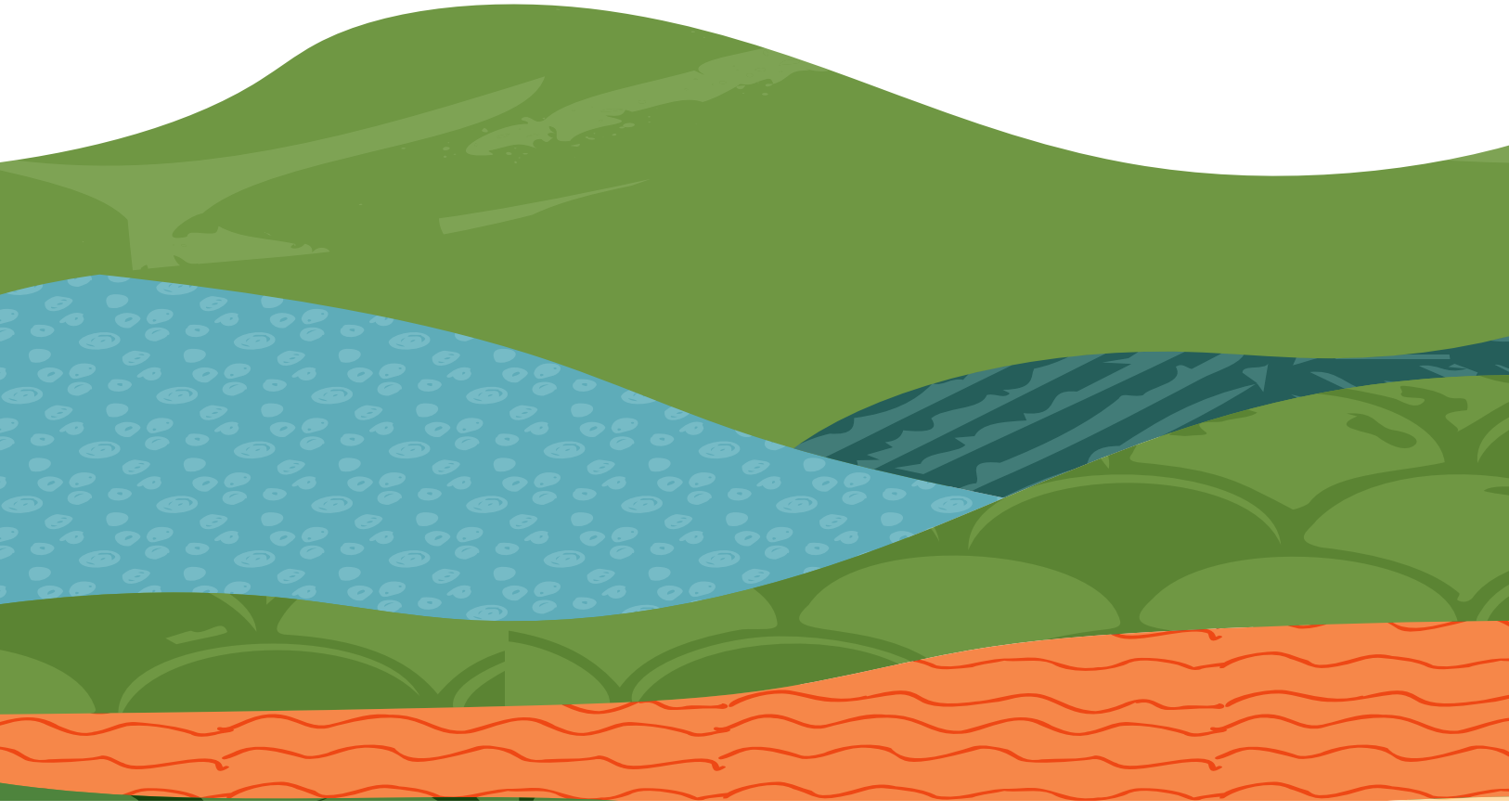
المجلس الوزاري العربي المشترك للمياه والزراعة

التخطيط لسلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة:
الإطار العملي لريادة تطوير وتنفيذ خطط سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة

مسودة للنقاش



منظمة
الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

المحتويات

تقديم	**6**
1. المقدمة	**8**
1.1 التحديات التي تواجه المنطقة العربية بسبب شح المياه	8
1.2 الاستجابة للتحديات الناتجة عن شح المياه	9
1.2.1 الإدارة المتكاملة لمصادر المياه	9
1.2.2 المياه العادمة مصدر بديل للمياه العذبة	9
2. إرشادات منظمة الصحة لعام 2006 والخطوات المطلوب اتباعها	**13**
2.1 التخطيط لسلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة	14
2.1.1 الوحدة الأولى: المرحلة التحضيرية	15
2.1.2 الوحدة الثانية: وصف النظام	16
2.1.3 الوحدة الثالثة: تحديد الحوادث الخطرة وتقييم إجراءات السيطرة والمجموعات المعرضة للمخاطر	18
2.1.4 الوحدة الرابعة: تطوير وتنفيذ خطة تحسين تدريجية لضمان سلامة الاستخدام	20
2.1.5 الوحدة الخامسة: مراقبة الإجراءات المطبقة والتحقق منها	21
2.1.6 الوحدة السادسة: تطوير برامج الدعم ومراجعة الخطط	22
3. التحديات التي تواجه تطوير وتنفيذ خطط ريادية لاستخدامات المياه العادمة/ مياه الصرف الصحي في الزراعة	**24**
3.1 معايير اختيار وتحديد منطقة الدراسة	24
3.2 رغبة السلطات المختلفة في الدعم وتنسيق الجهود لتطوير وتنفيذ الخطة	27
3.3 شمول جميع خطوات السلسلة الصحية ضمن خطة سلامة استخدام المياه في الزراعة	27
3.4 طريقة عرض خطة سلامة استخدام المياه في الزراعة	28
4. خارطة الطريق لريادة خطط سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة في المنطقة العربية	**29**
4.1 تشكيل الفرق المسؤولة في الدول التي بادرت بطلب الدعم في إعداد الخطط	29
4.2 تنفيذ ورشة عمل وزيارة ميدانية	29
4.3 متابعة تطوير خطة سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة	32
5. الجدول الزمني	**33**
6. المراجع	**34**

قائمة جداول

جدول 1: نسبة السكان المزودين بخدمات الصرف الصحي والخدمات الصحية التي لا تتضمن خطوط صرف صحي (ESCWA, 2017) 10

جدول 2: مثال عن اعداد جداول الحوادث الخطرة ومسبباتها واليات السيطرة عليها (WHO, 2022) 18

جدول 3: مقترح للتصنيف والتقييم الوصفي لفئات المخاطر والذي يمكن ان يعتمده فريق العمل (WHO, 2015; WHO, 2022) 20

جدول 4: خيارات تدابير السيطرة لتقليل التعرض لبيوض الديدان الطفيلية للمزارعين والأطفال 20

جدول 5: مقترح نموذج يمكن استخدامه لخطة تحسين تدريجي (WHO, 2022) 21

جدول 6: نموذج مقترح للمراقبة التشغيلية (WHO, 2022) 22

قائمة الرسوم التوضيحية

رسم توضيحي 1: سلاسل الصرف الصحي المحتملة حيث يجب تأسيس وتنفيذ تدابير السيطرة سواء في وجود محطة معالجة (أ)،عدم وجود محطة معالجة (ب)، عدم وجود نظام تجميع وخطوط صرف صحي (ج) 14

رسم توضيحي 2: عناصر خطة سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة 15

رسم توضيحي 3: مثال على الرسم البياني للنظام كما ورد في كتيب خطة سلامة استخدام المياه العادمة (SSP manual, WHO,2022) 17

رسم توضيحي 4: (a) حوض نهر الليطاني (Nassif et al., 2015)، (b) الحدود الإدارية للمناطق في لبنان (Wikipedia, accessed 25th of July, 2023)، (c) الاحواض الفرعية للمسقط المائي لنهر الليطاني والذي يضم حوض نهر الليطاني العلوي وحوض نهر الليطاني السفلي (Hayder et al., 2014) 24

رسم توضيحي 5: مصادر التلوث في حوض نهر الليطاني العلوي (USAID, 2014) 25

رسم توضيحي 6: محطة معالجة مياه الصرف الصحي في حلب والنشاطات المختلفة التي تقع بعد مصب مياه المخرج 26

رسم توضيحي 7: الموازنة المائية في محافظة بني سويف (Hleeika et al., 2021) 31

رسم توضيحي 8: رسم توضيحي لمحطة تزمنت في محافظة بني سويف 31

رسم توضيحي 9: مسار مخرج محطة تزمنت عبر مصرف محيط دموشيا حتى وصوله لنهر النيل (HCWW, Bani Suef, 2021) 31

رسم توضيحي 10: تجمع مياه الصرف الصحي المعالجة قبل تنفيذ مشروع إعادة الاستخدام في الإنتاج الزراعي (HCWW, 2021) 22

تنويه

تم اعداد ومراجعة التقرير حول "وضع المياه قليلة الملوحة في المنطقة العربية وطرق معالجتها واستخداماتها" من قبل المكتب الاقليمي للشرق الادنى وشمال افريقيا لمنظمة الامم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) في اطار دعم الامانة الفنية المشتركة للمجلس الوزاري المشترك للمياه والزراعة (المكونة من الامانة الفنية للمجلس العربي للمياه والمنظمة العربية للتنمية الزراعية) لتنفيذ توصية اللجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة في اجتماعها المنعقد بتاريخ 18 اكتوبر 2022 والمتعلقة بالبند الثاني الخاص باستخدام الموارد المائية غير التقليدية في الزراعة.

تقديم

من أهم الرسائل الأساسية التي تم إعلانها في اختتام أعمال المؤتمر العالمي الرابع لتعزيز التآزر بين اتفاقية باريس وأجندة ٢٠٣٠ للتنمية المستدامة والتي أقيمت في نيويورك في السادس عشر من تموز لعام ٢٠٢٣ الرسالة التالية:

"يعد تخطي الحواجز وتعزيز التآزر بين التدابير الخاصة بالتغير المناخي وتلك المتعلقة بحماية البيئة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة أمراً مفصليا لزيادة سرعة التحول المنشود نحو مستقبل عادل وشامل للحد من التأثير السلبي على عناصر البيئة والمناخ"

وعلى سبيل المثال، فإنه من الممكن النظر في إدارة قطاع المياه العادمة على انها قضية متعددة الجوانب حيث تتطلب العديد من التدابير المتداخلة بين القطاعات للوصول الى إدارة رشيدة للمياه العادمة خصوصا عند إعادة استخدامها بصورة مباشرة او غير مباشرة في الإنتاج الزراعي كمصدر مياه مستدام وموثوق للتخفيف من تأثيرات التغيرات المناخية. كما أن هناك العديد من أهداف التنمية المستدامة مرتبطة بصورة مباشرة أو غير مباشرة بإدارة المياه العادمة بسبب تأثيرها الحاسم على صحة الإنسان ومساهمتها في التنمية المستدامة من خلال الزراعة المعتمدة على هذا المصدر غير التقليدي للمياه. وبالرغم من ديمومة هذا المصدر، فإن العديد من الدراسات قد أظهرت أن المناطق ذات الدخل المنخفض تواجه صعوبة في تحقيق العديد من أهداف التنمية المستدامة وبالأخص ما يتعلق بالهدف السادس وذلك بسبب محدودية المصادر المالية حيث أظهر التقرير الأخير لبرنامج المراقبة المشترك بين منظمة الصحة العالمية ومنظمة اليونيسف أن حوالي 46٪ من سكان العالم يعانون من نقص أو تراجع في إدارة قطاع المياه العادمة بشكل آمن.

وممكن أن نعزو سبب النقص أو التراجع عن المسار المطلوب الى الاعتقاد الخاطئ بأن إدارة المياه العادمة بصورة آمنة يتطلب استثمارا مرتفعا في البنية التحتية والذي يُغفل عادة نهج الإدارة المتكاملة لمخاطر التعامل مع المياه العادمة وإعادة استخدامها في الزراعة. وتتلقى القضايا المتعلقة بإعادة استخدام المياه العادمة في الزراعة سواء تم معالجتها بدرجات متفاوتة او حتى المياه التي لا تتلقى معالجة مزيدا من الاهتمام في العالم العربي خلال العقود الأخيرة. حيث تعد المحافظة على الصحة العامة في مثل هذه الحالات مسألة رئيسية وتتطلب اتخاذ إجراءات مباشرة تأخذ ضمن اعتباراتها الموارد المتاحة. وعليه، يمكن أن تكون خطط إدارة المخاطر ذات فائدة كبيرة في هذه الحالة حيث تستخدم إدارة المخاطر إجراءات وتدابير يتم وضعها بحيث تراعي القدرة المالية للسكان.

ويأتي اعداد هذه الوثيقة داعما لمساعي منظمة الأغذية والزراعة العالمية لتحسين ظروف إعادة استخدام المياه العادمة في الزراعة عن طريق تطوير خطط السلامة الضرورية لضمان انتاج زراعي آمن حيث من المتوقع ان يتم ريادة تطوير هذه الخطط لمواقعين تجريبيين مختارة تقع في كل من الأردن وفلسطين. وتقسم هذه الوثيقة الى أربعة فصول رئيسية يخدم كل فصل منها غرضا خاصا، حيث يركز الفصل الأول على تعزيز الفهم بضرورة التنسيق والتناغم بين كل من إدارة المياه وإدارة الأراضي لحماية الصحة العامة وعناصر البيئة بفعالية، بينما يقدم الفصل الثاني نهج منظمة الصحة العالمية لإدارة المخاطر والذي تم نشره عام 2006 مسلطا الضوء على أهمية اتباع إرشادات المنظمة لضمان السلامة والصحة العامة. وفي الفصل الثالث، يتوجه الاهتمام الى التحديات الرئيسية التي يجب التعامل معها ومعالجتها لضمان خطط سلامة قوية وناجحة لاستخدامات المياه العادمة في الزراعة. ويوضح الفصل الرابع الخطوات المقترح اتباعها لإعداد خطط سلامة استخدامات المياه العادمة في الزراعة والتي من المتوقع الانتهاء من إعدادها بحلول عام 2024 وذلك للمواقعين التجريبيين في الأردن وفلسطين.

1. المقدمة

1.1 التحديات التي تواجه المنطقة العربية بسبب شح المياه

تتعرض المنطقة العربية الى تحديات كبيرة ناتجة عن شح مصادر المياه المتجددة وارتفاع معدل نمو السكان، سواء كان ذلك بسبب العوامل الطبيعية أو غيرها. ومن العوامل التي تزيد الأمور تعقيدا هو التوسع في المناطق الحضرية علاوة على زيادة النشاطات الصناعية. هذا بالإضافة إلى هشاشة البيئة الجافة المفتقرة الى الأمطار مما يقلل من قدرة الكثير من الدول على استيعاب الأنشطة المتنوعة ويزيد من المنافسة على المصادر المتاحة للمياه، مما يؤدي إلى الحد من قدرة المجتمعات العربية على النمو وتوليد فرص العمل (AFED,2014). وفي ضوء هكذا ظروف فإن صاحب القرار يتحمل مسؤوليات كبيرة لضمان تحقيق إمدادات مياه وأغذية آمنة. هذا ناهيك عن الاضطرابات السياسية السائدة وما ينتج عنها من تصاعد الضغوط الاقتصادية مما يشكل تهديدا حقيقيا للتنمية المستدامة. وللتمكن من التعامل مع هذه التحديات، فإنه من الضروري أن يتم التعامل مع المياه بصورة لا تتجزأ عن علاقتها بالطاقة والغذاء فيما يمكن ان نطلق عليه مثلث المياه والطاقة والبيئة مع ضرورة مراعاة الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية والمؤسسية في كل دولة عند التعامل مع قضايا المياه، هذا إذا كان المراد الوصول الى حلول فعالة ومستدامة وطويلة الأمد.

