات: على المستوى الوطني من خلال تحصيص المياه بين المناطق والمقاطعات الرئيسية، على مستوى المقاطعة من خلال تحصيص المياه بين القنوات الرئيسية داخل المنطقة، وعلى مستوى المجتمع من خلال توزيع المياه بين (مجموعات) المزارعين.

إن تحصيص المياه على أصغر مستوى مجتمعي *(مروة)* في مصر سلس بشكل عام ويمكن للمزارعين إدارة عمليات التسليم فيما بينهم وحل النزاعات. ليس هذا هو الحال ، للأسف ، بالنسبة لتحصيص المياه على مستوى المقاطعة. يتم تحصيص المياه على هذا المستوى، أي المسقى والقنوات الفرعية الثانوية، من قبل مهندس المنطقة الحكومية الذي يدعمه عادة مساعد ومشغل (*بحار*). هذه العملية غير مدعومة ببيانات حول تدفقات المياه من جهة والطلب على المياه من جهة أخرى. يتبع تحصيص المياه إلى حد كبير نهج الاستجابة لشكاوى مجموعات المزارعين والقادة المحليين.

محطة ضخ الري لتزويد مسقى بشمال دلتا النيل

التدفقات لا يتم قياسها وهي غير معروفة حيث يوجد فقط رسومات ولا توجد خرائط جيدة للمناطق. يعتمد تحصيص المياه للقنوات الفرعية على الخبرة السابقة. يتم تحصيص المياه لمحطات الضخ على طول القنوات الفرعية المختلفة من قبل مهندس المنطقة خلال فترة التناوب بناء على تقييمه الخاص. مهمة مهندس المنطقة وفريق الدعم الصغير الخاص به كبيرة حيث تغطي عادة 20000 هكتار من الأراضي وتخدم حوالي 50000 مزارع ، ولكن ليس لديها نظام أساسي ولا خرائط ولا سجل ولا معلومات مستقلة. كما أن الفرق المسؤولة صغيرة جدا، ولا أحد لديه الوقت للتفكير في كيفية تحسين توصيل المياه ولا يملك أي شخص التفويض أو المسؤولية للقيام بذلك. تم تنظيم روابط مستخدمي المياه القناة الفرعية لتجمع بين ممثليها على طول القناة الفرعية.

يمكن أن تكون روابط مستخدمي المياه للقناة الفرعية جزءا من القصة ، لكنها ليست كذلك. وباعترافهم الخاص ، ليس لهم أي دور في تحصيص المياه ، ولا يجمعون الأموال أو يشاركون في أنشطة الصيانة أو التشغيل. إنهم ينقلون شكاوى مستخدمي المياه إلى السلطات.

في الوقت نفسه ، هناك الكثير مما يمكن كسبه: توزيع أكثر توازنا للمياه على المنطقة بأكملها ، ومراقبة خلط مياه الصرف بالمياه السطحية ، وتدفق أكثر استمرارا في القنوات الفرعية ، واستراتيجيات تصريف أفضل. وهناك مجال للتحسين، ويمكن أن تضطلع روابط مستخدمي المياه بدور أكبر على مختلف المستويات إذا أتيحت لها الفرصة والمسؤولية والسلطة. وتكمن المشكلة في الافتقار إلى القدرات وعدم وجود مسؤولية واضحة عن تحسين إدارة المياه وعدم وجود معلومات و قاعدة بيانات وغياب استخدام المعلومات وفهم كيفية تعديل جداول المياه والمشاركة مع جميع أصحاب المصلحة.

إنه ليس نمطا غير عادي. مع كل المخاوف بشأن الاستفادة بشكل أفضل من المياه الشحيحة ، فقد تم إحراز تقدم كبير في بعض القضايا مثل التشخيص باستخدام الاستشعار عن بعد ، ولكن ما هو مفقود هو القدرة المحلية لإجراء تغييرات وتعديل مستمر في تحصيص المياه. هذه الاشكال- مطروح ليس فقط في مصر ولكن في العديد من أنظمة الري الكبيرة.

تواجه مصر مفارقة نقص المياه من ناحية، والاستخدام المفرط للمياه من ناحية أخرى أي الإجهاد والهدر في نفس الوقت.

تتمثل المحاصيل الرئيسية في الأراضي الزراعية القديمة في دلتا النيل وأراضي وادي النيل في القطن والأرز والذرة وفول الصويا في الصيف، وفي الشتاء بنجر السكر والقمح والبرسيم والفول. يزرع بعض المزارعين محصولا ثالثا في الخريف (يسمى موسم *النيل*)، وعادة ما يكون *الذرة الشامية*.

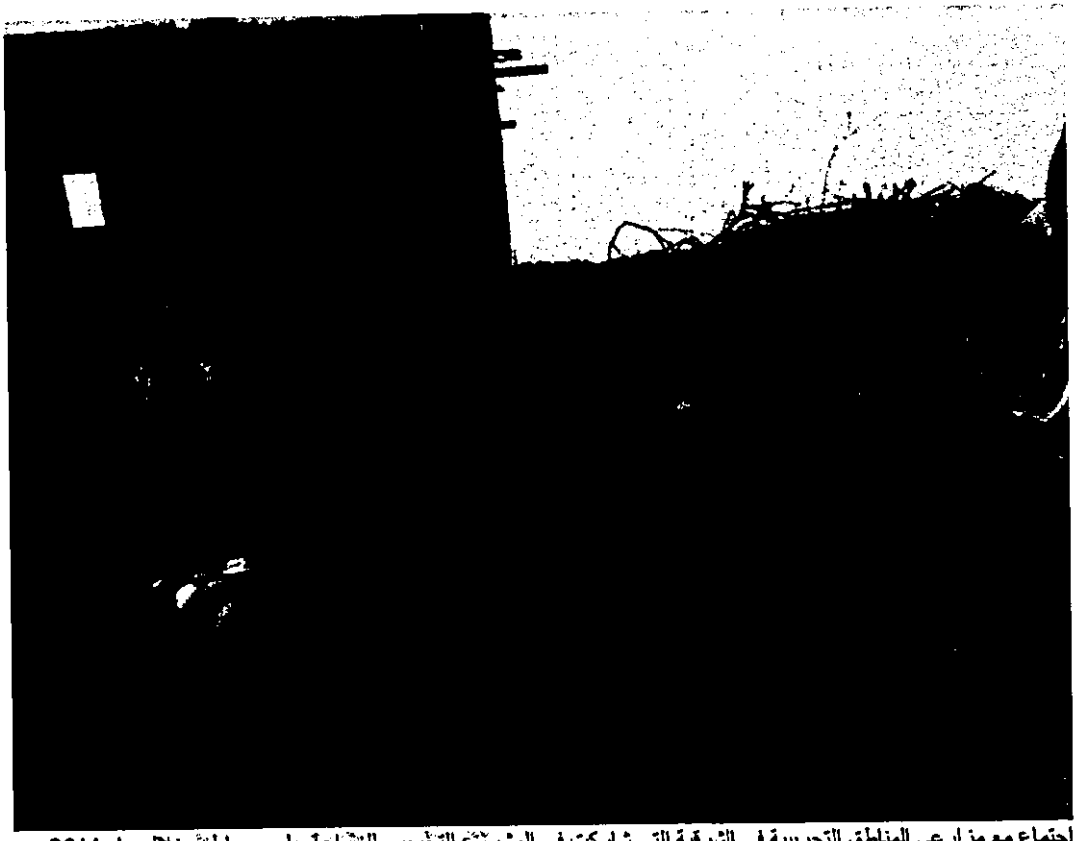
إغراق الحقل هو طريقة ري لا تزال مطبقة عالميا تقريبا. الري بالغمر في الأرز هو السبب الرئيسي في الاستهلاك المفرط للمياه حيث يكون الحقل بأكمله مغمور ويتبخر الكثير من الماء تحت درجات الحرارة المرتفعة. يؤدي الإفراط في استخدام المياه في حقول الأرز إلى نقص المياه في نهاية التفرع وزيادة الاعتماد على مياه الصرف منخفضة الجودة والنزاعات بين المزارعين.

تقوم السلطات في مصر بتشجيع المزارعين على اعتماد أنظمة الري بالتنقيط والرش. ويواجه إدخال نظم الري المحسنة مقاومة من المزارعين. قد لا تكون تقنيات الري الصغيرة هذه هي الأنسب لبعض المحاصيل الحقلية وتأتي بتكاليف عالية للتركيب والصيانة والاستبدال الروتيني وإمدادات الطاقة. كما أن فقدان التبخر لأنظمة التنقيط بالرش مرتفع جدا في حين أن المياه التي لا تستخدمها النباتات في أنظمة الري التقليدية تتسرب وتظل متوفرة في النظام. في أنظمة الرش يتم فقدان نسبة كبيرة من المياه في الغلاف الجوي ولا يمكن استردادها. علاوة على ذلك، تؤدي أنظمة التنقيط إلى تكوين طبقة ملح تحيط بمنطقة الجذر ، مما يؤدي في النهاية إلى تملح التربة. من الإنصاف القول إن أنظمة الرش والتنقيط خاصة بالنسبة للمحاصيل الحقلية، ليست بالحل الأمثل.

هناك خيارات أخرى قابلة للتطبيق مثل تقنية الري البديلة والبسيطة نسبيا والتي تستخدم المصاطب. وقد تم اختبار ذلك على مر السنين في عدة أماكن في مصر ، سواء بالنسبة للمحاصيل الصيفية (الأرز والذرة) أوالمحاصيل الشتوية (القمح). تزرع المحاصيل على مصاطب ويتم تطبيق مياه الري على قاع الأخاديد. بدلا من نشر المياه على كامل مساحة السطح ، تقوم الزراعة ذات القاع المرتفع بتوجيه المياه بشكل أكثر كفاءة ، وتطبيق المياه حيث تشتد الحاجة إليها في منطقة جذر المحاصيل على المصاطب.

زراعة الأرز على مصاطب (موسم 2011)

تم إدخال زراعة الأرز على المصاطب من بين أمور أخرى في محافظة الشرقية منذ حوالي اثني عشر عاما. وأجريت زيارة إلى هذه المناطق لتقييم ما إذا كان المزارعون قد اعتمدوا هذه التقنيات بعد انتهاء أنشطة المشروع التجريبي. وأجريت زيارات ميدانية إلى مناطق تنفيذ المشاريع وعقدت اجتماعات مع المزارعين المشاركين. ولوحظ ما يلي:



اجتماع مع مزارعي المناطق التجريبية في الشرقية التي شاركت في المشروع التجريبي للزراعة على مصاطب خلال عام 2011.

أولا ، يدرك جميع المزارعين فوائد الزراعة المرتفعة المتمثلة في: توفير كبير في المياه (حوالي 20٪ للمحاصيل الشتوية والذرة و 30-40٪ للأرز)، وتوفير في الأسمدة، وتوفير في البذور، وتوفير الوقود بسبب تقليل وقت الري، وزيادة الغلة في حدود 10-15٪، ومحاصيل عالية الجودة تجلب أسعارا أعلى، وأقل إصابة بالأمراض في حالات العدوى الفطرية على وجه الخصوص.

ثانيا وبشكل مثير للدهشة ، على الرغم من هذه النتائج الإيجابية للغاية، توقف المزارعون عن استخدام طريقة زراعة الارز على المصاطب.

وكان هناك سببان لعدم اتباع الممارسة الجيدة، كما ظهر من المناقشات. الأول هو أنه في مناطق المنبع حيث تم تنفيذ مشاريع تجريبية لتوفير المياه يكون نقص المياه أقل حدة. هناك ضغط ضئيل نسبيا لتحسين إنتاجية المياه في هذه المناطق والمياه الموفرة لا تترجم إلى تحصيص أفضل للمياه.

والسبب الثاني هو أن المزارعين في محافظة الشرقية لم يتمكنوا من استخدام حصادات الأرز الميكانيكية على المصاطب مما أدى إلى تعقيد العمليات الزراعية. تسبب الحصاد المرهق في حقول الأرز في تخلي المزارعين عن طريقة زراعة الارز على المصاطب. على النقيض من ذلك ، تستمر ممارسة طريقة الزراعة على المصاطب في حقول الذرة حيث يتم الحصاد يدويا.

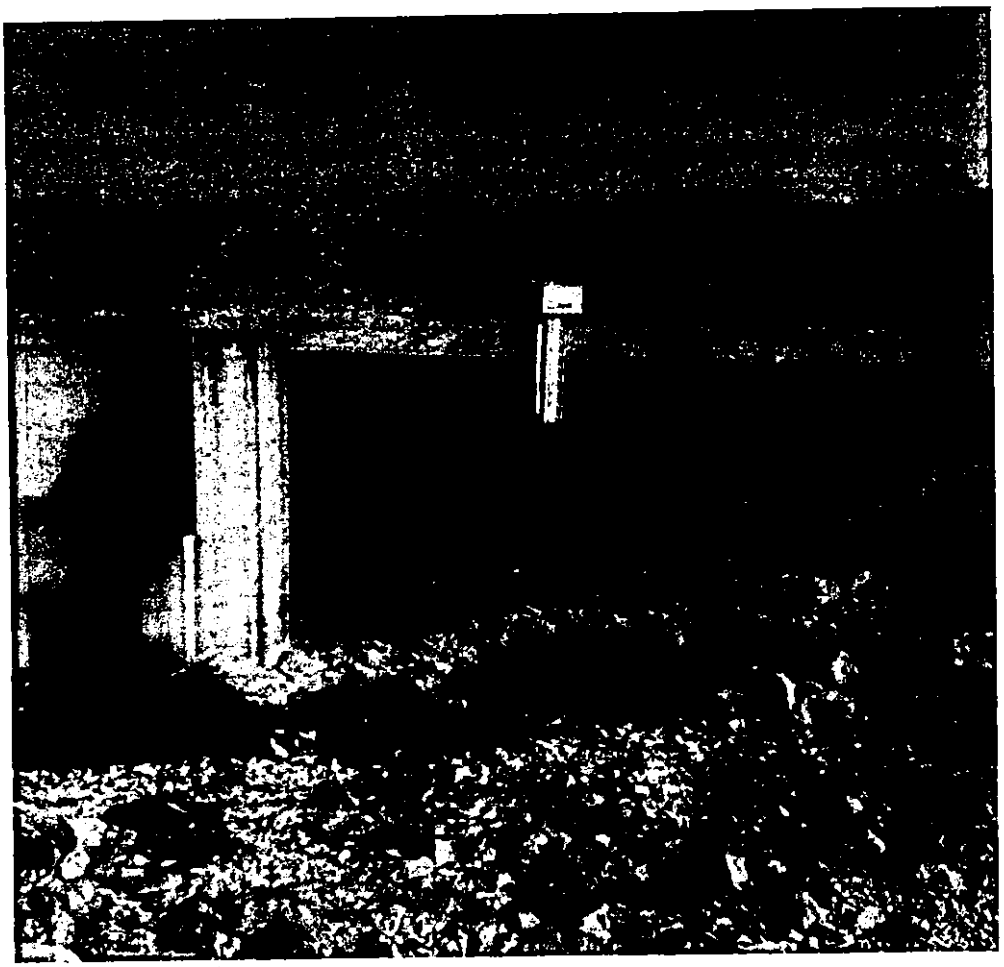
الذرة تزرع على مصاطب مرتفعة في الشرقية بعد حوالي 12 عاما من انتهاء المشروع التجريبي.

لحلحلة هذا الاشكال يجب أن يكون إدخال الري الفعال جزءا من إعادة تحصيص المياه في المنطقة بأكملها وألا يركز على المزارعين الأفراد فقط. لا يزال المزارعون مهتمين بطريقة الزراعة على المصاطب حتى في مناطق المنبع لفوائدها العديدة (الغلة ، واستخدام المدخلات). من المهم للجميع رؤية سياق المنطقة الأكبر وجعله جزءا من إعادة مشاركة المياه في منطقة القيادة بأكملها وخلق وعي كاف حولها.

ويتضمن الحل الثاني نهجا تقنية مثل تكييف معدات الحصاد الميكانيكية مع طريقة الزراعة على المصاطب (التي تم البدأ في تنفيذها من قبل إيكاردا) أو من خلال اختبار تعديل المصاطب لتناسب معدات الحصاد كما اقترح بعض المزارعين. وبالإضافة إلى ذلك، من المهم توفير الظروف الملائمة للتنفيذ تتضمن التدريب الكافي للعاملين في مجال الإرشاد الزراعي والمزارعين، والبذور المحسنة، ومبادئ توجيهية سهلة المتابعة، والمتابعة المستمرة والرصد والدعم الفني. ومن المهم أيضا نشر النتائج على الصعيدين المحلي والوطني وتقديم اقتراحات لصياغة السياسات والتشريعات.

الملحق 2: تحليل نتائج تنفيذ الانشطة في تونس

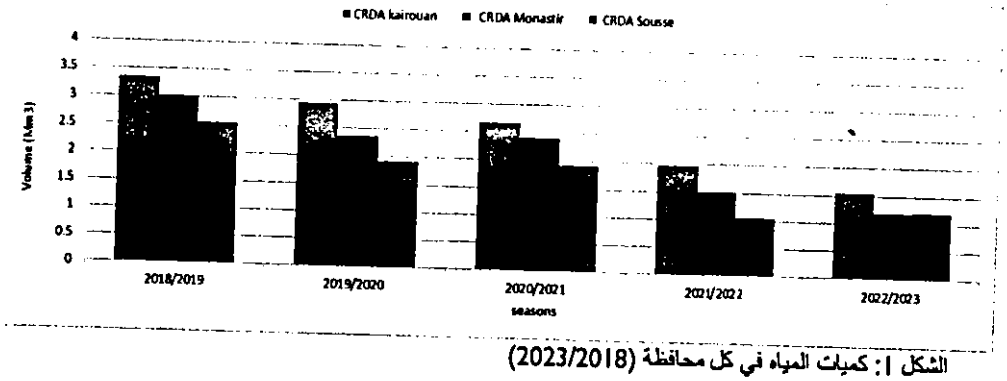
شريان الحياة الرقيق: المياه الجوفية في نظام نبهانة (تونس)



سد نبهانة في أغسطس 2024 مع مستويات المياه تحت مستوى الأمان

يؤثر تغير المناخ وتدهور مستجمعات المياه على نظام المياه في تونس ويعتبر نظام سد نهبانة، أحد أهم الأنظمة الهيدروليكية في تونس، والذي تمت دراسته بشكل مفرط. في البداية كان عدد المناطق المروية من نظام سد نبهانة أحد عشر، ولكن على مر السنين تم تمديد النظام بشكل أكبر ليغطي منطقة 32 مع زيادة سعة السد لتوصيل 30 مليون م3. كما هو الحال الآن ، يوفر النظام المياه ل 7000 هكتار من المناطق المروية في محافظات القيروان وسوسة والمنستير والمهدية وكذلك توفير مياه الشرب للمنطقة الساحلية.

وقد تذبذبت إمدادات المياه للمناطق المروية من سنة إلى أخرى ولكن في السنوات الخمس الماضية كان هناك تراجع كبير (الشكل ١).

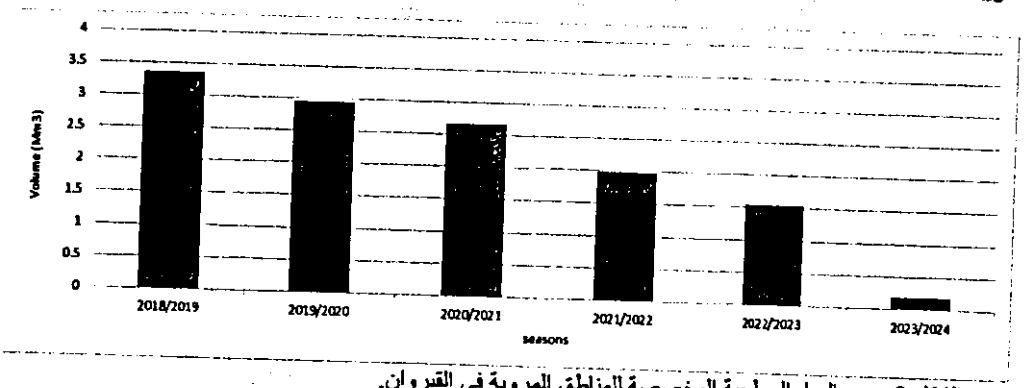


الشكل 1: كميات المياه في كل محافظة (2023/2018)

ثم انخفض مستوى مياه سد نبهانة هذا العام إلى ما دون مستويات الأمان وتوقفت إمدادات المياه السطحية. ومع ذلك، استمر المزارعون في الإنتاج. كيف كان هذا ممكنا؟

كان ذلك ممكنا من خلال الاعتماد على المصدر الرئيسي الآخر: المياه الجوفية. كانت المياه الجوفية تستخدم دائما في المناطق المروية لكنها كانت غير مرئية. لكن شح الإمدادات السطحية أكد على أهمية المياه الجوفية للزراعة المروية في القيروان وسوسة والمنستير والمهدية.

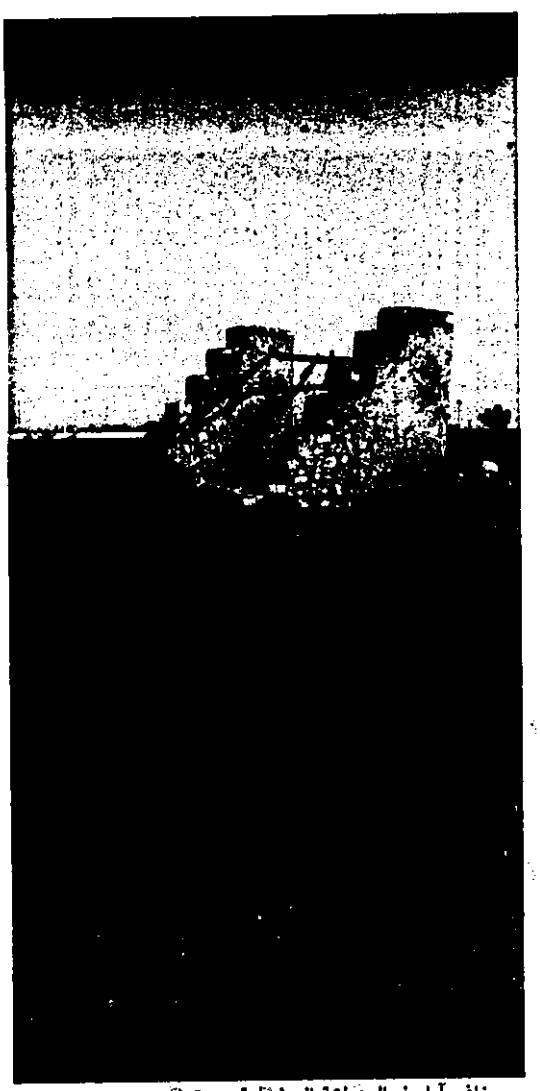
بالنسبة لمحافظة القيروان واستنادا إلى بيانات من شركة استغلال الأنابيب ومياه قناة الشمال (Secadenord) ، فإن كميات المياه السطحية من نبهانة المخصصة للري في انخفاض متواصل، حيث انخفضت من 3.3 مليون متر مكعب في 2019/2018 إلى الحد الأدنى تقريبا 0.18 مليون متر مكعب في 2024/2023. (الشكل 2)



الشكل 2: حجم المياه السطحية المخصصة للمناطق المروية في القيروان.

يكشف التوزيع المكاني عن اختلافات في استهلاك المياه بين المناطق المروية المختلفة في المحافظة. المناطق المروية في سيسب ودار جامع هي الأكثر تضررا من نقص المياه. والجدير بالذكر أنه بين عامي 2018 و 2023 ، شهد محيط سيسب ودار الجامع انخفاضا في متوسط توافر المياه من 400 ملم/موسم إلى 200 ملم/موسم. وعلى النقيض من ذلك، فإن المنطقة المروية عين بومرة أقل تأثرا. وعلى الرغم من النقص المستمر في المياه، لا تزال المنطقة المروية عين بومرة تستهلك كميات كبيرة من المياه. وتعزى هذه المرونة في المقام الأول إلى موقعها بين طبقتين رئيسيتين للمياه الجوفية: طبقات عين بومرة والشوقفية الجوفية. ويعتمد المزارعون في هذه المنطقة على مصادر المياه الجوفية هذه لتلبية احتياجاتهم من الري.

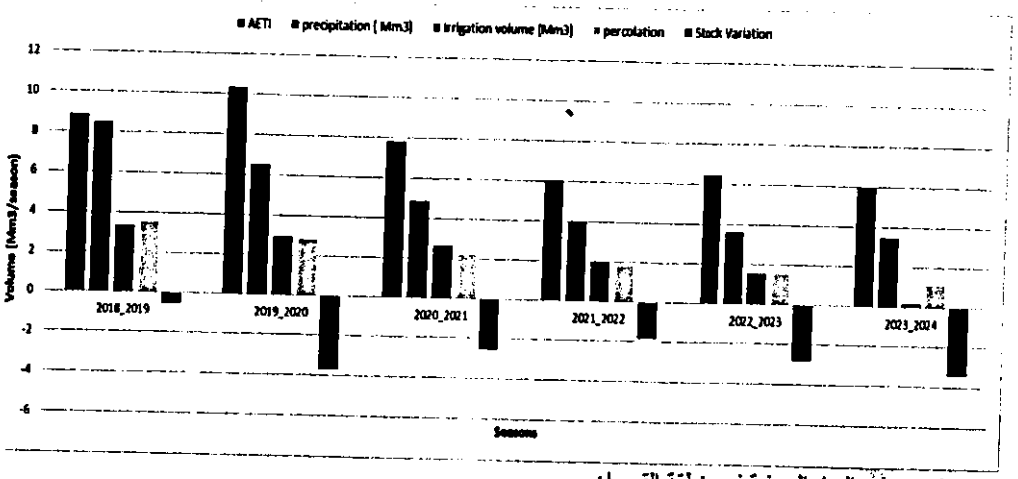
في المقابل، تقع المناطق المروية سيسب ودار الجامع داخل طبقة السيسب الجوفية. كانت هذه المناطق تزود في السابق عن طريق الآبار التي تستفيد من طبقة المياه الجوفية ، ولكن بعد استنفاد طبقة المياه الجوفية في سيسب ، فإنها تعتمد الآن فقط على مياه السد. ومع جفاف جميع الآبار في المنطقة، لم تعد المياه الجوفية متوفرة. وتتأثر هذه المنطقة، المعروفة باسم "حمادة حسين"، بشكل خاص بالنقص الحاد في المياه.



جفاف آبار في المنطقة الساحلية من تونس.

جلب المياه الجوفية من طبقة عين بومرة الجوفية إلى المنطقة المروية

باستخدام بيانات هطول الأمطار وبيانات التبخر والنتح من WaPOR حول استهلاك المياه، تم بذل جهد لتحديد استهلاك المياه الجوفية على مدى السنوات الخمس الماضية في محافظة القيروان. وقدر التباين في تخزين المياه الجوفية بحوالي 3.4 مليون متر مكعب. يتراوح النضوب من 0.5 مليون متر مكعب إلى 3.6 مليون متر مكعب حسب العوامل مثل توافر المياه في السد وهطول الأمطار والمنطقة المزروعة. وبالتالي فإن استخدام المياه الجوفية يعوض بشكل أو بآخر النقص في إمدادات المياه السطحية.



الشكل 3: تباين تخزين المياه الجوفية في منطقة القيروان

يوضح هذا التحليل أن الكميات المستخرجة من المياه الجوفية ضخمة. إن استخراج المياه الجوفية مهم بشكل خاص نظرا للعجز الحاد في السد، حتى أنه يعوض بالكامل تقريبا عدم وجود إمدادات هذا العام. لا يعني نقص المياه السطحية أن المزارعين قد تكيفوا بكفاءة مع ندرة المياه: لقد استبدلوا المياه السطحية بالمياه الجوفية بطريقة غير مستدامة. وينبغي ألا يحجب عدم رصد المياه الجوفية خطورة الحالة. الظروف الحالية صعبة للغاية والاستخدام غير المنظم لطبقات المياه الجوفية قد يعطي فترة راحة مؤقتة ولكن له عواقب وخيمة.

ويلزم اتخاذ إجراءات عاجلة هامة:

1. وضع نظام لرصد المياه الجوفية من خلال تقييم استخراج المياه الجوفية وتغير مستوياتها خلال الموسم. وينبغي أن تكون هذه ممارسة يشارك فيها جميع المعنيين، بمن فيهم قادة المزارعين والحكومة المحلية والمجتمع ككل. ما هو على المحك ليس الأزمة الحالية، ولكن الزوال الدائم للمنطقة. يمكن استخدام معلومات المياه الجوفية للتخطيط الجماعي لأنظمة المحاصيل وإمدادات المياه وتدابير إعادة التغذية لاستعادة التوازن في نظام المياه لكل من المياه السطحية والجوفية.
2. المهم هو إدارة إمدادات المياه السطحية والجوفية في المنطقة بشكل متزامن: التخطيط لاستخدام المياه الجوفية عندما يكون هناك نقص في الإمدادات السطحية (كما هو الحال في هذا العام) ، ولكن أيضا استخدام إمدادات الري السطحي لإعادة تغذية المياه الجوفية ، وخاصة طبقة المياه الجوفية الضحلة مباشرة تحت المناطق المروية، حيثما أمكن ذلك. كانت موجة الجفاف لعام 2024 بمثابة دعوة مهمة للاستيقاظ ، ويجب أن تكون نقطة تحول في الإدارة الفعالة والمتكاملة للمياه، مما يعطي وزنا للمياه الجوفية بقدر ما يعطي وزنا للمياه السطحية.

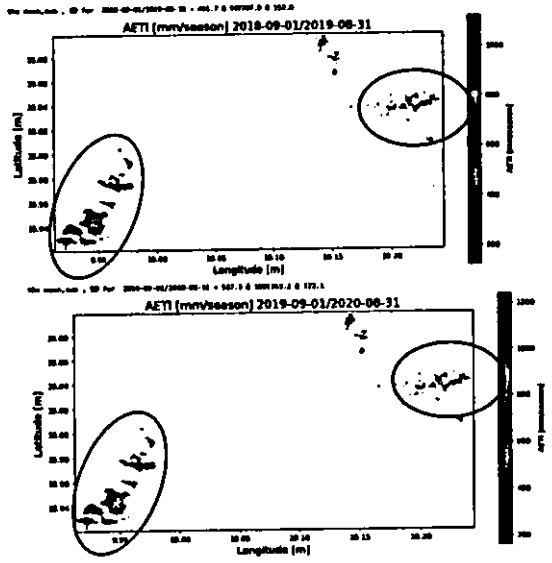
ولتسليط الضوء على أهمية استخدام المياه الجوفية، اخترنا منطقة القيروان بسبب نضوب طبقات المياه الجوفية. لفهم وقياس كمية المياه الجوفية التي يتم استخراجها بشكل أفضل، تم إجراء تحليل بناء على معادلة توازن الماء على النحو التالي:

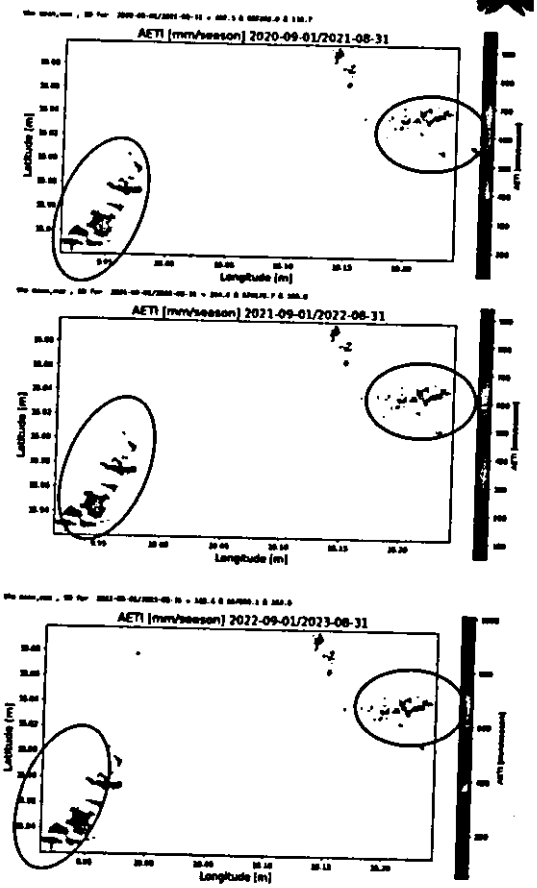
ΔS=P+I−ETa−DP (equation I)

- Precipitation (P): Water entering the system from rainfall.
- Irrigation (I): Additional water supplied by irrigation systems.
- Actual evapotranspiration (ETa): Water lost to the atmosphere through transpiration by plants and evaporation from the soil and water surfaces.

- Deep Percolation (DP): Water that moves through the soil beyond the root zone and recharges the aquifer.
- Stock variation (ΔS): Water storage

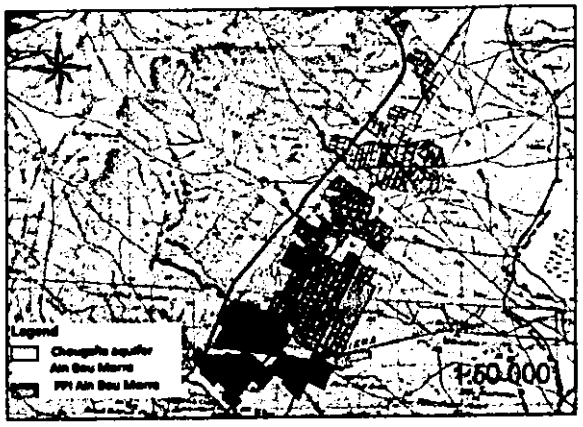
التبخر الفعلي (AETI): ضروري لتقدير استخدام المياه الزراعية ، لا سيما في المناطق ذات البيانات غير الكاملة أو غير المتاحة ، كما هو الحال في حالتنا. باستخدام بيانات WaPOR ، تم تقدير التبخر الفعلي ، ويوضح الشكل 2 التوزيع المكاني لاستهلاك المياه الموسمي عبر خمسة مواسم (2019-2018 ، 2020-2019 ، 2021-2020 ، 2022-2021 ، و 2023-2022). متوسط قيم التبخر الفعلي لكل موسم هي كما يلي: 461.6 ملم في الموسم الأول ، 537.3 ملم في الموسم الثاني ، 407.3 ملم في الموسم الثالث ، 313.2 ملم في الموسم الرابع ، و 334.4 ملم في الموسم الخامس.

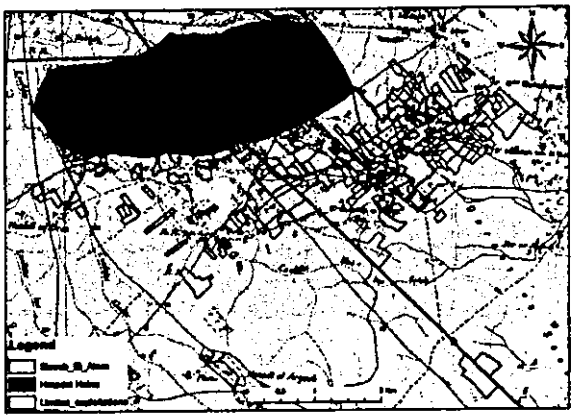




الشكل 4 : التوزيع المكاني الموسمي للتبخر الفعلي من 2018 حتى 2023 في محافظة القيروان.

في المقابل، تقع ن+طقة سيسب ودار الجامع داخل طبقة السسيب الجوفية. كانت هذه المناطق تزود في السابق عن طريق الأبار التي تستفيد من طبقة المياه الجوفية ، ولكن بعد استنفاد طبقة المياه الجوفية في سيسب ، فإنها تعتمد الآن فقط على مياه السد. ومع جفاف جميع الأبار في المنطقة، لم تعد المياه الجوفية متوفرة. وتتأثر هذه المنطقة، المعروفة باسم "حمادة حسين"، بشكل خاص بالنقص الحاد في المياه. (الشكل 5)





الشكل 5: مواقع طبقات عين بومرة والشوقفية وحمادة حسين وطبقة سيسب الجوفية ومختلف محيطها المروي

الري: استنادا إلى بيانات شركة Secadenord، فإن الكميات المخصصة للري آخذة في الانخفاض عاما بعد عام ، حيث انخفضت من 3.3 مليون متر مكعب في 2019/2018 إلى 0.18 مليون متر مكعب في 2024/2023

هطول الأمطار: قمنا بحساب متوسط هطول الأمطار بناء على بيانات من محطات قياس الأمطار

الترشيح العميق: يقدر التدفق العائد بنسبة 30٪ من المياه المطبقة.

اختلاف التخزين:

يتم تقدير استخراج طبقة المياه الجوفية أو التغيير في التخزين بهذه المعادلة.

$$(\Delta S) = P + I - ETa - DP \quad \text{(equation 2)}$$

إذا كان ΔS سالبا ، فهذا يشير إلى استنفاذ طبقة المياه الجوفية (الاستخراج > التغذية).
إذا كان ΔS موجبا ، فهذا يشير إلى زيادة في التخزين (إعادة الشحن > الاستخراج).

الملحق 3: تحليل نتائج تنفيذ الانشطة في الأردن

يعرض هذا الملحق نتائج دراسة تقييم المياه لعام 2024، التي أجريت لوادي الأردن والتي ساهمت فيها المبادرة الإقليمية لندرة المياه في العمل على متطلبات المياه للمحاصيل. كما استلزمت دراسة تقييم المياه إجراء مسح لمشاريع مزارع مختارة في وادي الأردن، ومناقشة مع مجموعات ومقابلات، واستخدام المواد والإحصاءات غير المنشورة، فضلا عن مراجعة الأدبيات.

كل هذا كان يهدف إلى المساهمة في الاستخدام الحكيم للمياه في وادي الأردن من خلال فهم القيمة النسبية للمياه في الزراعة ، في ظل مختلف المحاصيل وأنظمة الري والمواقع ومصادر المياه. إن فهم القيم المتنوعة للمياه أمر بالغ الأهمية لاتخاذ قرارات مستنيرة بشأن مخصصات المياه والاستثمارات في قطاع المياه. هذا مهم بشكل خاص لأن الزراعة في الأردن هي أكبر قطاع منفرد لاستخدام المياه، وتتنافس مع القطاعات الأخرى في ظل ندرة المياه. والمقارنات البسيطة للإنتاجية الجزئية، مثل العائد لكل متر مكعب من المياه، غير كافية لأنها تغفل مدخلات عوامل الإنتاج وتكاليفها.

النتائج الهامة من الدراسة هي كما يلي:

بشكل عام، يبلغ متوسط صافي قيمة المياه في وادي الأردن 1.36 دينار أردني لكل متر مكعب. من بين المواقع المختلفة داخل وادي الأردن ، يظهر وادي عربة أعلى قيمة صافية للمياه بقيمة 2.38 دينار أردني / متر مكعب. ولديها أعلى ربحية للمياه 2.32 دينار أردني / متر مكعب. ويحتل وادي الأردن الجنوبي ثاني أعلى متوسط صافي لقيمة المياه يبلغ 1.44 دينار أردني لكل متر مكعب. وعلى نفس المستوى تقريبا، فإن وادي الأردن الأوسط لديه ثالث أعلى قيمة صافية للمياه عند 1.42 دينار أردني / متر مكعب. يظهر شمال غور الأردن وأسفي قيم مياه صافية أقل على التوالي عند 1.24 دينار / متر مكعب و 1.30 دينار أردني / متر مكعب.

وللعنب أعلى قيمة مضافة صافية تبلغ 2.20 دينار أردني لكل متر مكعب، مما يشير إلى أعلى عائد اقتصادي للمياه المستخدمة، ويرجع ذلك على الأرجح إلى ارتفاع أسعار السوق وكفاءة استخدام المياه. تليها التمور ب 1.48 دينار أردني / متر مكعب ، مما يدل على جدوى اقتصادية كبيرة حيث تزرع التمور بمياه منخفضة الجودة نسبيا. كما أظهرت الخضروات الشتوية عوائد قوية بلغت 1.45 دينار أردني لكل متر مكعب، مستفيدة من ظروف النمو المواتية والطلب في السوق خلال فصل الشتاء. الخضروات الصيفية، التي تبلغ القيمة المضافة الصافية 1.37 دينار / متر مكعب، ليست بعيدة عن الركب، وبالمثل تستفيد من ارتفاع الطلب في السوق في الصيف.

من ناحية أخرى، توفر محاصيل الحمضيات عائدا اقتصاديا أكثر اعتدالا عند 1.03 دينار لكل متر مكعب. ويرتبط ذلك جزئيا بالأسعار المنخفضة نسبيا في بعض السنوات الأخيرة، بسبب منافسة الحمضيات المستوردة في السوق المحلية. أما المحاصيل الحقلية فتبلغ قيمتها الصافية المضافة 0.88 دينار/متر مكعب، ومع ذلك تزرع أحيانا كمحصول تناوب في زراعة الخضروات، وليس لاعتبارات تجارية بحتة. تشمل المحاصيل الحقلية البرسيم والذرة والثوم.

تقنية الإنتاج لها تأثير مهم على إنتاجية المياه وصافي قيم المياه. تنتج البيوت البلاستيكية البلاستيكية أكثر بكثير لكل حجم من المياه المستخدمة: 11.05 كجم / متر مكعب من الخضروات الأولية ، مقارنة ب 5.91 كجم / متر مكعب للحقول المفتوحة و 6.63 كجم / متر مكعب للأنفاق البلاستيكية. وهذا يترجم أيضا إلى ارتفاع صافي قيم المياه لإنتاج البيوت البلاستيكية المحمية: 1.46 دينار / م 3 للبيوت المحمية مقابل 1.34 دينار / م 3 للحقول المفتوحة و 0.95 دينار / م 3 للأنفاق البلاستيكية. على الرغم من أن الاختلاف في قيمة المياه لا يزال يرجح لصالح الدفيئات البلاستيكية ، إلا أنه أقل من الإنتاجية المطلقة حيث أن زراعة الدفيئة كثيفة المدخلات وتكاليف الإنتاج أعلى.

إن تغطية طرق الري عالية الكفاءة في الأردن عالية وهذا يساهم في ارتفاع قيم المياه الصافية بشكل عام. حوالي 75٪ من وادي الأردن مروي الآن بالتنقيط بينما 24٪ مروي سطحي وأقل من 1٪ فقط مروي بالرشاشات[1]. كما يظهر الري بالتنقيط أعلى إنتاجية للمياه عند 7.29 كجم / متر مكعب وقيمة مياه صافية تبلغ 1.45 دينار أردني / متر مكعب ، مجتمعة لجميع المحاصيل المزروعة في ظل هذا النظام عالي الكفاءة. وهذا أكثر بكثير من صافي قيم المياه لطرق الري الحقلية الأخرى، ولا سيما الرش (1.10 دينار أردني/م3)، أو الحوض الصغير (0.94 دينار/م3) أو الأخدود (0.89 دينار/م3).

تكشف نتائج قيم المياه حسب الصفات المختلفة في وادي الأردن عن رؤى مهمة حول الاستدامة الزراعية والجدوى الاقتصادية. تشمل مصادر المياه المختلفة التي تمت مقارنتها مياه الصرف الصحي المعالجة المخلوطة ، والمياه العذبة ، ومياه قناة الملك عبد الله (KAC) ، ومياه التناضح العكسي (RO) ، ومياه الآبار الأنبوبية ، والاختلافات الكبيرة في الإنتاجية والعوائد الاقتصادية لكل متر مكعب (متر مكعب) من المياه واضحة.

اللافت للنظر هو أن قيمة المياه من مصادر منخفضة الجودة ، ولا سيما التناضح العكسي (1.71 دينار / م 3) ومياه الصرف الصحي المعالجة المخلوطة (1.39 دينار / م 3) أعلى من المصادر العذبة. هناك تفسيران رئيسيان ، الأول هو الزراعة المتطورة إلى حد ما من نوع رواد الأعمال لبعض المحاصيل المزروعة بمصادر المياه منخفضة الجودة هذه ، ولا سيما RO ، والتي تتطلب مستوى متقدما من الزراعة. التفسير الثاني هو أنه على الرغم من أن الملوحة في المياه المعالجة تمنع إنتاجية المياه ، إلا أنها تأتي أيضا مع مكونات التسميد التي زادت الإنتاجية. ومع ذلك ، فإن النتيجة رائعة.

وتوفر النتائج أيضا التوجيه لتشغيل شبكة المياه، وقرارات الاستثمار، والاستخدام الأمثل للمياه لتحقيق الأهداف الوطنية.

فيما يتعلق بتشغيل نظام المياه: هناك نقاش طويل الأمد حول أن رسوم مياه الري لا تغطي تقريبا تكلفة التشغيل ناهيك عن التكلفة الرأسمالية. لم يكن هذا مفاجئا حيث لم يتم تعديل رسوم المياه لأكثر من 20 عاما وهي تبلغ 0,0098 دينار / م 3. ونتيجة لذلك، فإن تكلفة المياه في الإنتاج الزراعي الإجمالي منخفضة للغاية: حوالي 1٪ وفقا لدراسة تقييم المياه هذه. الاستثناء هو عندما يطور المزارعون مصدرهم التكميلي الخاص لإمدادات المياه في الأردن لضخ المياه الجوفية قليلة الملوحة ومعالجتها بوحدات التناضح العكسي بتكلفة عالية. كما هو غير شائع. هذا الأخير يظهر استعداد المزارعين لإنفاق الأموال على المياه لزراعتهم. حسبت دراسة تقييم المياه أنه إذا تم رفع أسعار المياه إلى 0.048 دينار / م 3 و 0.093 دينار / م 3 ، فإنها ستغطي على جميع تكاليف التشغيل بالإضافة إلى تكاليف التمويل. وسيكون تأثير هذا الارتفاع في الأسعار على ربحية المزارعين هامشيا للغاية كما سينقل فكرة قيمة ندرة المياه. ويبدو أن العقبة تكمن أكثر في الثبات على إجراء التعديل، ويفضل أن يقترن ذلك بمنح سلطة وادي الأردن استقلالية لتحصيل كل إيرادات خاصة بها والاحتفاظ بها.

ويمكن أيضا استخدام هذا العمل لاختبار الجدوى المسبقة للاستثمارات المتعلقة بالمياه. هناك العديد من التطبيقات. يمكن استخدام تحليل تقييم المياه لإبلاغ قيمة الاستثمار في تدابير كفاءة استخدام المياه. وتبلغ قيمة المياه في أنظمة التنقيط 0.55 دينار/م3 أعلى منها في الأحواض الصغيرة و0.49 د.م3 للري بالأخاديد: وهذا يحدد أساس الاستثمار في الري بالتنقيط. كما تفيد دراسة تقييم المياه بالاستثمار المحتمل في تغيير نمط المحاصيل. يحتوي العنب والتمر والخضروات على قيم مائية أعلى من الحمضيات والموز. ويرجع ذلك جزئيا إلى تأثير تقلب أسعار السوق، ولكنه يشير جزئيا إلى اختلاف طويل الأجل في الربحية وقيم المياه. وهناك مجال استثماري ثالث مستنير بدراسة تقييم المياه يتعلق بتحسين احتجاز المياه وتخزينها، مثل الاحتفاظ بالجريان السطحي الذي لا يزال غير مستخدم. هنا قد يكون متوسط قيمة المياه البالغ 1.36 دينار أردني / م 3 بمثابة دليل ، أو القيم الإقليمية لأجزاء مختلفة من وادي الأردن. والمجال الرابع المثير للقلق هو تطوير موارد جديدة للمياه الجوفية. وغالبا ما يتم ذلك من قبل مستثمرين من القطاع الخاص، والسؤال المطروح هو ما إذا كان ينبغي فرض سعر لاستخدام المورد المشترك النادر. في هذه الحالة ، قد تكون القيمة الصافية للمياه البالغة 2.41 دينار / م 3 كما تم حسابها لوادي عربة بمثابة إرشاد. لكن السؤال الأكبر هو ما إذا كان من المنطقي استخدام المياه الجوفية للزراعة الآن ، في حين أنه قد يكون لها قيمة أكبر لأغراض أخرى ، الآن أو في المستقبل.

تقوم دراسة تقييم المياه أيضا بتكبير الاستخدام المحتمل لمياه الصرف الصحي المعالجة مع الاستثمار في معالجة عالية المستوى ، يمكن إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة من المدن في شمال البلاد من حيث المبدأ، حيث لم يتم استخدامها بعد. ومع ذلك ، فإن المحصول الرئيسي الحالي (الحمضيات) حساس للملوحة العالية لمياه الصرف الصحي المعالجة. تقيم الدراسة الخسارة في صافي قيمة المياه في ظل العديد من سيناريوهات المزج. بالنسبة للحمضيات ، يمكن أن تكون هذه الخسارة 10٪ في ظل سيناريو المزج بنسبة 25٪ ، وهو السيناريو الأكثر احتمالا. المحاصيل الأخرى أقل حساسية: في بعض الأحيان ، ستزداد قيمة المياه الصافية بشكل معتدل ، بسبب عناصر التسميد في مياه الصرف الصحي المعالجة.

وأخيرا، يمكن استخدام تقييم المياه للاسترشاد به في تحقيق أهداف السياسة الوطنية. نظرا لأن المياه هي أحد الأصول الحاسمة والمقيدة في ظل ندرة المياه ، فمن المستحسن فتح المناقشات حول كيفية مساهمة استخدام المياه في الأهداف الوطنية المختلفة. يمكن تحديد قيم المياه مقابل ميزان المدفوعات - تصدير المحاصيل ذات القيمة المائية الصافية العالية واستيراد المحاصيل ذات القيمة الأقل. وبهذه الطريقة يمكن استخدام المياه داخل الزراعة للمحاصيل ذات القيمة الصافية الأعلى للمياه. ويمكن أن تسهم الدراسة أيضا في النقاش حول الأمن الغذائي الوطني. تركز هذه المناقشة على ما إذا كان الأردن قادرا على إنتاج سلعه الزراعية الأساسية غير الحبوب، وبعض المحاصيل الأساسية المحتملة مثل الخضروات لها قيم مائية عالية وأن إمداداتها يتم الاعتناء بها من قبل السوق ولا يلزم اتخاذ تدابير خاصة. وبالنسبة للمحاصيل الأخرى التي يحتمل أن تكون أساسية مثل العلف، قد لا يكون هناك حافز لقيمة المياه، وقد تكون هناك حاجة إلى سياسات تكميلية لضمان الإمداد في ظل الأزمات.

وفيما يتعلق بالعمالة، تشير الدراسات الاستقصائية للأعمال التجارية التي استخدمت إلى عنصر العمل في مختلف نظم المحاصيل، ويمكن استخدام ذلك لتوجيه استراتيجيات العمالة الوطنية. كما تثري دراسة تقييم المياه النقاش حول الأمن المائي الوطني، على سبيل المثال حول ما إذا كان ينبغي استخدام أو بقية موارد المياه الجوفية.

وبالمثل ، فإن دراسة تقييم المياه التفصيلية لحساب أعمال المحاصيل تعطي أيضا مؤشرا على الأموال التي تنفق على الكيماويات الزراعية في أنظمة المحاصيل المختلفة ، والتي قد تكون مدخلا في السياسات نحو الزراعة المستدامة والمتجددة.

النقاش الأكبر هو كيفية تناول موضوع المياه في الاقتصاد الوطني. تمكن قيم المياه الناتجة عن هذه الدراسة من مقارنة استخدام المياه في الزراعة مقابل استخدامها في قطاعات الاقتصاد الأخرى. أعلى قيمة إجمالية للمياه لأي محصول في أي مساحة لا تتجاوز 3.00 دينار/م3 هذه القيمة منخفضة مقارنة بقيم المياه للاستخدام المنزلي (35.00 دينار/م3 أو للاستخدام الصناعي (210.00 دينار/م3. من وجهة النظر هذه ، فإن تحول المياه إلى قطاعات أخرى أمر منطقي. ومن الآثار المترتبة على ذلك أنه ليس من الحكمة الآن استخدام احتياطيات المياه الجوفية غير المتجددة للزراعة، والتخلي عن استخدامها الحالي أو المستقبلي في قطاعات أخرى من الاقتصاد.

