إعداد خطط سلامة استخدام المياه المعالجة في الزراعة على المستوى التجريبي في الدول العربية

الاجتماع السابع
للجنة الفنية المشتركة رفيعة المستوى للمياه والزراعة
جامعة الدول العربية
المنعقد بتاريخ 14 اكتوبر

Food and Agriculture Organization of the United Nations

قائمة المحتويات

الملخص التنفيذي 5

الحالة الدراسية الأولى (إقليم البتراء/ الأردن) 11

الوحدة الأولى 11
المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة 11
تشكيل الفرق وتحديد مكان الدراسة 11
أهداف الخطة في منطقة الدراسة 12
الوحدة الثانية 12
وصف منطقة الدراسة ووصف النظام 12
وصف عام لمنطقة الدراسة 12
وصف النظام في منطقة الدراسة مع التركيز على دورة المياه العادمة البلدية 15
مصادر مياه الشرب 15
خدمات الصرف الصحي 19
الوحدة الثالثة 28
تحديد المخاطر وإجراءات التحكم والمجموعات المعرضة للمخاطر 28
تحديد المخاطر المرتبطة بشبكة الصرف الصحي 28
تحديد المخاطر في محطة تنقية وادي موسى 30
تحديد المخاطر في محطات الرفع في منطقة الدراسة 34
تحديد المخاطر في مشروع إعادة الاستخدام في منطقة الدراسة 38
تحديد المخاطر في المناطق غير المخدومة بشبكة صرف صحي في منطقة الدراسة 39
ترتيب المخاطر حسب الأولويات لإعداد خطط التحسين التدريجية 40
الوحدة الرابعة 46
إعداد خطة التحسين المرحلية 46

الحالة الدراسية الثانية (جنوب سوسة/ تونس) 49

الوحدة الأولى 49
المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة 49
المقدمة 49
تشكيل الفريق وتحديد منطقة الدراسة 50
تحديد أهداف الخطة في منطقة الدراسة 50
الوحدة الثانية 51
وصف منطقة الدراسة ووصف النظام 51
ولاية سوسة 51
منطقة الدراسة 51
الموارد المائية بالولاية 53
المياه السطحية 54

المناطق الرطبة 55
المياه الجوفية 55
وصف خدمات مياه الشرب بمنطقة الدراسة 57
خدمات التطهير بمنطقة الدراسة 58
شبكات الصرف الصحي ومحطات الرفع 58
محطات المعالجة التي تم التعامل معها في المرحلة الحالية 59
محطة سوسة الجنوبية 60
النشاط الصناعي بمنطقة الدراسة 66
إعادة الاستخدام 66
مقدمة عامة 66
موقع إعادة الاستخدام في الزاوية 67
تفاصيل إعادة تأهيل المنطقة السقوية 69
تجهيزات المنطقة السقوية 70
محطة الضخ: 70
شبكة صرف مياه الري 70
إدارة المنطقة السقوية 71
تسيير شؤون المجمع 71
تزويد المنتفعين بالمياه المعالجة 72
الأطراف المتدخلة في إدارة المنطقة السقوية الزاوية 73
وصف نظام الضخ والتجميع 73
خط توزيع المياه 74
نوعية المياه المعالجة التي تزود المنطقة السقوية 76

الوحدة الثالثة 78

تحديد المخاطر عند كل مرحلة 78
المخاطر الخاصة بشبكة الصرف الصحي 78
المخاطر الخاصة بمحطات المعالجة 81
المخاطر الخاصة بحوض التجميع 87
المخاطر الخاصة بالمنطقة السقوية 88
المخاطر الخاصة بصحة الوسط المتلقي والمحيط 91

الوحدة الرابعة 93

خطة التحسين التدريجية المقترحة 93

الحالة الدراسية الثالثة (غرب نابلس/ فلسطين) 97

الوحدة الأولى 97
المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة 97

تشكيل الفريق وتحديد منطقة الدراسة 97
أهداف الدراسة 98
الوحدة الثانية **99**
مقدمة 99
مصادر مياه الشرب 100
الإطار المؤسسي والقانوني 102
وصف نظام الصرف الصحي 103
توصيف أجزاء النفايات 103
رسم خريطة النظام وتحديد مجموعات التعرض المحتملة 110
الإقرار بصحة وصف النظام 110
الوحدة الثالثة **111**
تحديد وتقييم المخاطر 111
الوحدة الرابعة **113**
تقييم الخيارات المتاحة للسيطرة على المخاطر 113
تطوير خطة التحسين التدريجية 115

النقاش

قائمة الأشكال

الشكل 1. حدود منطقة الدراسة 12
الشكل 2. خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة في وادي موسى 13
الشكل 3. موقع آبار المياه الجوفية التي تغذي سلطة إقليم البتراء 16
الشكل 4. الخزانات التجميعية التي تغذي إقليم البتراء بمياه الشرب 17
الشكل 5. شبكة الصرف الصحي في إقليم البتراء 19
الشكل 6. الخطوط الرئيسية ومحطات الرفع التي تضخ المياه العادمة لمحطة التنقية في وادي موسى 20
الشكل 7. مخطط توضيحي لمحطة معالجة المياه العادمة في وادي موسى 23
الشكل 8. (أ) حوض التهوية، (ب) بركة تجميع مياه المخرج بفترة مكوث 10 أيام، (ج) عينة مخرج مقابل عينة مدخل، (د) أحواض تجفيف الحمأة 25
الشكل 9. نظام الري بالتنقيط في المنطقة المخصصة لاستخدام المياه المستصلحة 25
الشكل 10. الوحدات الزراعية المخصصة لجمعية السد الأحمر وجمعية البتراء الخضراء التعاونيتين 26
الشكل 11. ملخص دورة اصرف الصحي والمياه في سلطة إقليم البتراء 27
الشكل 12. موقع مكب الأنقاض بالمقارنة مع موقع شبكة الصرف الصحي 27
الشكل 13. اجتماع ضباط الارتباط مع اللجان المشكلة في سوسة لمناقشة منطقة الدراسة 51
الشكل 14. موقع ولاية سوسة في الجمهورية التونسية 52
الشكل 15. خريطة المياه السطحية في منطقة الدراسة في ولاية سوسة (الخريطة الفلاحية الجهوية، غير محينة) 55
الشكل 16. الموارد المائية في منطقة الدراسة في سوسة 57
الشكل 17. شبكة الصرف الصحي في منطقة الدراسة في سوسة. المصدر: بوابة الجغرفة الرقمية لبلدية سوسة 59
الشكل 18. مواقع محطات التطهير بولاية سوسة 59
الشكل 19. مخطط توضيحي لمحطة سوسة الجنوبية 62
الشكل 20. وجدات محطة سوسة حمدون لتنقية المياه العادمة 64
الشكل 21. مثال من أكوام الأنقاض والمخلفات على طول الطريق الفرعي المؤدي لمحطة سوسة حمدون 65
الشكل 22. المناطق السقوية في جنوب ولاية سوسة 67
الشكل 23. خارطة توضح المنطقة السقوية في الزاوية ضمن منطقة الدراسة 68
الشكل 24. الخزان التجميعي في منطقة الزاوية والذي يزود المنطقة السقوية بالمياه المستصلحة 70
الشكل 25. مراحل تزويد المنطقة السقوية في الزاوية بالمياه المعالجة 74
الشكل 26. مخطط توضيحي لشبكة الري في المنطقة السقوية الزاوية. *AC قنوات مصنوعة من الاسمنت والأميونت PEHD: HDPE 75
الشكل 27. وصف النظام المشمول بتطوير خطة سلامة الاستخدام في ولاية سوسة (سوسة المدينة وجوهرة والزاوية والثريات وأكودة وسيدي عبد الحميد) 77
الشكل 28. جلسات إقرار المخاطر وإضافة المخاطر الخاصة بالوسط المتلقي والمحيط بالإضافة لتقييم المخاطر وإعداد مسودة خطة التحسين التدريجية 91
الشكل 29. جانب من جلسة تقييم المخاطر على خطوات النظام المختلفة 91
الشكل 30. حدود منطقة الدراسة 100
الشكل 31. مواقع الآبار والينابيع ضمن منطقة الدراسة 102
الشكل 32. مخطط يوضح وحدات المعالجة في محطة غرب نابلس لمعالجة المياه العادمة 105
الشكل 33. مخطط إعادة استخدام المياه المستصلحة في الأراضي المحاذية لمحطة غرب نابلس 107
الشكل 34. مخطط مسار مياه الصرف الصحي ومياه الصرف الصناعي في منطقة الدراسة 111

قائمة الجداول

جدول 1. نوعية مياه الآبار المستخدمة كمصدر مياه شرب في سلطة إقليم البتراء..... 18
جدول 2. محطات الرفع في سلطة إقليم البتراء: الخطة الوطنية الشاملة للبنية التحتية للصرف الصحي (2021)..... 21
جدول 3. المعدل السنوي لنوعية المياه الداخلة والخارجة من محطة تنقية وادي موسى لعام (2023)#..... 23
جدول 4. نوعية مياه مخرج محطة وادي موسى لعام 2023 حسب بيانات المختبرات المركزية لسلطة المياه 24
جدول 5. خصائص الحمأة الناتجة من أحواض التجفيف في محطة وادي موسى..... 24
جدول 6. الحوادث الخطرة المحتملة والخاصة بشبكات الصرف الصحي في منطقة الدراسة 28
جدول 7. الحوادث الخطرة في محطة تنقية وادي موسى سواءً التي تم التعامل معها أو المحتملة في وحدات المحطة المختلفة 31
جدول 8. الحوادث الخطرة المسجلة في محطات الرفع خلال العشر سنوات الماضية 35
جدول 9. الحوادث الخطرة المحتملة في موقع إعادة الاستخدام..... 38
جدول 10. الحوادث الخطرة المحتملة والخاصة بـإدارة المياه العادمة في الأجزاء غير المخدومة بشبكة صرف صحي في منطقة الدراسة..... 40
جدول 11. مرجعية تقييم درجة الخطورة للحوادث الخطرة والذي تم اعتماده من قبل فريق العمل..... 41
جدول 12. تقييم درجة الخطورة للحوادث الخطرة بناءً على التصنيفات الموضحة في الجدول رقم (1-11) 41
جدول 13. مثالا من مصفوفة خطة التحسين التدريجية التي أعدها فريق الخطة الفني بالتعاون مع أصحاب المصلحة الرئيسيي 47
جدول14 . معدل التساقط المطري وعدد الأيام الممطرة في ولاية سوسة/ جمهورية تونس..... 52
جدول 15. العجز المائي في ولاية سوسة 53
جدول 16. كمية الموارد المائية المستغلة من الموائد الجوفية في منطقة الدراسة 56
جدول 17. توزيع استهلاك مياه الشرب في منطقة الدراسة سوسة بين القطاعات المختلفة..... 58
جدول 18. عدد المنتفعين بشبكة صرف صحي في منطقة الدراسة سوسة موزعة حسب المناطق..... 58
جدول 19. محطات التطهير العاملة في منطقة الدراسة..... 60
جدول 20. الخصائص العامة لمدخل ومخرج محطة سوسة الجنوبية في الفترة الوقعة بين 2016 و 2019..... 61
جدول 21. نتائج التحاليل المكروبيولوجية لمحطة تطهير سوسة الجنوبية..... 62
جدول 22. الخصائص التشغيلية لمحطة سوسة حمدون خلال السداسي الأول لسنة 2024..... 64
جدول 23. تحصيص المياه للمناطق المروية بالمياه المستصلحة..... 64
جدول 24. نوعية المياه المستصلحة في محطة سوسة حمدون خلال السداسي الأول لسنة 2024 65
جدول 25. نوعية المياه على مستوى مداخل ومخارج محطات المعالجة..... 66
جدول 26. مشاريع إعادة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة في ولاية سوسة..... 67
جدول 27. تطور استهلاك المياه المعالجة بالمنطقة السقوية بالزاوية من سنة 2012 إلى سنة 2023 69
جدول 28. أهم التجهيزات بالمنطقة القوية الزاوية..... 70
جدول 29. توزيع أطوال شبكة مياه الري 75
جدول 30. المخاطر الخاصة بنظام شبكة الصرف الصحي في منطقة الدراسة بولاية سوسة 79
جدول 31. المخاطر الخاصة بمحطة التنقية في سوسة حمدون..... 82
جدول 32. المخاطر الخاصة بمحطات الرفع للمنطقة السقوية الزاوية..... 86
جدول 33. المخاطر المتعلقة بالخزان التجميعي الذي يغذي المنطقة السقوية الزاوية..... 87
جدول 34. المخاطر المتعلقة باستخدام المياه المعالجة في الانتاج الفلاحي في المنطقة السقوية سوسة..... 88
جدول 35. المخاطر الخاصة بصحة الوسط المتلقي والمحيط كما تم وضعها من مجموعة العمل ذات العلاقة بالموضوع .. 92
جدول 36. مثال على الإجراءات على مستوى المنطقة السقوية ومحطات الضخ والخزان التابع لها..... 94
جدول 37. أعضاء فريق العمل والأدوار التي يضلع بها كل فرد..... 98
جدول 38. التعداد السكاني في منطقة الدراسة..... 100
جدول 39. مصادر مياه الشرب في منطقة الدراسة..... 101

جدول 40. الطلب المتوقع على المياه في منطقة الدراسة..... 101
جدول 41. تصريف المياه العادمة المنزلية في منطقة الدراسة 104
جدول 42. الخصائص الكمية والنوعية للمياه الداخلة والخارجة على محطة غرب نابلس لمعالجة المياه العادمة..... 106
جدول 43. مياه الصرف الصناعي من حيث مصادرها وخصائصها الكمية والنوعية 109
جدول 44. المقاييس الوصفية للمخاطر 112
جدول 45. توصيف احتمالية حدوث المخاطر وذرجة الخطورة 113
جدول 46. مثالا من مسودة خطة التحسين التدريجية..... 117

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 لإعداد 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 ورش العمل الافتراضية تم خلالها توضيح مفهوم الاستخدام الآمن للمياه العادمة/المستصلحة في الزراعة وفلسفة اعداد الخطط وأهدافها العامة. كما تم عقد سلسلة أخرى من ورش العمل 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/ المستصلحة في الزراعة لهذه المناطق كمرحلة أولى بينما تم بعدها إعداد مسودة الخطط تمهيدا لتطبيقها على أرض الواقع.

ويأتي اعداد هذه الوثيقة داعما لمساعي منظمة الأغذية والزراعة العالمية لتحسين ظروف إعادة استخدام المياه العادمة/المستصلحة في الزراعة عن طريق تطوير خطط السلامة الضرورية لضمان انتاج زراعي آمن حيث بوشر بخطوات تطوير الخطة في ثلاثة مواقع تجريبية مختارة تقع في كل من الأردن وتونس وفلسطين بينما تأخر العمل في الجمهورية الليبية وذلك لصعوبة التواصل مع نقاط الاتصال بسبب الانقطاعات المستمرة في الاتصال وصعوبات التنسيق الداخلية. وقد قامت بقية الفرق في الدول الثلاث بتشكيل لجان 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/المستصلحة 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. كما تم عقد ثلاثة ورش عمل في الدول التي تابعت إعداد الخطط وذلك خلال عام 2024 وحتى نهاية آب من عام 2025، وكان الهدف من ورش العمل الفنية في كل من الأردن وتونس هو العمل مع أصحاب المصلحة الرئيسيين للتحقق من المخاطر التي حددتها اللجان الفنية والمشاركة في "تقييم المخاطر الوصفي" واعداد خطط التحسين المرحلية وهي المنتج النهائي لعملية إعداد الخطط وذلك قبل الشروع بتنفيذها. وأما في حالة فلسطين فقد كان الهدف من الورشة هو مناقشة

الخطة المعدة من قبل الفريق الفني واللجان الفنية التي شاركت في الإعداد وبحضور وزير المياه الفلسطيني معالي الدكتور زياد الميمي والذي أكد على أهمية الخطط في الحفاظ على الصحة العامة وإدارة المياه بصورة حكيمة.

كما شاركت الفرق نتائج عملها ضمن جلسة خاصة نظمها المكتب الإقليمي لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة لمنطقة الشرق الأدنى وشمال افريقيا ضمن فعاليات أسبوع المياه العربي والذي عقد في العاصمة الأردنية عمان في الفترة الواقعة بين 4 الى 6 أيار 2025. هذا ويمكن اعتبار خطط التحسين المعدة من الدول للحالات الريادية جاهزة كمسودة بحاجة لمراجعه نهائية (فقط للوحدة الرابعة) قبل المصادقة عليها من اللجنة التوجيهية في كل دولة. وسيصار بعدها لإعداد خطة المراقبة والتحقق عند تنفيذ إجراءات التحكم المقترحة ضمن خطة التحسين التدريجية.

وكما تم ذكره سابقا، فقد اتبعت جميع اللجان المشكلة في الدول ذات المنهجية التي تم نشرها في دليل منظمة الصحة العالمية لإعداد خطط سلامة استخدام المياه العادمة/ المستصلحة في الزراعة (2021). ويُقسم الدليل العملية إلى ست وحدات رئيسية توضح الخطوات التي توصي منظمة الصحة العالمية باتباعها لإعداد خطط السلامة وبحيث تشكل الوحدات من 4-1 منهجية إعداد الخطط فيما توضح الوحدة الخامسة طريقة إعداد خطط المراقبة والتحقق بينما تصف الوحدة السادسة البرامج الداعمة للعملية بالإضافة لخطط المراجعة الدورية. ويمكن الرجوع الى الدليل المنشور على موقع المنظمة للحصول على المعلومات التفصيلية الخاصة بإعداد الخطط فيما تضم هذه الوثيقة تطبيقا عمليا للوحدات الأولى وحتى الخامسة من الدليل.

وتقسم هذه الوثيقة المرحلية الى أربعة فصول رئيسية لكل حالة ريادية بحيث يخدم كل فصل منها غرضا خاصا مرتبا حسب الدليل الذي نشرته منظمة الصحة العالمية لإعداد خطط سلامة الاستخدام (الوحدات الأربعة الأولى). 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 تضم 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 والتي تحتاج فعليا لجمع العديد من البيانات الكمية والوصفية بالإضافة إلى فهم مدخلات ومخرجات النظام بصورة دقيقة. بينما يضم الفصل الثالث تحديدا للمخاطر التي واجهها المتعاملون مع هذه المياه على كامل سلسلة الاصحاح البيئي بالإضافة إلى المخاطر الأخرى المحتمل مواجهتها، تم بعدها تقييم المخاطر اعتمادا على منهجية "تقييم المخاطر الوصفي" (انظر الوحدة الثالثة من دليل منظمة الصحة العالمية لإعداد خطط سلامة استخدام المياه العادمة في الزراعة 2021). ولقد تم اعتماد طريقة تقييم المخاطر الوصفي وذلك لسهولتها النسبية وبساطتها في مقابل طريقة تقييم المخاطر شبه الكمي وطريقة تقييم المخاطر الكمي والتي تحتاج إلى حجم كبير من البيانات.

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 والضرورية لحماية الصحة العامة وصحة البيئة وبحيث يتم تضمينها كملحق في التقرير النهائي للخطط النهائية المتوقع اكتمالها بنهاية عام 2025. كما سيتم إلحاق خرائط GIS توضح أماكن المخاطر الحرجة –إذا أمكن ذلك– والتي تستدعي تدخلا سريعا للمناطق المظللة باللون الأحمر بالإضافة للأماكن التي تضم

مخاطراً تستدعي اتخاذ إجراءات تحكمية وتصحيحية 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 وكذلك بالحالة الدراسية في فلسطين. ففي الحالة التونسية، تم اختيار الجزء الجنوبي الشرقي من ولاية سوسة اعتمادا على وجود منطقة سقوية تقوم باستغلال المياه المعالجة في الزراعة منذ عقود. ولقد تبين خلال عملية وصف النظام أنه يتم سكب معظم المياه المعالجة في الوديان والتي تستقبل أيضا مياه معالجة من خارج منطقة الدراسة مما يتطلب مزيدا من الحرص عند اقتراح إجراءات تحكم تحول دون انتقال الملوثات الى الانسان او الوسط المتلقي (انظر وصف النظام في الحالة الريادية التونسية). إن تباين الأنظمة يوضح الطبيعة الخاصة لكل حالة حيث لا يمكن بحال تعميم خطط السلامة بصورة مطلقة أو صورة عامة. بينما من الممكن تصنيف المخاطر الخاصة بمحطات المعالجة تبعا لأنظمة المعالجة ووحداتها مع الأخذ بعين الاعتبار أية ملوثات صناعية/أخرى قد تؤثر على كفاءة نظام المعالجة وبالتالي على نوعية مياه المخرج. 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/ خطوة واحدة فقط ضمن سلسلة الاصحاح البيئي. وعليه، يمكن 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)

الحالة الدراسية الأولى (إقليم البتراء/ الأردن)

الوحدة الأولى
المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة

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

أهداف الخطة في منطقة الدراسة

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

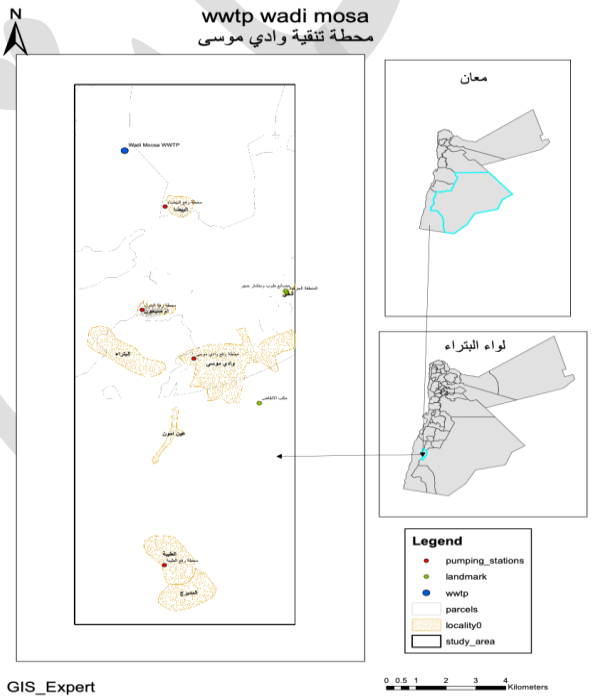
١. ضمان تحسين الصحة العامة لكافة الفئات التي تتعامل مع المياه العادمة في منطقة الدراسة
٢. حماية مصادر المياه الجوفية من التلوث الذي قد ينجم عن تسرب المياه العادمة
٣. ضمان سلامة المنتج الزراعي من التلوث

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

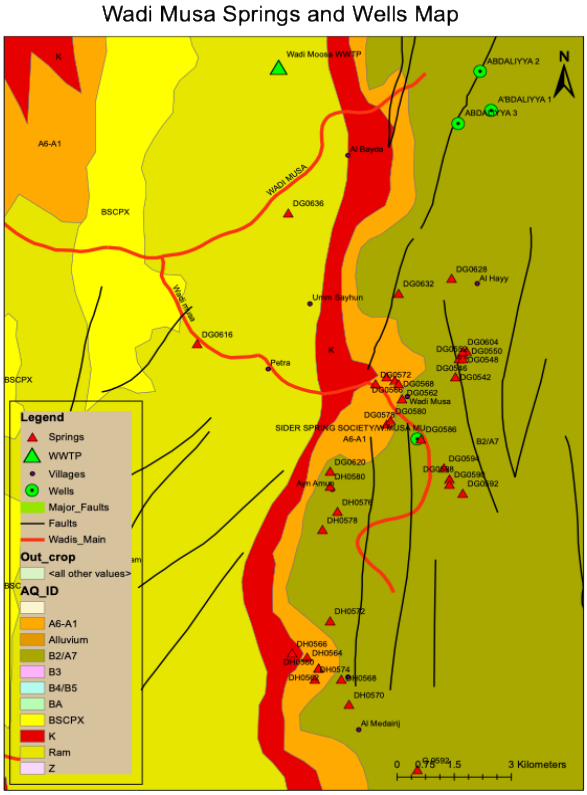
تقع سلطة إقليم البتراء (وادي موسى) على امتداد سلسلة جبال الشراه المطلة على وادي عربة في جنوب الاردن ضمن محافظة معان كما هو موضح في الشكل (1) والتي تعتبر أكبر محافظات المملكة من حيث المساحة وتضم أربعة مناطق هي معان ووادي موسى والحسينية والطيبة. ويقدر عدد سكان المحافظة ب 172724 نسمة (الخطة الوطنية الشاملة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



الشكل 1. حدود منطقة 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.