كما ويشكل التغير المناخي الملحوظ في المنطقة العربية في الآونة الأخيرة تهديدا للأمن المائي والغذائي بسبب تأثيره المباشر على موارد المياه العذبة المتاحة للزراعة وللإنتاج الغذائي .(ESCWA, 2021) حيث تشير التوقعات الى تغييرات في درجات الحرارة والأمطار ومستوى سطح البحر مما سيؤثر بشكل كبير على توفر المياه واستخداماتها (UNDP,2018). وتشير دراسة أجريت لتصنيف البلدان حسب مؤشر تعرضها لمخاطر التغير المناخي أن السودان يحتل المرتبة الحادية عشرة كأحد أكثر البلدان عرضة للمخاطر الناتجة عن التغير المناخي وذلك لعام 2019 (Eckstein et al., 2021) حيث أن الأحوال الجوية القاسية وارتفاع درجات الحرارة وتقلبات الامطار والجفاف والفيضانات أثرت سلبا على توافر المياه والامن الغذائي (NIPI and SIPRI, 2022). فيما تم تصنيف كل من لبنان واليمن ضمن أكثر الدول العربية عرضة للمخاطر الناتجة عن التغير المناخي. ومما يجدر ذكره في هذا المقام ان تأثيرات التغير المناخي لن تكون مقتصرة فقط على كميات الامطار المتوقعة وانما ستتعدى ذلك الى نوعية المياه حيث من المتوقع ان يؤثر التغير المناخي سلبا على نوعية المياه. وعلى سبيل المثال لا الحصر، يمكن أن نشير إلى إعصار دانيال الذي ضرب درنة في ليبيا خلال أيلول 2023 وأدى إلى كوارث إضافية متعلقة بنوعية المياه والتي تشير التقديرات الأولية أنها لم تعد صالحة للشرب. وفي ضوء ذلك، فإن الاستعداد والتخطيط للتعامل مع هذه المخاطر يبدو امرا في غاية الأهمية لغايات التخفيف من الاثار الكارثية المحتملة للتغير المناخي.

كما تجدر الإشارة هنا الى التأثيرات الناتجة على الهجرات القسرية ضمن المنطقة والذي أدى الى زيادة الطلب على المياه -والتي تعتبر من الموارد المحدودة في منطقتنا- مما أثر على إدارة الموارد المائية خصوصا عندما يتعلق الامر بتوزيع المياه على القطاعات المختلفة ومن بينها القطاع الزراعي. كما واثرت الهجرات القسرية الناتجة عن الأحوال السياسية غير المستقرة في كل من سوريا والعراق واليمن بصورة مباشرة على قطاعي المياه والصرف الصحي في الدول المستضيفة. فعلى سبيل المثال، فإن زيادة الطلب على المياه أدى الى استنزاف المياه الجوفية مما زاد من نسبة الملوحتهاة في المياه الجوفية واستهلاك الخزانات

الجوفية ناهيك عن زيادة التكلفة المترتبة على ضخ المياه الجوفية من أعماق بعيدة. أضف الى ذلك كله، التأثيرات الناتجة عن تسرب مياه البحر للمياه الجوفية وما يتبع ذلك من تأثيرات على نوعية المياه الصالحة للشرب. وساهم التوسع في النشاطات الزراعية من استنزاف المياه الجوفية حيث تصاعد الطلب والتزويد الإجمالي للمياه الزرقاء للاستخدامات الزراعية والمنزلية بقيمة بلغت حوالي 153 مليار متر مكعب في عام 2012 في حين تعتبر الزراعة أكبر مستهلك للمياه في المنطقة العربية تاركة كميات محدودة لكل من القطاع المنزلي والقطاع الصناعي (Abuzeid, 2014).

ان جميع هذه التحديات المشتركة في المنطقة العربية تستدعي إجراءات وتدابير عاجلة لسد الفجوة بين الطلب على المياه والتزويد المائي المتاح وهنا يبرز دور المياه غير التقليدية في التخفيف من الضغط الناتج عن هذه التحديات على المصادر المائية المتاحة.

2.1 المياه قليلة الملوحة في الدول العربية

1.2.1 الإدارة المتكاملة لمصادر المياه

يعتبر نهج الإدارة المتكاملة لمصادر المياه النهج الرئيسي المتبع للتعامل مع ندرة المياه والتغير المناخي حيث يتضمن عدة استراتيجيات أهمها التنسيق الدائم بين إدارة المياه وإدارة والأراضي، والترابط الوثيق بين كمية المياه ونوعيتها حيث لا يمكن فصل الأولى عن الأخيرة. كما يتضمن التقنيات الحديثة للتوفير من استهلاك المياه والتي ترفع من كفاءة الاستخدام وتقلل من الطلب على هذا المورد المحدود. كما يتطلب النهج المرونة في اتخاذ القرارات بحيث تتأقلم مع المستجدات الخاصة بإدارة الموارد المائية.

هذا ويقع أيضا ضمن الاستراتيجيات الحاسمة في الإدارة المتكاملة لموارد المياه استراتيجية إعادة توزيع حصص المياه والتي عادة ما تثير جدلا واسعا. وعادة ما تتضمن هذه الاستراتيجية زيادة في نسبة المياه العذبة (مياه الشرب) التي يتم تزويدها للقطاع المنزلي والقطاع الصناعي على حساب المياه التي يتم تزويدها للقطاع الزراعي. وعلى الرغم من أن العديد من البلدان لم تعلن رسميا عن سياسات لإعادة توزيع المياه بين القطاعات، الا انه تم التركيز وبشكل كبير على إعطاء الأولوية للاستخدام المنزلي للمياه، مما أدى إلى إعادة توجيه حصة القطاع الزراعي من اجمالي الموازنة المائية (CEDARE et al.,2014). فعلى سبيل المثال، شهدت العراق والأردن وقطر إعادة توزيع ملحوظة للمياه بين القطاعات ومن المرجح أن يتم تعميم إعادة التوزيع في دول أخرى بحيث يتم استغلال المياه العذبة في الاستخدامات المنزلية بينما يتم استغلال مصادر المياه غير التقليدية وبالأخص المياه العادمة الناتجة عن الاستخدامات المنزلية/ البلدية ومياه الصرف الزراعي الى القطاع الزراعي. وتشير التقديرات أن المياه غير التقليدية المحتملة في المنطقة تتضمن حوالي 1.27 مليار متر مكعب من مياه الصرف الصحي المعالجة والتي تشكل ما نسبته 6٪ من مجموع المياه غير التقليدية بالإضافة إلى 16.68 مليار متر مكعب من مياه الصرف الزراعي والتي تشكل ما نسبته 79٪ من مجموع المياه غير التقليدية. فيما تقدر كميات المياه المحلاة ب 3.06 مليار متر مكعب حيث تشكل ما نسبته 15٪ من مجموع المياه غير التقليدية (CEDARE et al.,2014)). وعليه، فإنه يبدو جليا ان المياه العادمة ستشكل مصدرا مائيا متجددا لا يستهان به للتوسع المستقبلي في النشاطات الزراعية (Abuzeid، 2014).

1.2.2 المياه العادمة مصدر بديل للمياه العذبة

ان الأهمية المتزايدة للمياه العادمة في الإدارة المتكاملة للمصادر المائية ينبع من أنها المصدر الوحيد للمياه الذي سيشهد تزايدا في المستقبل بسبب النمو السكاني. وعلى الرغم من الدور الكبير الذي تؤديه المياه العادمة، إلا أن هناك العديد من التحديات التي ما زالت قائمة وتحد من الاستخدام الفعال لهذا المصدر المستدام، حيث يمكن وضع هذه التحديات ضمن ثلاث مجموعات رئيسية. وتضم المجموعة الأولى التحديات المتعلقة بزيادة الحاجة الى جمع ومعالجة مياه الصرف الصحي خصوصا في المناطق الريفية والتي تعاني من صعوبة الجمع بسبب التحديات الاقتصادية (عدم الجدوى

الاقتصادية من الجمع بالطرق التقليدية المتبعة). وتشير التقديرات الى أن نسبة الجمع للمياه العادمة المنزلية لا تتجاوز 50٪ في العديد من الدول العربية كما هو موضح في الجدول رقم (1)، مما يعيق من الاستفادة الكاملة من المياه العادمة المنزلية المنتجة (ESCWA, 2017). وتعتبر تكاليف الاستثمار المرتفعة والمرتبطة بأنظمة تجميع مياه الصرف الصحي من أكبر العوائق التي تحول دون التوسع في خدمات التزويد في الكثير من الحالات. وتضم المجموعة الثانية التحديات المرتبطة بعدم وجود بيئة مشجعة للاستفادة العظمى من المياه العادمة في الزراعة وتشمل هذه التحديات الدعم الحكومي المحدود وغياب الأطر القانونية والترتيبات المؤسسية المناسبة والقدرات المالية الضعيفة بالإضافة الى ضعف القدرات والمهارات للمعنيين في الجهات ذات العلاقة. هذا ناهيك عن محدودية القبول المجتمعي والثقافي لاستخدام المياه العادمة المستصلحة لأغراض الزراعة. وأما المجموعة الثالثة من التحديات، فتضم التحديات المتعلقة بالاعتماد على المفهوم التقليدي لإدارة المياه العادمة وبالأخص المياه العادمة المنزلية/ البلدية. حيث يعتمد المفهوم التقليدي على فكرة ضرورة جمع المياه العادمة المنتجة ونقلها لأماكن بعيدة لمعالجتها لمراحل معالجة متقدمة وأحيانا غير ضرورية وغير مبررة بالدرجة الأولى.

جدول 1: نسبة السكان المزودين بخدمات الصرف الصحي والخدمات الصحية التي لا تتضمن خطوط صرف صحي (ESCWA, 2017)

الدولة	نسبة التزويد بخطوط الصرف الصحي		نسبة الخدمة بمرافق لا تتضمن خطوط صرف صحي	
	المناطق الحضرية	المناطق الريفية	المناطق الحضرية	المناطق الريفية
مجلس التعاون الخليجي				
البحرين	87	لا يوجد بيانات	13	**لا يوجد بيانات**
الكويت	100	لا يوجد بيانات	0	لا يوجد بيانات
عمان	20	لا يوجد بيانات	80	لا يوجد بيانات
قطر	94	لا يوجد بيانات	6	لا يوجد بيانات
السعودية	54	٤٧	لا يوجد بيانات	لا يوجد بيانات
دول المشرق				
مصر	87	23	13	77
العراق	40	0	57	100
الأردن	59	لا يوجد بيانات	41	لا يوجد بيانات
فلسطين	24	2	76	98
دول المغرب				
الجزائر	85	لا يوجد بيانات	15	لا يوجد بيانات
ليبيا*	56	٤٧	44	53
المغرب	88	1	12	99
تونس	89	10	11	90
البلدان الأقل نموا				
موريتانيا	1	0	99	100
اليمن	36	29	64	71

* البيانات لعام 2012

كما تعتمد هذه الفكرة على فرضية ان التعامل الآمن مع المياه العادمة لا بد ان يتضمن جمع ومعالجة المياه لتصبح خالية من الممرضات الجرثومية وبالتالي تقليل المخاطر المرتبطة باستخدامات هذه المياه في الري والأغراض الأخرى. وهنا يجب الإشارة الى عيبين رئيسيين لهذا المفهوم. العيب الأول يكمن في أن مجموع ما يتم معالجته من المياه العادمة المنزلية لا يتجاوز 50٪ على المستوى العالمي مما يترك المجال الى استخدامات غير منظمة وغير واضحة للنسبة المتبقية من المياه التي لا يتم معالجتها (UN Habitat and WHO, 2021). أما العيب الثاني فيصاحب إسالة المياه المعالجة الى مجاري الأودية والسيول حيث ان هناك احتمالا كبيرا لإعادة تلوثها من مصادر تلوث أخرى كما تشير بعض الدراسات (Halalsheh et al., 2018).

ولتلخيص لما سبق ذكره، فإن المياه العادمة تكتسب اهتماما متزايدا في الآونة الأخيرة ضمن إدارة الموارد المائية باعتبارها مصدرا بديلا للمياه العذبة على الرغم من وجود بعض التحديات المحيطة باستخدامها في الزراعة. حيث يتطلب الأمر مزيدا من التركيز على حلول مبتكرة ومجدية اقتصاديا لإدارتها وتعظيم الاستفادة منها. كما يتطلب ذلك انشاء بيئة داعمة وإدارة شاملة ومتكاملة لهذا القطاع.

وعلى الرغم من انتشار النمط التقليدي في إدارة المياه العادمة، فأن هذا النمط غير قابل للتنفيذ في التجمعات السكنية المتناثرة ولا حتى في توسعات المناطق الحضرية حيث تفوق سرعة التوسع قدرة القطاع العام على تزويد البنية التحتية اللازمة في الوقت المناسب. علاوة على ذلك، فإنه لا يمكن اعتبار استخدام المياه العذبة للتخلص من الفضلات ذروة الإنجازات العلمية وخصوصا ان هذه الممارسة تعود الى أكثر من 150عاما عندما كانت العلوم الخاصة بالمياه محدودة جدا وخصوصا ما يتعلق منها بالفيزياء والكيمياء التطبيقية بالإضافة الى العلوم الحيوية. ففي القرن التاسع عشر، كان المؤرق الرئيسي هو تقليل انتشار الأمراض الفتاكة، مما أدى إلى نقل المياه العادمة إلى أقصى مسافة ممكنة عن المدن والتجمعات السكانية من خلال شبكات الصرف الرومانية الموجودة في المدن الأوروبية الكبرى.

ومع مرور الوقت، أصبح هذا النمط سائدًا وأدى إلى إنشاء عزلة حقيقية بين المواطنين من جهة ومقدمي الخدمات من الجهة الأخرى حيث لا تتوفر معلومات كافية عن إدارة هذه المياه لدى المواطنين الذين لا يكترثون بالقضايا المتعلقة بها اساسا ويكتفون بالتمتع بالراحة الناتجة عن تزويد الخدمة المعتادة. غير أن العبء المالي المرتبط بهذا النمط التقليدي في ادارة هذا المصدر المائي قد قيد التوسع في تقديم الخدمات، ليس فقط على النطاق الإقليمي ولكن أيضا على المستوى العالمي (انظر نسب الربط ونسب التزويد الموضحة في الجدول رقم 1). وربما لو اتيحت لنا الفرصة مجددا للبدء من جديد، فإن الاحتمال الأكبر لن يتوجه لنقل المياه العادمة لمسافات بعيدة وذلك بسبب القدرة على تقديم حلول أكثر منطقية في ظل التطور العلمي في علوم المياه. هذا بالإضافة الى عوامل أخرى من بينها محدودية الموارد وتكاليف الطاقة والتي في مجموعها تشكل العوامل الداعمة لخطط بديلة لإدارة المياه العادمة. ويمكن ربط إدارة المياه العادمة بالتنمية الاقتصادية للمدن وذلك بالنظر الى المياه العادمة باعتبارها مصدر يمكن استغلاله عوضا عن اعتبارها مخلفات يتحتم على المجتمع التخلص منها (Sosa-Moy de Vitry et al., 2019). ولكن هذه النظرة تتطلب قبولا وتفاعلا حقيقيا من المجتمع بالإضافة الى الجدوى الفنية والجدوى الاقتصادية والترتيبات القانونية والمؤسسية الملائمة لهذا النهج. وبالرغم من هذه التحديات التي تواجه هذا النهج، فإنه من المتوقع أن يسفر عن ممارسات أكثر استدامة وكفاءة في إدارة المياه العادمة. ويمكن ان نعزو التحديات التي تواجه اتباع وتنفيذ هذا النهج الى أسباب متنوعة بما فيها محدودية البنية المؤسسية الداعمة وما تتطلبه من إجراءات التنفيذ الملزِمة. وتظهر هذه التحديات جلية في أنظمة الإدارة اللامركزية للمياه العادمة ويمكن تلخيصها على النحو التالي:

- يتطلب النهج البديل مستوى عال من التنسيق والتشاركية من قبل العديد من أصحاب المصلحة مما يزيد من تعقيدات التخطيط والتنفيذ لهذا النهج

- تعد محطات معالجة المياه العادمة اللامركزية أقل جاذبية لأصحاب القرار مقارنة بالأنظمة المركزية، ويعزى ذلك إلى عدم بروزها إعلاميا على اعتبار أنها مشاريع صغيرة غير ملفتة للانتباه. وعليه يصبح من الأصعب تبنيها

- من الممكن أن يتطلب هذا النهج إعادة النظر في التشريعات المتعلقة بنوعية المياه المعالجة وذلك للتمكن من تقديم حلول مشجعة للشراكة مع القطاع الخاص للتمكن من تغطية الكلف التشغيلية بالإضافة الى كلف الصيانة. كما يمكن أن يتطلب مزيدا من الجهد المؤسسي لدعم وترويج البدائل المقترحة ضمن هذا النهج.