- بشكل عام ، هناك بيانات موثوقة حول مصادر المياه المختلفة والآبار المرخصة. تعاني هذه البيانات من أوجه قصور مختلفة بما في ذلك:
  - برامج التجميع ليست كافية نظرا للتباين الكبير في مكّونات دورة المياه المختلفة.
  - لا توجد برامج مراقبة متكاملة في مستجمعات المياه.
  - عدم اليقين الشديد في بيانات الموارد المائية الناتجة عن مصادر مختلفة بما في ذلك السحب المفرط غير القانوني من الآبار وكذلك الضخ من الآبار غير المرخصة في المنطقة ، ومعدلات الضخ غير المعروفة من الآبار التي تسيطر عليها إسرائيل ، وتخريب عدادات المياه من قبل المزارعين لضخ أكثر من حصة البئر وعدم سيطرة سلطة المياه الفلسطينية على السحب غير القانوني من طبقات المياه الجوفية.
- تم إعداد لائحة لتخصيص المياه في عام 2016 وتم أيضا إعداد لائحة لتعرفة المياه الزراعية ولم يتم إصدار كلاهما بعد. بالإضافة إلى ذلك ، لا توجد توجيهات في السياسات واللوائح والقوانين المتعلقة بتخصيص المياه بين القطاعات المختلفة. في الوقت نفسه ، تم إصدار لائحة رسوم الاستخراج ، والعمل جار لتعديل قضايا الرسوم.
- ومن التحديات الرئيسية في تخصيص المياه مسألة الملكية. وفقا لقانون المياه لعام 2014 ، تعتبر المياه سلعة وطنية. وهذا يتناقض مع حقوق المياه التاريخية في مستجمعات المياه. كان استخدام المياه التاريخي في المنطقة للأغراض الزراعية حصرا. لا يوجد تخصيص تاريخي للمياه يتجاوز ما هو مخصص للمزارعين.
- يتم تنظيم وتسجيل حقوق استخدام المياه للمستخدمين الزراعيين. ومع ذلك ، فإن ما إذا كان هذا هو الاستخدام الأمثل أمر قابل للنقاش ، حيث قد يكون لمالك الأرض حقوق مائية ولكن قد لا يزرع الأرض ويبيع حصته من المياه بدلا من ذلك. تسمح حقوق المياه المسجلة (المحرمات) للمالكين ببيع الأرض مع الاحتفاظ بحقوق المياه أو بيع حقوق المياه مع الاحتفاظ بالأرض. تم تسجيل بعض الأراضي على أنها بعلية (على الرغم من أنها مروية) لتجنب دفع الضرائب.
- على الرغم من وجود العديد من المؤسسات الحكومية وغير الحكومية النشطة في قطاعي المياه والزراعة ، لا توجد لجنة أو هيئة وطنية تعالج على وجه التحديد قضايا تخصيص المياه في الزراعة.
- وفي الوقت الحالي، لا توجد جهة رسمية في المنطقة تساعد في تخصيص المياه، أو تقديم التوجيه، أو الإشراف على العمليات، أو التنسيق بين المزارعين وأصحاب الآبار.
- غالبا ما يفتقر المزارعون وأصحاب الآبار إلى الوعي بعواقب الاستخراج المفرط للمياه على نضوب الموارد. وهذا يؤكد الحاجة إلى لوائح تنظيمية وزيادة الوعي وإطار جيد التنظيم.
- أنظمة الري مجزأة ومعقدة ومتدهورة وتدار بشكل سيئ من قبل أصحاب الآبار والمزارعين بطريقة غير منسقة. وبالإضافة إلى ذلك، يشكل رصد أنماط المحاصيل والتحكم فيها تحديات، لا سيما في المنطقة (ج)، حيث تجري معظم الأنشطة الزراعية المروية.
- وفقا لقانون المياه لعام 2014، فإن سلطة المياه الفلسطينية مسؤولة قانونا عن جميع الموارد المائية في فلسطين. ومع ذلك ، يتم توفير المياه لمختلف مستخدمي المياه من خلال مقدمي خدمات المياه. تختلف أساليب الإدارة التي يتكيف معها مقدمو الخدمات وفقا للإطار القانوني لمقدم الخدمة. ولا ينسق مقدمو الخدمات هؤلاء عملهم ويركزون في الغالب على قطاع المياه المنزلي. توجد ممارسات تخصيص المياه في القطاع المنزلي عندما توجد موارد مشتركة بين مختلف مقدمي الخدمات. تقود سلطة المياه الفلسطينية ترتيبات التحصيص هذه.
- يقع تحصيص المياه للري ضمن اختصاص وزارة الزراعة. تحصيص المياه غامض عبر مختلف السياسات والخطط والقوانين. وفي حين أن وزارة الزراعة مسؤولة عن التحصيص والحصص، فإن هذه المسؤولية لا تنفذ بفعالية في الممارسة العملية. في عام 2018 ، لائحة لإنشاء جمعية مستخدمي المياه للري. تأسست أول جمعية في عام 2019 في وادي شعير (جمعية وادي شعير لمستخدمي مياه الري). باستثناء إصدار هذه اللائحة ، لا تزال السياسات والاستراتيجيات واللوائح المتعلقة بتحصيص المياه للري مفقودة. ولإعداد الخلفية لمبادئ تحصيص المياه، أنشئ فريق وطني.
- تولى الفريق الوطني المنشأ بقيادة وزارة الزراعة وسلطة المياه الفلسطينية مسؤولية تنفيذ تحصيص المياه. وكخطوة أولية، اختار الفريق الوطني وادي الفارعة كمنطقة دراسة تجريبية.
- يواجه إنشاء جمعيات مستخدمي المياه لمياه الري العديد من التحديات المتعلقة بالتكامل في التشغيل بما في ذلك:
  - عدم التنسيق السليم بين قطاع الري والقطاعات الأخرى.
  - ويحتاج نظام الحصص الزراعية إلى مزيد من التوجيهات.
  - تتطلب الخصائص المحددة للمناطق المختلفة اعتبارات خاصة لدعم أنماط المحاصيل والإنتاجية وخصائص المناطق المختلفة.

- يفتقر القطاع الزراعي إلى تنسيق جيد التنظيم بين مشغلي شبكات المياه ومستخدمي المياه. شبكات المياه الزراعية مملوكة ومدارة بشكل عام من قبل مالكي الآبار في غياب أي جمعيات للتنسيق بين مختلف أصحاب المصلحة. لا يعتبر تحصيص تحصيص المياه جزءا من جدول أعمال مختلف المزارعين وأصحاب الآبار مما يخلق تحديات مختلفة بما في ذلك ارتفاع خسائر المياه ، وعدم كفاية أنشطة الصيانة لشبكات المياه ، وسوء التنظيم من بين مشاكل أخرى.
- بسبب عدم وجود منظمات مناسبة لمختلف أصحاب المصلحة داخل الحوض ، تنشأ تحديات مختلفة. مثال على ذلك هو مياه الصرف الصحي غير المعالجة التي تتدفق عبر الوادي من منطقة نابلس. وقد أثرت مياه الصرف الصحي غير المعالجة هذه على جودة وتوافر المياه المخصصة للزراعة في الحوض. وقد تسبب تلوث المياه الزراعية بمياه الصرف الصحي غير المعالجة من نابلس في مشاكل كبيرة للمزارعين.

يجب أن تلتزم المبادئ التوجيهية بالمعايير القانونية الرسمية والموضوعية، بما في ذلك صياغتها في أحكام قانونية ملزمة باتباع إجراءات صياغة تشريعية سليمة. بعد ذلك ، يجب أن تصدر عن الهيئة المخولة دستوريا. وإذا صدر كقانون، فينبغي سنه من قبل المجلس التشريعي أو من قبل رئيس الجمهورية كمرسوم بقانون وفقا للمادة 43 من القانون الأساسي المعدل. إذا صدر كلائحة أو أمر تنفيذي ، فيجب أن يصدر عن مجلس الوزراء ، بشرط وجود تفويض تشريعي أو إحالة في قانون المياه أو قانون الزراعة. إذا صدرت كتعليمات فينبغي أن تصدر عن رئيس سلطة المياه بالتنسيق مع وزير الزراعة، نظرا لوجود إحالة تشريعية أو تفويض يمنح هذه الصلاحية. وعلاوة على ذلك، يجب نشره في الجريدة الرسمية بمجرد إصداره كشرط دستوري أساسي لقابليته للتنفيذ.

يمثل الاحتلال الإسرائيلي واعتداءاته المستمرة على الموارد المائية الفلسطينية، بما في ذلك سرقة المياه الفلسطينية ومنع الفلسطينيين من الحصول على حقوقهم المائية، التحدي الأكبر أمام تطبيق مفهوم تخصيص المياه. واليوم، لا يستطيع المزارعون الفلسطينيون، وخاصة في غور الأردن، حفر الآبار واستخراج المياه الجوفية بسبب القيود التي يفرضها الاحتلال وإغلاقه لهذه الآبار في حال إنشائها. بالإضافة إلى ذلك، فإن السيطرة الأمنية التي يفرضها الاحتلال على الأراضي الفلسطينية تعيق إنشاء البنية التحتية للمياه المتعلقة بتخصيص المياه.

وفيما يتعلق بتوافق التشريعات الفلسطينية القائمة مع المبادئ التوجيهية، يلاحظ أن الإطار التشريعي الفلسطيني يتماشى عموما مع مبادئ تحصيص المياه. وتنعكس معظم هذه المبادئ بشكل مباشر أو غير مباشر في الأحكام القانونية المذكورة. ومع ذلك، فإن الطبيعة العامة لهذه النصوص التشريعية تتطلب أدوات قانونية وتنفيذية لتفصيل وتفسير تطبيق هذه الأحكام العامة في الممارسة العملية. وهذا يتطلب من الجهات ذات العلاقة، وخاصة سلطة المياه ووزارة الزراعة، اقتراح وإصدار العديد من الأنظمة والتعليمات وتوقيع مذكرات تفاهم مختلفة مع جميع أصحاب المصلحة على النحو التالي:

الأولويات قصيرة المدى:

- تحسين دقة البيانات من خلال تطوير برامج المراقبة الدورية والتلقائية للآبار التشغيلية وبرامج المعايرة لعدادات المياه.
- تنفيذ برامج بناء القدرات التي تركز على تحصيص المياه الزراعية، وأنماط المحاصيل، وربطها بكميات المياه المتاحة واستهلاك مياه المحاصيل.
- معالجة ووضع اللمسات الأخيرة على اللوائح القانونية المعلقة من خلال إصدار لوائح لم يتم حلها وتطوير نظام فلسطيني شامل لمعالجة انتهاكات الموارد المائية. يجب أن يفرض هذا النظام عقوبات أكثر صرامة وإنفاذا صارما يتجاوز مجرد الغرامات.
- وضع معايير ومبادئ توجيهية لتنظيم الحقوق المائية وملكية الموارد المائية.
- وضع وتنفيذ القوانين واللوائح واللوائح لتحديد حقوق المياه بوضوح، بما في ذلك الحق في استخدام الموارد المائية واستبعادها وحكمها واتباعها ونقل الموارد المائية.
- إنشاء جمعيات لمستخدمي المياه الزراعية لإدارة مخصصات المياه والتنسيق بين المزارعين وأصحاب الآبار والهيئات الرسمية والمشاريع الممولة من الجهات المانحة. وستتعامل هذه الجمعيات أيضا مع تخصيص المياه للمستثمرين من القطاع الخاص والتجاري، بما في ذلك إدارة عمليات التخصيص، وإشراك أصحاب المصلحة المحليين، والاعتراف بالاستخدام السابق للأراضي والمياه، وتقييم التوازن العام للمياه.
- تشكيل لجان وزارية داخل الوزارات المعنية لإصدار المبادئ التوجيهية والتوجيهات لتحصيص المياه والإشراف على تشكيل وتشغيل جمعيات مستخدمي مياه الري.
- إنشاء لجنة قانونية وفنية مع المؤسسات الحكومية وغير الحكومية لتنسيق تخصيص المياه للري.

الأولويات طويلة الأجل

- مواصلة التحديث الدوري للموارد المائية المتاحة في المنطقة مع اتخاذ تدابير صارمة لمراقبة المياه التي يتم ضخها من آبار المياه الجوفية غير القانونية والتحكم في تباعد المياه الزراعية لاستخدامات أخرى لتمكين جمعية مستخدمي المياه في القطاع الزراعي من تخطيط وتحديد الموارد المائية المحتملة المتاحة.
- تعزيز الشراكات مع الجامعات والمعاهد الأكاديميةُ / البحثية في المجالات البحثية لتحصيص المياه الزراعية وأنماط المحاصيل والزراعة الذكية مناخيا وغيرها من القضايا ذات الصلة.
- تعتبر المنظمات غير الحكومية لاعبا رئيسيا في القطاع الزراعي في فلسطين لأنها تشارك في تنفيذ المشاريع الزراعية. لذلك، يجب على الفريق الوطني الوصول إلى المنظمات غير الحكومية القائمة وبناء الجسور معها من خلال إشراكها في جهود التخطيط وصنع القرار والتنفيذ.
- وضع سياسات ولوائح لتنظيم التفاعلات بين القطاع العام والقطاع الخاص والمزارعين فيما يتعلق باستخدام المياه الزراعية لتحسين إدارة العلاقة بين القطاع الخاص والقطاع الزراعي (الشراكة بين القطاعين العام والخاص).
- تحديث الشبكات الكهربائية في المنطقة للتعامل مع زيادة الكهرباء من الطاقة الشمسية من خلال إطلاق مشاريع دعم لاستثمارات الطاقة الشمسية لتقليل تكاليف الاستخراج، وبالتالي سعر المتر المكعب من المياه.
- استنادا إلى القوانين واللوائح واللوائح المعمول بها ، يجب تخصيص المبادئ التوجيهية لكل مستجمعات المياه ، مع مراعاة الظروف الخاصة بالموقع ، لتعزيز وتحسين تحصيص المياه للزراعة.
- مأسسة الفريق الوطني لتوسيع مسؤولياته للإشراف على ترخيص جمعيات المياه لمستخدمي الري بالمياه، بالإضافة إلى بناء قدرات موظفي مديريات وزارة الزراعة للعمل مباشرة مع الفريق الوطني للإشراف والمتابعة والدعم لجمعية المياه القائمة لمستخدمي الري لضمان استدامتها المالية وعملياتها الفعالة.
- إنشاء مركز محاسبة المياه للمياه المستخدمة في القطاع الزراعي.
- إنشاء منصة لتبادل المعرفة بين مختلف أصحاب المصلحة لتعزيز ممارسات تحصيص المياه.

توصيات محددة للمنطقة التجريبية

بالإضافة إلى الأولويات القصيرة والطويلة الأجل المذكورة أعلاه واستنادا إلى الظروف المحددة للمنطقة التجريبية ، فيما يلي توصيات محددة رئيسية يمكن تنفيذها لمستجمعات بلاّن:

- تحديد الموارد المائية المحتملة وعقد اتفاقيات مع الأطراف المختلفة لتأمين هذه الموارد. ويشمل ذلك المياه المحصودة من السد ومياه الصرف الصحي المعالجة المتاحة من شرق نابلس. يجب أن تدار هذه الموارد بالكامل من قبل الجمعية بمجرد إنشائها.

- يجب أن يدعم الفريق الوطني إعداد خطة عمل لضمان الاستدامة المالية. الاستدامة المالية هي المفتاح لنجاح جمعية مستخدمي المياه. لذلك وبشكل رئيسي في بداية التأسيس ، ستحتاج جمعية مستخدمي المياه إلى دعم مالي. وينبغي أن يتضاءل هذا الدعم المالي مع مرور الوقت.

- تشكيل جمعية مستخدمي المياه ووضع كافة الترتيبات المؤسسية والمالية اللازمة لإدارة مخصصات المياه والتنسيق بين المزارعين وأصحاب الآبار والهيئات الرسمية والمشاريع الممولة من الجهات المانحة. وتجدر الإشارة هنا أيضا إلى ضرورة وضع التشريعات المناسبة لإبقاء الغرفة مفتوحة إذا رغبت جمعيتان أو أكثر من جمعيات مستخدمي المياه في الاندماج في جمعية واحدة.

- يجب تنسيق المشاريع المنفذة في منطقة الدراسة ، وخاصة تلك التي تنفذها المنظمات غير الحكومية من خلال جمعية المياه.

- نظرا للحقوق التاريخية للآبار الحالية ، قد لا يرى أصحاب الآبار فوائد الانضمام إلى جمعية مستخدمي المياه. ولكي يتم إشراك أصحاب الآبار وتشجيعهم على المشاركة في جمعية مستخدمي المياه، ينبغي تقديم حوافز لأصحاب الآبار. ويمكن أن يشمل ذلك توريد أنظمة الطاقة الشمسية وإعادة تأهيل الآبار.

مرفق 8

معجم مصطلحات إنجليزي-عربي حول المصطلحات المتعلقة بالبيانات المستخدمة في مجالات

المياه، والزراعة، وتطبيقات المعلومات الجغرافية المكانية

الاجتماع السادس
للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة
جامعة الدول العربية
16 أكتوبر 2024

منظمة الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

English-to-Arabic "practitioner glossary" on data-related terminologies in the fields of water, agriculture, and geospatial information

معجم مصطلحات إنجليزي – عربي حول المصطلحات المتعلقة بالبيانات المستخدمة في مجالات المياه، والزراعة، وتطبيقات المعلومات الجغرافية المكانية

مقدمة:

إدراكاً لما يشهده العالم اليوم من تطورٍ علمي سريع، يؤدي إلى تراكمٍ معرفي هائل يولّد الكثير من المصطلحات التي لا بد من متابعتها، ونقلها إلى اللغة العربية، بهدف توحيد استخداماتها لتجاوز المشاكل الناجمة عن التعارض في مفهومها التي تواجه جل الباحثين العرب.

وبالإشارة إلى ما ورد في البند الرابع من توصيات الاجتماع الخامس للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة (HLJTC) التابعة لجامعة الدول العربية، الذي عقد في الأول من شهر تشرين الثاني/ نوفمبر 2023، الذي يشير إلى ضرورة معالجة فجوات البيانات في قطاعي المياه والزراعة، من خلال الاستفادة من المعلومات الجغرافية المكانية، من الاستشعار عن بعد، والبيانات الجغرافية، أبدت بعض الدول الأعضاء الرغبة في إعداد كتيب عن المصطلحات المتعلقة بالبيانات في مجال المياه والزراعة، بالإضافة إلى تطبيقات المعلومات الجغرافية المكانية.

واستجابةً لهذه التوصية، ودعماً لمجهودات اللجنة العليا المشتركة، والأمانة الفنية المشتركة بجامعة الدول العربية، لعب المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة (أكساد)، دوراً محورياً، بالتعاون مع منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو)، في إعداد "**معجم مصطلحات حول البيانات المستخدمة في مجالات المياه، والزراعة، وتطبيقات المعلومات الجغرافية المكانية**"، بهدف:

- المساعدة في وجود مصطلحات عربية موحدة، يمكن استخدامها على المستويين الوطني والإقليمي.
- تشجيع استخدام المصطلحات القياسية لضمان الدقة، وزيادة كفاءة الإدارة والتواصل.
- تحديد واختيار أفضل المصطلحات، وأكثرها استخداماً.
- تلبية احتياجات العلاقات الإقليمية والدولية.
- تسهيل إعداد التقارير، وإدارة الأنشطة ذات الصلة.

لقد استلزم إعداد هذا المعجم القيام بالآتي:

- مراجعة العديد من القواميس المنشورة من قبل جهاتٍ إقليميةٍ ودوليةٍ.
- تحليل ما جاء في هذه القواميس من مصطلحاتٍ علميةٍ وفنية.
- اختيار المصطلحات التي ينبغي ضمها إلى المعجم.
- تنظيم المصطلحات المختارة في اثني عشرة موضوعاً، هي:

1. تطبيقات بيانات التبخر والنتح المسجلة بالاعتماد على تقانات الاستشعار عن بُعد من أجل إدارة الموارد الزراعية والمائية.
2. توقعات تغير المُناخ لتطبيقات التخفيف، والتكيف، وإدارة المخاطر.
3. رسم خرائط المحاصيل باستخدام الرادار (SAR)، والاستشعار عن بُعد البصري.
4. الطائرات بدون طيار للزراعة الدقيقة: تطبيقات الاستشعار عن بُعد.
5. مراقبة الجفاف، والتنبؤ به، وتوقعاته باستخدام بيانات نظام الأرض التابع لناسا.
6. مراقبة وإدارة الفيضانات ونمذجتها، باستخدام الاستشعار عن بُعد.
7. مراقبة المياه الجوفية باستخدام الاستشعار عن بُعد.
8. مراقبة تدهور الأراضي باستخدام الاستشعار عن بُعد.
9. قياس ومراقبة الهطول باستخدام الاستشعار عن بُعد.
10. الاستشعار عن بُعد لمراقبة صحة المحاصيل.
11. مراقبة وتوقع إنتاجية المحاصيل باستخدام الاستشعار عن بُعد.
12. مراقبة وقياس رطوبة التربة باستخدام الاستشعار عن بُعد.

ضم المعجم (453) مصطلحاً، وروعي في ترتيبه أن يضم أولاً المصطلح باللغة الإنكليزية، ثم ترجمته إلى اللغة العربية، بعد ذلك أُورد تعريف المصطلح باللغة الإنكليزية تلاه التعريف باللغة العربية.

Table of contents

Applications of Remote Sensing-Based Evapotranspiration Data Products for Agricultural and Water Resources Management 6

(تطبيقات بيانات التبخر والنتح المستندة إلى الاستشعار عن بعد في إدارة الموارد الزراعية والمائية)..... 6

Climate Change Projections for Mitigation, Adaptation, and Risk Management Applications 19

(توقعات تغير المُناخ لتطبيقات التخفيف، والتكيف، وإدارة المخاطر)..... 19

Crop Mapping using Synthetic Aperture Radar (SAR) and Optical Remote Sensing 23

(رسم خرائط المحاصيل باستخدام الرادار (SAR)، والاستشعار عن بُعد البصري)..... 23

Drones for Precision Agriculture: Remote Sensing Applications 33

(الطائرات بدون طيار للزراعة الدقيقة: تطبيقات الاستشعار عن بُعد)..... 33

Drought Monitoring, Prediction, and Projection using Nasa earth system data 52

(مراقبة الجفاف، والتنبؤ به، وتوقعاته باستخدام بيانات نظام الأرض التابع لناسا)..... 52

Flood monitoring, management, & modeling using remote sensing 57

(مراقبة وادارة الفيضانات ونمذجتها باستخدام الاستشعار عن بُعد)..... 57

Groundwater monitoring using Remote Sensing 64

(مراقبة المياه الجوفية باستخدام الاستشعار عن بُعد)..... 64

Monitoring Land Degradation using Remote Sensing 68

(مراقبة تدهور الأراضي باستخدام الاستشعار عن بُعد)..... 68

Precipitation Measurement and Monitoring using Remote Sensing 70

(قياس ومراقبة الهطول باستخدام الاستشعار عن بُعد)..... 70

Remote sensing for Crop Health Monitoring 76

(الاستشعار عن بُعد لمراقبة صحة المحاصيل)..... 76

Remote Sensing based Crop Yield Monitoring and Forecasting 92

(مراقبة وتوقع إنتاجية المحاصيل باستخدام الاستشعار عن بُعد)..... 92

Soil Moisture Monitoring and Measurement using Remote Sensing 100

(مراقبة وقياس رطوبة التربة باستخدام الاستشعار عن بُعد)..... 100

Applications of Remote Sensing-Based Evapotranspiration Data Products for Agricultural and Water Resources Management [1]

(تطبيقات بيانات التبخر والنتح المستندة إلى الاستشعار عن بعد في إدارة الموارد الزراعية والمائية).

The applications of remote sensing-based evapotranspiration data products for agricultural and water resources management involve using satellite-derived data to monitor and evaluate evapotranspiration rates, optimize irrigation practices, and manage water resources more effectively.

(تتضمن منتجات بيانات التبخر والنتح المستندة إلى الاستشعار عن بُعد في إدارة الموارد الزراعية والمائية استخدام البيانات المستمدة من الأقمار الاصطناعية لرصد وتقييم معدلات التبخر والنتح، بهدف تحسين ممارسات الري، وإدارة الموارد المائية بشكلٍ أكثر فعالية).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Accuracy Assessment	تقييم الدقة	The process of measuring and determining the accuracy and reliability of data or models used in analysis or prediction, often by comparing results with known reference data.	قياس وتحديد مدى صحة وموثوقية البيانات أو النماذج المستخدمة في التحليل أو التنبؤ، وغالباً ما يتم ذلك من خلال مقارنة النتائج مع بيانات مرجعية معروفة.
Actual Evapotranspiration (ETa)	التبخر - النتح الفعلي (ETa)	The amount of water that is actually evaporated and transpired from the Earth's surface, which is the sum of evaporation from the soil surface and transpiration from plants.	كمية المياه الفعلية الناتجة عن التبخر والنتح من سطح الأرض، وهي تساوي مجموع التبخر من سطح التربة، والنتح من سطوح أوراق النباتات.
Aerodynamic Resistance	المقاومة الديناميكية الهوائية	The resistance encountered by air movement over a particular surface, affecting the process of evaporation and transpiration.	المقاومة التي يتعرض لها الهواء أثناء حركته فوق سطح ما، وهي مقاومة تؤثر في عملية التبخر والنتح.
Agricultural Water Consumption	استهلاك المياه في الزراعة	Consumption is the amount of water used in agricultural activities for irrigating crops and maintaining soil.	كميات المياه المستهلكة في الأنشطة الزراعية من أجل ري المحاصيل، والمحافظة على التربة.

[1] NASA Applied Sciences, "ARSET - Applications of Remote Sensing-Based Evapotranspiration Data Products for Agricultural and Water Resource Management," NASA, n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-applications-remote-sensing-based-evapotranspiration-data.

Albedo	معامل الانعكاس	The ratio of reflected solar radiation from a surface to the incident solar radiation.	نسبة الإشعاع الشمسي المنعكس من سطح ما إلى الإشعاع الشمسي الساقط عليه.
Algorithm Complexity	تعقيد الخوارزمية	The difficulty of executing a particular algorithm, usually measured in terms of the number of operations it requires.	صعوبة تنفيذ خوارزمية ما. وعادةً ما يتم قياسها تبعاً لعدد العمليات التي تتطلبها.
AppEEARS	تطبيق لاستخراج واستكشاف العينات الجاهزة للتحليل	On online system that provides tools for viewing and analyzing environmental data collected by satellites, such as remote sensing data related to vegetation and climate changes.	نظام على شبكة الإنترنت يوفر أدواتٍ لعرض وتحليل بيانات بيئية تم جمعها بوساطة أقمار اصطناعية، مثل بيانات الاستشعار عن بعد المتعلقة بالغطاء النباتي، وتغير المُناخ.
Assessing Drought Conditions	تقييم ظروف الجفاف	The process of analyzing and evaluating the severity and extent of drought in a specific area to determine its impacts on the environment and resources.	تحليل وتقييم شدة الجفاف، ومساحات انتشاره في منطقة محددة، بغرض تحديد آثاره على بيئة المنطقة، والموارد المتوافرة فيها.
Atmospheric Effects	التأثيرات الجوية	The effects caused by the atmosphere on solar radiation, such as absorption and scattering.	تأثيرات الغلاف الجوي في الإشعاع الشمسي، مثل الامتصاص والتشتت.
Climate-soil-vegetation Interactions	التفاعلات بين المُناخ والتربة والنبات	The reciprocal relationships between climate, soil, and vegetation, where each element influences the others, contributing to environmental patterns, plant distribution, and soil health.	العلاقات المتبادلة بين المُناخ والتربة والنباتات، فكل عنصر منها يؤثر في العنصرين الآخرين، ومن خلال طبيعة التأثيرات المتبادلة يمكن تحديد الأنماط البيئية، وتوزع النباتات، وسلامة التربة.
Continental ET Monitoring	مراقبة التبخر- النتح على المستوى القاري	The process of tracking and measuring evapotranspiration rates at a continental scale to assess water distribution and environmental activities across large areas.	تتبع وقياس معدلات التبخر - النتح على نطاقٍ قاري، بهدف تقييم توزع المياه، والنشاطات البيئية ضمن مناطق بمساحاتٍ كبيرة.

Crop Monitoring	مراقبة المحاصيل	The process of tracking the health and growth of agricultural crops using various techniques such as remote sensing and field analysis, aimed at improving productivity .and resource management	متابعة سلامة ونمو المحاصيل الزراعية، باستخدام تقنيات مختلفة، مثل الاستشعار عن بعد، والتحليل الحقلي، من أجل تحسين إدارة الموارد، وزيادة إنتاجيتها.
Crop Water Stress Index (CWSI)	دليل الإجهاد المائي للمحاصيل (CWSI)	A metric used to assess the level of water stress in crops by comparing the actual plant canopy temperature to a reference temperature, helping to determine irrigation needs and manage water resources efficiently.	مقياس يُستخدم لتقييم مستوى الإجهاد المائي الذي تتعرض له المحاصيل الزراعية، وذلك بمقارنة درجة حرارة الغطاء النباتي الفعلية مع درجة حرارة مرجعية، مما يساعد في تحديد احتياجات الري، وتحسين كفاءة إدارة الموارد المائية المتاحة.
Crop Water Use	الاستهلاك المائي للمحاصيل	The amount of water that is evaporated and transpired by crops	كمية المياه التي تستهلكها المحاصيل بعمليتي التبخر و النتح.
Drought Indexing (ALEXI)	نموذج تقييم الجفاف (ALEXI)	A model that estimates evapotranspiration and assesses drought conditions by analyzing land surface temperature and vegetation data using satellite observations	نموذج لتقدير معدلات التبخر – النتح، وتقييم ظروف الجفاف، من خلال تحليل البيانات التي تقدمها الأقمار الاصطناعية بشأن معدلات درجة حرارة سطح الأرض، والغطاء النباتي.
ECOSTRESS (Ecosystem Spaceborne Thermal Radiometer Experiment on Space Station)	تجربة مقياس الإشعاع الحراري الفضائي للنظم البيئية على محطة الفضاء ECOSTRESS	A NASA satellite that measures Earth's surface temperatures accurately, helping to study the effects of thermal stress on plants and ecosystems.	تجربة علمية تُجرى على متن قمر اصطناعي تابع لوكالة الفضاء الأمريكية - ناسا ويتم فيها قياس درجات حرارة سطح الأرض بدقة. وهو ما يساعد في دراسة آثار الإجهاد الحراري على النباتات، والنظم البيئية القائمة.
Energy Balance	موازنة الطاقة	The balance of energy that enters and exits a particular surface, which affects the process of evaporation and transpiration.	الموازنة بين الطاقة التي تدخل إلى سطح ما، والطاقة التي تخرج منه، وتؤثر هذه الموازنة في عمليتي التبخر والنتح.
Environmental Monitoring	المراقبة البيئية	Monitoring environmental changes, such as land surface temperature, using remote sensing data.	مراقبة التغيرات البيئية، مثل درجة حرارة سطح الأرض، باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد.

Evaporation	التبخر	The process of water changing from a liquid state to a gaseous state.	عملية تحول الماء من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.
Evapotranspiration Maps	خرائط التبخر - النتح	Maps that show the distribution of evapotranspiration in a specific area.	خرائط توضح توزيع التبخر والنتح في منطقة ما.
Forest Management	إدارة الغابات	The process of planning and organizing the use of forest resources to ensure their sustainability and balance economic and environmental needs. It includes monitoring forest health, regeneration, and protection from risks, as well as improving use to achieve environmental, social, and economic benefits.	عملية تخطيط وتنظيم استخدامات موارد الغابات لضمان استدامتها، وتحقيق التوازن بين الاحتياجات الاقتصادية والمتطلبات البيئية. وتشمل هذه العملية مراقبة سلامة الغابات، والعمل تجديدها، وحمايتها من المخاطر، فضلاً عن تحسين كفاءة استخدامها لتحقيق المنافع البيئية والاجتماعية والاقتصادية منها.
Geodatabase	قاعدة بيانات جغرافية	A system for storing and managing geographic data used to organize and store information related to geographic features, such as maps and topographic data, in a structured manner that facilitates access and analysis.	نظام يوفر تنظيم وتخزين المعلومات المتعلقة بالمعالم الجغرافية، وذلك باسلوب منظم يسهل الوصول إليها وتحليلها. مثل الخرائط، والبيانات الطبوغرافية.
Green Infrastructure Management	إدارة البنية التحتية الخضراء	The planning, design, and maintenance of natural and semi-natural systems, such as parks, wetlands, and green roofs, to manage water, improve air quality, and enhance urban environments.	تخطيط وتصميم وصيانة النظم الطبيعية وشبه الطبيعية، مثل المتنزهات، والأراضي الرطبة، والمسطحات الخضراء، من أجل تطوير إدارة المياه، وتحسين جودة الهواء، وتعزيز البيئات الحضرية.
Groundwater Recharge	تغذية المياه الجوفية	The process where water from sources like rain or rivers soaks into the ground and replenishes the water stored in underground aquifers.	رشح المياه إلى باطن الأرض من مصادر مختلفة مثل الأمطار، والأنهار، بحيث يتم تغذية خزانات المياه الجوفية بكمياتٍ جديدة من المياه.

Heat Island Studies	دراسات الجزر الحرارية	Research focused on understanding and mitigating the urban heat island effect, where urban areas experience higher temperatures than surrounding rural areas due to human activities and infrastructure.	أبحاث تركز بشكل أساسي على فهم تأثير جزر الحرارة الحضرية، والتخفيف من أضرارها، فالمناطق الحضرية تشهد درجات حرارة أعلى مما هي عليه في المناطق الريفية المحيطة بها، وذلك بسبب النشاطات البشرية المتمركزة داخلها، والبنية التحتية القائمة فيها.
High-Resolution ET Data	بيانات التبخر - النتح عالية الدقة	High-resolution evapotranspiration data, which is obtained through the use of advanced remote sensing techniques.	بيانات التبخر - النتح عالية الدقة، التي يتم الحصول عليها باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد المتطورة.
Hydrological Modeling	النمذجة الهيدرولوجية	The process of using mathematical models to study the behavior of water in hydrological systems.	استخدام النماذج الرياضية لدراسة سلوك المياه في الأنظمة الهيدرولوجية .
Integration with Hydrological Models	التكامل مع النماذج الهيدرولوجية	Integrating evapotranspiration data into hydrological models, to improve the accuracy of the models.	دمج بيانات التبخر والنتح في النماذج الهيدرولوجية، لتحسين دقة النماذج.
Inverse Technique	التقنية العكسية	Set of methods used to solve problems by estimating unknown values or variables based on observed or studied information, through the reversal of mathematical processes or modeling. This set is commonly used in various fields, including physics, engineering, and environmental sciences.	مجموعة من الأساليب المستخدمة لحل مشكلة ما عن طريق تقدير القيم أو المتغيرات المتعلقة بها، وغير المعروفة بمساعدة معلومات مسجلة أو ناتجة عن دراسات (عكس العمليات الرياضية أو النمذجة). وتُستخدم هذه المجموعة بشكل شائع في مجالات متعددة منها الفيزياء والهندسة والعلوم البيئية.
Irrigation Management	إدارة الري	Managing the use of water for irrigation, including determining the amount of water needed for irrigation and the timing of irrigation.	إدارة استخدام المياه لأغراض الري، بما في ذلك تحديد كمية المياه اللازمة للري، ومواعيد الري (جدولة الري).
Land Cover	الغطاء الأرضي	Refers to the type of surface or usage of the land, such as forests,	طبيعة سطح الأرض (ترابي، صخري، ...الخ)، أو استخدامات الأرض، مثل الغابات، والمراعي،

		grasslands, water bodies, and urban areas.	والمسطحات المائية، والمناطق العمرانية.
Land Cover/Land Use Products	منتجات الغطاء الأرضي/ استخدامات الأراضي	Data products that show the types of land cover/land use in a specific area.	نتائج أو مخرجات البيانات التي توضح أنواع الغطاء الأرضي/استخدام الأراضي، في منطقة ما.
Land Surface Temperature	درجة حرارة سطح الأرض	The temperature of the Earth's surface measured from satellite or ground-based sensors, reflecting the thermal radiation emitted by the land surface.	درجة حرارة سطح الأرض المقاسة بوساطة الأقمار الاصطناعية، أو أجهزة الاستشعار الأرضية، التي تعكس الإشعاعات الحرارية المنبعثة من سطح الأرض.
Latent Heat Energy of Evaporation	طاقة التبخر الحرارية الكامنة	The amount of energy required to convert a unit mass of a liquid into vapor without changing its temperature. This energy is used to increase the movement of liquid molecules until they transition into a gaseous state.	كمية الطاقة اللازمة لتحويل واحدة الكتلة من سائل إلى بخار، دون تغيير درجة حرارته. وتُستخدم هذه الكمية من الطاقة لزيادة حركة جزيئات السائل حتى تتحول إلى الحالة الغازية.
Latent Heat Flux	تدفق الحرارة الكامنة	The amount of energy that is transferred from the Earth's surface to the atmosphere through evaporation and transpiration.	كمية الطاقة التي تنتقل من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي بالتبخر والنتح.
leaf Area Index (LAI)	دليل مساحة الورقة (LAI)	A dimensionless ratio that quantifies the total one-sided leaf area per unit ground surface area	رقم لا بعدي، يمثل النسبة بين إجمالي مساحة أوراق النبات من وجهٍ واحد، وواحدة المساحة من سطح الأرض.
Local ET Monitoring	مراقبة التبخر- النتح على المستوى المحلي	The process of tracking and measuring evapotranspiration rates in a specific, smaller area to analyze water use and assess environmental conditions	متابعة عملية التبخر - النتح في منطقة محددة صغيرة، وقياس معدلاته، من أجل تحليل استخدامات المياه ضمنها، وتقييم الظروف البيئية السائدة فيها.

Mean Bias Error (MBE)	متوسط خطأ التحيز (MBE)	Measure used to determine the average difference between expected values and actual values. It reflects the systematic deviation of a model or estimate from the true values.	مقياس يُستخدم لتحديد الفرق المتوسط بين القيم المتوقعة والقيم الفعلية. وهو يعكس مدى الانحراف النظامي/المنهجي للنموذج أو التقدير عن القيم الحقيقية.
Meteorological Data	بيانات أرصاد جوية	Information related to weather and atmospheric phenomena, such as temperature, humidity, atmospheric pressure, wind speed, and precipitation, collected and analyzed to study weather and climate.	معلومات تتعلق بأحوال الطقس والعوامل الجوية، مثل درجة الحرارة، والرطوبة، والضغط الجوي، وسرعة الرياح، وهطول الأمطار، ويتم جمعها وتحليلها لدراسة الطقس، والمُناخ.
Meteorological Data Products	منتجات البيانات المُناخية	Data products that provide information about climate, such as temperature and precipitation.	نتائج أو مخرجات البيانات التي توفر معلومات حول الظروف المُناخية، مثل درجة الحرارة، والهطولات.
Meteorological Soil	تربة متأثرة بالعوامل الجوية	Meteorological soil refers to the top layer of soil that is directly influenced by weather conditions, such as temperature, precipitation, and wind.	الطبقة السطحية من التربة التي تتأثر مباشرةً بالظروف الجوية السائدة، مثل درجة الحرارة، وهطول الأمطار، والرياح.
Model Complexity	تعقيد النموذج	The difficulty of executing a particular model, usually measured in terms of the number of parameters and operations it requires.	مدى صعوبة تنفيذ (بناء) نموذج معين، ويتم قياسه عادةً من حيث عدد المعلمات (البارامترات)، والعمليات المطلوبة.
Monitoring Aquifer	مراقبة أحواض (خزانات) المياه الجوفية	Refers to the process of tracking and assessing the levels and quality of water in groundwater layers to ensure its sustainability and effective management.	متابعة وتقييم حالة مناسيب المياه الجوفية ومستوى جودتها، من أجل إدارتها بفاعلية، لضمان استدامتها.

NASA Applied Sciences Program	برنامج وكالة الفضاء الأمريكية - ناسا للعلوم التطبيقية	Initiative focused on using the scientific research and innovations conducted by NASA to enhance understanding and practical applications in fields such as environmental science, agriculture, health, and natural hazards.	مبادرة تركز على استخدام الأبحاث العلمية والابتكارات التي تجريها وكالة الفضاء الأمريكية - ناسا لتعزيز المفاهيم والتطبيقات العملية في مجالات مختلفة، مثل العلوم البيئية، والزراعية، والصحية، والمخاطر الطبيعية.
Open ET	تطبيق مجاني يوفر بيانات حول التبخر والنتح بمساعدة الأقمار الاصطناعية	An open-source platform that provides satellite-based data on evapotranspiration (ET) across large areas. It uses multiple models and satellite data to estimate water use in agriculture, water resource management, and environmental monitoring.	منصة متاحة مجاناً على شبكة الانترنيت، توفر بيانات حول التبخر والنتح في مناطق واسعة من سطح الكرة الأرضية، وذلك باستخدام نماذج متعددة تعتمد على بياناتٍ من الأقمار الاصطناعية، من أجل تقدير استخدام المياه في الزراعة، والمساعدة في إدارة الموارد المائية، والمراقبة البيئية.
Pixel	خلية	The smallest unit of data in a digital image.	أصغر وحدة بيانات في صورة رقمية.
Plant Water Stress	إجهاد النبات المائي	The condition in which plants experience insufficient water availability.	الحالة التي تعاني فيها النباتات من نقص في توافر المياه اللازمة لاستمرار نموها.
Potential Evapotranspiration (ETp)	التبخر - النتح الكامن (ETp)	The maximum amount of water that could be evaporated and transpired by plants under optimal moisture conditions.	أكبر كمية من المياه يمكن أن تتبخر من سطح التربة، وتنتحها سطوح أوراق النباتات، تحت ظروف رطوبة مثلى.
Precision Agriculture	الزراعة الدقيقة	A method of farming that employs advanced technologies like GPS, remote sensing, and data analytics to monitor and manage field variability in crops, allowing for precise application of inputs (water, fertilizers, pesticides) to enhance crop yield and resource efficiency.	طريقة في الزراعة تستخدم تقنيات متقدمة مثل النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)، والاستشعار عن بُعد، وتحليل البيانات لمراقبة وإدارة التباين الحقلي في إنتاجية المحاصيل، مما يسمح بتطبيق دقيق للمدخلات الزراعية (المياه، والأسمدة، والمبيدات الحشرية)، بهدف تحسين إنتاجية المحاصيل، وكفاءة استخدام الموارد.

Rangeland Management	إدارة المراعي	The process of planning and organizing the use of grazing lands to ensure their sustainability and improve their productivity. This management involves monitoring and assessing environmental factors and using appropriate methods to maintain soil, plant, and animal health.	عملية تخطيط وتنظيم استخدام الأراضي الرعوية، لضمان استدامتها، وتحسين إنتاجيتها. وتتضمن هذه العملية مراقبة وتقييم العوامل البيئية المؤثرة، من أجل تحديد الأساليب المناسبة للمحافظة على سلامة التربة والنبات والماشية.
Reflectance-based Approach	الطريقة القائمة على قياس انعكاس الضوء	Method that uses measurements of light reflectance from the Earth's surface to analyze and determine specific characteristics such as environmental composition or crop conditions	طريقة تستخدم قياسات الانعكاس الضوئي من على سطح الأرض، من أجل تحليل وتحديد خصائص معينة، مثل التركيب البيئي، أو حالة المحاصيل الزراعية.
Root Mean Squared Error (RMSE)	خطأ متوسط الجذر التربيعي	Measure used to determine the amount of deviation between predicted values and actual values by taking the square root of the average of the squared differences between predicted and actual values. It reflects the accuracy of a model's predictions.	مقياس يُستخدم لتحديد مقدار الانحراف بين القيم المتوقعة والقيم الفعلية، ويجري حسابه بأخذ الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الفروق بين القيم المتوقعة والفعلية. ويعكس هذا المقياس مدى دقة النموذج في التنبؤ.
R-squared	معامل تحديد (R-squared)	Measure used to determine the strength of the relationship between predicted values and actual values in a statistical model. It reflects the percentage of variance in the data that is explained by the model.	مقياس يستخدم لتحديد مدى قوة العلاقة بين القيم المتوقعة والقيم الفعلية في نموذج إحصائي. وهو يعكس النسبة المئوية للتباين في البيانات التي تُفسر بالاعتماد على النموذج.

Shallow Groundwater	المياه الجوفية الضحلة	Refers to water found in groundwater layers close to the Earth's surface, typically at a shallow depth, and can be influenced by weather changes and human activities.	مياه جوفية تقع على أعماق قريبة من سطح الأرض، مما يجعلها تتأثر بتغيرات أحوال الطقس، والأنشطة البشرية.
Spatial and Temporal Resolution	الدقة المكانية والزمانية	The spatial and temporal resolution of data, which determines the size of the smallest data unit and the duration of data collection.	دقة البيانات المكانية والزمانية، التي تحدد حجم أصغر وحدة بيانات، ومدة جمع البيانات.
Surface Resistance	مقاومة السطح	The resistance of the Earth's surface to the exchange of water vapor with the atmosphere.	مقاومة سطح الأرض لتبادل بخار الماء مع الغلاف الجوي.
Thermal Infrared	الأشعة تحت الحمراء الحرارية	Thermal infrared refers to the part of the infrared spectrum associated with the emission of heat, typically within the wavelength range of 3 to 15 micrometers.	يشير هذا النوع من الأشعة إلى جزء من طيف الأشعة تحت الحمراء، مرتبط بانبعاث الحرارة، وعادةً ما يكون ضمن نطاق الطول الموجي من 3 إلى 15 ميكرومتر.
Thermal Infrared Emissions	انبعاثات الأشعة تحت الحمراء الحرارية	Radiations emitted by objects due to their heat, and are used in imaging technologies to detect temperature variations and identify hot objects.	الإشعاعات التي تصدرها الأجسام بسبب حرارتها. وتُستخدم هذه الاشعاعات في تقنيات التصوير الهادفة للكشف عن التغيرات في درجات الحرارة، وتحديد الأجسام الساخنة.
Time-Differential Analysis	تحليل التباين الزمني	A technique used to evaluate the rate of change of a variable with respect to time by analyzing differences between consecutive time points.	تقنية تُستخدم لتقييم معدل تغير متحول (بارامتر) بالنسبة للزمن، وذلك من خلال تحليل الفروقات في قيم هذا المتحول عند فترات زمنية متتالية.
True Color	لون حقيقي	Refers to the representation of colors in images or photographs as they appear in reality, without any alterations or additional effects.	تمثيل الألوان في الصور، بما فيها الصور الفوتوغرافية، كما هي في الواقع، دون أي تعديلات، أو تأثيرات إضافية.

Two-Source Energy Balance	موازنة الطاقة ثنائية المصدر	A model that separates the energy exchange between the land surface and atmosphere into two components: soil and vegetation. It calculates the energy fluxes from both sources to better understand surface temperature and evapotranspiration processes.	نموذج يقسم تبادل الطاقة بين سطح الأرض والغلاف الجوي إلى مصدري طاقة. الأول هو التربة، والثاني هو النباتات. وبذلك يساعد هذا النموذج على حساب تدفق الطاقة من كلا المصدرين، أي فهم أفضل لدرجة حرارة سطح الأرض من جهة، وعمليات التبخر والنتح من جهةٍ أخرى.
USGS-NASA Landsat	هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية – ناسا / لاندسات	A joint program between the United States Geological Survey (USGS) and NASA, aimed at monitoring and documenting the Earth's surface using Landsat satellites. The satellite imagery from this program provides valuable data for studying environmental changes, managing natural resources, and monitoring land use.	برنامج مشترك بيْن هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS)، ووكالة الفضاء الأمريكية (NASA). هدفه مراقبة وتوثيق معالم سطح الأرض، باستخدام الأقمار الاصطناعية لاندسات، التي توفر من خلال هذا البرنامج صوراً تقدم بيانات ذات قيمة كبيرة لدراسة التغيرات البيئية، وإدارة الموارد الطبيعية، ومراقبة استخدامات الأراضي.
Vapor	البخار	The gaseous state of substances that are usually in liquid or solid form under standard temperature and pressure conditions.	الحالة الغازية للمواد التي تكون عادة في حالةٍ سائلة أو صلبة في ظل ظروف قياسية من الحرارة والضغط.
Vegetation Index	دليل الغطاء النباتي	An index that measures the density of vegetation, based on the reflectance of red and near-infrared radiation.	مؤشر يقيس كثافة الغطاء النباتي، بناءً على على انعكاس الأشعة الحمراء، والأشعة القريبة منها.

Water Accounting	المحاسبة المائية	The process of tracking and documenting the use and availability of water resources in a specific area. It involves collecting and analyzing data on the amount of water available and its use across various activities such as agriculture, industry, and human consumption, to improve water resource management and ensure sustainability.	عملية متابعة وتوثيق حالة توافر الموارد المائية، واستخداماتها في منطقة ما. وتتضمن هذه العملية جمع وتحليل البيانات المتوافرة حول كميات المياه المتاحة في المنطقة، واستخداماتها في مختلف الأنشطة من شربٍ وزراعةٍ وصناعة، في سبيل تحسين إدارة موارد المياه، وضمان استدامتها.
Water Accounting Platforms	منصات المحاسبة المائية	Systems or software used to collect, analyze, and report data related to the use and management of water resources. These platforms help in tracking and assessing the amount of water consumed or available, and provide insights into how to improve water management.	نظم أو برمجيات تُستخدم لجمع وتحليل بيانات حول استخدام وإدارة موارد المياه، إضافةً لإعداد تقارير عنها. وتساعد هذه النظم والبرمجيات في متابعة وتقييم كميات المياه المستهلكة أو المتاحة، وتوفير رؤى حول كيفية تحسين إدارة المياه.
Water and Energy Balance	موازنة الماء والطاقة	The state of equilibrium between the inputs and outputs of water and energy in an ecosystem or specific area, where the inflow and outflow of water and energy are monitored and assessed to ensure the sustainability of the system.	حالة التوازن بين مدخلات ومخرجات المياه والطاقة في نظام بيئي ما (أو منطقة محددة)، حيث تجري مراقبة وتقييم تدفقات كلٍ من المياه والطاقة الداخلة إلى النظام، والخارجة منه، لضمان استدامته.
Water Balance	الموازنة المائية	Accounting of the amount of water entering and leaving a specific system, such as a watershed or geographic area, to monitor and evaluate water resource use.	حساب كميات المياه الداخلة إلى منظومة ما، مثل حوضٍ مائيٍ أو منطقةٍ جغرافية، والكميات الخارجة منها، بهدف مراقبة وتقييم استخدام الموارد المائية المتوافرة في المنظومة.

Water Resources Management	إدارة الموارد المائية	Managing the use of water, including determining the amount of water needed for different uses and the timing of use.	إدارة استخدامات المياه، بما في ذلك تحديد كمية المياه اللازمة للاستخدامات المختلفة، وتواقيت الاستخدام.
Water Stress Index	دليل الإجهاد المائي	An index used to measure the level of water stress in a region by comparing the available water supply with the demand for it. It is a useful indicator for identifying areas at risk of water shortages	مؤشر لقياس مستوى الإجهاد المائي في منطقةٍ ما، وذلك بناءً على المقارنة بين الإمدادات المائية المتاحة في المنطقة من جهة، والطلب عليها من جهةٍ أخرى. وهو مؤشر جيد لتحديد المناطق المعرضة لنقص المياه.
Water Trading	تجارة المياه	Is the buying and selling of water rights or allocations between different users, typically to ensure efficient use of water resources in areas where water is scarce.	شراء وبيع الحقوق أو الحصص المائية، بين مستخدمي المياه. وعادةً ما يجري ذلك لضمان الاستخدام الفاعل للموارد المائية المتاحة في مناطق تعاني من ندرة المياه.
Watershed Management	إدارة حوض مائي سطحي (مستجمع مائي/حوض ساكب)	The process of planning and organizing the use and management of water and soil resources within a watershed area to ensure water quality, reduce flooding, and improve environmental sustainability.	تخطيط وتنظيم استخدام وإدارة موارد المياه والتربة الواقعة ضمن حدود حوض مائي سطحي، لضمان جودة المياه، والحد من الفيضانات، إضافةً لتحسين الاستدامة البيئية.

Climate Change Projections for Mitigation, Adaptation, and Risk Management Applications [2]

(توقعات تغير المُناخ لتطبيقات التخفيف، والتكيف، وإدارة المخاطر).

The applications of ARSET for selecting climate change projection sets involve using climate models and scenarios to identify and choose projection sets that aid in climate change mitigation, adaptation strategies, and risk management planning.