الشكل 2. خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة في وادي موسى

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 الامطار 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.

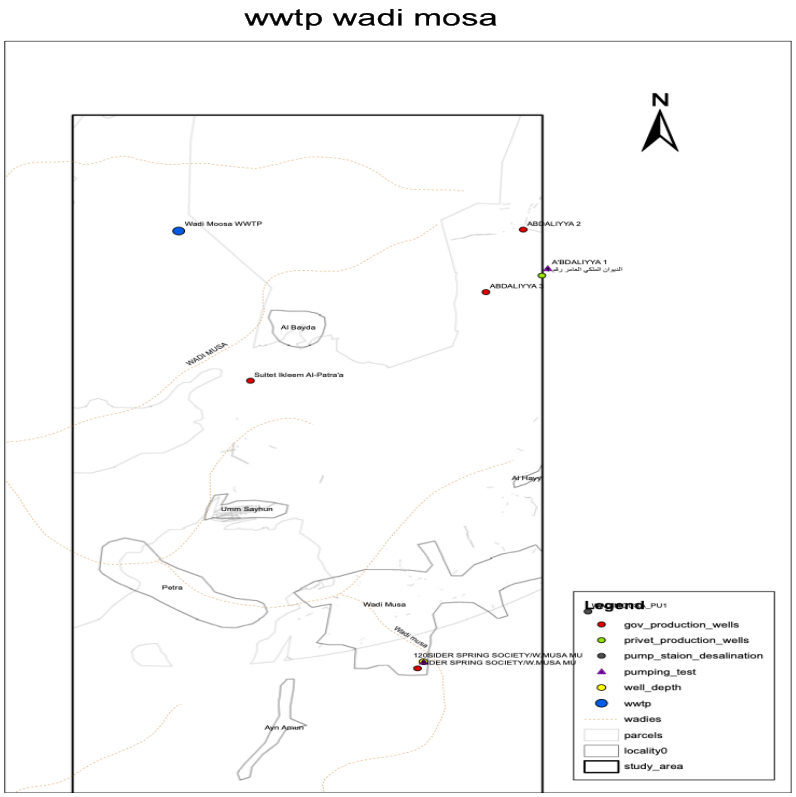
[1] بناءً على المعلومات التي تم تزويدها لفريق سلامة استخدام مياه الصرف الصحي في الزراعة من قبل مديرية البيئة في سلطة الإقليم خلال المقابلة التي تمت بتاريخ ٢٧ حزيران، ٢٠٢٤

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 إنها خارج نطاق منطقة الدراسة.

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

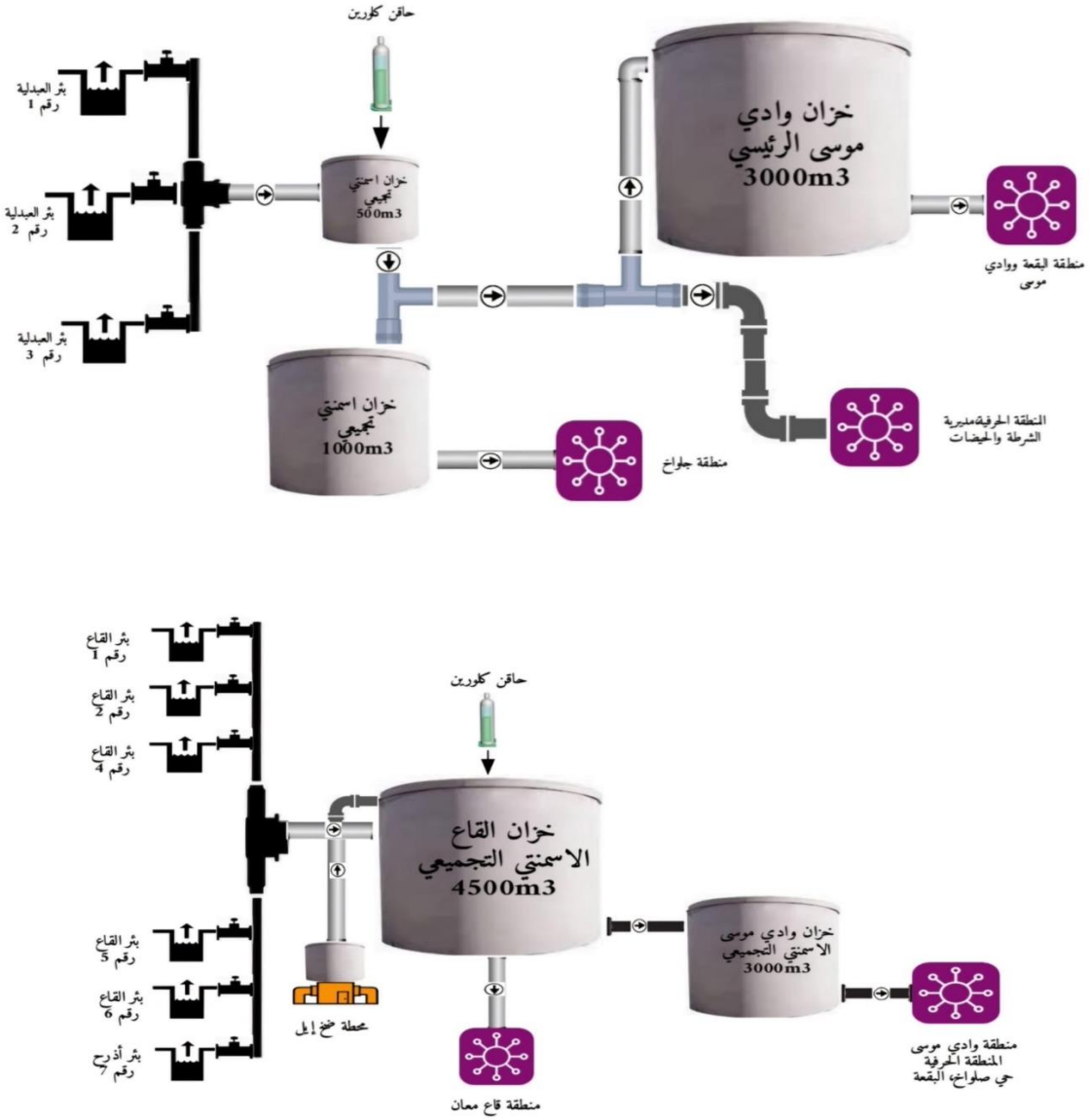
مصادر مياه الشرب

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 التذبذب 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.



الشكل 3. موقع آبار المياه الجوفية التي تغذي سلطة إقليم البتراء

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.



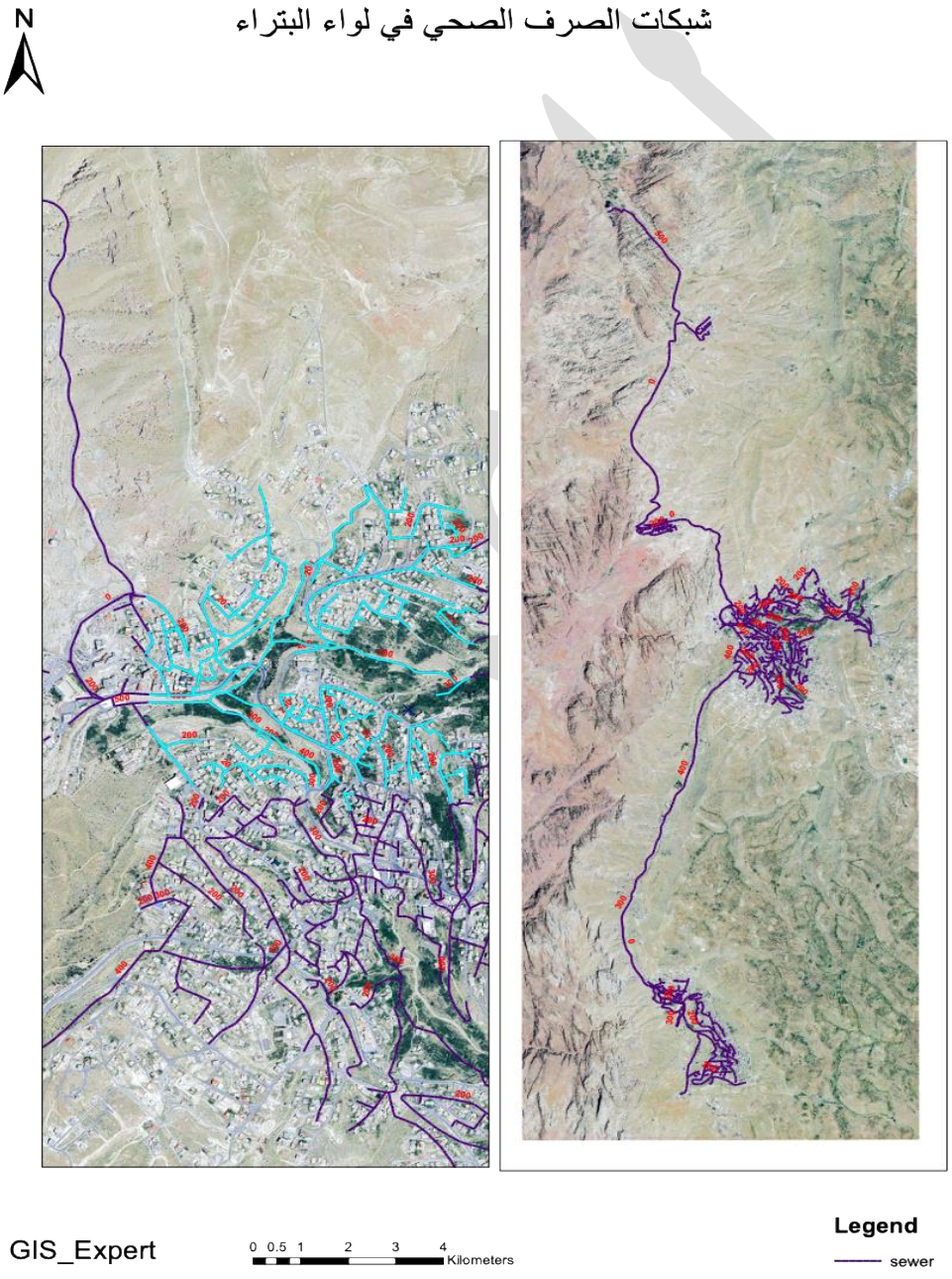
الشكل 4. الخزانات التجميعية التي تغذي إقليم البتراء بمياه الشرب

جدول 1. نوعية مياه الآبار المستخدمة كمصدر مياه شرب في سلطة إقليم البتراء

اسم البئر	العبدلية ١	العبدلية ٢	العبدلية ٣	قرى معان ٦	JS286: 2015
التوصيل الكهربائى(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
الفلورايد (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
الإيشيريشيا 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
الزئبق (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
الموليبديوم (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
رباعى كلورو الاثلين (ppb)		<5.0		<1.0	40
ثلاثى 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
الميثانات 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

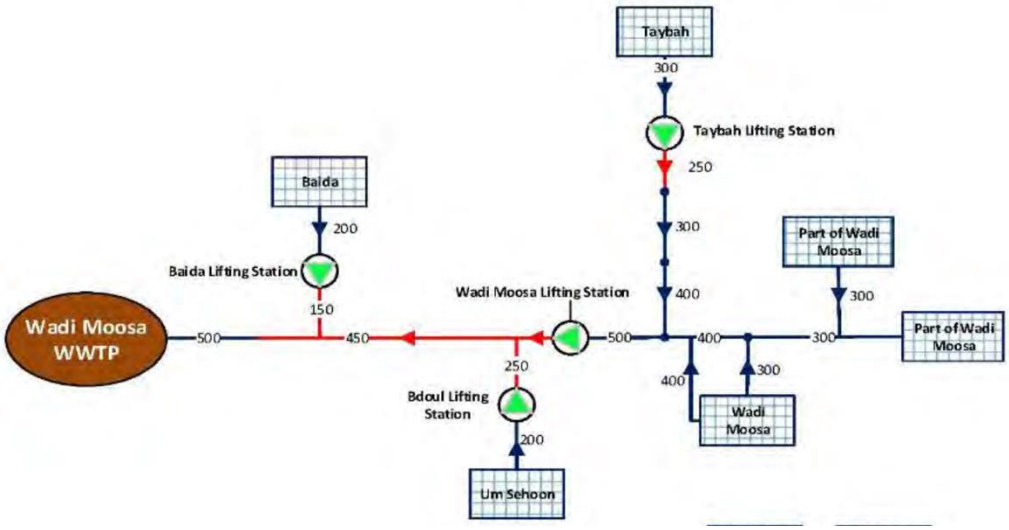
خدمات الصرف الصحي

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.



الشكل 5. شبكة الصرف الصحي في إقليم 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.



الشكل 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)

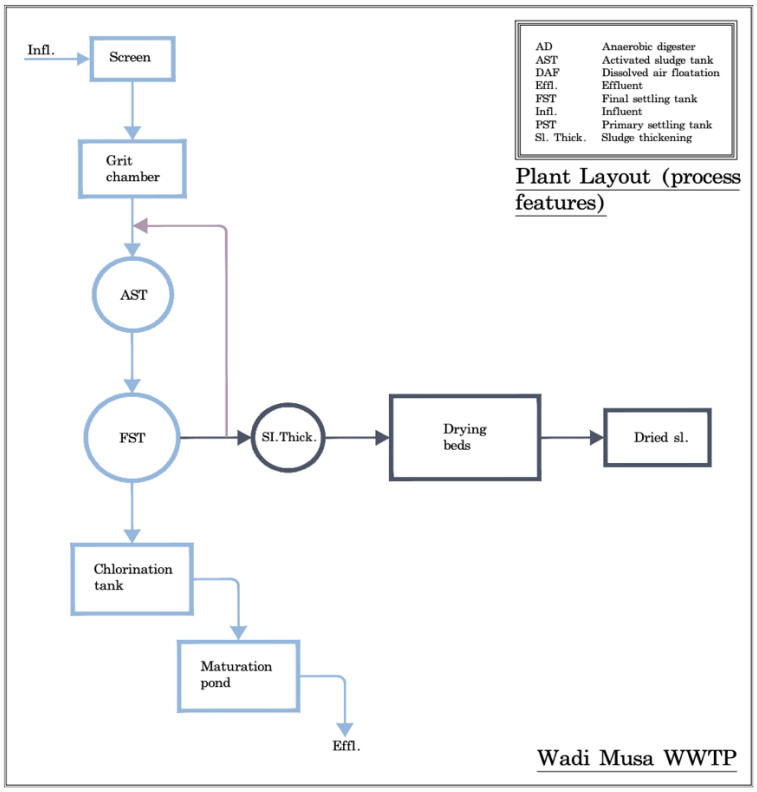
محطة الرفع	سعة المضخة م٣/ساعة	ضغط المضخة م	عدد المضخات	قطر الخط ميلليمتر	طول الخط الناقل م
وادي موسى	338	137	6	450	9530
الطيبة	170	185	8	250	2880
البدول	40	148	6	250	166
البيضاء	33	40	2	150	56

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 ستتطرق 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



الشكل 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)#

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

بيانات محطة المعالجة لعام (2023)
* 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 م٣/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
% 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	

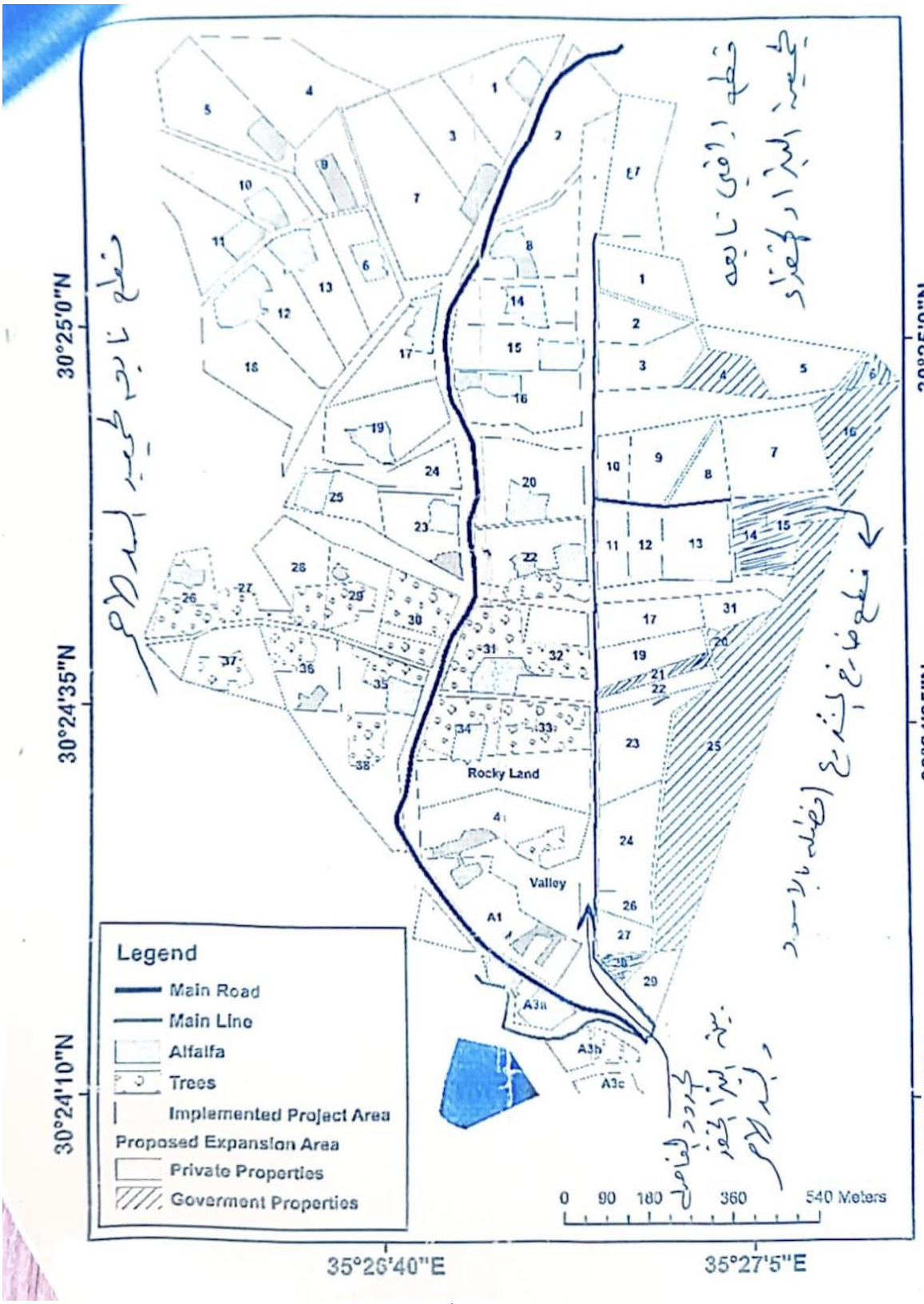
[3] Data provided by central laboratories of Water Authority of Jordan (2023)

[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.

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

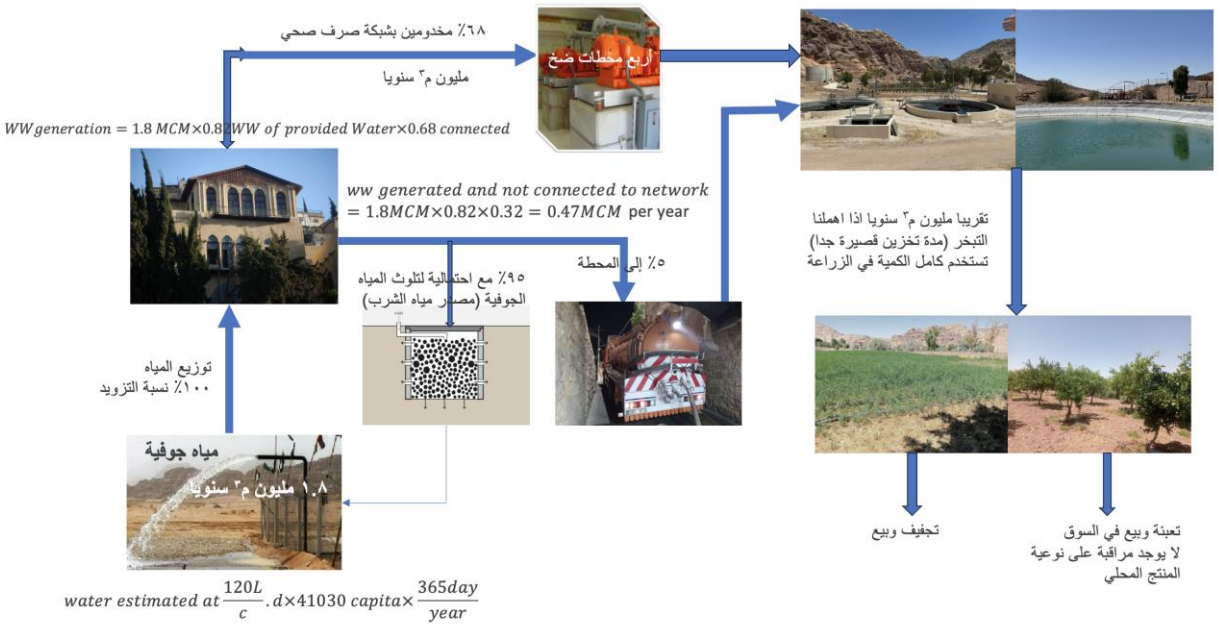
الشكل 8. (ا) حوض التهوية، (ب) بركة تجميع مياه المخرج بفترة مكوث 10 أيام، (ج) عينة مخرج مقابل عينة مدخل، (د) أحواض تجفيف الحمأة

الشكل 9. نظام الري بالتنقيط في المنطقة المخصصة لاستخدام المياه المستصلحة

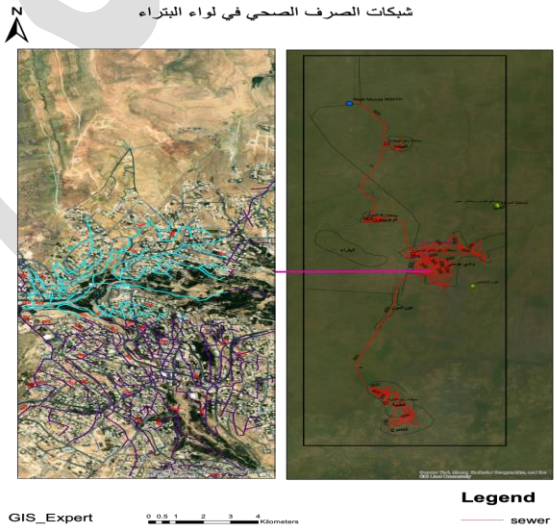


الشكل 10. الوحدات الزراعية المخصصة لجمعية السد الأحمر وجمعية البتراء الخضراء التعاونيتين

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.