ويعتبر التشتت وضعف التنسيق وتداخل المهام بين المؤسسات المتعددة من اهم العقبات التي تعرقل التخطيط والتنفيذ لإعادة استخدام المياه المستصلحة بطريقة فعالة. وعلى وجه الخصوص، فإن ضعف أو غياب التنسيق بين الجهات المعنية بإدارة المياه والجهات المعنية بالزراعة فيما يتعلق بملائمة نوعية المياه للأغراض المختلفة قد يعرقل تطبيق النهج البديل مما يضطر الجهات المعنية بإدارة المياه إلى التقيد بإنتاج مياه عالية الجودة لاستخدامات لا تتطلب هذه النوعية العالية من المياه وبهذا الحجم من الاستثمارات. وعلى سبيل المثال، فإن القيود المفروضة على النيتروجين في المياه المستصلحة تستنزف جزءا لا يستهان به من الكلف التشغيلية لمحطات التنقية العاملة في الأردن علما بأن النيتروجين يعتبر أحد المغذيات الرئيسية عند استخدام المياه لأغراض الزراعة. وتتفاقم هذه المعيقات عندما يتم التعامل مع محطات المعالجة الصغيرة والتي يضطر المصمم الهندسي فيها إلى التقيد بمواصفات مياه عالية جدا مما يؤدي أيضا الى رفع الكلفة الاستثمارية للمحطة ويعيق الجدوى الاقتصادية من إنشائها.

وتعتبر ارشادات منظمة الصحة العالمية الصادرة عام 2006 للاستخدام الآمن للمياه العادمة في الزراعة خطوة متقدمة وحاسمة لتطبيق النهج البديل والتعامل مع التحديات التنظيمية والمؤسسية المرتبطة بإدارة مياه الصرف الصحي. حيث تؤكد هذه الارشادات على الترابط الوثيق بين نوعية المياه المستصلحة المطلوبة والتي تواءم هدف الاستخدام مع مراعاة أن المياه المستصلحة تظل عرضة للتلوث من مصادر مختلفة مثل مياه الصرف الزراعي والحيوانات النافقة والمياه السطحية وغيرها. علما بأن هناك الكثير من الحالات التي تتلوث فيها المياه المستصلحة والتي تمت معالجتها لمراحل ثنائية أو حتى ثلاثية من مصادر تلوث مختلفة مما يؤثر على نوعية المنتجات الزراعية. وعليه فإنه تجدر الإشارة في هذا المقام الى أن التحكم في مدخل زراعي واحد لن يكون كافيا لضمان جودة المنتجات الزراعية. فعلى سبيل المثال، فإن عمليات التطهير المتبعة للمياه المستصلحة لن تكون ذات جدوى إذا تم استخدام السماد العضوي غير المعالج أو غير الخاضع لعمليات تخمير كفؤة في الإنتاج الزراعي مما يتسبب في هدر الاستثمارات المبذولة لإنتاج نوعية عالية من المياه المستصلحة. ولقد أظهرت النتائج الخاصة بالعديد من الدراسات أهمية تنفيذ واتباع إرشادات منظمة الصحة العالمية لعام 2006 من خلال استحداث خطة واضحة تحدد مسؤوليات كل جهة وكل مؤسسة للالتزام بمتطلبات الاستخدام الآمن. ومما يجدر ذكره هنا أن الأردن هو الدولة الوحيدة التي اعتمدت إرشادات منظمة الصحة العالمية على المستوى الوطني ضمن المعايير (JS 1766/2014) حيث من المتوقع أن يوفر تطبيق هذه الارشادات تبنيا شاملا للنهج البديل في التعامل مع تحديات إدارة المياه ضمن ممارسات زراعية أكثر امانا وسلامةً.

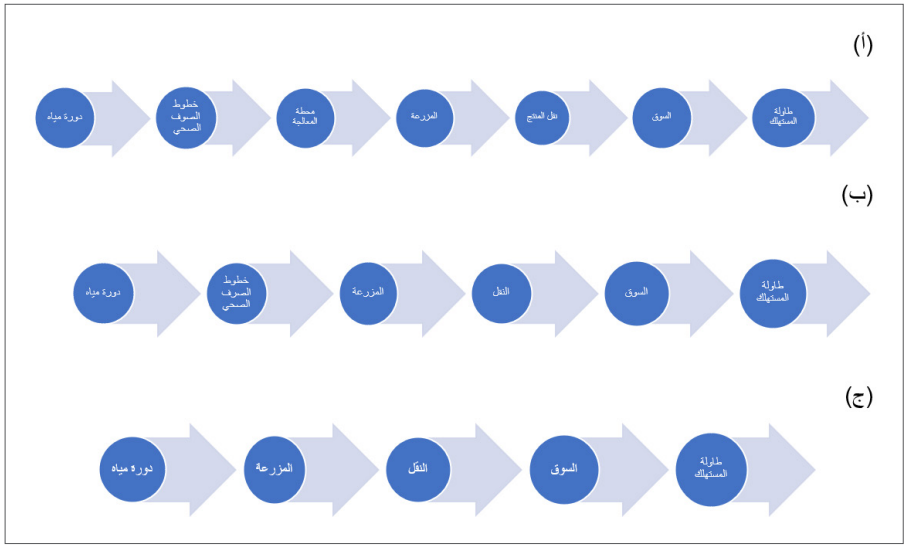
2. إرشادات منظمة الصحة لعام 2006 والخطوات المطلوب اتباعها

تدعو منظمة الصحة العالمية الى المشاركة الفعالة للأطراف المختلفة لتقدير مخاطر إعادة الاستخدام وتطوير الاستراتيجيات اللازمة للتقليل من هذه المخاطر. ولا يقتصر ذلك على التعامل مع مدخلات الإنتاج الزراعي وانما يتجاوزه الى الممارسات الزراعية. وتتتبع الارشادات جميع الممارسات الزراعية على طول السلسلة الغذائية كما هو موضح في الشكل 1آ. فعلى سبيل المثال، فإن المنتج الزراعي قد يتلوث في مرحلة النقل والتسويق، ولذلك فإن النهج البديل يفرض ضوابطا على كامل السلسلة الغذائية وذلك لضمان وصول منتج سليم الى "طاولة" المستهلك. ومن فوائد فرض الضوابط على كامل السلسلة الغذائية هو قدرة هذا النظام على التعامل مع مياه عادمة معالجة بصورة جزئية أو حتى مياه عادمة غير معالجة كما هو موضح في الشكل 1ب والشكل 1ج. وبينما تتمحور الارشادات بشكل أساسي حول منع التلوث الجرثومي، فإنه من الضروري أيضا مراعاة تأثير الممارسات الزراعية الاخرى ومدخلات الإنتاج الزراعي على جودة المنتجات الزراعية. فعلى سبيل المثال، تعتبر المبيدات العضوية الكلورية (chlorinated organic pesticides) مركبات ذات خصائص سرطانية. ونظرا لأن هذه المركبات تتراكم في التربة وتدخل السلسلة الغذائية (Tzanetou and Karasali, 2022)، فإنه من الضروري النظر بعناية الى جميع المخاطر المحتملة المتعلقة بها والتي تؤدي الى تلوث المنتج مما يؤثر سلبا على سلامة الغذاء والصحة العامة.

وفي الختام، فإن النهج البديل الشامل والمقترح من منظمة الصحة العالمية لعام 2006 يعتبر نهجا عمليا ولكنه بذات الوقت يتطلب خطط إدارة مفصله لتنفيذه. وتختلف هذه الخطط من دولة الي اخرى، كما تختلف من مكان لآخر داخل الدولة الواحدة مع التشديد علي أهمية التنسيق بين أصحاب العلاقة ومن بينها المؤسسات المعنية خلال عملية تطوير وتنفيذ الخطط الخاصة بمأمونية استخدام المياه في الزراعة. ومن المفضل أن تتعامل هذه الخطط مع المخاطر الإضافية المحتملة والمتعلقة بالمواد الكيميائية مثل متبقيات الأدوية ومنتجات العناية الشخصية وغيرها من المواد التي قد تشكل خطرا على الصحة العامة من خلال تسببها بأمراض مزمنة غير معدية، علما بأن المخاطر التي تكتسب الأولوية القصوى تبقى المخاطر المكروبيولوجية بسبب تأثيرها السريع ونقلها للعدوى وانتشارها بصورة سريعة جدا. وعليه فإن الهدفين الأساسيين يتمحوران حول سلامة المنتج الزراعي بالإضافة الى حماية صحة العاملين الذين يتعاملون مباشرة مع مصدر التلوث مما يشكل خطرا مباشرا على صحتهم. ويأتي بالدرجة الثانية ضرورة الحفاظ على صحة البيئة والتي تؤدي في نهاية المطاف الى حماية الصحة العامة وتحقيق الاستدامة.

إن خطط سلامة استخدام مياه الصرف الصحي مصممة لتحديد المخاطر وترتيبها حسب أولويات التعامل معها وتوجيه الموارد المحدودة وذلك لتحقيق التحسن

رسم توضيحي 1: سلاسل الصرف الصحي المحتملة حيث يجب تأسيس وتنفيذ تدابير السيطرة سواء في وجود محطة معالجة (أ)،عدم وجود محطة معالجة (ب)، عدم وجود نظام تجميع وخطوط صرف صحي (ج)

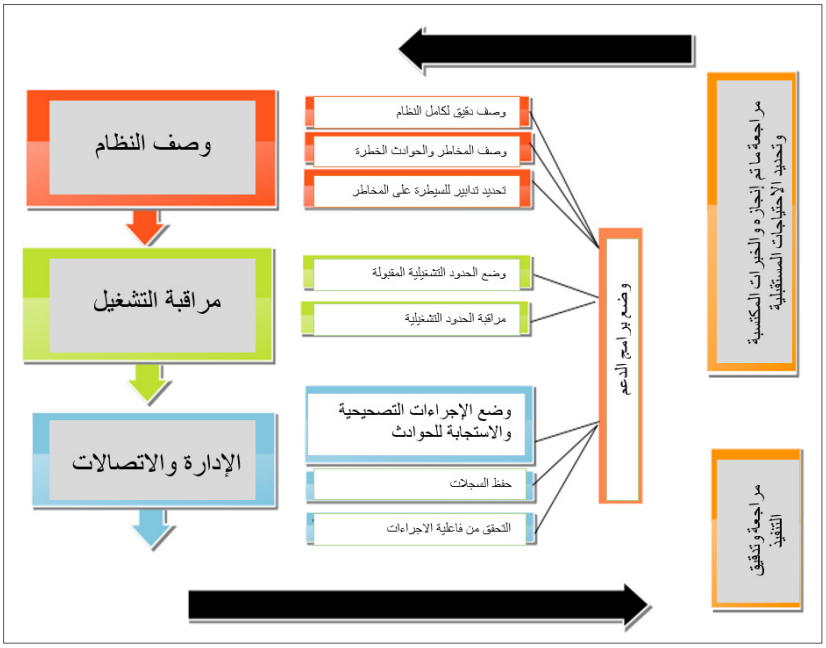


التدريجي حسب الموارد المتاحة والوصول في نهاية المطاف الى تحقيق بيئة صحية سليمة على مدة زمنية تحددها الموارد المتاحة. وقد تم تقديم مقترح لخطوات تطوير خطط سلامة استخدام المياه العادمة ضمن الكتيب الذي قدمته منظمة الصحة العالمية في نسخته الأولى التي صدرت عام 2015 والنسخة الثانية التي صدرت عام 2022، وسيتم عرض موجز للخطوات المقترحة في الكتيب وتقديمها في القسم اللاحق ضمن هذه الوثيقة لصياغة خارطة الطريق التي تمهد لتبني إرشادات منظمة الصحة العالمية التي تم نشرها عام 2006 لاستخدامات المياه العادمة في الزراعة.

2.1 التخطيط لسلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة

إن النهج الذي تم اعتماده لتطوير خطط سلامة استخدام المياه العادمة يتتبع النهج الذي تم اعتماده سابقا في تطوير خطط سلامة مياه الشرب وكما هو موضح في الشكل رقم (2) وقد تم وصفه سابقا (Davison et al., 2005)، غير ان خطط سلامة استخدام المياه العادمة تعتبر أكثر تعقيدا من سابقتها كما هو موضح في الكتيب الصادر عن الصحة العالمية (2022). حيث يقع الكتيب في ست وحدات سيتم عرضها لاحقا هنا كما وردت في الكتيب وتتضمن: المرحلة التحضيرية يليها مرحلة وصف النظام المستهدف ثم وحدة تحديد المخاطر والحوادث الخطرة ومن ثم تطوير وتنفيذ خطة تحسين تدريجيا ويليه مراقبة تنفيذ الخطة والتحسين المنشود والتحقق من ذلك فيما يؤكد الكتيب أيضا على ضرورة استحداث برامج لدعم تطوير وتنفيذ الخطة كما هو موضح في الشكل رقم (2). ومن الضروري قبيل عرض الخطوات أن يتم توضيح المقصود بالمياه العادمة حيث نؤكد أنها تضم المياه العادمة الناتجة عن الاستخدامات المنزلية والمؤسسات والنشاطات الزراعية والصناعية وأنه يجب النظر في إدارة جميع هذه المصادر للتمكن من تحقيق التحسن المنشود على الصحة العامة وصحة البيئة. كما يمكن ان تقع أيضا مياه الفيضانات ضمن قائمة المياه العادمة وذلك حسب نوعيتها والرغبة في الحد من الثلوث الناتج عنها.