(تتضمن تطبيقات ARSET لاختيار مجموعات تنبؤات تغير المُناخ استخدام نماذج المُناخ والسيناريوهات لتحديد واختيار مجموعات التنبؤ التي تساعد في التخفيف من آثار تغير المُناخ، وفي وضع استراتيجيات التكيف، والتخطيط لإدارة المخاطر).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Bias Adjustment	تصحيح الانحرافات	The process of correcting climate model data to improve its accuracy by adjusting the systematic differences between predicted and actual values.	تصحيح البيانات المُناخية التي تنتجها النماذج بهدف تحسين دقتها، وذلك من خلال تعديل الفروق المنهجية بين القيم المتوقعة، والقيم الفعلية.
Climate Analogues Downscaling	زيادة دقة الاسقاطات بطريقة تشابه المُناخ	A method used to predict future climate conditions by comparing them to similar historical or current climate patterns in different regions, while refining the data to fit local scales and resolutions.	هو أسلوب يُستخدم للتنبؤ بالظروف المناخية المستقبلية عن طريق مقارنتها بأنماط مناخية تاريخية أو حالية مشابهة في مناطق مختلفة، مع تحسين البيانات لتناسب المقاييس والدقة المحلي
Climate Internal Variability	التقلبات الداخلية في المُناخ	Refers to natural fluctuations in climate that occur within the climate system itself, such as annual or seasonal variations that are not directly related to external changes like greenhouse gas emissions.	التقلبات الطبيعية في المُناخ التي تحدث داخل نظام المُناخ نفسه، مثل التغيرات السنوية أو الموسمية التي لا ترتبط مباشرةً بالتغيرات الخارجية، مثل انبعاثات الغازات الدفيئة.
Climate Projection	توقعات المُناخ المستقبلية	Refers to estimates of future climate conditions based on climate models and current data on influencing factors such as greenhouse gas emissions. These projections help in understanding and planning for the impacts of climate change.	تقديرات الظروف المُناخية المستقبلية بالاعتماد على نماذج مُناخية من جهة، وعلى البيانات الحالية المتعلقة بالعوامل المؤثرة في هذه الظروف، مثل انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري من جهةٍ أخرى. وتساعد هذه التقديرات في فهم تغير المُناخ، والتخطيط للحد من تأثيراته.

[2] NASA Applied Sciences, "ARSET - Selecting Climate Change Projection Sets for Mitigation, Adaptation, and Risk Management Applications," NASA , n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-selecting-climate-change-projection-sets-mitigation-adaptation.

Climate Scenario	سيناريو المُناخ	A possible projection of how climate may change in the future based on a set of assumptions about influencing factors such as greenhouse gas emissions and land use.	توقعات حول كيفية تغير المُناخ في المستقبل بناءً على مجموعة من الافتراضات ذات الصلة بالعوامل المؤثرة في هذا التغير، مثل انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري (الدفيئة)، واستخدامات الأراضي.
Climate Scenario Uncertainty	عدم اليقين في السيناريوهات المُناخية	The uncertainty in climate projections that stems from the variability in potential future pathways of human activities, particularly regarding greenhouse gas emissions, land use, and technological advancements.	عدم اليقين في التوقعات المُناخية الناتج عن التباين في المسارات المحتملة للأنشطة البشرية المستقبلية، خصوصاً فيما يتعلق بانبعاثات غازات الدفيئة، واستخدامات الأراضي، والتطورات التكنولوجية.
Climatic Impact-driver (CID)	مؤثرات تغير المُناخ (CID)	A key factor or process that causes or significantly influences changes in the climate system, leading to environmental and socio-economic impacts. Examples include greenhouse gas emissions, changes in land use, and deforestation, which drive alterations in climate patterns and conditions.	عامل مهم، أو عملية رئيسية تتسبب في تغير نظام المُناخ السائد، أو تؤثر فيه بشكل كبير، مما يؤدي إلى أضرار بيئية واجتماعية واقتصادية كبيرة. وتشمل الأمثلة على ذلك انبعاثات الغازات المسببة للانحباس الحراري العالمي، والتغيرات في استخدامات الأراضي، وإزالة الغابات، وكلها عوامل تؤدي إلى تغييرات في أنماط المُناخ وظروفه.
Critical Temperature Threshold	عتبة الحرارة الحرجة	The temperature level beyond which significant negative impacts can occur on environmental systems or human activities, such as harming plants or affecting human health.	درجة الحرارة التي إذا ما تم تجاوزها، فإن أضراراً جسيمة يمكن أن تلحق بالأنظمة البيئية، أو الأنشطة البشرية، مثل الإضرار بالغطاء النباتي، والتأثير في صحة الإنسان.
Dynamical Downscaling	تحسين دقة الاسقاطات بالاستناد على عوامل ديناميكية	A technique in climate modeling where regional climate models (RCMs) are driven by output from global climate models (GCMs) to produce detailed climate information at a finer spatial scale, capturing local climate processes more accurately. such as topography and land-sea contrasts, which global models cannot depict with sufficient accuracy.	تقنية متقدمة في النمذجة المُناخية، يتم من خلالها تشغيل نماذج المُناخ الإقليمية (RCMs) بالاعتماد على مخرجات نماذج المُناخ العالمية(GCMs) ، وذلك لإنتاج معلومات مُناخية مفصلة في نطاقات مكانية صغيرة. وتتيح هذه التقنية إظهار تفاصيل أكثر دقة، لأمور عديدة مثل التضاريس والتباينات بين اليابسة والبحر، التي لا تستطيع النماذج العالمية تمثيلها بالدقة الكافية.

GCM Downscaling	زيادة دقة نماذج المُناخ العالمية (GCM (Downscaling	The process of converting climate data from Global Climate Models (GCMs), which provide broad-scale predictions, into finer temporal and spatial resolutions suitable for local or regional analysis. This technique is used to improve the accuracy of climate predictions at smaller scales.	تحويل البيانات المُناخية من النماذج العالمية للمُناخ (GCMs)، التي توفر التنبؤات على نطاق واسع، إلى دقة أكبر زمانياً ومكانياً تكون مناسبة للتحليل على المستوى المحلي أو الإقليمي. وتهدف هذه التقنية إلى تحسين دقة تنبؤات المُناخ على مستوى نطاقات صغيرة.
Limiting Temperature Threshold	عتبة الحرارة المحدِدة	The maximum or minimum temperature value beyond which adverse impacts on environmental or human systems are expected to occur.	القيمة الأعلى، أو الأدنى لدرجة الحرارة التي من المتوقع أن يحدث عند تجاوزها تأثيرات سلبية على النظم القائمة، سواء كانت بيئية أم بشرية.
Machine learning (ML) algorithms for downscaling	تحسين الاسقاطات باستخدام خوارزميات التعلم الآلي	These are advanced computational techniques that use machine learning models to map large-scale climate model outputs (like those from GCMs) to finer-scale local climate conditions.	تتقنيات حاسوبية متقدمة تستخدم نماذج التعلم الآلي لرسم خرائط تربط بين مخرجات النماذج المُناخية المطبقة على نطاقات واسعة (مثل GCMs)، والظروف المُناخية المحلية الأكثر دقة.
Parameter Uncertainty	عدم اليقين في تحديد قيم المتغيرات	The lack of certainty about the exact values of parameters used in models or analyses, which can affect the outcomes of predictions or conclusions.	عدم التأكد من القيم الدقيقة للمتغيرات المستخدمة في النماذج أو التحليلات، الذي يمكن أن يؤثر على نتائج التنبؤات أو الاستنتاجات المستخلصة منها.
Representative Concentration Pathways (RCP)	مسارات التركيز التمثيلية (RCP)	Scenarios used in climate modeling that represent different trajectories of greenhouse gas concentrations in the atmosphere. Each RCP reflects a different level of radiative forcing (the change in energy balance) by the year 2100, helping to predict potential climate outcomes based on varying levels of emissions.	عدد من السيناريوهات التي تُستخدم في النمذجة المُناخية. وهي تمثل مسارات مختلفة لتراكيز الغازات المسببة للانحباس الحراري في الغلاف الجوي. ويعكس كل سيناريو (RCP) من هذه السيناريوهات مستوى مختلفاً من القوة الإشعاعية (التغير في توازن الطاقة)، وذلك حتى حلول عام 2100، مما يساعد في التنبؤ بالأوضاع المُناخية المحتملة مستقبلاً، بالاستناد على مستويات مختلفة من الانبعاثات.

Shared Socioeconomic Pathways (SSP)	مسارات التنمية الاجتماعية والاقتصادية المشتركة (SSP)	Scenarios used in climate research that describe potential future societal trends, such as population growth, economic development, and technological progress. SSPs are used alongside climate models to assess how different socioeconomic developments might impact future climate change and its effects.	سيناريوهات تُستخدم في أبحاث المُناخ التي تصف الاتجاهات المجتمعية المحتملة مستقبلاً، مثل النمو السكاني، والتنمية الاقتصادية، والتقدم التكنولوجي. كما تُستخدم هذه النماذج جنباً إلى جنب مع النماذج المُناخية بغية تقييم كيفية تأثير التطورات الاجتماعية والاقتصادية المختلفة على تغير المُناخ ، وعلى الآثار الناجمة عنه في المستقبل.
Statistical Downscaling	تحسين دقة الاسقاطات إحصائياً	A climate modeling technique that develops statistical relationships between large-scale outputs from global climate models (GCMs) and local climate data, enabling the projection of localized climate changes by applying these relationships to future GCM outputs.	تقنية في نمذجة المُناخ تعتمد على إنشاء علاقات إحصائية تربط بين مخرجات النماذج المُناخية العالمية (GCMs)، والبيانات المُناخية المحلية، للتمكن من التنبؤ بالتغيرات المُناخية المحلية عبر تطبيق هذه العلاقات على مخرجات النماذج العالمية المستقبلية.

Crop Mapping using Synthetic Aperture Radar (SAR) and Optical Remote Sensing [3]

(رسم خرائط المحاصيل باستخدام الرادار (SAR)، والاستشعار عن بُعد البصري).

Crop Mapping using Synthetic Aperture Radar (SAR) and Optical Remote Sensing involves leveraging both SAR and optical satellite data to monitor, map, and manage crops.

(يشمل رسم خرائط المحاصيل باستخدام الرادار (SAR)، والاستشعار عن بُعد البصري الاستفادة من بيانات الأقمار الاصطناعية SAR والصور البصرية لمراقبة، ورسم خرائط المحاصيل، وإدارتها).

المصطلح باللغة الإنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الإنكليزية	التعريف باللغة العربية
Acquisition Timing	توقيت الحصول على البيانات	The timing of obtaining data from satellite sensors	توقيت جمع البيانات من أجهزة الاستشعار الفضائية.
Analysis Ready Data (ARD)	بيانات جاهزة للتحليل (ARD)	Analysis Ready Data (ARD) refers to satellite data that has been pre-processed to a specific standard, making it immediately usable for analysis without the need for additional processing steps.	هي البيانات الفضائية التي تمت معالجتها مسبقًا وفق معيار محدد، مما جعلها جاهزة للتحليل فوراً دون الحاجة إلى خطوات معالجة إضافية.
Atmospheric Correction	التصحيح الجوي	Process used in remote sensing to remove atmospheric effects from satellite images or sensor data, allowing for a more accurate representation of the Earth's surface features.	عملية يُلجأ إليها في الاستشعار عن بعد لإزالة تأثيرات الغلاف الجوي من صور الأقمار الصناعية أو بيانات الأجهزة الاستشعارية، مما يتيح تمثيلًا أكثر دقة لسمات سطح الأرض.
Band Harmonization	مواءمة النطاقات الطيفية	The process of adjusting and aligning spectral bands from different sensors or platforms to ensure consistency and comparability in remote sensing data.	عملية ضبط ومواءمة الفروق الطيفية من أجهزة استشعار أو منصات مختلفة لضمان الاتساق فيما بينها، وتعزيز القدرة على المقارنة ضمن بيانات الاستشعار عن بعد.

[3] NASA Applied Sciences, "ARSET - Crop Mapping using Synthetic Aperture Radar (SAR) and Optical Remote Sensing," NASA , n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-crop-mapping-using-synthetic-aperture-radar-sar-and-optical.

Change Detection	كشف التغيير	A process used in various fields, including remote sensing, geography, and image processing, to identify and analyze differences in the characteristics of an object or area between two or more time periods. It involves comparing data from different time points to detect and understand changes that have occurred over time.	عملية تُستخدم في مجالات مختلفة، منها الاستشعار عن بعد، والجغرافيا، ومعالجة الصور، من أجل تحديد وتحليل التغيرات الطارئة على خصائص كائن ما، أو منطقة محددة بين فترتي زمنيتين أو أكثر. ويشمل ذلك مقارنة البيانات المسجلة خلال فترات زمنية مختلفة، والاستفادة منها في معرفة وفهم التغييرات التي حدثت مع مرور الزمن.
Cloud Masking	استبعاد المناطق المغطاة بالغيوم من الصور الفضائية	The process of identifying and removing or excluding cloud-covered areas from satellite or aerial images to ensure accurate analysis of underlying surface features.	تحديد وإزالة أو استبعاد المناطق المغطاة بالغيوم من الصور الفضائية، أو الصور الجوية لضمان دقة تحليل السمات السطحية الأساسية.
Cloud Shadows	ظلال السحب	The areas of darkness on the ground caused by clouds blocking sunlight in satellite or aerial imagery.	المناطق المظلمة فوق سطح الأرض الناتجة عن حجب السحب لأشعة الشمس في الصور الجوية، أو صور الأقمار الاصطناعية.
Crop Classification	تصنيف المحاصيل	The process of identifying and categorizing different types of crops or vegetation in a given area using remote sensing data, satellite imagery, and machine learning algorithms. It involves analyzing the spectral signatures and spatial patterns of crops to distinguish between different crop types or land cover classes.	تحديد أنواع المحاصيل أو النباتات في منطقة معينة وتصنيفها باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد، وصور الأقمار الاصطناعية، وخوارزميات التعلم الآلي، ويتضمن ذلك تحليل البصمات الطيفية والتوزع المكاني للمحاصيل، بهدف التمييز بين مختلف أنواع المحاصيل، وأنواع الغطاء الأرضي.

Crop Health Monitoring	مراقبة سلامة المحاصيل	The practice of using various technologies, such as remote sensing, drones, and satellite imagery, to assess the condition and vitality of crops in agricultural fields. It involves analyzing data to detect stress, diseases, nutrient deficiencies, or other factors affecting crop growth, allowing farmers to make informed decisions to improve crop yield and quality.	استخدام تقنيات مختلفة، مثل الاستشعار عن بعد، والطائرات بدون طيار (الدرونات)، وصور الأقمار الصناعية، لتقييم حالة المحاصيل المزروعة، وحيويتها. ويشمل ذلك تحليل البيانات المسجلة حولها بهدف الكشف عن أي إجهاد (ملحي أو مائي) يتعرض له المحصول، أو أي آفاتٍ مصابٍ بها، أو أي نقص يعاني منه بالعناصر الغذائية، أو أي عوامل أخرى تؤثر في نمو المحاصيل، مما يتيح للمزارعين اتخاذ قرارات صحيحة لزيادة إنتاجية محاصيلهم، وتحسين جودتها.
Crop Mapping	رسم خرائط المحاصيل	It is the process of creating detailed maps that show the types of crops cultivated in specific areas. This is done using various techniques such as aerial and space imaging, image analysis, and geographic information systems (GIS).	إنشاء خرائط تفصيلية لأنواع المحاصيل المزروعة في مناطق محددة، ويجري ذلك باستخدام تقنيات مختلفة مثل التصوير الجوي والفضائي، وتحليل الصور، ونظم المعلومات الجغرافية.
Crop Modeling	نمذجة المحاصيل	The process of using mathematical and computer models to simulate the growth of crops and their response to different environmental conditions. These models consider multiple factors such as climate, soil, agricultural management, and pests and diseases, to predict crop yield and quality	استخدام نماذج رياضية وحاسوبية لمحاكاة نمو المحاصيل الزراعية، واستجابتها لمختلف الظروف البيئية السائدة، حيث تضع هذه النماذج بالحسبان عوامل متعددة مثل المُناخ، والتربة، والإدارة الزراعية، والآفات والأمراض، من أجل توقع الإنتاجية المحتملة من المحاصيل، وجودتها.
Crop Stress Detection	كشف إجهاد المحاصيل	The process of identifying and diagnosing the conditions that negatively affect the growth and productivity of crop plants. These conditions, called "stresses", can be environmental (such as drought, salinity, extreme heat, extreme cold).	تحديد وتشخيص الظروف التي تؤثر سلباً في نمو المحاصيل الزراعية وإنتاجيتها. وتُسمى هذه الظروف "إجهادات"، وهي ترتبط بجوانب مختلفة، فتكون بيئية مثلاً، كما هو الحال مع الجفاف، والتملح، والحرارة والبرودة الشديدتين.

Dark Object Subtraction (DOS)	استبعاد الأجسام الداكنة	Method used in remote sensing to correct for sensor and atmospheric variations by identifying and subtracting the dark signal present in the imagery, typically representing the minimum digital number recorded by the sensor.	طريقة تُستخدم في الاستشعار عن بعد لتصحيح التباينات بين الاستشعار من جهة، والغلاف الجوي من جهةٍ أخرى. وذلك من خلال تحديد الإشارة الداكنة الموجودة في الصورة والعمل على استبعادها، باعتبار أنها تمثل عادة الرقم الرقمي الأدنى المسجل من قبل المستشعر.
Digital Classification	التصنيف الرقمي	The process of categorizing digital data into different classes or categories based on certain criteria or characteristics.	تصنيف البيانات الرقمية إلى فئات مختلفة بالاستناد على معايير أو خصائص محددة.
Empirical Methods for Atmospheric Correction	الطرائق التجريبية للتصحيح الجوي	Techniques that rely on observed data or experimental evidence rather than theoretical models to correct for atmospheric effects in remote sensing data. These methods are based on calibration with ground truth data or statistical relationships.	تقنيات تُستخدم في عملية تصحيح تأثيرات الغلاف الجوي في بيانات الاستشعار عن بعد. وهي خلاف النماذج النظرية، تعتمد على البيانات المقيسة، أو النتائج الموثقة تجريبياً، وتستند عملية المعايرة فيها على بيانات حقيقية مقيسة حقلياً، أو ناتجة عن علاقات إحصائية معمول بها.
Geometric Alignment	التوجيه الهندسي	The arrangement or positioning of objects, shapes, or elements according to specific geometric rules or patterns.	ترتيب أو توزيع مواقع أشياء أو أشكال أو عناصر وفق قواعد أو أنماط هندسية محددة.
Geometric Correction	التصحيح الهندسي	The process of removing spatial distortions in an image to accurately map it to a known coordinate system or reference, ensuring that the positions of objects match their true locations on the Earth's surface.	إزالة التشوهات المكانية الواردة في صورة من أجل ربطها بدقة بنظام إحداثيات محدد، أو مرجعية معروفة، بما يضمن تطابق مواقع ما تحتويه الصورة من معالم مع مواقعها الحقيقية فوق سطح الأرض.
Geometric Resampling	إعادة الضبط الهندسي	The process of recalculating and assigning new pixel values in an image when it is transformed or reprojected, ensuring that the image conforms to a new grid or coordinate system while preserving geometric accuracy.	إعادة حساب قيم البكسل الجديدة وتعيينها في الصورة، بعد تحويلها أو إعادة إسقاطها، لضمان تطابق الصورة مع الشبكة الجديدة، أو نظام الإحداثيات، مع الحفاظ على الدقة الهندسية اللازمة.

Image Clipping	اقتطاع جزء من الصورة	The process of trimming or cropping an image to remove unwanted areas, typically by defining a boundary around the desired section, so only the selected portion remains visible.	عملية قص أو اقتطاع جزء من الصورة لإزالة المناطق غير المرغوب بها، ويتم ذلك عادةً بتحديد حدود الجزء المراد الاحتفاظ به، بحيث يبقى الجزء المحدد فقط مرئياً.
Image Fusion	دمج الصور	The process of combining multiple images of the same scene captured by different sensors or modalities to create a single composite image that contains more information than any of the individual input images.	التقاط عددٍ من الصور لمشهدٍ ما (لمنطقة محددة) باستخدام وسائط استشعار مختلفة، ثم دمج هذه الصور لتكوين صورة واحدة مركبة تتضمن معلومات حول المنطقة المستهدفة أكثر من أي معلومات توفرها صورة واحدة من الصور الملتقطة.
K-Means Classifier	خوارزمية التصنيف بالمتوسط	A type of unsupervised machine learning algorithm used for clustering data into distinct groups (or clusters) based on feature similarity, where each cluster is represented by the mean of its members	نوع من خوارزميات التعلم الآلي غير المراقب التي تُستخدم لتصنيف البيانات في مجموعات متميزة (أو تجمعات) بناءً على الخصائص المتشابهة، حيث تُمثل كل مجموعة بمتوسط خصائص العناصر الداخلة فيها
Machine Learning Approaches for Cloud Masking	نُهج التعلم الآلي لعزل المناطق المغطاة بالسحب	Techniques that use machine learning algorithms to identify and separate cloud-covered areas from clear sky regions in satellite imagery.	تقنيات تستخدم خوارزميات التعلم الآلي لتحديد الأجزاء المغطاة بالسحب، وفصلها عن الأجزاء الخالية منها(الأجزاء الصافية) في الصور الفضائية.
Multi-Spectral Algorithms for Cloud Masking	خوارزميات متعددة الطيف لاخفاء السحب	Multi-spectral algorithms for cloud masking are computational methods that utilize data from multiple spectral bands to automatically identify and differentiate clouds from other features in satellite imagery.	طرائق حسابية تستخدم البيانات الواردة من نطاقات طيفية متعددة لتحديد السحب، وتمييزها بشكل تلقائي عن المعالم الأخرى التي تتضمنها صور الأقمار الصناعية.
Multi-Spectral and Multi-Temporal Approaches for Atmospheric Correction	طرائق تعتمد على قنوات طيفية متعددة، وأزمنة مختلفه لتصحيح تشوهات الغلاف الجوي في الصور الفضائية	Methods that use data from multiple spectral bands and time periods to adjust and correct atmospheric distortions in remote sensing imagery, improving accuracy.	طرائق تستخدم بيانات من أطياف متعددة، وخلال أوقات مختلفة لتصحيح التشوهات الجوية في الصور الفضائية، بهدف تحسين دقة هذه الصور.

Multi-Temporal Data Analysis	تحليل البيانات متعددة الأوقات	The process of studying and analyzing datasets that were collected at different points in time. This technique is used to track changes over time, reveal patterns and trends, and forecast future events.	دراسة وتحليل البيانات التي يتم جمعها في أوقات مختلفة، وذلك من أجل تتبع التغيرات التي تحدث بمرور الوقت، وكشف الأنماط والاتجاهات، والتنبؤ بالأحداث المتوقعة مستقبلاً.
Opaque Clouds	السحب الداكنة	Refer to dense cloud formations that completely block or obscure the underlying surface from being visible in satellite or aerial imagery.	تشكيلات سحابية كثيفة تحجب أو تخفي تمامًا السطح الأساسي عن الرؤية في الصور الملتقطة عبر الأقمار الصناعية أو الجوية،
Optical Remote Sensing	الاستشعار عن بعد البصري (باستخدام الإشعاع الكهرومغناطيسي)	Optical Remote Sensing is a technique for gathering information about the Earth's surface using sensors that respond to electromagnetic radiation in the visible part of the spectrum. This is done by taking pictures of the Earth from satellites or aircraft.	تقنية لجمع المعلومات حول معالم سطح الأرض باستخدام أجهزة استشعار تستجيب للإشعاع الكهرومغناطيسي في الجزء المرئي من الطيف. ويجري ذلك بمساعدة أقمار اصطناعية أو طائرات تلتقط صوراً لسطح الأرض.
Polarimetric Decomposition	تحليل البيانات الاستقطابية	A technique used in radar remote sensing to separate and analyze the polarimetric responses of radar signals, providing insights into the physical properties of the objects being observed.	تقنية تُستخدم في الاستشعار عن بعد الراداري لفصل وتحليل الاستجابات الاستقطابية لإشارات الرادار، وهو ما يوفر رؤى حول الخصائص الفيزيائية للأشياء التي تجري مراقبتها.
Polarimetry	القطبية	The measurement and interpretation of the polarization state of light to extract information about the properties of the material or medium that the light has interacted with.	قياس حالة الاستقطاب للضوء وتفسيرها، بهدف استخلاص معلومات حول خصائص المادة أو الوسط الذي تفاعل معه الضوء.
Projection Standardization	توحيد الإسقاط	Process of ensuring that spatial data from different sources are represented using a common map projection, allowing for accurate comparison , analysis, and integration of geographical information.	تمثيل البيانات المكانية من مصادر مختلفة باستخدام إسقاط موحد للخريطة، وهو ما يسمح بمقارنة دقيقة للمعلومات الجغرافية، إضافةً لتحليلها وتوفير التكامل فيما بينها.

Radar Backscattering	التشتت الراداري	Refers to the reflection of radar signals back towards the radar system after interacting with objects or surfaces. The strength and characteristics of the backscattered signal provide information about properties of the target.	يشير إلى انعكاس الإشارات الرادارية إلى النظام الراداري بعد تفاعلها مع هدفٍ ما تكون قد وُجهت إليه أصلاً (أشياء أو أسطح، أو ...الخ). وتوفر قوة وخصائص الإشارة المرتدة من الهدف معلومات حول خصائصه.
Radar Polarization (horizontal, vertical)	استقطاب موجات الرادار (أفقي، رأسي)	Refers to the orientation of the electric field in a radar wave as it propagates through space. Horizontal polarization means that the electric field is parallel to the ground, while vertical polarization means it is perpendicular to the ground.	يشير إلى اتجاه المجال الكهربائي في موجة الرادار أثناء انتشارها في الفضاء الخارجي. ويكون الاستقطاب أفقياً عندما يكون المجال الكهربائي موازياً لسطح الأرض، بينما يكون الاستقطاب عمودياً إذا كان المجال الكهربائي بالتجاه العمودي على سطح الأرض.
Radar Wavelength	طول موجة الرادار	Radar wavelength is the distance between successive peaks of the radar waves emitted by a radar system, which affects the radar's resolution and ability to detect objects.	هو المسافة بين الذرى المتعاقبة لموجات الرادار الصادرة عن نظام الرادار. ويؤثر طول موجة الرادار على دقة الرادار، وقدرته على اكتشاف الأجسام التي يستهدفها.
Radiometric Calibration	معايرة الإشعاع	Radiometric Calibration is the process of adjusting and validating sensor measurements against standard references	عملية ضبط وتحقق من القياسات التي توفرها أجهزة الاستشعار عن بعد، من خلال مقارنتها مع قيم مرجعية قياسية.
Resolution and Pixel Size	الدقة وحجم البيكسل	The level of detail in an image determined by pixel size.	مستوى التفاصيل في الصورة المحدد بحجم (أبعاد) البيكسل.
Roughness of the terrain	خشونة التضاريس	The irregularities and variations in the surface of the terrain.	التباينات والاختلافات في سطح التضاريس.
Sensor Alignment	محاذاة المستشعرات	Sensor Alignment is the process of adjusting and positioning sensors to ensure they are correctly oriented and calibrated for accurate measurement and data collection.	عملية ضبط المستشعرات، وتحديد مواقعها الصحيحة لضمان إمكانية توجيهها ومعايرتها بشكلٍ يوفر الدقة في القياسات، والموثوقية في جمع البيانات.

Spatial Reference System	نظام الإرجاع المكاني	Defines the position of objects. It typically includes a coordinate system, a datum, and sometimes a map projection. This system provides a standardized way to locate and integrate geographic data.	إطار يحدد مواقع الأشياء. ويشمل عادةً نظام إحداثيات، وبيانات مرجعية ، وأحياناً إسقاط لخريطة. ومن ميزاته أنه يوفر طريقة موحدة لتحديد البيانات الجغرافية والتكامل فيما بينها.
Spectral Alignment	المحاذاة الطيفية	Refers to the process of adjusting or matching the spectral characteristics (such as bands or wavelengths) of different data sources to ensure consistency or compatibility for analysis or visualization.	عملية ضبط أو مطابقة الخصائص الطيفية (من قبيل النطاقات أو الأطوال الموجية) لمصادر مختلفة من البيانات، من أجل ضمان الاتساق أو التوافق بينها، لتلبية أغراض التحليل، أو اظهار المعالم.
Spectral Resolution	الدقة الطيفية	It is how well a device can separate different colors within the electromagnetic spectrum. The higher the spectral resolution, the more detailed information can be extracted about the materials on the Earth's surface.	قدرة الجهاز على فصل الألوان المختلفة ضمن الطيف الكهرومغناطيسي. وكلما كانت الدقة الطيفية أعلى، كلما كانت المعلومات التي يمكن استخلاصها حول المواد الموجودة فوق سطح الأرض أكثر تفصيلاً.
Spyder	بيئة تطوير سبايدر لبرمجة بايثون	Integrated development environment (IDE) specifically designed for scientific computing, data analysis, and machine learning tasks in Python. It provides a range of tools for interactive development and debugging, along with features tailored for scientific programming workflows.	بيئة تطوير متكاملة (IDE) مصممة خصيصاً للحوسبة العلمية، وتحليل البيانات، وتسهيل مهام تعلم الآلة باستخدام لغة البرمجة Python. وهي توفر مجموعة من الأدوات للتطوير التفاعلي، وتصحيح الأخطاء، بالإضافة إلى ميزات صُممت بشكلٍ خاص لخدمة البرمجة العلمية.
Supervised Classification	التصنيف المراقب	A method in remote sensing and machine learning where an algorithm is trained using labeled data (known classes) to categorize pixels or data points into predefined classes based on their spectral or feature characteristics.	طريقة في الاستشعار عن بعد والتعلم الآلي يتم فيها وضع خوارزمية يتم تدريبها على بيانات محددة التصنيف (موزعة على فئات معروفة)، وذلك بهدف تصنيف البيكسلات أو البيانات النقطية إلى فئات محددة مسبقًا بناءً على خصائصها الطيفية، أو خصائص أخرى مميزة.

Synthetic Aperture Radar (SAR)	رادار الفتحة الاصطناعية (SAR)	A radar system that uses radio waves to create images of the Earth's surface, regardless of weather conditions. It works by transmitting pulses of radio waves towards the Earth's surface and receiving the reflected signals. These signals are then analyzed to create a detailed image of the Earth's surface	نظام راداري يُستخدم لتشكيل صور لمعالم سطح الأرض في منطقة ما باستخدام موجات راديوية، بغض النظر عن الظروف الجوية المؤثرة في المنطقة. وهو يعمل من خلال إرسال نبضات من موجات راديوية نحو سطح الأرض، ثم استقبال الإشارات المنعكسة عنها، وتحليلها لتكوين الصورة التفصيلية لمعالم سطح الأرض بناءً عليها.
Temporal Alignment	المحاذاة الزمنية	The process of synchronizing time-series data from different sources to ensure accurate correlation and analysis across the same time frame.	عملية مزامنة البيانات الزمنية من مصادر مختلفة لضمان الترابط والتحليل الدقيقين ضمن نفس الإطار الزمني
Texture analysis	تحليل البنية	The process of extracting quantitative and qualitative information from digital images based on texture properties	استخلاص المعلومات الكمية والنوعية من الصور الرقمية بناءً على خصائص بنيوية.
Thresholding for Cloud Masking	تحديد العتبة لإزالة السحب	Technique used in image processing and remote sensing to distinguish clouds from the rest of the scene by setting specific intensity or spectral value thresholds. By applying these thresholds, pixels that represent cloud cover can be identified and masked out.	تقنية تُستخدم في معالجة الصور والاستشعار عن بعد لتمييز السحب عن بقية مضمون الصورة، وذلك عن طريق تعيين حدود معينة لقيم الشدة أو الطيف. ومن خلال تطبيق هذه الحدود، يمكن تحديد البكسلات التي تغطيها السحب ليتم عزلها.
Time-Series Consistency	اتساق السلاسل الزمنية	Time-Series Consistency is the preservation of uniformity and accuracy in data across time intervals, ensuring that the data is comparable and reliable for sequential analysis.	الحفاظ على الانتظام والدقة في البيانات عبر فترات زمنية، بما يضمن أن تكون هذه البيانات قابلة للمقارنة، وذات موثوقية في التحليل المتسلسل.

Unsupervised Classification	التصنيف غير المراقب	A technique in remote sensing and machine learning where patterns or groupings within data are identified without prior knowledge or labeled training data. The algorithm groups pixels or objects based on similarities in their spectral characteristics.	تقنية في الاستشعار عن بعد والتعلم الآلي تعتمد على خوارزمية تقوم بتجميع البيكسلات أو البيانات النقطية دون معرفة مسبقة أو بيانات تدريب معرفة ضمن مجموعات بناءً على أوجه التشابه في خصائصها الطيفية.

Drones for Precision Agriculture: Remote Sensing Applications[4]

(الطائرات بدون طيار للزراعة الدقيقة: تطبيقات الاستشعار عن بُعد).

Refers to the use of drones equipped with sensors to capture detailed aerial imagery and data, which is then used to monitor and manage agricultural fields with precision. This includes assessing crop health, soil conditions, and optimizing resource usage to enhance productivity and sustainability.

(استخدام الطائرات بدون طيار المجهزة بحساسات لالتقاط صور جوية، وجمع بيانات تفصيلية تُستخدم لمراقبة وإدارة الحقول الزراعية بدقة. ويشمل ذلك تقييم سلامة المحاصيل، وظروف التربة، وتحسين استخدام الموارد لزيادة الإنتاجية، وضمان الاستدامة).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Aerial Imagery	التصوير الجوي	Refers to photographs or images taken from an aircraft or drone flying above the Earth's surface. These images are used for mapping, surveying, and monitoring land use, vegetation, and other environmental features	الصور الفوتوغرافية أو الصور الملتقطة من طائرة أو طائرة بدون طيار تحلق فوق سطح الأرض. وتُستخدم هذه الصور لرسم الخرائط، والقيام بعمليات مسح ومراقبة استخدام الأراضي، والغطاء النباتي، وغيرها من السمات أو المعالم البيئية.
Anthocyanins Accumulation	تراكم صبغيات الأنثوسيانين	Refers to the buildup of anthocyanin pigments in plants, which are responsible for red, purple, and blue colors in leaves, stems, flowers, and fruits. This accumulation often occurs in response to environmental stress, such as high light intensity, cold temperatures, or nutrient deficiencies.	تراكم صبغات الأنثوسيانين في النباتات، التي تكون عادةً مسؤولةً عن الألوان الحمراء والأرجوانية والزرقاء في أوراق وسوق وأزهار وثمار النبات. ويحدث هذا التراكم غالباً نتيجة استجابةً النبات للإجهاد البيئي، الذي يتعرض له، مثل الشدة العالية للضوء، أو درجات الحرارة المنخفضة، أو نقص العناصر الغذائية.
Artificial Neural Networks (ANN)	الشبكات العصبونيه الاصطناعية (ANN)	Computational models inspired by the human brain's neural networks. They consist of interconnected nodes (neurons) that process and transmit information, enabling tasks such as pattern recognition, classification, and prediction in fields like artificial intelligence and machine learning.	نماذج حسابية مستوحاة من الشبكات العصبية الموجودة في دماغ الإنسان، وتحاكي عملها، وتتكون هذه النماذج من عقد مترابطة (خلايا عصبية) يمكنها معالجة ونقل المعلومات، مما يساعد على أداء مهام مختلفة، مثل التعرف على الأنماط، وتصنيفها، والتنبؤ في مجالات كثيرة. ومن أهم هذه النماذج الذكاء الاصطناعي، والتعلم الآلي.

[4] Tsouros, D. C., Bibi, S., & Sarigiannidis, P. G. (2019). A review on UAV-based applications for precision agriculture. *Information*, *10*(11), 349. https://doi.org/10.3390/info10110349

Biennial Yield Effect	تأثر الغلة بظاهرة المعاومه	Refers to the variation in crop yields that occurs in alternate years or biennial cycles. This phenomenon can result from factors such as changes in environmental conditions, soil fertility, or management practices that influence crop performance differently in successive years.	التباين في إنتاج المحاصيل من سنةٍ لأخرى، أو من فترة زمنية لفترة أخرى (كل سنتين مثلاً). وتحدث هذ الظاهرة نتيجة الذي يحدث في سنوات متبادلة أو دورات ثنائية السنوات. يمكن أن تنشأ هذه الظاهرة عن عوامل مثل التغيرات في الظروف البيئية أو خصوبة التربة أو ممارسات الإدارة التي تؤثر على أداء المحاصيل بشكل مختلف في السنوات المتعاقبة.
Calibrated Reflectance Panel (CRP)	لوحة انعكاس مُعايَرة	A standardized panel with known reflective properties used to calibrate and validate remote sensing instruments. It helps ensure that the measurements of reflected light or radiation from sensors are accurate and consistent.	لوحة معيارية ذات خصائص ضوئية انعكاسية معروفة، تُستخدم لمعايرة أجهزة الاستشعار عن بُعد، والتحقق من صحة القياسات التي تسجلها. لذا فهي تساعد في ضمان أن قياسات الضوء الصادر عن الأجهزة، أو الإشعاع الراجع إليها (المنعكس) دقيقة ومتسقة فيما بينها.
Calibration Panels	لوحات المعايرة	Standardized surfaces with known reflective properties used to adjust and verify the accuracy of imaging sensors and remote sensing instruments. They ensure that the data collected by these instruments is accurate and consistent across different measurements.	أسطح معيارية ذات خصائص انعكاسية معروفة تُستخدم لضبط أجهزة استشعار التصوير، والاستشعار عن بعد، والتأكد من دقتها. وهي أداةٌ جيدة لضمان أن البيانات التي تجمعها هذه الأجهزة عبر قياساتٍ مختلفة هي بياناتٌ دقيقة ومتسقة فيما بينها.
Canopy Structure	بنية المجموع الخضري	Refers to the arrangement and organization of the upper layer of leaves and branches in a forest or crop field. This structure influences light interception, airflow, and overall plant health and productivity.	يشير إلى ترتيب وتنظيم الطبقة العليا من الأوراق والفروع في غابة أو حقل زراعي. تؤثر هذه البنية على كيفية التقاط الضوء، وتدفق الهواء، وصحة وإنتاجية النباتات بشكل عام

Canopy Volume	حجم المجموع الخضري	Refers to the total three-dimensional space occupied by the leaves and branches of a plant or tree. It provides an estimate of the amount of vegetation present and can be used to assess plant health and productivity.	إجمالي الحيز الفراغي الذي تشغله أوراق وأغصان نبات أو شجرة. ويساعد هذا الحيز في تقدير كمية النباتات الموجودة فعلياً، وفي تقييم سلامتها، والإنتاجية المتوقعة منها.
Climate Sensors	مستشعرات المُناخ	Devices used to measure and monitor various environmental parameters, such as temperature, humidity, atmospheric pressure, and solar radiation. They provide critical data for understanding and analyzing climate patterns and changes	أجهزة تُستخدم لقياس ومراقبة بارامترات (معايير) بيئية مختلفة، مثل درجة الحرارة، والرطوبة، والضغط الجوي، والإشعاع الشمسي. وهي توفر بيانات بالغة الأهمية لفهم أنماط وتغيرات المُناخ، وتحليلها.
Deficit Irrigation	الري الناقص	A water management strategy where crops are intentionally given less water than their full water requirement. This approach is used to optimize water use efficiency, often to save water in drought-prone areas or to improve crop resilience.	استراتيجية لإدارة المياه، يجري وفقها تقديم المياه للمحاصيل بكميات أقل من إجمالي احتياجاتها المائية. وتُطبق هذه الاستراتيجية إما لتحسين كفاءة استخدام المياه عموماً، أو لتوفير المياه، وتحسين قدرة المحاصيل على الصمود، في المناطق التي تتعرض بشكل متكرر للجفاف (مناطق الندرة المائية).
Digital Reflectance	انعكاس الإشارة الرقمية	Refers to the measurement of the amount of light reflected from a surface, recorded as digital data. This data helps in analyzing the surface's properties and characteristics, such as vegetation health or material composition, using digital imaging technologies.	قياس كمية الضوء المنعكس عن سطح ما، وتسجيلها كبيانات رقمية. وتساعد هذه البيانات في تحليل خصائص السطح، وتحديد سماته، كما في حالة استخدام تقنيات التصوير الرقمي لتقييم سلامة النباتات، أو معرفة تركيب المواد.

Downwelling Light Sensor (DLS)	مستشعر الضوء الهابط (DLS)	A device used to measure the amount of light coming from the sky or other sources above, which reaches a surface. It is commonly used in remote sensing and agricultural applications to monitor the light environment affecting plant growth.	جهاز يُستخدم لقياس كمية الضوء القادمة من السماء، أو من مصادر أخرى فوق سطح الأرض، التي تسقط على سطح ما. ويُستخدم هذه الجهاز عادةً في الاستشعار عن بعد، وفي التطبيقات الزراعية من أجل مراقبة طبيعة الضوء الذي يؤثر في نمو النباتات.
Difference Vegetation Index (DVI)	دليل عدم انتظام الغطاء النباتي (DVI)	A simple vegetation index used to measure the presence and health of vegetation. It is calculated by subtracting the reflectance of red light from the reflectance of near-infrared light. DVI helps in distinguishing between areas with dense vegetation and areas with sparse or no vegetation.	مؤشر بسيط للدلالة على الغطاء النباتي، من حيث وجوده، وسلامته. ويتم حساب قيمة المؤشر بطرح انعكاس الضوء الأحمر من انعكاس الضوء القريب من الأشعة تحت الحمراء. ويُعد هذا المؤشر مهماً لأنه يساعد في التمييز بين المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف، والمناطق ذات الغطاء النباتي القليل، أو المناطق الخالية تماماً منه.
Dynamic Monitoring	المراقبة الديناميكية	Refers to the continuous or real-time observation and assessment of changing conditions or variables over time. In agriculture or environmental studies, it involves tracking factors like crop growth, weather patterns, or soil moisture to make timely and informed decisions.	المراقبة المستمرة على مدار الوقت، والعمل بناءً على ذلك بتقييم الظروف، أو البارامترات المتغيرة مع الزمن. ويتضمن ذلك في حالة الدراسات الزراعية أو البيئية، تتبع عوامل مختلفة مثل نمو المحاصيل، أو أنماط الطقس السائدة، أو رطوبة التربة، وذلك في سبيل اتخاذ قرارات صحيحة في الوقت المناسب.
Environmental Conditions	الظروف البيئية	Refer to the various physical, chemical, and biological factors that surround and affect living organisms and ecosystems. These conditions include factors like temperature, humidity, light, soil quality, and pollution levels, which influence the health and functioning of both natural and human-made environments.	العوامل الفيزيائية والكيميائية والحيوية المختلفة التي تحيط بالكائنات الحية، والنظم البيئية، وتؤثر فيها. وتشمل هذه الظروف عوامل متعددة، مثل درجة الحرارة، والرطوبة، والضوء، وجودة التربة، ومستويات التلوث، وهي عوامل يمكن أن تسبب أضراراً بسلامة، ووظائف كل من البيئات الطبيعية، والبيئات الناشئة بفعلٍ بشري.

Environmental Water Demand	الطلب البيئي على المياه	Refers to the amount of water required to sustain healthy ecosystems, including rivers, lakes, wetlands, and the species that depend on them. This concept emphasizes the need to allocate sufficient water resources to maintain ecological balance and biodiversity, alongside human water use.	كمية المياه المطلوبة للحفاظ على سلامة النظم البيئية القائمة، بما في ذلك الأنهار، والبحيرات، والأراضي الرطبة، وكل ما يتعلق بها. ويؤكد هذا المفهوم على ضرورة تحصيص موارد مائية كافية للحفاظ على التوازن البيئي، والتنوع الحيوي، إلى جانب توفير ما يغطي احتياجات الأغراض الأخرى (شرب، ري، صناعة، ...الخ).
Field Sampling	أخذ العينات حقلياً	Involves the collection of samples from a specific location or area in a natural environment for analysis and research. This process is used to gather data on soil, water, vegetation, or other environmental factors to understand conditions, assess quality, and make informed decisions.	أخذ عينات من موقع أو منطقة محددة ضمن بيئة طبيعية ما، بغرض التحليل والبحث. وتُستخدم هذه العملية لجمع بيانات عن التربة أو المياه أو النباتات أو العوامل البيئية الأخرى، من أجل فهم الظروف المسيطرة، وتقييم الجودة، واتخاذ قرارات سليمة.
Field Scale Monitoring	مراقبة على مستوى الحقل	Involves observing and assessing conditions and processes at the scale of an entire agricultural field or environmental area. This approach is used to track variables such as crop growth, soil moisture, and pest activity to manage and optimize field-level practices.	مراقبة وتقييم الظروف السائدة، والعمليات الجارية على نطاق كامل حقل زراعي، أو منطقة بيئية محددة. وتُستخدم هذه الطريقة لتتبع المتغيرات الحاصلة في نمو المحاصيل مثلاً، ورطوبة التربة، ونشاط الآفات المنتشرة، وذلك من أجل تحسين إدارة الممارسات الزراعية المتبعة على مستوى الحقل.
Gravimetric Soil Water Content	قياس محتوى المياه في التربة وزنياً	A measure of the amount of water in the soil, expressed as a percentage of the soil's dry weight. It is determined by weighing soil samples before and after drying them in an oven, providing an accurate estimate of the soil's water content.	قياس كمية الماء في التربة، والتعبير عنها كنسبة مئوية من الوزن الجاف للتربة. ويُحدد ذلك بوزن عينات من التربة قبل وبعد تجفيفها في فرن، وهو ما يساعد في تقدير محتوى التربة من الماء بدقة.

Green-Red Ratio Ripeness Index (GRRI)	مؤشر النضج بناءً على نسبة اللون الأخضر إلى اللون الأحمر	A metric used to assess the ripeness of fruits or crops by comparing the ratio of green to red coloration. It helps in determining the optimal harvest time by evaluating the color changes associated with ripeness.	مقياس يُستخدم لتقييم نضج الفواكه أو المحاصيل عبر مقارنة نسبة اللون الأخضر إلى اللون الأحمر. ويساعد ذلك في تحديد الموعد الأفضل للقطاف أو الحصاد، من خلال تقدير التغيرات اللونية المرتبطة بالنضج.
Ground Control Points (GCPs)	نقاط التحكم الأرضي (GCPs)	Specific, known locations on the Earth's surface with accurately measured coordinates. They are used in geospatial imaging and mapping to align and correct satellite or aerial images, ensuring accurate spatial data and measurements.	مواقع معروفة على سطح الأرض، ومحددة بإحداثيات قيست بدقة. وهي تُستخدم في التصوير الجغرافي المكاني، ورسم الخرائط بغرض اختبار التوافق مع الصور الجوية، أو الصور الملتقطة عبر الأقمار الاصطناعية، والعمل على تصحيحها في حال عدم التوافق، وذلك لضمان دقة البيانات، والقياسات المكانية المسجلة.
High-Resolution Imaging	التصوير عالي الدقة	Refers to the process of capturing detailed and precise images with a high level of clarity and sharpness. This imaging technique provides a greater level of detail, allowing for accurate analysis and interpretation of features in the captured images.	التقاط صور مفصلة ودقيقة بمستوى عالٍ من الوضوح والجودة (الحدة). وتوفر هذه التقنية في التصوير مزيداً من التفاصيل، التي تسمح بتحليل وتفسير المعالم الواقعة ضمن الصور بدقةٍ كبيرة.
Hyperspectral Data	البيانات الطيفية فائقة الدقة	Refers to information collected from sensors that capture a wide spectrum of light across many narrow wavelength bands. This data provides detailed information about the material composition and properties of objects by analyzing their spectral signatures.	البيانات المجمعة من أجهزة الاستشعار، التي تلتقط طيفاً واسعاً من الضوء عبر العديد من النطاقات الضيقة للطول الموجي. وتوفر هذه البيانات معلوماتٍ مفصلة حول تركيب المواد، وخصائصها المختلفة، من خلال تحليل بصماتها الطيفية.

Image Processing	معالجة الصور	Involves the use of algorithms and techniques to enhance, analyze, or manipulate images. This field includes tasks such as filtering, transforming, and extracting information from images to improve their quality or to derive useful data for various applications.	استخدام خوارزميات وتقنيات مختلفة لتحسين جودة الصور، أو تحليلها، أو معالجتها. ويشمل ذلك القيام بمهام عديدة، مثل تنقية الصور، وتحويلها، واستخراج المعلومات منها، بهدف رفع مستوى جودتها، أو استخلاص بيانات مفيدة لاستخدامها في تطبيقات مختلفة.
Image Stitching	تجميع الصور	A process that combines multiple photographic images with overlapping fields of view to create a single, high-resolution panorama or wide-field image. This technique is commonly used to capture large scenes or landscapes that cannot be fully covered by a single shot.	جمع عددٍ من الصور الفوتوغرافية بمجالات رؤية متداخلة، من أجل إنشاء صورة بانورامية واحدة عالية الدقة، أو صورة ذات مجال واسع. وتُستخدم هذه التقنية عادةً لالتقاط مشاهد أو مناظر طبيعية واسعة لا يمكن تغطيتها بالكامل بلقطة واحدة.
Maximum Daily Shrinkage (MDS)	الحد الأقصى للانكماش اليومي (MDS)	Refers to the greatest reduction in size or volume of a material or substance, such as soil or crop biomass, that occurs within a single day. It is often used to monitor changes in water content, plant stress, or soil conditions over time.	أكبر انخفاض في حجم أو كتلة مادة (مثل التربة، أو الكتلة الحيوية للمحاصيل)، يمكن أن يحدث خلال يوم واحد. وعادةً ما يُستخدم هذا المفهوم لمراقبة التغيرات الحاصلة مع مرور الزمن في المحتوى المائي، أو إجهاد النبات، أو الظروف المؤثرة في التربة.
Midday Stem Water Potential (Ψs)	الضغط المائي في ساق النبات في منتصف النهار (Ψs)	Measures the water status of a plant's stem at midday, reflecting the water pressure within the plant. This measurement helps assess the plant's hydration level and overall water stress, which can impact its growth and productivity.	قياس حالة الماء في جذع النبات عند منتصف النهار، وهو يعكس ضغط الماء داخل النبات. ويساعد هذا القياس في تقييم ترطيب النبات، والإجهاد المائي العام، الذي يمكن أن يؤثر في نمو النبات، وإنتاجيته.

Modified Chlorophyll Absorption in Reflectance Index (MCARI1)	مؤشر الانعكاس المعدل لامتصاص الكلوروفيل	A vegetation index used to estimate chlorophyll content and assess plant health. It is derived from spectral reflectance data by adjusting for atmospheric effects and minimizing noise, providing a more accurate measure of chlorophyll levels compared to other indices.	مؤشر يتعلق بالغطاء النباتي، ويُستخدم لتقدير المحتوى اليخضوري (الكلوروفيل) في النبات، وتقييم سلامته. ويتم استنتاج هذا المؤشر من بيانات الانعكاس الطيفي، عن طريق تعديل التأثيرات الجوية، وتقليل تداخلها، مما يوفر قياساً أكثر دقة لمستويات اليخضور مقارنةً بالمؤشرات الأخرى.
(Normalized Difference Red Edge Index)	دليل الفرق المعدل للأطياف الحمراء	A vegetation index used to assess plant health and chlorophyll content by comparing the reflectance of red-edge and near-infrared light. It is particularly effective for detecting subtle changes in plant health and stress that occur in the red-edge region of the spectrum.	مؤشر يرتبط بالغطاء النباتي، فهو يُستخدم لتقييم سلامة النبات، ومحتواه من اليخضور (الكلوروفيل)، من خلال مقارنة انعكاس الضوء الأحمر، والأشعة القريبة من الأشعة تحت الحمراء. وهو فعال بشكل خاص في الكشف عن التغيرات الدقيقة التي تطرأ على سلامة النبات، والإجهاد الذي يحدث مقابل منطقة الحافة الحمراء من الطيف.
(Optimized Soil Adjusted Vegetation Index) (OSAVI)	دليل النباتات المحسن والمعدل حسب نوع التربة	A vegetation index designed to enhance the detection of vegetation health and reduce soil background effects. It improves upon traditional vegetation indices by adjusting for soil reflectance, making it more accurate in various soil conditions.	مؤشر نباتي وُضع لتعزيز التحقق من سلامة الغطاء النباتي، والحد من تأثيرات الخلفية الترابية. وذلك من خلال تحسين مؤشرات الغطاء النباتي التقليدية عبر تعديل الانعكاس من على سطح التربة، مما يجعل هذا المؤشر أكثر دقةً عند وجود ترب مختلفة.
Photogrammetry	التحليل التصويري	The technique of obtaining reliable measurements and creating detailed maps or 3D models from photographic images. It involves analyzing and interpreting photographs taken from different angles to extract spatial information about objects and surfaces.	تقنية يمكن بمساعدتها الحصول على قياسات موثوقة، وانشاء خرائط تفصيلية، أو بناء نماذج ثلاثية الأبعاد اعتماداً على الصور الفوتوغرافية. وهي تتضمن تحليل وتفسير الصور الملتقطة من زوايا مختلفة لاستخراج معلومات مكانية حول الأشياء والأسطح.