الشكل 11. ملخص دورة اصرف الصحي والمياه في سلطة إقليم البتراء



الشكل 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 المحتملة والخاصة بشبكات الصرف الصحي 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	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)	فيزيائي وميكروبيولوجي يتعرض له سكان المنازل القريبة والمارة (مع عدم توثيق وقوع إصابات)

	3. بجانب منتجع الموفينبيك Y30.32519755, X 35.46929217			2. توثيق الإصابات للتمكن من تقييم المخاطر بطريقة أكثر دقة	
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 (هن 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 التعامل مع الخطوط المكسورة	غير محدد	1. أعمال حفريات وتمديدات لشركات متعددة	الاستبدال المباشر للخط	1. ضرورة حصول الشركة التي تقوم بأعمال الحفريات على عمق الخطوط وأماكنها 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	عمال الصيانة المارة

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 سواءً 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 ٤. استبدال الوحدة الموجودة بوحدة حديثة	ميكروبيولوجي (بكتيريا، فيروسات) فيزيائي (أدوات حادة، روائح)
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

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

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

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 الكمامات في محيط حوض التهوية	ميكروبيولوجي
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	فيزيائي وميكروبيولوجي

			2. التدريب على استخدام المعدات المناسبة عند اجراء عملية الصيانة	
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
مضخات إعادة تدوير الحمأة ومضخات التخلص من الحمأة ومضخات إزالة الرغوة ومضخات الري				
1. التعرض للإصابة نتيجة الانزلاقات في غرف المضخات	1. تسريب 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. تسريبات 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	مراقبة المياه الجوفية في أقرب بئر لمكب الأنقاض للتأكد من عدم تعرضها للتلوث	ميكروبيولوجي، كيميائي	مياه جوفية/ مصدر شرب

		المخصص خارج حدود سلطة الإقليم			
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 موقع 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 3. استخدام المياه المستصلحة لغايات الشرب	1. لا يوجد (كما لا يوجد حوادث من هذا النوع) 2. لا يوجد 3. لا يوجد	1. أخذ المطاعيم المُوصى بها من قبل منظمة الصحة العالمية 2. إلزام المزارعين بتخزين مياه صالحة 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 التّخزين أسبوعا واحدا	ميكروبيولوجي	المزارعين وعائلاتهم إذا كانت من الأمراض المعدية
التعرض للملوثات الجرثومية المتراكمة على نظام الري	تنظيف نظام الري وخصوصا النقّاطات 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 وقوع 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 الخطورة للحوادث الخطرة والذي تم اعتماده من قبل فريق العمل

المرجعية المقترحة لفئات المخاطر المعتمد على التقييم الوصفي للفريق	
وصف الخطر	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

جدول 12. تقييم درجة الخطورة للحوادث الخطرة بناءً على التصنيفات الموضحة في الجدول رقم (1-11)

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 العالية	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	يوجد برنامج صيانة وقائية	المعلومات التي تم جمعها من مدير التشغيل في شركة مياه العقبة دون الاطلاع على برنامج الصيانة				انخفاض الخطورة بسبب التخفيف في الأوقات المطرية في فصل الشتاء
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 كما يتم عمل فحص التهاب الكبد الوبائي وأخذ جرعتين مطاعيم كل عشر سنوات بالإضافة لوجود فحص دوري كل سنتين	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	فيزيائي	المارة/ المجتمع	تركيب أغطية	المعلومات التي تم جمعها من مدير				صعوبة الرؤية في حالات الكثافة المطرية وفيضان

المكشوفة أو المكسورة				التشغيل في شركة مياه العقبة			الخطوط بطريقة يصعب معها معرفة حالة المنهل مما قد يؤدي الى حادث مميت
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			تجمع أكبر للغازات في حالة ركود الرسوبيات في قاع الخطوط مدة طويلة مما قد يؤدي الى حوادث مميتة
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			بالنسبة للمارة قد يشكل ذلك خطرا حقيقيا علما بأنه لا يوجد توثيق لحالات الإصابات الناتجة عن كسر الخطوط
التعرض لإصابة أثناء تحريك حاوية النفايات الصلبة عند المصافي	فيزيائي	عمال المحطة	أن يتم نقل الحاوية من قبل عاملين كما يمكن اقتراح استبدال نظام الحاوية بنظام حديث	تم تأكيد ذلك من قبل المهندس مدير المحطة بالإضافة إلى مسؤول السلامة المهنية			قد يؤدي إلى ازلاق غضروفي اذا تم تحريك الثقل بطريقة غير صحيحة
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			لم يتم تسجيل إصابات مرتبطة بصورة مباشرة مع إفراغ الحاوية حتى اللحظة
التعرض لاستنشاق الغازات (امونيا، مواد عضوية متطايرة، كبريتيد الهيدروجين)[9]	فيزيائي، كيميائي	عمال المحطة	إزالة الأغطية وتهوية القناة قبل تنظيفها مع ضرورة تحديد أماكن الأغطية	مدير المحطة بالإضافة إلى مسؤول السلامة المهنية			روائح كريهة مرتبطة بالرواسب وخصوصا عند عملية التنظيف
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			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

[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 المشغلين من تكرارية أكثر لهذه المشكلة خلال فصل الصيف

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				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
استنشاق الرذاذ أثناء التواجد بالقرب من الحوض أو أثناء عمليات المراقبة وأخذ العينات	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 الإبلاغ عن إصابات
تعرض العاملين للإصابة أثناء رفع الهوّايات 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. بالإضافة الى عدم وجود تجهيزات لدخول الرافعة الى الموقع بطريقة آمنة
إصابة نتيجة التعرض للسقوط في حوض التهوية أو حوض النرسيب	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. يتم استخدام أجهزة التنفس في مبنى الكلورة في حالات التغيير الروتيني. ولا يتم استخدام كافة معدات السلامة المهنية مما قد يؤدي إلى إصابات خطرة
التعرض للإصابة نتيجة الانزلاقات في	فيزيائي	عمال المحطة	ارتداء احذية العمل الآمنة	مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية				

غرف المضخات								
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 في محطات الرفع	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	كيميائي	المجتمع المحيط	تغيير برنامج الضخ في محطة الطيبة ومحطة البدول	مدير المحطة				التعرض للروائح الكريهة داخل المنازل والتسبب بشكاوى مستمرة
التعرض لإصابة داخل مبنى محطة رفع الطيبة نتيجة ضيق المكان	فيزيائي	عمال الصيانة	الالتزام ببعض معدات السلامة	مدير المحطة				التعرض لحوادث تعثر وجروح
تعرض المنتج الزراعي للتلوث وبالأخص ما يسقط من	ميكروبيولوجي	المستهلك والمزارع	عدم تخزين المياه لفترة تزيد عن يوم بعد عملية الكلورة	مدير المحطة				ضرورة فحص المياه في بركة التجميع للتأكد من خلوها من التلوث الجرثومي بالإضافة إلى فحص الثمار

الثمار على الأرض			وقبل استخدام المياه				
نوعية منتج لا تضاهي ما يتم ريه بمياه مطابقة لنوعية مياه الري الأخرى	كيميائي وفيزيائي	المستهلك والمزارع	فحص زيت الزيتون الذي يتم انتاجه	مدير جمعية البتراء الخضراء			عدم معرفة نوعية المنتجات باستثناء زيت الزينون
إصابة المزارعين بالأمراض التي تنقل نتيجة التعرض للمياه المستصلحة	ميكروبيولوجي	عمال المياومة والزوار	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	عمال المزرعة	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 القفازات والكمامات والأحذية الواقية عند التنظيف مما قد يتسبب بانتقال الملوثات الجرثومية الى المزارع
التعرض لمسببات الأمراض الموجودة في المياه المستصلحة	ميكروبيولوجي	السائقين والعابرين اذا توقفوا عند المزارع غير المسيجة	ترميز خطوط الري	ملاحظات فريق اعداد الخطة			عدم وجود إشارات تحذيرية بالقرب من المزارع غير 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

ولقد قام فريق اعداد الخطة بالتحقق من الأولويات خلال ورشة عمل نظمها لهذا الغرض مع شركة مياه العقبة وبالتحديد مع كادر تشغيل وصيانة الشبكات وكادر محطة معالجة المياه العادمة في وادي موسى. ومما تجدر الإشارة إليه هنا أن الفريق قد قام بتحديد أولويات المخاطر لكل خطوة من خطوات النظام بصورة منفصلة عن الخطوة الأخرى حيث تم تقييم المخاطر الخاصة بالشبكة على مستوى الشبكة بينما تم تقييم المخاطر الخاصة بمحطة المعالجة وذلك على مستوى محطة المعالجة وكذلك الحال بالنسبة للمخاطر الخاصة بموقع إعادة الاستخدام. وتم اعتماد هذا النهج نظرا لوقوع كل مجموعة

من المخاطر تحت مسؤولية جهة منفصلة تقع اهتماماتها في الغالب ضمن خطوة واحدة من خطوات السلسلة، علما بأن الطريقة المثلى قد تكون بتقييم كافة المخاطر على كامل السلسلة ودون تجزئتها خصوصا إذا كانت المصادر المالية المطلوبة لتنفيذ الخطة تقع على جهة واحدة تتبع موازنة الدولة. علما بأن هذه الطريقة قد تم اتباعها في كل من الحالة التونسية والحالة الفلسطينية أيضا.

الوحدة الرابعة
إعداد خطة التحسين المرحلية

قام فريق اعداد الخطة وذلك بعد تحديد أولويات المخاطر بعقد سلسلة من ورش العمل التي ضمت شركة مياه العقبة وبالتحديد مديرية التشغيل والصيانة وكادر محطة المعالجة في وادي موسى وذلك لوضع خطة التحسين المرحلية للنظام. كما قام الفريق بالاتصال الهاتفي عددا من المرات وكلما دعت الحاجة للتواصل مع الجمعيات الزراعية المستفيدة من المياه المعالجة وذلك للتحقق من نجاعة الإجراءات التي قام الفريق باقتراحها. هذا بالإضافة إلى زيارة لمديرية التشغيل والصيانة في وادي موسى بهدف استكمال الخطة والتحقق من الإجراءات المقترحة. حيث تم اقتراح مجموعة من إجراءات التحكم عند كل خطوة من خطوات سلسلة الاصحاح البيئي بالإضافة الى تقدير تكلفة التنفيذ وكذلك المدة الزمنية اللازمة للانتهاء من تنفيذ الإجراء مع تعيين الجهة المسؤولة عن التنفيذ والجهة المسؤولة عن المراقبة. (ملف إكسل يمكن تزويده عند الطلب) ويوضح الجدول (13) مثالا من مصفوفة من مصفوفة خطة التحسن التدريجية التي تم إعدادها بانتظار المصادقة عليها من اللجنة التوجيهية.

جدول 13. مثالا من مصفوفة خطة التحسين التدريجية التي أعدها فريق الخطة الفني بالتعاون مع أصحاب المصلحة الرئيسيي

إجراءات التحكم	ما هي الفعالية المحتملة لهذا الخيار كإجراء تحكم؟ (عالية، متوسطة، منخفضة)	ما هو مستوى الموارد المطلوبة؟ (بما في ذلك الموارد المالية، الموارد البشرية، والدعم السياسي: عالي، متوسط، منخفض)	إلى أي مدى سيكون هذا الإجراء التحكمي فعالا في ظل أكثر السيناريوهات المحتملة لتغير المناخ؟ (فعال، غير فعال، ضار)	ملاحظات/ مناقشة	أولوية إجراء التحكم	الموازنة المطلوبة	الجهة المسؤولة عن توفير الموازنة المطلوبة	المدة الزمنية اللازمة لتنفيذ الإجراء	الجهة المسؤولة عن المراقبة
وصف الحادث الخطر:إصابة المزارعين بالأمراض التي تنقل نتيجة ملامسة او استنشاق المياه المستصلحة									
المجموعة المعرضة :عمال المحطة									
خيارات التحسين									
إلزام المزارعين بضرورة وضع خزانات مياه لشرب لاستخدامات العمال والزوار	عالية	متوسط	فعال		في حالات الجفاف والأحوال المناخية الطبيعية	4500دينار (60 مزرعة /70دينار للتنك+قطع (توصيل	الجمعيات الزراعية سد الأحمر والبتراء الخضراء	شهر	وزارة الزراعة
تزويد المزارع بمياه صالحة للشرب عن طريق سلطة المياه	عالية	عالية	فعال			تكلفة المتر المربع 4 دنانير	سلطة المياه	جاري تحديدها بالتعاون مع السلطة	مديرية الصحة في الإقليم/ وزارة الصحة
وصف الحادث الخطر:التعرض للملوثات الجرثومية المتراكمة في نظام الري									
المجموعة المعرضة :عمال المحطة									
خيارا:									
ضرورة ارتداء القفازات والكمامات عند إجراء عملية التنظيف	عالية	منخفض	فعال في حالة الالتزام به		أولوية مرتفعة في حالات الجفاف والاحوال العادية	600دينار للسنة لجميع المزارع	الجمعيات	أسبوع	وزارة الزراعة
التدريب المستمر على والتوعية بالمخاطر المتعلقة بتراكم البكتيريا في الخطوط والنقاطات	عالية	متوسط	فعال			ضمن موازنة وزارة الزراعة كما يمكن أن تكون برامج مدعومة	وزارة الزراعة/الارشاد الزراعي	شهريا في حالة التزام الارشاد الزراعي بتنظيم زيارات شهرية/ ومرة سنويا في حالة البرامج المدعومة من جهات مانحة	وزارة الزراعة/مديرية وادي موسى
وصف الحادث الخطر:التعرض لمخاطر خاصة بالحشرات والزواحف التي قد تسبب لدغات									
المجموعة المعرضة :عمال المحطة									
خيارا:									
التنسيق مع الجمعيات الزراعية بخصوص الرش المستمر ومكافحة	عالية	عالية	فعال		أولوية متوسطة لكافة سيناريوهات المناخ	15دينار للمتر) لكل 10دونم والمساحة الاجمالية 900دونم /للرشة (الواحدة1350 التكلفة	الجمعيات	سنويا (عملية مستمرة)4مرات	وزارة الزراعة
وصف الحادث الخطر: نوعية منتج لا تضاهى ما يتم ريه بمياه مطابقة لنوعية مياه الري الأخرى									
المجموعة المعرضة :عمال المحطة									
خيارا:									
فحص المنتجات للتأكد من نوعيتها في مؤسسة الغذاء والدواء	عالية	عالية	فعال	خالية من الملوثات/الحاجة للتأكد من المعلومات	أولوية متوسطة لكافة سيناريوهات المناخ	سيتم تحديدها بالتعاون مع مؤسسة الغذاء والدواء	الغذاء والدواء	عند جني المحصول (موسمي)	الغذاء والدواء
وصف الحادث الخطر: تعرض المنتج الزراعي للتلوث وبالأخص ما يسقط من الثمار على الأرض									
المجموعة المعرضة :عمال المحطة									
خيارا:									
فحص المياه في بركة التجميع في محطة المعالجة				مراقبة من قبل المحطة/التأكد من قبل المحطة					

الحالة الريادية الثانية
(جنوب سوسة/ تونس)

الحالة الدراسية الثانية (جنوب سوسة/ تونس)

الوحدة الأولى
المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة

المقدمة

تواجه الجمهورية التونسية منذ سنوات حالة من الجفاف الشديد نتيجة لانحباس المطر مما يؤثر بصورة مباشرة على النمو الاقتصادي بما في ذلك الإنتاج الزراعي الذي يستهلك ما نسبته 89٪[10] من المصادر المائية في البلاد. ويقوم قطاع الفلاحة بتشغيل 16% من القوى العاملة كما يسهم ب 10 إلى 14 % من الناتج القومي الخام مما يجعل اضطرابات الهطول المطري عاملا أساسيا ومؤثرا في قضايا النمو الاقتصادي والاجتماعي. وتعتبر سوسة من الولايات الأكثر تأثراً بحالة الجفاف حيث تعاني منذ سنوات من نقص في التزويد المائي يؤدي لانقطاعات متكررة لمياه الشرب خاصة في فصل الصيف. وتتأتى معظم مياه الشرب من مصدرين يقعان خارج الولاية أولهما يقع شمال الجمهورية والثاني يعتمد على مياه سد نبهانة بالقيروان حيث يشكل المصدران ما نسبته 87% من المياه المستوردة. ويضاف إلى ذلك مياه الموائد العميقة بالقيروان حيث تشكل هذه المياه ما نسبته 10% من احتياجات مياه الشرب في ولاية سوسة فيما يتم الحصول على ما تبقى من الاحتياجات عبر استغلال الموائد العميقة داخل الولاية وبنسبة تبلغ 3 % كما سيتم تفصيله لاحقا في الجزء المتعلق بوصف النظام.

ولقد واجه الفلاحون نقص المياه بالتوجه نحو مزيد من استغلال الموارد المائية الجوفية، مما خلق ضغطا كبيرا عليها وصل لحد الاستغلال الجائر. وعليه فإن الحكومة التونسية توجهت نحو سياسة التوسع في استغلال الموارد المائية غير التقليدية والتي كانت قد بدأت بها منذ تسعينات القرن الماضي ومنها تدوير المياه المستصلحة باستخدامها في الري وذلك بهدف تقليص الضغط على مياه الشرب من جهة، وتفادي آثار التغيرات في أنماط الأمطار من جهة أخرى. ولقد قدرت كميات المياه العادمة التي يتم انتاجها على مستوى الجمهورية ب 283 مليون متر مكعب سنة 2019 بينما قدرت كميات المياه المعالجة المستخدمة في الزراعة ب 13.4 مليون متر مكعب فقط[10] وبنسبة لا تتجاوز ٥٪ من مجموع المياه العادمة المنتجة على مستوى الجمهورية وهي نسبة منخفضة عند أخذ الإدارة المتكاملة لمصادر المياه بعين الاعتبار. وعليه فإن الحكومة التونسية أصدرت استراتيجية لإعادة الاستخدام (إعادة الاستخدام2050) وذلك لتقليل الضغط عن مصادر المياه العذبة وتشجيع الاستخدام الآمن للمياه المستصلحة في الزراعة.

[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

تشكيل الفريق وتحديد منطقة الدراسة

تأتي هذه الوثيقة التي بين أيديكم لدعم جهود الحكومة التونسية في تطبيق استراتيجية إعادة الاستخدام ولبناء وتعزيز القدرات في مجال الاستخدام الآمن للمياه العادمة/المستصلحة عن طريق تطوير خطط سلامة الاستخدام حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية. ومن المتوقع أن التوسع في إعداد خطط سلامة استخدام المياه العادمة/ المستصلحة في الزراعة وتنفيذها سيضمن التوسع في مشاريع إدارة المياه بصورة حكيمة وزيادة المنعة لمواجهة التغيرات المناخية. ولقد أبدت تونس رغبتها في إعداد وتنفيذ خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة 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. ولقد تم تشكيل الفرق التي ستقوم بإعداد الخطة لمنطقة الدراسة عبر مخاطبات رسمية قام بها نقاط الارتباط الذين تم تسميتهم لجامعة الدول العربية كخطوة أولى لغايات إعداد الخطة حسب كتيب منظمة الصحة العالمية (2021). وتم تشكيل عدة لجان بعدها (الشكل 13) هي اللجنة التوجيهية واللجنة الفنية بالإضافة إلى لجان تم تشكيلها في ولاية سوسة للتزود بالمعلومات والبيانات اللازمة لإعداد الخطة. 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 قام فريق إعداد الخطة باختيار ولاية سوسة وبالأخص مشروع استخدام المياه المعالجة في الزراعة وذلك لريادة عملية تطوير خطة لسلامة الاستخدام بحيث يتم بعدها تطبيق الخطة واستثمار الخبرة المكتسبة ضمن هذه المبادرة لريادة التوسع في مشاريع استخدام المياه المعالجة في الزراعة. 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. كما تم اعتماد الحدود الإدارية بدلا من حدود المسقط المائي لتحديد منطقة الدراسة والتي تقرر أن تضم كل من سوسة المدينة بالإضافة إلى مناطق الجوهرة وسيدي عبد الحميد والثريات والزاوية والرياض وسوسة المدينة التي تتميز بوجود منطقة سقوية تعتمد على المياه المعالجة للري وذلك منذ عقود.

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 الناتج عن المياه المستصلحة

وسنقوم فيما يلي بالبدء بعملية وصف منطقة الدراسة (الوحدة الثانية حسب كتيب منظمة الصحة العالمية (2021) يليه عرض لما تم إنجازه من خطوات لإعداد خطة سلامة الاستخدام مرورا بتقييم المخاطر (الوحدة الثالثة حسب كتيب منظمة الصحة العالمية 2021) وصولا إلى الخطة التي تم إعدادها (الوحدة الرابعة حسب كتيب منظمة الصحة العالمية (2021).

الشكل 13. اجتماع ضباط الارتباط مع اللجان المشكلة في سوسة لمناقشة منطقة الدراسة

الوحدة الثانية
وصف منطقة الدراسة ووصف النظام

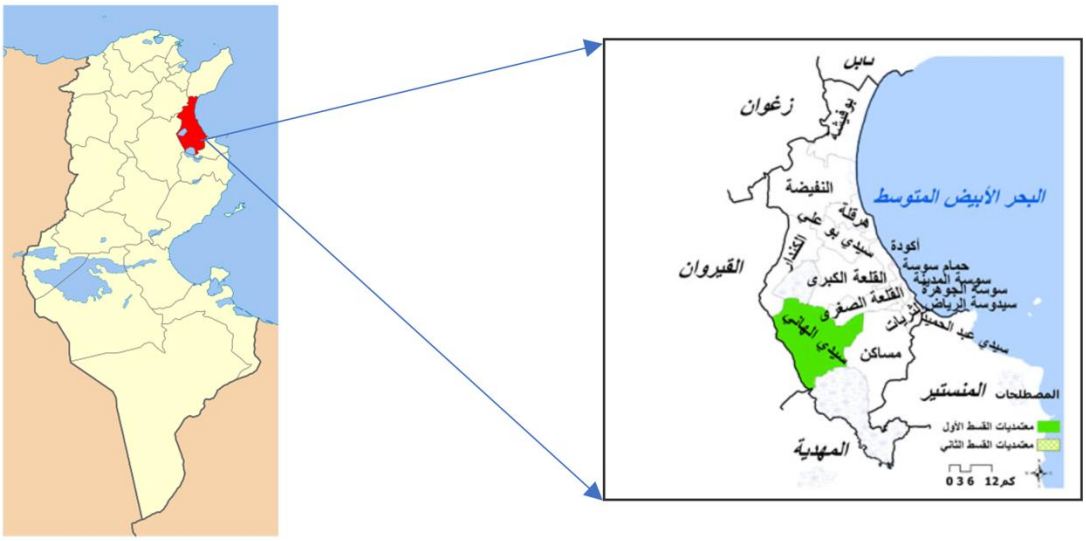
ولاية سوسة

تقع ولاية سوسة على الساحل الشمالي الشرقي للبلاد التونسية كما هو موضح في الخريطة (الشكل 14) على مساحة تبلغ 6192.64 كيلومتر مربع. كما يقدر طول ساحل الولاية ب 75 كم. يحدها من الشمال ولاية نابل ومن الغرب ولايتي زغوان والقيروان ومن الجنوب ولاية المنستير. تضم الولاية762,281 ساكنا موزعين على 16 معتمدية و104 عمادة. كما تضم الولاية 16 بلدية و8 مجالس بلدية. ويتمتع 99.8% من السكان بخدمة الشبكة الكهربائية، و96.4% بالماء الصالح للشراب (96.2% موصولون بالشبكة)، و97.4% بخدمات الصرف الصحي (88.9% موصولون بشبكة الصرف الصحي). ويغطي الديوان الوطني للتطهير 14 معتمدية، ويقدم خدمات لما يقدر622 ألف متساكن (من بين 699 ألف في منطقة عمله). كما يقدر طول شبكة الصرف الصحي في الولاية ب 1395 كم مزودة ب 100424 صندوق ربط. ويتم توفير حاجيات الولاية من المياه بنسبة 72 % من خارج الولاية (مياه سطحية) و24% من موارد جوفية ذاتية بالولاية و 3% موارد جوفية من خارج الولاية وتمثل حاجيات مياه الشرب ما يقارب 38% من مجمل الحاجيات المائية لولاية سوية يتم توفير 87% منها عبر تعبئة الموارد المائية السطحية من خارج الولاية كما تم ذكره سابقا.