رسم توضيحي 2: عناصر خطة سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة



2.1.1 الوحدة الأولى: المرحلة التحضيرية

2.1.1.1 تحديد المنطقة مدار التطوير وتحديد القيادة

يمكن أن يتم تطوير خطط سلامة استخدام المياه العادمة/ مياه الصرف الصحي لمنطقة إدارية معينة أو لمنطقة تقع ضمن مسؤوليات المرفق الذي يقوم بتزويد الخدمة كإحدى شركات المياه العامة التي تقوم بتزويد خدمات المياه والصرف الصحي. وسنقوم بعرض المزيد من المعلومات حول العوامل التي تؤثر على اختيار المنطقة والتي نوصي بها لضمان تحقيق أفضل النتائج المرجوة من خطة سلامة استخدام المياه العادمة/ مياه الصرف الصحي وذلك ضمن بند 3.1.1 من هذه الوثيقة. وفي كل الأحوال، فإنه من المحتم النظر في جميع خطوات سلسلة الصرف الصحي من المصدر وحتى وصول المنتج النهائي (وفي هذه الحالة المنتج الزراعي) إلى طاولة المستهلك بصورة منتج آمن وسليم. ووفقا لكتيب خطة سلامة استخدام المياه العادمة لعام (2022)، فإن السلطة المحلية المسؤولة أو المرفق المسؤول عن تزويد الخدمة يمكن أن يكون الجهة الأمثل لإدارة الخطة وتنسيق الجهود بفعالية. ومما تجدر الإشارة إليه هنا، أن القدرات المتوفرة والسلطات القانونية قد لا تخول المرفق المسؤول عن تزويد خدمات المياه والصرف الصحي بالتحكم والسيطرة على التدابير التي يتم اقتراحها ضمن خطة سلامة استخدام المياه العادمة على طول السلسلة الإنتاجية. وبناءً على ذلك، فلربما يقوم المرفق مزود الخدمة أو السلطة المحلية بالتنسيق (وليس السيطرة) بين الجهات المسؤولة قانونيا عن السيطرة على التدابير اللازمة المقترحة ضمن خطة سلامة استخدام المياه العادمة/ مياه الصرف الصحي وتحديدا عندما تكون سلطات المياه منفصلة عن السلطات الزراعية أو سلطات تصريف مياه الأمطار. كما من الممكن ان تكون السلطات الصحية كوزارات الصحة هي المخولة بالدرجة الأولى بالسيطرة على التدابير المقترحة ضمن الخطة وعلى كامل سلسلة الانتاج، علما بأن ما يحدد السلطة الأمثل في كل دولة هو المسؤوليات القانونية الممنوحة للسلطة. وفي حالة تعذر وجود سلطة مرشحة للقيام بالسيطرة القانونية على كامل التدابير المقترحة، فإن السلطة التي تتولى قيادة الأمور ستقوم حتماً بتنسيق جهود السيطرة للسلطات المختلفة حسب التدابير المقترحة ضمن السلسلة. وفي نفس الوقت، فإنه من الضروري تشكيل لجنة توجيهية للإشراف والتوجيه فيما يخص تطوير وتنفيذ الخطة حيث تقوم هذه اللجنة بتحديد أهداف الخطة والمراد منها بالإضافة إلى مراقبة العملية كاملة بدءا بالإشراف ومرورا بالتنفيذ وانتهاءً بالتقييم وتصحيح المسار إذا دعت الحاجة إلى ذلك. كما ويمكن اقتراح

أعضاء من خارج السلطات مثل جمعيات المزارعين مثلا أو أي جهة أخرى ذات صلة. كما من المفضل أن يتم تحديد أعضاء اللجنة التوجيهية استنادا إلى تحليل أصحاب المصلحة والذي يمكن إعداده من قبل السلطة التي تأخذ زمام المبادرة والتنسيق لكامل العملية وذلك ضمن جلسات تشاورية مع خبراء يتم ترشيحهم لهذا الغرض.

ويجدر مراعاة الدور المحوري للجنة التوجيهية والذي لا يكون محصورا بالإشراف على العملية، وإنما يتخطى ذلك إلى توفير الموارد البشرية والمالية اللازمة لتنفيذ الخطة بما يضمن اتخاذ التدابير والإجراءات حسب الجدول الزمني الذي سيتم اقتراحه بناءً على تحديد المخاطر وأولويات التعامل معها لضمان تنفيذ الخطة بطريقة سلسة وسليمة. كما يجب أن تتصدر اللجنة الحوارات الوطنية اللازمة للتغييرات المقترحة لخلق بيئة داعمة وملائمة لتحسين وتطوير سلامة استخدام المياه العادمة/ مياه الصرف الصحي في الزراعة وكلما دعت الحاجة لذلك.

2.1.1.2 تشكيل فريق تطوير خطة سلامة استخدام المياه العادمة/ مياه الصرف الصحي في الزراعة

يجب أن يتم تعيين رئيسا للفريق الذي سيقوم بإعداد خطة سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة والذي سيلعب دورا حاسما في قيادة الفريق والتواصل لتحقيق الأهداف وذلك طوال عملية التطوير والتنفيذ والتحديث للخطة. ومن الضروري أن يكون لدى القائد متسعا من الوقت والموارد الكافية لضمان إنجاز المطلوب بفعالية وبحيث يحتسب الوقت الذي يقضيه رئيس الفريق جزءا من العبء الوظيفي الرسمي. وفي حالة عدم امتلاك المؤسسة الكفاءة الكافية من حيث تواجد أصحاب الخبرة المهرة، فإنه من الممكن ان يتم تفويض المهمة لاستشاري متخصص سواء كان ذلك الاستشاري متوفرا على المستوى الوطني أو حتى على المستوى الدولي.

كما يجب أن يتضمن الفريق أيضًا أعضاء يتمتعون بمهارات في تحديد المخاطر وفهم كيفية السيطرة عليها بفعالية وبحيث يمتلك الأعضاء مجموعة واسعة من المهارات التقنية والإدارية والاجتماعية والبيئية والصحية العامة. ومن المفضل أيضًا أن يتواجد ممثلون عن المجموعات التي تتعرض بصورة مباشرة للمياه العادمة (مثل عمال الصرف الصحي) ضمن الفريق. ويمكن أيضا استشارة أعضاء آخرين مؤقتين يمكنهم دعم تطوير الخطة عند الحاجة لذلك تضم خبراتهم الجوانب المتعلقة بإدارة حالات الطوارئ والكوارث وممن يمتلكون معرفة محددة في مجال المناخ وعلم الهيدرولوجيا.

2.1.2 الوحدة الثانية: وصف النظام

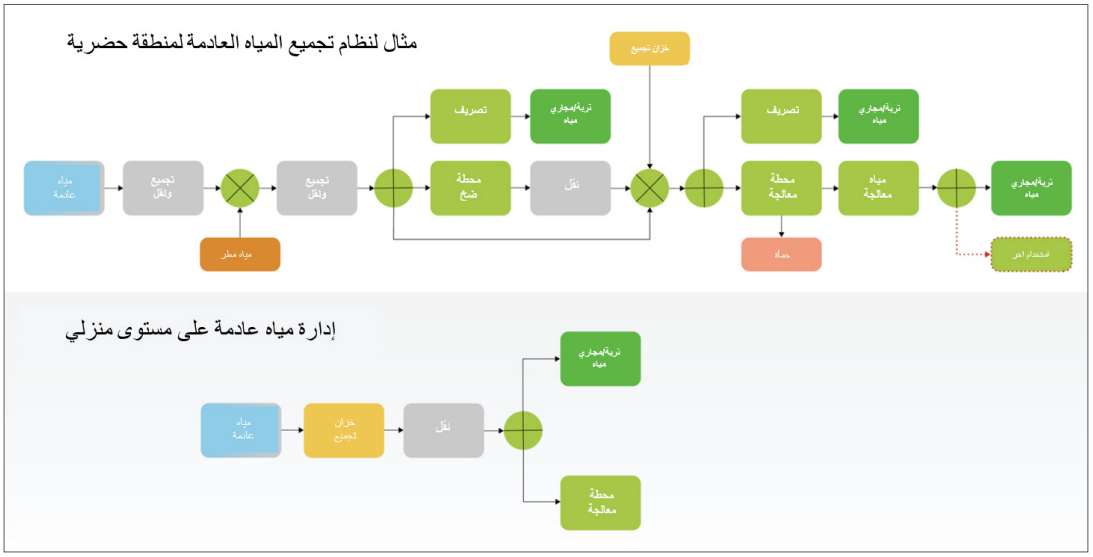
2.1.2.1 رسم النظام

تعد عملية رسم النظام أمرًا أساسيًا لتطوير وصف جيد للسلسلة بأكملها داخل المنطقة المستهدفة بتطوير خطة سلامة استخدام المياه العادمة. ويمكن تمثيل هذا الرسم بفعالية باستخدام رسم بياني حيث يتم توضيح مكونات النظام المختلفة بعناية كما هو موضح في الشكل رقم 3. وفي حالة اختيار منطقة إدارية كاملة لشمولها بعملية اعداد وتنفيذ الخطة، فإن الاستعانة بخريطة جغرافية للمنطقة مدار البحث يمكن أن يشكل تصورا بصريًا واضحا للنظام. كما تجدر الإشارة الى أنه من الضروري إجراء زيارات ميدانية لجمع المعلومات والملاحظات على الأرض خلال عملية رسم النظام. بالإضافة إلى ذلك، يجب جمع البيانات حول كميات النفايات المنتجة بكافة اشكالها في منطقة الدراسة بحيث لا يقتصر جمع البيانات على مصادر هذه النفايات. ويعتبر ذلك أمرا أساسيا لتطوير خطة شاملة يتم بعده الجمع بين تمثيلات الرسم البياني والخرائط الجغرافية للتمكن من تحقيق فهم شامل لنظام الصرف الصحي ومصادر التلوث المحتملة، مما يسهل عملية تطوير خطة فعّالة ومخصصة للتعامل مع التلوث الناتج عن النشاطات المختلفة.

2.1.2.2 وصف كمّي مفصل النظام

يجب أن يتم إضافة البيانات الكمية حول تدفقات النفايات على طول سلسلة الصرف الصحي. ويشمل ذلك معدلات التدفق للمياه وحمولات التلوث والتباين الموسمي في الحمولات أو أي تباين متوقع آخر. كما يجب أيضًا أن يتم النظر في الحمولات المتوقعة من التلوث التي قد تنبع من مصادر أخرى مثل التلوث بالمواد الصلبة القابلة للتحلل العضوي والناتجة عن مخلفات الزراعة. بالإضافة الى ذلك، فإنه يجب تضمين أية ملوثات فيزيائية وكيميائية أخرى محتملة. وكلما كانت البيانات الكمية التي تم جمعها أدق وأشمل، كلما اقتربنا من وصف النظام بصورة دقيقة تساعد على تحديد أولويات المخاطر في المراحل التالية خلال إعداد خطة إدارة المخاطر وضمان سلامة الاستخدام.

رسم توضيحي 3: مثال على الرسم البياني للنظام كما ورد في كتيب خطة سلامة استخدام المياه العادمة (SSP manual, WHO,2022)



2.1.2.3 تحديد المجموعات المعرضة للمخاطر

يمكن تقسيم الأفراد الأكثر عرضة للمخاطر خلال الأحداث الخطرة عند التعامل مع المياه العادمة/مياه الصرف الصحي الى المجموعات التالية وذلك وفقا لإرشادات منظمة الصحة العالمية لعام 2018:

(U) مستخدمو نظام الصرف الصحي: ويشمل ذلك جميع الأشخاص الذين يستخدمون مرحاضًا.

(L) المجتمع المحلي: الأشخاص الذين يعملون أو يعيشون بالقرب من الخطوة (مرحلة التعامل مع مياه الصرف الصحي المعنية).

(W) عمال الصرف الصحي: الأشخاص المسؤولين عن صيانة وتنظيف وتشغيل أي جزء ضمن أي مرحلة من مراحل التعامل مع خدمة الصرف الصحي قبل الزراعة.

(WC) المجتمع الأوسع: المجتمع الذي يتعرض لمنتجات الاستخدام النهائي.

(F) الفلاحون: الأشخاص الذين يستخدمون منتجات الصرف الصحي (مثل مياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المعالجة جزئياً أو المعالجة بالكامل، بالإضافة الى الذين يتعاملون مع الحمأة).

(C) المستهلكون: أي شخص يستخدم المنتجات (مثل المحاصيل، والأسماك) التي تم إنتاجها باستخدام منتجات الصرف الصحي.

إن تحديد مجموعات التعرض سيسهم في تحديد إجراءات السيطرة اللازمة لتقليل المخاطر المرتبطة بالحوادث الخطرة المحتملة بالإضافة إلى تقليل المخاطر ذاتها. وفي بعض الحالات، قد يكون من الضروري تقسيم مجموعات التعرض إلى أقسام يتم فيها تحديد الجنس والعمر علما بإن هذا التقسيم يتوقف على الحالة المدروسة والمخاطر المعرفة.

2.1.2.4 جمع المعلومات الضرورية لنجاح تطوير وتنفيذ خطط سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة

إن هناك مجموعة من المعلومات المهمة والتي يجب أن يتم جمعها لضمان فهم البيئة التي تؤثر على اتخاذ الإجراءات والقرارات خلال عملية تطوير وتنفيذ الخطة. وتشمل هذه المعلومات التعليمات المتعلقة بمعايير الجودة، والقوانين واللوائح ذات الصلة، ومواصفات التخطيط والقيود المتعلقة بالتخطيط العمراني، واللوائح الوطنية المتعلقة بالمنتجات الزراعية، ومتطلبات الشهادة للمنتجات، والإرشادات الخاصة بالاستعداد للتغيرات المناخية أو التخطيط للكوارث. وعلى سبيل المثال، فإن وجود قوانين تقييدية تحد من استخدام الحمأة في الزراعة سيتطلب استحداث استراتيجيات إدارة مخاطر بديلة لا تشمل الاستخدام الزراعي. وعليه فإن عدم الوعي بهذه اللوائح يمكن أن يؤدي إلى اختيار غير صحيح لتدابير السيطرة.

كما وتعتبر البيانات المتعلقة بإدارة النظام، مثل أنظمة المراقبة المبكرة والوثائق والبيانات الوبائية وهشاشة منطقة الدراسة، ضرورية لمعرفة وفهم النظام وستسهم بشكل كبير في تقييم المخاطر وترتيب أولوياتها. بالإضافة إلى ذلك، فإن المعلومات حول أنماط استخدام الأراضي تعتبر أمرا ضروريا، حيث يمكن أن تؤثر على التطورات المتوقعة على نظام الصرف الصحي وعمليات تقييم المخاطر وإدارتها المطلوبة. وعلى سبيل المثال، فإن وجود خطط لإقامة مدينة صناعية ضمن منطقة الدراسة قد يؤثر بشكل كبير على الخطة المطورة والغاية المرجوة من تنفيذها. وبناءً على ذلك، يعتبر جمع المعلومات حول إدارة النفايات داخل تلك المنطقة الصناعية أمرًا حيويًا لنجاح الخطة خلال مرحلة التنفيذ. ومما يجدر ذكره هنا، أن إجراء زيارات ميدانية يعتبر من الأمور بالغة الأهمية خلال عملية جمع المعلومات الداعمة وإجراء تمرين رسم ووصف النظام، حيث تضمن هذه الزيارات أن تكون المعلومات المجمعة دقيقة ومتوافقة مع الظروف الفعلية على الأرض.

2.1.3 الوحدة الثالثة: تحديد الحوادث الخطرة وتقييم إجراءات السيطرة والمجموعات المعرضة للمخاطر

2.1.3.1 تحديد المخاطر والحوادث الخطرة

يجب يتم تحديد كل المخاطر المحتملة والأحداث الخطرة بتفصيل، بما يشمل العوامل البيولوجية والكيميائية والفيزيائية والإشعاعية. حيث يشير الحدث الخطر إلى الطريقة المحددة التي يتعرض بها الأفراد للمخاطر داخل نظام الصرف الصحي. فعلى سبيل المثال، يمكن أن يتعرض الفلاحون للمخاطر المكروبيولوجية الموجودة في السماد العضوي الخام -الذي لم يخضع لعمليات المعالجة – وذلك أثناء عملية نشره (الحدث الخطر) على الأراضي الزراعية. ومثال آخر هو تعرض العمال والمجتمعات القريبة للخطر الميكروبيولوجي المتواجد في مياه الصرف الصحي غير المعالجة أثناء فيضان خطوط التصريف في موسم الأمطار. ويتم تحديد المخاطر عبر مزيج من الأبحاث المكتبية والعمل الميداني. ويوضح الجدول رقم 2 مثالًا على تحديد مخاطر مياه الصرف الصحي مع الحوادث الخطرة المرتبطة بها، وأسبابها، وأساليب التحكم بها، ومجموعات التعرض. كما تجدر الإشارة هنا الى انه من المهم جدا ان يتم تحديد المخاطر والحوادث الخطرة لجميع مراحل سلسلة الصرف الصحي. ومن المفيد أيضًا النظر في مسارات التعرض للمخاطر بين مجموعات التعرض حيث يساعد ذلك في تحديد التدابير التحكمية التي تحول دون انتقالها.