Plant Canopy Spectral Response	الاستجابة الطيفية للمجموع الخضري للنباتات	Refers to the way a plant canopy reflects, absorbs, and transmits light across different wavelengths. This response is crucial for understanding plant health, biomass, and growth, as it affects how remote sensing instruments detect and analyze vegetation.	كيفية انعكاس وامتصاص ونقل الغطاء النباتي للضوء عبر أطوال موجية مختلفة. ويُعد ذلك مهماً للإحاطة بسلامة النبات، وكتلته الحيوية، وتطور نموه، حيث إنها تؤثر على كيفية كشف النباتات وتحليلها بواسطة أجهزة الاستشعار عن بُعد.
Plant Density	كثافة النباتات	Refers to the number of plants growing in a specific area or unit of land. It is a key factor in agriculture and ecology, influencing crop yield, plant competition, and overall ecosystem health.	عدد النباتات التي تنمو في منطقة ما، أو في واحدة المساحة من أرض معينة. ويمثل هذا عاملاً رئيسياً في الزراعة والبيئة، حيث إنه يؤثر على إنتاج المحاصيل، وتنافس النباتات (تتنافس النباتات من أجل الفوز بمكان أوسع على الأرض، لكي تحصل على أكبر قدر ممكن من الضوء والغذاء)، وسلامة النظام البيئي بشكلٍ عام.
Postharvest	ما بعد الحصاد	Refers to the period and processes that occur after the harvesting of crops or produce. This includes handling, storage, transportation, and processing activities aimed at maintaining quality, preventing spoilage, and ensuring that the produce reaches consumers in good condition.	الفترة التي تلي حصاد أو جني المحاصيل، إضافةً للعمليات التي تحدث بعد ذلك، متضمنةً المناولة (العملية التي يتم من خلالها نقل السلع داخل مواقع الإنتاج)، والتخزين، والنقل، وجميع النشاطات التي تهدف إلى الحفاظ على جودة المنتجات، ومنع تعرضها للتلف، وضمان وصولها إلى المستهلكين في حالة جيدة.
Preharvest	ما قبل الحصاد	Refers to the period and activities that occur before the harvesting of crops or produce. This includes all practices related to the growth, management, and preparation of crops for harvest, such as irrigation, fertilization, pest control, and monitoring crop maturity.	الفترة التي تسبق حصاد أو جني المحاصيل، إضافةً للعمليات التي تجري خلالها، متضمنةً جميع الممارسات المتعلقة بنمو المحاصيل، وإدارتها، وإعدادها للحصاد، مثل الري، والتسميد، ومكافحة الآفات الزراعية، ومراقبة نضج المحاصيل.

Pruning Wood Mass	كتلة الخشب الناتجة عن التقليم	Refers to the total amount of wood or biomass removed from a plant or tree during pruning. This practice is used to manage plant growth, improve plant health, and enhance fruit or flower production by selectively removing branches or stems.	إجمالي كمية الخشب أو الكتلة الحيوية المزالة من نباتٍ أو شجرة أثناء عملية التقليم (إزالة الأغصان والفروع الزائدة أو غير المرغوب فيها أو المريضة)، وذلك من أجل إدارة نمو النبات، وتعزيز سلامته، وتحسين إنتاج الفاكهة أو الزهور.
Rededge Band	النطاق الأحمر الحدي	Refers to a specific wavelength range in the electromagnetic spectrum, typically found between the red and near-infrared regions. It is used in remote sensing and imaging to assess plant health and vegetation conditions, as it is sensitive to changes in chlorophyll and other plant attributes.	نطاق طول موجي محدد في الطيف الكهرومغناطيسي، ويوجد عادة بين المناطق الحمراء والأشعة تحت الحمراء القريبة. ويُستخدم هذا النطاق في الاستشعار عن بعد والتصوير، بهدف تقييم سلامة النبات وظروف الغطاء النباتي، لأنه حساس للتغيرات التي تحصل في الكلوروفيل (اليخضور)، وغيره من خصائص النبات.
Semi-arid Climate	المُناخ شبه الجاف	A type of climate characterized by low to moderate rainfall, typically between 250 and 500 millimeters (10 to 20 inches) per year. It often features hot summers and mild winters, with vegetation that includes grasslands and drought-resistant shrubs.	هو نوع من أنواع المُناخات، الذي يتميز بمعدلات هطولٍ مطري بين المنخفضة والمعتدلة، وتراوح عادةً 250 و500 ميلليمتر (من 10 إلى 20 بوصة) في العام. وغالباً ما يتميز هذا المُناخ بصيفٍ حار، وشتاءٍ معتدل، مع غطاءٍ نباتي يغلب عليه النباتات الرعوية، والشجيرات المتحملة لظروف الجفاف.
Soil Moisture Estimation	تقدير رطوبة التربة	The process of determining the amount of water present in the soil. This can be achieved using various methods such as direct measurements with soil moisture sensors, or indirect methods like remote sensing and modeling. Accurate soil moisture estimation is crucial for managing irrigation, predicting crop yield, and assessing soil health.	تحديد كمية المياه الموجودة في التربة. ويمكن إجراء ذلك باستخدام طرائق مختلفة، مثل قياس رطوبة التربة في الحقل مباشرةً بوساطة أجهزة استشعار خاصة برطوبة التربة، أو باللجوء لطرائق غير مباشرة مثل الاستشعار عن بعد، والنمذجة. ويُعد تقدير رطوبة التربة بدقة أمراً بالغ الأهمية في إدارة مياه الري، وتقدير غلة المحاصيل، وتقييم سلامة التربة.

Soil Reflectance	الانعكاس من سطح التربة	Refers to the amount of light reflected off the surface of the soil across various wavelengths. This property can be measured using remote sensing or other optical instruments. Soil reflectance provides insights into soil properties such as moisture content, texture, and organic matter, which are useful for agricultural and environmental analysis.	كمية الضوء المنعكس عن سطح التربة عبر أطوال موجية مختلفة. ويمكن قياس هذه الخاصية باستخدام الاستشعار عن بعد، أو بمساعدة أجهزة بصرية. ويوفر انعكاس الضوء عن سطح التربة فهماً أفضل لخصائصها، مثل محتواها من الرطوبة، وملمسها (لتحديد قوامها)، والمواد العضوية فيها. وكلها خصائص تفيد في التحليل الزراعي والبيئي.
Soil Sampling	اعتيان التربة	The process of collecting soil samples from various locations within a field or area to analyze and evaluate soil properties. This process helps determine factors such as nutrient levels, pH, moisture content, and contamination, which are essential for effective soil management, agriculture, and environmental monitoring.	جمع عينات التربة من مواقع مختلفة داخل حقل، أو منطقة ما، من أجل تحديد خصائص التربة، وتحليها وتقييمها. وتساعد هذه العملية في تحديد عوامل مختلفة، مثل مستويات توافر العناصر المغذية في التربة، ودرجة حموضتها (pH)، ومحتواها من الرطوبة، والملوثات فيها، وكلها أمورٌ تُعد ضروريةً لإدارة التربة، والزراعة، والمراقبة البيئية بشكلٍ فعال.
Soil Thermal Properties	الخصائص الحرارية للتربة	Refer to the characteristics of soil that affect its ability to conduct, store, and transfer heat. Properties include thermal conductivity, heat capacity, and thermal diffusivity. Understanding them is important for applications such as soil temperature management, agricultural practices, and climate studies.	خصائص التربة، التي تؤثر في قدرتها على توصيل وتخزين ونقل الحرارة. وتشمل هذه الخصائص التوصيل الحراري، والسعة الحرارية والانتشار الحراري. ويُعد فهم هذه الخصائص مهماً في تطبيقات مختلفة، مثل إدارة درجة حرارة التربة، والممارسات الزراعية، والدراسات المُناخية.

Soil Water Management	إدارة مياه التربة	Involves the practices and techniques used to efficiently manage the water content in soil to optimize plant growth and productivity. This includes activities such as irrigation, drainage, and water conservation strategies designed to maintain adequate soil moisture levels and prevent waterlogging or drought.	الممارسات والتقنيات المستخدمة لإدارة محتوى التربة من المياه بكفاءةٍ عالية، من أجل أنْ يتحسن نمو المزروعات، وتزداد إنتاجيتها. ويتضمن ذلك أنشطة متنوعة، مثل الري والصرف، واستراتيجيات المحافظة على المستويات التصميمية المناسبة من الرطوبة في التربة، بهدف منع حدوث تغدق، أو تعرض للجفاف.
Soil Water Retention	قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه	Refers to the ability of soil to hold and retain water after it has been applied or absorbed. This property is influenced by soil texture, structure, and organic matter content. Effective soil water retention is crucial for maintaining adequate moisture levels for plant growth and reducing the need for frequent irrigation.	قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه بعد أن تُضاف إليها، أو تقوم هي نفسها بامتصاصها. وتتأثر هذه الخاصية ببنية التربة، وقوامها، ومحتواها من المواد العضوية. ويُعد احتفاظ التربة بالمياه بشكلٍ فعال أمراً بالغ الأهمية، للمحافظة على مستويات من الرطوبة تكون كافيةً لنمو النبات، وتقليل الحاجة إلى الري المتكرر.
Soil-Plant-Atmosphere Sensors	مستشعرات التربة والنبات والغلاف الجوي	Devices designed to monitor and measure various environmental parameters across the soil, plant, and atmospheric interfaces. These sensors provide data on soil moisture, plant health, and atmospheric conditions such as temperature and humidity. They are used in precision agriculture to optimize irrigation, manage crop health, and improve overall farm efficiency.	أجهزة استشعار صُممت لمراقبة وقياس العديد من البارامترات (المعايير) البيئية المرتبطة بالعلاقة بين التربة والنبات والغلاف الجوي. وتوفر هذه المستشعرات بيانات عن رطوبة التربة، وسلامة النبات، والظروف الجوية، مثل درجة الحرارة، والرطوبة. وتُستخدم في الزراعة الدقيقة لتحسين إدارة كلٍ من الري، والمحاصيل، وزيادة كفاءة المزرعة بشكلٍ عام.

Spatial Variability	التباين المكاني	Variation or differences in a particular characteristic or parameter across different locations within a given area. In agriculture, this might involve differences in soil properties, crop yields, or moisture levels. Understanding spatial variability is important for effective resource management and optimizing agricultural practices.	التباين أو الاختلاف في سمة أو معلم معين في مواقع متعددة ضمن منطقة بعينها. ففي الزراعة مثلاً يمكن لخصائص التربة، أوغلة المحاصيل، أو مستويات الرطوبة أن تختلف من موقع لآخر داخل الحقل الواحد. ويُعد فهم التباين المكاني أمراً هاماً في أن تكون إدارة الموارد أكثر فاعلية، وفي أن تتحسن الممارسات الزراعية المطبقة.
Spectral Calibration	المعايرة الطيفية	The process of adjusting and correcting the spectral data from a sensor to ensure accurate and consistent measurement of light across different wavelengths. This calibration is essential for converting raw spectral data into reliable information about the composition and properties of materials or objects being analyzed.	ضبط وتصحيح بيانات المستشعر الطيفية من أجل ضمان قياس دقيق ومتسق للضوء عبر أطوال موجية مختلفة. وتُعد هذه العملية (المعايرة) ضروريةً لتحويل البيانات الطيفية الخام إلى معلومات موثوق بها، حول مكونات وخصائص المواد، أو الأشياء التي يجري تحليلها.
Spectral Confusion	تشويش طيفي	Occurs when different materials or objects exhibit similar or overlapping spectral reflectance patterns, making it difficult to distinguish between them using spectral data. This can lead to inaccuracies in remote sensing and spectral analysis, as similar reflectance values can be misinterpreted as the same material or condition.	إظهار المواد أو الأشياء أنماطاً متشابهةً أو متداخلةً من الانعكاس الطيفي، مما يجعل من الصعب التمييز بينها باستخدام البيانات الطيفية. وقد يؤدي هذا إلى عدم دقة في الاستشعار عن بُعد، وفي التحليل الطيفي، حيث تُفسر خطأً قيم الانعكاس المتشابهة، باعتبار أنها تمثل نفس المادة أو الحالة.
Spectroradiometer	مقياس الطيف الإشعاعي	An instrument used to measure the intensity and distribution of light across various wavelengths in the electromagnetic spectrum. It provides precise spectral data crucial for applications in remote sensing, environmental monitoring, and material analysis.	جهاز يُستخدم لقياس شدة الضوء وتوزيعه عبر أطوال موجية مختلفة في الطيف الكهرومغناطيسي. وهو يوفر بيانات طيفية دقيقة هامة في تطبيقات الاستشعار عن بُعد، وفي مراقبة البيئة، وتحليل المواد.

Statistical Metrics	المقاييس الإحصائية	Quantitative measures used to summarize, describe, and evaluate data. These metrics include mean, median, standard deviation, variance, and correlation, among others, and are essential for analyzing data patterns, trends, and relationships in various fields like economics, science, and engineering.	مقاييس كمية تُستخدم لتلخيص البيانات ووصفها وتقييمها. ومن هذه المقاييس المتوسط الحسابي، والوسيط، والانحراف المعياري، والتباين، والارتباط، و...الخ. وهي ضرورية لتحليل أنماط البيانات، والاتجاهات، والعلاقات في مجالاتٍ مختلفة، مثل الاقتصاد، والعلوم، والهندسة.
Structure from Motion (SfM)	تحليل البنية من الحركة (SfM)	A photogrammetric technique used to create 3D models of objects or environments by analyzing a series of 2D images taken from different angles. SfM estimates the 3D structure and camera positions simultaneously, making it a powerful tool in fields like archaeology, geology, and remote sensing.	تقنية تصوير ضوئي (فوتوغرامتري) تُستخدم لإنشاء نماذج ثلاثية البعد للأشياء أو البيئات من خلال تحليل سلسلة من صور ثنائية الأبعاد ملتقطة من زوايا مختلفة. وتعمل تقنية التصوير الفوتوغرامتري بتقدير البنية ثلاثية الأبعاد بالتزامن مع مواضع الكاميرا، مما يجعلها أداة قوية في مجالات مختلفة مثل علم الآثار، والجيولوجيا، والاستشعار عن بعد.
Surface Soil Water Content (SWC)	محتوى الرطوبة في التربة السطحية	Refers to the amount of water present in the top layer of the soil, typically the uppermost few centimeters. SWC is a critical parameter for understanding soil moisture dynamics, influencing plant growth, irrigation needs, and hydrological processes.	كمية المياه الموجودة في طبقة سطحية من مقطع التربة، تبلغ سماكتها بضع سنتيمترات. ويُعد معامل رطوبة التربة بارامتراً بالغة الأهمية لفهم ديناميكيات رطوبة التربة، التي تؤثر عادةً على نمو النباتات، واحتياجات الري، والعمليات الهيدرولوجية.
Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI)	دليل جفاف النبات بناءً على درجة الحرارة و الغطاء النباتي 1(TVDI)	A remote sensing index that combines land surface temperature and vegetation indices to assess drought conditions and vegetation dryness. It helps in evaluating the extent of moisture stress on vegetation and provides insights into agricultural and hydrological conditions.	مؤشر استشعار عن بعد، يجمع بين درجة حرارة سطح الأرض، ومؤشرات الغطاء النباتي، من أجل تقييم ظروف الجفاف عموماً، وجفاف الغطاء النباتي خصوصاً. وهو يساعد في تقييم تأثير الإجهاد الرطوبي على الغطاء النباتي، ويوفر فهماً أعمق للظروف الزراعية والهيدرولوجية.

Temporal Variability	التباين الزمني	Refers to changes or fluctuations in a particular characteristic or parameter over time. This concept is important in fields like meteorology, agriculture, and environmental science, where understanding how variables such as temperature, precipitation, or crop yields change over time can inform better management and forecasting.	التغيرات أو التقلبات التي تطرأ مع مرور الوقت على خاصية أو بارامتر معين. ويُعد هذا المفهوم مهماً في مجالات كثيرة، مثل الأرصاد الجوية، والزراعة، والعلوم البيئية، حيث يمكن من خلاله فهم كيفية تغير بارامترات محددة مع الزمن، من قبيل درجة الحرارة، أو هطول الأمطار، أو إنتاج المحاصيل، بحيث يمكن تحسين الإدارة والتنبؤ.
Texture Temperature Vegetation Dryness Index (TTVDI)	دليل الجفاف بناءً على درجة الحرارة والغطاء النباتي و القوام	An advanced remote sensing index that integrates land surface temperature, vegetation indices, and texture measures to evaluate soil moisture and vegetation health. It enhances the assessment of drought conditions by incorporating spatial texture information, providing a more detailed analysis of vegetation dryness and moisture stress.	مؤشر استشعار عن بعد متقدم يدمج درجة حرارة سطح الأرض، ومؤشرات الغطاء النباتي، القوام، بهدف الى تقييم رطوبة التربة، وسلامة الغطاء النباتي. ويمكن من خلال هذا المؤشر تعزيز إمكانية تقييم ظروف الجفاف من خلال دمج معلومات القوام المكانية، وهو ما يساعد في إنجاز تحليل أكثر تفصيلاً لجفاف الغطاء النباتي، والإجهاد الرطوبي.
Thermal Conductivity	الموصلية الحرارية	A physical property that measures a material's ability to conduct heat. It is defined as the amount of heat transferred through a unit thickness of the material per unit area and per unit temperature gradient. High thermal conductivity indicates that the material efficiently transfers heat, while low thermal conductivity means it is a poor conductor.	خاصية فيزيائية تعبر عن قدرة المادة على توصيل الحرارة. وتُعرَّف بأنها معدل انتقال الحرارة خلال وحدة طول من المادة، بمساحة تساوي واحدة المساحة، مقابل فرق في درجة الحرارة يساوي درجة واحدة. وتشير الموصلية الحرارية العالية إلى أن المادة تنقل الحرارة بكفاءة، في حين تشير الموصلية الحرارية المنخفضة إلى أن المادة ناقل ضعيف للحرارة، أو موصل رديء.

Thermal Imagery	الصور الحرارية	Refers to images captured using thermal imaging technology,that detects and visualizes the heat emitted by objects. This type of imagery highlights temperature variations and is used in various applications, including detecting heat leaks, monitoring equipment, and analyzing temperature distribution in environmental studies.	الصور الملتقطة باستخدام تقنية التصوير الحراري (تستعمل الأشعة تحت الحمراء)، التي تكشف الحرارة المنبعثة من الأجسام وتقوم بتحويلها إلى إشارات كهربائية، ثم تقوم بتعيين لون محدد لكل إشارة وعرضه على شاشة الكاميرا الحرارية. ويسلط هذا النوع من الصور الضوء على الاختلافات في درجات الحرارة، وهو يُستخدم في تطبيقات مختلفة، منها معدات المراقبة، والكشف عن تسربات الحرارة، إضافةً لتحليل توزع درجات الحرارة في الدراسات البيئية.
Thermal Infrared (TIR) Sensor	مستشعر الأشعة تحت الحمراء الحرارية (TIR)	A device that detects and measures infrared radiation (heat) emitted by objects. Operating in the thermal infrared spectrum, these sensors capture temperature variations across surfaces, making them essential in applications like environmental monitoring, agriculture, and thermal imaging for detecting heat patterns and anomalies.	جهاز للكشف عن الأشعة تحت الحمراء (الحرارة) المنبعثة من الأجسام، وقياسها. يعمل في طيف الأشعة تحت الحمراء الحرارية، ويلتقط التغيرات في درجات الحرارة عبر الأسطح، مما يجعله ضرورياً في تطبيقات، مثل مراقبة البيئة، والزراعة، وفي التصوير الحراري للكشف عن أنماط الحرارة وعيوبها.
Thermal Infrared Emissivity	انبعاثية الأشعة تحت الحمراء الحرارية	A measure of an object's ability to emit infrared radiation relative to that of an ideal blackbody at the same temperature. It is a critical factor in thermal imaging and remote sensing, as it affects the accuracy of temperature measurements and heat detection in various materials and surfaces.	مقياس يعبر عن قدرة الجسم على إصدار الأشعة تحت الحمراء مقارنةً بالأشعة الصادرة عن جسم أسود مثالي عند درجة الحرارة نفسها. وهو عامل حاسم في التصوير الحراري والاستشعار عن بعد، لأنه يؤثر في دقة قياسات درجة الحرارة، والكشف عن الحرارة في مختلف المواد والأسطح.

Topographic GNSS Receiver	جهاز استقبال GNSS للمسح الطبوغرافي	A device used to accurately determine geographic positions and elevations using Global Navigation Satellite System (GNSS) signals. It is commonly used in topographic surveys and mapping to provide precise location data and elevation measurements, which are crucial for creating detailed and accurate terrain maps.	جهاز لتحديد المواقع والارتفاعات الجغرافية بدقة، وذلك عن طريق إشارات النظام العالمي للملاحة عبر الأقمار الصناعية (GNSS). وعادةً ما يُستخدم هذا الجهاز في المسوحات الطبوغرافية، ورسم الخرائط، من أجل توفير بيانات دقيقة للمواقع وقياس ارتفاعاتها، من هنا فهو ضروري لإنشاء خرائط تضاريس مفصلة ودقيقة (خرائط طبوغرافية).
Tree Biomass	الكتلة الحيوية للأشجار	Refers to the total mass of living and dead organic matter within a tree, including its trunk, branches, leaves, and roots. It is an important measure for assessing the tree's growth, carbon sequestration capacity, and overall ecological impact.	مجموع كتلة المواد العضوية الحية والميتة في شجرة، بما في ذلك الجذع، والأغصان، والأوراق، والجذور. ويُعد هذا مقياساً هاماً لتقييم نمو الشجرة، وقدرتها على تخزين الكربون، إضافةً لإجمالي تأثيرها في البيئة المحيطة.
Tree Vigor	حيوية الشجرة	Refers to the overall health and vitality of a tree, including its growth rate, leaf density, and resistance to diseases and pests. It is an important indicator of a tree's ability to thrive and adapt to environmental conditions, and it impacts the tree's productivity and longevity.	حالة الصحة العامة والحيوية للشجرة. ويشمل ذلك معدل نموها، وكثافة أوراقها، وتحملها للأمراض والآفات. وهي مؤشر مهم لقدرة الشجرة على النمو، والتكيف مع الظروف البيئية المحيطة، وبالتالي التأثير على إنتاجيتها، وطول عمرها.
Tree Water Status	حالة المياه في الشجرة	Refers to the condition of water availability and usage within a tree. It includes measurements of soil moisture, water uptake, and internal water content, which are critical for understanding a tree's hydration levels, stress responses, and overall health.	حالة توافر المياه واستخدامها من قبل الشجرة. ويشمل ذلك قياسات رطوبة التربة، وامتصاص الشجرة للمياه، ومحتواها هي نفسها من الماء، ويتعد هذه القياسات بالغة الأهمية لفهم مستويات ترطيب الشجرة، واستجاباتها للإجهادات المؤثرة، وصحتها العامة.

TRRVI (Transformed Red Range Vegetation Index)	مؤشر النطاق الأحمر المحول للنباتات	A vegetation index used in remote sensing to assess plant health and biomass. It is designed to enhance the sensitivity of vegetation detection by transforming the standard red range vegetation index to improve its ability to differentiate between vegetation and non-vegetation features.	مؤشر غطاء نباتي يُستخدم في الاستشعار عن بعد لتقييم سلامة النبات، وكتلته الحيوية. وقد صُمم لتعزيز حساسية كشف الغطاء النباتي من خلال تحويل مؤشر الغطاء النباتي القياسي ذي النطاق الأحمر، لتحسين قدرته على التمييز بين السمات النباتية وغير النباتية.
Unmanned Aerial Vehicle (UAV)	الطائرة بدون طيار (UAV)، المعروفة أيضاً بالدرون	Commonly known as a drone, is an aircraft operated without a human pilot onboard. UAVs are used for a range of applications including aerial photography, surveillance, agricultural monitoring, and scientific research. They are equipped with various sensors and cameras to collect data and perform tasks remotely.	طائرات تُشغل دون وجود طيار بشري على متنها وتُستخدم في مجموعة من التطبيقات، منها التصوير الجوي، والمراقبة، والرصد الزراعي، والبحث العلمي. وهي مجهزة بأجهزة استشعار، وآلات تصوير مختلفة لجمع البيانات، وأداء الكثير من المهمات عن بُعد.
Vapor Pressure Deficit (VPD)	عجز ضغط البخار (VPD)	A measure of the difference between the amount of moisture in the air and the maximum amount of moisture the air can hold at a given temperature. It is an important indicator of plant water stress and atmospheric dryness, influencing plant transpiration and growth.	الفرق بين كمية الرطوبة في الهواء، والحد الأقصى لكمية الرطوبة التي يمكن للهواء أن يحتفظ بها عند درجة حرارة معينة. وهو مؤشر مهم لإجهاد النبات المائي، وجفاف الغلاف الجوي، مما يؤثر على النتح من أوراق النبات ونموه.
Vegetation Pigments	الصبغات النباتية	The natural substances found in plants that absorb light and play key roles in photosynthesis and plant coloration. Common pigments include chlorophyll, carotenoids, and anthocyanins, each contributing to the plant's ability to capture sunlight and their visible color.	مواد طبيعية توجد في النباتات، وتعمل على امتصاص الضوء، الذي يساعدها في أن تلعب دوراً رئيسياً في عملية التمثيل الضوئي وتلون النبات. وتشمل هذه المواد الصبغات الشائعة الكلوروفيل والكاروتينات والأنثوسيانين، حيث يسهم كلّ منها في تعزيز قدرة النبات على التقاط ضوء الشمس، واكتساب لونه الخاص.

Vicarious Calibration	المعايرة البديلة	A process used to adjust and validate the accuracy of remote sensing instruments by comparing their measurements with those obtained from ground-based observations or known reference standards. This method helps to correct for systematic errors and ensure that satellite or aerial sensors provide reliable data.	هي عملية تُستخدم لضبط والتحقق من دقة أدوات الاستشعار عن بُعد من خلال مقارنة قياساتها بتلك التي يتم الحصول عليها من الملاحظات الأرضية أو المعايير المرجعية المعروفة. تساعد هذه الطريقة في تصحيح الأخطاء النظامية وضمان أن توفر أجهزة الاستشعار الفضائية أو الجوية بيانات موثوقة.
Wilting Point	حد الذبول	The soil moisture level at which plants can no longer extract sufficient water from the soil, leading to wilting and potential plant stress. It represents the lowest amount of water in the soil that still allows plants to . survive but not thrive.	مستوى رطوبة التربة الذي لا تستطيع النباتات عنده امتصاص كمية كافية من الماء الموجود في التربة، مما يؤدي إلى ذبول النبات ووقوعه تحت الإجهاد المائي. وهو بذلك يمثل أقل كمية من الماء موجودة في التربة وتسمح للنباتات بالبقاء على قيد الحياة، لكن لا تسمح لها بالنمو.
Yield Estimation	تقدير الغلة	The process of predicting the amount of crop or produce that will be harvested from a given area. This involves analyzing various factors such as crop growth, weather conditions, soil quality, and agricultural practices to forecast the expected yield.	التنبؤ بكمية المحصول أو الإنتاج الذي سيُحصد من منطقة محددة، وتتضمن عملية التنبؤ تحليل عوامل مختلفة، مثل نمو المحصول، وظروف الطقس، وجودة التربة، والممارسات الزراعية المطبقة، وذلك من أجل توقع العائد المحتمل.
Yield Prediction	التنبؤ بالغلة	The process of forecasting future crop production based on various factors such as historical data, current conditions, and environmental variables. It utilizes models and algorithms to estimate the quantity of crops or produce that can be expected from a specific area in the future.	التنبؤ بالإنتاج المستقبلي للمحاصيل، بالاعتماد على عوامل مختلفة، مثل البيانات التاريخية، والظروف الحالية والمتغيرات البيئية. ويجري ذلك باستخدام نماذج وخوارزميات لتقدير كمية المحاصيل أو الإنتاج الذي يمكن توقعه مستقبلاً من منطقة ما.

Drought Monitoring, Prediction, and Projection using Nasa earth system data [5]

(مراقبة الجفاف، والتنبؤ به، وتوقعاته باستخدام بيانات نظام الأرض التابع لناسا).

The applications of drought monitoring, prediction, and projection involve utilizing NASA Earth System Data to monitor current drought conditions, predict their development, and provide accurate future projections.

(تشمل تطبيقات مراقبة الجفاف، والتنبؤ به، وتوقعه استخدام بيانات نظام الأرض من ناسا لمراقبة حالة الجفاف الحالية، وتوقع تطورها، وتقديم التوقعات المستقبلية الدقيقة حولها).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Abnormal Dryness	جفاف غير طبيعي	A condition where moisture levels are significantly below normal leading to unusually dry conditions that can impact agriculture water supply, and ecosystems.	حالة يكون فيها مستوى الرطوبة أقل بكثير من معدلها الطبيعي، مما يؤدي إلى ظروف جفاف غير معتادة يمكن أن تؤثر في القطاع الزراعي، وإمدادات المياه، والأنظمة البيئية القائمة.
Agricultural Drought	جفاف زراعي	A period when soil moisture is insufficient to support crop. growth	فترة تكون فيها رطوبة التربة غير كافية لتعزيز نمو المحاصيل.
Drought Indices	أدلة الجفاف	Tools used to measure and monitor the severity, duration, and impact of drought on the environment, agriculture, and water resources.	أدوات تُستخدم لقياس ومراقبة شدة ومدة وتأثير الجفاف على البيئة والزراعة وموارد المياه.
Drought Intensity	شدة الجفاف	A measure that quantifies the severity of drought by analyzing the degree of deviation from normal precipitation and water availability over a specific period	مقياس يحدد مدى حدة الجفاف من خلال تحليل درجة الانحراف عن هطول الأمطار الطبيعي وتوفر المياه خلال فترة زمنية معين
Enhanced Thematic Mapper (ETM+)	الماسح الغرضي المحسن	An advanced sensor (aboard the Landsat 7 satellite) that captures high-resolution multispectral images for the purpose of monitoring the environment and land use.	جهاز استشعار متقدم (موجود على متن القمر الاصطناعي لاندسات 7) يلتقط صوراً متعددة الأطياف بدقة عالية، بهدف مراقبة البيئة واستخدامات الأراضي.

[5] NASA Applied Sciences, "ARSET - Drought Monitoring, Prediction, and Projection using NASA Earth System Data," NASA , n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-drought-monitoring-prediction-and-projection-using-nasa-earth.

Enhanced Vegetation Index (EVI)	دليل الغطاء النباتي (EVI) المعزز	An index that measures vegetation health based on satellite data.	مؤشر يقيس سلامة الغطاء النباتي بناءً على بيانات الأقمار الاصطناعية.
Evaporative Stress Index (ESI)	الدليل القياسي لإجهاد التبخر	Measures the stress on vegetation due to water loss through. evaporation	مؤشر يقيس الإجهاد الذي يتعرض له الغطاء النباتي نتيجة فقدان الماء بالتبخر.
Exceptional Dryness	جفاف استثنائي	A severe and prolonged period of unusually low moisture levels often leading to drought conditions and significant impacts on ecosystems and water resources.	فترة طويلة من انخفاض مستويات الرطوبة بشكل غير عادي، مما يؤدي غالباً إلى ظروف جفاف شديدة، مصحوبةً بتأثيرات كبيرة على النظم البيئية السائدة، وموارد المياه.
Extreme Dryness	جفاف متطرف	A critical level of drought that severely affects ecosystems.	مستوى حرج من الجفاف يؤثر بشدة على النظم البيئية القائمة.
Hydrological Drought	جفاف هيدرولوجي	A type of drought characterized by reduced water levels in rivers, lakes, reservoirs, and groundwater due to prolonged periods of below-average precipitation.	نوع من الجفاف يتميز بانخفاض مستويات المياه في الأنهار والبحيرات والخزانات (بحيرات السدود)، وطبقات المياه الجوفية نتيجة هطول الأمطار لفترات طويلة بمعدلات أقل من معدلاتها المعتادة.
Land Surface Water Index (LSWI)	دليل مياه سطح الأرض (LSWI)	A remote sensing index used to assess moisture content in vegetation and soil, often employed to monitor drought and flooding conditions.	مؤشر يعتمد على الاستشعار عن بُعد لتقييم محتوى الرطوبة في النباتات، والتربة، ويُستخدم عادةً لمراقبة حالات الجفاف والفيضانات.
Meteorological Drought	جفاف مُناخي	A drought characterized by a prolonged period of below-average precipitation, indicating a deficit in moisture relative to normal climatic conditions	جفاف يتميز بفترة زمنية طويلة يكون فيها هطول الأمطار أقل من المتوسط، مما يؤدي إلى نقص في الرطوبة مقارنةً بالظروف المُناخية الطبيعية.
Moderate Dryness	جفاف معتدل	A condition where moisture levels are slightly below average, leading to mild impacts on vegetation and water resources but not as severe as drought.	حالة تكون فيها مستويات الرطوبة أقل من المتوسط بقليل، مما يؤدي إلى تأثيرات خفيفة على الغطاء النباتي، وموارد المياه، لكنها ليست شديدة كما في حالة الجفاف.
Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)	مطياف تصوير إشعاعي متوسط الدقة	A satellite sensor that captures multispectral data to monitor Earth's climate, land, and oceans.	جهاز استشعار موجود في الأقمار الاصطناعية، يلتقط بيانات طيفية لمراقبة مُناخ الكرة الأرضية، والأراضي، والمحيطات.

Multi Spectral Scanner	الماسح متعدد الأطياف	A device that captures data across multiple wavelengths for analysis.	جهاز يلتقط البيانات عبر أطوال موجية متعددة للتحليل.
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	دليل التباين الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI)	An index used to measure the health of vegetation by analyzing the difference between the reflected radiation in the red and near-infrared spectra, used to monitor changes in plant growth over time using satellite data.	مؤشر يُستخدم لقياس سلامة الغطاء النباتي، من خلال تحليل الفرق بين الإشعاع المنعكس في الأطياف الحمراء، والأشعة القريبة من الأشعة تحت الحمراء، إضافةً لمراقبة التغيرات في نمو النباتات عبر الزمن، وذلك بمساعدة بيانات تسجلها الأقمار الاصطناعية.
Normalized Difference Water Index (NDWI)	دليل التباين الطبيعي للمياه (NDWI)	An index used to monitor water content in vegetation and detect water bodies, calculated by analyzing the difference between near-infrared and green light reflected by surfaces, often used in remote sensing.	مؤشر يُستخدم عادةً في الاستشعار عن بُعد، لمراقبة محتوى النباتات من الماء، وكشف المسطحات المائية، ويتم حسابه بتحليل الفرق بين الأشعة القريبة من الأشعة تحت لحمراء، والضوء الأخضر المنعكس عن الأسطح.
Operational Land Imager (OLI &OLI2)	مستشعر تشغيلي لتصوير الأرض (OLI-2 & OLI)	Instruments aboard the Landsat 8 and Landsat 9 satellites, respectively, used for capturing high-resolution images of Earth's surface across multiple spectral bands	أجهزة توجد على متن القمرين الاصطناعيين لاندسات 8، ولاندسات 9 على التوالي، وهي تُستخدم لالتقاط صور عالية الدقة لسطح الأرض عبر نطاقات طيفية متعددة.
Paleoclimate Data	بيانات المُناخ القديم	Information about past climate conditions derived from natural records such as ice cores, tree rings, and sediment layers, used to understand historical climate patterns and changes.	معلومات عن الظروف المُناخية التي سادت في العصور القديمة، تُستمد بالاستناد على سجلات دونتها الطبيعة، مثل نوى الجليد (اللب الجليدي)، وحلقات الأشجار، وطبقات الرواسب، وتُستخدم هذه المعلومات لفهم الأنماط والتغيرات التاريخية للمُناخ.
Palmer Drought Severity Index (PDSI)	دليل بالمر لقياس شدة الجفاف	An index that quantifies drought severity based on precipitation and temperature.	مؤشر يقيس شدة الجفاف بناءً على هطول الأمطار، ودرجة الحرارة.
Severe Dryness	جفاف شديد	state where moisture levels are critically low, resulting in serious impacts on agriculture, ecosystems, and water availability	حالة من حالات الجفاف تكون فيها مستويات الرطوبة منخفضةً بشكل حاد، بحيث ينجم عنها تأثيرات خطيرة على الزراعة والنظم البيئية السائدة، وتوافر المياه.

Socioeconomic Drought	الجفاف الاقتصادي والاجتماعي	A type of drought that occurs when the demand for water and other resources exceeds the supply due to prolonged dry conditions, leading to significant economic and social impacts, such as reduced agricultural production, higher food prices, and water Shortages.	نوع من الجفاف يحدث عندما يتجاوز الطلب على المياه، والموارد الأخرى الإمدادات المتاحة منها، وذلك بسبب فترات جفاف طويلة، مما يؤدي إلى تأثيرات اقتصادية واجتماعية كبيرة، مثل انخفاض الإنتاج الزراعي، وارتفاع أسعار الغذاء، ونقص المياه.
Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)	دليل الغطاء النباتي المعدل حسب التربة (SAVI)	A vegetation index used to estimate vegetation health and density while minimizing the influence of soil brightness and background effects, particularly in areas with sparse vegetation.	مؤشر يُستخدم لتقدير سلامة الغطاء النباتي وكثافته، الناتجين عن تقليل تأثير سطوع التربة، وعوامل أخرى، ولاسيما في المناطق ذات الغطاء النباتي الضليل.
Standardized Precipitation Index (SPI)	دليل الهطول المطري المعياري	An index used to assess precipitation anomalies and drought severity by comparing current precipitation levels to historical averages over various time periods	مؤشر يُستخدم لتقييم الانحرافات في الهطول المطري وشدة الجفاف من خلال مقارنة كميات الهطول الحالية بالمتوسطات التاريخية على مدى فترات زمنية مختلفة.
Temperature Condition Index (TCI)	دليل حالة درجة الحرارة (TCI)	An index used to evaluate how temperature deviations affect certain conditions, like agricultural productivity or energy needs	مؤشر يُستخدم لتقييم كيفية تأثير انحرافات درجات الحرارة على ظروفٍ منطقةٍ ما، مثل الإنتاجية الزراعية، أو الاحتياجات من الطاقة
Thematic Mapper (TM)	الماسح الطيفي الغرضي (TM)	An imaging sensor used on satellites, particularly the Landsat series, to capture detailed multispectral images of Earth's surface for various applications like land use mapping, environmental monitoring, and resource management.	جهاز تصوير يُستخدم من على الأقمار الاصطناعية، ولا سيما سلسلة أقمار لاندسات، لالتقاط صور متعددة الأطياف لتفاصيل سطح الأرض تلبيةً لأغراضٍ مختلفة مثل رسم خرائط استخدامات الأراضي، ومراقبة البيئة، وإدارة الموارد.
Vegetation Condition Index (VCI)	دليل حالة النبات (VCI)	An index used to assess the health and condition of vegetation by comparing current vegetation data to historical norms, often used in agricultural monitoring and drought assessment.	مؤشر يُستخدم لتقييم حالة الغطاء النباتي وسلامته، من خلال مقارنة بيانات الغطاء النباتي الراهنة بمعايير تاريخية. وغالباً ما يُستخدم هذا المؤشر في مراقبة أحوال الزراعة، وتقييم الجفاف.

Vegetation Drought Response Index (VegDRI)	دليل استجابة النباتات للجفاف (VegDRI)	An index that assesses drought impact on vegetation by combining satellite data with climate and soil moisture information.	مؤشر يقيم تأثير الجفاف على النباتات من خلال دمج بيانات الأقمار الصناعية مع معلومات المناخ ورطوبة التربة.
Vegetation Health Index (VHI)	دليل صحة النباتات (VHI)	A measure that combines vegetation condition and thermal stress data to assess overall vegetation health and monitor drought impacts.	ممقياس يجمع بين حالة الغطاء النباتي، وبيانات الإجهاد الحراري، وذلك بهدف تقييم السلامة العامة للغطاء النباتي، ومراقبة آثار الجفاف.
Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)	مجموعة أجهزة التصوير بالأشعة المرئية، والأشعة تحت الحمراء (VIIRS)	A satellite sensor that captures high-resolution images in visible and infrared wavelengths to monitor Earth's surface for applications in weather forecasting, environmental monitoring, .and climate research	مستشعر قمر اصطناعي يلتقط صوراً عالية الدقة بأطوال موجية مرئية، وأشعة تحت الحمراء، لمراقبة سطح الأرض من أجل التطبيقات المستخدمة في مجال التنبؤ بأحوال الطقس، ومراقبة أوضاع البيئة، وتنفيذ الأبحاث المرتبطة المُناخ.
Water Requirement Satisfaction Index (WRSI)	دليل تلبية الاحتياجات المائية (WRSI)	A metric that evaluates the sufficiency of water supplied to crops during the growing season, by comparing the actual water received to the crop's water needs.	مقياس لتقييم مدى كفاية المياه المقدمة للمحاصيل خلال مواسم نموها، من خلال مقارنة المياه الفعلية المقدمة لها، مع احتياجاتها من المياه.

Flood monitoring, management, & modeling using remote sensing[6, 7,8]

(مراقبة وادارة الفيضانات ونمذجتها باستخدام الاستشعار عن بُعد).

The applications of ARSET for monitoring and modeling floods using Earth observations involve utilizing satellite data to track flood events, create flood models, and improve flood prediction and management strategies.

(تتضمن تطبيقات ARSET لمراقبة ونمذجة الفيضانات باستخدام القراءات الأرضية استخدام بيانات الأقمار الاصطناعية لتعقب أحداث الفيضانات، وإنشاء نماذج للفيضانات، وتحسين استراتيجيات التنبؤ الفيضانات، وإدارتها).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Advanced Rapid Imaging and Analysis (ARIA)	نظام التصوير والتحليل السريع المتقدم (ARIA)	A system that uses satellite imaging and data analysis techniques to quickly assess natural disasters and emergency events, such as earthquakes and floods.	نظام يستخدم تقنيات التصوير الفضائي، وتحليل البيانات لتقييم الكوارث الطبيعية، والأحداث الطارئة بسرعة، مثل الزلازل والفيضانات.
ALOS-2	القمر الاصطناعي الياباني المتقدم لرصد الأرض (ALOS-2)	A Japanese satellite launched by JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) equipped with Synthetic Aperture Radar (SAR). It is designed for high-resolution Earth observation, including monitoring land deformation, natural disasters, and environmental changes	قمر اصطناعي ياباني مزود برادار (SAR) أطلقته وكالة استكشاف الفضاء اليابانية (JAXA)، وقد صُمم للمراقبة الدقيقة للأرض، بما في ذلك مراقبة التشوهات الأرضية، والكوارث الطبيعية، والتغيرات البيئية التي تتعرض لها.
Cloud Computing	الحوسبة السحابية	The delivery of computing services, such as servers, storage, databases, and software, over the internet, allowing users to access and manage these resources on-demand without the need for local infrastructure.	تقديم خدمات الحوسبة، مثل الخوادم والتخزين وقواعد البيانات والبرمجيات عبر شبكة الإنترنت، مما يتيح للمستخدمين الوصول إلى هذه الموارد عند الطلب وإدارتها دون الحاجة لوجود بنية تحتية محلية.

[6] NASA Applied Sciences, "ARSET - Monitoring and Modeling Floods using Earth Observations," NASA, n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-monitoring-and-modeling-floods-using-earth-observations.

[7] NASA Applied Sciences, "ARSET - Monitoring Urban Floods Using Remote Sensing," NASA, n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-monitoring-urban-floods-using-remote-sensing.

[8] NASA Applied Sciences, "ARSET - NASA Remote Sensing Observations for Flood Management," NASA, n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-nasa-remote-sensing-observations-flood-management.

Detection of Inundated Vegetation	الكشف عن النباتات المغمورة بالماء	Identifying areas where vegetation is submerged under water using remote sensing, especially Synthetic Aperture Radar (SAR)	تحديد المناطق التي تكون فيها النباتات مغمورة بالمياه باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، ولاسيما الرادار SAR
Differential Absorption LIDAR	ليدار الامتصاص التفاضلي	Technology that uses lasers to measure gas concentrations in the atmosphere by comparing light absorption at different wavelengths. This technique is used for air quality analysis and pollution studies.	تقنية تستخدم الليزر لقياس تراكيز الغازات في الغلاف الجوي من خلال مقارنة امتصاص الضوء في أطوال موجية مختلفة. وتُستخدم هذه التقنية لتحليل جودة الهواء، والقيام بدراسات حول التلوث.
Doppler LIDAR	ليدار دوبلر	Technology that uses lasers to measure the speed of moving objects or particles in the air by analyzing changes in the frequency of the reflected light. This technique is commonly used in studying wind movement and weather conditions.	تقنية تستخدم الليزر لقياس سرعة حركة الأجسام أو الجسيمات في الهواء عن طريق تحليل التغير في تردد الضوء المنعكس. وتُستخدم هذه التقنية بشكل شائع في دراسة حركة الرياح، وأحوال الطقس.
Extreme Rainfall Detection System (ERDS)	نظام كشف الأمطار الغزيرة (ERDS)	A specialized monitoring system designed to detect and provide early warnings of extreme rainfall events. ERDS utilizes various technologies, including weather radar, satellite imagery, and ground-based sensors, to measure precipitation intensity, distribution, and duration.	نظام مراقبة متخصص مصمم للكشف المبكر عن حالات هطول الأمطار الغزيرة، وتوفير التحذيرات اللازمة. و يستخدم نظام ERDS تقنيات متعددة، بما في ذلك رادار الطقس، وصور الأقمار الاصطناعية، وأجهزة الاستشعار الأرضية، لقياس شدة الهطول، وتوزعه، ومدته.
Flood Extent Mapping	رسم خرائط المناطق المتأثرة بالفيضانات	Determining and mapping the spatial extent of flood-affected areas using SAR data.	تحديد المناطق المتأثرة بالفيضانات، ورسم خريطة لها باستخدام بيانات الرادار SAR.
Flood Management	إدارة الفيضانات	The process of planning and implementing measures to reduce flood risk and mitigate its impacts, including flood forecasting, protection infrastructure, emergency response, and recovery planning.	تخطيط وتنفيذ التدابير الهادفة للتقليل من مخاطر الفيضانات، والتخفيف من آثارها، بما في ذلك التنبؤ بحدوثها، وحماية البنى التحتية، والاستجابة لحالات الطوارئ، والتخطيط للتعافي.
Flood Mapping	رسم خرائط الفيضانات	The process of creating maps that identify areas at risk of flooding.	إعداد خرائط تحدد المناطق التي يمكن أن تتعرض للمخاطر الناجمة عن الفيضانات.

Flood Return Period	فترة تكرار الفيضانات	The expected time interval between occurrences of similar flood events in the same area.	الفترة الزمنية المتوقعة بين حدثين متشابهين للفيضانات في المنطقة نفسها.
Global Flood Detection System (GFDS)	النظام العالمي لكشف الفيضانات (GFDS)	A monitoring system that uses satellite data to detect and track floods worldwide in near real-time.	نظام مراقبة عالمي يستخدم بيانات الأقمار الاصطناعية بهدف الكشف عن الفيضانات وتتبعها على مستوى العالم، في الوقت الحقيقي تقريباً.
Global Precipitation Measurement (GPM)	قياس المتساقطات العالمية (GPM)	An international satellite mission led by NASA and JAXA that provides global observations of rain and snowfall. The mission uses a network of satellites to measure precipitation rates and patterns, contributing to weather forecasting, climate studies, and water resource management.	مهمة دولية في الفضاء الخارجي، تقودها وكالة ناسا الأمريكية، ووكالة استكشاف الفضاء اليابانية(JAXA)، يجري من خلالها مراقبة هطولات الأمطار والثلوج على مستوى العالم. ويتم في إطار هذه المهمة استخدام شبكة من الأقمار الاصطناعية لقياس معدلات الهطولات المطرية، وتحديد أنماطها، مما يسهم في التنبؤ بأحوال الطقس العالمية، ودراسات المُناخ، وإدارة الموارد المائية.
GPM Microwave Imager (GMI)	جهاز تصوير الأمواج الدقيقة لقياس المتساقطات العالمي (GMI)	A device used to measure precipitation using microwave radiation, as part of the GPM mission.	جهاز يُستخدم لقياس الهطولات باستخدام إشعاع الأمواج الدقيقة وذلك في إطار مهمة قياس المتساقطات العالمية (GMP) .
Ground Deformation	تشوه الأرض	Refers to the changes in the shape or size of the Earth's surface due to geological forces such as earthquakes, volcanic activity, or landslides.	التغيرات الحاصلة في شكل أو حجم سطح الكرة الأرضية نتيجة قوى جيولوجية مثل الزلازل، أو النشاط البركاني، أو الانهيارات الأرضية.
Hydrologic Remote Sensing Analysis for Floods (HYDRAFloods)	التحليل الهيدرولوجي للفيضانات باستخدام الاستشعار عن بعد	Technique that uses remote sensing to analyze and monitor floods by collecting and processing hydrological data to assess and manage flood impacts.	تقنية تستخدم الاستشعار عن بعد لتحليل ورصد الفيضانات، عبر جمع ومعالجة بيانات هيدرولوجية لتقييم تأثيرات الفيضانات، وإدارتها.
Infrared Radiation	الأشعة تحت الحمراء	Electromagnetic radiation with wavelengths longer than visible light, ranging from about 700 nanometers to 1 millimeter.	إشعاع كهرومغناطيسي بطول موجي أكبر من الضوء المرئي، حيث يراوح بين ما يقارب 700 نانومتر إلى 1 ميلليمتر.

Light Detection and Ranging (LIDAR)	كشف الضوء وتحديد المسافات (LIDAR)	Technology that uses lasers to measure distances to objects by calculating the time it takes for light to return to the device. This technique is used to create three-dimensional maps and determine surface characteristics.	تقنية تستخدم أشعة الليزر لقياس المسافات إلى الأجسام عن طريق حساب الوقت الذي يستغرقه الضوء للعودة إلى الجهاز الليزري نفسه. وتُستخدم هذه التقنية لإنشاء خرائط ثلاثية الأبعاد، وتحديد خصائص السطح.
Microwave Imager	جهاز تصوير الأمواج الدقيقة	A type of active remote sensing technique that uses microwave pulses to create images of Earth's surface.	نوع من التقنيات الفعّالة للاستشعار عن بعد، التي تستخدم نبضات الأمواج الدقيقة لإنتاج صور لسطح الأرض.
Microwave Precipitation Radar	رادار الأمواج الدقيقة لقياس الهطول	A device used to measure precipitation using microwave radar.	جهاز يُستخدم لقياس الهطول بوساطة رادار الأمواج الدقيقة.
Microwave Radiation	إشعاع الأمواج الدقيقة	Electromagnetic radiation with wavelengths ranging from about 1 millimeter to 30 centimeters, commonly used in communication technologies ,radar systems, and cooking (such as microwave ovens). It can penetrate through clouds and rain, making it useful for weather monitoring and remote sensing.	إشعاع كهرومغناطيسي بطول موجي يراوح بين نحو 1 ميلليمتر إلى 30 سنتيمتراً، ويُستخدم بشكل شائع في تقنيات الاتصال، وأنظمة الرادار، والطهي (مثل أفران الميكروويف). وهو شعاع يمكنه اختراق الغيوم والأمطار، مما يجعله مفيداً في مراقبة أحوال الطقس، والاستشعار عن بعد.
Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA)	تحليل المتساقطات باستخدام أقمار صناعية متعددة	A technique that combines data from multiple satellites to estimate global precipitation rates.	تقنية يتم بمساعدتها جمع البيانات من أقمار اصطناعية متعددة لتقدير معدلات الهطول على مستوى العالم.
Precipitation Radar (PR)	رادار رصد المتساقطات (PR)	An instrument used to measure the location, intensity, and movement of precipitation, such as rain and snow, by sending out radar signals and analyzing the returned signals after they bounce off precipitation particles.	جهاز يُستخدم لتحديد موقع الهطولات (المطر والثلج)، وقياس كثافتها، ومعرفة حركتها، وذلك عن طريق إرسال إشارات رادارية باتجاهها، وتحليل الإشارات المرتدة عن جزيئاتها.