منطقة الدراسة

تضم منطقة الدراسة المشمولة بالخطة المطورة ضمن هذه الوثيقة كل من سوسة المدينة والجوهرة وسيدي عبد الحميد والثريات والزاوية والرياض. وتشير آخر أرقام المعهد الوطني للإحصاء (2024) إلى أن هذه المنطقة تضم ما يزيد عن

308 ألف ساكن موزعين كما يلي: 32220 نسمة يقطنون سوسة المدينة و71464 نسمة يقطنون الرياض و97535 يقطنون الجوهرة و57691 نسمة يقطنون سيدي عبد الحميد و49130 نسمة يقنطون الزاوية والقصيبة الثريات. وتتميز



الشكل 14. موقع ولاية سوسة في الجمهورية التونسية

الولاية بشكل عام بمناخ متوسطي شبه جاف مع معدل تساقط أمطار بمعدل 328 مم سنويا حيث يبلغ معدل الأيام المطرية 69 يوماً تمتد من أيلول إلى أيار مع أنماط غير منتظمة لتساقط الأمطار كما هو مبين في الجدول (14).

جدول14 . معدل التساقط المطري وعدد الأيام الممطرة في ولاية سوسة/ جمهورية تونس

الشهر	أيلول	تشرين أول	تشرين ثاني	كانون أول	كانون ثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	المجموع
معدل تساقط الأمطار	41,6	51,5	33,3	39,9	37,7	34,5	29,7	28,4	26,1	7,1	1,2	7,4	
عدد الأيام الممطرة(مم1<)	5	6	7	8	8	7	8	7	5	4	1	3	**69**

المصدر: المعهد الوطني للرصد الجوي (محطة سوسة، معدل تسجيلات ل60-75 سنة)

وتتراوح درجات الحرارة المسجلة بين 11.5°C خلال شهر كانون ثاني و 26.6°C خلال شهر آب بناءً على المعدل الشهري. كما تسجل الولاية معدلات تبخر عالية، ويبين الجدول (15) درجات العجز المائي المعرفة بالفرق بين معدلات تساقط الأمطار ومعدلات التبخر.

جدول 15. العجز المائي في ولاية سوسة

الشهر	أيلول	تشرين أول	تشرين ثاني	كانون أول	كانون ثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب
معدل تساقط الأمطار	41.6	51.5	33.3	39.9	37.7	34.5	29.7	28.4	26.1	7.1	1.2	7.4
معدل التبخر	123	99	61.5	41.5	43	60.5	78	98	139	157.5	183.5	159
العجز المائي	-81.4	-47.5	-28.2	-1.6	-22.8	- 26	-48.3	-69.6	-112.9	-150.4	-182.3	-151.6

ويؤدي ضعف وانعدام الانتظام في تساقط الأمطار مع ارتفاع درجات الحرارة إلى زيادة هشاشة النظم الايكولوجية مما يؤثر على نمو الزراعات ومرونة النظام الزراعي. كما يعكس هذا العجز المائي التأثيرات على تطوير الفلاحة في المنطقة، ويؤدي إلى إلزامية اللجوء إلى الري لاستدامة قطاع الزراعة.

وتسود الأنظمة الرباعية (quaternary deposits) والبليوسين المبكر (Pliocene and Miocene formations) على التكوين الجيولوجي في المنطقة حيث تتكون رواسب العصر الرباعي من الرواسب الطممية 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 لمياه الري. كما يضم الخزان الجوفي طبقة كتيمة تتميز بعمقها مما يجعل تكلفة الوصول إليها مرتفعة (حسب العمق) علما بأنها ذات نوعية أفضل من الطبقة العلوية.

الموارد المائية بالولاية

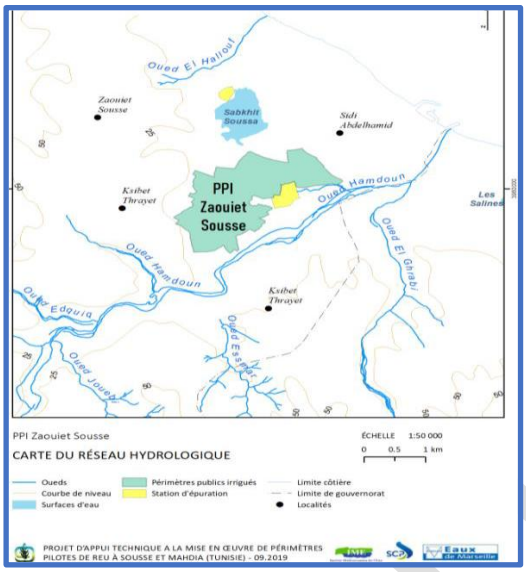
تقسم الموارد المائية على مستوى ولاية سوسة إلى موارد مياه سطحية وموارد مياه جوفية. وتعاني المياه السطحية في منطقة الدراسة من التلوث نتيجة لعدة عوامل منها طرح المياه العادمة الصناعية والمياه العادمة المنزلية الناتجة عن المناطق غير المخدومة بشبكة صرف صحي إلى مجاري السيول والأودية. ويضاف إلى ذلك المياه المعالجة الناتجة عن محطات التطهير في الولاية وعلى وجه التحديد محطتي سوسة الجنوبية وسوسة حمدون اللتين تقعان ضمن الحدود التي وضعها فريق إعداد الخطة لمنطقة الدراسة وسيتم وصفهما لاحقا بصورة تفصيلية. بينما يصب عدد آخر من محطات التطهير ومن ولايات أخرى في مجاري الأودية الواقعة في منطقة الدراسة. كما تستقبل هذه الأودية بعض النفايات الصلبة وأبرزها مخلفات البناء والهدم حيث أنها تساهم في تغيير ميلان الوديان في بعض الأماكن مما يؤدي إلى ركود المياه وتكاثر البعوض والحشرات

الناقلة للأمراض وخصوصا للمتساكنين على مجاري هذه الأودية. وعليه، وجب التنويه إلى أن حصر خطة إدارة المخاطر بنظام الصرف الصحي (مدار بحث هذه الوثيقة) قد يؤدي إلى قصور في الفائدة المرجوة عند وضع مخرجات هذه الخطة حيز التنفيذ. ولذلك فإنه من الضروري اعتبار مخرجات الخطة على أنها مخرجات مرحلية بحاجة لتوسيع زاوية النظر بحيث تشمل خطة متكاملة لتقييم وإدارة المخاطر الناتجة عن النفايات الأخرى سابقة الذكر وعن المياه المعالجة الناتجة عن جميع المحطات التي تقوم بطرح مياهها في مجاري الأودية التابعة لمنطقة الدراسة.

المياه السطحية

يعتبر وادي حمدون ووادي الحلوف من أهم المجاري المائية بمنطقة الدراسة (الشكل 15). ويبلغ طول وادي حمدون حوالي 23 كلم يشق خلالها مدن مساكن والثريات والمسعدين والقصيبة وسوسة ويمر بالقرب من المنطقة السقوية في الزاوية ومن محطة التطهير سوسة حمدون قبل أن يصل للبحر. كما يمثل مصبا للمياه المعالجة المتأتية من محطات التطهير بالساحلين والدخيلة والوردانين (التابعون لولاية المنستير خارج حدود منطقة الدراسة) وبمساكن وسوسة حمدون وذلك بمعدل تدفق بقيمة 34 ألف م^3/اليوم. كما تسكب العديد من الوحدات الصناعية المياه العادمة في مجرى الوادي كشركة الساحل للجلود بمساكن ومصنع الخرسانة بمعدل تدفق قيمته 900 م^3/اليوم ومياه التبريد المتأتية من محطة توليد الكهرباء بسيدي عبد الحميد بمعدل تدفق قيمته 130 ألف م^3/اليوم. هذا بالإضافة إلى المياه المستعملة غير المعالجة المتأتية من السكب العشوائي لبعض المنازل غير المرتبطة بشبكة التطهير وبكميات يومية تقدر ب 100 م^3.

وأما بالنسبة لوادي الحلوف فقد استقبل في الفترة الواقعة بين عامي 1980 ولغاية 2018 المياه المعالجة الزائدة عن حاجيات المنطقة السقوية في الزاوية (سيتم وصفها لاحقا) عن طريق قناة صرف مغلقة. حيث ترتب عن هذه العملية روائح كريهة وتكاثر للبعوض على مستوى الوادي كانت مصدر إزعاج للمتساكنين خاصة وأن الوادي يمر عبر مناطق سكنية قبل أن يصب في البحر الأبيض المتوسط. ولقد قامت السلط الجهوية سنة 2018 بتحويل مياه مخرج محطة سوسة الجنوبية إلى محطة سوسة حمدون بموجب قرار جهوي اتخذ بالتنسيق مع الديوان الوطني للتطهير دون التنسيق مع مجمع التنمية الفلاحية للمنطقة السقوية في الزاوية وذلك عقب دخول محطة التطهير سوسة حمدون حيز الاستغلال.



الشكل 15. خريطة المياه السطحية في منطقة الدراسة في ولاية سوسة (الخريطة الفلاحية الجهوية، غير محينة)

المناطق الرطبة

تضم ولاية سوسة العديد من المناطق الرطبة أغلبها سباخ فيما يشكل بعضها أهم المناطق الرطبة في البلاد ونذكر منها: سبخة الكلبية وسبخة حلق المنزل، وهي مصنفة ضمن اتفاقية "رامسار" للمناطق الرطبة ذات الأهمية الدولية. ونذكر كذلك سبخة سيدي الهاني وسبخة آسا جريبية (النفيضة). بينما تقع سبخة الحمادة الشرقية على الحدود الجنوبية لمحطة تطهير سوسة حمدون وشمال المنطقة السقوية الزاوية وضمن منطقة الدراسة. وتتأثر بمختلف الأنشطة المتعلقة بإدارة المياه العادمة المنقولة بالصهاريج. كما تعاني السبخة من سكب عدة نفايات منها مياه صناعية وفضلات صلبة حيث تقلصت مساحة السبخة بسبب الردم بفضلات البناء.

المياه الجوفية

تعتبر المائدة المائية "synclinal de Msseken" أهم مائدة جوفية قريبة من السطح في منطقة الدراسة وتقع على عمق يتراوح بين 35 و55 متر (الشكل 16). وتتراوح ملوحة هذه المياه بين 1 و 7 غ/لتر يتم استغلالها في الري عن طريق 524 بئرا تم إحصاؤها سنة 2022. وتعتبر هذه المائدة المائية جزءاً من خزان سوسة–المنستير المائي الجوفي حيث تساعد التركيبة الجيولوجية في المنطقة على تغذية المياه الجوفية وإعادة التعبئة خصوصا في المناطق التي تحتوي على تشققات.

ولقد شهد مستوى المائدة هبوطا متواصلا خاصة في ظل تواتر سنوات الجفاف وارتفاع الاستهلاك بالإضافة إلى انتشار ظاهرة الحفر العشوائي. يوضح الجدول (16) كميات المياه المستغلة التي يتم ضخها من هذه المائدة مقارنة بالاستخدام

الآمن والمقدر ب 1.3 مليون متر مكعب سنويا حيث بلغت كمية المياه المستغلة لعام 2015 ما مقداره 2.3 مليون متر مكعب سنويا مما تسبب في إجهاد مائي للمائدة المائية بنسبة 177٪ من حد الاستخدام الآمن.

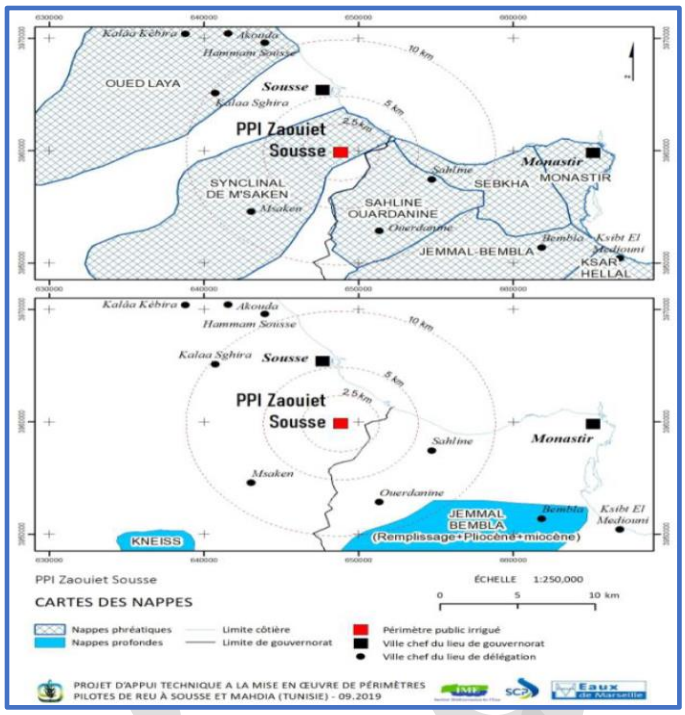
جدول 16. كمية الموارد المائية المستغلة من الموائد الجوفية في منطقة الدراسة

السنة	2000	2005	2010	2015
الموارد المائية المتجددة للمائدة (م م^3/السنة)	1.3	1.3	1.3	1.3
الكميات المستغلة (م م^3/السنة)	1.47	2.62	2.2	2.3
نسبة الاستغلال %	113	202	169	177

ولقد تم القيام بتحاليل مخبرية للتثبت من نوعية المياه المستغلة في الري والمتأتية من المائدة القريبة من السطح وذلك على مستوى بئر مراقبة بضيعة بن خليفة وعلى عينة تم أخذها بتاريخ 24 /2024/07 حيث تبين ارتفاع نسبة ملوحة المياه والمواد الصلبة العالقة TSS بالإضافة لوجود مؤشرات تلوث بمواد عضوية بالنظر إلى نتائج قياس كل من الطلب البيولوجي للأوكسيجينBOD والطلب الكيميائي للأوكسيجين COD. كما تم القيام بتحاليل على مستوى عين طبيعية بمنطقة الدراسة تسمى عين حمدون الثريات حيث تم أخذ عينة بتاريخ 2024/04/08 وأشارت إلى ارتفاع في مستوى الملوحة بينما تشير نتائج الطلب البيولوجي للأوكسجين والطلب الكيميائي للأكسجين إلى انخفاض مؤشرات التلوث بمواد عضوية.

وعلى كل الأحوال فإن مياه المائدة الجوفية تتميز بملوحة تتراوح بين 0.6 و2.5 غ/لتر في الجزء العلوي من المائدة المائية (upstream) بينما تتزايد هذه القيمة كلما اتجهنا ناحية البحر (downstream) وبنسب ملوحة تراوحت بين 3.25 و7 غ/لتر. ومما تجدر الإشارة إليه أن المنطقة السقوية الزاوية والتي سيتم وصفها لاحقا تقع قريبا جدا من البحر وبالتالي فإن خطر تأثير المنطقة السقوية على تملح المياه الجوفية يعتبر هامشيا خاصة وأن ملوحة المياه المعالجة الناتجة من محطة التطهير سوسة الجنوبية تتراوح بين 1.6 و2.5 غ/لتر.

ويتميز الخزان الجوفي العميق الموضح في الشكل (16) بنوعية مياه أفضل من الطبقة العلوية وذلك نظرا لحمايته بصورة طبيعية بطبقة عازلة لكن تكلفة الوصول لهذه المياه مرتفعة نظرا لتواجدها على أعماق مرتفعة كما تم ذكره سابقا.



الشكل 16. الموارد المائية في منطقة الدراسة في سوسة

وصف خدمات مياه الشرب بمنطقة الدراسة

تتزود منطقة الدراسة بمياه الشرب عن طريق الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه وتبلغ نسبة التزود ما يقارب 100% بما أن منطقة الدراسة مصنفة حضرية. هذا وتجدر الإشارة إلى أن حاجيات مياه الشرب بولاية سوسة تقدر ب 48 مليون متر مكعب سنويا يتم تأمين87 % منها عن طريق تحويل مياه أقصى الشمال (مياه السدود الموجودة شمال البلاد حيث تسجل أهم التساقطات أو أعلى نسب التساقطات بالبلاد) و10 % منها عن طريق استغلال الموارد المائية الجوفية التي يتم تحويلها من ولاية القيروان وأما البقية والمقدرة ب 3 % فإنه يتم تزويدها عن طريق موارد مائية جوفية محلية خاصة بالمناطق الريفية بمعتمديات الكندار والنفيضة وسيدي الهاني. هذا ويواجه قطاع الماء الصالح للشرب بالمنطقة تحديات هامة خاصة على مستوى تحقيق الموازنة بين العرض والطلب في ظل تزايد الطلب على المياه والضغط على الموارد المتأتية أساسا من خارج الجهة وعلى مستوى توفير مياه ذات نوعية جيدة وتحسين الخدمات وتحقيق العدالة في التزود بين المناطق الحضرية والريفية وبين القطاعات الاقتصادية وتنويع وتنمية مصادر المياه. ويتم في هذا الاطار حاليا إنشاء محطة لتحلية مياه البحر بمنطقة الدراسة (سوسة سيدي عبد الحميد) بطاقة إنتاج تبلغ 50 ألف متر مكعب في اليوم ومن المؤمل استغلال هذه المحطة هذا العام. هذا وتقدر الكميات المستهلكة من مياه الشرب بمنطقة الدراسة 13.5 مليون $م^3$ عام 2022 حيث يمثل الاستهلاك المنزلي ما نسبته 85 % والاستهلاك السياحي ما نسبته 6% والاستهلاك الصناعي ما نسبته 4 % بينما تشكل الاستهلاكات الأخرى ما نسبته 5%. ويمثل الجدول رقم (17) توزيع الاستهلاك المنزلي للسكان والاستهلاك الصناعي والسياحي والاستهلاكات الأخرى الثانوية من مياه الشرب حسب المنطقة وذلك لسنة 2022.

جدول 17. توزيع استهلاك مياه الشرب في منطقة الدراسة سوسة بين القطاعات المختلفة

ع/ر	المنطقة	الاستهلاك المنزلي (م م^3)	الاستهلاك الصناعي 2020 (م م^3)	الاستهلاك السياحي (م م^3)	الاستهلاكات الأخرى (م م^3)	المجموع (م م^3)
1	سوسة المدينة	2656	80	862	260	3858
2	سوسة الرياض	1480	135		55	1670
3	سوسة الجوهرة	4193	130		240	4563
4	سيدي عبد الحميد	2010	185		100	2295
5	الزاوية والقصيبة والثريات	1113	7		62	1182
	المجموع (م م^3)	11452	537	862	717	13568

المصدر : التقرير السنوي للمندوبية العامة للتنمية–ولاية سوسة 2022

خدمات التطهير بمنطقة الدراسة

شبكات الصرف الصحي ومحطات الرفع

تخضع شبكة الصرف الصحي (تجميع المياه العادمة) وشبكة التحويل إلى عدة تغيرات وإعادة تأهيل شاملة ستظهر مخرجاتها خلال الفترة القليلة القادمة. هذا ويبلغ عدد المنتفعين بخدمات التطهير بمنطقة الدراسة وفقا للتقرير السنوي للمندوبية العامة للتنمية حوالي 136 ألف منتفعا سنة 2022 (وصلة). ويبلغ عدد محطات الرفع للمياه المستعملة 5 محطات كما يناهز طول الشبكات 577 كلم (قنوات بلاستيكية وإسمنتية ذات قطر يتراوح بين 250 مم و1400 مم وبعمق يتراوح بين 1.5 م و6 م) موزعة حسب المدن كما هو موضح في الجدول رقم (18) والشكل رقم (17).

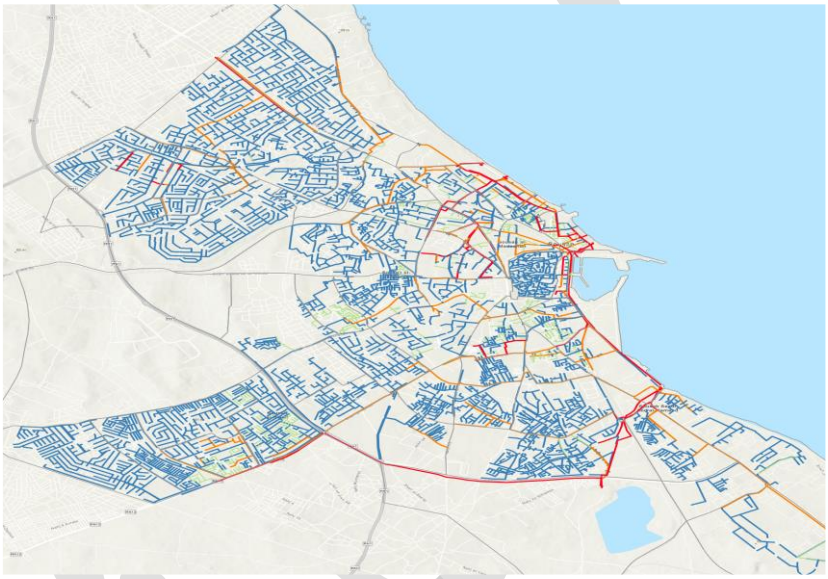
جدول 18. عدد المنتفعين بشبكة صرف صحي في منطقة الدراسة سوسة موزعة حسب المناطق

المدن المخدومة	عدد المنتفعين	عدد محطات الضخ/الرفع	طول الشبكات (كم)
سوسة	121200	21	467.312
القصيبة الثريات	3120	4	30.294
زاوية سوسة	7023	4	49.967
الزهور	4139	1	29.632
المجموع	135482	30	577.205

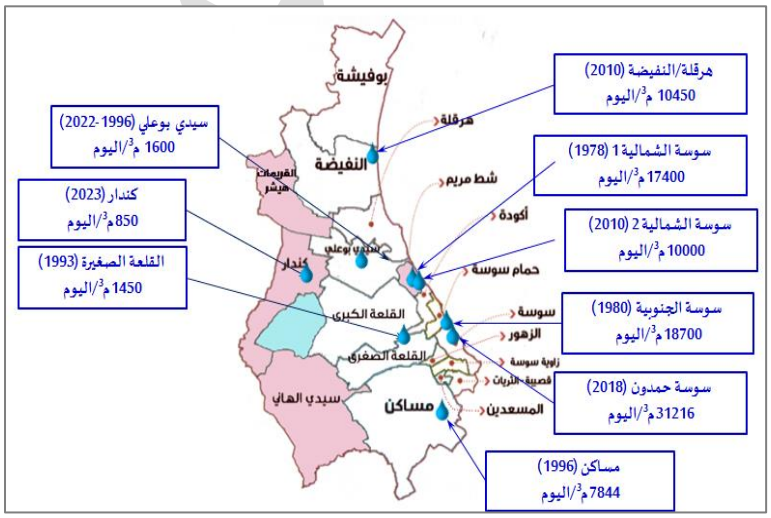
المصدر : المندوبية العامة للتنمية تقرير سنوي لسنة 2022.