جدول 2: مثال عن اعداد جداول الحوادث الخطرة ومسبباتها واليات السيطرة عليها (WHO, 2022)

الخطر	الحدث الخطر	سبب الحدث الخطر والذي يؤثر في حدتها وتكراريتها	إجراءات السيطرة على الحوادث الخطرة	المجموعات المعرضة للمخاطر
الممرضات البيولوجية في المياه العادمة	التماس المباشر مع المياه العادمة وقت الفيضانات	• التصميم المنقوص لخطوط تصريف مياه الامطار • عدم وجود شبك حماية للخط او ضعف عمليات التنظيف	• تعديل التصميم بهدف توسيع خطوط الشبكة • وضع الشبك والتنظيف والصيانة قبيل وخلال المواسم المطرية	السكان المقيمين بالقرب من الخطوط بالإضافة للمارة
	حوادث ابتلاع مياه الصرف الصحي خلال عمليات إصلاح وصيانة مضخات الصرف الصحي	• المضخات في حالة سيئة وغير مناسبة للتشغيل، مما يؤدي إلى انسداد متكرر • تدريب غير كاف للموظفين أدى الى ضعف القدرات أو ضعف الإمكانات التجهيزية • عدم وجود مسرب بديل للمياه العادمة خلال فترات الصيانة	• الصيانة الدورية لتقليل حوادث فشل او قصور المضخة • اختيار مناسب لنوع المضخة العاملة • استخدام معدات الحماية الشخصية للعمال • تطبيق إجراءات التشغيل القياسية • تصميم وتنفيذ مسرب بديل	عمال الصيانة في المحطات وفريق الصيانة

2.1.3.2 تحديد وتقييم إجراءات السيطرة المتبعة والموجودة في الواقع

تتعلق تدابير السيطرة الموجودة واقعيا بالإجراءات أو الأنشطة التي يتم تنفيذها لتقليل المخاطر قبل اعداد الخطة. وعلى سبيل المثال، فإن احدى تدابير او إجراءات السيطرة على مستوى المزرعة تتضمن إيقاف الري قبل الحصاد بيومين لتقليل تركيز الممرضات البيولوجية (Halalsheh et al., 2018). ولمعالجة كل حدث خطر، فإنه من الضروري تحديد تدابير السيطرة الحالية الموجودة للتخفيف من مخاطر الحدث. بعد ذلك، يتعين تقدير مدى فعالية تدابير السيطرة الحالية في تقليل مخاطر الحدث. على أن تقييم فعالية تدابير السيطرة تعتبر عملية صعبة وقد تتطلب دراسات فنية، بما في ذلك الرجوع إلى ما تم نشره في الادبيات المختلفة بما فيها (WHO, 2006; Chapter 5 in volumes 2,3, and 5) والتي تقدم معلومات عن اللوغاريتم العشري للبكتيريا الممرضة ومقدار الانخفاض المترتب على التدابير المختلفة وبالتالي عن فعالية تدابير السيطرة المقترحة. ويعرض الشكل رقم 8 في المرجع (WHO, 2015) امثلة من تدابير السيطرة التي يمكن اقتراحها وكذلك فعاليتها في خفض مقادير اللوغاريتم العشري للبكتيريا الممرضة.

وعند تقييم فعالية تدبير السيطرة المقترحة، يجب أن نأخذ في اعتبارنا ليس فقط فعاليته المحتملة (بناءً على الأدبيات والتقييمات التقنية) وإنما ايضا أدائه الفعلي في الواقع. وقد تختلف هاتان القيمتان من حيث الفعالية غير انه من المهم جدًا مراعاة كلا منهما لتقييم تأثير تدبير السيطرة بدقة في تقليل المخاطر. وعلى سبيل المثال، فإن تدبير السيطرة الذي ينطوي على استخدام معدات الحماية الشخصية يعتمد بشكل كبير على سلوك المستخدم، وعليه فإن فعالية استخدامه تعتمد على معرفتنا بسلوك الأشخاص وربما يكون من الصعوبة بمكان معرفة ذلك خلال فترة تطوير الخطة. ومن الواضح أن تحقق فعالية تدابير السيطرة يجب أن يستند إلى خبرة وتقدير أعضاء فريق الخطة ذوي الخبرة. كما يجب إعادة تقييم هذه التدابير بانتظام ومراجعتها على مر الزمن لضمان استمرار فعاليتها.

2.1.3.3 تقييم وترتيب المخاطر والحوادث الخطرة ذات الأولوية

بعد إجراء تحليل المخاطر، يقوم الفريق بإعداد قائمة شاملة للمخاطر والأحداث الخطرة. ولتحديد أولوية هذه المخاطر، يجب إجراء تقييم شامل لهذه المخاطر. وهناك أنواع متعددة من الأساليب المتاحة لتقييم المخاطر، بما في ذلك تقييم المخاطر الوصفي، وتقييم المخاطر شبه الكمي باستخدام مصفوفة الاحتمالية والخطورة، وتقييم المخاطر الكمي (QMRA). وعلى العموم، يُجرى تقييم المخاطر الوصفي من قبل فريق التخطيط، بينما يتطلب تقييم المخاطر الكمي (QMRA) بيانات كثيرة وقد لا يكون مناسبًا لمعظم فرق التخطيط لسلامة استخدام المياه العادمة.

وفي تقييم المخاطر الوصفي، يُصنف فريق التخطيط الأحداث الخطرة على أنها ذات أولوية عالية، أو متوسطة، أو منخفضة، أو غير معروفة بناءً على تقديرهم الشخصي. ويمكن أن تكون تعاريف كل تصنيف محددة من قبل فريق الخطة أو يمكن الرجوع إلى التعاريف المقترحة في الجدول رقم 3 (WHO, 2015; WHO, 2022). ومن المُوصَى به أن تُسجل أسس اتخاذ القرار لكل تصنيف تم اعتماده للحدث الخطر المحدد، وذلك لتشكل تلك السجلات تذكيرًا بسبب اتخاذ هذا القرار الخاص في ذلك الوقت. وفي وقت لاحق، وأثناء إعادة النظر في الخطة، قد يقرر الفريق إجراء تقييم مخاطر نصف كمي بحيث تمكن هذه الطريقة أعضاء الفريق من إجراء تقييم أكثر تفصيلا للمخاطر مما يدعم عملية اتخاذ القرارات.

جدول 3: مقترح للتصنيف والتقييم الوصفي لفئات المخاطر والذي يمكن ان يعتمده فريق العمل (WHO, 2015; WHO, 2022)

أولوية الحادث الخطر	ملاحظات
عالي	هذا الحدث يمكن أن يؤدي إلى الإصابات، والأمراض الحادة و/أو المزمنة، أو فقدان الأرواح. يجب اتخاذ إجراءات لتقليل الخطر
متوسط	يمكن أن يؤدي هذا الحدث إلى تأثيرات صحية متوسطة (مثل الحمى، والصداع، والإسهال، والإصابات الصغيرة) أو إلى الإزعاج (مثل الضوضاء، والروائح الكريهة). بمجرد السيطرة على المخاطر ذات الأولوية العالية، يجب اتخاذ إجراءات لتقليل المخاطر
منخفض	لا تتوقع وجود تأثيرات صحية. لا توجد حاجة إلى اتخاذ إجراءات في هذا الوقت. يجب إعادة النظر في المخاطر في المستقبل كجزء من عملية المراجعة
غير معروف	هناك حاجة إلى المزيد من البيانات لتصنيف المخاطر. يجب اتخاذ بعض الإجراءات لتقليل المخاطر بينما يتم جمع المزيد من البيانات

2.1.4 الوحدة الرابعة: تطوير وتنفيذ خطة تحسين تدريجية لضمان سلامة الاستخدام

2.1.4.1 اقتراح خيارات للسيطرة على الحوادث الخطرة

يجب على الفريق اقتراح خيارات متعددة للسيطرة على الأحداث الخطرة ذات الأولوية وتسجل خيارات تدابير السيطرة المقترحة ضمن خطة تحسين يمكن اعدادها على شكل جداول. ويمكن أن تتضمن خطة التحسين تدابير بحاجة إلى رأس مال لتنفيذ تدبير السيطرة المقترح (مثل توسيع محطات المعالجة أو إقامة سياج حول مواقع استخدام الحمأة)، وتدابير تشغيلية (مثل وضع بعض القيود على الزراعة أو توقيف الري قبل الحصاد)، وتدابير سلوكية (مثل الفحوص الطبية الدورية أو استخدام معدات الحماية الشخصية)، أو خليطا من التدابير. ومن المهم أن نأخذ في اعتبارنا عدة عوامل أثناء تحديد تدابير السيطرة، بما في ذلك تكلفة التدبير المقترح، وقابليته للتطبيق، وإمكانية مراقبته. ومن الجدير بالذكر أنه وفي بعض الحالات، يمكن إدارة مجموعة من الأحداث الخطرة بشكل فعال من خلال تنفيذ تدبير سيطرة واحد في جزء من أجزاء النظام. ويبين الجدول 4 مثالًا على خيارات السيطرة يوضح كيف يمكن دمج التدابير المختلفة لتعزيز السلامة والفعالية لاستخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة.

جدول 4: خيارات تدابير السيطرة لتقليل التعرض لبيوض الديدان الطفيلية للمزارعين والأطفال

الخطر:	بيوض الديدان الطفيلية
الحدث الخطر:	التعرض المباشر لمياه الصرف الصحي المعالجة جزئياً أثناء العمل في الحقل من قبل الفلاحين أو الأطفال (تحت سن 15 عامًا) يسبب الإصابة بالديدان الطفيلية.
خيارات واعتبارات تدابير التحكم:	1. ارتداء الأحذية يمكن أن يقلل من احتمال التعرض للخطر. ومع ذلك، فإنه من المحتمل ألا يكون هذا التدبير معتاداً من قبل الفلاحين أو الأطفال في الحقل. وبالتالي، لا يمكن الاعتماد عليه كحل فعّال. 2. من خلال تنفيذ تدبير أساسي لمعالجة المياه قبل الوصول الى المزرعة او منطقة الري، مثل بركة تجميعية تضمن فترة كافية لمكوث المياه للحد من تركيز بيوض الديدان الطفيلية إلى أقل من 0.1 بيضة في اللتر، حيث يمكن تحقيق ذلك باستخدام الترسيب لهذه البيوض في بركة تجميع مصممة بصورة صحيحة. 3. توفير الأدوية المضادة للديدان بانتظام للمزارعين وعائلاتهم الذين يتعرضون لمياه غير معالجة يمكن أن يقلل من مدى وشدة الإصابة. وفي التجمعات حيث تكون الإصابات بالديدان الطفيلية شائعة، قد تُوزع الأدوية المضادة للديدان بانتظام أيضًا على مستوى المجتمع (على سبيل المثال، على الأطفال في المدارس) للحد من معدل الانتشار.

2.1.4.2 استعمال التدابير المقترحة لإعداد خطة تحسين تدريجية

من الضروري تحديد الشخص أو الجهة المسؤولة عن كل إجراء أو تدبير مقترح، بالإضافة إلى الإطار الزمني والموارد المالية المقدرة والمطلوبة. ويمكن استخدام النموذج المعروض في الجدول 5 لإعداد خطة التحسين التدريجي. وفي بعض الحالات، قد يختار فريق التخطيط تنفيذ تدابير سيطرة مؤقتة فعالة من حيث التكلفة حتى يتم تأمين الأموال الكافية لتنفيذ تدابير أخرى ذات كلفة اعلى. علاوة على ذلك، قد يختار فريق التخطيط أيضًا تحديد وتنفيذ تدابير سيطرة مؤقتة أكثر تكلفة حتى يتم تأمين الأموال الكافية لخيارات ذات كلفة أكثر ارتفاعا.

2.1.4.3 تنفيذ خطة التحسين التدريجي

سيعتمد العديد من تدابير السيطرة الموصى بها على التزام السلطات في تنفيذ التدابير أكثر من اعتمادها على تخصيص الأموال. خاصة تلك التي تتعلق بالجوانب التنظيمية والإدارية، فإن الموارد المطلوبة عادة تشكل جزء من عبء العمل الذي يقع على عاتق السلطات المعنية. كما قد تتطلب تدابير السيطرة في السلوك مشاركة السلطات المحلية في حملات توعية، في حين قد تتطلب التدابير التقنية البحث عن تمويل مباشر من خلال الموازنة العامة أو مصادر خارجية أخرى.

ويتطلب التنفيذ أيضًا مهارات جيدة في إدارة المشاريع لمراقبة تدابير السيطرة المنفذة عن كثب ولتحفيز الأفراد على تحقيق أهداف الخطة التي تم اعدادها.

جدول 5: مقترح نموذج يمكن استخدامه لخطة تحسين تدريجي (WHO, 2022)

المرحلة المستهدفة ضمن سلسلة المياه:						
وصف الحدث الخطر:						
المجموعة المعرضة:						
التحسينات المقترحة						
التدبير الجديد/ التدبير المعدل	الفعالية المحتملة للإجراء (عالية، متوسطة، منخفضة)	الموارد المالية اللازمة ومصدرها	المؤسسة/ الجهة المسؤولة عن الاجراء	التاريخ المحتمل للتنفيذ	ملاحظات	أولوية التنفيذ

2.1.5 الوحدة الخامسة: مراقبة الإجراءات المطبقة والتحقق منها

2.1.5.1 تعريف وتطبيق المراقبة التشغيلية

يتضمن رصد التشغيل اختيار نقاط المراقبة المحددة التي يمكن أن توفر ملاحظات سريعة ومباشرة حول فعالية تدابير السيطرة الرئيسية. ويتضمن هذا الرصد المراقبات البسيطة، مثل ملاحظات الممارسات الزراعية وعكارة مياه الغسيل في محطات التعبئة. بالإضافة إلى ذلك، قد يتضمن أخذ عينات واختبار بعض عناصر مدخلات الإنتاج الزراعي، مثل مياه الري، والأسمدة العضوية المستخدمة، وجودة المنتجات. ونظرًا لأنه قد لا يكون من الممكن مراقبة جميع تدابير السيطرة، فإنه من المستحسن التركيز على أهم نقاط المراقبة، مع إعطاء الأولوية لتلك المرتبطة بأعلى المخاطر. وفي هذه المرحلة، يجب تحديد عدة أمور منها طريقة المراقبة، وتواتر المراقبة، والجهة أو الفرد المسؤول عن المراقبة، والحدود الحرجة غير المسموح تجاوزها، والإجراء الذي يجب اتخاذه عند تجاوز الحدود

الحرجة. ومن الضروري أن يتم وضع حدود تضمن الاستخدام الزراعي الآمن لمياه الصرف الصحي وسلامة الممارسات الزراعية بشكل عام. علما بأن الحدود التشغيلية لا تشير بالضرورة إلى تركيز المخاطر، بل تقيس أداء تدبير السيطرة المنفذ على الأرض وتوافقه مع هدف عمليات المراقبة. على سبيل المثال، يمكن اعتبار الزمن الأقصى المسموح به لتخزين المياه على مستوى المزرعة حدا تشغيليا. ويجب الاحتفاظ بسجلات مفصلة لجميع أنشطة المراقبة كما هو موضح في النموذج المقترح للمراقبة التشغيلية في الجدول 6 وذلك لضمان السيطرة على المخاطر والحوادث الناشئة عنها.