Ranging LIDAR	ليدار لقياس المسافات	Technology that uses lasers to accurately measure distances to objects or surfaces by calculating the time it takes for light to return to the sensor. This technique is used for distance measurement and creating three-dimensional maps.	تقنية تستخدم الليزر لقياس المسافات إلى الأجسام أو الأسطح بدقة، وذلك من خلال حساب الوقت الذي يستغرقه الضوء للعودة إلى جهاز الاستشعار. وتُستخدم هذه التقنية لتحديد المسافات، وإنشاء خرائط ثلاثية الأبعاد.
Satellite Images	صور الأقمار الاصطناعية	Images of Earth collected by imaging satellites	صور للأرض تم التقاطها بالأقمار الاصطناعية
Satellite River Discharge Measurements	قياس تدفقات الأنهار بالأقمار الاصطناعية	The estimation of river flow rates using satellite-based observations. These measurements utilize various remote sensing techniques ,such as radar and altimetry, to monitor water levels, surface velocity, and river width, enabling the calculation of river discharge in areas where traditional ground-based measurements are difficult or unavailable.	تستند هذه التقنية على عددٍ من تقنيات الاستشعار عن بعد مثل الرادارات، وقياس الارتفاعات، وذلك بهدف مراقبة مستويات المياه في مجاري الأنهار، فبوساطتها تُقاس سرعة الجريان السطحية للمياه، وعرض مجرى النهر، وبناءً عليه يمكن حساب تصريف النهر. من هنا تُعد هذه التقنية مفيدةً إلى حدٍ كبير في المناطق التي تكون فيها القياسات الأرضية التقليدية صعبة، أو غير متاحة.
Satellite Sensors	أجهزة الاستشعار الفضائية	Instruments onboard satellites that collect data about the Earth's surface and atmosphere by measuring various types of electromagnetic radiation, such as visible light, infrared, and microwave.	أجهزة تُحمل على متن الأقمار الصناعية وظيفتها جمع بيانات حول سطح الأرض، والغلاف الجوي، عبر قياس أنواع مختلفة من الإشعاع الكهرومغناطيسي، مثل الضوء المرئي، والأشعة تحت الحمراء، والأمواج الميكروية (الأمواج الدقيقة).
SMAP (Soil Moisture Active Passive)	قياس رطوبة التربة بالطرق النشطة والسلبية (SMAP)	A NASA satellite mission designed to measure soil moisture and freeze-thaw states across the globe. It combines active radar and passive radiometer instruments to provide high-resolution data on soil moisture levels, which are crucial for weather forecasting, agriculture, and understanding the Earth's water, energy, and carbon cycles.	مهمة فضائية تابعة لوكالة الفضاء الأمريكية (NASA)، هدفها قياس رطوبة التربة، وحالات التجمد والذوبان في جميع أنحاء العالم. وهي تجمع في عملية القياس بين الرادار الفعّال، وأجهزة قياس الإشعاع المرتد او المنبعث اليه وذلك من أجل توفير بيانات عالية الدقة عن مستويات رطوبة التربة، التي تُعد بالغة الأهمية للتنبؤ بأحوال الطقس والزراعة، وفهم دورات الطاقة والمياه والكربون على سطح الأرض.

Solar Radiation	الإشعاع الشمسي	The energy emitted by the sun in the form of electromagnetic waves, including visible light, ultraviolet light, and infrared radiation ,which reaches and affects the Earth's surface.	الطاقة التي ترسلها الشمس على شكل موجات كهرومغناطيسية، وتصل إلى سطح الأرض، وتؤثر فيها. بما في ذلك الضوء المرئي، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة تحت الحمراء.
Surface Water Dynamics	تغيرات المسطحات المائية	Monitoring and analyzing variations in surface water bodies using SAR data.	مراقبة وتحليل التغيرات الطارئة على المسطحات المائية باستخدام بيانات SAR.
Back-scattered The Radiation	الاشعاع المرتد	Electromagnetic Radiation that is reflected or scattered back towards the sensor from the Earth's surface after being emitted or transmitted by the sensor. It provides information about the surface properties and is used in various remote sensing applications.	الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يتشتت أو يرتد من على سطح الأرض بعد أن يُرسل إليه بوساطة مستشعر. وهو يوفر معلومات حول خصائص هذا السطح، لذا يُستخدم في مختلف تطبيقات الاستشعار عن بعد.
Electromagnetic The Spectrum	الطيف الكهرومغناطيسي	The full range of electromagnetic radiation, organized by frequency or wavelength.	النطاق الكامل للإشعاع الكهرومغناطيسي، ويحدد حسب التردد، أو الطول الموجي.
Microwave TRMM Imager	جهاز تصوير الأمواج الدقيقة (TMI)	A passive microwave radiometer onboard the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) satellite .It measures microwave energy emitted by the Earth's surface and atmosphere , allowing for the observation of rainfall intensity, cloud water content, and sea surface temperatures in tropical and subtropical regions.	مقياس إشعاع بموجات دقيقة خامل (يقيس الإشعاع المرتد او المنبعث اليه) موجود على متن قمر اصطناعي تابع لبعثة قياس هطول الأمطار الاستوائية (TRMM). والهدف منه قياس طاقة الموجات الدقيقة المنبعثة من سطح الأرض، والغلاف الجوي، مما يسمح بمراقبة شدة الهطولات المطرية، ومحتوى الغيوم من المياه، ودرجات حرارة سطح البحر في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية.
Urban Damage Assessment	تقييم أضرار المناطق الحضرية	The process of evaluating the extent of damage to infrastructure, buildings, and other assets within an urban area following a natural or human-induced disaster.	تقييم الأضرار التي تلحق بالبنية التحتية والمباني والأصول الأخرى داخل منطقة حضرية بعد كارثة تتعرض لها نتيجة أسباب طبيعية، أو أسباب بشرية.
Infrared Visible Scanner (VIRS)	ماسح الأشعة تحت الحمراء المرئية	A device used to capture images in both visible and infrared light.	جهاز يُستخدم لالتقاط الصور في نطاق الضوء المرئي، والأشعة تحت الحمراء.

Water Masking	تحديد المناطق المغطاة بالمياه	The process of identifying and highlighting water-covered areas in SAR images.	تحديد المناطق المغطاة بالمياه، وتسليط الضوء عليها في الصور المأخوذة بوساطة الرادار SAR.
Web-based Flood Tools	أدوات ادارة الفيضانات المتاحه على شبكة الانترنيت	Web-based tools used for monitoring and managing floods.	أدوات تعتمد على شبكة الانترنيت، وتُستخدم لمراقبة الفيضانات وإدارتها.

Groundwater monitoring using Remote Sensing [9]

(مراقبة المياه الجوفية باستخدام الاستشعار عن بُعد).

Groundwater monitoring using remote sensing involves utilizing satellite data to track changes in groundwater levels. By analyzing variations in Earth's gravity field and other remote sensing indicators, this approach helps assess groundwater storage and manage water resources more effectively.

(مراقبة المياه الجوفية باستخدام الاستشعار عن بُعد تتضمن استخدام بيانات الأقمار الاصطناعية لمتابعة التغيرات في مستويات المياه الجوفية. من خلال تحليل التغيرات في مجال الجاذبية الأرضية ومؤشرات الاستشعار عن بُعد الأخرى، يساعد هذا النهج في تقييم تخزين المياه الجوفية وإدارة الموارد المائية بشكل أكثر فعالية).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Accelerometers	مقاييس التسارع	Devices that measure the rate of acceleration or changes in velocity of an object. They are used in various applications including navigation, vibration analysis, and motion detection.	أجهزة لقياس معدل التسارع (التغير في سرعة جسم)، وهي تُستخدم في العديد من التطبيقات، من قبيل الملاحة، وتحليل الاهتزازات، والكشف عن الحركة.
Geoid	الجيوئيد (المجسم الأرضي أو شكل الأرض)	The hypothetical shape of Earth's surface that represents mean sea level and is used as a reference for measuring elevations of land surfaces above it.	الشكل الافتراضي لسطح الأرض الذي يمثل متوسط مستوى سطح البحر كما لو كان ممتداً داخل تضاريس الأرض، ويُستخدم كمرجع لقياس ارتفاعات التضاريس الأرضية فوقه.
Global Land Data Assimilation System (GLDAS)	النظام العالمي لاستيعاب البيانات حول الأرض (GLDAS)	A system that combines satellite and ground observations with land surface models to generate high-resolution datasets on global land surface conditions, including soil moisture, snow cover, and energy fluxes	نظام يجمع بين عمليات الرصد الجارية عبر الأقمار الصناعية، وعمليات الرصد الأرضية، مع نماذج سطح الأرض، بهدف توليد مجموعات من البيانات عالية الدقة حول الظروف المحيطة بسطح الكرة الأرضية، مثل رطوبة التربة، والغطاء الثلجي، وتدفقات الطاقة.
Global Positioning System Receivers	أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع	Devices that receive signals from GPS satellites to determine the precise location of the receiver on Earth.	أجهزة تستقبل إشارات من الأقمار الاصطناعية العاملة في خدمة النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)، وذلك من أجل تعيين الموقع الدقيق للجهاز فوق سطح الأرض.

[9] NASA Applied Sciences, "ARSET - Groundwater Monitoring using Observations from NASA's Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) Missions," NASA , n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-groundwater-monitoring-using-observations-nasas-gravity.

Gravity Anomalies	شذوذات (تباينات) الجاذبية الأرضية	Variations in the Earth's gravitational field caused by differences in the distribution of mass within the Earth's interior or surface.	التباينات الحاصلة في مجال جاذبية الكرة الأرضية نتيجة الاختلاف في توزع الكتل داخلها، أو على سطحها.
Inertia Tensor	العطالة (القصور) الذاتية	Mathematical representation that describes how mass is distributed within an object and how it resists rotational motion around different axes	تمثيل رياضي يصف توزع الكتلة داخل جسم، وكيفية مقاومتها للحركة الدورانية، حول محاور مختلفة.
Mass Redistribution	إعادة توزع الكتلة	The process by which mass is redistributed within or across the Earth's surface due to various factors, such as tectonic activity, melting glaciers, or sediment transport.	العملية التي يتم عبرها إعادة توزع الكتلة داخل الكرة الأرضية، أو على سطحها، بفعل عوامل مختلفة، مثل النشاط التكتوني، أو ذوبان الأنهار الجليدية، أو انتقال الرواسب.
Microwave K-band Ranging Instrument	جهاز قياس المسافة بحزمة الموجات الدقيقة K	A device that uses microwave radiation in the K-band frequency range to measure distances with high precision. It is often used in satellite and remote sensing applications to obtain accurate distance measurements between objects or surfaces	جهاز يستخدم إشعاعات موجية دقيقة في نطاق التردد K لقياس المسافات بدقة عالية. لذا يُستعمل غالباً في تطبيقات الأقمار الاصطناعية، والاستشعار عن بعد، للحصول على قياسات دقيقة للمسافات بين الأشياء أو السطوح.
Microwave Ranging System	نظام قياس المسافات بالموجات الدقيقة	System that uses microwave signals to measure distances between objects or surfaces. It operates by emitting microwave pulses and measuring the time it takes for the signals to return after reflecting off the target.	نظام يستخدم إشارات موجات دقيقة لقياس المسافات الفاصلة بين الأجسام أو السطوح، وذلك عبر طريق إرسال نبضات موجية دقيقة، وقياس الوقت الذي تستغرقه الإشارات التي تولدها للعودة إلى النظام بعد انعكاسها عن الهدف.
Monthly Mass Anomalies	الشذوذات (التباينات) الشهرية في الكتلة	Variations in the distribution of mass on the Earth's surface or within its interior that occur on a monthly basis. These anomalies can be due to factors such as changes in water storage, snow and ice accumulation, or atmospheric pressure variations.	الشذوذات التي تحصل شهرياً في توزع الكتلة داخل الكرة الأرضية، أو على سطحها. ويمكن أن تكون هذه الشذوذات نتيجة عوامل عديدة، مثل التغيرات في تخزين المياه، أو تراكم الثلوج والجليد، أو الضغط الجوي.

Ocean Bottom Pressure (OBP)	الضغط فوق قعر المحيط (OBP)	The pressure exerted by the water column on the ocean floor. It is measured using instruments placed on the seafloor and is used to monitor changes in sea level, ocean circulation, and the effects of tides and atmospheric pressure.	الضغط الناتج من عمود ماء على قعر المحيط. ويتم قياسه باستخدام أجهزة خاصة توضع على قعر البحر من أجل مراقبة التغيرات الحاصلة في مستوى سطح ماء البحر، وحركة المحيطات، وتأثيرات المد والجزر، والضغط الجوي.
Oceanography	علم المحيطات	The scientific study of the ocean, including its physical characteristics, chemical composition, biological organisms, and geological features.	الدراسة العلمية للمحيطات، من حيث خصائصها الفيزيائية، والجيولوجية، وتركيبها الكيميائي، والكائنات الحية فيها.
Remote Sensing Sensors	أجهزة الاستشعار عن بعد	Devices used to collect data about objects or areas from a distance, typically from aircraft or satellites, by measuring reflected or emitted electromagnetic radiation.	أجهزة تُستخدم لجمع البيانات حول أجسام أو مناطق من مسافاتٍ بعيدة، وهي في الغالب عبارة عن طائرات أو أقمار اصطناعية، وذلك عبر قياس الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنعكسة عن هذه الأجسام والمناطق، أو المنبعثة منها.
Satellite-to-Satellite Tracking (SST)	تتبع الأقمار الاصطناعية عن طرق الأقمار الاصطناعية (SST)	A technique used to determine the relative positions and movements of satellites by measuring the signals exchanged between them. This method is often used for precise positioning, navigation, and monitoring satellite constellations.	تقنية تُستخدم لتحديد المواقع النسبية للأقمار الصناعية، ومتابعة حركتها، بالاعتماد على قياس الإشارات المتبادلة بينها. وغالباً ما يُلجأ إلى هذه التقنية من أجل تعيين المواقع بدقة، إضافةً للملاحة، ومراقبة مجموعات الأقمار الاصطناعية.
Temporal Gravity Field	تغير مجال الجاذبية الأرضية مع الزمن	Refers to the variations in the Earth's gravitational field over time, which can be observed and measured using satellite data and other geophysical methods. These variations are due to factors such as changes in the Earth's mass distribution, tectonic activity, and atmospheric conditions.	التغيرات الحاصلة في مجال الجاذبية الأرضية بمرور الزمن، والتي يمكن ملاحظتها وقياسها بمساعدة البيانات المسجلة عبر الأقمار الاصطناعية، وغيرها من الأساليب الجيوفيزيائية. وتحدث هذه التغيرات بفعل عوامل مختلفة مثل التغيرات في توزع كتلة الكرة الأرضية، والنشاط التكتوني، والظروف التي يخضع لها الغلاف الجوي.

Terrestrial Water Storage (TWS)	مخزون الأرض من المياه (TWS)	The total amount of water stored on the Earth's surface and in its subsurface, including water in rivers, lakes, groundwater, and soil moisture. TWS is crucial for understanding water availability and managing water resources.	المياه المخزنة على سطح الأرض، وفي باطنها. وتضم هذه المياه مياه الأنهار، والبحيرات، والمياه الجوفية، ورطوبة التربة. ويُعد قياس إجمالي كمياتها أمراً بالغ الأهمية لفهم مدى توافر الموارد المائية، وكيفية إدارتها.

Monitoring Land Degradation using Remote Sensing [10]

(مراقبة تدهور الأراضي باستخدام الاستشعار عن بُعد).

The applications of remote sensing for monitoring land degradation involve using satellite data to observe changes in land quality, assess the extent and impacts of degradation, and formulate strategies for land restoration and management.

(تتضمن تطبيقات الاستشعار عن بعد لرصد تدهور الأراضي استخدام بيانات الأقمار الاصطناعية لمراقبة التغيرات في جودة الأراضي، وتقييم مدى وشدة التدهور، وصياغة استراتيجيات لاستعادة الأراضي وإدارتها).

المصطلح باللغة الإنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الإنكليزية	التعريف باللغة العربية
Biodiversity	التنوع الحيوي	He variety of living organisms in an area, including the diversity of species, genes, and ecosystems.	تنوع الكائنات الحية (الحيوانية والنباتية) في منطقة معينة، بما في ذلك تنوع الأنواع والجينات والأنظمة البيئية القائمة.
Carbon Stocks	مخزون الكربون	Carbon stocks refer to the amount of carbon stored in various natural and human-made systems	كمية الكربون المخزنة في الطبيعة، أو في نظم يصنعها الإنسان.
Land Degradation Neutrality (LDN)	تحييد تدهور الأراضي	A concept where the amount of healthy and productive land remains stable or increases over time, balancing any land degradation with restoration or sustainable practices	مبدأ يهدف إلى بقاء مساحات الأراضي السليمة والمنتجة ثابتة، أو تزداد مع مرور الوقت، مع ضمان عدم تدهورها، واستعادة المتدهور منها، واستدامة استخدامها، والمحافظة على النظم الأرضية القائمة.
Land Productivity	إنتاجية الأراضي	The measure of the output or yield produced per unit of land area, typically in agriculture or forestry.	مقياس للإنتاج أو العائد من وحدة مساحة الأرض، وعادةً ما تكون في الزراعة أو الغابات.
Net primary productivity (NPP)	الإنتاجية الأولية الصافية للنباتات (NPP)	The rate at which plants convert solar energy into biomass, minus the energy they use for respiration, indicating the net amount of organic material available for growth and energy transfer in an ecosystem.	المعدل الذي تحول فيه النباتات الطاقة الشمسية إلى كتلة حيوية، مطروحاً منها الطاقة التي تستخدمها في عملية النتح. وهو يشير إلى كمية المواد العضوية الصافية المتاحة لنمو النبات وانتقال الطاقة في النظام البيئي القائم.

[10] **NASA Applied Sciences,** "ARSET - Remote Sensing for Monitoring Land Degradation and Sustainable Cities SDGs," NASA, n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-remote-sensing-monitoring-land-degradation-and-sustainable

Performance of Land Productivity	أداء إنتاجية الأراضي	The measurement and evaluation of how effectively land is being used to produce vegetation or crops. It assesses the land's ability to sustain agricultural or ecological productivity.	مؤشر لقياس وتقييم مدى فعالية استخدام الأراضي في إنتاج النباتات أو المحاصيل. ويمكن بمساعدة هذا المؤشر تقييم قدرة الأراضي على الإنتاجية الزراعية أو البيئية المستدامة.
Rehabilitating Lands	إعادة تأهيل الأراضي	The process of restoring degraded or damaged land to a healthy, productive, or natural state, often through interventions like reforestation, soil improvement, or erosion control.	العودة بالأراضي المتدهورة، أو التي تعرضت لأضرار إلى حالتها الطبيعية السليمة المنتجة. وتتم العودة غالباً بتدخلات متعددة، مثل إعادة التشجير، أوتحسين التربة، أو التحكم بمسألة الانجراف (الريحي والمائي).
Restoring Lands	استعادة الأراضي	The process of rehabilitating degraded or damaged land to return it to a more natural or productive state, often involving activities like reforestation, soil improvement, and ecosystem restoration.	إعادة تأهيل الأراضي المتدهورة، أو التي تعرضت لأضرار، بحيث تكون أقرب إلى الأراضي الطبيعية، ومنتجة. وغالباً ما تشمل عملية إعادة التأهيل أنشطة مثل إعادة التشجير، وتحسين التربة، واستعادة النظم البيئية المتدهورة.
Soil Organic Carbon	الكربون العضوي في التربة	The portion of carbon found in soil that is derived from decomposed plant and animal matter, which plays a critical role in soil fertility, structure, and carbon sequestration.	جزء من الكربون الموجود في التربة الذي ينتج عن تحلل المواد النباتية والحيوانية، وهو يلعب دوراً حيوياً في خصوبة التربة، وبنيتها، واحتجاز الكربون فيها.
State of Land Productivity	حالة إنتاجية الأراضي	The current level of output or yield per unit area of land, indicating its effectiveness in producing crops, vegetation, or other resources.	المستوى الحالي للإنتاج أو العائد من وحدة مساحة الأراضي، وهو يعبر عن فعالية الأراضي لجهة إنتاج المحاصيل، أو النباتات، أو أي موارد أخرى.
Trajectory of Land Productivity	اتجاه تغير إنتاجية الأراضي	The pattern or trend of changes in the output or yield per unit area of land over time, indicating whether land productivity is increasing, decreasing, or remaining stable.	نمط أو اتجاه التغيرات الحاصلة مع مرور الوقت في الإنتاج أو العائد من وحدة مساحة الأراضي. وهو ما يشير إلى ما إذا كانت إنتاجية الأراضي تزداد، أم تتراجع، أم تبقى على حالها.

(قياس ومراقبة الهطول باستخدام الاستشعار عن بُعد).

The Global Precipitation Measurement (GPM) mission is a satellite project that provides comprehensive and frequent observations of global precipitation.

(مهمة قياس الهطول العالمية (GPM) هي مشروع قمر اصطناعي يوفر مراقبات شاملة ومتكررة لهطول الأمطار على مستوى العالم).

The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) was a joint space mission between NASA and the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) designed to monitor and study tropical and subtropical rainfall.

(كانت مهمة قياس هطول الأمطار المدارية (TRMM) مهمة فضائية مشتركة بين ناسا، ووكالة استكشاف الفضاء اليابانية (JAXA) الغاية منها مراقبة ودراسة هطول الأمطار المدارية، وتحت المدارية).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Active Remote Sensors	أجهزة الاستشعار النشطة	Devices that emit their own signals (such as radar waves or laser pulses) to detect and measure objects or phenomena, then analyze the reflected signal and collect the resulting data.	أجهزة تصدر إشاراتها الخاصة (مثل موجات الرادارk أو نبضات الليزر)، للكشف عن الأجسام أو الظواهر وقياسها، ثم تحليل الإشارة المرتدة عنها، وجمع البيانات الناتجة.
Advanced Microwave Scanning Radiometer (AMSR)	جهاز متقدم للمسح الإشعاعي بالموجات الدقيقة	A remote sensing instrument that measures microwave radiation emitted from the Earth's surface and atmosphere to provide data on various environmental parameters such as sea surface temperature, soil moisture, and atmospheric water vapor.	جهاز استشعار عن بُعد يقيس الإشعاع ذي الموجات الدقيقة المنبعث من سطح الأرض، والغلاف الجوي، لتوفير بيانات حول معايير (بارامترات) بيئية مختلفة، مثل درجة حرارة سطح مياه البحر، ورطوبة التربة، وبخار الماء في الغلاف الجوي.
Air Quality	جودة الهواء	The measure of the cleanliness or pollution level of the air, typically assessed by the concentration of pollutants such as particulate matter, nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and ozone.	تحديد درجة تلوث الهواء الجوي، من خلال قياس تركيز الملوثات فيه. مثل الجسيمات الدقيقة المعلقة ضمنه (الهباء الجوي)، وثاني أكسيد النيتروجين (الآزوت)، وثاني أكسيد الكبريت، والأوزون.

[11] NASA Applied Sciences, "ARSET - Introduction to Global Precipitation Measurement (GPM) Data and Applications," NASA, n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-introduction-global-precipitation-measurement-gpm-data-and.

Atmospheric Infrared Sounder (AIRS)	جهاز قياس الأشعة تحت الحمراء في الغلاف الجوي	An instrument onboard NASA's Aqua satellite that measurès infrared radiation emitted by the Earth's atmosphere to analyze atmospheric temperature, water vapor, and trace gases, providing data for weather forecasting and climate research.	جهاز على متن القمر الاصطناعي أكوا (Aqua) التابع لوكالة الفضاء الأمريكية (ناسا)، مهمته قياس الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الغلاف الجوي للكرة الأرضية، بهدف تحليل درجة حرارة الغلاف الجوي، وبخار الماء، والغازات النزرة أو الزهيدة (تمثل أقل من 1% من حجم الغلاف الجوي)، من أجل توفير بيانات تساعد على التنبؤ بأحوال الطقس، وتنفيذ أبحاث حول المُناخ.
Disaster Management	إدارة الكوارث	The coordinated efforts and activities involved in preparing for, responding to, recovering from, and mitigating the effects of natural and man-made disasters to protect and support affected communities.	الجهود والأنشطة المبذولة بالتنسيق بين مجموعةٍ من الجهات، لتوفير ظروف الاستعداد للكوارث الطبيعية والبشرية، والاستجابة لها، والتعافي منها، والتخفيف من آثارها، من أجل حماية المجتمعات المتضررة، وتعزيز منعتها.
Electromagnetic Radiation	الإشعاع الكهرومغناطيسي	Energy that travels through space in the form of waves, including visible light, radio waves, microwaves, infrared, ultraviolet, X-rays, and gamma rays. It is characterized by its wavelength and frequency and is used in various applications such as communication, imaging.	الطاقة التي تنتقل عبر الفضاء الخارجي على شكل موجات، بما في ذلك الضوء المرئي، والموجات الراديوية، والموجات الدقيقة، والأشعة تحت الحمراء، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة السينية، وأشعة جاما. ويتميز هذا النوع من الأشعة (الطاقة) بطول موجتها وترددها، وهي تُستخدم في تطبيقات مختلفة، مثل الاتصالات والتصوير.
Flood Monitoring	مراقبة الفيضانات	The process of observing and tracking flood events using various methods and technologies, such as remote sensing, meteorological data, and ground-based observations, to assess the extent, intensity, and impacts of flooding.	رصد وتتبع حدوث الفيضانات، باستخدام طرائق وتقانات متنوعة، مثل الاستشعار عن بُعد، وبيانات الأرصاد الجوية، والمراقبات الميدانية، وذلك من أجل تقييم خطورة الفيضانات، من حيث شدتها، ونطاقات تأثيراتها.

Geostationary Orbit	المدار الجغرافي الثابت	A circular orbit around the Earth in which a satellite moves at the same rotational speed as the Earth, allowing it to remain fixed over a specific point on the Earth's surface.	مدار دائري يتحرك فيه قمر اصطناعي حول الكرة الأرضية بنفس سرعة دورانها. مما يسمح له بالبقاء ثابتاً بالنسبة إلى موقع محدد على سطحها.
Geostationary Satellites	الأقمار الاصطناعية الثابتة جغرافياً بالنسبة للأرض	Satellites placed in a geostationary orbit around the Earth, where their orbital period matches the Earth's rotation period. This allows them to remain fixed relative to a specific point on the Earth's surface, making them ideal for continuous observation of weather, communications, and broadcasting.	أقمار اصطناعية تدور حول الكرة الأرضية وفق مدار ثابت، تتطابق فترته مع فترة دوران الأرض. مما يسمح لهذه الأقمار بالبقاء ثابتة بالنسبة لموقع محدد على سطح الأرض، ويجعلها مثالية لمراقبة أحوال الطقس، والاتصالات، والبث بشكلٍ متواصل.
Global Change Observation Mission - Water (GCOM-W)	بعثة رصد التغيرات العالمية على المياه	A Japanese satellite mission designed to observe and monitor global water cycles, including sea surface temperature, soil moisture, and precipitation, to better understand and manage Earth's water resources in the context of climate change.	مهمة لقمر اصطناعي ياباني هدفها رصد ومراقبة الدورات الهيدرولوجية على مستوى العالم، وذلك عبر مراقبة درجة حرارة سطح مياه البحر، ورطوبة التربة، والهطولات المتساقطة، في سبيل فهم أفضل لوجود المياه على سطح الأرض، وتحسين أدوات إدارتها، في سياق التغير الحاصل على المُناخ العالمي.
Global Disaster Alert and Coordination System (GDACS)	النظام العالمي للإنذار حول الكوارث وتنسيق الاستجابة بها	A platform that provides real-time alerts and information on natural and man-made disasters around the world. It offers details on the impact of disasters, coordinates response efforts, and supports international relief efforts.	منصة على شبكة الانترنيت وظيفتها الإعلان في الوقت المناسب عن الكوارث الطبيعية والبشرية التي تحدث في العالم، وتقديم المعلومات حولها. إضافةً لتوفير التفاصيل بشأن الآثار الناجمة عنها من جهة، وتنسيق جهود الاستجابة لها، ودعم جهود الإغاثة الدولية للمناطق المتضررة بها من جهةٍ أخرى.

Low Earth Orbit (LEO)	المدار المنخفض حول الأرض (LEO)	An orbit around the Earth at an altitude ranging from approximately 160 to 2,000 kilometers above the Earth's surface. Satellites in this orbit complete an orbit around the Earth in about 90 to 120 minutes, providing frequent and close-up observations of the Earth's surface.	مدار حول الكرة الأرضية، يقع على ارتفاع يراوح بين 160 و2000 كيلومتر فوق سطحها. وتكمل الأقمار الاصطناعية دورانها حول الأرض وفق هذا المدار خلال زمنٍ يراوح بين ما يقارب 90 و120 دقيقة، وهو ما يوفر مراقباتٍ متكررة وقريبة لسطح الأرض.
Megha-Tropiques	القمر الاصطناعي ميغا-تروبيك	An Indian satellite mission designed to study tropical weather and climate. It focuses on understanding the water cycle, monsoon dynamics, and cloud processes in tropical.	قمر اصطناعي هندي مهمته دراسة الطقس والمُناخ الاستوائيين، من أجل فهم دورة المياه، وديناميكية الرياح الموسمية، وعمليات تشكل الغيوم في المناطق الاستوائية.
MetOp-B	القمر الاصطناعي الأوروبي ميتاب-B	A European meteorological satellite part of the MetOp series, designed to provide data for weather forecasting and climate monitoring. It carries instruments for observing atmospheric conditions, including temperature, humidity, and wind pattern. This allows for the provision of necessary data for weather forecasting and climate monitoring.	هو واحد من سلسلة الأقمار الاصطناعية الأوربية MetOp، يعنى برصد الظروف الجوية السائدة من درجة حرارة، ورطوبة، ورياح، و...الخ. وهو ما يسمح بتوفير البيانات اللازمة للتنبؤ بأحوال الطقس، ومراقبة المُناخ.
National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي	A U.S. federal agency responsible for monitoring and studying the oceans, atmosphere, and weather. NOAA provides essential data and forecasts for weather, climate, and ocean conditions, and works to understand and manage environmental changes and hazards.	وكالة أمريكية اتحادية مسؤولة عن مراقبة ودراسة المحيطات، والغلاف الجوي والطقس، مهمتها توفير البيانات والتنبؤات الأساسية بشأن الطقس، والمُناخ، وظروف المحيطات، وذلك لتعميق فهم وإدارة التغيرات البيئية، والمخاطر الناجمة عنها.

Non-Polar Orbiting Satellites	الأقمار الاصطناعية ذات المدارات غير القطبية	Satellites that orbit the Earth in a trajectory that does not pass over the poles. These satellites typically have orbits that are either equatorial or inclined, allowing them to cover specific latitudes or regions rather than the entire globe.	أقمار اصطناعية تدور حول الكرة الأرضية وفق مسارات لا تمر فوق قطبيها، وعادةً ما تكوْن هذه المسارات إما استوائية أو مائلة، مما يتيح لها تغطية خطوط عرض بعينها، أو مناطق محددة بدلاً من تغطية كامل سطح الكرة الأرضية.
Passive Remote Sensors	مستشعرات غير نشطة (خاملة)	Instruments that detect and measure natural radiation emitted or reflected by objects or surfaces without actively transmitting signals. These sensors rely on external sources of energy, such as sunlight or thermal radiation, to capture data. They are commonly used in satellite imaging and weather observations.	أجهزة تكشف وتقيس الإشعاعات الطبيعية المنبعثة أو المنعكسة من الأجسام أو الأسطح دون إرسال إشارات نشطة، وتُستخدم عادةً في التصوير عبر الأقمار الاصطناعية، ورصد أحوال الطقس. وهي تعتمد في تسجيل البيانات على مصادر خارجية للطاقة، مثل ضوء الشمس، أو الإشعاع الحراري.
Polar Orbiting Satellites	أقمار اصطناعية قطبية	Satellites that orbit the Earth in a path that takes them over the poles. These satellites pass over different parts of the Earth's surface as the planet rotates, allowing them to provide comprehensive global coverage and observe the entire surface of the Earth over time	أقمار اصطناعية تدور حول الكرة الأرضية عبر مسارات تمر فوق القطبين. وتحلق هذه الأقمار فوق أجزاء مختلفة من سطح الأرض بالتزامن مع دوران الكوكب، مما يتيح لها توفير تغطية شاملة، ومراقبة دائمة لكامل سطح الأرض، بمرور الوقت.
Radiometric Resolution	الدقة الإشعاعية	The ability of a remote sensing sensor to distinguish between different levels of radiation intensity. It determines the sensor's capacity to detect variations in the intensity of electromagnetic radiation and affects the detail and accuracy of the images produced.	قدرة جهاز الاستشعار عن بُعد على التفريق بين مستويات متباينة من شدة الإشعاع الواصل إليه. وبناءً على هذه القدرة تتحدد امكانية أن يكشف الجهاز الاختلافات في شدة الإشعاع الكهرومغناطيسي، وهو ما يؤثر في دقة الصور المنتجة، والتفاصيل التي تلتقطها.

Spatial Coverage	التغطية المكانية	The extent or area of the Earth's surface that is observed or mapped by a remote sensing system. It refers to the range and detail of the geographic regions that a sensor or satellite can cover with its observations.	الجزء أو المساحة من سطح الكرة الأرضية التي يتم رصدها، أو رسم خريطة لها باستخدام الاستشعار عن بعد. ويشير ذلك إلى نطاق وتفاصيل المناطق الجغرافية التي يمكن لجهاز الاستشعار أو القمر الاصطناعي، تغطيتها من خلال عمليات المراقبة التي ينجزها.
Spatial Resolution	الدقة المكانية	It refers to the size of the smallest area on the ground that can be detected and represented in the image.	مقياس أصغر مساحة على سطح الكرة الأرضية يمكن كشفها، وتمثيلها في صورة.
Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I)	حساس خاص لصور الموجات الدقيقة	Satellite-based sensor designed to measure microwave radiation emitted by the Earth's surface and atmosphere. It is used to monitor various environmental parameters, including sea surface temperatures, soil moisture, and atmospheric water vapor.	جهاز استشعار يعتمد على الأقمار الاصطناعية. جرى تصميمه بهدف قياس إشعاعات الموجات الدقيقة المنبعثة من سطح الأرض، والغلاف الجوي. وهو يُستخدم لمراقبة العديد من المتغيرات البيئية، منها درجات حرارة سطح مياه البحر، ورطوبة التربة، وبخار الماء في الغلاف الجوي.
Temporal Resolution	الدقة الزمنية	The interval at which observations or measurements are made over time by a sensor or imaging system. It determines how frequently data is collected and affects the monitoring of changes and trends.	الفترات الزمنية الفاصلة بين عمليات المراقبة، أو القياسات التي ينجزها جهاز استشعار، أو نظام تصوير، تجاه ظاهرة أو حادثة ما. ويتم بناءً عليها تحديد عدد مرات جمع البيانات (التكرار)، وتأثير ذلك في مراقبة التغيرات الطارئة على الظاهرة أو الحادثة، واتجاهات هذه التغيرات.

Remote sensing for Crop Health Monitoring[12] [13]

(الاستشعار عن بُعد لمراقبة صحة المحاصيل).

involves using satellite or aerial imagery to assess and track the health of crops. This technology helps detect issues such as disease, pest infestations, nutrient deficiencies, and water stress by analyzing various spectral bands and indices. It provides valuable insights for managing crop conditions and improving yields.

(استخدام الصور الفضائية أو الجوية لتقييم وتتبع صحة المحاصيل. وتساعد هذه التقنية في الكشف عن المشكلات مثل الأمراض، والآفات، ونقص العناصر الغذائية، والإجهاد المائي من خلال تحليل نطاقات طيفية ومؤشرات مختلفة. وتوفر هذه التقنية رؤى قيمة لإدارة ظروف المحاصيل، وتحسين غلاتها).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Agronomic Inputs	مدخلات الإنتاج الزراعي	Refer to the various resources and materials used in agriculture to enhance crop production and ensure optimal growth. These inputs include seeds, fertilizers, pesticides, herbicides, irrigation water, and other resources necessary for cultivating crops.	مختلف الموارد والمواد المستخدمة في الزراعة بهدف تعزيز إنتاج المحاصيل، وضمان أفضل نمو لها. وتشمل هذه المدخلات البذور، والأسمدة، والمبيدات الحشرية، ومبيدات الأعشاب، ومياه الري، وغيرها من الموارد اللازمة لزراعة المحاصيل.
Biomass Estimation	تقدير الكتلة الحيوية	Refers to the process of calculating the total mass of living organisms, usually plants or trees, within a specific area. This estimation is crucial in various fields, such as ecology, agriculture, and forestry, for assessing the amount of biological material available for energy production, carbon sequestration, or environmental monitoring.	تقدير إجمالي كتلة الكائنات الحية، وعادةً ما يتعلق هذا التقدير بالنباتات أو الأشجار ضمن منطقة معينة. وهو يشكل أهميةً بالغة في مجالات مختلفة، مثل البيئة، والزراعة، والغابات، والهدف منه تقييم كمية المواد الحيوية (البيولوجية) المتاحة لإنتاج الطاقة، أو عزل الكربون، أو مراقبة البيئة.

[12] Omia, E., Bae, H., Park, E., Kim, M. S., Baek, I., Kabenge, I., & Cho, B. K. (2023). Remote sensing in field crop monitoring: A comprehensive review of sensor systems, data analyses and recent advances. *Remote Sensing*, *15*(2), 354. https://doi.org/10.3390/rs15020354

[13] Sahoo, R. N. (2022). Sensor-based monitoring of soil and crop health for enhancing input use efficiency. In *Food, Energy, and Water Nexus: A Consideration for the 21st Century* (pp. 129-147). Cham: Springer International Publishing.

Canopy Cover Analysis	تحليل كثافة المجموع الخضري	The process of assessing the extent of plant coverage in a specific area, including trees, shrubs, and ground vegetation. This analysis is used to understand vegetation density, ecosystem health, and the impacts of agriculture or environmental changes on the area.	تقييم مدى انتشار الغطاء النباتي في منطقة معينة، بما في ذلك الأشجار والشجيرات والنباتات التي تنمو فوق سطح الأرض مباشرةً (النباتات الأرضية). ويُستخدم هذا التقييم لفهم كثافة الغطاء النباتي، وصحة النظام البيئي، وتأثيرات الزراعة، أو التغيرات البيئية في منطقة ما.
Canopy Health	صحة المجموع الخضري	Refers to the overall condition and vitality of plants in a specific area, including trees, shrubs, and ground vegetation. It involves assessing factors such as growth density, leaf health, and the impact of pests or diseases. This evaluation is crucial for understanding the ecological status of the plant system and managing natural resources	تقييم الظروف العامة السائدة في منطقةٍ ما، بما في ذلك حَيوية الغطاء النباتي، متضمناً الأشجار والشجيرات والنباتات الأرضية. ويشمل هذا التقييم عوامل كثيرة، مثل كثافة النمو، وصحة الأوراق، وتأثير الآفات أو الأمراض. ويُعد هذا أمراً بالغ الأهمية لفهم الحالة البيئية للنظام النباتي السائد، وتعزيز إدارة الموارد الطبيعية.
Canopy Temperature Mapping	رسم خرائط درجة حرارة المجموع الخضري	The process of measuring and recording the temperature of the canopy layer of vegetation, which includes the upper parts of trees and other plants. This mapping helps in understanding the thermal conditions of the canopy, which can influence plant health, water stress, and overall ecosystem dynamics.	قياس وتسجيل درجة حرارة الطبقة العليا من الغطاء النباتي، متضمنةً الأجزاء الأعلى من الأشجار والنباتات الأخرى. وتساعد هذه العملية في فهم الظروف الحرارية للغطاء النباتي التي يمكن أن تؤثر في صحة النبات، والإجهاد المائي، وديناميات النظام البيئي السائد بشكلٍ عام.

Chlorophyll Content	محتوى الكلوروفيل	Refers to the amount of chlorophyll, a green pigment found in plants, algae, and cyanobacteria, present in a plant tissue or sample. Chlorophyll is crucial for photosynthesis, as it absorbs light energy and converts it into chemical energy. Measuring chlorophyll content helps assess plant health, photosynthetic efficiency, and overall growth.	كمية الكلوروفيل (اليخضور)، وهو صبغة خضراء موجودة في النباتات والطحالب والبكتيريا الزرقاء، الموجودة في أنسجة النباتات. ويعد الكلوروفيل ضرورياً لعملية التمثيل الضوئي، حيث يمتص طاقة الضوء ويحولها إلى طاقة كيميائية. ويساعد قياس محتوى الكلوروفيل في تقييم سلامة النبات، وكفاءة التمثيل الضوئي، والنمو العام للنبات.
Chlorophyll Index	دليل الكلوروفيل	A metric used to estimate the concentration of chlorophyll in plant tissues. It is often derived from remote sensing data or spectral measurements, and it provides an indication of plant health, photosynthetic activity, and overall vegetation vigor. Higher chlorophyll indices typically signify healthier, more vigorous plants.	قياس يُستخدم لتقدير تركيز الكلوروفيل في أنسجة النبات. وغالباً ما يتم الحصول عليه من بيانات الاستشعار عن بعد، أو من القياسات الطيفية. ويُعد هذا القياس مؤشراً على سلامة النبات، والنشاط الضوئي، وقوة النباتات بشكل عام. فكلما كانت قيمه أعلى كلما كانت النباتات أكثر صحةً وقوة.
Crop Growth Monitoring	مراقبة نمو المحاصيل	Involves observing and measuring the development of crops over time. This includes tracking various factors such as plant height, leaf area, biomass, and overall health. The goal is to assess crop performance, detect issues such as pests or diseases, and optimize management practices to improve yield and quality.	مراقبة وقياس تطور المحاصيل على مدار الوقت. ويشمل ذلك تتبع عوامل مختلفة مثل ارتفاع النبات، ومساحة سطوح الأوراق، والكتلة الحيوية، والصحة العامة. والهدف من ذلك هو تقييم أداء المحاصيل (قياس إمكانات الغلة، والتأثير البيئي لإنتاج الغذاء على مستوى الحقل، والمزارع، والأحواض المائية)، والكشف المسبق للمشكلات مثل الآفات أو الأمراض، وتحسين ممارسات الإدارة لزيادة غلة المحصول، وتحسين جودته.

Crop Growth Stages Detection	كشف مراحل نمو المحاصيل	The process of identifying and categorizing the different phases of crop development from planting to harvest. These stages are often characterized by specific morphological or physiological changes in the plants, such as germination, vegetative growth, flowering, and fruiting. Detecting these stages helps in managing agricultural practices, optimizing inputs, and predicting harvest times.	تحديد وتصنيف مختلف مراحل نمو المحاصيل (من الزراعة إلى الحصاد). وغالباً ما تتميز هذه المراحل بتغيرات مورفولوجية أو فسيولوجية محددة تحدث ضمن النباتات، مثل الإنبات، والنمو الخضري، والإزهار، والإثمار. ويساعد كشف هذه المراحل في تعزيز إدارة الممارسات الزراعية، وتحسين المدخلات، والتنبؤ بمواعيد الحصاد.
Crop Monitoring Systems	أنظمة مراقبة المحاصيل	Tools and technologies used to observe and analyze the condition, growth, and health of crops throughout their development. These systems often integrate various data sources, including remote sensing, satellite imagery, drones, sensors, and weather data, to provide real-time insights and help optimize crop management practices, detect problems early.	الأدوات والتقنيات المستخدمة لمراقبة وتحليل حالة المحاصيل، ونموها وصحتها، طوال فترة النمو. وغالباً ما يتم الحصول على البيانات المرتبطة بذلك من مصادر مختلفة، أهمها الاستشعار عن بعد، وصور الأقمار الاصطناعية، والطائرات بدون طيار، وأجهزة الاستشعار، وبيانات الطقس، وذلك من أجل أن تتوافر في الوقت المناسب رؤية صحيحة تساعد في تحسين ممارسات إدارة المحاصيل، والكشف المبكر عن وجود أي مشكلة.
Crop Pest and Disease Outbreak Detection	الكشف عن تفشي الآفات والأمراض في المحاصيل	Involves identifying and monitoring the occurrence of pests and diseases affecting crops. This process uses various methods, including visual inspections, remote sensing, and data analysis, to detect early signs of infestations or infections. Early detection allows for timely intervention, helping to minimize crop damage and improve yield outcomes.	تحديد ومراقبة ظهور الآفات والأمراض التي تصيب المحاصيل. ولهذه الغاية تُستخدم طرائق مختلفة، منها المعاينة (التفتيش) البصرية، والاستشعار عن بعد، وتحليل البيانات ذات الصلة، وذلك من أجل الكشف المبكر عن علامات الإصابة أو العدوى. ويسمح الكشف المبكر هذا بالتدخل في الوقت المناسب، مما يساعد على تقليل الأضرار التي يمكن أن تلحق بالمحاصيل، إضافةً لتحسين مخرجات الإنتاج.

Data Assimilation in Crop Models	التحليل البياني في نماذج المحاصيل	A process where observational data, such as weather conditions, soil moisture, and crop health metrics, are integrated into crop simulation models to improve their accuracy and predictive capability. By continuously updating the model with real-world data, this technique enhances the model's ability to provide reliable forecasts and recommendations for crop.	تزويد نماذج محاكاة المحاصيل ببيانات مراقبة مقاسة فعلياً، مثل البيانات المتعلقة بالأحوال الجوية، ورطوبة التربة، وصحة المحاصيل، وذلك من أجل تحسين دقة هذه النماذج، وتعزيز قدرتها على التنبؤ، بما يسمح بتقديم توقعات وتوصيات موثوقة لإدارة المحاصيل، وتعظيم إنتاجيتها.
Diffuse Reflection	الانعكاس المشتت	Occurs when light hits a rough or matte surface and is scattered in many directions rather than reflecting in a single, predictable direction. This type of reflection results in a non-glossy appearance and allows objects to be visible from various angles.	اصطدام الضوء بسطح خشن، أو سطح غير لامع، وانتشاره في أكثر من اتجاه (تشتت في جميع الاتجاهات) بدلاً من الانعكاس باتجاه واحد يمكن التنبؤ به مسبقاً. ويسمح هذا النوع من الانعكاس برؤية الأشياء من زوايا مختلفة.
Digital Soil Mapping (DSM)	رسم خرائط التربة الرقمي (DSM)	The process of creating detailed, spatially explicit maps of soil properties and characteristics using digital technologies. It combines data from various sources such as remote sensing, soil samples, and geographic information systems (GIS) to produce accurate and high-resolution soil maps.	إنشاء خرائط تفصيلية عالية الدقة لتوزع الترب في منطقة ما، باستخدام تقنيات رقمية. وتضم هذه الخرائط عادةً معلومات حول خصائص التربة وخواصها. ويتم جمع البيانات اللازمة لإنشائها من مصادر مختلفة، مثل الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية (GIS)، ونتائج تحليل عينات من التربة مأخوذة من الموقع.
Disease Detection	كشف الأمراض	The process of identifying the presence of diseases in individuals, crops, or environments. It involves various techniques, such as medical tests, visual inspections, and data analysis, to recognize symptoms or indicators of illness or infection early, enabling timely intervention and management.	تحديد وجود الأمراض سواء لدى الأفراد أو المحاصيل أو البيئات المختلفة. وتعتمد عملية التحديد على تقنيات مختلفة، مثل الاختبارات الطبية، والمعاينات البصرية، وتحليل البيانات، وذلك للتعرف مبكراً على أعراض أو مؤشرات المرض أو العدوى، مما يسمح بالتدخل في الوقت المناسب، وإدارة الإجراءات اللازمة.

Emission Spectroscopy	التحليل الطيفي للانبعاث	A technique used to study the light or electromagnetic radiation emitted by atoms or molecules when they transition from a higher energy state to a lower one. By analyzing the wavelengths and intensities of the emitted light, scientists can identify the composition and properties of the material being studied.	تقنية تُستخدم لدراسة الضوء أو الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من ذرات أو جزيئات مادةٍ ما عند انتقالها من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل. حيث يمكن من خلال تحليل أطوال الموجات وشدة الضوء المنبعث تحديد تركيب وخصائص المادة التي تجري دراستها.
Environmental Stressors	الاجهادات البيئية	External factors that negatively impact the health and functioning of organisms and ecosystems. These stressors can include pollutants, extreme weather conditions, habitat destruction, and other disturbances. Understanding and managing these stressors is crucial for maintaining environmental quality and protecting biodiversity.	العوامل الخارجية المؤثرة سلباً على صحة الكائنات الحية، وأداء وظائفها، وعلى النظم البيئية السائدة. وتشمل هذه العوامل الملوثات، وأحوال الطقس القاسية، وتدمير الموائل وغيرها من العوامل المزعزعة. ويُعد فهم ماهية هذه العوامل، والعمل على إدارتها بشكلٍ صحيح أمراً بالغ الأهمية للمحافظة على جودة الظروف البيئية المسيطرة، وحماية التنوع الحيوي.
Far-Infrared (FIR) Rays	الأشعة تحت الحمراء طويلة الموجه (FIR)	A type of electromagnetic radiation with longer wavelengths than visible light, typically ranging from 15 to 1000 micrometers. FIR rays are commonly used in various applications such as thermal imaging, climate studies, and medical therapies, as they can penetrate materials and are absorbed by objects, providing valuable information about their temperature and composition.	نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي ذو أطوال موجية أكبر من الضوء المرئي، وتراوح هذه الأطوال عادةً بين 15 و1000 ميكرومتر. وتُستخدم الأشعة تحت الحمراء غالباً في تطبيقات مختلفة، مثل التصوير الحراري، ودراسات المُناخ، والعلاجات الطبية، حيث يمكنها اختراق المواد، التي يمكن بدورها أن تمتصها، مما يوفر معلومات قيّمة عن تركيبها، ودرجة حرارتها.

Feature Extraction	استخلاص الميزات	A process in data analysis and machine learning where key attributes or characteristics (features) are identified and extracted from raw data. This helps in reducing the dimensionality of the data, highlighting important information, and improving the performance of algorithms by focusing on relevant aspects of the data.	هو عملية في تحليل البيانات وتعلم الآلة يتم فيها تحديد ، واستخراج السمات أو الخصائص الرئيسية من البيانات الخام. يساعد ذلك في تقليل أبعاد البيانات، وتسليط الضوء على المعلومات المهمة، وتحسين أداء الخوارزميات من خلال التركيز على الجوانب ذات الصلة من البيانات.
Feature Selection	اختيار الميزات	The process of choosing the most relevant features or attributes from a dataset to improve the performance of a machine learning model. By selecting a subset of features, this process reduces the complexity of the model, improves accuracy, and helps in avoiding overfitting by eliminating redundant or irrelevant information.	عملية في مجال تحليل البيانات والتعلم الآلي. يجري بواسطتها تحديد واستخراج السمات أو الخصائص الرئيسية من البيانات الخام. ويساعد هذا في تقليل أبعاد البيانات، وتسليط الضوء على المعلومات المهمة، إضافةً لتحسين أداء الخوارزميات من خلال التركيز على الجوانب ذات الصلة بالبيانات.
Field Crop Monitoring	مراقبة المحاصيل الحقلية	Involves regularly observing and assessing the condition and growth of crops in agricultural fields. This includes tracking factors such as plant health, growth stages, soil moisture, and pest or disease presence. Effective monitoring helps optimize crop management practices, improve yields, and ensure timely interventions.	مراقبة وتقييم منتظمين لحالة المحاصيل ونموها في الحقول الزراعية. ويشمل ذلك متابعة عوامل عديدة مثل صحة النبات، ومراحل النمو، ورطوبة التربة، ووجود الآفات أو الأمراض. وتساعد المراقبة الفعالة في تحسين الممارسات المتعلقة بإدارة المحاصيل، وتحسين إنتاجيتها، ودعم التدخلات المناسبة في الوقت المناسب.

Field Spectroscopy	التحليل الطيفي الحقلي	The technique of using spectrometers to measure the reflection or absorption of light by surfaces or materials directly in the field. This method provides real-time data on the spectral properties of objects, which can be used to assess various attributes such as plant health, soil composition, and environmental conditions.	استخدام أجهزة قياس الطيف لقياس انعكاس أو امتصاص الضوء بواسطة الأسطح أو المواد مباشرةً في الموقع. وتوفر هذه الطريقة بيانات آنية عن الخصائص الطيفية للأشياء، التي يمكن استخدامها لتقييم سمات مختلفة، مثل سلامة النبات، وتركيب التربة، والظروف البيئية السائدة.
Foliage Cover Mapping	رسم خرائط الغطاء النباتي	The process of creating detailed maps that represent the extent and distribution of vegetation cover, such as leaves and branches, across a given area. This mapping helps in assessing vegetation density, land use, and ecological health, and is often used in environmental monitoring, forestry management, and land planning.	إنشاء خرائط تفصيلية تبين انتشار وتوزع الغطاء النباتي، مثل الأوراق، والأغصان، ضمن منطقة معينة. وتساعد هذه الخرائط في تقييم كثافة الغطاء النباتي، واستخدامات الأراضي، والسلامة البيئية، وغالباً ما تُستخدم في مراقبة البيئة السائدة، وإدارة الغابات، وتخطيط الأراضي.
Fourier Transform Spectroscopy	التحليل الطيفي باستخدام تحويل فورييه	A technique used to measure the spectral properties of light by converting the time-domain signal into a frequency-domain spectrum using a mathematical process called the Fourier transform. This method provides high-resolution and accurate spectral data over a wide range of wavelengths and is commonly used in chemical analysis, material science, and astronomy.	تقنية تُستخدم لقياس الخواص الطيفية للضوء عن طريق تحويل إشارة المجال الزمني إلى طيف المجال الترددي باستخدام عملية رياضية تُسمى تحويل فورييه (Fourier). وتوفر هذه الطريقة بيانات طيفية عالية الدقة ضمن نطاق واسع من الأطوال الموجية، وهي تُستخدم عادة في التحليل الكيميائي، وعلم المواد، وعلم الفلك.