محطات المعالجة التي تم التعامل معها في المرحلة الحالية

تضم ولاية سوسة عموما تسع محطات تطهير كما هو موضح في الشكل (18) حيث تتم خدمة السكان داخل منطقة الدراسة عن طريق محطتي تطهير هن محطة التطهير بسوسة الجنوبية التي دخلت حيز الاستغلال سنة 1980 بطاقة 18 ألف متر مكعب يوميا وبمعالجة ثنائية ومحطة التطهير سوسة حمدون التي دخلت حيز الاستغلال سنة 2018 بطاقة 32 ألف متر مكعب يوميا وبمعالجة ثلاثية كما هو موضح في الجدول رقم (19).



الشكل 17. شبكة الصرف الصحي في منطقة الدراسة في سوسة. المصدر: بوابة الجغرفة الرقمية لبلدية سوسة



الشكل 18. مواقع محطات التطهير بولاية سوسة

جدول 19. محطات التطهير العاملة في منطقة الدراسة

محطات التطهير	كميات المياه المنتجة (ألف متر مكعب في السنة)	أنواع السكب (Eq/hab)
حمدون	7304	الصرف الصحي 248010 مياه السكب الصناعي: 4790 مياه السكب السياحي 24000
سوسة الجنوبية	2602	الصرف الصحي: 334650 مياه السكب الصناعي: 28190 مياه السكب السياحي: 32910

المصدر : الديوان الوطني للتطهير –جويلية 2024.

محطة سوسة الجنوبية

صُممت المحطة على تدفق 18700 م^3/يوم وعلى حمل عضوي مقداره 13000 كغم BOD/يوم وذلك لخدمة ما يقارب 325 ألف نسمة، ولتطهير مدينة سوسة وحوض التجميع للأودية بليبان والحلوف. وقارب تدفق المياه العادمة إلى داخل المحطة 30000 م^3/يوم قبل عام 2018 بحيث أصبحت تعمل بطاقة تتعدى طاقتها الاستيعابية مما كان له تأثير كبير على نوعية المياه المنتجة (الجدول 20). ولقد ساهم تشغيل محطة المعالجة سوسة حمدون في تخفيف الضغط عن محطة سوسة الجنوبية حيث أصبحت تستقبل تدفقاً يتراوح بين 10000-15000 م^3/يوم مما أثر بصورة ملحوظة على رفع كفاءتها (الجدول 20) ومطابقتها لمعايير إعادة الاستخدام. وتشكل المياه العادمة البلدية ما نسبته 25% من التدفق، فيما تشكل المياه العادمة الناتجة عن السياحة ما نسبته 52% من التدفق، وكلاهما يعتبر مياه عادمة منزلية، بينما تمثل المياه العادمة الصناعية ما نسبته 23%. هذا مع العلم بأن هذه النسب تكافئ تقريبًا 271 ألف نسمة من السكان القاطنين في المدينة، وما يقارب 31 ألف سائح، بالإضافة إلى 23 ألفًا عند احتساب الكميات الناتجة عن الصناعة مما قد يفسر تراكيز الملوثات العضوية الداخلة للمحطة والموضحة في جدول رقم (20). وتتزايد كميات المياه التي تستقبلها المحطة خلال الموسم السياحي مما يتطلب أخذ هذا العامل بعين الاعتبار عند تحديد المخاطر.

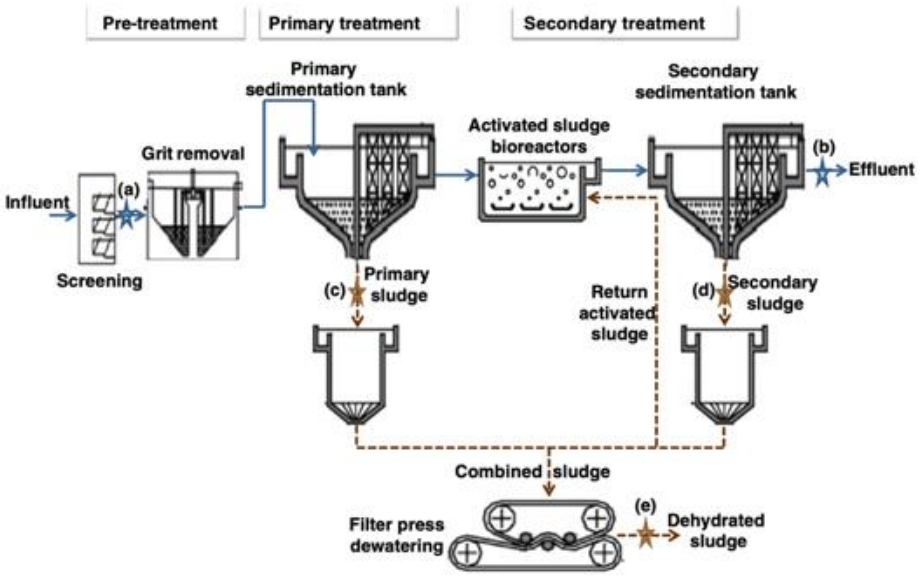
وتتكون المحطة (الشكل 19) من وحدة المصافي ووحدة إزالة الرمال بحجم 240 م^3 ووحدة إزالة الدهون ووحدة الترسيب الأولي التي تتكون من حوضين بسعة 720 م^3 لكل حوض تليها ستة أحواض مزودة بمعدات التهوية بسعة 1200 م^3 لكل حوض ثم حوضي الترسيب الثانوي بسعة 1450 م^3 لكل حوض دون وجود وحدة كلورة. بينما يتم تجميع الحمأة الزائدة من حوض الترسيب الأولي وحوض الترسيب الثانوي في حوضي تجميع (stabilization ponds) بسعة 1600 م^3 لكل حوض يتم بعدها تمريرها على مكبس الترشيح الميكانيكي لتقليل نسبة المياه في الحمأة التي تنقل بعدها الى أحواض تجفيف وعددها 34 حوض بسعة 96 م^3 للحوض ويتم استخدام جزء منها بعد ذلك 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.

جدول 20. الخصائص العامة لمدخل ومخرج محطة سوسة الجنوبية في الفترة الوقعة بين 2016 و 2019

Paramètres	Unité	NT 106-03 (Limit value for reuse)	2016*	2017**	2018*	2019**	Arrêté 26/3/2018 (Limit value for Public water domain)
PH	-	6,5 -8,5	7,57	7,9	7.75	7,8	6,5 - 8,5
COD	mg /l	90	**374**	**428**	**568**	**48**	125
BOD5	mg /l	30	**129**	**160**	**235**	**8**	30
TSS	mg/l	30	**52**	**260**	**260**	**11**	30
Chloride	mg/l	2000	614	580	598,5	774	700
Fluorides	mg/l	3	1,49		0,54		3
P. Organochloines	mg/l	1					1
Arsenic (As)	mg/l	0.1	0,012		<0,0071		0,1
Boron (B)	mg/l	3	2,15		0,72		2,4
Sodium (Na)	mg/l		313,3	388	544,5	558	
Nitrogen NH4	mg/l		109,8	56,6	55,35	**53,8**	5
Cadmium (Cd)	mg/l	0.01	0,0002		<0,003		0,01
Cobalt (Co)	mg/l	0.1	0,058		<0,007		0,5
Chromium (Cr)	mg/l	0.1	0,06		<0,030		0,05 (VI)
Copper (Cu)	mg/l	0.5	0,36		<0,050		2
Iron (Fe)	mg/l	5	0,371		1,04		5(+ Al)
Manganese (Mn)	mg/l	0.5	0,007		0,052		1
Mercury (Hg)	µg/l	1	<1		<0.5		5
Nickel (Ni)	mg/l	0.2	0,095		0,016		0,2
Lead (Pb)	mg/l	1	0,019		0,01		0,1
Selenium (Se)	mg/l	0.05	0,053		<0,025		0,05
Zinc(Zn)	mg/l	5	0,87		0,154		5

وتظهر نتائج التحاليل (الجدول 20) ارتفاعا في مستوى الأمونيوم مما يتوجب أخذ هذه القيمة بعين الاعتبار وبالأخص عند استخدام المسمدات في المنطقة السقوية. كما أظهرت نتائج التحاليل التي قامت بها مصالح المندوبية وإدارة حفظ صحة الوسط وحماية المحيط (الجدول 21) خلو مياه محطة التطهير سوسة الجنوبية من بيوض الديدان المعوية. بينما أظهرت التحاليل وجود عنصري (feacal colliforms, feacal streptococci) وهي نتيجة طبيعية بالنظر إلى طريقة المعالجة التي لا تتضمن وحدة تعقيم مياه المخرج.



الشكل 19. مخطط توضيحي لمحطة سوسة الجنوبية[11]

جدول 21. نتائج التحاليل المكروبيولوجية لمحطة تطهير سوسة الجنوبية

الجهة المسؤولة عن التحليل	مواصفات إعادة الاستخدام NT 106- 03	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بسوسة				إدارة حفظ صحة الوسط وحماية المحيط	
		2016	2017	2018	2019	2014	2018
helminthe eggs	< or= 1/l	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
feacal streptococci	غير ملزم					غير مطابق (مواصفات السكب في المحيط)	غير مطابق (مواصفات السكب في المحيط)
feacal colliforms	غير ملزم					غير مطابق (مواصفات السكب في المحيط)	غير مطابق (مواصفات السكب في المحيط)
Salmonella	غير ملزم					لا يوجد	لا يوجد
Vibrio cholerae	غير ملزم		لا يوجد		لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد

[11] 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

محطة سوسة حمدون

تبلغ الطاقة التصميمية لمحطة سوسة حمدون 31216 م^3 يوميًا وبحمل عضوي تصميمي بقيمة 13203 كغم BOD/يوم، مع طاقة قصوى تقدر ب 3895 م^3 /الساعة ودخلت حيز الاستغلال سنة 2018 بعقد (BOT). وتقع المحطة في جنوب شرق سوسة، وهي محاذية للمنطقة السقوية الزاوية وتستقبل حاليًا ما يقارب 25000 م^3 يوميًا 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 248010 نسمة من سكان المنازل و4790 مكافئ نسمة من مياه السكب الصناعي، بالإضافة إلى 24000 مكافئ نسمة من السواح.

ووفقا للمعلومات الواردة من مدير المحطة ومسؤول السلامة المهنية فإن نسبة المياه الصناعية تبلغ 15% تقريبا من مياه المدخل يأتي معظمها من المنطقة الصناعية المجاورة للمحطة والتي تتكون من صناعات تتنوع بين كيماوية وغذائية وصناعة النسيج ومواد التنظيف بالإضافة إلى صناعات ألمنيوم وصناعات معدنية أخرى 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 في زيادة كميات التدفق للمحطة.

وتتكون المحطة من وحدة مصافي ووحدة إزالة الرمال ووحدة إزالة الدهون وأحواض ترسيب أولية (المعالجة الأولية) تليها أحواض التهوية تم أحواض الترسيب الثانوي (المعالجة الثانوية) ويتم بعدها معالجة المياه ثلاثيا لإزالة الملوثات الجرثومية عن طريق وحدة فلترة رملية تليها عملية التعقيم عن طريق الأشعة 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. ويبلغ متوسط زمن بقاء الحمأة في الأحواض 6.62 يوم (درجة حرارة المياه 15 °C). كما يوجد في المحطة هاضم لاهوائي لمعالجة الحمأة لكنه ما زال في طور التسليم وتحت التجربة علما بأنه تم التخطيط للتثمين الطاقي للحمأة عن طريق التوليد المشترك (co-generation). ويوضح الشكل (20) وحدات المحطة المختلفة. وحسب المعلومات التي تم الحصول عليها من مدير المحطة فإنه لا يتم حاليا 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. كما يتم نقل المخلفات الناتجة عن المصافي 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.

الشكل 20. وحدات محطة سوسة حمدون لتنقية المياه العادمة

ويمثل الجدول (22) أهم الخصائص التشغيلية لمحطة سوسة حمدون خلال السداسي الأول لسنة 2024 (الديوان الوطني للتطهير):

جدول 22. الخصائص التشغيلية لمحطة سوسة حمدون خلال السداسي الأول لسنة 2024

	كمية المياه المعالجة م³/شهر	كمية المياه المعاد استعمالها للري م³/شهر	نسبة إعادة استعمال المياه المعالجة	الحمولة العضوية المعالجة كغ من BOD5 في اليوم	كمية الحمأة المجففة المنتجة م³/الشهر
جانفي	777568	50220	6,46	9506,4	96
فيفري	659631	88390	13,40	6591,8	1416
مارس	669209	95210	14,23	8429,9	1670
أفريل	682405	58680	8,60	9835,5	1704
ماي	725496	72760	10,03	9356,6	1584
جوان	761897	59940	7,87	9277,4	735

كما يظهر الجدول (23) تحصيص المياه بين المناطق المروية وذلك لشهر جوان 2024 حيث بلغت كميات المياه المستصلحة والمستخدمة في الري 59940م^3 تم استغلال معظمها في المنطقة السقوية الزاوية والمنطقة السقوية الثريات بينما تم استغلال جزء بسيط لري المساحات الخضراء داخل محطة التطهير. علما بأن نسبة استغلال المياه المستصلحة في الزراعة ما زالت متواضعة وبحاجة إلى إعادة النظر. ومن الجدير بالذكر أنه لم يتم تضمين المنطقة السقوية في الثريات في هذه المرحلة من الخطة.

جدول 23. تحصيص المياه للمناطق المروية بالمياه المستصلحة

إجمالي كميات المياه المعاد استعمالها للري م³/شهر	59940
المساحات الخضراء الخاصة بمحطة التطهير	720
المنطقة السقوية الزاوية	47430
المنطقة السقوية الثريات	11790

ويوضح الجدول (24) نوعية المياه المنتجة في محطة سوسة حمدون خلال السداسي الأول لسنة 2024. حيث تشير النتائج لمطابقة نوعية المياه المستصلحة حسب مواصفة 26/3/2018 للطرح لمجاري السيول والأودية لكل من الحمل العضوي والمواد الصلبة العالقة. وتجدر الإشارة هنا إلى ضرورة النظر في نوعية مياه المخرج ودراستها على المدى الطويل وذلك للتمكن من تقييم نوعية المخرج. هذا ما العلم بأنه يمكننا الاعتماد البيانات الحالية في عملية التخطيط لسلامة استخدام المياه كونها عملية مستمرة وبحاجة الى متابعة وتحديث مستمر بناءً على المستجدات أو بناءً على اعتماد دورية متفق عليها لإعادة تقييم الخطة والإجراءات المتبعة للحد من المخاطر.

جدول 24. نوعية المياه المستصلحة في محطة سوسة حمدون خلال السداسي الأول لسنة 2024

الشهر	BOD (mg O_2/l)		COD (mg O_2/l)		TSS (mg /l)		المردودية (%)
	مدخل المحطة	مخرج المحطة	مدخل المحطة	مخرج المحطة	مدخل المحطة	مخرج المحطة	
جانفي	379	15,8	831	50,8	521,8	8	**94%**
فيفري	289,8	14	875,6	81,8	541	27	**91%**
مارس	390,5	16	1059	62	557,5	25	**94%**
أفريل	430,5	32,7	1112,6	94,3	628,2	27	**92%**
ماي	399,8	16,5	951,8	70,8	432,2	21,3	**93%**
جوان	365,3	19,8	861,1	60,3	488,3	20	**93%**

وكما تم ذكره سابقا، فإنه يبدو أن نفايات الهدم والبناء تشكل تحديا حقيقيا حيث وثقت الزيارة الميدانية لمحطة سوسة حمدون وما حولها وجود أكوام من هذه المخلفات بالإضافة لنفايات صلبة أخرى (بلاستيكية وعضوية وغيرها) في محيط المحطة كما هو موضح في الشكل رقم (21).

الشكل 21. مثال من أكوام الأنقاض والمخلفات على طول الطريق الفرعي المؤدي لمحطة سوسة حمدون

وبناءً على ما سبق ذكره، فإنه يمكننا القول بأن مخارج محطتي التطهير سوسة الجنوبية وسوسة حمدون مطابقة للمواصفات الخاصة بنوعية المياه المستصلحة والتي يسمح بطرحها في مجاري الأودية والوديان كما هو موضح في المعدلات السنوية

المدرجة في الجدول (25). بينما تشير بعض النتائج إلى تجاوزات في الامونيوم في مخرج محطة سوسة الجنوبية كما تم مناقشته سابقا. هذا وتجدر الإشارة إلى ضرورة النظر بالتغيرات التي تطرأ على نوعية المياه في مواسم السياحة وربما أيضا مواسم استخلاص زيت الزيتون علما بأن النتائج الأولية التي تم الحصول عليها والمذكورة في هذه الوثيقة تشير إلى أن المخاطر الصحية والبيئية الأعلى تتأتى من تلوث مجاري وادي حمدون ووادي الحلوف الناتج عن مصادر نفايات سائلة وصلبة بدرجة تتجاوز بمراحل المياه المستصلحة.

جدول 25. نوعية المياه على مستوى مداخل ومخارج محطات المعالجة

	BOD5		COD		TSS	
	بالمدخل	**بالمخرج**	**بالمدخل**	**بالمخرج**	**بالمدخل**	**بالمخرج**
سوسة حمدون	400	18	916	62	482	20
سوسة الجنوبية	394	37	834	97	415	39

الديوان الوطني للتطهير : معدلات سنوية.

النشاط الصناعي بمنطقة الدراسة

تضم منطقة الدراسة 132 وحدة صناعية مختلفة منها 26 وحدة صناعية كيميائية و28 وحدة لصناعة النسيج والملابس ووحدة صناعية لصناعة الجلود والأحذية و24 وحدة صناعات غذائية (تقرير المندوبية العامة للتنمية لسنة 2022). هذا زيادة على الوحدات الصناعية العشوائية داخل المدن والتي لا تتوفر إحصائيات بشأنها والتي تقوم بالسكب بشبكات التطهير أو بالوسط الطبيعي بصفة عشوائية. ويتم تقدير كميات مياه الصرف الصناعي وفقا لاستهلاك مياه الشرب إذ تتم فوترة معاليم التطهير وفقا لكميات مياه الشرب المستهلكة (يتم استخلاص مياه الشرب ومعاليم التطهير في نفس الفاتورة). كما يقوم بعض الصناعيين بسكب المياه الصناعية مباشرة بمحطات التطهير عن طريق الصهاريج المجرورة مقابل معلوم يتم دفعه ويمكن في هذه الحالة تقدير الكميات وتوقع الأثر الذي تحدثه هذه المياه على أداء المحطة.

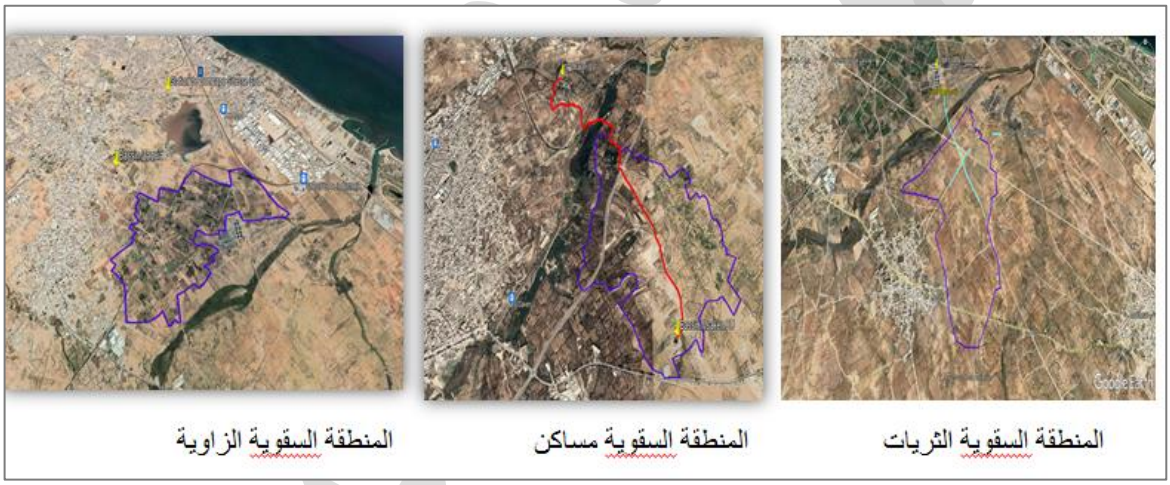
إعادة الاستخدام

مقدمة عامة

يمثل رفع إمكانيات الولاية في إعادة تدوير المياه المعالجة من بين أولويات المخططات الاستراتيجية القطاعية كما تم ذكره سابقا. ويظهر الجدول (26) الامكانيات الحالية لإعادة استخدام المياه المنتجة، بينما يتم سكب باقي الكميات في الوسط المتلقي (الأودية ثم البحر). كما يوضح الشكل (22) المناطق السقوية في جنوب الولاية. ولقد قام فريق إعداد الخطة بالتركيز على المنطقة السقوية في الزاوية وذلك كخطوة مرحلية في إدارة المخاطر المتعلقة بإعادة الاستخدام وفي ما يلي وصف مفصل للمنطقة السقوية في الزاوية.

جدول 26. مشاريع إعادة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة في ولاية سوسة

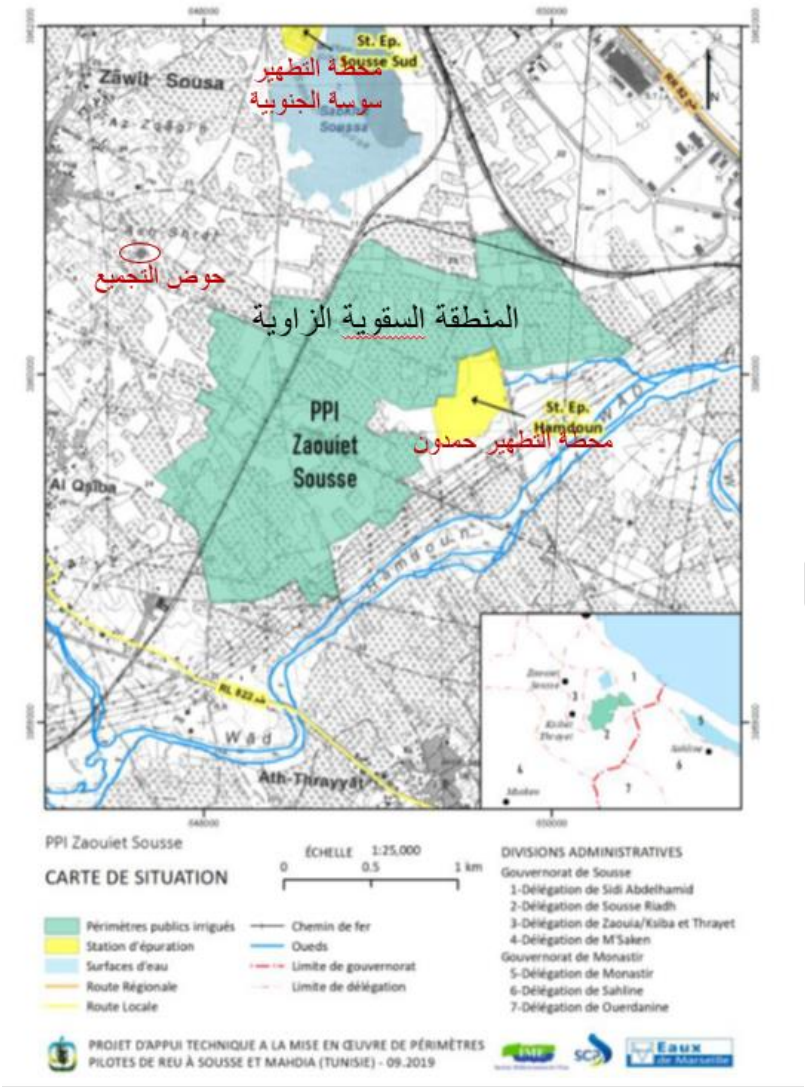
محطة التطهير	المياه المنتجة	المياه المعالجة التي يتم إعادة تدويرها	مجال إعادة الاستخدام	عدد المنتفعين
سوسة الشمالية 2	10000م^3/اليوم	6000 م^3/اليوم	ملاعب القولف	
سوسة الجنوبية **سوسة حمدون**	18700م^3/اليوم 31216م^3/اليوم	1041	المنطقة السقوية الزاوية (1984) مساحة 257 هك	233
مساكن	7844م^3/اليوم		المنطقة السقوية مساكن (2003) مساحة 165 هك	143
سوسة حمدون	31216م^3/اليوم		المنطقة السقوية القصيبة (2022) مساحة 200هك (المساحة المستغلة لا تتعدى 87 هك)	20



الشكل 22. المناطق السقوية في جنوب ولاية سوسة

موقع إعادة الاستخدام في الزاوية

تقع المنطقة السقوية في معتمدية الزاوية، قصيبة الثريات على بعد كيلومترين من محطة التطهير سوسة الجنوبية و5 كم من سوسة المدينة كما هو موضح في الشكل (23). ويقع تزويد المنطقة السقوية بالمياه من محطة سوسة الجنوبية عبر خزان تجميعي كما توضحه الخريطة وذلك منذ تهيئة المنطقة السقوية عام 1980. واستمر الحال على ما هو عليه بعد دخول محطة التطهير سوسة حمدون حيز الاستغلال عام 2018، حيث اعتبرت مصدرا تكميليا للمياه مع بقاء المصدر الأساسي وهو مياه مخرج سوسة الجنوبية.