جدول 6: : نموذج مقترح للمراقبة التشغيلية (WHO, 2022)

خطة المراقبة التشغيلية				
خطة المراقبة التشغيلية ل: (اعط وصفا مختصرا لتدبير السيطرة)				
الحد التشغيلي	المراقبة التشغيلية لتدبير السيطرة المستهدف		الاجراء التصحيحي في حالة المخالفة	
نظام الري	ماذا نراقب؟	وجود نظام ري بالتنقيط وحالة النظام	ما هو الاجراء التصحيحي الذي يجب أخذه؟	
	كيف نراقب؟	فحص بصري في الموقع		
	أين نراقب؟	الحقل/ المزرعة	من سيتخذ الاجراء؟	
	من سيراقب؟	الارشاد الزراعي/وزارة الزراعة	متى سيتم اتخاذ الاجراء؟	
	متى سنراقب؟	بعد الزراعة مباشرة!	من الجهة التي سيتم اعلامها باتخاذ الاجراء؟	

2.1.5.2 التحقق من أداء النظام

يتم إجراء المراقبة التحققية بشكل دوري لتقييم ما إذا كان نظام الصرف الصحي يعمل كما هو مقرر وعلى امتداد الزمن. ويتم اختيار نقاط رئيسية على طول سلسلة الصرف الصحي بعناية للمراقبة التحققية، حيث يستخدم نهج مراقبة أكثر شمولية يمكن أن يتضمن متابعة بكتيريا الإيشيريشيا كولاي وبيوض الديدان الطفيلية، خلافا للمراقبة التشغيلية البسيطة. وبالنسبة للمراقبة التحققية، يجب تحديد مؤشرات المراقبة، وتواتر المراقبة، وأساليب المراقبة، والجهة أو الفرد المسؤول عن المراقبة، والحدود الحرجة، والإجراءات التي يجب اتخاذها عند تجاوز الحدود. وعادة ما يتضمن هذا النوع من المراقبة نقاطا اقل على طول السلسلة وضمن المنطقة التي يتم التعامل معها، بالإضافة الى استهداف التلوث الجرثومي للمنتج الزراعي والحالة الصحية للمجموعات المعرضة ونوعية المياه بعد المعالجة. ويمكن إجراء هذا النوع من المراقبة سواء من قبل فريق التخطيط أو جهة خارجية يتم التعاقد معها لهذا الغرض.

2.1.5.3تدقيق النظام

تلعب عملية التدقيق دورًا حاسمًا في ضمان ديمومة خطط سلامة استخدام المياه العادمة/ مياه الصرف الصحي في الزراعة وفي تحقيق تأثير إيجابي على وضع الصحة العامة من خلال فحص جودة وفعالية تنفيذ الإجراءات. ويمكن إجراء التدقيق من قبل فرق داخلية، أو سلطات تنظيمية، أو مدققين مستقلين ويكون الهدف الرئيسي هو التحقق من أن الخطة قد تم تصميمها بشكل جيد، وتم تنفيذها بشكل صحيح، وأنها فعالة في تحقيق أهدافها المقصودة. وتتحدد تكرارية عمليات التدقيق بحيث تتماشى مع مستوى الثقة والدقة المطلوب من قبل السلطة التنظيمية، وتعتبر وسيلة للحفاظ على الامتثال الدائم وتحسين الأداء. كما يمكّن إجراء التدقيق المؤسسات المعنية من معالجة أي فجوات محتملة في تنفيذ خطة السلامة الصحية، مما يضمن استمرار نجاحها في تعزيز الصحة والسلامة العامة.

2.1.6 الوحدة السادسة: تطوير برامج الدعم ومراجعة الخطط

2.1.6.1 تحديد وتنفيذ برامج الدعم

تشمل برامج الدعم مجموعة واسعة من الأنشطة التي

تسهم في مراقبة العمليات وفعالية خطة استخدام المياه العادمة في الزراعة بشكل عام. وتتضمن هذه البرامج تطوير إجراءات التشغيل القياسية (إجراءات الإدارة)، وتنفيذ ممارسات صحية، وحملات التوعية في المجتمع، ومبادرات التدريب، وجهود البحث. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تشمل البرامج الداعمة إنشاء فهم شامل لالتزامات المؤسسة في مجال الامتثال في تنفيذ الخطة. وعلى الرغم من أن البرامج الداعمة لا تعتبر جزءًا مباشرًا من خطة إعادة الاستخدام، إلا أننا نركز على أهميتها في هذا المقام حيث انها تلعب دورًا حاسمًا في الحفاظ على البيئة التشغيلية وتضمن تنفيذ تدابير السيطرة بشكل صحيح. ويمكن للمؤسسات من خلال تنفيذ هذه البرامج الداعمة، تعزيز ثقافة السلامة العامة والسلامة المهنية، وزيادة الوعي، وتعزيز أفضل الممارسات التي تؤدي إلى تعظيم الاستفادة من الخطة.

ويجب أن تتضمن إجراءات الإدارة تعليمات مفصلة حول كيفية تشغيل النظام بفعالية بحيث لا تقتصر هذه التعليمات على تغطية العمليات العادية ولكن تمتد لتشمل إجراءات الصيانة والفحص لعناصر النظام المتنوعة حيث يجب أن تشمل هذه التعليمات كل من سيناريوهات التشغيل العادي والطوارئ. وعلى سبيل المثال، في مرحلة معالجة مياه الصرف الصحي داخل محطة الصرف الصحي، يمكن أن تشمل إجراءات الإدارة جدولًا للتشغيل والصيانة، وجدولًا لمراقبة جودة مياه الصرف وتحقيق المواصفات والمتطلبات القانونية، وبحيث تشمل جميع جوانب المعالجة، مثل الفرز، والتهوية، والترسيب، وتكثيف الحمأة، وتجفيفها، وما إلى ذلك. وتعد هذه الإجراءات الشاملة أمراً حيوياً لضمان عمل النظام بسلاسة وكفاءة وللمساعدة في الحفاظ على النزاهة والامتثال للوائح الضرورية.

2.1.6.2 المراجعة الدورية وما يتبعها من تحديث للخطة ومخرجاتها

يجب أن تخضع الخطة لمراجعات منتظمة بشكل منهجي بحيث تتضمن هذه المراجعات تقييم التحسينات التي تم تنفيذها، وأية تغييرات يتم ملاحظتها في ظروف التشغيل، وأي أدلة جديدة تتعلق بمخاطر الصحة المرتبطة بالنظام الصحي. بالإضافة إلى ذلك، فإنه من الضروري إجراء مراجعات للخطة بعد حالات الطوارئ أو التحسينات/ التعديلات الرئيسية في النظام. ويمكن للمؤسسات من خلال إجراء هذه المراجعات الشاملة والدورية ضمان استمرارية التحديث للخطة واستدامتها وفعاليتها وقدرتها على التكيف مع أي تحديات ناشئة أو تطورات في مجال الاستخدام الامن لمياه الصرف الصحي والحفاظ على الصحة العامة.

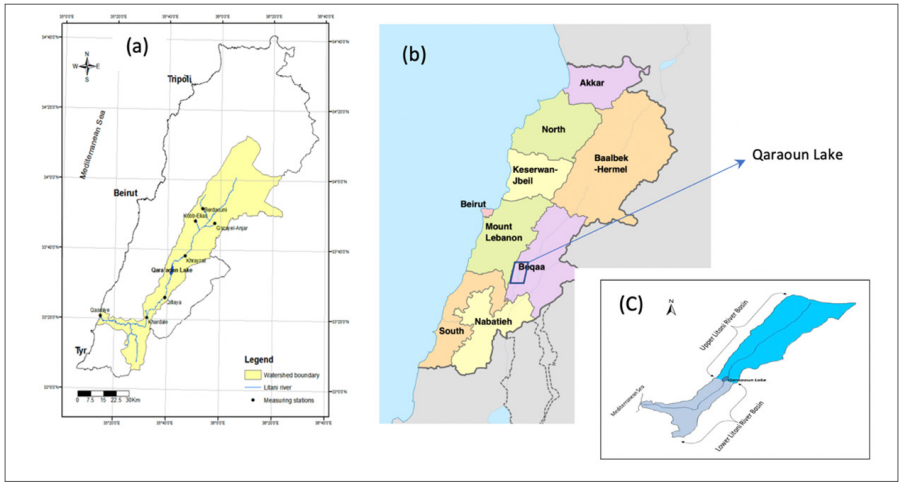
3. التحديات التي تواجه تطوير وتنفيذ خطط ريادية لاستخدامات المياه العادمة/ مياه الصرف الصحي في الزراعة

3.1 معايير اختيار وتحديد منطقة الدراسة

3.1.1 هل نعتمد حدودا إدارية أم حدودا مبنية على علوم الهيدرولوجيا (المساقط المائية او أجزاء منها)

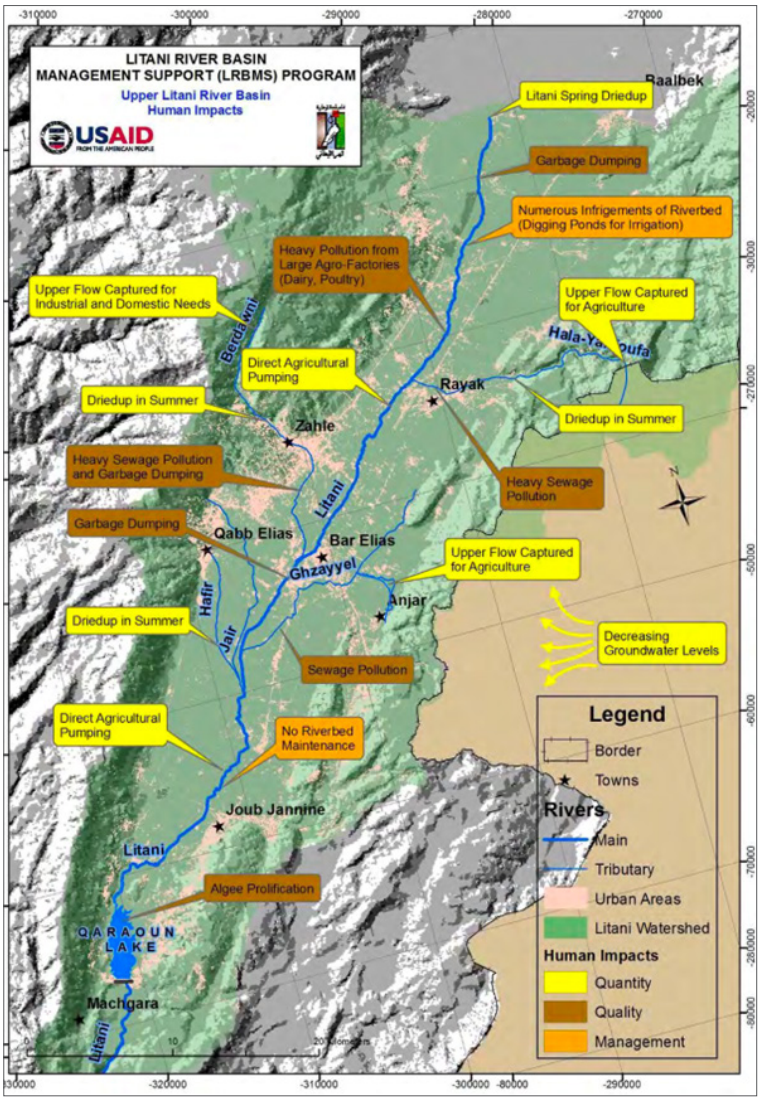
يعتبر اعداد وتنفيذ خطة سلامة استعمال المياه العادمة في الزراعة لمنطقة إدارية بأكملها من قبل السلطات المحلية هدفا مهما (launam PSS, 2202). ومع ذلك، قد لا يكون الاعتماد الكامل على الحدود الإدارية هو النهج الأكثر فعالية لتحديد منطقة الدراسة حيث يمكن أن يؤثر إدراج مناطق المسقط المائي أو المساقط المائية الفرعية بشكل كبير على قيمة أي خطة مطورة، خصوصا عندما لا تتطابق الحدود الإدارية مع حدود المسقط المائي. ولتوضيح هذه النقطة بشكل أكبر، دعونا نأخذ مثالًا من لبنان حيث يمتد حوض نهر الليطاني على مساحة تقدر بحوالي 0812 كيلومتر مربع، ممثلاً ربع إجمالي مساحة لبنان. ويضم الحوض أربع محافظات متميزة، والمعروفة أيضًا باسم المناطق الإدارية (la te fissaN ,. 5102) وهي: البقاع والنبطية وجبل لبنان وجنوب لبنان كما هو موضح في الشكل (4). ينبع نهر الليطاني من مناطق وسط سهل البقاع، مكونًا حوض الليطاني العلوي، الذي يصب في بحيرة القرعون، ثم يستمر جنوبًا ضمن حوض الليطاني السفلي حيث يمر بالقرب من منطقة الخردلي ويمتد غربًا إلى القسمية ويصب أخيرًا في البحر.

رسم توضيحي 4: (a) حوض نهر الليطاني (Nassif et al., 2015)، (b) الحدود الإدارية للمناطق في لبنان (Wikipedia, accessed 25th of July, 2023)، (c) الاحواض الفرعية للمسقط المائي لنهر الليطاني والذي يضم حوض نهر الليطاني العلوي وحوض نهر الليطاني السفلي (Hayder et al., 2014)



وتستخدم مياه بحيرة القرعون في مشاريع الري في جنوب البقاع وجنوب لبنان داخل حوض نهر الليطاني السفلي، حيث تواجه المياه تحديات تلوث كبيرة ناتجة بشكل رئيسي عن الأنشطة البشرية في حوض نهر الليطاني العلوي، كما هو موضح في الشكل (5). وتشمل هذه الأنشطة تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالج، والمياه الصناعية، وتصريف المياه الزراعية، والتخلص غير السليم من النفايات (USAID، 2014). وعليه فإنه من غير المجدي النظر في أي تخطيط لسلامة استخدام مياه الصرف الصحي لمنطقة إدارية في حوض نهر الليطاني السفلي إذا كان الهدف الأساسي هو التركيز على حماية الصحة العامة ومعالجة مشكلة التلوث الناتجة عن المصادر المصاحبة الأخرى والتي تم ذكرها سابقا. وبمعنى اخر، فإن إهمال مشكلة التلوث في المصادر العلوية (حوض الليطاني العلوي) يمكن أن يجعل الخطة المقترحة غير فعالة نظرًا للظروف البيئية السائدة.