Gamma Radiation	إشعاع غاما	A type of high-energy electromagnetic radiation emitted by radioactive substances and certain nuclear reactions. It has very short wavelengths and high energy, which allows it to penetrate materials more deeply than other forms of radiation. Gamma radiation is used in various applications, including medical imaging, cancer treatment, and nuclear medicine, as well as in industry and scientific research.	نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي عالي الطاقة ينبعث من المواد المشعة، ومن بعض التفاعلات النووية، وهو يتميز بطاقة عالية، وأطوال موجية قصيرة جداً، مما يُمكّنه من اختراق المواد بشكلٍ أعمق من أنواع الإشعاع الأخرى. وكمثالٍ على هذا الإشعاع إشعاع جاما الذي يُستخدم في تطبيقات مختلفة، منها التصوير الطبي، وعلاج أمراض السرطان، والطب النووي، وكذلك في الصناعة، والبحث العلمي.
Gamma-Ray Spectroscopy	مطيافية أشعة غاما	A technique used to analyze the energy and intensity of gamma rays emitted from radioactive materials. By measuring the energy levels of gamma rays, scientists can identify specific isotopes and determine their concentrations. This method is widely used in fields such as nuclear physics, environmental monitoring, and medical diagnostics.	تقنية تُستخدم لتحليل طاقة وكثافة أشعة جاما المنبعثة من المواد المشعة. ومن خلال قياس مستويات طاقة أشعة جاما، يستطيع العلماء تعيين نظائر معينة، وتحديد تركيزاتها. وتُستخدم هذه التقنية على نطاقٍ واسع في مجالات مختلفة، مثل الفيزياء النووية، والتشخيص الطبي، والمراقبة البيئية.
Green Chlorophyll Index	دليل الكلوروفيل الأخضر	A measure used to estimate the amount of chlorophyll in plants, which indicates their health and vigor. This index is calculated using data from sensors or imaging techniques that capture the green light reflected by chlorophyll. It helps in monitoring plant growth and assessing agricultural productivity.	مقياس يُستخدم لتقدير كمية الكلوروفيل الموجودة في النباتات، التي تشير إلى صحة النباتات، وحيويتها. ويتم حساب قيمة هذا المقياس باستخدام بيانات تُجمع من أجهزة الاستشعار، أو تقنيات التصوير، التي تلتقط الضوء الأخضر المنعكس عن الكلوروفيل، وهو ما يساعد في مراقبة نمو المحاصيل، وتقييم الإنتاجية الزراعية.

Image Calibration	معايرة الصور	The process of adjusting and correcting images to ensure that they accurately represent the real-world scene or object being captured. This involves correcting for factors like lens distortion, lighting variations, and sensor inaccuracies. The goal is to improve the accuracy and reliability of the image data for analysis and interpretation.	عملية ضبط وتصحيح الصور الملتقطة، لضمان أن تكون المعالم التي تضمها ممثلةً للواقع بدقة. لذا لا بد من تصحيح بعض العوامل، مثل تشوه العدسة، والاختلافات في شدة الإضاءة، وعدم دقة المستشعر، وذلك من أجل زيادة دقة وموثوقية البيانات التي تُستخلص من الصور، للقيام بالتحليل والتفسير المطلوبين.
Independent Component Analysis (ICA)	تحليل المكونات المستقلة (ICA)	A method used to separate mixed signals into their original, independent sources. It helps in identifying distinct patterns or components from complex.	طريقة تُستخدم لفصل الإشارات المختلطة، وإعادتها إلى مصادرها الأصلية المستقلة. وهي تساعد في تحديد الأنماط أو المكونات المميزة من بين مجموعها الكلي.
Mid-Infrared Imaging	التصوير في الأشعة تحت الحمراء المتوسط الموجه	A technique that captures images using mid-infrared light, which is between visible light and longer infrared wavelengths. This type of imaging helps detect heat and analyze materials based on their thermal properties.	تقنية تلتقط الصور باستخدام ضوء الأشعة تحت الحمراء المتوسطة، وهو الضوء الذي يقع بين الضوء المرئي، والموجات تحت الحمراء الأطول. ويساعد هذا النوع من التصوير في الكشف عن الحرارة، وتحليل المواد بناءً على خواصها الحرارية.
Multispectral Imaging	التصوير متعدد الأطياف	A technique that captures images in multiple wavelength bands of the electromagnetic spectrum, beyond the visible range. This method provides detailed information about the objects or scenes being observed by analyzing various spectral bands, which can reveal different material properties and conditions. It's widely used in fields such as agriculture, environmental monitoring, and remote sensing.	تقنية تلتقط الصور في نطاقات متعددة من الأطوال الموجية للطيف الكهرومغناطيسي الواقعة خارج النطاق المرئي. وهي توفر معلومات مفصلة حول الأشياء أو المعالم التي يتم رصدها، وذلك من خلال تحليل نطاقات طيفية مختلفة، وهو ما يساعد في الكشف عن خصائص وظروف مختلفة للمواد. وبناءً عليه تُستخدم هذه التقنية على نطاقٍ واسع في مجالات مختلفة مثل الزراعة، والمراقبة البيئية، والاستشعار عن بعد.

Noise Reduction	تقليل الضوضاء	The process of minimizing unwanted or irrelevant variations in data, images, or signals to improve clarity and accuracy. In various fields, such as audio processing, image analysis, and data transmission, noise reduction techniques help remove background noise, distortions, or errors to enhance the quality of the desired information.	تقليل التباينات غير المرغوب بها، أو التي لا تتعلق بالبيانات أو الصور أو الإشارات، وذلك لتحسين جودة المعلومات المطلوبة، وزيادة الوضوح والدقة في مجالات مختلفة، مثل معالجة الصوت، وتحليل الصور، ونقل البيانات.
Normalized Burn Ratio (NBR)	نسبة الاحتراق المعيارية	A remote sensing index used to assess the severity of fire damage in vegetation. It is calculated using satellite imagery by comparing the reflectance values of vegetation before and after a fire. The NBR helps in evaluating the extent of burn and recovery by highlighting areas that have been significantly impacted by fire.	مؤشر للاستشعار عن بعد، يُستخدم لتقييم حجم الأضرار الناجمة عن الحرائق التي يتعرض لها الغطاء النباتي في منطقةٍ ما. وتُقدر قيمته باستخدام صور الأقمار الاصطناعية، عبر مقارنة قيم الانعكاس عن النباتات قبل وبعد الحريق. ويساعد هذا المؤشر في تقييم مستويات الضرر الحاصل، وتحديد إجراءات التعافي من خلال تسليط الضوء على المناطق المتأثرة بالحرائق بشكل كبير.
Normalized Canopy Gradient Index (NCGI)	دليل التدرج المعياري للمجموع الخضري (NCGI)	An index used to measure and analyze the vertical gradient of canopy structure in vegetation. It provides insights into the distribution and density of foliage across different canopy layers, helping to assess vegetation health, biomass, and ecological conditions. The NCGI is often used in remote sensing and ecological studies to monitor changes in forest structure and canopy dynamics.	مؤشر يُستخدم لقياس وتحليل التدرج الرأسي لبنية الغطاء النباتي. وهو يوفر رؤية واضحة حول توزع وكثافة أوراق الشجر عبر مختلف طبقات الغطاء النباتي، مما يساعد في تقييم سلامة الغطاء النباتي، والكتلة الحيوية، والظروف البيئية السائدة. وغالباً ما يُلجأ لهذا المؤشر في الاستشعار عن بعد، والدراسات البيئية، لمراقبة التغيرات التي تطرأ على بنية الغابات، وديناميات الغطاء النباتي.

Normalized Pigment Chlorophyll Index (NPCI)	دليل اليخضورالمعياري (NPCI)	An index used to measure the relative amount of chlorophyll in plants. It helps assess plant health by comparing the reflectance of light in specific wavelength bands, indicating the concentration of chlorophyll and, consequently, the vitality of the plant.	مؤشر يُستخدم لقياس الكمية النسبية للكلوروفيل (اليخضور) في النباتات. وهو يساعد في تقييم سلامة النبات من خلال مقارنة انعكاس الضوء في نطاقات محددة للطول الموجي، مما يشير إلى تركيز الكلوروفيل، وبالتالي إلى حيوية النبات.
Nutrient Deficiency Detection	الكشف عن نقص العناصر الغذائية	The process of identifying when plants lack essential nutrients. This can be done through visual symptoms, soil tests, or advanced technologies like remote sensing. Early detection helps in taking corrective actions to improve plant health and yield.	تحديد الأوقات التي تتعرض فيها النباتات لنقص العناصر الغذائية الأساسية. ويمكن القيام بذلك من خلال المعاينة البصرية، أو تحليل عينات من التربة، أو باستخدام تقنيات متقدمة مثل الاستشعار عن بُعد، وذلك للمساعدة في الكشف المبكر عن النقص، واتخاذ الإجراءات اللازمة لتصحيح الوضع القائم، من أجل تحسين صحة النبات، وزيادة إنتاجه.
Photogrammetry in Agriculture	التصوير الجوي في الزراعة	The use of photographs, often taken from drones or satellites, to create detailed maps and 3D models of agricultural fields. This technique helps farmers monitor crop health, measure field conditions, and make better decisions for planting and harvesting.	استخدام الصور الفوتوغرافية الملتقطة غالباً بمساعدة طائرات بدون طيار، أو أقمار اصطناعية، لإنشاء خرائط تفصيلية، ونماذج ثلاثية البعد للحقول الزراعية. وتساعد هذه التقنية المزارعين في مراقبة سلامة محاصيل، وتحديد مختلف الظروف السائدة في حقولهم، واتخاذ القرارات الصحيحة بشأن الزراعة والحصاد.
Plant Height Mapping	رسم خرائط ارتفاع النباتات	The process of creating maps that show the height of plants across an area. This is usually done using aerial imagery or remote sensing technologies, helping farmers and researchers monitor plant growth, assess crop health, and manage agricultural practices.	إنشاء خرائط توضح ارتفاع النباتات في منطقة ما. وعادةً ما يتم ذلك باستخدام التصوير الجوي، أو تقنيات الاستشعار عن بُعد، مما يساعد المزارعين والباحثين على مراقبة نمو النباتات، وتقييم صحة محاصيلهم، إضافةً لإدارة الممارسات الزراعية.

Plant Stress Detection	كشف إجهاد النباتات	The process of identifying when plants are experiencing stress due to factors like drought, pests, or disease. This can be done using visual observations, sensors, or imaging technologies to spot changes in plant color, growth, or other indicators of stress.	تحديد الأوقات التي تتعرض خلالها النباتات للإجهاد بسبب عوامل مختلفة، مثل الجفاف، أو الآفات، أو الأمراض. ويمكن القيام بذلك باستخدام المعاينة البصرية أو أجهزة الاستشعار، أو تقنيات التصوير، لتحديد التغيرات في لون النباتات، أو نموها، أو باستخدام مؤشرات أخرى للإجهاد.
Plant Stress Mapping	رسم خرائط إجهاد النباتات	The process of creating maps that show where and how plants are stressed across a field or area. This is usually done using technologies like drones or satellites to detect changes in plant health, helping farmers manage issues like drought or disease more effectively.	إنشاء خرائط توضح أماكن وكيفية تعرض النباتات للإجهاد في حقل ما، أو في منطقة معينة. وعادةً ما يتم ذلك باستخدام تقنيات مختلفة، مثل الطائرات بدون طيار، أو الأقمار الاصطناعية، وذلك للكشف عن التغيرات التي تطرأ على صحة النبات، مما يساعد المزارعين على تطبيق إدارة أكثر فاعلية لمواجهة المشاكل التي يتعرض لها محصوله مثل الجفاف، أو الآفات، أو المرض.
Postharvest Management	إدارة ما بعد الحصاد	Involves the processes and practices used to handle, store, and process crops after they have been harvested. It aims to maintain the quality and extend the shelf life of produce, ensuring it remains fresh and safe for consumption or sale.	العمليات والممارسات المستخدمة في سياق تخزين المحاصيل، ومعالجتها بعد حصادها. وذلك بهدف المحافظة على جودة المحصول، وإطالة مدة صلاحية المنتجات، وضمان بقائها طازجة، ومأمونة الاستخدام سواء كانت للاستهلاك أو للبيع.
Radio Waves	الأمواج الراديوية	Are a type of electromagnetic radiation with long wavelengths and low frequencies. They are used to transmit data wirelessly, such as in radio broadcasts, TV signals, and wireless communications like Wi-Fi and cell phones.	نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي ذو أطوال موجية طويلة، وترددات منخفضة. يُستخدم لنقل البيانات لاسلكياً، كما هو الحال في البث الإذاعي، وإشارات التلفزيون، والاتصالات اللاسلكية مثل الواي فاي، والهواتف المحمولة.

Real-time Monitoring	المراقبة اللحظية	The process of continuously observing and analyzing data as it is being collected. This allows for immediate detection of changes or issues, enabling quick responses and decision-making based on current information.	مراقبة وتحليل البيانات أثناء جمعها، والقيام بتحليلها آنياً، وذلك من أجل الكشف الفوري عن أي تغير، أو أي مشكلة، مما يتيح الاستجابة السريعة لكل طارئ، واتخاذ القرارات المباشرة بناءً على المعلومات الراهنة.
Robotic Systems	الأنظمة الآلية الذكية	Machines designed to perform tasks automatically or with minimal human intervention. They can be used in various fields, such as manufacturing, healthcare, and agriculture, to increase efficiency and precision.	آلات تُصمم لإنجاز الكثير من المهمات إما ذاتياً بالكامل، أو بتدخل بشري بسيط. وهي تُستخدم لزيادة الكفاءة والدقة في مجالاتٍ مختلفة، مثل التصنيع، والرعاية الصحية، والزراعة.
Shortwave-Infrared (SWIR) Radiation	الإشعاع تحت الأحمر قصير الموجة (SWIR)	A type of electromagnetic radiation with wavelengths longer than visible light but shorter than mid-infrared. SWIR is useful in various applications, like detecting moisture, monitoring vegetation, and imaging through smoke or fog.	نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي ذو طولٍ موجي أكبر من الضوء المرئي، لكنه أقصر من الأشعة تحت الحمراء المتوسطة. ومن الأمثلة على هذا النوع من الإشعاع الأشعة تحت الحمراء ذات الموجات القصيرة التي تُعد وسيلةً مفيدةً في تطبيقات مختلفة، مثل كشف الرطوبة، ومراقبة الغطاء النباتي، إضافةً للتصوير من خلال الدخان أو الضباب.
Snapshot Systems	أنظمة التصوير اللحظي	Imaging or data capture systems that take a quick, single shot of a scene or object at a specific moment in time. They are used to capture instant data or images for analysis without continuous monitoring.	أنظمة تصوير، أو جمع بيانات من لقطات تؤخذ لمشهد أو كائن في لحظة معينة من الزمن. وبناءً عليه فهي تُستخدم لالتقاط بيانات، أو صور فورية للتحليل، لكن دون مراقبة مستمرة.
Spatial Variability Mapping	رسم خرائط التباين المكاني	The process of creating maps that show how certain characteristics, like soil quality or crop health, vary across different areas of a field or region. This helps in understanding differences within the area, allowing for more targeted management and decision-making.	إنشاء خرائط توضح الاختلاف الحاصل في خصائص معينة، مثل جودة التربة، أو صحة المحاصيل، ضمن أجزاء مختلفة من حقل ما، أو منطقة معينة. وتساعد هذه المقاربة في فهم ماهية وأسباب الاختلافات على اتباع إدارة أكثر فاعلية، واتخاذ قرارات تركز على تحقيق أهدافٍ بعينها.

Spectral Derivative	الاشتقاق الطيفي	A technique used to analyze changes in the intensity of light reflected from a surface at different wavelengths. By calculating the derivative of the spectral data, it helps highlight subtle features and variations that might be difficult to see in the raw data.	تقنية تُستخدم لتحليل التغيرات الحاصلة في شدة الضوء المنعكس عن سطح ما عند أطوال موجية مختلفة. وذلك عبر حساب مشتق البيانات الطيفية. ويساعد ذلك في تسليط الضوء على المعالم المستهدفة، والاختلافات الدقيقة بينها، التي قد يكون من الصعب ملاحظتها من خلال البيانات الخام.
Spectral Imaging	التصوير الطيفي	A technique that captures images across different wavelengths of light, not just the visible range. This provides detailed information about the materials and features in an image by analyzing how they reflect or emit light at various wavelengths.	تقنية تلتقط الصور عبر أطوال موجية مختلفة للضوء، وليس فقط النطاق المرئي. وهي توفر معلومات تفصيلية حول المواد والسمات المبينة في الصورة من خلال تحليل كيفية انعكاسها، أو إصدارها للضوء عند أطوال موجية مختلفة.
Spectral Signature Analysis	تحليل البصمة الطيفيه	Examining the unique pattern of light reflectance or emission from an object or material at different wavelengths. This pattern, or "signature," helps identify and differentiate materials based on their specific spectral characteristics	فحص النمط الفريد لانعكاس الضوء، أو انبعاثه من جسم أو مادة عند أطوال موجية مختلفة. ويساعد هذا النمط أو "البصمة" في تحديد المواد وتمييزها بناءً على خصائص طيفية محددة خاصة بها.
Standard Normal Variate (SNV)	التغير الطبيعي المعياري	A data normalization technique used to adjust for variations in intensity or scale. It transforms data to a common scale by correcting for differences in data distribution, making it easier to compare and analyze.	تقنية لترتيب أو تنظيم البيانات المستخدمة لضبط الاختلافات في الكثافة أو المقياس. وهي تقوم بتحويل البيانات إلى مقياس مشترك عن طريق تصحيح الفروقات الحاصلة في توزيع البيانات، مما يجعل مقارنتها وتحليلها أكثر سهولة.
Time-Series Vegetation Analysis	تحليل تغير الغطاء النباتي مع الزمن	The study of how vegetation, such as crops or forests, changes over time. By analyzing data collected at different times, this method helps track growth patterns, health, and changes in vegetation.	دراسة كيفية التغير الحاصل في الغطاء النباتي (محاصيل أو غابات، أو ...الخ) مع مرور الزمن، وذلك من خلال تحليل البيانات التي يجري جمعها في أوقات مختلفة. وتساعد هذه الطريقة في متابعة أنماط نمو الغطاء النباتي، وسلامته، والتغيرات التي يمكن أن تطرأ عليه.

Transmission Spectroscopy	مطياف النفاذية الضوئية	A technique used to measure how much light passes through a sample. By analyzing the light that transmits through the material, it helps in determining the material's properties, such as its composition, concentration, and structure.	تقنية تُستخدم لقياس كمية الضوء التي تمر عبر عينة من مادةٍ ما، من خلال تحليل الضوء الذي يمر عبر المادة، وهو ما يساعد ذلك في تحديد خصائص المادة، مثل تركيبها، وكثافتها، وبنيتها.
Ultraviolet (UV) Imaging	التصوير بالأشعة فوق البنفسجية (UV)	A technique that captures images using ultraviolet light, which is not visible to the human eye. This method helps reveal details that are not visible in regular light, such as certain material properties or biological features.	تقنية تلتقط الصور باستخدام الضوء فوق البنفسجي، الذي لا يُرى بالعين البشرية. وتساعد هذه التقنية في الكشف عَن التفاصيل التي لا يمكن رؤيتها في الضوء العادي، مثل خصائص مواد معينة، أو سمات حيوية محددة.
Variable Rate Technology (VRT)	تكنولوجيا المعدلات المتغيرة	A method used in agriculture to apply inputs, like water, fertilizer, or pesticides, at different rates across a field based on specific needs. This technology helps optimize resource use, improve crop yields, and reduce waste.	طريقة تُستخدم في الزراعة لإضافة المدخلات، مثل مياه الري، والأسمدة، والمبيدات الحشرية، في جميع أجزاء الحقل بمعدلاتٍ تتوافق مع الاحتياجات المحددة مسبقاً لكل جزء. وتساعد هذه الطريقة في تحسين استخدام الموارد، وزيادة إنتاجية المحاصيل، والحد من الهدر.

Remote Sensing based Crop Yield Monitoring and Forecasting[14]

(مراقبة وتوقع إنتاجية المحاصيل باستخدام الاستشعار عن بُعد).

Remote Sensing Based Crop Yield Monitoring and Forecasting involves using satellite or aerial imagery to observe, track, and predict crop yields. This approach enables the assessment of crop health and productivity, helps in forecasting future yields, and supports informed decision-making for agricultural management.

(استخدام الصور الفضائية أو الجوية لمراقبة وتتبع وتنبؤ عوائد المحاصيل. ويتيح هذا الأسلوب تقييم سلامة المحاصيل وإنتاجيتها، كما يساعد في التنبؤ بالعوائد المستقبلية، ويعزز عملية اتخاذ القرارات في إدارة الزراعة).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Agricultural Insurance	التأمين الزراعي	A type of insurance that helps farmers protect their crops, livestock, and other farm-related assets from losses caused by things like bad weather, pests, and diseases.	نوع من التأمين يساعد المزارعين على حماية محاصيلهم ومواشيهم وغيرها من الأصول المرتبطة بزراعتهم نتيجة الأحوال الجوية، أو الآفات، أو الأمراض، أو أي أسباب أخرى.
Agronomic Parameters	المتغيرات الزراعية	The key factors that affect how well crops grow. These include things like soil quality, water, climate, and how crops are managed.	العوامل الرئيسية التي تؤثر في درجة نجاح نمو المحاصيل. وتشمل هذه العوامل جودة التربة، والمياه، والمُناخ، وكيفية إدارة المحاصيل.
Automated Image Processing	معالجة الصور الآلية	A technology that uses computers to analyze and improve images without human intervention. It can automatically detect, enhance, and interpret visual data.	تقنية تستخدم الحواسيب لتحليل وتحسين الصور دون تدخل بشري. ويمكن بمساعدتها اكتشاف البيانات البصرية وتحسينها وتفسيرها تلقائياً.
Big Data in Agriculture	البيانات الضخمة في الزراعة	Refers to the large volumes of data collected from various sources like sensors, satellites, and farm equipment. This data helps farmers make better decisions about planting, watering, and harvesting crops.	كميات كبيرة من البيانات التي يتم جمعها من مصادر مختلفة مثل المستشعرات، والأقمار الاصطناعية، والمعدات الزراعية. وتساعد هذه البيانات المزارعين على اتخاذ قرارات أفضل بشأن الزراعة، والري، وحصاد المحاصيل.

[14] Setiyono, T., Nelson, A., & Holecz, F. (2014). Remote sensing based crop yield monitoring and forecasting. *Crop monitoring for improved food security*.

Biophysical Parameter Estimation	تقدير المتغيرات البيوفيزيائية	Involves measuring and calculating the physical characteristics of living organisms or their environments, like plant health or soil properties, to understand and manage ecosystems better.	قياس وحساب الخصائص الفيزيائية للكائنات الحية أو بيئاتها، مثل سلامة النباتات، أو خصائص التربة، وذلك لفهم، وإدارة النظم البيئية، بشكلٍ أفضل.
Climate and Weather Data Integration	دمج بيانات المُناخ والطقس	The process of combining information about long-term climate patterns and short-term weather conditions to improve predictions and decision-making.	جمع المعلومات حول أنماط المُناخ طويلة الأمد من جهة، وظروف الطقس قصيرة الأمد من جهةٍ أخرى، من أجل تحسين التوقعات حول المُناخ، واتخاذ القرارات الصحيحة بشأنه.
Crop Biomass Estimation	تقدير الكتلة الحيوية للمحاصيل	The process of calculating the total amount of plant material or organic matter produced by crops. This helps in understanding crop yield and overall health.	حساب كمية المواد النباتية، أو المادة العضوية التي تنتجها المحاصيل. وهو ما يساعد في فهم إنتاجية المحاصيل، وسلامتها العامة
Crop Calendar	تقويم المحاصيل	A schedule that outlines the best times for planting, growing, and harvesting different crops throughout the year based on local climate and weather conditions.	جدول يحدد على مدار العام أفضل أوقات زراعة، ونمو، وحصاد المحاصيل المزروعة، وذلك بناءً على المُناخ المؤثر محلياً، وظروف الطقس السائدة.
Crop Growth Modeling	نمذجة نمو المحاصيل	The use of mathematical models to predict how crops will grow under different conditions, such as varying weather and soil types.	استخدام نماذج رياضية للتنبؤ بكيفية نمو المحاصيل، تحت ظروف مختلفة، مثل تغييرات الطقس، وأنواع التربة.
Crop Simulation Models	نماذج محاكاة المحاصيل	Computer programs that mimic how crops grow and respond to different conditions, like weather and soil, to help farmers make better decisions.	برامج حاسوبية تحاكي نمو واستجابة المحاصيل تحت ظروف مختلفة مثل أحوال الطقس، والتربة بهدف مساعدة المزارعين على اتخاذ القرارات الأفضل بخصوص مزروعاتهم.
Crop Yield Forecast	التنبوء بإنتاجية المحاصيل	An estimate of how much produce or harvest a crop will yield at the end of the growing season, based on current conditions and data.	تقدير كمية المنتج من المحصول، أو الإنتاج الذي سيتحقق في نهاية موسم النمو، بناءً على الظروف الراهنة، والبيانات المتاحة.

Crop Yield Monitoring	مراقبة إنتاجية المحاصيل	The process of regularly checking and recording the amount of produce or harvest from crops to track their performance and make timely decisions.	عملية التحقق المتواصل، والتسجيل المنتظم لكميات الإنتاج من المحصول، وذلك من أجل التأكد من الكفاءة، واتخاذ القرارات الصحيحة في الوقت المناسب.
Data Preprocessing Techniques	تقانات تهيئة البيانات قبل المعالجة	Methods used to clean, organize, and prepare data before analysis, ensuring it's accurate and ready for use in models or systems	طرائق تُستخدم لاستبعاد الشاذ من البيانات المسجلة، والعمل على تنظيمها، وتحضيرها، قبل القيام بتحليلها، وذلك بهدف ضمان دقتها، وصلاحيتها للاستخدام لاحقاً في النماذج أو الأنظمة ذات الصلة.
Earth Observation	مراقبة الأرض	The process of using satellites, drones, and other technologies to collect data about the Earth's surface and atmosphere to monitor and understand changes and conditions	استخدام الأقمار الاصطناعية، والطائرات بدون طيار، وأي تقانات أخرى لجمع البيانات حول سطح الأرض، وغلافها الجوي، لمراقبة وفهم التغيرات الطارئة، والظروف السائدة.
Ecosystem Modeling	نمذجة النظم البيئية	The use of computer simulations to represent and study the interactions between different parts of an ecosystem, like plants, animals, and their environment.	استخدام المحاكاة الحاسوبية لتمثيل ودراسة التفاعلات الحاصلة بين مختلف أجزاء النظام البيئي، مثل النباتات والحيوانات والبيئات التي تعيش فيها.
Environmental Conditions Monitoring	مراقبة الظروف البيئية	Involves regularly checking and recording various factors in the environment, such as temperature, humidity, and air quality, to understand and manage changes and impacts.	التحقق والتسجيل المنتظمين لعوامل مختلفة في البيئة، مثل درجة الحرارة، والرطوبة، وجودة الهواء الجوي، وذلك بهدف فهم وإدارة التغيرات الحاصلة، والآثار الناجمة عنها.
Field Boundary Detection	كشف حدود الحقول	The process of identifying and mapping the edges or borders of a field using technologies like satellites or drones, to help in managing and analyzing agricultural areas.	تحديد حدود الحقول الزراعية، ورسم خرائطها، باستخدام تقنيات مختلفة مثل الأقمار الاصطناعية، أو الطائرات بدون طيار، للمساعدة في تحليل المناطق الزراعية، وإدارتها
Geospatial Data Analytics	تحليل البيانات الجغرافية المكانية	The analysis of data related to geographic locations, such as maps and satellite images, to gain insights and make decisions about spatial patterns and relationships.	تحليل البيانات المتعلقة بالمواقع الجغرافية، مثل الخرائط، وصور الأقمار الاصطناعية، للحصول على رؤى جديدة، واتخاذ قرارات صحيحة حول الأنماط المكانية، والعلاقات القائمة بينها.

Ground Sampling Distance (GSD)	مسافة أخذ العينات الأرضية (GSD)	The distance between two consecutive pixels on the ground as seen from an aerial or satellite image. It determines the level of detail and resolution in the image.	المسافة بين خليتين (بكسلين) متتاليتين على سطح الأرض كما تُرى من صورة جوية، أو صورة من قمر اصطناعي. وتحدد هذه المسافة دقة الصورة، ومستوى التفاصيل المشمولة بها.
Ground Truth Validation	التحقق الميداني من البيانات الاستشعاريه	The process of verifying the accuracy of data or imagery by comparing it with actual observations or measurements taken directly from the field	التحقق من دقة البيانات أو الصور بمقارنتها بالمراقبات العينية، أو القياسات الفعلية المسجلة في أرض الواقع مباشرةً.
High-resolution SAR Data	بيانات الرادار ذي الدقة العالية	Refers to detailed images of the Earth's surface captured by Synthetic Aperture Radar (SAR) systems. These images provide precise information about the ground, even in various weather conditions and lighting.	صور تفصيلية لسطح الأرض تُلتقط بمساعدة أنظمة الرادار ذي الفتحة المركبة (SAR). وهي صور توفر معلومات دقيقة حول معالم سطح الأرض، حتى في ظل ظروف طقس وإضاءة مختلفة.
Hyperspectral Imagery	الصور الطيفية عالية الدقة	Involves capturing detailed images across many different wavelengths of light, beyond the visible spectrum, to identify and analyze materials and features on the Earth's surface with high precision.	التقاط صور مفصلة بأطوال موجية مختلفة للضوء، تقع خارج الطيف المرئي، وذلك لتحديد وتحليل المواد والمعالم فوق سطح الأرض بدقةٍ عالية.
Machine Learning Algorithms	خوارزميات التعلم الآلي	Computer programs that learn from data to make predictions or decisions without being explicitly programmed for each task. They improve their performance over time as they are exposed to more data.	برامج حاسوبية تستفيد من البيانات المتوافرة في وضع تنبؤات، أو اتخاذ قرارات معينة دون برمجتها بشكلٍ صريح لكل مهمة تؤديها. ويجري تحسين أداء هذه البرامج من خلال تزويدها ببيانات جديدة مع مرور الوقت.
Multi-Sensor Data Fusion	دمج بيانات أجهزة الاستشعار المتعددة	The process of combining data from different sensors or sources to get a more accurate and comprehensive understanding of a situation or environment.	دمج البيانات من أجهزة استشعار، أو أي مصادر أخرى، للحصول على فهم أكثر دقةً وشمولية لحالات خاصة، أو بيئة معينة.

Phenological Monitoring	مراقبة المراحل الفينولوجية	Involves observing and recording the timing of natural events in plants and animals, such as flowering, leaf emergence, or migration, to study how these events are influenced by environmental changes.	مراقبة وتسجيل مواعيد الأحداث الطبيعية المرافقة لحياة النباتات (مثل الإزهار، أو ظهور الأوراق، أو ...الخ)، وحياة الحيوانات (مثل مواعيد الهجرة)، وذلك لدراسة كيفية تأثر هذه الأحداث بالتغيرات البيئية الحاصلة.
Phenological Stages	المراحل الفينولوجية	Refer to the distinct phases in the life cycle of plants and animals, such as flowering, fruiting, or leaf shedding, which are used to track and study seasonal and environmental changes.	المراحل المميزة في دورة حياة النباتات والحيوانات، مثل الإزهار، أو الإثمار، أو تساقط الأوراق، أو ...الخ، التي تُستخدم لمتابعة التغيرات الموسمية والبيئية الحاصلة، والعمل على دراستها.
Precision Crop Management	الإدارة الدقيقة للمحاصيل	An approach to farming that uses detailed data and technology, such as GPS and sensors, to optimize crop production by precisely managing inputs like water, fertilizers, and pesticides.	نهج في الزراعة يعتمد على استخدام بيانات تفصيلية يتم الحصول عليها بوساطة تقنيات مختلفة، مثل نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، وأجهزة الاستشعار، حيث تساعد هذه البيانات في إدارة المدخلات الزراعية (مياه، وأسمدة، ومبيدات حشرية) بدقة، مما يعزز تحسين إنتاج المحاصيل.
Proximal Sensing	الاستشعار القريب	Refers to the use of sensors placed close to the crops or soil to collect data about their condition. This helps in monitoring and managing agricultural practices more accurately.	استخدام أجهزة استشعار(حسّاسات) توضع عادةً قرب المحاصيل المزروعة أو التربة لجمع البيانات حول حالتها، من أجل مراقبة وإدارة الممارسات الزراعية بدقةٍ أكبر.
Real-time Weather Data	بيانات الطقس في الوقت الفعلي	Refers to up-to-the-minute information about current weather conditions, such as temperature, humidity, wind speed, and precipitation, often collected and updated.	معلومات آنية عن الظروف الجوية الراهنة مثل درجة الحرارة، والرطوبة، وسرعة الرياح، والهطول المطري. وهي معلومات تُجمع وتُحدث بشكلٍ متواصل.
Remote Sensing Data Integration	تكامل بيانات الاستشعار عن بُعد	The process of combining data from various remote sensing sources, like satellites and drones, to create a comprehensive view of an area for better analysis and decision-making.	دمج البيانات التي يتم الحصول عليها من مصادر مختلفة للاستشعار عن بعد، مثل الأقمار الاصطناعية، والطائرات بدون طيار، بهدف تكوين رؤية شاملة حول منطقة ما، لتسهيل تحليل ما فيها، واتخاذ القرارات الأفضل بشأن ما يجري فيها.

Satellite-based Observation	المراقبة بواسطة الأقمار الاصطناعية	Involves using satellites to collect data and images of the Earth's surface and atmosphere. This helps in monitoring environmental changes, weather patterns, and other global phenomena.	استخدام الأقمار الصناعية لجمع البيانات والصور حول سطح الأرض والغلاف الجوي، من أجل مراقبة التغيرات البيئية الحاصلة، وأنماط الطقس السائدة، وأي ظواهر عالمية أخرى.
Seasonal Vegetation Changes	التغيرات الموسمية في النباتات	Refer to the variations in plant growth and appearance that occur throughout the year due to changing weather conditions and seasonal cycles	التغيرات التي تحصل على مدار العام في نمو النبات ومظهره، نتيجة تغير الظروف الجوية، ودورة الطقس الموسمية.
Spatial-Temporal Analysis	التحليل المكاني والزمني	Involves studying how patterns and processes change over both space and time. This type of analysis helps to understand the dynamics of phenomena by looking at their variation across different locations and over different periods.	دراسة كيفية تغير الأنماط والعمليات زمانياً ومكانياً. ويساعد هذا النوع من الدراسات في فهم ديناميات الظواهر، من خلال النظر لتباينها من موقع لآخر، وخلال فترات زمنية مختلفة.
Temporal Outliers	القيم الشاذة الزمنية	Data points or events that significantly deviate from the usual patterns or trends over time. These anomalies can indicate unusual conditions or errors in the data collection process.	هي نقاط بيانات أو أحداث تنحرف بشكل كبير عن الأنماط أو الاتجاهات المعتادة على مر الزمن. يمكن أن تشير هذه الشذوذات إلى ظروف غير عادية أو أخطاء في عملية جمع البيانات
Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)	المركبات الجوية بدون طيار	Aircraft that are operated without a pilot on board. They are commonly used for tasks like aerial photography, surveying, and monitoring, often controlled remotely or autonomously.	طائرات تعمل دون طيار على متنها. وتُستخدم عادةً لمهام مختلفة، مثل التصوير الجوي، والمسح الجوي، والمراقبة الجوية. وغالباً ما يتم التحكم بها عن بُعد، أو تُشغل بشكلٍ ذاتي.
Vapor Pressure Deficit (VPD)	عجز ضغط البخار (VPD)	The difference between the amount of moisture in the air and the maximum amount of moisture the air can hold at a given temperature. It indicates how dry the air is and affects plant water loss and growth.	هو الفرق بين كمية الرطوبة في الهواء والحد الأقصى لكمية الرطوبة التي يمكن للهواء أن يحتفظ بها عند درجة حرارة معينة. يشير إلى مدى جفاف الهواء ويؤثر على فقدان المياه من النباتات ونموها.

Vegetation Cover Analysis	تحليل الغطاء النباتي	Involves studying the extent and types of plant coverage in an area to understand vegetation patterns, health, and changes over time. It helps in assessing environmental conditions and land use.	دراسة أنواع الغطاء النباتي وانتشاره في منطقة ما من أجل فهم أنماطه، وسلامته، والتغيرات التي تطرأ عليه بمرور الوقت. ويساعد مثل هذه الدراسة في تقييم الظروف البيئية السائدة، واستخدامات الأراضي.
Vegetation Water Cloud Model	نموذج سحابة المياه للنباتات	A conceptual model used to describe and estimate how water is distributed and interacts within a vegetation canopy. It helps in understanding how plants absorb, store, and use water and how this affects remote sensing measurements.	نموذج مفهومي (تصوري) يُستخدم لوصف وتقدير كيفية توزع وتفاعل الماء داخل المجموع الخضري للنباتات. ويساعد هذا النموذج في فهم كيفية امتصاص وتخزين واستخدام الماء من قبل النباتات، إضافةً لكيفية تأثير ذلك على قياسات الاستشعار عن بُعد.
Yield Gap Analysis	تحليل الفجوة بالإنتاج	The process of comparing the actual crop yield with the potential yield that could be achieved under optimal conditions. It helps identify factors limiting crop productivity and opportunities for improvement.	مقارنة الإنتاج الفعلي من محصول، مع الإنتاج الممكن الذي يمكن تحقيقه من المحصول نفسه في ظل الظروف المثلى. وتساعد هذه المقارنة في تحديد العوامل التي تحد من إنتاجية المحصول، والبحث عن فرص مناسبة لتحسينها.
Yield Mapping	رسم خرائط الإنتاجية	Involves creating detailed maps that show the distribution of crop yields across a field. This helps farmers analyze spatial variations in productivity and make informed decisions for improving crop management.	إعداد خرائط تفصيلية توضح توزع إنتاجية المحاصيل عبر الحقل، لمساعدة المزارعين على تحليل التباين المكاني في الإنتاجية، واتخاذ القرارات الصحيحة لتحسين إدارة المحاصيل.
Yield Prediction Models	نماذج التنبؤ بالإنتاجية	Mathematical or statistical tools used to estimate future crop yields based on factors like weather, soil conditions, and historical data. These models help farmers plan and manage their crops more effectively.	أدوات رياضية أو إحصائية تُستخدم لتقدير الإنتاج المتوقع مستقبلاً من المحاصيل، بالاعتماد على عوامل متعددة، مثل الطقس، والتربة، والبيانات التاريخية. وتساعد هذه النماذج المزارعين في عملية التخطيط لمحاصيلهم، وإدارتها بشكل أكثر فاعلية.

Yield Variability	تباين الإنتاجية	Refers to the differences in crop yields across different areas of a field or between different growing seasons. It can be influenced by factors such as soil quality, weather conditions, and farming practices.	الاختلافات في إنتاج المحاصيل في أجزاء مختلفة من الحقل، أو بين موسم وآخر. ويمكن أن تتأثر هذه الاختلافات بعددٍ من العوامل، مثل جودة التربة، وظروف الطقس، والممارسات الزراعية المتبعة.

Soil Moisture Monitoring and Measurement using Remote Sensing[15]

(مراقبة وقياس رطوبة التربة باستخدام الاستشعار عن بعد).

The applications of remote sensing to soil moisture involve using satellite data to monitor and measure soil moisture levels, assess their variability, and analyze their impact on agricultural practices and water resources.

(تتضمن تطبيقات الاستشعار عن بُعد بشأن استخدام بيانات الأقمار الاصطناعية لمراقبة وقياس مستويات رطوبة التربة، وتقييم تباينها، وتحليل تأثيرها على الممارسات الزراعية، وموارد المياه).

المصطلح باللغة الأنكليزية	المصطلح باللغة العربية	التعريف باللغة الانكليزية	التعريف باللغة العربية
Active Remote Sensing	الاستشعار عن بُعد الفعّال	This type of remote sensing relies on sending a pulse of energy towards the target object and then detecting the changes in the signal reflected back from it.	يعتمد هذا النوع من الاستشعار عن بعد على إرسال نبضة من الطاقة باتجاه الكائن المستهدف، ثم الكشف عن التغييرات الطارئة على الإشارة المرتدة منه.
Aqua satellite	القمر الاصطناعي أكوا	A NASA satellite primarily focused on studying the Earth's water cycle.	قمر اصطناعي تابع لوكالة الفضاء الأمريكية (NASA)، يركز بشكل أساسي على دراسة دورة المياه الطبيعية.
Aquifer Depletion	استنزاف طبقة المياه الجوفية	The significant decline in groundwater levels due to pumping from the aquifer at rates that exceed its natural recharge.	الانخفاض الكبير في مناسيب المياه الجوفية نتيجة الضخ من طبقة المياه الجوفية بمعدلات تتجاوز معدلات تغذيتها المتجددة.
Crop Coefficient (Kc)	معامل المحصول	It represents the ratio of the actual evapotranspiration (ET) of a specific crop to the reference evapotranspiration (ET_o) for a particular period.	نسبة التبخر - النتح الفعلي (ET) لمحصول ما إلى التبخر - النتح المرجعي (ET_o) خلال فترة محددة.
Crop Yield Modeling	نمذجة إنتاجية المحاصيل	A way to use computer programs to simulate how crops grow and develop in relation to their environment to predict crop yield.	طريقة يتم فيها استخدام برامج حاسوبية لمحاكاة نمو المحاصيل واستجابتها للظروف البيئية المحيطة بهدف التنبؤ بإنتاجيتها.

[15] NASA Applied Sciences, "ARSET - Applications of Remote Sensing to Soil Moisture and Evapotranspiration,," NASA, n.d. [Online]. Available: https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-applications-remote-sensing-soil-moisture-and.

Drought Monitoring	مراقبة الجفاف	The systematic observation and analysis of meteorological, hydrological, agricultural, and socioeconomic indicators to assess the severity, extent, and duration of drought conditions.	مراقبة وتحليل منهجيين للمؤشرات الجوية والهيدرولوجية والزراعية والاجتماعية والاقتصادية، لتقييم الجفاف من حيث شدته، ومناطق انتشاره، ومدة تأثيره.
Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS)	نظام بيانات ومعلومات نظام رصد الأرض	NASA's comprehensive system for collecting, processing, archiving, and distributing Earth science data from various sources, including satellites, aircraft, and field measurements.	نظام وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) الشامل لجمع ومعالجة وأرشفة وتوزيع بيانات علوم الأرض من مصادر مختلفة، بما في ذلك الأقمار الاصطناعية، والطائرات والقياسات الحقلية.
EEFlux (Earth Engine Evapotranspiration Flux)	أداة قياس تدفق التبخر والنتح باستخدام منصة غوغل إيرث إنجين	A web-based application that utilizes satellite data and advanced computational tools to measure and monitor evapotranspiration (ET) across different landscapes, particularly in agricultural fields.	تطبيق عبر شبكة الانترنيت، يستخدم بيانات الأقمار الاصطناعية، وأدوات الحوسبة المتقدمة لقياس ومراقبة التبخر والنتح (ET)، في مناطق طبيعية مختلفة على سطح الأرض، ولاسيما في المجالات الزراعية.
Emissivity	الانبعاثية	A measure of an object's ability to emit infrared radiation relative to a perfect blackbody at the same temperature.	مقياس لقدرة جسم ما على بث الأشعة تحت الحمراء مقارنةً بجسم أسود مثالي عند درجة الحرارة نفسها.
Evapotranspiration (ET)	التبخر - النتح	The process by which water is transferred from the Earth's surface to the atmosphere through evaporation and transpiration from plants.	العملية التي يتم من خلالها انتقال المياه من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي من خلال تبخرها من سطح التربة، ونتحها من النباتات.
GLDAS (Global Land Data Assimilation System)	النظام العالمي لتقدير بيانات سطح الأرض	Global Land Data Assimilation System: It's a NASA project that combines satellite and ground-based observations with land surface models to produce global estimates of land surface conditions, such as soil moisture, temperature, and evapotranspiration.	مشروع تابع لوكالة الفضاء الأمريكية (NASA)، يجمع بين عمليات الرصد الجارية عبر الأقمار الاصطناعية، والمراقبات الجارية فوق سطح الأرض، مع نماذج رياضية لسطح الأرض، وذلك لإنتاج تقديرات عالمية حول أوضاع سطح الأرض، من جوانب مختلفة، مثل رطوبة التربة، ودرجة الحرارة، والتبخر والنتح.

Landsat satellite	القمر الصناعي لاندسات	A series of Earth-observing satellites jointly managed by NASA and the USGS that have been capturing high-resolution images of the Earth's surface since 1972, used for environmental monitoring, land-use planning, and resource management.	سلسلة من الأقمار الاصطناعية وظيفتها مراقبة الأرض تديرها بشكل مشترك وكالة الفضاء الأمريكية (NASA)، وهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية (USGS)، وتلتقط هذه الأقمار صوراً عالية الدقة لسطح الكرة الأرضية، منذ عام 1972، وتُستخدم لمراقبة البيئة، وتخطيط استخدامات الأراضي، وإدارة الموارد.
Microwave Remote Sensing	الاستشعار عن بعد بالموجات الدقيقة	A technique that uses microwave energy to gather information about the Earth's surface.	تقنية تستخدم طاقة الموجات الدقيقة لجمع المعلومات حول سطح الأرض.
MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)	جهاز تصوير طيفي ذو دقة متوسطة	An instrument on NASA's Terra and Aqua satellites that captures moderate-resolution images in 36 spectral bands, used for studying Earth's climate, land surface, and oceans.	هو جهاز محمول على متن الأقمار الاصطناعية تيرا وأكوا التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية (NASA)، والهدف منه التقاط صور بدقة متوسطة ضمن 36 نطاقاً طيفياً، من أجل دراسة مُناخ الكرة الأرضية، وسطح اليابسة، والمحيطات.
Net Radiation (Rn)	صافي الإشعاع (Rn)	The balance between all incoming and outgoing shortwave and longwave radiation at Earth's surface, representing the net energy available for surface processes like heating, evaporation, and ecosystem productivity.	حصيلة الموازنة بين جميع الإشعاعات قصيرة وطويلة الموجة الداخلة والخارجة على سطح الأرض، ويمثل صافي الطاقة المتاحة للعمليات السطحية، مثل التسخين، والتبخر، وإنتاجية النظم البيئي.
OLI (Operational Land Imager)	مجس تصوير الأرض التشغيلي.	A sensor on the Landsat 8 satellite that captures high-resolution images of Earth's surface in multiple spectral bands, used for monitoring land use, vegetation, water resources, and environmental changes.	مستشعر يوجد على متن القمر الاصطناعي لاندسات 8، ويلتقط صوراً عالية الدقة لسطح الأرض في نطاقات طيفية متعددة، ويُستخدم لمراقبة استخدامات الأراضي، والغطاء النباتي، والموارد المائية، والتغيرات البيئية.
Passive Remote Sensing	الاستشعار عن بُعد الخامل	Passive remote sensing involves acquiring information about an object or area by detecting the electromagnetic radiation emitted or reflected from it.	يتضمن الاستشعار عن بعد الخامل الحصول على معلومات حول جسم أو منطقة، من خلال كشف الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث منه، أو المنعكس عنه.

Reference ET (ETo)	التبخر - النتح المرجعي	The evapotranspiration rate from a hypothetical grass reference crop with specific characteristics (height, resistance, albedo).	معدل التبخر- النتح من محصول عشبي مرجعي افتراضي يتمتع بخصائص محددة (الارتفاع، والمقاومة، ومعامل الانعكاس).
Sea Surface Temperature (SST)	درجة حرارة سطح البحر	The temperature of the upper layer of the ocean, measured at the interface between the ocean and the atmosphere.	درجة حرارة الطبقة العليا من مياه المحيط، ويتم قياسها عند الحد الفاصل بين سطح المياه، والغلاف الجوي.
Seasonal Climate Predictability	قابلية التنبؤ بالمُناخ الموسمي	The degree to which climate conditions (temperature, precipitation, etc.) can be accurately forecasted for a specific season.	إمكانية توفير تنبؤ دقيق حول الظروف المُناخية (درجة حرارة، وهطول مطري، وما إلى ذلك)، التي يمكن أن تسود خلال موسم محدد.
Sensible Heat Flux (H)	تدفق الحرارة المحسوسة	The vertical transfer of heat energy between the Earth's surface and the atmosphere through convection and conduction.	الانتقال الرأسي للطاقة الحرارية بين سطح الأرض والغلاف الجوي من خلال الحمل الحراري والتوصيل.
Snow Water Equivalent (SWE)	المكافئ المائي للثلوج	The amount of liquid water that would result from melting a specific amount of snow.	كمية المياه السائلة التي تنتج عن ذوبان كمية محددة من الثلج.
Soil Moisture (ST)	رطوبة التربة	The amount of water contained within the soil. It's a crucial factor in various processes, including plant growth, hydrology, and climate.	كمية المياه الموجودة داخل التربة. وهي عامل حاسم في العديد من العمليات، مثل نمو النباتات، والهيدرولوجيا، والمُناخ.
Soil Moisture Active Passive Mission (SMAP)	بعثة (قمر اصطناعي) لقياس رطوبة التربة بالاستشعار عن بعد النشط والخامل	A NASA satellite mission designed to measure and map Earth's soil moisture and freeze-thaw state, providing crucial data for understanding climate, weather patterns, and water resources.	مهمة فضائية تابعة لوكالة ناسا مصممة لقياس ورسم خريطة لرطوبة تربة الأرض، وحالة التجمد والذوبان، وهو ما يوفر بيانات مهمة لفهم المُناخ، وأنماط الطقس، وموارد المياه.
Spectral Bands	القنوات الطيفية	Specific ranges of wavelengths in the electromagnetic spectrum that sensors use to capture and analyze different types of information from the Earth's surface.	نطاقات محددة من الأطوال الموجية في الطيف الكهرومغناطيسي التي تستخدمها أجهزة الاستشعار لالتقاط وتحليل أنواع مختلفة من المعلومات من سطح الكرة الأرضية الأرض.

Spectral Reflectance	الانعكاس الطيفي	The proportion of light or other electromagnetic radiation that a surface reflects at specific wavelengths, used to analyze and identify materials based on their unique reflectance properties.	نسبة الضوء أو أي إشعاع الكهرومغناطيسي آخر يعكسه سطح عند أطوال موجية محددة. وتُستخدم هذه النسبة لتحليل وتحديد المواد بناءً على خصائص انعكاسها المميزة لها.
Surface Solar Radiation	الإشعاع الشمسي الوارد إلى سطح الأرض	The amount of solar energy reaching the Earth's surface.	كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض.
Surface Water Balance	موازنة المياه السطحية	An accounting of the inflows, outflows, and storage changes of water in a specific surface water body or watershed.	حساب التدفقات الداخلة والخارجة، والتغيرات في تخزين المياه ضمن حوض مائي سطحي محدد.
Terra satellite	القمر الصناعي تيرا	Terra is a NASA Earth observation satellite launched in 1999 as part of the Earth Observing System (EOS) program. It collects data to study Earth's climate, atmosphere, land, and oceans.	تيرا هو قمر صناعي تابع لناسا لرصد الأرض، أُطلق في عام 1999 كجزء من برنامج نظام رصد الأرض (EOS)، ويجمع بيانات لدراسة مناخ الأرض وغلافها الجوي والأراضي والمحيط.
TIRS (Thermal Infrared Sensor)	مستشعر الأشعة تحت الحمراء الحرارية	Thermal Infrared Sensor. It's an instrument on board the Landsat 8 and Landsat 9 satellites that measures thermal infrared energy emitted from the Earth's surface.	جهاز موجود على متن القمرين الاصطناعيين لاندسات 8، ولاندسات 9 ويقيس طاقة الأشعة تحت الحمراء الحرارية المنبعثة من سطح الأرض.
Water Cycle	دورة المياه في الطبيعة	The water cycle, also known as the hydrological cycle, is the continuous movement and exchange of water within the Earth's atmosphere, surface, and subsurface.	تُعرف أيضاً بالدورة الهيدرولوجية، وهي تمثل الحركة المستمرة للمياه في الطبيعة، بين الغلاف الجوي للكرة الأرضية، وسطحها، وباطنها.