الشكل 23. خارطة توضح المنطقة السقوية في الزاوية ضمن منطقة الدراسة

ولقد تمت دراسة الجدوى الاقتصادية للتحول لزراعة القطن سنة 1983 بهدف اعتماد الري بالمياه المعالجة بدلا عن ري الزياتين ولكن عدة أسباب حالت دون هذا التحول لعل أهمها انخفاض مردودية نظام المعالجة والانقطاعات المتكررة لمياه الشرب وبالتالي عدم انتظام تدفق المياه المعالجة مما لا يتناسب مع زراعة القطن.

تبلغ مساحة المنطقة السقوية بزاوية سوسة 257 هكتار مهيأة ومروية. حيث تمت إدارتها في البداية من قبل المصالح الحكومية المحلية. ولقد لوحظ تطور هام في كميات المياه المعالجة المستعملة خلال العقد الأخير تم فيه التركيز على الزراعات العلفية مع الزياتين المروية حيث ارتفعت المردودية الانتاجية بشكل ملحوظ، تبعها إدخال تربية الأبقار كنشاط فلاحي مندمج.

ولقد تم اعتماد تعريفة منخفضة للغاية (20 مليم/م^3) في إطار تعزيز إعادة تدوير المياه المعالجة، مما أدى إلى استهلاك مفرط للمياه يتجاوز احتياجات النباتات وقدرة التربة على الامتصاص. كما لم يتم تشجيع استخدام تقنيات ري موفرة للمياه في البداية، مما تسبب في ظهور بوادر تغدق الأراضي عام 1996، مصحوبة بتملح التربة وانخفاض جودتها وإنتاجيتها. وبحلول عام 2001، بلغت هذه المشكلات ذروتها في حوالي 60 هكتاراً من الأراضي الواقعة في الجزء السفلي من المنطقة السقوية بالقرب من وادي حمدون والتي أصبحت غير صالحة للزراعة تم بعدها المصادقة على إنشاء شبكة صرف لمياه الري، وتركيبها عام 2005 على مساحة 100 هكتار (المرحلة الأولى)، مما ساهم في استصلاح جزء كبير من الأراضي المتدهورة. خلال الفترة ذاتها، تمت إضافة حوالي 50 هكتاراً تُروى بالمياه المعالجة بشكل غير منظم، ليصبح إجمالي مساحة المنطقة السقوية 257 هكتاراً. وخلال الفترة بين 2015 و2016 تم التركيز على إنشاء الجزء الثاني من شبكة صرف مياه الري، تلتها دراسة حول إعادة تهيئة المنطقة السقوية. علما بأنه تم تسليم إدارة المنطقة رسمياً إلى المجمع المائي (مجمع التنمية الفلاحية) عام 2002 الذي عانى من ضعف الإدارة بعد عام 2010 وأدى إلى عدم التزام المزارعين بالتدابير المتعلقة بكميات المياه وأساليب الزراعة المتبعة. ويبين الجدول (27) كميات المياه التي تم استهلاكها في المنطقة السقوية منذ عام 2012 وحتى عام 2023 والتي تشير الى تراجع في الكميات المستهلكة التي من الممكن أن تكون بسبب تدهور نوعية الأراضي المزروعة نتيجة سوء الإدارة أو ضعف التزويد المائي للمنطقة السقوية.

جدول 27. تطور استهلاك المياه المعالجة بالمنطقة السقوية بالزاوية من سنة 2012 إلى سنة 2023

السنة	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	إلى غاية شهر جوان 2024
الكمية المضخة (م^3)	1162405	1436160	1014610	1151830	954063	419420	487500	226.394	195.840	318.780	921.582	865.320	380.960

تفاصيل إعادة تأهيل المنطقة السقوية

تمت إعادة تأهيل المنطقة السقوية بالزاوية بين عامي 2015 و2018 كما ذكر سابقا وذلك بهدف التحكم في احتساب المياه المستعملة وترشيد استهلاك المياه وزيادة عدد منشآت الري وإنشاء شبكة صرف مياه الري بالمناطق غير المهيئة بغرض التصدي للتغدق المتزايد للأراضي. كما تم بفضلها ضم المناطق السقوية العشوائية التي أحدثت سابقا. إلا أن هذا التأهيل لم يحل دون تواصل الإشكاليات التي تعاني منها المنطقة السقوية منذ سنة 2000 لا بل تفاقمت التحديات بعد عام 2019 جراء إشكاليات أخرى تعلقت باستمرارية التزود وذلك للأسباب التالية:

- انقطاع مستمر لشبكة الكهرباء والذي تتزامن ذروة استهلاك الكهرباء مع ذروة انتاج المياه المستعملة (انقطاع استراتيجي لحماية الشبكة وقت الذروة مع ارتفاع درجات الحرارة عن المعدلات العادية خاصة في فصل الصيف).
- عطب التجهيزات التي تنتج في بعض الأحيان عن الانقطاعات المتكررة لشبكة الكهرباء
- عدم احترام الدورة المائية من قبل بعض المنتفعين
- عدم الالتزام بالإرشادات الفنية التي أوصت بها المندوبية

تجهيزات المنطقة السقوية

يتكفل المجمع المائي (مجمع التنمية الفلاحية) للتصرف في المنطقة السقوية بالزاوية بضخ المياه من محطة المعالجة الى الخزان التجميعي الموجود وسط المنطقة السقوية والذي تقدر سعته ب 2500 م^3 (الشكل رقم 24)، يتم بعدها إيصال المياه للأراضي الفلاحية عبر التدفق بالجاذبية.

محطة الضخ: تضم ثلاث مضخات وواحدة احتياطية بمعدل دفق 70 لتر/ ثانية للمضخة الواحدة وذلك حتى عام 2018. وأما حاليا فإنه يتوفر مضخة واحدة فقط في حالة وظيفية بحيث يتم تزويد الخزان عبر هذه المضخة من محطة التطهير سوسة الجنوبية إلى الخزان بقوة دفق70 لتر/ثانية، ومضخة ثانية بقوة دفق 50 لتر/ثانية من محطة التطهير سوسة حمدون إلى خزان المنطقة السقوية وهذا قد يساهم بتفسير انخفاض كميات المياه التي تزود المنطقة السقوية.

الشكل 24. الخزان التجميعي في منطقة الزاوية والذي يزود المنطقة السقوية بالمياه المستصلحة

شبكة صرف مياه الري

وقع تجهيز المنطقة السقوية الزاوية بشبكة صرف لمياه الري على مساحة 185 هكتار، طولها 12 كم ويقع طرح مياه الصرف الزراعي على مستوى سبخة حمادة الشرقية وكما هو موضح في الجدول (28).

جدول 28. أهم التجهيزات بالمنطقة القوية الزاوية

طول القنوات (شبكة التوزيع)	17.7 كم
شبكة المسالك الفلاحية	12 كم
كاسرات الرياح	*6* كم
سعة الخزان	2500 م^3
شبكة صرف مياه الري	17.7 كم

إدارة المنطقة السقوية

ينتفع 223 فلاح وفلاحة من التزود بالمياه المعالجة في داخل المنطقة السقوية بالزاوية وتمثل النساء ما يقارب من 7,2% من المستفيدين كما وتقتصر الزراعات على الزياتين (70%) والأعلاف (% 30). وتبلغ مساحة المنطقة السقوية بالزاوية 257 هك تجمع بين نوعي المحاصيل المذكورة بحيث يقدر الاستغلال الفلاحي للمساحة المروية (موسم 2024/2023):

- 150 هك أشجار زيتون
- 200 هك أعلاف شتوية
- 190 هك أعلاف صيفية

ويقوم الفلاحون بتربية الأبقار حيث يتم تغذيتها بالأعلاف المنتجة وبيع الحليب الطازج الذي تنتجه الأبقار في السوق المحلي. ويبلغ عدد مربي الأبقار 65 مربي أما عدد الأبقار فيناهز 300 رأس مع تعداد 6000 رأس أغنام و1250 رأس ماعز بمنطقة الزاوية القصيبة الثريات. أما إنتاج الحليب فيبلغ 1850 ألف لتر في السنة وتنتج المنطقة (الزاوية الثريات القصيبة) 100 طن من اللحوم الحمراء سنويا و540 طن من الأعلاف وبين 650 و750 ألف طن من الزيتون. هذا مع العلم بأن كمية الأعلاف التي يتم إنتاجها لا يكفي لتغطية احتياجات الأبقار لأكثر من ثلاثة أشهر تقريبا. وعليه فإن المنطقة السقوية بحاجة إلى دعم بحيث يتم توسيعها لتغطية احتياجات السوق المحلي من الأعلاف بالإضافة إلى بناء قدرات المجمع المائي لإدارة سليمة للمياه المستصلحة.

تسيير شؤون المجمع

تم إنشاء مجمع التنمية الفلاحية للمنطقة السقوية بالمياه المعالجة بزاوية سوسة سنة 2002 حيث تتمثل مهامه في توزيع المياه وصيانة البنية التحتية ومتابعة نوعية المياه على مستوى الخزان. ويتم تغطية أجور العمال من المبالغ المالية التي يتم تحصيلها من الفلاحين المنتفعين. ونظرا للقيمة المتدنية للتعريفة التي يتم اعتمادها، والتي تم تحديدها منذ بداية سياسة التشجيع على استعمال المياه المعالجة ولم تخضع إلا لمراجعة صورية منذ ذلك الحين (من 20 مليم إلى 50 مليم لكل م^3 مما يعادل أقل من سنت)، لم يتمكن المجمع من تغطية مصاريف الأجور والتشغيل. ولهذا السبب تحديدا تم إنشاء جمعية تعاونية للفلاحين سنة 2001، لم يكن الإقبال على المشاركة بها كبيرا نظرا لكثرة التحديات والاشكاليات التي كانت تعترض المنتفعين، أهمها تردي نوعية المياه التي يتم تزويدها وعدم الاستقرار في ضخ المياه الكافية لكامل المنطقة السقوية. ولذلك لم يكن إقناعهم بضرورة الانخراط لتحسين خدمات المنطقة السقوية هينا، حيث اشترط الفلاحون تحسين نوعية المياه للالتحاق بالجمعية. ومن الممكن اعتبار الجمعية غير ناجحة منذ 2020 حيث أن معظم الفلاحين غير منتسبين كأعضاء علما بأنهم منتفعون من التزود بالمياه.

تزويد المنتفعين بالمياه المعالجة

يقع تزويد الفلاحين عبر الدورة المائية بحيث تكون مدة الدورة 16 يوم وبمعدل تدفق يقدر ب 15 لتر/الثانية ويقوم مجمع التنمية الفلاحية بتنظيم توزيع المياه على المنتفعين. ولقد تم تسجيل عدة اضطرابات على مستوى التزود بالمياه وربما يمثل هذا الإشكال أهم صعوبة تواجه المجمع لارتباطها باستدامة المياه المعالجة كمورد وحيد للري ينتج عنه تبعات اجتماعية واقتصادية وتذمر الفلاحين من عدم انتظام الدورة المائية. من جهة أخرى يعتمد الفلاحون على طريقة ري وحيدة وهي الري بالغمر مما يتسبب في استهلاك كميات هامة من المياه تفوق في بعض الأحيان حاجة الزراعات خاصة مع انعدام استعمال معدات الاقتصاد في المياه. ويضاف إلى ذلك عدم استقرار نوعية المياه حيث لوحظت سرعة تراكم الحمأة في الخزان وما يتبع ذلك من تداعيات على نوعية مياه الري خاصة مع عدم الانتظام في تنظيف الخزان بصفة دورية. هذا ويقوم المجمع بتنظيف الخزان من الرواسب يدويا كما يتم التخلص من الرواسب بصورة غير واضحة. ومن الجدير بالذكر انه تم تسجيل حادثين هامين للخلل خلال السنوات الأخيرة تتعلق بتزويد المنطقة السقوية بالزاوية بحاجيات المنتفعين فيها من المياه المعالجة. جاء الحادث الأول عقب غلق مجرى وادي الحلوف – مع العلم أنه يتم تصريف المياه المعالجة من محطة التطهير سوسة الجنوبية إلى محطة الضخ والوادي ويتم قطع جريان المياه نحوهما مجتمعين مما يتسبب في فيضان محطة الضخ وقطع الماء عن المنطقة السقوية – حيث دخلت سنة 2018 محطة معالجة المياه سوسة حمدون طور الاستغلال تم على إثرها تحويل مياه مخرج محطة سوسة الجنوبية إلى محطة سوسة حمدون بموجب قرار جهوي اتخذ بالتنسيق مع الديوان الوطني للتطهير دون التنسيق مع مجمع التنمية الفلاحية للمنطقة السقوية الزاوية. وتم تحويل كامل الكميات التي تنتجها محطة سوسة الجنوبية إلى محطة سوسة حمدون وإيقاف سكب المياه في وادي الحلوف بصفة نهائية، دون الأخذ بعين الاعتبار أن جزءا كبيرا من هذه المياه تعتبر موردا لمياه الري بالمنطقة السقوية الزاوية مما تسبب في قطع مفاجئ وكلي للمياه. ولقد نُفذ هذا القرار دون اتخاذ إجراءات تصحيحية مصاحبة أو دراسة تقنية تمكن من إدراج بعض التغيرات على شبكة التحويل بحيث يتم تخصيص جزء من المياه المعالجة المتأتية من سوسة الجنوبية لاستغلاله على مستوى المنطقة السقوية عن طريق محطة الضخ بالزاوية قبل وصوله لمحطة سوسة حمدون.

وعلى إثر الخلل الحاصل في التزويد المائي للمنطقة السقوية، قامت المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بسوسة بإبرام صفقة بهدف إعادة تهيئة محطة ضخ المياه المعالجة المتأتية من محطة التطهير سوسة الجنوبية وتتمثل الأشغال في تغيير المضخات الأفقية بمضخات غاطسة ومراجعة منظومة التشغيل لضمان أكثر أوقات مناسبة لعملية الضخ. مكن هذا الإجراء من ضخ ثلث الكمية من محطة سوسة الجنوبية إلى الخزان التجميعي (قوة دفق70 لتر/ثانية)، 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 (25). وتقع محطة الضخ الجديدة داخل حدود محطة سوسة حمدون حيث تحتوي على مضخة واحدة تعمل بمعدل دفق 50 لتر/ثانية تضخ المياه إلى الخزان التجميعي. من ناحية أخرى مكن دخول محطة المعالجة سوسة حمدون حيز الاستغلال (بطاقة استيعاب تقدر ب 25000م^3/اليوم) مع نظام التحويل المعتمد على إثرها إلى تخفيف الضغوط على

محطة المعالجة سوسة حمدون التي أصبحت تشتغل بطاقة استيعاب تقدر ب 10000م^3/اليوم مع تحسن ملموس في جودة المياه المنتجة.

يتعلق الحادث الثاني بقطع المياه عن المنطقة السقوية بصفة وقتية على إثر حملة متابعة قامت بها المصالح المختصة لوزارة الصحة أظهرت وجود السالمونيلا في مياه الري وذلك خلال العام الحالي. اتخذ هذا القرار وفقا للتراتيب المعمول بها بموجب القوانين والأوامر والقرارات المفعلة في مجال استخدام المياه المستعملة المعالجة لأغراض فلاحية ووقع تفعيله لمدة 24 يوما في الفترة الممتدة بين 14 ماي و06 جوان. ولسوء الحظ فقد تزامنت فترة الانقطاع مع ذروة الانتاج للعديد من الزراعات المروية (التين كمثال). وتلقت المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بسوسة العديد من الشكاوى من الفلاحين باعتبار ان هذه الاشكالية تهدد الموسم الفلاحي وقد ينتج عنها خسائر مالية هامة. حيث تم القيام بحملة تقصي واسعة للكشف عن أسباب وجود بكتيريا السالمونيلا في المياه المعالجة ومبدئيا فقد اعتبر تعطل محطة المعالجة الأولية بالمسلخ البلدي في سوسة والسكب العشوائي لمخلفات مسالخ ودواجن أهم سبب لوجود السالمونيلا بحيث أن المياه الواردة على المحطة محملة بملوثات تستوجب معالجة أولية. ولم تتم إعادة ضخ المياه للري إلا بعد التأكد من سلامتها وأنها لا تمثل خطرا على الزراعات وعلى المنتوج النهائي. ومن المتوقع أن الحمل العضوي الناتج عن طرح مياه المسلخ في المحطة قد أثر على أدائها وأدى إلى التدهور في كفاءة التعقيم نتيجة لارتفاع المادة العضوية في مياه مخرج المحطة.

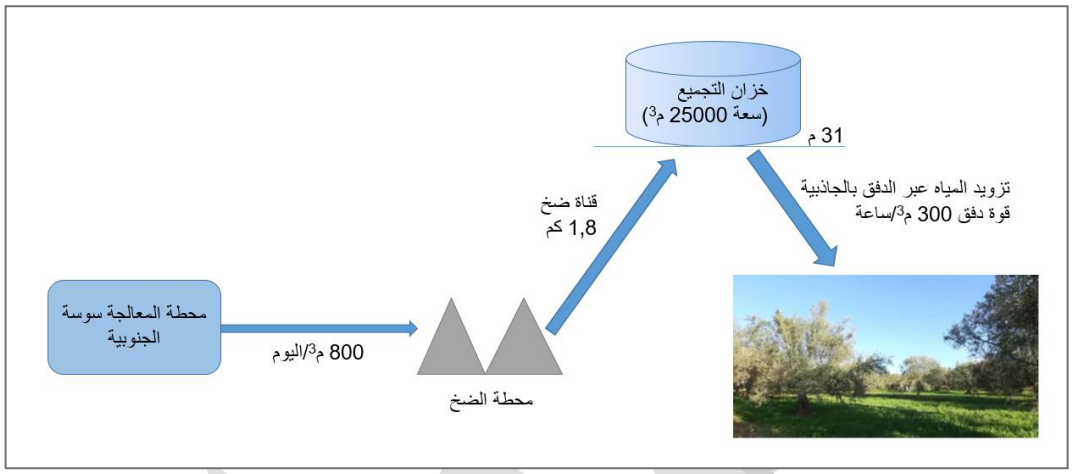
الأطراف المتدخلة في إدارة المنطقة السقوية الزاوية

- الديوان الوطني للتطهير: المنتج الوحيد للموارد المائية المعالجة
- المندوبية الجهوية للفلاحة بسوسة، والهياكل التابعة لها: خلية المجامع المائية، دائرة المناطق السقوية، دائرة الهندسة الريفية، دائرة الإنتاج النباتي، دائرة الإنتاج الحيواني، دائرة التربة، خلية الإرشاد الفلاحي وهي مسؤولة عن متابعة إدارة المنطقة السقوية وحل الاشكاليات المتعلقة بالري والزراعة.
- جهات أخرى حكومية مرتبطة بالمنتوج النهائي: ديوان الزيت، معهد الزيتونة، ديوان تربية الماشية والمرعى
- مجمع التنمية الفلاحية للمنطقة السقوية الزاوية: 400 مستفيد (فلاح يملك أرض) و 250 مشترك (مستغل فعلي)
- جهات حكومية مسؤولة عن المراقبة: هياكل وزارة الصحة ووزارة البيئة.

وصف نظام الضخ والتجميع

يتم تحويل المياه المعالجة من محطة التطهير سوسة الجنوبية نحو منشأة لتقسيم المياه وهي عبارة عن صندوق ربط يصل إليه الماء عن طريق خط إمداد مصنوع من الأميونت والاسمنت وذلك عن طريق الجاذبية. ويوجد بعض التحديات الخاصة على مستوى الربط وتتمثل في التوسع العمراني الذي شهدته المنطقة والذي جعل خط الامداد معرضا لخطر الربط العشوائي بمياه عادمة.

ويتم على مستوى منشأة التقسيم إمداد المياه نحو محطة الضخ، بينما تفيض الكمية الزائدة إلى وادي الحلوف ثم البحر. ويعد قرار إغلاق قناة التصريف نحو الوسط المتلقي من التحديات المهمة والتي تتمثل في الفيضانات المتكررة على مستوى محطة الضخ التي تقع على منسوب منخفض. ويتم حاليا حماية المنشئات عن طريق الصمام الذي يوجد في خزان السحب (الاثنان قبل محطة الضخ) علما بأن تشغيله يتم بصفة يدوية.