رسم توضيحي 5: مصادر التلوث في حوض نهر الليطاني العلوي (USAID, 2014)



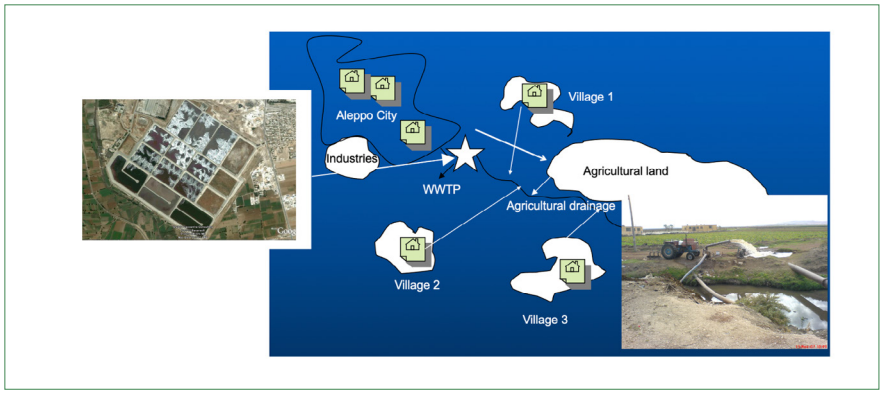
في هذ السيناريو تحديدا، فإن حدود المنطقة الأكثر منطقية التي يتم اختيارها لتطوير وتنفيذ خطة السلامة يجب أن تتضمن الحوض العلوي لنهر الليطاني. وبالرغم من ذلك، فإنه يمكن اختيار منطقة أصغر على ان يتم النظر في منطقة فرعية ضمن حوض النهر العلوي. وهنا نؤكد على حساسية اختيار منطقة الدراسة للتمكن من الريادة والترويج لأهمية تبني خطط سلامة استخدام المياه العادمة او مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة بعد الحصول على خطة مترابطة تظهر تأثيرًا إيجابيًا واضحًا عند التنفيذ.

3.1.2 توفر البيانات الكمية ضمن منطقة الدراسة

يعتبر توفر البيانات الكمية المتعلقة بالمخاطر داخل منطقة الدراسة المختارة عاملًا حاسمًا في تطوير سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة حيث تلعب مثل هذه البيانات دورًا رئيسيًا في تحديد أولويات المخاطر وتحديد تدابير السيطرة الضرورية والموارد المطلوبة لتنفيذها. فعلى سبيل المثال، يوضح الشكل (6) محطة معالجة مياه صرف صحي في حلب والتي خدمت سابقًا في معالجة المياه الناتجة عن النشاطات البلدية والصناعية على حد سواء. ويتم تصريف المياه المعالجة في قناة متصلة بنهر القايق بالقرب من مخرج المحطة (Hagstrom, 2020) قبل النزاع السوري، حيث عملت المحطة بكفاءة عالية لإنتاج مياه مستصلحة لغايات الاستخدام الزراعي. وعلى الرغم من ذلك، فإن القرى الموجودة أسفل تيار المياه المصرفة من المحطة إلى القناة المؤدية الى نهر القايق تقوم بتصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة مباشرة إلى القناة. هذا بالإضافة الى مياه الصرف الزراعي والتي تضيف الى حمولات التلوث المنصبة في النهر. ومما يجدر الإشارة له، أنه ومنذ عام 2013، ونتيجة للنزاع على الأراضي السورية وآثاره، توقفت محطة معالجة مياه الصرف الصحي في حلب عن العمل بسبب نقص الطاقة والأضرار الواسعة المرتبطة بالحرب على البنية التحتية. وبناءً على ذلك، يحمل النهر الآن حمولة جرثومية عالية ويحتوي على مستويات مرتفعة من المعادن الثقيلة. ونظرًا لهذا الوضع الحرج، هناك حاجة ملحة لاتخاذ إجراءات عاجلة للتخفيف من المخاطر الصحية والبيئية المرتبطة باستخدام مياه الري ضمن محدودية الموارد حيث يجب أن يتم النظر الدقيق في تحديد أولويات الاستثمارات التي تهدف إلى تحسين جودة المياه في النهر.

وبالرجوع الى الشكل 6، يحتاج تحديد أولويات المخاطر إلى تحديد كمية المخاطر الناتجة من كافة المصادر. لذلك، يعد تقدير حمل التلوث أمرا بالغ الأهمية (بما في ذلك المخاطر الجرثومية والمعادن الثقيلة) من القرية 1، والقرية 2، والقرية 3، ومصادر الصرف الزراعي، ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في حلب حيث تعد هذه المعلومات أساسية لتخطيط الإجراءات الفورية والإجراءات الأقل الحاحا والتي يمكن تأجيلها إذا لم تتوفر المصادر المالية. ومن المهم توضيح أن النظر في هذه المصادر المحددة لا يعني تجاهل الأخرى وإنما يعني أن يتم التركيز على تحديد الإجراءات التي يمكن اتخاذها لتحقيق أكبر تأثير ممكن ضمن الموارد المتاحة حاليا. علما بأنه ومن دون تقدير أو معرفة حمل التلوث، سيكون من الصعب تحديد أولويات الإجراءات بشكل دقيق وبالتالي تحقيق النتائج المحتملة لها.

رسم توضيحي6: محطة معالجة مياه الصرف الصحي في حلب والنشاطات المختلفة التي تقع بعد مصب مياه المخرج



3.2 رغبة السلطات المختلفة في الدعم وتنسيق الجهود لتطوير وتنفيذ الخطة

يعتمد نجاح تنفيذ خطة سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة بشكل كبير على التنسيق الفعّال بين الجهات المعنية. ويتطلب هذا التنسيق استعداد مختلف الجهات للتعاون وأداء مسؤولياتهم استنادًا إلى ولايتهم القانونية. ويتطلب ذلك إمكانيات إدارية قوية لضمان نجاح التنفيذ والرصد والمراقبة عبر سلسلة الصرف الصحي بأكملها علما بأن هذه القدرات قد لا تكون متجانسة بين جميع الجهات وقد تحتاج إلى التطوير في بعض الحالات. كما أن تشجيع بناء القدرات يتطلب أيضًا استعداد السلطات المختلفة لتخصيص الموارد لتعزيز قدراتها. ونتيجة لذلك، يجب أن تتألف اللجنة التوجيهية لخطة سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة من صناع القرار من الجهات ذات الصلة لتيسير تخصيص الموارد لكل من تطوير وتنفيذ الخطة. وبدون هذا الالتزام، يصبح خطر فشل تنفيذ الخطة مرتفعًا بشكل كبير. ونؤكد هنا الى ان ضمان نهج تعاوني وموارد فعّالة يعتبر امرا مفصليا لتوفير بيئة مشجعة تعزز من تنفيذ الخطة بفعالية وتسهم في نجاحها الشامل.

وفي بعض الحالات، قد تنشأ تحديات نتيجة ارتفاع معدل تنقل الموظفين داخل نفس المؤسسة وغياب خطة تواصل واضحة. وللتعامل مع هذا التحدي، فإنه يمكن النظر في تفويض التنفيذ والرصد والتحقق من إجراءات السيطرة لجهة استشارية خارجية لضمان نهج مستدام ومتسق. حيث يمكن من خلال تفويض خبراء أو وكالات خارجية الاستفادة من المعرفة المتخصصة والاستمرارية والتواصل الأكثر فعالية، مما يؤدي إلى تنفيذ أمثل وأكثر نجاحًا لإجراءات السيطرة.

وبغض النظر عما سبق ذكره، فإنه ينبغي أن يكون متخذو القرار في مختلف المؤسسات على دراية بالفوائد التي يمكنهم جنيها حتى على المستوى الشخصي عندما يتم تبني واعتماد نهج التخطيط لسلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة. حيث يمكن أن يعزز اعتماد هذا النهج مصداقيتهم ومكانتهم في نظر المجتمع بشكل كبير، خاصة خلال الحوادث المتزايدة التي تسببها تغيرات المناخ. ومن خلال تنفيذ نهج التخطيط السليم بشكل استباقي، سيظهرون التزامهم بصحة وسلامة المواطنين، ويظهرون استعدادهم لمواجهة التحديات المحتملة وضمان استجابة أكثر مرونة وأكثر استدامة للأزمات البيئية. وسينعكس تبني أصحاب القرار لهذا النهج واعتماده على مستويات الإدارة الأدنى ضمن المؤسسة وبالتالي يؤمن تنفيذا ناجحا ورصدا دقيقا لخطة سلامة استخدام المياه في الزراعة.

3.3 شمول جميع خطوات السلسلة الصحية ضمن خطة سلامة استخدام المياه في الزراعة

على الرغم من أنه قد يبدو أنه أمر مسلم به، إلا أن معالجة جميع خطوات سلسلة الصرف الصحي هو في الواقع مهمة تحتاج إلى فريق منسق لديه دافع قوي ومهارات إدارية استثنائية. لذلك، يجب أن يتم انتقاء فريق العمل بعناية مع مراعاة الطبيعة المتعددة التخصصات للمهمة الموكلة إليهم، كما تم مناقشته سابقا. وقد لاحظنا أن بعض شركات المياه في العالم العربي قد يختلط عليها امر ضرورة اخذ كافة خطوات سلسلة الصرف الصحي بعين الاعتبار. ففي بعض الحالات، تم إطلاق مصطلح خطة سلامة مياه الصرف الصحي على الخطة التي تم تطويرها لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي فيما يمكن اعتباره مشابهًا لإجراءات التشغيل القياسية بدلاً من أن يكون أداة تخطيط شاملة تهدف إلى تعزيز الظروف الصحية والبيئية في منطقة الحوض/ المسقط المائي المتأثرة بشكل خاص أو منطقة الحوض الفرعي. وهنا اقتضى التنويه الى انه من الضروري توضيح الغرض والنطاق الأوسع لخطة سلامة استخدام مياه الصرف الصحي/ المياه العادمة في الزراعة لضمان نجاح تنفيذها وتأثيرها في تحسين نتائج الصحة العامة المرجوة.

3.4 طريقة عرض خطة سلامة استخدام المياه في الزراعة

هناك جانب أساسي يجب أن يأخذه فريق الخطة في الاعتبار وهو العرض الفعّال والسلس للمنتج النهائي لخطة التحسين التدريجي الذي تضمن سلامة استخدام المياه في الإنتاج الزراعي وإمكانية الوصول إليها وسهولة استخدامها من قبل جميع أصحاب المصلحة. ان استخدام ترتيبات مناسبة لعرض المعلومات يمكن أن يعزز بشكل كبير من تأثيرها وفهمها حيث نعتبر استخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) إحدى الطرق الفعّالة والتي تمكن الفريق من رسم خرائط لجميع مصادر التلوث، وتقييم كمياتها، ورسم أنماط استخدامات الأراضي، ودمج إجراءات السيطرة اللازمة في كل موقع محدد. بالإضافة إلى ذلك، يسمح استخدام نظم المعلومات الجغرافية بمتابعة وتقييم مستمرين للنظام بصورة مستمرة، مما يوفر رؤى ذات قيمة للتحسينات المستمرة واتخاذ القرارات. كما يضمن هذا العرض الشامل والجذاب من الناحية البصرية فهم محتوى الخطة بسهولة والمساهمة بفعالية في تنفيذها بنجاح لجميع أصحاب المصلحة.

4. خارطة الطريق لريادة خطط سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة في المنطقة العربية

4.1 تشكيل الفرق المسؤولة في الدول التي بادرت بطلب الدعم في إعداد الخطط

أعربت أربعة دول، هي الأردن وفلسطين وتونس وليبيا عن اهتمامها بتطوير وتنفيذ خطط سلامة استخدام المياه في الزراعة. ومن أجل تسهيل هذه العملية، تم تسمية ممثلين عن السلطات المختصة في المياه والزراعة والبيئة لكل دولة حيث سيقوم ممثلو هذه السلطات بقيادة تشكيل الفرق الكاملة لإعداد وتنفيذ الخطط داخل بلدانهم. حيث ستكون مسؤولياتهم الرئيسية هي:

- إجراء تحليل شامل لأصحاب المصلحة لتحديد الجهات المعنية والأطراف الأخرى التي لديها الإمكانية للمساهمة في لجان الإشراف على خطط سلامة استخدام المياه بالإضافة الى فرق خطط السلامة.
- إجراء تحليل مفصل للتشريعات الحالية في كل بلد والتي تتعلق بمختلف الأنشطة الصحية على طول سلسلة الصرف الصحي.
- اقتراح مواقع تجريبية ومناقشتها خلال ورشة العمل التي ستعقد وجاهيا في القاهرة خلال أكتوبر 3202.

سيقوم الاستشاري الموكل بمهمة تقديم الدعم بالتعاون مع ممثلي السلطات المختلفة، وبدعم من منظمة الأغذية والزراعة واللجان ذات الصلة في جامعة الدول العربية، بإنهاء موضوع تشكيل لجان الإشراف على الخطط وفرق اعداد وتنفيذ الخطط. بالإضافة إلى ذلك، ستساعد منظمة الأغذية والزراعة في توفير أخصائي نظم معلومات جغرافية للمساعدة في اعداد المنتج النهائي لخطط السلامة في المناطق التجريبية المختارة. حيث من المتوقع انه ومن خلال استغلال الجهود المشتركة لممثلي المؤسسات الرسمية والاستشاري ومنظمة الأغذية والزراعة وخبير نظم المعلومات الجغرافية، سنتمكن من تحقيق تطوير وتنفيذ ناجح لخطط السلامة في الدولتين.

علاوةً على ذلك، سيتم عقد ورشة تحضيرية افتراضية في منتصف اكتوبر 3202 مع ممثلي المؤسسات الرسمية لتقديم الإطار التوجيهي العد لتطوير وتنفيذ خطط السلامة بالإضافة الى معايير الاختيار لمواقع التجارب المحتملة. حيث من المتوقع ان تمهد هذه الورشة التحضيرية للورشة التي تليها والتي ستعقد وجاهة لاتخاذ القرار النهائي بشأن الموقع المختار ضمن كل دولة. بالإضافة إلى ذلك، سيتم استغلال الورشة التحضيرية لمناقشة تحليل أصحاب المصلحة الذي تم إجراؤه في كل بلد وأعضاء لجان الإشراف المحتملين على خطط السلامة.

4.2 تنفيذ ورشة عمل وزيارة ميدانية

سيتم عقد ورشة عمل تدريبية في القاهرة لتعزيز معرفة جميع ممثلي المؤسسات الرسمية في البلدان الثلاثة وتحفيزهم لتولي الزمام في بلدانهم خلال عملية تطوير الخطط وتنفيذها. وستستمر الورشة على مدى يومين حيث سيتم استغلال اليوم الأول لتعزيز معرفة المشاركين بما يتعلق بالخطوات التي يجب اتباعها لتطوير خطة السلامة وذلك باستخدام الحالات التي تم التوافق عليها كمناطق للتطوير. بينما سيتم استغلال اليوم الثاني في زيارة ميدانية إلى محافظة بني سويف.

ونعرض تاليا المواضيع المقترح مناقشتها ضمن الورشة:

اليوم الأول

- عرض نتائج مشروع يوضح الأهمية والضرورة الملحة لإعداد وتنفيذ خطط سلامة استخدام المياه في الزراعة
- مثالا للإطار التنظيمي والعوامل الضرورية الأخرى لخلق بيئة ملائمة لإعداد وتنفيذ خطط السلامة بما في ذلك العوامل الاقتصادية والاجتماعية والعوامل التكنولوجية
- البدء بتطبيق خطوات اعداد الخطط على المناطق التي تم اختيارها من قبل الدول المشاركة.

وسيتم مناقشة بعض التحديات التي ووجهت في إدارة مياه الصرف الصحي بشكل آمن بما في ذلك تحديات القبول المجتمعي لإعادة الاستخدام المباشر لري المحاصيل الغذائية مما يؤدي إلى فرض قيود غير ضرورية في اللوائح والقوانين للوصول الى مستوى عالٍ جداً من المعالجة المطلوبة دون إضافة قيمة.