مرفق 9

خطة تدريبية لتنمية قدرات المسؤولين والكوادر الفنية الحكومية على استخدام تكنولوجيا المعلومات الجغرافية المكانية لسد الفجوات في البيانات ودعم اتخاذ القرار في قطاعي المياه والزراعة في سياق ندرة المياه

الاجتماع السادس للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى
للمياه والزراعة التابعة لجامعة الدول العربية
16 أكتوبر 2024

ملخص:

اسم المشروع	خطة تدريبية لتنمية قدرات المسؤولين والكوادر الفنية الحكومية على استخدام تكنولوجيا المعلومات الجغرافية المكانية لسد الفجوات في البيانات ودعم اتخاذ القرار في قطاعي المياه والزراعة في سياق ندرة المياه
الجهة المانحة/البرنامج/مخطط التمويل	المكتب الإقليمي لمنظمة الأغذية والزراعة (الفاو) للشرق الأدنى وشمال أفريقيا
التقرير مقدم من	IHE Delft Institute for Water Education Westvest 7 P.O. Box 3015 2601 DA, Delft The Netherlands
نقطة الاتصال	Elga Salvadore e.salvadore@un-ihe.org
فترة المشروع	أغسطس 2024 – سبتمبر 2024

1. ملخص المشروع

1.1 ملخص المشروع العام

تم توقيع خطاب اتفاق بين معهد تعليم المياه (IHE Delft) ومنظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لتطوير خطة برنامج تدريبي شامل يهدف إلى تعزيز قدرات المسؤولين والكوادر الفنية الحكومية على استخدام تكنولوجيا المعلومات الجغرافية المكانية لسد الفجوة في البيانات المتعلقة بقطاعي المياه والزراعة في منطقة الشرق الأدنى وشمال إفريقيا.

يأتي هذا النشاط استجابة لتوصية اللجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة التابعة لجامعة الدول العربية، التي صدرت في اجتماعها الرابع عام 2022، والرامية إلى تعزيز قدرات الدول العربية على استخدام بيانات رصد الأرض، وتكنولوجيا المعلومات الجغرافية المكانية، وغيرها من مصادر البيانات والأدوات ذات الصلة للتغلب على تحديات نقص البيانات في قطاعي المياه والزراعة. وقد لاقت هذه التوصية تأييدا من المكتب الإقليمي لمنظمة الأغذية والزراعة للشرق الأدنى وشمال إفريقيا.

1.2 نظرة عامة على أهداف المشروع

تعكس خطة التدريب الخلفية والأهداف والمخرجات المتوقعة المنصوصة في المذكرة الخاصة بمقترح البرنامج التدريبي، التي أقرتها اللجنة العليا المشتركة، وتم تصميمها خصيصًا لتلبية احتياجات الفئة المستهدفة من المشاركين كما هو مشار اليه في المذكرة. تهدف الأهداف العامة للتدريب إلى تعزيز المعرفة والمهارات لدى المسؤولين الحكوميين العاملين في القضايا المتقاطعة بين قطاعي المياه والزراعة، والمتخصصين في جمع البيانات وتحليلها، بما في ذلك بيانات رصد الأرض وتكنولوجيا المعلومات الجغرافية المكانية. كما تسعى إلى تسليط الضوء على أهمية التحليلات وتطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في استخلاص معلومات مفيدة تساهم في تحسين إدارة موارد المياه والزراعة وتنسيق السياسات ذات الصلة. ولتحقيق هذه الغاية، تم تحديد الأهداف التوجيهية التالية:

- إطلاع المشاركين على أحدث التطورات في مجال رصد البيانات الأرضية لتطبيقات مراقبة الزراعة وإدارة المياه.
- استعراض البيانات الجغرافية المكانية الأساسية لدعم جدول أعمال 2030 للتنمية المستدامة وإعداد التقارير الوطنية، مع التركيز على الهدف الثاني من أهداف التنمية المستدامة (القضاء على الجوع) والهدف السادس (المياه النظيفة والصرف الصحي).
- توضيح كيفية الاستخدام الأمثل للمنصات الإلكترونية المتعلقة ببيانات قطاعي المياه والزراعة المنتجة عبر تقنيات الاستشعار عن بعد، بالإضافة إلى كيفية الحصول على تلك البيانات ودمجها في نظم المعلومات الوطنية لإدارة المياه والأمن الغذائي.
- استعراض إمكانيات منصات الحوسبة السحابية وأدوات نظم المعلومات الجغرافية ذات الصلة، مع التركيز على قدراتها في تحليل البيانات الجغرافية والاستشعار عن بعد في التطبيقات المتعلقة بقطاعي المياه والزراعة.
- استعراض إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية، تقنيات الاستشعار عن بعد، والنماذج المكانية لتقييم ومراقبة الغطاء النباتي، الغطاء الأرضي، إنتاجية المحاصيل، التربة، الأراضي، والموارد المائية في الزراعة.
- تقديم مفهوم المحاسبة المائية باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد، بما في ذلك التدريب العملي على تنفيذ تقييمات المحاسبة المائية.
- تقديم شرح لمفاهيم إنتاجية المياه والأدوات المتاحة لمراقبتها في الزراعة على مستويات متعددة (مثل منصة WaPORالتابعة لمنظمة الأغذية والزراعة) .
- توفير فرص للمشاركين للتفاعل مع الخبراء في هذا المجال، بالإضافة إلى تعزيز التعاون وتبادل الخبرات بين المشاركين من دول مختلفة.

لتحقيق هذه الأهداف، يقدم هذا التقرير خطة تدريب مفصلة لبناء قدرات الفئة المستهدفة. يعرض القسم 2 لمحة عامة عن هيكل البرنامج التدريبي والفئة المستهدفة، بينما يوضح القسم 3 أهداف التعلم لكل وحدة، مسلطًا الضوء على أساليب التدريب والمواد والموارد المطلوبة لتحقيق أهداف التعلم في كل دورة.

2. هيكل التدريب والجمهور المستهدف

2.1 أهداف التعلم وهيكل برنامج التدريب

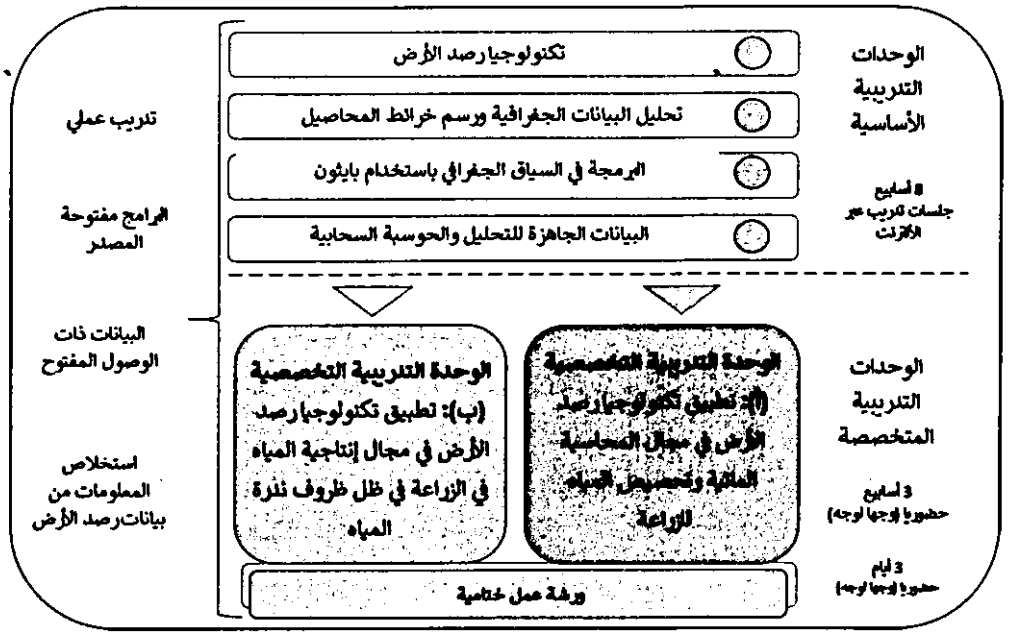
عند الانتهاء بنجاح من برنامج التدريب المقترح، سيتمكن المشاركون من:

1) توضيح المبادئ الأساسية وخصائص الأنواع المختلفة لتكنولوجيا الاستشعار عن بعد، ومدى ملاءمتها للتطبيقات الزراعية وإدارة المياه.
2) اختيار والحصول على بيانات رصد الأرض لتطبيقات رصد الأراضي الزراعية وإدارة الموارد المائية.
3) إجراء التحليلات المكانية والزمنية الأساسية، واستخلاص المعلومات من بيانات الاستشعار عن بعد باستخدام تطبيقات برمجة بايثون، ونظم المعلومات الجغرافية، بالإضافة إلى المواقع الإلكترونية والحوسبة السحابية.
4) استخدام المعلومات الجغرافية المكانية لدعم أجندة 2030 للتنمية المستدامة وإعداد التقارير الوطنية.
5) دمج بيانات الاستشعار عن بعد مع غيرها من البيانات لتحليل حالة موارد المياه في أحواض الأنهار، وتحديد المشكلات المحتملة واقتراح الحلول المناسبة من حيث الإدارة والمراقبة.
6) استخدام بيانات الاستشعار عن بعد لتحليل إنتاجية الأراضي والمياه، وتحديد المشكلات المحتملة واقتراح الحلول المناسبة من حيث الإدارة والمراقبة.

لتحقيق هذه الأهداف، يوفر البرنامج التدريبي أنشطة نظرية وعملية. تتنوع طرق التدريس وفقاً للموضوع، وتتنوع أساليب تقديم المحتوى بين التدريب عبر الإنترنت، والتعليم الحضوري (يتم تقديم مزيد من التفاصيل في القسم 3). يعتمد البرنامج التدريبي على مبادئ التعلم القائم على حل المشكلات، وسيكون للمشاركين الفرصة للتدرب من خلال دراسات حالة خاصة ببلدانهم.

نظرًا لأن المشاركين المستهدفين يأتون من خلفيات متعلقة بالمياه والزراعة، فإن هيكل التدريب المقترح يتضمن وحدات أساسية مشتركة لجميع المشاركين ومسارين متخصصين: مسار المياه ومسار الزراعة. يتيح هذا الهيكل تفاعلاً كافياً بين المشاركين من خلفيات مختلفة بالإضافة إلى تدريب متخصص موجه في مجال المياه والزراعة. ويتضح هيكل التدريب المقترح في الشكل 1. يجب على المشاركين إكمال الوحدات الأساسية بنجاح للانتقال إلى المراحل التالية من التدريب.

نظرًا لأن أحد الأهداف الرئيسية للبرنامج التدريبي هو تحفيز التفاعل بين المشاركين (التعلم المشترك بين التخصصات والبلدان)، نقترح إنهاء التدريب بجلسة ورشة عمل ختامية يجتمع فيها المشاركون من قطاعي المياه والزراعة لعرض نتائج الوحدات المتخصصة. سيوفر ذلك فرصة للمشاركين للحصول على نظرة شاملة حول استخدام بيانات الاستشعار عن بعد في مجالات المياه والزراعة، والتفكير في أنواع البيانات المستمدة من الاستشعار عن بعد اللازمة لأحواض الأنهار بالمقارنة بتلك اللازمة لمخططات الري من حيث الدقة الزمنية والمكانية (استخدام البيانات العالمية مقابل تطوير بيانات عالية الدقة high resolution باستخدام pySEBAL أوpyWaPOR). يمكن أن تكون المشاركة في هذه الجلسة المشتركة متاحة لمجموعة أكبر، لتكون جلسة توضيحية وتتيح أيضًا تلقي الملاحظات حول البرنامج التدريبي.



الشكل 1: هيكل البرنامج التدريبي المقترح

2.2 الجمهور المستهدف

تحدد المذكرة الخاصة بمقترح البرنامج التدريبي الجمهور المستهدف لهذا البرنامج، والذي يشمل الموظفين الفنيين العاملين في الإدارات الحكومية بقطاعي المياه والزراعة. يستهدف البرنامج المشاركين الراغبين في التخصص في جمع البيانات الجغرافية المكانية وتحليلها، بهدف إنتاج تقارير ومخرجات أخرى (مثل المؤشرات والخرائط) لدعم صناع القرار المسؤولين عن إدارة موارد المياه والزراعة.

المؤهلات المطلوبة للمرشحين للانضمام إلى البرنامج التدريبي هي كما يلي:

- **المؤهلات التعليمية** :يجب أن يكون لدى المرشحين خلفية أكاديمية تتعلق بعلم الهيدرولوجيا، أو الهيدروجيولوجيا، أو نظم المعلومات الجغرافية، أو الري، أو الزراعة، أو علوم النباتات، أو أي مجال آخر ذو صلة.
- **معرفة بتكنولوجيا رصد الأرض** :ينبغي أن يمتلك المرشحون فهمًا للمبادئ الأساسية لنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.
- **إجادة اللغة** :يجب أن يكون لدى المرشحين مستوى جيد من إتقان اللغة الإنجليزية.
- **مهارات الكمبيوتر**: يجب أن يتمتع المرشحون/المرشحات بمهارات الكمبيوتر الأساسية، بما في ذلك إجادة استخدام برامج ميكروسوفت أوفيس وتصفح الإنترنت وإدارة الملفات، فيما يعتبر الإلمام بمجال البرمجة ميزة إضافية.
- **التفرغ**: يجب أن يكون المرشحون/المرشحات متاحين للمشاركة في دورات التدريب الأساسية والمتخصصة للبرنامج التدريبي
- **الخبرة العملية**: يجب أن يكون لدى المرشحين/المرشحات بعض الخبرة العملية في إدارة وتحليل البيانات المكانية/الإحصائية في مجالات المياه والزراعة ضمن وزاراتهم المعنية.

سوف يتم التنسيق من قبل الأمانة الفنية المشتركة، التي تتألف من الأمانة الفنية لمجلس وزراء المياه العربي والمنظمة العربية للتنمية الزراعية، مع الدول لتلقي ترشيحاتهم بهدف الوصول إلى ثمانية مرشحين (أربعة من قطاع المياه وأربعة من قطاع الزراعة)

من كل دولة. سيتم تقييم المرشحين واختيار أربعة منهم للانضمام إلى التدريب (اثنان من قطاع المياه واثنان من قطاع الزراعة). في كل دورة تدريبية، ستشارك خمس دول، بحيث يكون عدد المشاركين 20 في الوحدات الأساسية و10 في الوحدات المتخصصة. هذا، وسوف تقوم الأمانة الفنية المشتركة بدعوة منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) للمشاركة في عملية اختيار المرشحين استنادًا إلى مؤهلات المرشحين السالف ذكرها.

3. خطة التدريب

يركز هذا القسم على تفاصيل خطة التدريب، التي تنقسم إلى ثلاثة أجزاء رئيسية: الوحدات التدريبية الأساسية، والوحدتان التدريبيتان المتخصصتان (مسار قطاع المياه ومسار قطاع الزراعة)، وورشة العمل الختامية. يعرض هذا القسم أهداف التعلم، وطريقة التدريب، والموضوعات والأنشطة الرئيسية، ومواد التدريب والموارد المتاحة، وطريقة التقييم والوقت المخصص لكل دورة.

سوف تتضمن كل وحدة تدريبية (أساسية ومتخصصة)، جزءًا عمليًا مع أمثلة ذات صلة بإدارة المياه والأراضي، تستخدم فيه بيانات عن الدول الخاصة بالمشاركين.

3.1 الوحدات التدريبية الأساسية

تركز الوحدات الأساسية، كما هو موضح في مذكرة المقترح التدريبي، على أربعة مواضيع رئيسية:

1. تكنولوجيا رصد الأرض
2. تحليل البيانات الجغرافية ورسم خرائط الغطاء الأرضي/أنوع المحاصيل
3. البرمجة في السياق الجغرافي باستخدام بايثون
4. البيانات الجاهزة للتحليل والحوسبة السحابية

تم تصميم الوحدات الأساسية لتستوعب 20 مشاركًا من خمس دول (خبيران من قطاع المياه وخبيران من قطاع الزراعة لكل دولة). سيتم تنفيذ الوحدات الأساسية عبر الإنترنت مع جلسات تدريبية. في نهاية كل دورة، سيتم إجراء تقييم بسيط للمشاركين عبر الإنترنت (مثل اختبار على سبيل المثال) قبل أن يتمكن المشارك من الانتقال إلى الدورة التالي. مدة كل وحدة أساسية هي أسبوعان (بما في ذلك الأجزاء العملية)، على أن يكون العمل بدوام كامل (8 ساعات/يوم، 5 أيام/أسبوع) كحمل تدريسي للأنشطة المختلفة. يمكن توزيع هذين الأسبوعين على فترة تتراوح من ثلاثة إلى أربعة أسابيع حسب توفر الوقت للمشاركين. ويُنصح بتحديد حد زمني واضح للمشاركين لإكمال كل وحدة أساسية. وتمثل كل وحدة تمهيد للوحدة التالية، مما يعني أن كل مشارك يحتاج إلى إكمال الوحدة الأولى قبل السماح له ببدء الوحدة التي تليها.

3.1.1 تكنولوجيا رصد الأرض

- أهداف التعلم (LO) .سيتمكن المشاركون من:

- LO1 شرح المبادئ الأساسية وخصائص أنواع مختلفة من الاستشعار عن بعد وملاءمتها لتطبيقات الزراعة وإدارة المياه.
- LO2 الوصول إلى بيانات الاستشعار عن بعد ذات الوصول المفتوح من منصات الأنترنت.
- LO3 إجراء تحليل أساسي لبيانات الاستشعار عن بعد لتطبيقات المياه والزراعة باستخدام المنصات ذات الوصول المفتوح (المتاحة الوصول للعامة).
- LO4 التعرف على فوائد وتحديات البيانات ذات الوصول المفتوح.
- LO5 مناقشة تطبيقات الحالة الواقعية التي توضح استخدام هذه التقنيات في المياه والزراعة.

أهداف التعلم	المواضيع/الأنشطة	الموارد المتاحة عبر الإنترنت	طريقة التدريب	الوقت المخصص (يوم)
LO1 شرح المبادئ الأساسية وخصائص أنواع مختلفة من الاستشعار عن بعد وملاءمتها لتطبيقات الزراعة وإدارة المياه	• مقدمة عن تقنيات رصد الأرض لتطبيقات المياه والزراعة (النظريات الأساسية ونظرة عامة على التقنيات المتاحة) • أمثلة على التطبيقات • مقدمة في المصطلحات الرئيسية • دقة البيانات	Introducing NASA's NEW Earth System Observatory (youtube.com) Home | OCWGIS (gisopencourseware.org) ARSET - Fundamentals of Remote Sensing | NASA Applied Sciences https://business.esa.int/newcomers-earth-observation-guide#ref_4	مناقشات جماعية مدارة عبر الإنترنت	2
LO2 الوصول إلى بيانات الاستشعار عن بعد ذات الوصول المفتوح من منصات الأنترنت	• مقدمة عن البيانات ذات الوصول المفتوح • مصادر البيانات الرئيسية ذات الوصول المفتوح للمياه والزراعة • أدوات للعمل مع بيانات الوصول المفتوح • مثال على دراسة حالة	https://earthexplorer.usgs.gov/ https://land.copernicus.eu/en https://data.apps.fao.org/wapor/?lang=en https://dahiti.dgfi.tum.de/en/map/	جلسات تدريب عبر الإنترنت	1
LO3 إجراء تحليل أساسي لبيانات الاستشعار عن بعد لتطبيقات المياه والزراعة باستخدام المنصات ذات الوصول المفتوح.	• التحليل الأساسي لبيانات الاستشعار عن بعد باستخدام المنصات عبر الإنترنت • تمارين عملية: حساب الإحصاءات الأساسية لبيانات رصد الأرض للمياه والزراعة. • دراسة حالة خاصة		جلسات تدريب عبر الإنترنت	2
LO4 التعرف على فوائد وتحديات البيانات ذات الوصول المفتوح.	• البيانات الحقلية / بيانات الاستشعار عن بعد • التحديات /قضايا دقة البيانات ذات الوصول المفتوح • مناقشة جماعية		مناقشات جماعية مدارة عبر الإنترنت	1
LO5 مناقشة تطبيقات الحالة الواقعية التي توضح استخدام هذه التقنيات في المياه والزراعة	• دراسة حالة استخدام بيانات الاستشعار عن بعد لإدارة المياه والمياه الزراعية • البيانات: بيانات الاستشعار عن بعد ذات الوصول المفتوح، البيانات الإحصائية ذات الوصول المفتوح • تحليل محدد يتم إجراؤه على منصة الأنترنت		عرض دراسة حالة مشروع جماعي	4

تقييم	- سيقسم المشاركون إلى مجموعات مكونة من 4 أفراد وستحصل كل مجموعة على سيناريو (إدارة الجفاف، وتقييم الموارد المائية، والتنمية الزراعية ...). ويجب على كل مجموعة استخدام البيانات والأدوات لتطوير خطة عمل حول كيفية استخدام تكنولوجيا رصد الأرض للتعامل كل سيناريو خاص بهم. - عرض المشاركين عن كيفية استخدام تكنولوجيا رصد الأرض في منظماتهم أو مشاريعهم	تقرير عرض شفوي	

3.1.2 تحليل البيانات الجغرافية ورسم خرائط الغطاء الأرضي/أنوع المحاصيل

- أهداف التعلم (LO) .سيتمكن المشاركون من:

- LO1 إجراء تحليلات البيانات الجغرافية الأساسية باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد.
- LO2 الوصول إلى بيانات الأقمار الصناعية المفتوحة المصدر ومعالجتها والتحقق من صحتها لتطبيقات المياه والزراعة.
- LO3 تطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد والتعلم الآلي لتحديد أنواع المحاصيل المختلفة.
- LO4 تصور وتفسير نتائج رسم خرائط أنواع المحاصيل باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية.

البرامج: QGIS وأدوات نظم المعلومات الجغرافية ذات الصلة.

أهداف التعلم	المواضيع/الأنشطة	الموارد المتاحة عبر الإنترنت	طريقة التدريب	الوقت المخصص (يوم)
LO1 إجراء تحليلات البيانات الجغرافية الأساسية باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد	• تثبيت البرامج (QGIS) • ملخص حول أنواع البيانات الجغرافية المكانية • ملخص عن نظم المعلومات الجغرافية وأدواتها الرئيسية للمياه والزراعة • المعالجة الأساسية لبيانات الاستشعار عن بعد باستخدام أمثلة على الأراضي والمياه • مقدمة عن دراسات الحالة	https://courses.gisopencourseware.org/ https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/index.html	جلسات تدريب عبر الإنترنت	2
LO2 الوصول إلى بيانات الأقمار الصناعية المفتوحة المصدر ومعالجتها والتحقق من صحتها لتطبيقات المياه والزراعة	• ملخص عن بيانات الاستشعار عن بعد للمياه والزراعة • الحصول على البيانات ومعالجتها • مقدمة للتحقق من صحة وتقييم دقة بيانات الاستشعار عن بعد ذات الوصول المفتوح • تمارين عملية		جلسات تدريب عبر الإنترنت	2

LO3 تطبيق تقنيات الاستشعار عن بعد والتعلم الآلي لتحديد أنواع المحاصيل المختلفة	• دليل التباين الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI) • حساب دليل التباين الطبيعي للغطاء النباتي باستخدام برنامجQGIS • رسم خرائط الغطاء الأرضي • ممارسة تصنيف الغطاء الأرضي • نظرية رسم خرائط المحاصيل والتمرين عليها	1- https://appliedsciences.nasa.gov/get-involved/training/english/arset-agricultural-crop-classification-synthetic-aperture-radar-and 2- Crop mapping | Water efficiency, productivity and sustainability in the NENA regions (WEPS-NENA) | Food and Agriculture Organization of the United Nations (fao.org) ARSET - Mapping Crops and their Biophysical Characteristics with Polarimetric SAR and Optical Remote Sensing | NASA Applied Sciences	جلسات تدريب عبر الإنترنت	3
LO4 تصور وتفسير نتائج رسم خرائط أنواع المحاصيل باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية.	• دراسة حالة • عمل في مجموعات • عرض تقديمي جماعي		مناقشات جماعية مدارة عبر الإنترنت	3
تقييم	- العمل في مجموعات للتدرب على رسم خرائط المحاصيل وتحليل بيانات نظم المعلومات الجغرافية		تقرير عرض شفوي	

3.1.3 البرمجة في السياق الجغرافي باستخدام لغة بايثون

- أهداف التعلم (LO) .سيتمكن المشاركون من:

- LO1 إدارة الملفات والمجلدات باستخدام واجهة سطر الأوامر.(CLI)
- LO2 استخدام أوامر GDAL لتحويل بيانات نظم المعلومات الجغرافية
- LO3 تشغيل أكواد Python المتاحة لتطبيقات المياه والزراعة وإجراء تعديلات صغيرة لمعالجة البيانات.
- LO4 إنشاء مخططات بسيطة لعرض البيانات.

البرامج: Colab ،(Python Mamba) ، مكتبات بايثون ذات الصلة (Pandas/GeoPandas, Matplotlib, Jupyter, xarray, rioarray).

أهداف التعلم	المواضيع/الأنشطة	الموارد المتاحة عبر الإنترنت	طريقة التدريب	الوقت المخصص (يوم)
LO1 إدارة الملفات والمجلدات باستخدام واجهة سطر الأوامر	• كيفية استخدام واجهة سطر الأوامر (CLI) • كيفية تنظيم الملفات والمجلدات على الكمبيوتر	Tutorial: Introduction to the Command Line Interface: Introduction | OCW IHE DELFT (un-ihe.org)	جلسات تدريب عبر الإنترنت	1
LO2 استخدام أوامر GDALلتحويل بيانات نظم المعلومات الجغرافية	• مقدمة عن GDAL. • إعادة الإسقاط والتحويلات إلى أنواع ملفات مختلفة	https://ocw.un-ihe.org/mod/book/view.php?id=18442	جلسات تدريب عبر الإنترنت	2
LO3 تشغيل أكواد Pythonالمتاحة لتطبيقات المياه والزراعة وإجراء تعديلات صغيرة لمعالجة البيانات.	• أساسيات البرمجة • الدروس والتمارين • القيم والأنواع والمتغيرات والوظائف والتنفيذ الشرطي والتكرارات وهياكل البيانات. • المدخلات/ المخرجات من الملف، تصحيح الأخطاء • (تمارين عملية باستخدام دفاتر ملاحظات بايثون Python (Notebooks	www.python.org www.wiki.python.org Learn Python 3 | Codecademy Topic: Module 2 | Python for Geospatial Analyses using WaPOR Data | OCW IHE DELFT (un-ihe.org)	جلسات تدريب عبر الإنترنت	4
LO4 إنشاء مخططات بسيطة لعرض البيانات.	• قراءة البيانات الجغرافية المكانية في بايثون • حساب الإحصاءات الأساسية • إنشاء وحفظ مخططات البيانات • اختياري: تنزيل البيانات ذات الوصول المفتوح تلقائيا باستخدام بايثون	https://ocw.un-ihe.org/course/view.php?id=272&section=5#tabs-tree-start	جلسات تدريب عبر الإنترنت	3
تقييم	- يتم تضمين التقييم في هذه الوحدة على مستوى الأنشطة لضمان التدرج في فهم الموضوعات من قبل المشاركين.			

3.1.4 البيانات الجاهزة للتحليل والحوسبة السحابية

- أهداف التعلم (LO) .سيتمكن المشاركون من:

- LO1 الوصول إلى بيانات WaPOR والحصول عليها باستخدام طرق مختلفة.
- LO2 تطبيق التحليل الجغرافي المكاني باستخدام بيانات WaPOR
- LO3 شرح إمكانات الحوسبة السحابية باستخدام Google Earth Engine (GEE) لتطبيقات الأراضي والمياه.
- LO4 شرح إمكانات الحوسبة السحابية باستخدام SEPAL

أهداف التعلم	المواضيع/الأنشطة	الموارد المتاحة عبر الإنترنت	طريقة التدريب	الوقت المخصص (يوم)
LO1 الوصول إلى بيانات WaPOR والحصول عليها باستخدام طرق مختلفة	• مكونات بيانات منصة WaPOR ونظرة عامة على البوابة الإلكترونية • تشكيل بيانات WaPOR • تقييم جودة بيانات WaPOR • كيفية استخدام بوابة WaPOR (مكوناتها الرئيسية) • كيفية استخدام WaPORDL؟ كيفية التثبيت والأدوات المتاحة	https://ocw.un-ihe.org/course/view.php?id=263&section=2#tabs-tree-start	جلسات تدريب عبر الإنترنت	3
LO2 تطبيق التحليل الجغرافي المكاني باستخدام بيانات WaPOR	• أدوات تحليل بوابة WaPOR • أدوات التحليل المكاني QGIS خرائط إنتاج المحاصيل وإنتاجية المياه • تطبيق المعرفة لحساب العائد وإنتاجية المياه في دراسة الحالة الخاصة بالمشاركين	Topic: WaPOR spatial analyses using GIS | WaPOR Introduction (version 3) | OCW IHE DELFT (un-ihe.org)	جلسات تدريب عبر الإنترنت	3
LO3 شرح إمكانات الحوسبة السحابية باستخدام Google Earth Engine (GEE) لتطبيقات الأراضي والمياه	• مقدمة وعرض توضيحي للعمل على منصات Google Earth Engine (GEE) • مثال على دراسة حالة	https://www.youtube.com/watch?v=_4o6sbOu5do&t=3s	جلسات تدريب عبر الإنترنت	2
LO4 شرح إمكانات منصة الحوسبة السحابية SEPAL	• ما هو SEPAL وأمثلة دراسة الحالة • المكونات والتطبيقات	https://www.youtube.com/watch?v=niOUVE8N7wo&embeds_referring_euri=https%3A%2F%2Fdocs.sepal.io%2Fen%2Flatest%2F&source_ve_path=OTY3MTQ https://sepal.io/	عرض توضيحي	2
تقييم	- العمل في مجموعات على رسم خرائط انتاج المحاصيل وإنتاجية المياه باستخدام بوابة WaPOR			تقرير عرض شفوي

3.2 الوحدات التدريبية المتخصصة

بعد الانتهاء من الوحدات التدريبية الأساسية، تبدأ الوحدتان المتخصصتان وهما كالتالي:

الوحدة التدريبية المتخصصة (أ): تطبيق تكنولوجيا رصد الأرض في مجال المحاسبة المائية وتحصيص المياه للزراعة

الوحدة التدريبية المتخصصة (ب): تطبيق تكنولوجيا رصد الأرض في مجال إنتاجية المياه في الزراعة في ظل ظروف ندرة المياه

تم تصميم كل وحدة تدريبية متخصصة (مسار المياه أو مسار الزراعة) لـ 10 مشاركين (خبيران في مجال المياه من الخمسة بلدان أو خبيران زراعيان من الخمسة بلدان). وتنفذ الوحدات التدريبية المتخصصة حضوريا (وجهاً لوجه) يسبقها تلخيص الوحدات التأسيسية عبر الإنترنت. مدة كل وحدة متخصصة ثلاثة أسابيع (بما في ذلك الأجزاء العملية من التدريب). والمقصود بثلاثة أسابيع هو أسبوع بدوام كامل (8 ساعات/يوم محاضرات، لمدة 5 أيام/الأسبوع).

3.2.1 الوحدة التدريبية المتخصصة (أ): تطبيق تكنولوجيا رصد الأرض في مجال المحاسبة المائية وتحصيص المياه للزراعة

- أهداف التعلم (LO) .سيتمكن المشاركون من:

- LO1 شرح مفهوم المحاسبة المائية، وتحديد المفاهيم والسمات والنهج والتحديات الرئيسية في تطبيقها .
- LO2 شرح مفهوم المحاسبة المائية السريعة وتحديد عناصر تطبيق ميزانية المياه بما في ذلك الاحتياجات والفجوات في البيانات.
- LO3 فهم دور (وتحديات) تكنولوجيا رصد الأرض في تطبيق المحاسبة المائية للتطبيقات الزراعية.
- LO4 تطبيق المحاسبة المائية السريعة على دراسة حالة .
- LO5 فهم أهمية تحليل و إشراك أصحاب المصلحة في تطوير سيناريوهات تطبيق المحاسبة المائية وربطها بتحصيص المياه والحوكمة.

أهداف التعلم	المواضيع/الأنشطة	الموارد المتاحة عبر الإنترنت	طريقة التدريب	الوقت المخصص (يوم)
LO1 شرح مفهوم المحاسبة المائية، وتحديد المفاهيم والسمات والنهج والتحديات الرئيسية في تطبيقها	• ما هي المحاسبة المائية (الفوائد والتحديات) • تعاريف ومفاهيم ومناهج مهمة لتطبيق لمحاسبة المائية • دراسات الحالة وأمثلة التطبيق	Topic: 1 - Introduction to Water Accounting | MOOC: Water Accounting and Auditing | OCW IHE DELFT (un-ihe.org)	جلسات تدريب وجها لوجه	1.5
LO2 شرح مفهوم المحاسبة المائية السريعة وتحديد عناصر تطبيق ميزانية المياه بما في ذلك الاحتياجات والفجوات في البيانات.	• ما هي المحاسبة المائية السريعة وميزانية المياه • الاحتياجات من البيانات لإجراء ميزانية المياه • التحديات في حسابات ميزانية المياه	Topic: 2 - Rapid Water Accounting | MOOC: Water Accounting and Auditing | OCW IHE DELFT (un-ihe.org)	جلسات تدريب وجها لوجه	1

LO3 فهم دور (وتحديات) تكنولوجيا رصد الأرض في تطبيق المحاسبة المائية للتطبيقات الزراعية	• ما هي تكنولوجيا رصد الأرض المتاحة لتطبيق المحاسبة المائية وحسابات الميزانية بما في ذلك التحديات وعدم اليقين • كيف يمكن لتكنولوجيا رصد الأرض والاستشعار عن بعد أن تدعم تطبيق المحاسبة المائية (فجوة البيانات) • حساب ميزانية المياه باستخدام الاستشعار عن بعد	Topic: 3A Introduction to WA+ | MOOC: Water Accounting and Auditing | OCW IHE DELFT (un-ihe.org)	جلسات تدريب وجها لوجه	2.5
LO4 تطبيق المحاسبة المائية السريعة على دراسة حالة	• إختيار دراسة حالة (تحديد هدفا للتطبيق) • جمع البيانات ومعالجتها • فهم رطوبة التربة ، والتعرف على بيانات WaPOR و Python • عرض وتقييم النتائج	Topic: 4A Applying WA+ | MOOC: Water Accounting and Auditing | OCW IHE DELFT (un-ihe.org)	جلسات تدريب نظرية وعملية وجها لوجه	5
LO5 فهم أهمية ت تحليل و إشراك أصحاب المصلحة في تطوير سيناريوهات تطبيق المحاسبة المائية وربطها بتحصيص المياه والحوكمة.	• شرح أهمية تحليل وإشراك أصحاب المصلحة • كيف يمكننا استخدام المحاسبة المائية لتطوير السيناريوهات • المحاسبة المائية وصنع السياسات والحوكمة	1- https://ocw.un-ihe.org/course/view.php?id=194&section=10#tabs-tree-start 2- https://ocw.un-ihe.org/course/view.php?id=194&section=14#tabs-tree-start	جلسات تدريب وجها لوجه	2
تقييم	العمل في مجموعات على دراسة حالة لإكمال تحليل المحاسبة المائية بما في ذلك إعداد السيناريوهات وتحليل أصحاب المصلحة الأساسيين - عرض النتائج		العمل في مجموعات / العرض النهائي	3

3.2.2 الوحدة التدريبية المتخصصة (ب): تطبيق تكنولوجيا رصد الأرض في مجال إنتاجية المياه في الزراعة في ظل ظروف ندرة المياه

- أهداف التعلم (LO) .سيتمكن المشاركون من:

- LO1 شرح استخدام الاستشعار عن بعد لتقدير كمية المياه المستخدمة في الزراعة وتقدير إنتاج الكتلة الحيوية.
- LO2 تحليل مخرجات الاستشعار عن بعد لإحصاءات استخدام الأراضي.
- LO3 تطبيق نهج يعتمد على الاستشعار عن بعد لتقدير عالي الدقة (high resolution) لقيم البخرنتح الفعلي وإنتاج الكتلة الحيوية .
- LO4 إجراء تطبيق يعتمد على الاستشعار عن بُعد خاص بالزراعة باستخدام مؤشرات مثل إنتاجية المياه.

أهداف التعلم	المواضيع/الأنشطة	الموارد المتاحة عبر الإنترنت	طريقة التدريب	الوقت المخصص (يوم)
LO1 شرح استخدام الاستشعار عن بعد لتقدير كمية المياه المستخدمة في الزراعة وتقدير إنتاج الكتلة الحيوية.	• شرح نظريات طرق اشتقاق بيانات استخدام المياه الزراعية وإنتاج الكتلة الحيوية بواسطة الاستشعار عن بعد (يشمل نماذج توازن الطاقة السطحية وطريقة Penman Monteith) • مقدمة عن نموذج PyWaPOR وتمرين عملي على تشغيل PyWaPOR لتقدير البخرنتج و إنتاج الكتلة الحيوية	https://ocw.un-ihe.org/course/view.php?id=214&section=1#tabs-tree-start	جلسات تدريب وجها لوجه	3
LO2 تحليل مخرجات الاستشعار عن بعد لإحصاءات استخدام الأراضي	• المعالجة المسبقة للبيانات الفضائية، رسم خرائط وعرض البيانات المكانية، تمرين عملي على اشتقاق مؤشرات الغطاء النباتي، عمل إحصاءات المناطق (المكانية) باستخدام برامج مفتوحة المصدر	-	جلسات تدريب وجها لوجه	2
LO3 تطبيق نهج يعتمد على الاستشعار عن بعد لتقدير عالي الدقة (high resolution) لقيم البخرنتح الفعلي وإنتاج الكتلة الحيوية.	• مقدمة عن نموذج PyWaPOR وتمرين عملي على تشغيل PyWaPOR لتقدير عالي الدقة (high resolution) لقيم البخرنتج و إنتاج الكتلة الحيوية	https://ocw.un-ihe.org/course/view.php?id=214&section=2#tabs-tree-start Hands on exercises	جلسات تدريب وجها لوجه	5
LO4 إجراء تطبيق يعتمد على الاستشعار عن بُعد خاص بالزراعة باستخدام مؤشرات مثل إنتاجية المياه	• تحويل معلومات الكتلة الحيوية المستنبطة من بيانات الأقمار الصناعية بهدف حساب إنتاجية مياه المحاصيل ومؤشرات أداء الري		جلسات تدريب نظرية وعملية وجها لوجه	2
تقييم	العمل في مجموعات على دراسة حالة لاستكمال تحليل إنتاجية المياه ومؤشرات أداء الري بما في ذلك السيناريوهات وتحليل أصحاب المصلحة الأساسيين - عرض النتائج		العمل في مجموعات / العرض النهائي	3

3.2.3 ورشة العمل الختامية

الأهداف:

1) دعم تبادل المعرفة بين خبراء المياه والزراعة في البلدان المشاركة
2) تسهيل التفاعل مع الخبراء في هذا المجال والتعاون وتبادل الخبرات مع المشاركين من البلدان الأخرى.
3) مناقشة فوائد تكنولوجيا رصد الأرض لصنع السياسات في مجال المياه والزراعة
4) جمع الملاحظات

أهداف التعلم	الأنشطة
دعم تبادل المعرفة بين خبراء المياه والزراعة في البلدان المشاركة	عرض تقديمي من كل بلد حول دراسة الحالة التي تم العمل عليها (عرضين تقديميين من كل بلد - من قطاع المياه وقطاع الزراعة)
تسهيل التفاعل مع الخبراء في هذا المجال والتعاون وتبادل الخبرات مع المشاركين من البلدان الأخرى.	المناقشة والتفاعل بين مقدمي كل دراسة حالة (نظرة عامة على النتائج من المشاركين في المياه والزراعة) المناقشة والتفاعل بين المشاركين من جميع الدول (التفاعلات بين البلدان) تعليقات وآراء الخبراء الدوليين على العروض التقديمية
مناقشة فوائد تكنولوجيا رصد الأرض لصنع السياسات في مجال المياه والزراعة	جلسة تفاعلية مع واضعي السياسات

مرفق 10

بوابة بيانات مركز المعرفة الإقليمي لمبادرة ريكار

معلومات مناخية لسد الفجوات البيانية في قطاعات المياه والزراعة

الاجتماع السادس
للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة
جامعة الدول العربية
16 تشرين الاول/ أكتوبر 2024

المقدمة

منذ عام 2009، يقوم المركز العربي لسياسات تغير المناخ التابع للإسكوا[1](ACCCP) بتنسيق المبادرة الإقليمية لتقييم أثر تغيّر المناخ على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية- ريكار (RICCAR) وذلك لفهم أفضل لتأثير تغير المناخ على الموارد المائية والزراعة في المنطقة العربية. توفر هذه المبادرة أساسًا علميًا لمساندة صياغة السياسات المتعلقة بتغير المناخ وتحديد الأولويات من خلال منهجية تقييم متكاملة خاصة بالمنطقة تعتمد على البيانات الجغرافية.

يتم توفير البيانات والتقييمات على بوابة بيانات منصة المعرفة الإقليمية لريكار[2]، التي تعمل كمنصة مشتركة لتقييم ومعالجة تحديات تغير المناخ الإقليمية. تدعم هذه المنصة الحوار، وتحديد الأولويات، وصياغة السياسات، والاستجابة لتغيّر المناخ على المستوى الإقليمي العربي، مما يضمن أن يكون صانعو القرار مجهزين بالبيانات والتحليلات الموثوقة لصياغة استراتيجيات مناخية أكثر فعّالية. على سبيل المثال، قدمت ريكار تقييمات حول كيفية تأثير التغيرات في أنماط درجات الحرارة وهطول الأمطار على القدرة على الصمود الاجتماعي والاقتصادي في أحواض الأنهار في الجزائر ولبنان، مما يزيد من ندرة المياه ويؤثر على الزراعة، والسياحة، وإمدادات المياه. بالإضافة إلى ذلك، طورت ريكار نماذج مناخية تتوقع زيادة تواتر حالات الجفاف في دول شمال إفريقيا، مما يبرز ضعف القطاعات التي تعتمد على المياه مثل الزراعة وتربية المواشي.

بوابة بيانات المعرفة الإقليمية التابعة لمبادرة ريكار

تعتمد مبادرة ريكار على أساليب علمية وعمليات تشاورية لتعزيز الوصول إلى المعرفة، وبناء القدرات، وتقوية المؤسسات لتقييم تأثير تغير المناخ في المنطقة العربية. من خلال بوابة بيانات المعرفة الإقليمية، تتوفر العديد من مجموعات البيانات المناخية لتحليل الموارد المائية والزراعية، ولكل منها نقاط قوة وضعف.

ان النمذجة المناخية الإقليمية (RCM) مفيدة بشكل خاص لتحليل تغيّر المناخ، حيث تتوقع المناخ المستقبلي بناءً على سيناريوهات انبعاثات الغازات الدفيئة المختلفة، مما يؤدي إلى تغييرات في درجات الحرارة وهطول الأمطار. ومع ذلك، تحتوي مخرجات النماذج المناخية الإقليمية، المستندة إلى النماذج المناخية العالمية، على بعض الشكوك والانحيازات بسبب عوامل مثل دقة التوزيع المكاني والعمليات المناخية المبسطة. يتم التقليل من هذه الانحيازات عبر استخدام مخرجات من نماذج متعددة وتعديل البيانات المناخية المنحازة. على مدى فترات زمنية طويلة (10-30 سنة)، تتوافق بيانات النمذجة المناخية الإقليمية (RCM) مع الإحصاءات المناخية المرصودة رغم وجود بعض الاختلافات.

تتضمن بوابة المعرفة الإقليمية مخرجات النمذجة المناخية الإقليمية (RCM) لمنطقة الدول العربية (التي تشمل جميع الدول العربية باستثناء جزر القمر)، والتي يمكن استخدامها لتوجيه الحوار، وتحديد الأولويات، وصياغة السياسات، والاستجابات لتغير المناخ في جميع أنحاء المنطقة.

تتوفر هذه البيانات **بدقة مكانية تبلغ 50 كيلومترات** وتشمل ثلاثة نماذج منحدرة وسيناريوهين مناخيين[3](RCP4.5 و RCP8.5) وتغطي الفترة من 1951 إلى 2100.

---

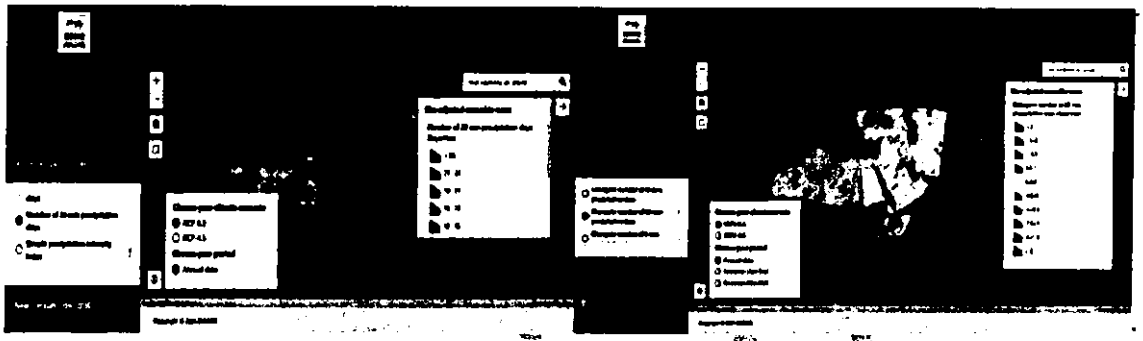
[1] المزيد من المعلومات متاحة على الرابط التالي: https://www.unescwa.org/accep

[2] يمكن الوصول إلى منصة المعرفة الإقليمية على الرابط التالي: https://www.unescwa.org/portal/riccar-data

[3] تصف مسارات التركيز التمثيلية (RCPs) احتمالات مسارات تركيزات الغازات الدفيئة المستقبلية وقد اقترحتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) في تقرير التقييم الخامس (AR5) لاستخدامها في نماذج CMIP5.

استجابةً للحاجة إلى بيانات مناخية أكثر تفصيلاً، تم إنشاء **نطاق المشرق العربي**. تتوفر هذه البيانات **بدقة مكانية تبلغ 10 كيلومترات**، وتشمل ستة نماذج مناخية مصغرة وسيناريوهين مناخيين[4] SSP2-4.5 وSSP5-8.5، وهي تحديثات لسيناريوهات (RCP) تأخذ في الاعتبار مسارات اجتماعية واقتصادية مشتركة محتملة مختلفة. نطاق المشرق العربي يغطي الفترة من 1961 إلى 2070.

الشكل 1: بوابة بيانات مركز المعرفة الإقليمي لريكار (نطاقات المنطقة العربية والمشرق العربي)



بالاضافة الى ذلك، يستخدم المركز العربي لسياسات تغير المناخ أيضًا بيانات من **النطاق الأوروبي** التي تم تقييمها تحت إطار التجربة المنسقة للتقليص الإقليمي للمناخ (Euro-CORDEX). يمتد هذا النطاق ليشمل شمال إفريقيا. يجري حاليًا تقليص نماذج CMIP6 (المستندة إلى سيناريوهات SSPs). كما انه لا تزال البيانات من نماذج CMIP5 المُقلصة (المستندة إلى سيناريوهاتRCPs) مقبولة وتستخدم على نطاق واسع. البيانات المتاحة حاليًا تمثل **دقة مكانية تبلغ 12.5 كيلومترات**، وتشمل ثلاثة سيناريوهات (RCP8.5 RCP2.6, RCP4.5) وتغطي الفترة من 1970 إلى 2100.

الجدول 1. مخرجات النمذجة المناخية الإقليمية (RCM) المعدلة للتحيز التي تم تطويرها كجزء من مبادرة RICCAR (باستثناء Euro-CORDEX) والمعتمدة من المركز العربي لسياسات التغير المناخي.

النطاق	الدقة المكانية	سيناريوهات المناخ	الفترة الزمنية	امتداد النطاق
نطاق المنطقة العربية (CORDEX-MENA)	0.44 ° (~50 km)	RCP4.5 and RCP8.5	1951-2100	27W-76E, 7S-45N
نطاق المشرق العربي	0.10 ° (~10 km)	SSP2-4.5 and SSP5-8.5	1961-2070	24E-69E, 1N-46N
النطاق الأوروبي Euro-CORDEX	0.11 ° (~12.5 km)	RCP2.6, RCP4.5 and RCP8.5	1971-2100	44W-65E, 22N-73N

مجموعات بيانات المناخ الخاصة بمبادرة ريكار

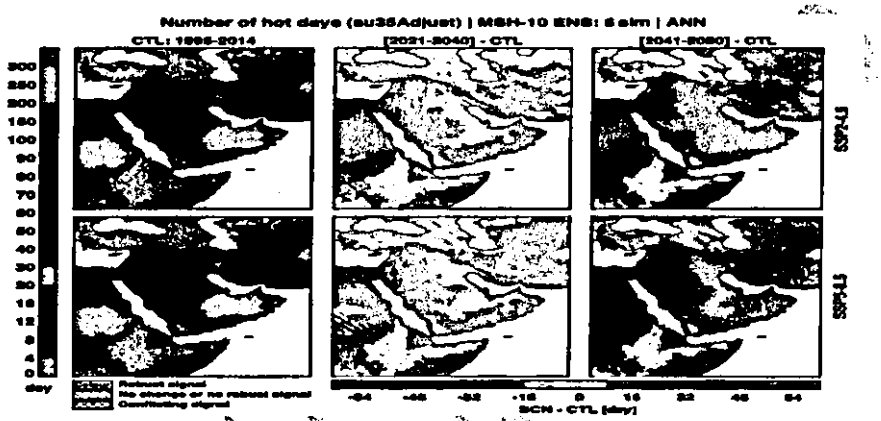
تقوم مبادرة ريكار بتقييم تأثير تغيّر المناخ على الموارد المائية العذبة وتدرس آثار هذه التأثيرات على قابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية بناءً على خصائص المنطقة. تولد النماذج المناخية بيانات جوية متنوعة، سواء بالقرب من سطح الأرض أو في الطبقات العليا من الغلاف الجوي. كما توفر معلومات حول سطح الأرض والمساحات المائية اعتمادًا على النموذج المستخدم.

[4] تشير المسارات الاجتماعية والاقتصادية المشتركة (SSPs) إلى خمسة سيناريوهات محتملة للتنمية الاجتماعية والاقتصادية للمجتمعات العالمية أو الإقليمية. يتم اقترانها مع (RCPs) لتمثيل مجموعة واسعة من التوقعات المناخية، وقد تم اقتراحها في التقرير السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (AR6) لاستخدامها في نماذج CMIP6 .

أكثر المتغيرات شيوعًا وأحدثها التي تُستخدم في النمذجة المناخية لـ مبادرة ريكارتشمل:

- درجة الحرارة
- هطول الامطار
- الجريان السطحي الكلي
- التبخر (بما في ذلك النتح)
- إجمالي رطوبة التربة
- إمكانية إثارة الغبار (DUP) بناءً على بيانات الرياح على ارتفاع 10 أمتار

الشكل 2: التغيير السنوي المتوقع في عدد "الأيام الحارة" (SU35Tmax> 35°C) خلال الفترات 2021-2041 و2041-2060 لمتوسط النماذج الإقليمية الستة لمنطقة المشرق تحت السيناريوهين SSP2-4.5 وSSP5-8.5 مقارنةً بفترة الأساس 1995-2014. المصدر (SMHI، 2024).



تشمل مجموعات البيانات المتاحة معدلات هطول الامطار ودرجات الحرارة المعدلة للانحياز بالإضافة إلى مؤشرات الأحداث المناخية القصوى. تعتبر الأحداث المناخية المتطرفة ذات أهمية كبيرة لتطوير استراتيجيات التكيّف لأنها تمثل العمليات المحلية المتعلقة بالطقس والمناخ بشكل أفضل (الجدول 2). بالإضافة إلى ذلك، تتوفر عدة مخرجات لنماذج المناخ الإقليمي (غير المعدلة للانحياز) للتحليل، بما في ذلك التبخر، الجريان الكلي، محتوى الرطوبة الكلية في التربة، وسرعة الرياح.