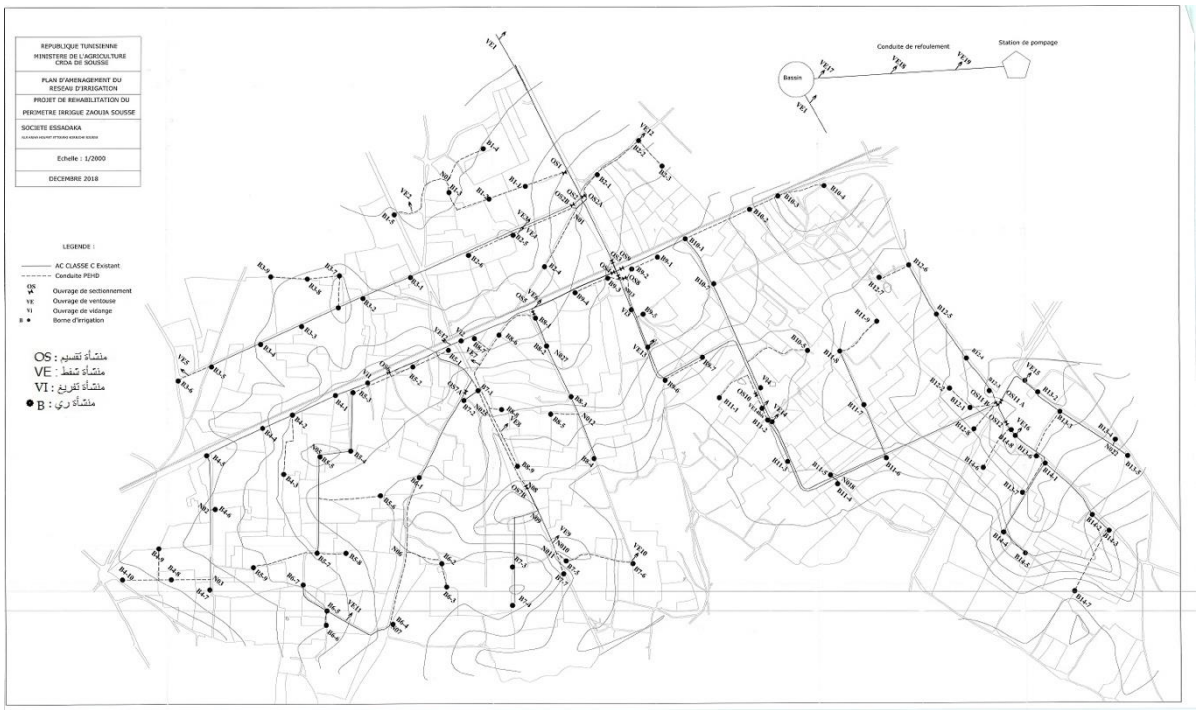


الشكل 25. مراحل تزويد المنطقة السقوية في الزاوية بالمياه المعالجة

ويتم ضخ المياه إلى خزان التجميع عبر خط ضخ طوله 1.8 كم حيث يقع الخزان على ارتفاع 31 متر يتم بعدها إيصال المياه المعالجة من الخزان إلى المنطقة السقوية بالجاذبية من ارتفاع 33 متر. وكما تم ذكره سابقا فإن التحدي الكبير هنا يتعلق بكميات التزويد المائي والتي لا تتوافق مع الاحتياجات المائية للمنطقة السقوية. ويمكن أن يُفسر ذلك بعدة أسباب: عدم توافق بين أوقات الذروة لتوفر المياه المنتجة من محطة المعالجة وأوقات إتاحة الشبكة الكهربائية للضخ (الأولى بين 11 صباحا إلى 9 مساء، بينما لا يتم تزويد عدة مصالح حكومية بالكهرباء في هذه الأوقات كي لا يتم إثقال الشبكة وتعطيل عملها). وعليه فإنه يتم إيقاف عملية الضخ وبالتالي تعطيل ملئ الخزان وتزويد المنطقة السقوية خلال ذروة الحاجة إلى مياه الري بالإضافة إلى فيضان المياه على مستوى مدخل محطة الضخ. حيث يضاف إلى هذا الاشكال نظام تشغيل محطة الضخ (يدوي وليس اوتوماتيكي) مع ضعف التنسيق بين محطة المعالجة ومحطة الضخ.

خط توزيع المياه

يتم إيصال المياه إلى المنتفعين عبر شبكة توزيع متفرعة تعمل بالضغط. كما يوجد داخل المنطقة السقوية شبكة تزويد رئيسية بخطوط ذات قطر بين 250 و500 مم مصنوعة من الأميونت والاسمنت تقوم بإيصال المياه إلى مداخل الأقسام (منشآت توزيع)، وشبكة تزويد ثانوية بخطوط مصنوعة من الأميونت والاسمنت ذات قطر بين 150 و200 مم وخطوط أخرى HDPE ذات قطر 125 مم تم إدخالها خلال إعادة تأهيل المنطقة السقوية وتقوم بإيصال المياه داخل كل قسم. ويوضح الشكل (26) شبكة الري في المنطقة السقوية.



*الشكل 26. مخطط توضيحي لشبكة الري في المنطقة السقوية الزاوية. *AC قنوات مصنوعة من الاسمنت والأميونت PEHD: HDPE*

ويوضح الجدول (29) أقطار وأطوال خطوط شبكة توزيع المياه المعالجة حيث تم تجهيزها ب 14 منشأة تقسيم للمياه عند مداخل الأقسام وب 102 منشأة ري بقوة دفق 6 لتر/الثانية تقدر مساحة الري لكل منشأة ب3.5 هكتار. كما تم تجهيز الشبكة ب 5 منشآت تفريغ للمياه.

جدول 29. توزيع أطوال شبكة مياه الري

خطوط مصنوعة من الاسمنت والاميونت	
قطر الخط	طول الخط
150	4 698
200	1 704
250	1 888
300	1 281
400	1 467
500	1 030
خطوط مصنوعة من HDPE	
125	5 629

ويعمل النظام المائي في المنطقة السقوية عبر الدورة المائية بقوة تدفق 6 لتر/الثانية في كل قسم من الأربعة عشر قسما وفي كل منشأة ري. كما تعمل واحدة من سبع منشآت ري لمدة ثمان ساعات تقريبا. ويُذكر أن منشآت الري مجهزة بآليات حماية تحد قوة الدفق إلى 6 لتر/الثانية، لكن بعض المنشآت ليست مجهزة بهذه الآلية ويمكن أن تصل قوة الدفق في بعض الأحيان إلى 16 لتر/الثانية. ويعاني النظام المائي حاليا من كثرة الانقطاعات وتفاقم الاشكاليات المتعلقة بتوفر الموارد المائية مما أثر على السير العادي للدورة المائية. حيث يعتبر ضعف الإدارة المائية أهم إشكال يواجه المنطقة السقوية الزاوية، ويمكن أن يعزى إلى هناك ثلاث أسباب رئيسية: أولا شح المياه على مستوى الخزان التجميعي، ثانيا سوء التصرف في الموارد من ناحية احترام الدورة المائية والموازنة بين العرض والطلب، وثالثا طرق الري التقليدية التي تُأثر سلبا على كل من استدامة المياه والتربة.

نوعية المياه المعالجة التي تزود المنطقة السقوية

تم جمع عدد لا بأس به من العينات للتحقق من جودة المياه التي تصل للمنطقة السقوية ومدى مطابقتها لمواصفة إعادة استخدام مياه الصرف المعالجة في الزراعة (NT106.03 1989). حيث تم جمع عدد من العينات في كل من:

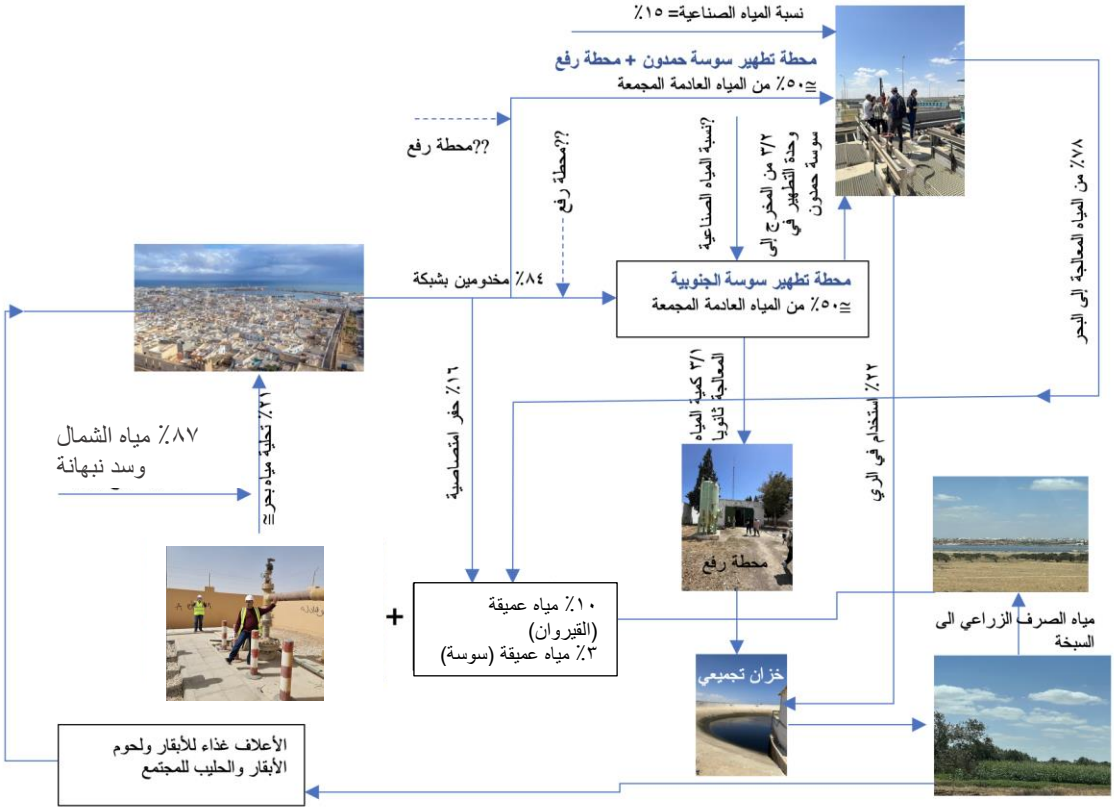
- محطة الضخ بالزاوية (ضخ مياه الصرف المعالجة المتأتية عن طريق قناة مغلقة من محطة المعالجة سوسة الجنوبية إلى خزان تجميع مياه الري بالزاوية)
- محطة الضخ الموجودة بمحطة المعالجة سوسة حمدون (ضخ المياه المعالجة من محطة حمدون نحو خزان تجميع مياه الري بالزاوية)
- خزان تجميع مياه الري بالزاوية

وتم القيام بهذه التحاليل خلال الفترة الممتدة من 2024/02/13 إلى غاية 2024/06/13 وبلغ عددها 26 تحليلا منها 13 على مستوى محطة الضخ بالزاوية و12 على مستوى محطة الضخ بسوسة حمدون و 1 تحليل على مستوى خزان تجميع مياه الري بالزاوية. وتنقسم التحاليل لتحاليل بيولوجية تتعلق أساسا بوجود بيوض الديدان (نيماتود–كوليرا) وتحاليل فيزيوكيميائية تتعلق بالمواد الصلبة العالقة (TSS) والطلب الحيوي للأكسجين (BOD) والطلب الكيميائي للأكسجين (COD) والتوصيل الكهربائي (electrical conductivity) ودرجة الحموضة (pH) والكلورايد. وفيما يلي ملخصا لنتائج التحاليل عند كل موقع:

محطة الضخ بالزاوية: 13 تحليلا منها 8 بيولوجية جميعها مطابقة و5 فيزيوكيميائية منها 2 مطابقة بالنسبة لجميع العناصر و 03 مطابقة لقيم درجة الحموضة والتوصيل الكهربائي والكلورايد وغير مطابقة بالنسبة لعناصر للمواد الصلبة العالقة والطلب الحيوي للأكسجين والطلب الكيميائي للأكسجين. كما تم إضافة قياس تراكيز عدد من العناصر الكيميائية لعينة واحدة حيث شملت قياس عناصر كالحديد والزنك والصوديوم حيث اشارت النتائج إلى مطابقتها جميعا لمواصفة إعادة الاستخدام.

محطة الضخ بحمدون: 12 تحليلا منها 7 بيولوجية جميعها مطابقة و 5 فيزيوكيميائية منها 3 مطابقة بالنسبة لجميع العناصر و 2 مطابقة لقيم درجة الحموضة والتوصيل الكهربائي والكلورايد وغير مطابقة بالنسبة للمواد الصلبة العالقة والطلب الحيوي للأكسجين والطلب الكيميائي للأكسجين. وسيتضمن التقرير النهائي نتائج العينة التي أخذها على مستوى الخزان التجميعي.

وفي النهاية وبالرجوع لما تم ذكره في تفاصيل لوصف النظام فإنه يمكن تلخيص النظام وعرضه كما هو موضح في الشكل (27).



الشكل 27. وصف النظام المشمول بتطوير خطة سلامة الاستخدام في ولاية سوسة (سوسة المدينة وجوهرة والزاوية والثريات وأكودة وسيدي عبد الحميد)

الوحدة الثالثة
تحديد المخاطر عند كل مرحلة

سيقدم الفريق في هذه الوحدة المخاطر التي تم جمعها حتى لحظة إعداد هذه النسخة من التقرير لمنطقة الدراسة المشمولة في هذه المرحلة. على أن يتم جمع البقية في المرحلة الزمنية القادمة وبحيث يقوم الفريق بتغطية محطة معالجة المياه في مساكن وزيارة محطة سوسة الجنوبية. هذا بالإضافة إلى نوعية المياه في وادي حلوف عند حدود منطقة الدراسة ومباشرة بعد دخول الوادي المنطقة الإدارية التي اختارها الفريق للدراسة. وتعد هذه الخطوة ضرورية لتحديد أحمال التلوث التي يستطيع الفريق السيطرة عليها والأحمال الأخرى القادمة من ولاية المنستير وذلك بالنظر إلى أن العديد من محطات التنقية في ولاية منستير تصب المياه المعالجة في مجرى الوادي قبل دخوله منطقة الدراسة.

ولقد قام فريق إعداد الخطة بجمع 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 هذه النسخة من 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. كما يتحتم على الفريق جمع البيانات الخاصة بالمخاطر على مستوى محطة سوسة الجنوبية حيث لم تتم زيارة المحطة ولا إجراء مقابلات مع المشغلين للتأكد من المخاطر التي يتعرض لها فرق التشغيل. علما بأن محطة سوسة الجنوبية تعتبر إجراء مهما للتحكم بالمخاطر خصوصا ما يتعلق منها بصحة مجموعات التعرض المختلفة ونوعية المنتج النهائي. وفيما يلي عرضا للمخاطر المسجلة والمحتملة عند خطوات النظام الرئيسية والتي تتكون من شبكة الصرف الصحي ومحطات التنقية والخزان التجميعي والمنطقة السقوية. ولم يتم تغطية الخزانات التجميعية على مستوى المنازل ضمن هذه المرحلة من الدراسة.

المخاطر الخاصة بشبكة الصرف الصحي

نظام شبكة الصرف الصحي يتكون من صناديق ربط على مستوى المنازل مرتبطة بخطوط الصرف الصحي على مستوى الشارع. 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 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 32 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 (30) 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 لسكب مياههم بمحطة التطهير غير أنهم لا يلتزمون بالسكب في المحطة ويقومون بطرح المياه في أقرب بالوعة أو وادي أو في السبخة.

جدول 30. المخاطر الخاصة بنظام شبكة الصرف الصحي في منطقة الدراسة بولاية سوسة

	الحادث الخطر	أسباب وقوع الحادث	إجراء التحكم الحالي	إجراء تحكم مقترح تحت الظروف الحالية	نوع الخطر	الفئة المعرضة
1	فيضان مياه ملوثة في المنازل والتعرض لمياه عادمة (ملامسة أو رذاذ يدخل عن طريق الفم أو الأنف)	انسدادات متكررة بصناديق الربط وحدوث عطب مفاجئ بسبب الفضلات مما يسبب رجوع المياه الى المنزل	تدخل سريع لأعوان الصيانة تنظيف صندوق الربط فور تلقي شكوى علما بأن مجموع الشكاوى يصل إلى 30 الى 40 شكوى يوميا (صندوق ربط وبالوعة) تشكل انسدادات صناديق الربط ما نسبته 70٪ من الشكاوى	أولا: وضع برنامج توعية مكثف للمنتفعين بشبكة الربط على أخطار طرح الزيوت والدهون والنفايات الصلبة في المغاسل ودورات المياه ثانيا: القيام بالصيانة الوقائية في آجالها	ميكروبيولوجي	سكان المنازل ومستخدمي الطريق وأعوان الصيانة والحيوانات الأليفة
2	فيضان مياه ملوثة في المنازل والأحياء السكنية والتعرض لمياه عادمة (ملامسة أو رذاذ يدخل عن طريق الأنف أو الفم)	توسع عمراني عشوائي ومناطق سكنية غير مرتبطة بشبكة الصرف الصحي	لا يوجد	أولا: العمل على وضع برنامج خاص لربط الأحياء العشوائية ثانيا: جرد الأحياء السكنية غير المرتبطة بالشبكة ودعوة المتساكنين إلى إحداث خزانات صرف صحي مطابقة للمواصفات	ميكروبيولوجي	سكان المنازل ومستخدمي الطريق والحيوانات الأليفة
3	التعرض للمياه العادمة في حال فيضان الخط علما بأن الخطر يتكرر (يتم التعرض إما بالملامسة أو دخول رذاذ عن طريق الأنف او الفم)	أولا: عدم القيام بالصيانة الوقائية في آجالها ثانيا: نقص في الإمكانيات وتهرم الشبكات ثالثا: انغلاق الخطوط نتيجة تراكم الاوساخ وبالأخص الشحوم والزيوت أو بسبب تراكم الرواسب من	الفرق الميدانية /الاستعانة بالقطاع الخاص عن طريق العقود ويتم التدخل عن طريق فرق تابعة للديوان أو عن طريق القطاع الخاص: كل فريق مكون من عمالين وسائق ومجهز بشاحنة مزدوجة لتسريح البالوعات وشفط المياه.	أولا: اعلام المتساكنين الأكثر عرضة للضرر ثانيا: وضع برامج توعية ووقاية ثالثا: توثيق الإصابات رابعا: تجديد الشبكات المهترئة	ميكروبيولوجي **تعطيل حركة المرور**	سكان المنازل ومستخدمي الطريق والحيوانات الأليفة

		الرمال أو معامل الرخام/ الحجر انسدادات وفيضان البالوعات (قرابة 41000 بالوعة)	يوجد في الولاية 7 فرق تدخل تابعة للديوان الوطني للتطهير و5 فرق تدخل عن طريق القطاع الخاص. ويمكن أن يصل عدد عمليات التدخل إلى 30 أو 40 تدخل يوميا. (لا فرق بين الشتاء والصيف)			
4	التعرض للمياه العادمة في حال فيضان الخط علما بأن الخطر يتكرر ويكون التعرض اما بملامسة المياه مباشرة دون حائل أو عن طريق استنشاق أو ابتلاع المياه	نفس الأسباب للخطر (3)	نفس الإجراء للخطر (3) مع احترام إجراءات السلامة المهنية HSE والالتزام بلباس EPI (معدات الحماية الشخصية)	أولا: الالتزام بمعدات السلامة المهنية كاملة ثانيا: وجود برامج تطعيم دورية حسب إرشادات منظمة الصحة العالمية ثالثا: توثيق الإصابات رابعا: تجديد الشبكات المهترئة	ميكروبيولوجي **تعطيل حركة المرور**	عمال الصيانة
5	التعرض للمياه العادمة في حال تسرب المياه من الخطوط مع عدم تحديد مواقع التسربات ويكون التعرض اما بملامسة المياه مباشرة دون حائل أو عن طريق استنشاق أو ابتلاع المياه	تهرم الشبكة وعدم تنفيذ برامج التهذيب في آجالها (حسب برامج الصيانة): حدوث تسريبات في المياه خاصة على مستوى الخطوط الاسمنتية المهترئة، تتسبب أحيانا في انهيارات للبنية التحتية المجاورة و انهيار الاسفلت (هبوط يلاحظ بالعين المجردة) مما يمكن أن يتسبب في حوادث لمستعملي الطريق. (يمكن أحيانا أن تبلغ من 3 إلى 4 تسربات في الأسبوع)	أولا: التدخل الميداني السريع من قبل الديوان الوطني للتطهير لإصلاح التسرب ثانيا: القيام بأشغال تهذيب وتعويض الشبكات المكونة من قنوات اسمنتية (تم استبدال قرابة 10 كلم) من قبل الديوان الوطني للتطهير ثالثا: اعلام السلطات والبلديات المعنية والمباشرة بعمل الصيانة اللازمة والتدخلات العاجلة	التقصي لتحديد مواقع التسرب باستعمال التكنولوجيا الحديثة استبدال خطوط الشبكة التي تعاني من الاهتراء والتنسيق الجيد مع الجهات المتدخلة قبل الشروع في العمليات التي ينتج عنها حدث عطب للشبكة	ميكروبيولوجي اقتصادي على البنية التحتية	المتساكنين ومستخدمي الطريق والحيوانات الأليفة

6	استنشاق الغازات السامة أثناء عملية صيانة الشبكات ومحطات الضخ مع عدم تحديد الأماكن التي شهدت أكثر تكرارية للحادث	أولا: تشكل وتراكم غاز كبريتيد الهيدروجين في الشبكة ثانيا: العمل في أماكن مغلقة دون تهوية ودون اتخاذ إجراءات السلامة اللازمة	أولا: توفير مستلزمات السلامة وتطبيق إجراءات السلامة والتكوين ثانيا: التهوية الجيدة قبل القيام بعملية الصيانة	أولا: التزود بجهاز كشف الغاز وقياس تركيزه ثانيا: تفعيل نظام HSE مع التدريب المناسب	فيزيائي وكيميائي	العمال والأعوان بالشبكات ومحطات الضخ
7	ابتلاع ملوثات كيميائية أثناء عمليات الصيانة (على المدى الطويل)	سكب عشوائي (غير مرخص) في الشبكة لمياه ملوثة ناتجة عن المسالخ أو مياه صناعية ناتجة عن صباغة الأقمشة والجلود أو سكب المرجين في موسم عصر الزيتون	الحرص على ارتداء القفازات + فحص طبي دوري + تلقي التطعيمات اللازمة تتم المراقبة الطبية للأعوان والعملة مرتين في السنة لكن: عدد عملة الصيانة في الديوان الوطني للتطهير في انخفاض (36 عامل حاليا) صعوبة في جعل العملة يلتزمون بقواعد السلامة المهنية (مستوى علمي بسيط للعملة).	أولا: اعتماد نظام للإنذار المبكر ثانيا: 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، فيزيائي	العمال والأعوان بالشبكات ومحطات التطهير ومحطات الضخ

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 من المرجح أن تنطبق أيضا على محطة سوسة الجنوبية حيث أن معظم الوحدات متشابهة باستثناء وجود الهاضم اللاهوائي لمعالجة الحمأة في محطة سوسة حمدون. وبكل الأحوال فإنه يتحتم على فريق الخطة مراجعة المخاطر واعتمادها من كادر المحطة للتحقق من انطباقها على كل من محطتي المعالجة مدار البحث في المرحلة الحالية من إعداد الخطة. ويوضح الجدول رقم (19-2) 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 أننا ننوه هنا إلى أن الجدول (31) لا يتضمن تفصيلا للفئة المعرضة حيث أنها تقتصر غالبا على مشغلي المحطة وكادرها.

جدول 31. المخاطر الخاصة بمحطة التنقية في سوسة حمدون

الحوادث الخطرة	أسباب وقوع الحادث	الإجراءات المتبعة للتحكم	الإجراءات المقترحة/إجراءات إضافية مقترحة	نوع الخطر
وحدة إزالة الرمال				
استنشاق الغازات (امونيا، مواد عضوية متطايرة، كبريتيد الهيدروجين)[12]	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، كيميائي
التعرض لإصابة فيزيائية 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
ملامسة الرمال والتعرض للبكتيريا والفيروسات العالقة بها خلال عمليات الصيانة أو ملامسة أو ابتلاع رذاذ المياه العادمة أثناء عملية 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	2. عدم ارتداء الكمامات	لا يوجد	1. الالتزام بارتداء الكمامات عند العمل في محيط حوض التهوية 2. مراقبة التزام العاملين في المحطة والزوار بارتداء الكمامات في محيط حوض التهوية	ميكروبيولوجي
2. تعرض العاملين لإصابة فيزيائية 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 فيزيائية 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 فيزيائية 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				
استنشاق الرذاذ أو ملامسة الفلتر أثناء التواجد بالقرب من الوحدة	عدم الالتزام بمعدات السلامة	لا يوجد	ضرورة الالتزام بمعدات الصحة والسلامة العامة	ميكروبيولوجي

أو أثناء عمليات المراقبة وأخذ العينات				
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
مضخات إعادة تدوير الحمأة ومضخات التخلص من الحمأة ومضخات إزالة الرغوة ومضخات الري				
1. التعرض للإصابة الفيزيائية نتيجة الانزلاقات في غرف المضخات	1. تسريب في الزيوت او الشحوم المستخدمة في المضخات	1. ارتداء أحذية العمل الآمنة.	1. التنظيف المستمر 1. معدات الحماية مع التدريب	فيزيائي
2. التعرض لإصابات نتيجة التعرض المباشر للحمأة عبر ملامستها أو ابتلاع ما يتراشق منها اثناء عملية الصيانة	1. تسريبات في نظام الضخ أدت الى تسرب الحمأة	١. عمل الصيانة الدورية والوقائية	1. التأكد من استخدام ملابس العمل والقفازات والكمامات وأحذية العمل الآمنة 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 أو ابتلاع ما يتراشق منها اثناء عملية نشرها في الأحواض	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 الانزلاقات أو الحروق أو إصابات في العيون تصل إلى حد العمى بالإضافة إلى التعرض لاستنشاقه والذي 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 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	كيماوية
الهاضم اللاهوائي				
التعرض لحادث انفجار أو حريق	1. تسرب في الغاز لحد يصل فيه نسبة الميثان إلى 20%-80% 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 من عدم وجود تسريب 2. تزويد المكان بمكافحات الحريق	فيزيائي
التعرض للغازات الناتجة عن التفاعلات اللاهوائية وخصوصا غاز كبريتيد الهيدرجين علما بأن تراكيز الكبريتات في	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	كيماوي

المياه العادمة في منطقة الدراسة مرتفعة نسبيا			2.تدريب العاملين على معدات الصحة والسلامة المهنية والتأكد من استخدامها 3. تزويد العاملين بأجهزة قياس تراكيز الغازات المحمولة في الموقع	
التعرض للحمأة بصورة مباشرة أو للرذاذ اثناء التعامل معها	تسريب 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

ويوضح الجدول (32) المخاطر الخاصة بمحطتي رفع مخرج سوسة الجنوبية وسوسة حمدون. علما بأن عدد محطات الرفع الكلي في منطقة الدراسة هو خمس محطات ولم يتم تغطيتها بالكامل خلال هذه المرحلة من اعداد الخطة.