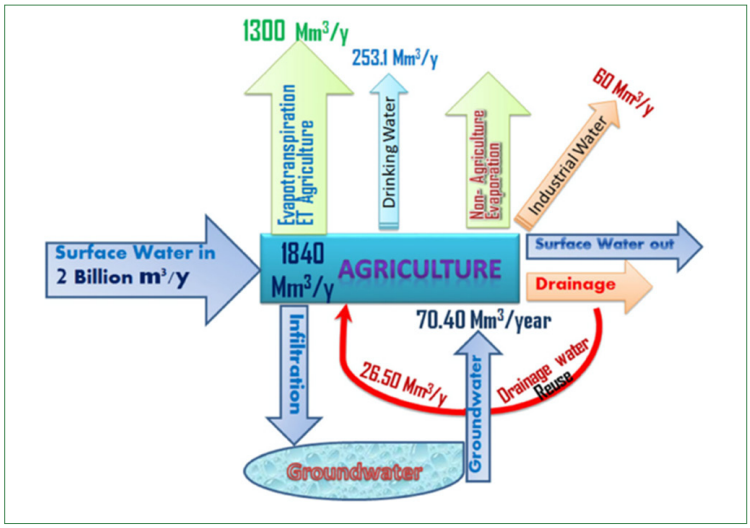
ومن المتوقع ان يكون التحدى الرئيسي الإضافي متعلقا بتحديد المؤسسة التي ستقود كامل العملية، حيث أن جميع الجوانب المتعلقة بسلامة الأغذية بعد محطات معالجة مياه الصرف الصحي تقع خارج نطاق السيطرة المباشرة لسلطات المياه. فعلى سبيل المثال، يُغفل في بعض الحالات مخاطر المواد الكيميائية التي يتم استخدامها على مستوى المزرعة، خاصة عندما يتعلق الأمر بالمحاصيل المباعة في الأسواق المحلية ولا يعتبر السيطرة على ذلك من صلاحيات سلطات المياه.

اليوم الثاني

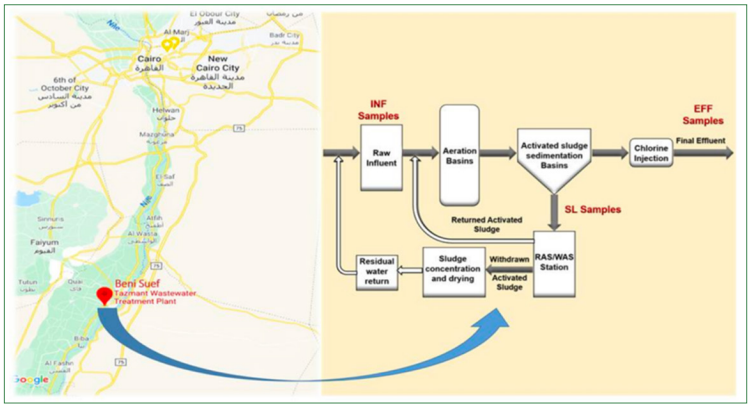
ستكون الفكرة الرئيسية للزيارة الميدانية مرتبطة بتوضيح دور مياه الصرف الصحي المعالجة ضمن التخطيط المتكامل والمنشود لمصادر المياه في محافظة بني سويف حيث تشكل الأراضي الزراعية ما نسبته 85% من الأراضي في المحافظة (Melegy et al., 2014). كما يوضح الشكل ٧ الموازنة المائية في المحافظة والتي تشير الى استخدامات مياه الصرف المعالجة وغير المعالجة. فعلى ما يبدو، تشكل مياه الصرف الصحي نسبة ضئيلة في المياه الزراعية. ومع ذلك، يُلاحظ أن تلوث نهر النيل والأمطار والقنوات في المحافظة قد ازداد وبشكل خاص ما يتعلق بتلوث المعادن الثقيلة (Moselhy et al., 2016). وتشمل مصادر التلوث مياه الصرف الصحي البلدية والصناعية والزراعية حيث يُقدر حجم مياه الصرف الصحي المنزلي في المحافظة بحوالي 163,000 متر مكعب يومياً (Melegy et al., 2014) فيما يتصل 43% من السكان بشبكة الصرف الصحي وفقا لهيئة الصرف الصحي ومياه الشرب، ومن المتوقع أن تزيد هذه النسبة إلى 50% في المستقبل. ووفقًا للبيانات المقدمة من الهيئة، فإنه يبدو أن جميع مياه الصرف الصحي التي يتم جمعها تتم معالجتها.

وهناك خمسة عشر محطة لمعالجة مياه الصرف الصحي في المحافظة (يعتقد أنه تم أخذ محطات الرفع أيضًا بعين الاعتبار). وسيتم خلال الزيارة الميدانية عرض تجربة هيئة تنمية مصادر المياه ومياه الصرف الصحي وذلك في محطتي معالجة مياه صرف صحي، وهما محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تزمنت ومحطة معالجة مياه الصرف الصحي في بياض العرب. حيث تم تشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي في تزمنت في عام 2006 وبقدرة تصميمية تبلغ 50,000 متر مكعب يوميًا. كما تم توسيع المحطة لاستقبال إجمالي 62,500 متر مكعب يوميًا في عام 2010. ويتم تطبيق نظام الحمأة المنشطة كنظام معالجة بمستوى ثنائي في المحطة كما هو موضح في الشكل رقم 8. كما تم رفع كفاءة المحطة أيضًا من نظام المعالجة الثانوية إلى نظام المعالجة الثلاثية في عام 2018. وتخدم المحطة سكان مدينة بني سويف و11 قرية إضافية بإجمالي عدد سكان يبلغ 420,332 نسمة. ويتم تصريف مياه المعالجة من المحطة في قناة تصريف دموشية، التي تتصل بتصريف إيهناسيا قبل أن تصب المياه في نهر النيل. وبناءً على ذلك، يتم استخدام مياه المعالجة من المحطة بشكل غير مباشر لري المزروعات الزراعية كما هو موضح في شكل ٩.

رسم توضيحي 7: الموازنة المائية في محافظة بني سويف (Hleeika et al., 2021)



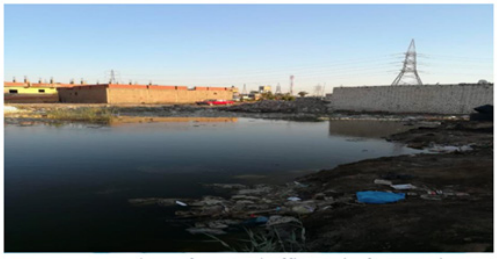
رسم توضيحي 8: رسم توضيحي لمحطة تزمنت في محافظة بني سويف



رسم توضيحي 9: رسم توضيحي 9: مسار مخرج محطة تزمنت عبر مصرف محيط دموشيا حتى وصوله لنهر النيل (HCWW, Bani Suef, 2021)

كما تم تشغيل محطة معالجة مياه الصرف الصحي ببياض العرب ذات الطاقة التصميمية البالغة 21,000 متر مكعب في اليوم في عام 2011. وتستقبل المحطة حاليًا 17,000 متر مكعب في اليوم وتتكون من برك ترسيب تقع جنوب المنطقة الصناعية في بياض العرب شرق نهر النيل. كان الهدف الرئيسي لمشروع المحطة هو حل تحديات مياه الصرف الصناعي والمنزلي في بياض العرب وتوفير إدارة متكاملة لمياه الصرف الصحي من خلال الاستثمار في مشروع إعادة الاستخدام الزراعي المباشر. حيث كان الدافع الرئيسي لمشروع إعادة الاستخدام المباشر هو غياب التصريف الآمن للمياه المعالجة والمخاطر الناجمة عن تجمعها في القرية القريبة وحول أبراج الكهرباء كما هو موضح في الشكل رقم 10. ومن أجل التعامل مع هذا التحدي، قررت الهيئة العامة لمشروعات مياه الصرف الصحي ومحطات التنقية (HCWW) التدخل بحل عاجل للحد من مخاطر تجمع المياه بجوار أبراج الكهرباء. استهدف هذا الحل العاجل معالجة 4000 متر مكعب في اليوم عن طريق الضخ إلى وحدة ترشيح لها طاقة تصميمية تبلغ 18,144 متر مكعب في اليوم واستخدام المياه المرشحة لري مزرعة مخصصة حيث تم تزويدها بنظام الري بالتنقيط وزراعة 110,000 شتلة من مختلف النباتات بما في ذلك نبات الجوجوبا ونخيل الزينة وأشجار الكونوكاربوس وأشجار البوغينفيليا. وشمل الحل العاجل أيضًا بناء خزان تجميع بسعة 2500 متر مكعب. أما الحل الدائم فتبع الحل العاجل واحتوى على مرحلتين، حيث استهدفت المرحلة الأولى معالجة 8000 متر مكعب في اليوم، في حين استهدفت المرحلة الثانية معالجة 9000 متر مكعب في اليوم. ويتضمن الحل الدائم ضخ المياه إلى نظام ترشيح إضافي قبل استخدامها لري مزرعة مجهزة بنظام الري بالتنقيط. وتم زراعة المزرعة بـ 450,000 شتلة من نفس المحاصيل المستخدمة في المزرعة التي تم استخدامها في الحل العاجل. وضمت هذه المرحلة أيضًا مع بناء خزانات تجميع بسعة إجمالية تبلغ 42,000 متر مكعب.

رسم توضيحي 10: تجمع مياه الصرف الصحي المعالجة قبل تنفيذ مشروع إعادة الاستخدام في الإنتاج الزراعي (HCWW, 2021)



4.3 متابعة تطوير خطة سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة

بالإشارة إلى الجزء 2.1 من هذه الوثيقة، سيعمل المستشار بالتعاون مع فرق إعداد خطط سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة على تطوير الخطط واستراتيجيات التحسين التدريجي لكل موقع تجريبي. أولاً، سيقوم المستشار بالتعاون مع خبير نظم المعلومات الجغرافية بتحديد المواقع المختارة. وثانياً، سيقوم المستشار بإعداد جدول زمني لكل فريق ليقوم بالانتقال خطوة بخطوة بداية بوصف النظام وحتى وضع خطة للتحسين التدريجي. وسيكون المستشار مرنًا في ترتيب اجتماعات افتراضية كلما دعت الحاجة لذلك. علاوة على ذلك، ستُجرى عند الضرورة اجتماعات مشتركة بهدف مشاركة التجارب التي اكتسبها كل بلد وتعزيز النقاشات. وبنهاية عمل الفرق، ستُقدم الخطط إلى اللجان التوجيهية للحصول على التغذية الراجعة والموافقة النهائية.

5. الجدول الزمني

النشاط	الأسبوع																			
	أ1	أ2	أ3	أ4	أ5	أ6	أ7	أ8	أ9	أ10	أ11	أ12	أ13	أ14	أ15	أ16	أ17	أ18	أ19
مراجعة التقرير																			
اجتماع افتراضي مع ممثلي الدول																			
تحليل أصحاب المصلحة																			
الأطر القانونية المطبقة																			
تشكيل اللجان التوجيهية وفريق العمل																			
اختيار المواقع الريادية																			
رسم المنطقة بنظم المعلومات الجغرافية																			
ورشة وجاهية																			
وصف النظام																			
تحديد المخاطر والأحداث الخطرة																			
وضع المعلومات التفصيلية على الخارطة																			
تقييم المخاطر																			
تحديد إجراءات التحكم الموجودة على الأرض																			
تحديد إجراءات التحكم الإضافية المقترحة																			
تطوير خطة التحسين التدريجي																			
الورشة الختامية																			
اعتماد الخطط																			

6. المراجع

UNESCWA.pdf. Accessed on August 1st, 2023

- Hagstrom, M. (2020). An assessment of Wadis as suitable for wastewater treatment, in a semi-arid region with limited data access- Aleppo, Syria. Bachelor of Science Thesis, University of Gothenburg. ISSN 1400-3821
- Halalsheh, M., Kassab, G., Shatanawi, K; Shareef, M. (2018). Development of sanitation safety plans to implement world health organization guidelines: Jordanian experience. Book chapter: Safe use of wastewater in agriculture: from concept to implementation. Springer Nature. ISBN: 978-3-319-74267-0
- Haydar, C.M., Nehme, N., Awad, S., Koubaissy, B., Fakih, M., Yaacoub, A., Toufaily, J., Villeras, F., Hamieh, T. (2014). Water quality of the upper Litani River basin, Lebanon. Eighth International Conference on Material Sciences, CSM8-ISM5. Physics Procedia 55, 279-284.
- Moy de Vitry, M., Yvonne Schneider, M., Wani, O., Manny, L., Leitao, J.P., Eggimann, S. (2019). Smart urban water systems: what could possibly go wrong? Environmental Research Letters 14, 081001. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3761
- AbuZeid, K. (2014). 'An Arab perspective on the applicability of the water convention in the Arab region: key aspects and opportunities for the Arab Countries'. Workshop on legal frameworks for cooperation on transboundary water. Tunis, 11-12 June
- CEDARE, AWC, AbuZeid, K., Elrawady, M. (2014). 2nd Arab State of the Water report. Center for Environmental and Development for the Arab Region and Europe and Arab Water Council
- Eckstein, D., Kunzel, V., Schafer, L. (2021). Global climate risk index 2021. Who suffers most from extreme weather events? Weather-related loss events in 2019 and 200-2019. ISBN 978-3-943704-84-6
- ESCWA (2017). Wastewater: an Arab perspective. https://www.unescwa.org/sites/default/files/event/materials/l1700174_web_-_waste_water_-_march_2017.pdf
- ESCWA (2021). Water scarcity high level event within the 13th session of the Arab Ministerial Water Council. Background paper for session 1: economic impacts of water scarcity in the Arab Region. https://www.unescwa.org/sites/default/files/event/materials/Economic%20Impacts%20of%20Water%20Scarcity-Briefing%20Note_

Resource Group (IRG) under contract EPP-1-00-04-00024-00 order no 7.

- WHO (World Health Organization) (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater in agriculture and aquaculture. Geneva: WHO (https://apps. who. int/iris/handle/10665/78265, accessed 23 April 2021).
- WHO (World Health Organization) (2015). Sanitation Safety Planning: manual for safe use and disposal of wastewater, greywater and excreta. ISBN 978 92 4 154924 0
- WHO (World Health Organization) (2018). Guidelines on sanitation and health. Geneva: WHO (https:// apps.who.int/iris/bitstream/ handle/10665/274939/9789241514705- eng. pdf, accessed 24 November 2020).
- WHO (World Health Organization) (2022). Sanitation safety planning, step-by-step risk management for safely managed sanitation systems. ISBN 978-92-4-006288-7.
- Nassif, N., Kchour, H., Shaban, A. (2015). Temporal changes in the Lebanese Litani River: hydrological assessment and recommended actions to handle with the human and global change impacts. Journal of Scientific Research and Reports, 4(4):313-327; article no.JSRR.2015.035. ISSN:2320-0227
- NIPI and SIPRI (2022). Climate, peace and security fact sheet: Sudan. Norwegian Institute of International Affairs and Stockholm International Peace Research Institute. https://sipri.org/sites/default/files/NUPI%20SIPRI%20Fact%20Sheet%20Sudan%20May%202022.pdf
- Tzanetou, E.N., Karasali, H. (2022). A comprehensive review of organochlorine pesticide monitoring in agricultural soils: the silent threat of a conventional agricultural past. A review. Agriculture, 12,728. https://doi.org/10.3390/agriculture12050728
- UNDP (2018). Climate change adaptation in the Arab States. Best practices and lessons learned. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Arab-States-CCA.pdf. Accessed on 2nd of August, 2023
- UN Habitat and WHO (2021). Progress on wastewater treatment- Global status and acceleration needs for SDG indicator 6.3.1. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat) and World Health Organization, Generva. ISBN 978-92-1-132878-3
- USAID, (2014). Litani River Basin management support program. Project completion report, October 2009- April 2014. The report was prepared by International