الجدول 2. مؤشرات الأحداث المتطرفة استنادًا إلى بيانات هطول الأمطار ودرجة الحرارة المعدلة لتصحيح الانحياز

المؤشر	الاسم الكامل	التعريف	الوحدات
SU	عدد أيام الصيف	تكرار أقصى درجة حرارة يومية > 25 °م	ايام
SU35	عدد الأيام الحارة	تكرار أقصى درجة حرارة يومية ° 35 <م	ايام
SU40	عدد الأيام شديدة الحرارة	تكرار أقصى درجة حرارة يومية ° 40 <مC°	ايام
TR	عدد الليالي الاستوائية	تكرار أدنى درجة حرارة يومية ° 20 <م	ايام
FD	عدد أيام الصقيع	تكرار أدنى درجة حرارة يومية ° 0 >م	ايام
CDD	عدد الأيام الجافة المتتالية	الحد الأقصى لعدد الأيام المتتالية التي تكون فيها كمية الهطول 1 >مم	ايام
CWD	عدد الأيام الممطرة المتعاقبة	أقصى عدد من الأيام المتتالية التي تكون فيها كمية الهطول ≤ 1 ملم	ايام
R10	عدد أيام هطول الامطار الثقيل	تكرار هطول الامطار الذي يكون ≤ 10 ملم	ايام
R20	عدد ايام الشديد	تكرار هطول الامطار الذي يكون ≤ 20 ملم	ايام
SDII	مؤشر شدة الأمطار البسيط	نسبة مجموع الأمطار السنوية إلى عدد الأيام الممطرة (≤1 مم)	مم

استخدام بيانات مبادرة ريكار

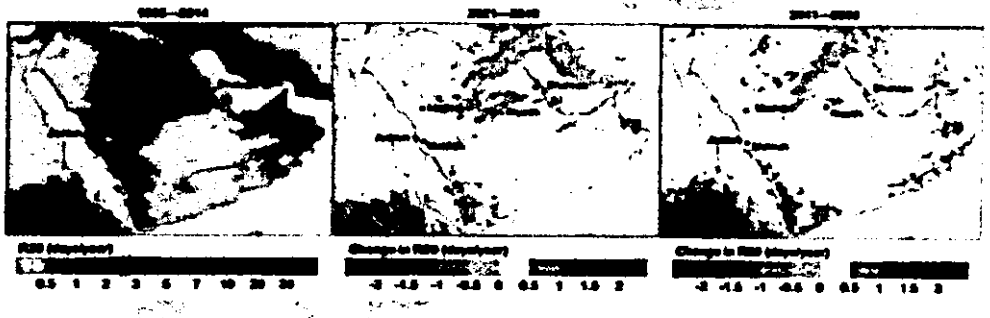
تعد بيانات نطاقات المنطقة العربية والمشرق العربي متاحة كمصادر مفتوحة من مركز المعرفة الإقليمي لريكار (www.riccar.org). تشمل هذه البيانات مخرجات مجموعة النماذج بالإضافة إلى فهرس كامل للبيانات للتحليل التفصيل (netCDF format). يمكن الحصول على مجموعات البيانات المخصصة مجانًا من خلال طلب رسمي للبيانات. بالإضافة إلى

ذلك، يتوفر الدعم الفني للمساعدة في تبسيط استخدام بيانات نماذج المناخ. حتى الآن، تم استخدام مجموعات بيانات المناخ من ريكار في تحليلات هيدرولوجية وزراعية متعددة، حيث تتوفر التقارير الفنية لكل من هذه الدراسات في مركز المعرفة الإقليمي.

بعض الأمثلة مذطورة ادناه:

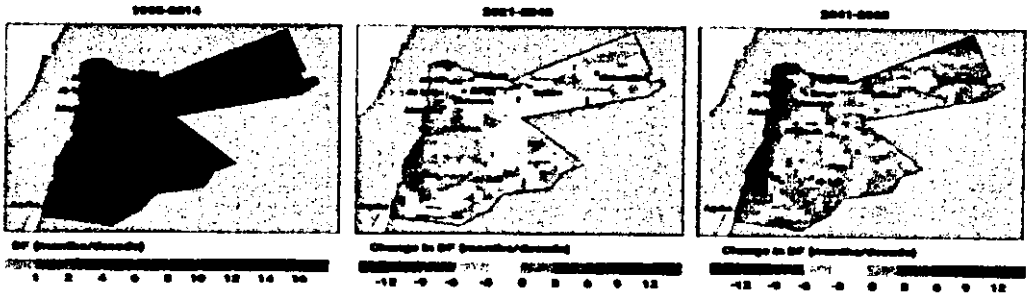
- تقييم آثار تغير المناخ على موارد المياه الجوفية في خزان بن عامر (مجمع تادلا، المغرب)، نظام المياه الجوفية الإيوسيني في فلسطين، ونظام المياه الجوفية في دبدبة في العراق
- آثار تغيّر المناخ على محاصيل مختارة لتصميم وإدارة وتعزيز مرونة حوض المياه في كل من (نهر الكلب ونهر الكبير في لبنان وحوض الجزائر في الجزائر)
- نتائج نمذجة المناخ الإقليمية للملكة العربية السعودية: النتائج الرئيسية

الشكل 3: التغير السنوي المتوسط في أيام الأمطار الغزيرة (الايام التي يكون فيها الهطول ≥ 20 مم؛ R20 للفترة القريبة (2021–2040) والمتوسطة (2041–2060) مقارنةً بالفترة المرجعية (1995–2014) استنادًا إلى مخرجات نموذج RCM لنطاق المشرق، SSP5-8.5) [5]



- تقييم قابلية تأثر قطاع المياه لتغيّر المناخ في الأردن

الشكل 3: التغير في تكرار الجفاف مقارنةً بالفترة المرجعية استنادًا إلى ستة نماذج مضححة بالتحيز من نطاق المشرق، SSP5-8.5[6]



- تأثير تغير المناخ على الموارد المائية المشتركة في حوض الفرات، والذي يتضمن تحليلًا للآثار المحلية لتغير المناخ على انتاج القمح وتحليل حول تأثيرات تغيّر المناخ على الناتج المحلي الإجمالي في الحوض.

---

[5] ESCWA. 2023. Regional climate modelling outputs for Saudi Arabia: Key findings. RICCAR technical report, Beirut, E/ESCWA/CL1.CCS/2023/RICCAR/TECHNICAL REPORT.18.

[6] ESCWA. 2022. Vulnerability assessment of the water sector to climate change in Jordan. RICCAR technical report. Beirut, E/ESCWA/CL1.CCS/2022/RICCAR/Technical Report.16.

- يتم حاليًا استخدام مخرجات (RCM) المعدلة بالتحيز لعدة تحليلات لخزانات المياه الجوفية في العراق وفلسطين وتونس والمغرب.
- يتم تنفيذ حالياً تقييم للجفاف استنادًا إلى مؤشر الأمطار الموحد (SPI) ومؤشر التبخر-النتح الموحد (SPEI) لتقييم التغيرات المتوقعة في تكرار وشدة الجفاف.

الخاتمة:

في عام 2024 تم استكمال إسقاطات النماذج المناخية الإقليمية (RCM) تحت السيناريو المعتدل لانبعاثات الغازات الدفيئة (SSP2-4.5) لنطاق المشرق العربي، ويتم حاليًا إعداد تقرير حول هذه النتائج. تُستخدم هذه الإسقاطات، التي تقارن مخرجات مجموعة النماذج الستة لكل من SSP2-4.5 و SSP5-8.5، لدعم التحليل المناخي (مثل العواصف الرملية والترابية، الجفاف، إلخ) ويقدم فريق ACCCP المساعدة الفنية للدول لدعم التخطيط للسياسات الوطنية ودون الوطنية.

تم تحديث بوابة بيانات نطاق المشرق التابعة لمركز المعرفة الإقليمي لـ ريكار لتشمل هذه الإسقاطات الجديدة، بما في ذلك بوابة بيانات جغرافية (GIS) وفهرس شامل للبيانات للتحميل والتحليل. تواصل الإسكوا تحسين إمكانية وصول المستخدمين، حيث تم تسجيل أكثر من 14,865 زيارة و 18,897 عملية تحميل للبيانات بين شهري كانون الثاني/يناير وحزيران/ يونيو 2024. كما تم تقديم خرائط وبيانات مخصصة بناءً على طلب العديد من المؤسسات الحكومية والباحثين، مع توفير المساعدة الفنية لتلبية الاحتياجات المحددة للبيانات.

الدول العربية مدعوة للاستفادة من البيانات المتاحة حول تغير المناخ والأنشطة التدريبية المتاحة ضمن مبادرة ريكار المستضافة من قبل المركز العربي لسياسات تغير المناخ التابع للإسكوا (ACCCP) لإثراء السياسات المائية والزراعية.

مرفق 11

نظرة عامة على نظم الغذاء في الدول العربية

وتمويل المناخ لتعزيز الصمود

الاجتماع السادس
للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة
جامعة الدول العربية
16 تشرين الاول/ أكتوبر 2024

المقدمة

تواجه المنطقة العربية نقصًا في إنتاج الغذاء، حيث تستورد أكثر من نصف غذائها، خاصةً الحبوب الأساسية. هذه الفجوة تتسع بسبب انخفاض الإنتاجية الزراعية، التي تعمل بأقل من 65% من إمكانياتها، وتعتمد على أنظمة الزراعة المطرية. ان ازدياد تقلبات أنماط الأمطار يزيد من الضغط على الموارد المائية المتاحة، ويؤثر بشكل أكبر على إنتاج الغذاء. تستهلك أنظمة الإنتاج الزراعي ما يصل إلى 80% من الموارد المائية المتجددة المتاحة. ويفاقم تغير المناخ هذه التحديات، حيث يؤدي سوء إدارة المياه والإفراط في استخدامها إلى تفاقم مشاكل ندرة المياه. حاليًا، تواجه 19 من أصل 22 دولة عربية ضغوطًا مائية شديدة، حيث تقل عن عتبة 1000 متر مكعب للفرد، وتعاني 13 دولة من ندرة مطلقة تقل عن 500 متر مكعب للفرد.

تعكس هذه القضايا نقص التنسيق المناسب بين قطاعات المياه والزراعة لتحسين وضع الأمن الغذائي والمائي. التعامل مع هذه التحديات من خلال اعتماد نهج النظم الغذائية يمكن أن يوفر مفهوم شامل للتشابك بين القطاعات المختلفة وتأثيرها على مستوى الأمن الغذائي والمائي. هذا النهج يؤكد على الحاجة إلى تحسين إدارة موارد المياه لتعزيز إنتاج الغذاء والتاكيد على السلامة والوصول والمرونة. اعتماد منظور النظم الغذائية، يمكن المنطقة من معالجة التحديات المتعددة المرتبطة بالأمن الغذائي والمائي وتحسين مرونة القطاعين لتاثير التغيرات المناخية.

اما التمويل المناخي فيمثل فرصة كبيرة لمعالجة هذه التحديات. ان الاستثمار المتزايد في نظم الغذاء يفيد في الوقت نفسه قطاعي الزراعة والمياه. ويدعم التمويل المناخي المستهدف المشاريع المبتكرة التي تحسّن إدارة الموارد، وتعزز الإنتاجية الزراعية، وتخفف من ندرة المياه، مما يخلق مستقبلاً أكثر مرونة واستدامة.

مفهوم النظم الغذائية

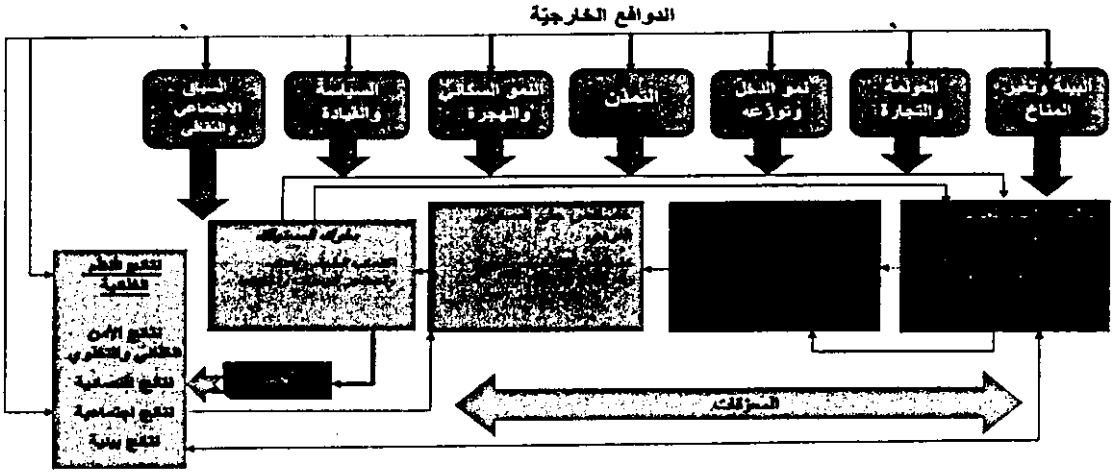
الإطار المفاهيمي للنظم الغذائية، بناءً على عمل فانزو وآخرين (2020)، يدمج العوامل البيوفيزيائية والاجتماعية الاقتصادية المترابطة لتحليل النظم الغذائية، مع التركيز على أربعة مكونات رئيسية: سلاسل إمداد الغذاء، بيئة الغذاء، عوامل على المستوى الفردي، وسلوك المستهلك. تتفاعل هذه المكونات لتحديد النتائج الغذائية والتغذوية. يبرز الإطار المبين في الشكل 1 أهمية العوامل الخارجية مثل العوامل البيئية والاقتصادية والسياسية والاجتماعية والثقافية التي تؤثر على تشغيل النظم الغذائية.

ويسلط إطار النظم الغذائية الضوء على الرابط الحيوي بين النظم الغذائية والموارد الطبيعية، خاصةً المياه. تلعب العوامل البيوفيزيائية، مثل توفر وإدارة الموارد الطبيعية، دوراً حاسماً في تشكيل النظم الغذائية. تؤثر المياه، باعتبارها موردًا طبيعيًا حيويًا، بشكل مباشر على كل مكون من مكونات سلسلة إمداد الغذاء، بدءاً من الإنتاج والمعالجة إلى التوزيع والتجزئة.

تؤثر وفرة الماء على الإنتاجية الزراعية، مما يؤثر بدوره على سلاسل إمداد الغذاء وبيئة الغذاء الأوسع، مما يحدد توفر الغذاء والقدرة على تحمل تكلفته. و تعد المياه أساسيةً لأمن الغذاء، والنظافة، والتحضير، مما يؤثر مباشرة على سلوك المستهلكين والنتائج الغذائية.

يبرز الإطار أيضًا العوامل الخارجية مثل تغير المناخ، الذي يغيّر في توفر وتوزيع الماء، ويمكن أن يعطل النظم الغذائية بشكل كبير. فمن خلال فهم هذه الترابطات، يمكن لصانعي السياسات وأصحاب المصلحة تطوير استراتيجيات لتحسين إدارة المياه داخل النظم الغذائية، مما يؤدي إلى نتائج أكثر استدامة ومرونة.

الشكل 1: إطار عمل النظم الغذائية



المصدر: مقتبس من فانزو وآخرون (2020)

خصائص النظم الغذائية العربية

يستخدم إطار عمل النظم الغذائية نوعين لتوصيف خصائص نظم الغذاء. الأول يحدد ويصف خصائص محددة لنظم الغذاء، مثل النتائج والسياسات والاستدامة والتعقيدات والنظام الغذائي ، بينما يبني النوع الثاني على حالة تطوير البلد المعني والوضع الاجتماعي والسياسي السائد. ان تحليل النظم الغذائية العربية، بناءً على إطار مفاهيمي، يحدد ثلاث مراحل تحول: التقليدية، والناشئة، والحديثة. وتختلف هذه المراحل بحسب مستوى الدخل والسياق الاجتماعي والسياسي.

للحصول على تحليل شامل، تم دمج النهج المفاهيمي للنظم الغذائية مع إطار رصد الأمن الغذائي العربي[1] للحصول على أداة تقييم النظم الغذائية. بناءً على ثمانية وعشرين مؤشرًا موزعة على أبعاد الأمن الغذائي من توفر، وصول، استخدام واستقرار، تمت حديثًا إضافة أبعاد مقترحة حول الوكالة والاستدامة، مما يسمح بتقييم النظم الغذائية بشكل أشمل لفهم كيفية تحقيق النتائج الرئيسية. المؤشرات التي تم تحديدها أعلاه موزعة على مكونات النظم الغذائية، والمحركات والنتائج، حيث يمكن لكل منها أن يميز واحدًا أو أكثر من سمات الشمولية، والمرونة، والاستدامة.

تطبيق هذه الأداة في المنطقة العربية يكشف عن تقدم محدود نحو أهداف التنمية المستدامة لاسيما الهدف المعني بالأمن الغذائي[2]. تظهر بيانات عام 2022 مشاكل كثيرة في المنطقة، بما في ذلك 37% من انعدام الأمن الغذائي، 13.5% من سوء التغذية، 31.7% من السمنة، و19.4% من الأطفال الذين يعانون من التقزم. بالإضافة إلى ذلك، فإن انخفاض العوائد الزراعية، والاعتماد العالي على استيراد الغذاء (65%)، والاستثمار العام المحدود هي تحديات رئيسية ايضاً. يؤثر الفقر على ثلث السكان العرب، مع وصول التضخم إلى 200% في بعض البلدان. وتشير الأدلة إلى أن حوالي ثلثي السكان العرب لا يستطيعون تحمل تكلفة نظام غذائي صحي، مما يؤدي إلى معاناة حوالي 33% من النساء العرب من فقر الدم.

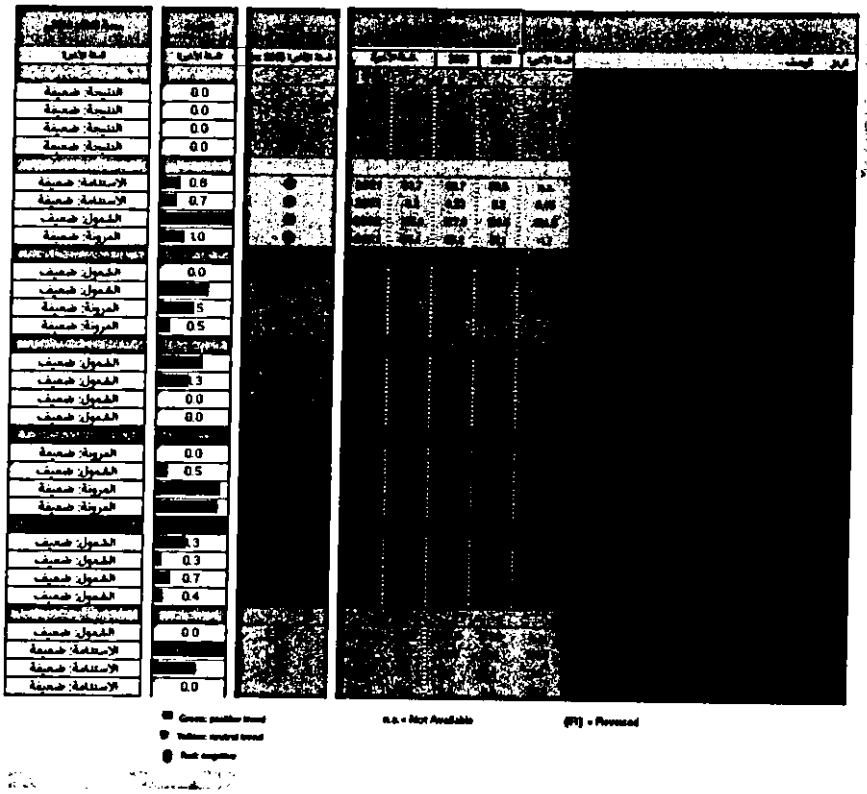
---

[1] تم اعتماد الإطار الإقليمي لرصد الأمن الغذائي في المنطقة العربية في 28 آذار/مارس 2019 من قبل المجلس التنفيذي للمنظمة العربية للتنمية الزراعية. يمكن الحصول على مزيد من المعلومات في "رصد الأمن الغذائي في المنطقة العربية" - لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا(unescwa.org)

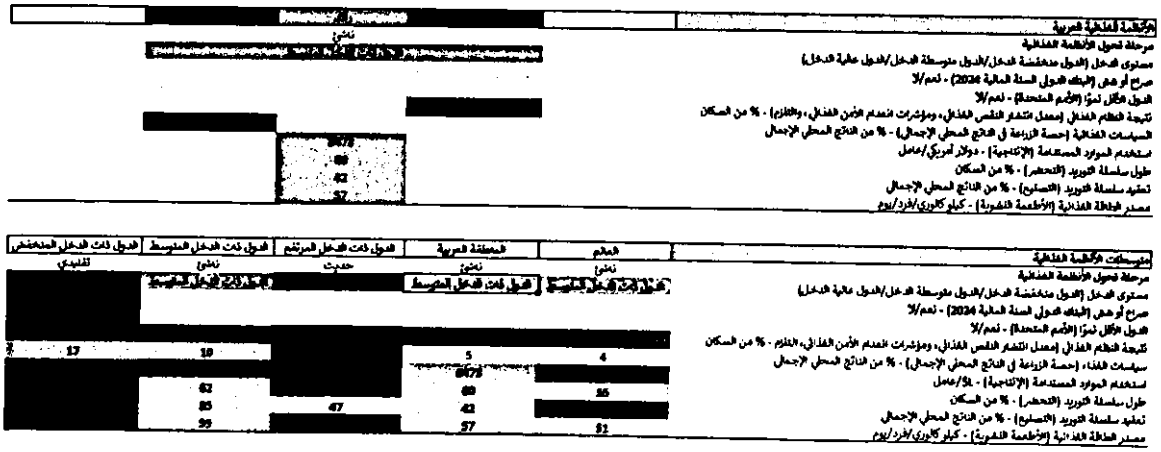
[2] تم أخذ معظم المعلومات والبيانات من منشورات أعدتها الإسكوا، بما في ذلك التقرير القادم حول أداة تقييم نظم الغذاء العربية (2024) ومجموعة من الموجزات السياسية المتعلقة بالتمويل المناخي لقطاع المياه ومسودة تقرير حول التمويل المناخي للنظم الغذائية.

تُعتبر النظم الغذائية العربية ناشئة ولكنها تواجه صعوبات في الشمولية، والمرونة، والاستدامة. تفشل النظم الغذائية العربية في ضمان الأمن الغذائي بشكل عادل والاستجابة بفعّالية للاضطرابات بينما تتسبب في تدهور الموارد الطبيعية. تساهم الزراعة بنسبة 5.1% في الناتج المحلي الإجمالي في عام. وللأنظمة تأثيرات اجتماعية على الصحة، والتغذية، والمساواة. (بيانات البنك الدولي، تم الوصول إليها في آب/أغسطس 2023).

الشكل 2: لوحة معلومات النظام الغذائي العربي



المنطقة العربية



استخدام الموارد المائية في الزراعة مفرط، بمعدلات سحب تتجاوز 200% من الموارد المتجددة، والعوائد الزراعية غير مثالية. كما تفتقر السياسات المحسنة لتعزيز استدامة الموارد وحماية البيئة. تسهم قضايا التنسيق بين أنظمة المياه والزراعة، والتي تفاقمت بسبب تغير المناخ وعوامل أخرى، في تعقيد أداء النظم الغذائية.

يتطلب تحوّل النظم الغذائية العربية زيادة الاستثمار في قطاعي الزراعة والمياه. يعاني المزارعون الذين يعتمدون على الزراعة المطرية، والذين ينتجون معظم غذاء المنطقة، من الفقر ونقص الوصول إلى التكنولوجيا المتقدمة، مما يؤدي إلى إدارة غير فعّالة للموارد.

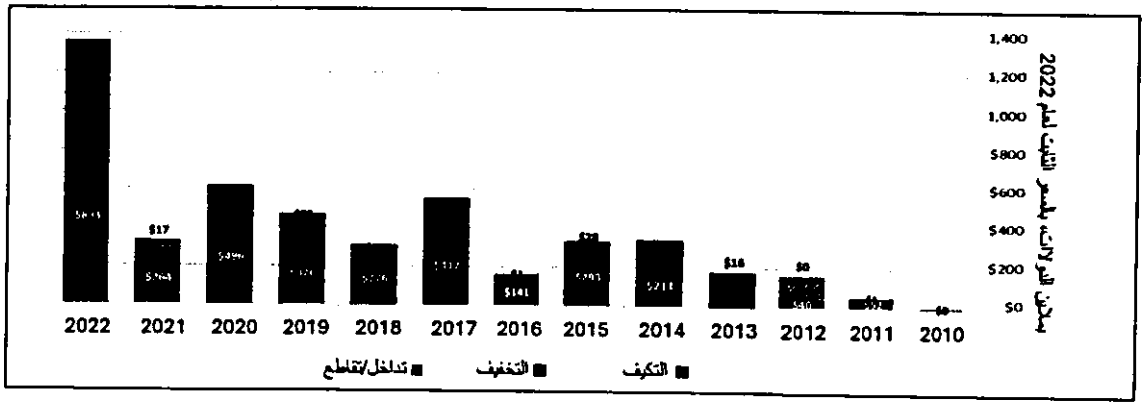
الاستثمار في النظم المطرية أقل ب 15% مقارنة بالنظم المروية على الرغم من العوائد الأعلى عند إدارة مخاطر الأمطار. وفي الوقت نفسه، فإن تمويل قطاع المياه غير كافٍ، مع الحاجة الملحة إلى 127.46 مليار دولار لمعالجة المياه العادمة، وتحلية المياه، وجمع المياه، والري، ونقص المياه المرتبط بالمناخ. كما أن إدارة المياه غير فعّالة مع ارتفاع تكاليف التشغيل التي تحد من الاستثمارات. ومع تفاقم الضغوط على الزراعة والمياه بسبب تغيّر المناخ، يجب على المنطقة دمج الاعتبارات المناخية في البنية التحتية والاستعداد والتخطيط الوطني للتنمية لتعزيز مرونة نظم الغذاء وتحسين مستويات الأمن الغذائي والمائي.

التمويل المناخي للنظم الغذائية العربية[3]

لتعزيز الأمن الغذائي والمائي، من الضروري تنفيذ مشاريع تظهر نتائج ملموسة في التكيّف مع المناخ أو التخفيف من آثاره في نظم الغذاء. يمكن تحقيق ذلك من خلال دمج المرونة المناخية في العمليات اليومية، ومعالجة المخاطر المناخية، وتقليل نقاط الضعف. تأمين تمويل إضافي مرتبط بالمناخ لنظم الغذاء لا يلبي فقط الاحتياجات الفورية، بل يضمن أيضًا الاستدامة طويلة الأمد للموارد. زيادة الاستثمار في تحويل نظم الغذاء في المنطقة العربية سيؤدي إلى نظم غذائية أكثر مرونة، وإدارة أفضل للمياه، وبالتالي تحسين الأمن الغذائي والمائي في مواجهة التحديات المناخية المتزايدة.

بشكل عام، في المنطقة العربية، يمكن ملاحظة أنه في الفترة ما بين 2010 و2022، تلقت نظم الغذاء في المنطقة العربية تمويلًا بلغ حوالي 8 مليارات دولار لأغراض التكيّف والتخفيف. أكثر من 80 في المئة من التمويل المتعلق بالمناخ المخصص للنظم الغذائية كان لأغراض التكيّف ، حيث تضاعف التمويل في عام 2022 مقارنة بالتمويل السنوي للسنوات السابقة (الشكل 3).

الشكل 3: التمويل المتعلق بالمناخ للنظم الغذائية حسب الغرض



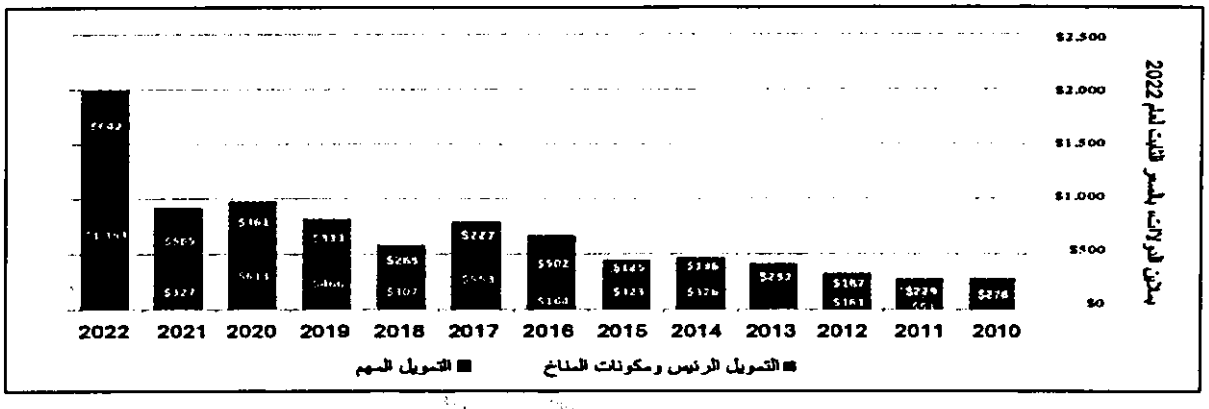
المصدر: تجميع من الإسكوا من قاعدة بيانات منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية

[3] تم الحصول على بيانات محددة من خلال قاعدة بيانات FAOSTAT وقاعدة بيانات WDI بالإضافة إلى قاعدة بيانات منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) حول التمويل التنموي المتعلق بالمناخ.

تُميز مؤشرات ريو للتمويل المناخي بين التدفقات التي هي "رئيسية"، أي المشاريع التي تعتمد على الاعتبارات المناخية أو البيئية أهدافاً رئيسية، وتلك التي هي "ملحوظة"، أي المشاريع التي تعتبر أهدافها الرئيسية غير متعلقة بالمناخ، بينما تشير المنظمات متعددة الأطراف إلى "عنصر المناخ" لتحديد المشاريع التي تتلقى تمويلاً مناخياً.

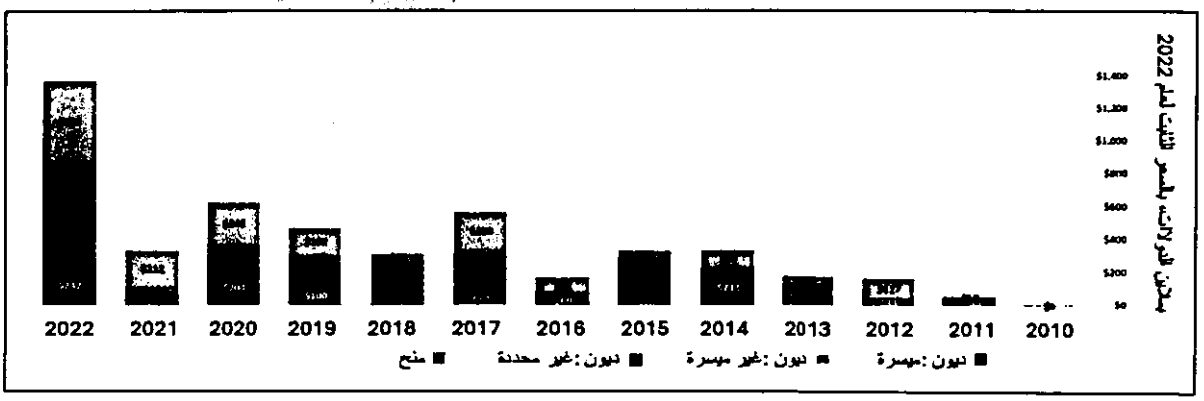
تلقت المشاريع التي لديها هدف رئيسي وعناصر مناخية تمويلاً بنسبة حوالي 20 في المئة أكثر من المشاريع التي لها هدف ملحوظ بين 2010 و2022 (الشكل 4). على الرغم من أن في بعض السنوات مثل 2016 أو 2021، كان التمويل المخصص للمشاريع ذات الهدف الملحوظ يفوق بكثير التمويل المخصص للمشاريع ذات الأهداف الرئيسية والعناصر المناخية، إلا أنه لا يوجد اتجاه واضح في توفير تلك الأموال.

الشكل 4: التمويل المتعلق بالمناخ للنظم الغذاء حسب الهدف المناخي



اعتمد التمويل المناخي للنظم الغذائية بشكل كبير على الديون مقارنة بالمنح، على الرغم من أن بعض الديون كانت على أساس ميسر (الشكل 5). منذ عام 2019، كان هناك زيادة ملحوظة في التمويل المناخي القائم على المنح مع زيادة ملحوظة في عام 2022، حيث تم تقديم حوالي ثلث التمويل للنظم الغذائية كمنح وثلث آخر على شكل ديون ميسرة.

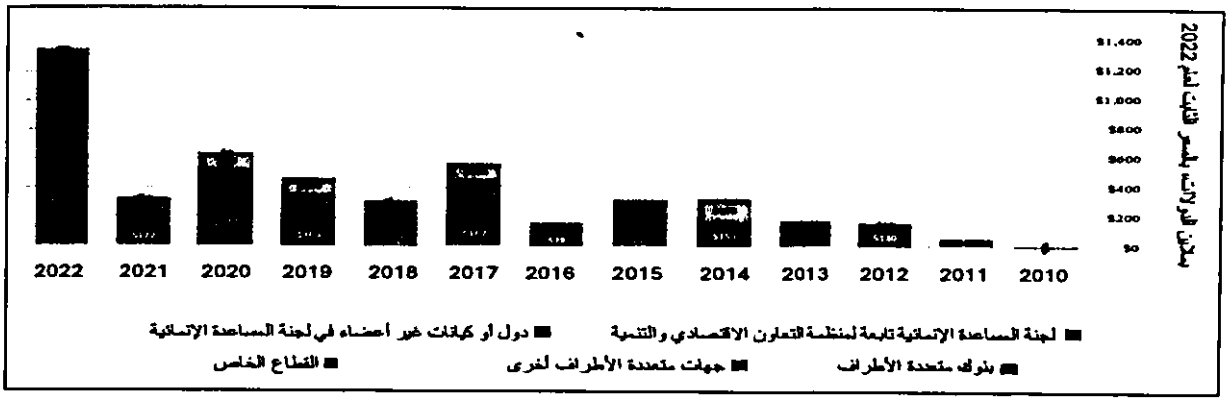
الشكل 5: التمويل المتعلق بالمناخ للنظم الغذائية حسب أداة التمويل



المصدر: تجميع من الإسكوا من قاعدة بيانات منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية

كان تمويل التنمية المتعلق بالمناخ للنظم الغذاء في المنطقة العربية يُقدم إلى حد كبير من قبل البنوك التنموية متعددة الأطراف (الشكل 6). وقد قدم أعضاء لجنة المساعدة الإنمائية (DAC) حوالي نصف التمويل مقارنة بالبنوك متعددة الأطراف.

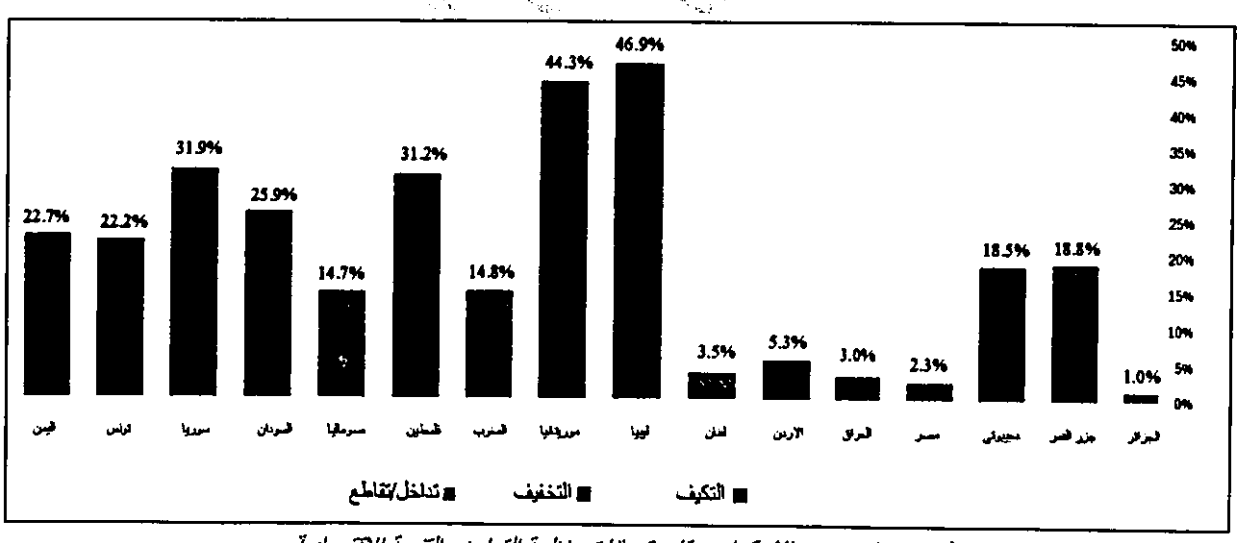
الشكل 6: تمويل المناخ تجاه نظم الغذاء حسب نوع المزود



المصدر: تجميع من الإسكوا من قاعدة بيانات منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية

يوجد تفاوت كبير بين الدول عندما يتعلق الأمر بالتمويل المتعلق بالمناخ تجاه نظام الغذاء من إجمالي التمويل المتعلق بالمناخ على مستوى البلدان (الشكل7). تلقت نظم غذاء ليبيا وموريتانيا أعلى النسب (46.9% و44.3% على التوالي) من التمويل المناخي المتاح للدولة. كما تلقت دول أخرى مثل الجزائر ومصر والعراق ولبنان أقل من 5%. اما دول مثل تفلسطين (31.2%) وسوريا(31.9%) والسودان(25.9%) فتلقت تمويلاً معتدلاً.

الشكل 7: نسبة تمويل المناخ المخصصة للنظم الغذائية من إجمالي تمويل المناخ حسب البلد



المصدر: تجميع من الإسكوا من قاعدة بيانات منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية

في الختام، يوفر التمويل الدولي للمناخ فرصة قيمة لتوجيه التمويلات الضرورية نحو نظم الغذاء، بما في ذلك قطاع الري، مما يساعد على سد الفجوة التمويلية التي غالبًا ما تواجهها هذه النظم بسبب انخفاض الأولوية من قبل المستثمرين التقليديين. ولزيادة تدفق الموارد، من الضروري تعزيز المشاريع التي تهدف إلى تحويل النظم الغذائية العربية من خلال توضيح الفوائد من الاستثمار فيها من أجل التكيّف مع المناخ والتخفيف من آثاره. وسيساهم ذلك في تشجيع مجموعة أوسع من الاستثمارات والمساهمة في تحسين الأمن الغذائي والمائي. الأرقام المتعلقة بتمويل قطاع المياه، بما في ذلك الري، متاحة في الملحق رقم 1.

التوصيات

تواجه النظم الغذائية العربية تحديات كبيرة تؤثر على الأمن الغذائي والمائي والتغذية والاستدامة العامة. للتعامل مع هذه القضايا، من الضروري اتباع نهج متكامل وشامل يعترف بالترابط بين قطاعات الزراعة والمياه ضمن الأنظمة الاقتصادية والاجتماعية والسياسية الأوسع. يلعب التمويل المناخي دوراً أساسياً من خلال توفير الموارد اللازمة لمعالجة هذه القضايا المتعددة الأبعاد.

يمكن أن تدعم الاستثمارات المستهدفة في النظم الغذائية العربية تطوير الممارسات الزراعية التكيفية، وتحسين إدارة المياه، وتعزيز مرونة النظم بشكل عام. فمن خلال توجيه الأموال نحو المبادرات التي تعزز المرونة تجاه تغير المناخ والأحداث الجوية المتطرفة، يمكن للتمويل المناخي دعم الاحتياجات الفورية وزيادة التكيف والاستدامة على المدى الطويل. تقترح التوصيات والتدابير العملية التالية سبل لتحسين مرونة واستدامة النظم الغذائية العربية ومعالجة التحديات المعقدة التي تواجه النظم الغذائية العربية:

1- **تعزيز الشمولية والتعاون في قطاعات الزراعة والمياه:**

- تحسين الحوكمة: على أن تشمل عمليات الحوكمة واتخاذ القرار وجهات نظر متعددة الأطراف، وتوحيد القرارات مع أولويات الأطراف المعنية لضمان تنفيذ فعّال.
- بناء القدرات: تعزيز قدرة الأطراف المعنية على التكيف والتعلم طوال عملية التنفيذ، وتعزيز التعلم والتكيف عابر القطاعات.
- اعتماد رؤية طويلة الأمد: تنفيذ نهج طويل الأمد يأخذ في الاعتبار تعقيدات النظم الغذائية، مما يسمح بالاستثمار الكافي من الوقت والموارد لتحقيق التغيير المستدام.
- تشجيع التعاون متعدد الاختصاص: تعزيز التعاون من خلال فرق متعددة الاختصاص تجمع بين الخبرات التقنية والإدارية والسياسية عبر قطاعات الزراعة والمياه والبيئة والقطاعات الأخرى ذات الصلة.
- إنشاء منصات مجتمعية: إنشاء منصات للحوار المنتظم والمشاركة المجتمعية والتعاون بين الأطراف المعنية المتنوعة، بما في ذلك الحكومة والقطاع الخاص والمجتمع المدني، لتنسيق الجهود وتبادل أفضل الممارسات.

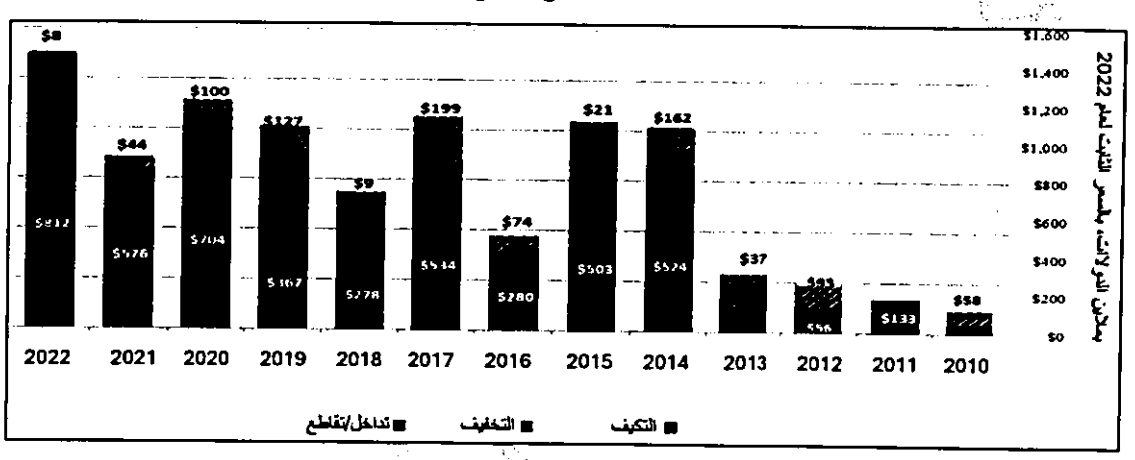
2- **تعزيز التمويل المناخي للنظم الغذائية العربية:**

- استراتيجيات تمويل خاصة بالسياق: تطوير استراتيجيات تمويل تتناسب مع السياقات الوطنية والمحلية لجذب الاستثمارات العامة والخاصة، مع التركيز على القطاعات الأكثر تأثراً بتغير المناخ.
- إصلاحات السياسة والتنظيم: تنفيذ سياسات وإصلاحات تنظيمية لتعزيز جهوزية التمويل المناخي وجاذبيته، بما يتماشى مع الأهداف الوطنية للتنمية.
- مقترحات مشاريع مفصلة: إعداد مقترحات مشاريع شاملة تركز على الاحتياجات وتوضح الفوائد والمخاطر بوضوح، مما يجعلها أكثر جاذبية للمانحين المحتملين.
- التفاعل مع الجهات الدولية والقطاع الخاص: تعزيز التفاعل مع الجهات الدولية والقطاع الخاص من خلال تحسين المساءلة والشمولية وطرق الرصد القابلة للتكيّف.
- تحسين البيانات والمؤشرات: تعزيز توافر البيانات والوصول إليها وتطوير مقترحات مشاريع قابلة للتكيّف مع مؤشرات قابلة للقياس لجذب التمويل وعرض أفضل الممارسات.

المرفق 1: التمويل المناخي للمياه في المنطقة العربية[4]

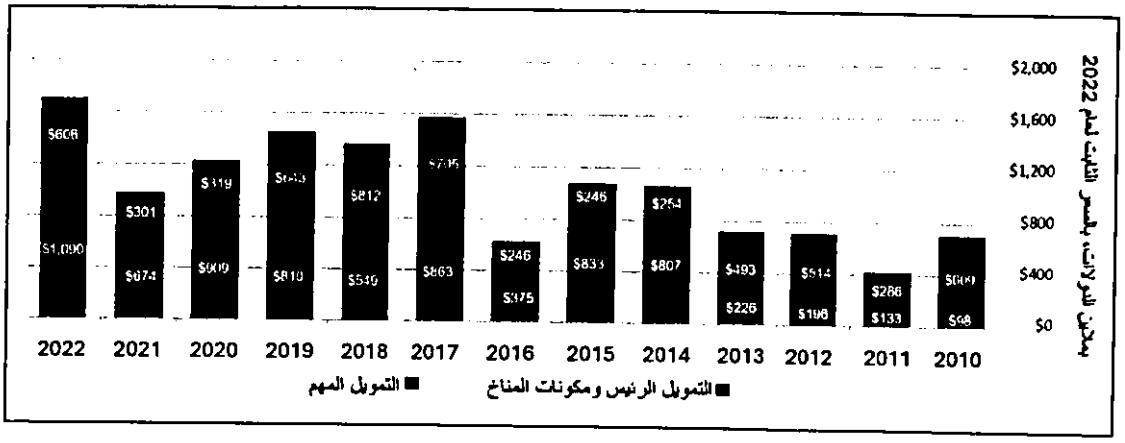
تلقى قطاع المياه في المنطقة العربية ما يقارب مليار دولار في السنة من التمويل المناخي منذ عام 2014، مع انخفاضات في أعوام 2016 و2018 و2023 (الشكل 8). كانت معظم الأموال مخصصة لمشروعات التكيّف. يشمل هذا التمويل لقطاع المياه مشروعات معالجة مياه الصرف الصحي، وتحلية المياه، وجمع المياه، والري، وأنظمة الإنذار المبكر، بالإضافة إلى تقليل نقص المياه الناتج عن التغير المناخي للمجتمعات الضعيفة وقطاع الزراعة.

الشكل 8: التمويل المتعلق بالمناخ لقطاع المياه حسب الهدف



على مدى الفترة من 2010 إلى 2021، بلغ التمويل لقطاع المياه والموارد المائية الزراعية الذي يهدف إلى تحقيق هدف مناخي رئيسي او يحتوي على عنصر المناخ حوالي 14.3 مليار دولار مجتمعة (الشكل 9). بينما تجاوز التمويل لقطاع المياه الذي يحمل هدفًا مناخيًا ملحوظاً بأكثر من الضعف في البداية، فإن نسبة الالتزامات المالية المتعلقة بالمياه التي تحمل هدفًا رئيسيًا ظلت ثابتة منذ عام 2014 وتشكل حوالي ثلثي التمويل المناخي.".

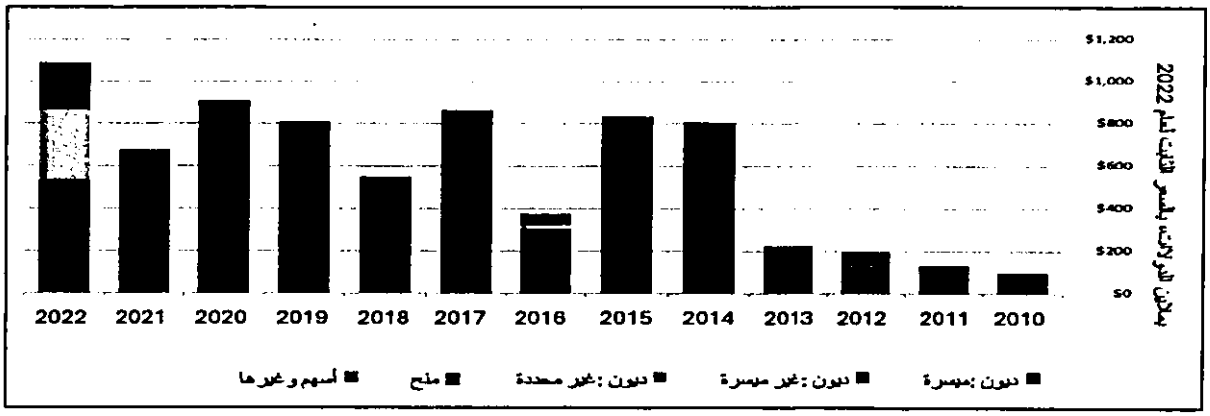
الشكل 9: التمويل المتعلق بالمناخ لقطاع المياه حسب الهدف المناخي



[4] مستخرج من "التمويل المناخي للمياه في المنطقة العربية"، E/ESCWA/CL1.CCS/2023/Policy brief.3

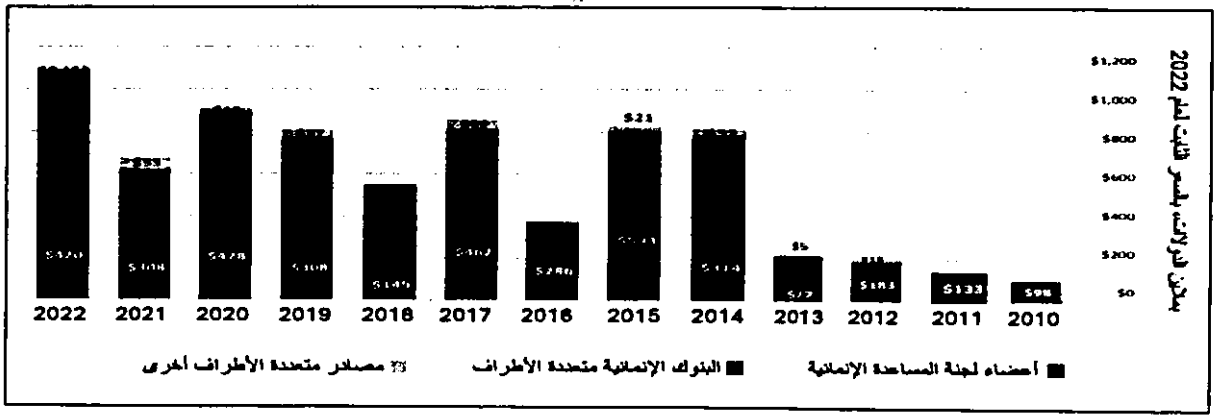
على الرغم من عبء الدين المتزايد في المنطقة العربية، فإن تمويل قطاع المياه يعتمد بشكل أساسي على الديون، حيث يصل إلى 80٪ منذ عام 2010 على الرغم من وجود بعض التقلبات في بعض السنوات (الشكل 10). كان نوع الدين يتأرجح بين التفضيلي وغير التفضيلي مع اكثرية للتمويل غير التفضيلي. مثلت حصة الدين التفضيلي في إجمالي تمويل الديون حوالي 50٪ من مجموع الديون منذ عام 2017.

الشكل 10: التمويل المتعلق بالمناخ لقطاع المياه حسب أداة التمويل



مزودو التمويل المتعلق بالمناخ للمياه هم أساسًا لجنة المساعدات التنموية (DAC) والبنوك التنموية متعددة الأطراف، خاصة منذ عام 2014 (الشكل 11). جاء أكثر من 50٪ من جميع التمويل المناخي لقطاع المياه من أعضاء لجنة المساعدات التنموية DAC.

الشكل 11: التمويل المناخي لقطاع المياه حسب نوع المزود



يوفر التمويل المناخي الدولي فرصًا جديدة لضخ الأموال اللازمة في النظم الغذائية وقطاع المياه، مما يساهم في سد فجوة التمويل في هذين القطاعين حيث لا تكون الأولوية عالية لدى المستثمرين العاديين. على الرغم من توفر هذه الأموال، فإن النظم الغذائية وقطاع المياه يمثلان فقط حصة ضئيلة من التمويل المناخي العالمي. لتعزيز توفر هذه الأموال، سيكون هناك حاجة للترويج لمشاريع في هذين القطاعين من خلال إظهار وجود ميزة واضحة للاستثمار في كلا القطاعين للتكيّف والتخفيف للسماح لهما بالمساهمة بشكل أفضل في تحقيق الأمن الغذائي والمائي. يجب أن تظهر هذه المشاريع أنها قادرة على تحقيق فوائد التكيّف أو التخفيف المناخي من خلال عملياتها اليومية، أو أنها تعالج المخاطر والضعف المرتبط بالمناخ.