جدول 32. المخاطر الخاصة بمحطات الرفع للمنطقة السقوية الزاوية

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/كيميائي	عمال الصيانة
				فيزيائي/كيميائي	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		
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 (33) أهم المخاطر المرتبطة بخزان التجميع الذي يزود المنطقة السقوية بالزاوية.

جدول 33. المخاطر المتعلقة بالخزان التجميعي الذي يغذي المنطقة السقوية 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. ملامسة أو ابتلاع أو استنشاق رذاذ المياه المعالجة ثانويا بصورة مباشرة أثناء أعمال الصيانة في خزان التجميع	1. الرذاذ المنبعث عند تشغيل الخط المغذي للبركة 2. ملامسة المياه المعالجة ثانويا	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 إما بملامستها أو دخول جراثيم عن طريق الفم	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 (34) 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 34. المخاطر المتعلقة باستخدام المياه المعالجة في الانتاج الفلاحي في المنطقة السقوية سوسة

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
	2. استعمال طريقة الري بالغمر	مطاعيم أعطيت لمرة واحدة	2.أ توجيه المزارعين للتوجه للري بالتنقيط إذا كان ذلك ممكناً		المزارعين

			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 للتحقق والسبب أنه لا يوجد ما يثبت أن هناك أثر سلبي مباشر على صحة الحيوان بالرجوع إلى بعض الأدبيات[13] 2. مطاعيم للأبقار لتجنب الإصابة بمرض التهاب الضرع البقري والذي قد تكون له علاقة بال *E.coli*	ميكروبيولوجي	١. الأبقار أو الماشية التي تتغذى على الأعلاف الخضراء (العليقة) الأبقار حيث تم تسجيل عدة إصابات عندما كان هناك برنامج خاص منفذ عن طريق مجمع الحليب
3. التعرض لبيوض الديدان الموجودة في المياه المعالجة علما بأن نتائج التحاليل في محطة سوسة الجنوبية تشير إلى عدم وجود بيوض ديدان في مياه المخرج	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	من المفضل غسل التربة إذا كان بالإمكان نقل مياه نظيفة بالصهاريج	تملح التربة	التربة/ البيئة
5. التعرض للحشرات في المنطقة السقوية	استخدام الري بالغمر مما قد يتسبب بتبريك المياه وجذب	لا يوجد	تكثيف عمليات مكافحة الحشرات وخصوصا في فصل الصيف	بيوكيميائي	المزارعين والمجتمع المحلي

[13] 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

	الحشرات المختلفة وبالأخص الناموس		التحول للري بالتنقيط		
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 السقوية 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 المحتملة للتعامل المباشر مع المياه المعالجة	ميكروبيولوجي	المزارعين

ولقد قام فريق إعداد الخطة بالتعاون مع الاستشاري المهندسة ألفى سابا بالاجتماع باللجنة الجهوية لعرض قائمة المخاطر وكذلك الترتيب لورشة تم تنفيذها في الفترة الواقعة بين 28 إلى 29 جوليا لغايات ترتيب الأولويات وتحضير خطة التحسين التدريجية. ويمكن تلخيص أهداف الورشة بما يلي:

1. مراجعة قائمة المخاطر عند كل خطوة من خطوات النظام
2. ترتيب أولويات المخاطر
3. إعداد مسودة خطة التحسين التدريجية للمنطقة المشمولة بالدراسة ضمن هذه المرحلة

حيث شارك في الورشة أعضاء اللجنة الجهوية وممثلين عن وزارة الصحة والقطاع الأكاديمي. وأشار المشاركون إلى ضرورة إضافة المخاطر الخاصة بصحة الوسط وحماية المحيط إلى قائمة المخاطر (الشكل 28). وعليه فإن فريق إعداد الخطة وبالتعاون مع اللجنة الجهوية قد قاموا بإضافة هذه المخاطر كما هو موضح في الجدول (35). كما قاموا بتقييم المخاطر الوصفي وذلك بالاعتماد على التعريفات الواردة في دليل منظمة الصحة العالمية 2021. ولقد تم إفراد ملحق خاص بتقييم المخاطر سيتم وضعه في نسخة التقرير النهائي بعد المراجعة لأن العديد من الفرق العاملة ضمن الورشة لم تتفق فعليا على التقييم النهائي (الشكل 29) حيث تم إعطاء أولوية مرتفعة لمعظم المخاطر التي تم تقييمها ضمن مجموعات العمل. وعليه فإننا سنقوم بعرض مسودة مخرجات خطة التحسين التدريجية في الوحدة الرابعة ضمن هذا التقرير على أن تتم متابعة أعمال اللجنة للوصول لاتفاق على مخرجات الخطة والحصول على مصادقة اللجنة التوجيهية قبل نهاية العام الحالي. وسيتم بعدها السير بتنفيذ بعض إجراءات التحكم على مستوى المنطقة السقوية خلال العام القادم ضمن مبادرة مشروع شح المياه والذي تقوده منظمة الأغذية والزراعة العالمية.

الشكل 28. جلسات إقرار المخاطر وإضافة المخاطر الخاصة بالوسط المتلقي والمحيط بالإضافة لتقييم المخاطر وإعداد مسودة خطة التحسين التدريجية

الشكل 29. جانب من جلسة تقييم المخاطر على خطوات النظام المختلفة

المخاطر الخاصة بصحة الوسط المتلقي والمحيط

توجد آليات رقابة تخص تصريف الأدفقة بالنسبة للمنشآت الصناعية تتمثل في معاينة هذه الأدفقة بصفة دورية وذلك بهدف حماية الوسط المتلقي من التلوث. في حالة معاينة مخالفات أحكام القرار المنظم للحدود القصوى عبر سكب مياه صناعية غير مطابقة للمواصفات بالوسط المتلقي (الملك العمومي البحري والملك العمومي للمياه والشبكة العمومية للتطهير) تقوم الوكالة الوطنية لحماية المحيط التابعة لوزارة البيئة بتحرير محضر في الغرض للتنبيه على المخالف أو إلزامه بدفع خطايا مالية تصل إلى 50 ألف دينار. يتم اللجوء للتقاضي في حال عدم الامتثال مع إمكانية طلب جلسة صلح يتعهد خلالها صاحب الوحدة الصناعية بالقيام بكامل الاجراءات اللازمة لتفادي الضرر الحاصل على الوسط المتلقي. ويتم في أقصى الحالات وفي حال مواصلة الاخلال ايقاف نشاط المصنع. تتمثل أهم الأنشطة الصناعية الملوثة في صناعات النسيج و الصناعات الغذائية والمسالخ. ويُذكر أن بعض الوحدات الصناعية مجهزة بمحطات معالجة أولية للمياه الصناعية قبل سكبها في الوسط المتلقي، لكنها قد تكون في حالة غير وظيفية نظرا لعطب لم يتم اصلاحه أو للضغط الناتج عن الكلفة اللازمة لتشغيل المحطة. يقوم بعض الصناعيين بنقل المياه الصناعية الخام عن طريق شركات مرخص لها نحو محطات

خاصة لمعالجة المياه الصناعية الخام وقد ترتكب بعض المخالفات بسكب هذه المياه في الوسط المتلقي. من جهة أخرى تقوم إدارة حفظ صحة الوسط وحماية المحيط التابعة لوزارة الصحة بمراقبة مياه البحر للتثبت من صلوحيتها للسباحة مع العلم أنه تم تسجيل حالات عدم مطابقة بشاطئ سيدي عبد الحميد المحاذي للمنطقة الصناعية التي يتم سكب مياهها بمحطة سوسة حمدون). وفيما يلي عرض للمخاطر المحتملة والمتعلقة بالسكب العشوائي للصناعات المختلفة في مجاري الأودية والمحيط.

جدول 35. المخاطر الخاصة بصحة الوسط المتلقي والمحيط كما تم وضعها من مجموعة العمل ذات العلاقة بالموضوع

	الحادث الخطر	أسباب وقوع الحادث	إجراء التحكم	إجراء التحكم إضافي	نوع الخطر	الفئة المعرضة
1	تلوث الأودية	عدم احترام شروط حفظ الصحة الذبح العشوائي والقاء الفضلات في الأودية مباشرة الربط العشوائي لبعض الوحدات السكنية سكب مياه عادمة أو معالجة جزئيا في الأودية	غلق وتوجيه خطايا للمحلات المخالفة	برمجة أشغال توسعة لمحطة التطهير التي فاقت طاقة استيعابها جهر الأودية ومداواتها وتسهيل جريان المياه	بكتيريولوجي فيروسات/بكتيريا/ ديدان	التجمعات السكنية القريبة المارة الحيوانات المنتجات الفلاحية المروية بمياه الأودية
2	امكانية تسمم الحيوانات التي ترعى وتشرب بالقرب من أودية ملوثة	سكب مياه عادمة من قبل الوحدات الصناعية لا تخضع للمواصفات	مراقبة الوحدات الصناعية: تقوم الوكالة الوطنية لحماية المحيط بتحرير محضر للتنبيه على المخالف أو إلزامه بدفع خطايا مالية. يتم اللجوء للتقاضي في حال عدم الامتثال مع إمكانية طلب جلسة صلحية. ويتم في أقصى الحالات في حال مواصلة الاخلال ايقاف نشاط المصنع (الخطر 8)	القيام بحملات متابعة دورية لنوعية المياه	كيميائي وبيولوجي	التجمعات السكنية القريبة المارة الحيوانات
3	تلوث البحر وامكانية حدوث خطر على الأشخاص عند السباحة	أولا: سكب عشوائي ثانيا: أعطاب متكررة في محطات التطهير	أولا: مراقبة الوحدات الصناعية ثانيا: التدخل الحيني لمصالح الديوان الوطني للتطهير عند حدوث عطب وخلل في المحطة ثالثا: جرد الشواطئ غير صالحة للسباحة وإعلام المواطنين بها من قبل مصالح وزارة الصحة لتفادي حدوث تسممات	القيام بحملات متابعة دورية لنوعية المياه	كيميائي وبيولوجي	الأشخاص عند السباحة
4	تلوث البحر وتأثيره على الثروة الحيوانية البحرية والتوازن البيئي	نفوق الأسماك على مستوى بعض السواحل نتيجة ارتفاع تركيز بعض العناصر الملوثة مع ارتفاع درجات الحرارة	المراقبة/ التدخل الحيني إتلاف المنتوجات التي ثبت تلوثها ومراقبة مسالك التوزيع (لتفادي تسويقها ووصولها للمستهلك)		كيميائي وبيولوجي	الثروة الحيوانية المستهلك

5	امكانية تلوث المناطق الرطبة (سبخة الحمادة الشرقية)	سكب مياه عادمة أو معالجة جزئيا (منزلية أو صناعية) في السبخة دون مراقبة	أولا: مراقبة الوحدات الصناعية ثانيا: التدخل الحيني لمصالح الديوان الوطني للتطهير عند حدوث عطب وخلل في المحطة ثالثا: التقليص من الربط العشوائي	القيام بحملات متابعة دورية لنوعية المياه	كيميائي وبيولوجي	التوازن البيئي الهش للمنطقة الرطبة المستفيدين المحتملين من المنطقة الرطبة
6	امكانية تلوث المياه الجوفية، خاصة المرتبطة بالمنطقة السقوية الزاوية	تسرب المياه العادمة أو شديدة الملوحة إلى المياه الجوفية	أولا: مراقبة الوحدات الصناعية ثانيا: التدخل الحيني لمصالح الديوان الوطني للتطهير عند حدوث عطب وخلل في المحطة	القيام بحملات متابعة دورية لنوعية المياه	كيميائي وبيولوجي	الموارد المائية الجوفية والمستهلك في حالة استعماله لهذه المياه

ويتضمن الجدول بعض النقاط التي تحتاج إلى تحقق لكي يتمكن فريق الخطة من عرضها بصورة دقيقة ضمن هذه الوثيقة. وعلى سبيل المثال لا الحصر، فإن إجراء التحكم المقترح للخطر الأول المدرج في جدول (35) يتضمن توسعة محطة المعالجة على اعتبار أنها تستقبل أحمالا تفوق قدرتها التصميمية وهذا يتناقض مع المعلومات التي جمعها خلال مرحلة وصف النظام والتي تشير أن وضع محطة سوسة الجنوبية قد تحسن بصورة ملحوظة بعد دخول محطة سوسة حمدون حيز التشغيل. هذا بالإضافة إلى أن المخاطر المدرجة بحاجة للمزيد من التخصيص حيث أن الكثير من المخاطر قد أدرجت بصورة عامة دون تحديد. ومثال على ذلك تلوث مياه البحر نتيجة السكب العشوائي دون تحديد لطبيعة التلوث أو مصدر محدد للسكب العشوائي مما يضعف اختيار إجراءات تحكم فعالة. ويضاف إلى ذلك إجراءات التحكم المقترحة والتي يتعلق غالبيتها بالقيام بحملات متابعة دورية لنوعية المياه والتي لا تعد اجراء تحكم يحول دون وصول الملوثات للبيئة المحيطة ويقتصر على ردة الفعل بعد تدهور نوعية مياه الوديان والشطآن. بينما قد يكون الاجراء الذي تم اقتراحه في الجدول الخاص بالمخاطر على مستوى الشبكات (الخطر السابع) هو الاجراء الأفضل والذي يتضمن تركيب أنظمة GPS وذلك للتأكد من المسار الذي تسلكه الصهاريج وضمان عدم إفراغ محتوياتها في مجاري الأودية أو السبخة أو المحيط. وعليه فإننا نعتبر قائمة المخاطر المعدة وإجراءات التحكم مسودة بحاجة إلى مراجعة. وسيقوم فريق اعداد الخطة بمراجعتها مع مجموعة العمل الخاصة عبر اجتماعات افتراضية.

الوحدة الرابعة
خطة التحسين التدريجية المقترحة

قام فريق الخطة بالتعاون مع اللجنة الجهوية بتطوير خطة التحسين التدريجية على مدى يومي عمل كما تم ذكره سابقا. وتوضح الخطة مجموعة من الإجراءات التي يمكن تطبيقها للتحكم بالمخاطر التي تم تحديدها في الوحدة الثالثة ضمن منطقة الدراسة. وتتراوح اجراءات التحكم بين إجراءات فنية وأخرى غير فنية بالإضافة إلى إجراءات تتعلق بتغيير السلوك. حيث تم اقتراح جدول زمني لتطبيق هذه الإجراءات وتحديد الجهة المسؤولة عن التنفيذ والجهة المسؤولة عن المراقبة كما هو موضح بالمثال المدرج ضمن الجدول (36) بالإضافة إلى تقدير الكلفة المالية المترتبة على الإجراء في حال التمكن من ذلك. كما تم اعداد جداول خطة التحسين المرحلية (ملف إكسل مرفق بهذه الوثيقة) لكامل سلسلة الإصحاح البيئي والتي تتضمن الشبكات ومحطات التطهير والسبخة والخزان التجميعي والمنطقة السقوية انتهاءً بالإنتاج الفلاحي إضافة إلى الوسط المتلقي والمحيط. ومما تجدر الإشارة إليه هنا أن الخطة المعدة ما زالت بحاجة لمراجعة نهائية قبل التمكن من عرضها على اللجنة التوجيهية لإقرارها والسير بإجراءات بتنفيذها علماً بأنه يمكن تنفيذ بعض هذه الإجراءات في إطار

مشروع مبادرة شح المياه والذي تنفذه منظمة الأغذية والزراعة العالمية. وسيقوم فريق إعداد الخطة بالتعاون مع اللجنة الجهوية بمراجعة الخطة خلال شهر نوفمبر القادم ليصار إلى عرضها على اللجنة التوجيهية خلال شهر ديسمبر المقبل.

جدول 36. مثال على الإجراءات على مستوى المنطقة السقوية ومحطات الضخ والخزان التابع لها

الحادث الخطر: التعرض للملوثات الجرثومية الموجودة في المياه المعالجة (المجموعة المعرضة: الفلاحين – العملة – أعوان الصيانة والاستغلال – أعوان المجمع)

إجراءات التحكم	ما هي الفعالية المحتملة لهذا الخيار كإجراء تحكم؟ (عالية، متوسطة، منخفضة)	ما هو مستوى الموارد المطلوبة؟ (بما في ذلك الموارد المالية، الموارد البشرية، والدعم السياسي: عالي، متوسط، منخفض)	إلى أي مدى سيكون هذا الإجراء التحكمي فعالاً في ظل أكثر السيناريوهات المحتملة لتغير المناخ؟ (فعال، غير فعال، ضار)	ملاحظات/ مناقشة	أولوية إجراء التحكم	الموازنة المطلوبة	الجهة المسؤولة عن توفير الموازنة المطلوبة والتنفيذ والتنفيذ	المدة الزمنية اللازمة لتنفيذ الإجراء	الجهة المسؤولة عن المراقبة	الجهات المتدخلة
توفير معدات الوقاية للفلاحين والعملة وأعوان الصيانة والاستغلال وأعوان المجمع	عالية	موارد مالية متوسطة	فعال (إذا تم الالتزام به)	بحاجة اقترانه ببرامج توعية وتدريب للمجموعات المعرضة	بحاجة لتحقق	20.000 دينار	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بسوسة	6 أشهر (هل المدة كافية لعملية الشراء)	المصالح المركزية لوزارة الفلاحة	
التدريب على ممارسات السلامة الصحية	متوسطة (تأثير على المدى المتوسط والبعيد)	موارد مالية متوسطة	فعال (إذا تم الالتزام به)	التعاقد مع مدرب مختص في السلامة المهنية	بحاجة لتحقق	10.000 دينار / السنة	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بسوسة	6 أشهر	المصالح المركزية لوزارة الفلاحة	
حملات تحسيسية ولافتات وومضات توعوية	متوسطة (تأثير على المدى المتوسط والبعيد)	موارد مالية متوسطة	فعال على المدى المتوسط والمدى الطويل		بحاجة لتحقق	15.000 د/ السنة 2 حملات/ السنة	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بسوسة وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحي	على مدار السنة	المصالح المركزية لوزارة الفلاحة	المصالح المختصة لوزارة الصحة اللجنة الجهوية لمتابعة ومراقبة وتطوير استخدام المياه المعالجة في مختلف المجالات بولاية سوسة
تركيز نقطة مياه شرب بالمنطقة السقوية	عالية	موارد مالية مرتفعة	فعال		بحاجة لتحقق	150.000 دينار	المجمع المائي المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية بسوسة	12 شهر (في حال توفر المبلغ)	اللجنة الجهوية لمتابعة ومراقبة وتطوير استخدام المياه المعالجة في مختلف المجالات بولاية سوسة	
إعادة تركيز نظام آلي حيني لمتابعة جودة المياه (العناصر	عالية	موارد مالية	فعال	لا زال هذا الإجراء بحاجة لمناقشة	بحاجة لتحقق	100.000 دينار	المندوبية الجهوية للتنمية الفلاحية	12 شهر	المصالح المركزية لوزارة الفلاحة	

الفيزيوكيميائية والمكروبيولوجية)								بسوسة المصالح المركزية لوزارة الفلاحة			

للنقاش

الحالة الريادية الثالثة
غرب نابلس/ فلسطين

الحالة الدراسية الثالثة (غرب نابلس/ فلسطين)

الوحدة الأولى
المرحلة التحضيرية لتطوير خطة سلامة استخدام المياه المستصلحة في الزراعة

تشكيل الفريق وتحديد منطقة الدراسة

بناءا على تحليل اولي لاصحاب المصلحة تم تحديد المؤسسات والمنظمات التي تعنى بسن الاستراتيجيات والسياسات والقوانين المتعلقة بادرة مياه الصرف الصحي واعادة الاستخدام. بالاضافة الى المؤسسات المعنية بتشغيل مرافق الصرف الصحي، وتلك التي تعنى باعادة الاستخدام. وهذا بالاضافة الى المؤسسات المعنية بعمليات الرقابة والتفتيش. وتشمل هذه المؤسسات:

- سلطة المياه الفلسطينية.
- وزارة الزراعة.
- سلطة جودة البيئة
- بلدية نابلس.
- جمعية مستخدمي المياه في وادي الشعر (سيكون لهم دور في مرحلة التطبيق).

وتم تشكيل فريق الدراسة بحيث يتتضمن ممثلين عن سلطة المياه وزارة الزراعة و سلطة جودة البيئة 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 بلدية نابلس والتي تضلع بمعالجة المياه العادمة بجميع مراحلها بالإضافة للدور الرقابي على الصحة العامة وحماية البيئة كما أنها تدير محطة تنقية المياه العادمة – نابلس الغربية. وتم الاتفاق على ان تتولى سلطة المياه ممثله بالدكتور صبحي سمحان/ رئاسة الفريق الوطني للدراسة، كونها المؤسسة المعنية بالنشاطات في ادارة مياه الصرف الصحي، بالاضافة الى انها المؤسسة التي لديها صلاحية تنفيذ اللاجراءات التصحيحية بالشراكة مع المؤسسات المعنية بادراة مصادر المياه. وتم تشكيل فريق العمل على النحو المبين في الجدول رقم 37 ادناه:

جدول 37. أعضاء فريق العمل والأدوار التي يضلع بها كل فرد

عضو الفريق	المؤسسة	الدور	معلومات الاتصال
دكتور صبحي سمحان	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.	
م. عدنان نصار	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 للدعم الفني مهمته التحقق والمساعدة في توفير ما يلزم من البيانات او المعلومات اللازمة وتحليلها بما يتوافق مع متطلبات تطوير خطة سلامة الصرف الصحي، وسيشكل الفريق الفني في سلطة المياه الفلسطينة النواة لتدريب وعمل خطط لمحطات إضافية في المستقبل كما سيبادر في التوسع في التطبيق في فلسطين وقد شمل الفريق:

- ايمان مناصرة – رئيس الفريق الفني
- م. مهند قاسم
- رشا سلفيتي
- اشرف دويكات
- م. علاء المصري

أهداف 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 وتعزيز سلامة مستخدمي المياه والمزارعين. وعلى وجه الخصوص فإن الدراسة تهدف إلى:

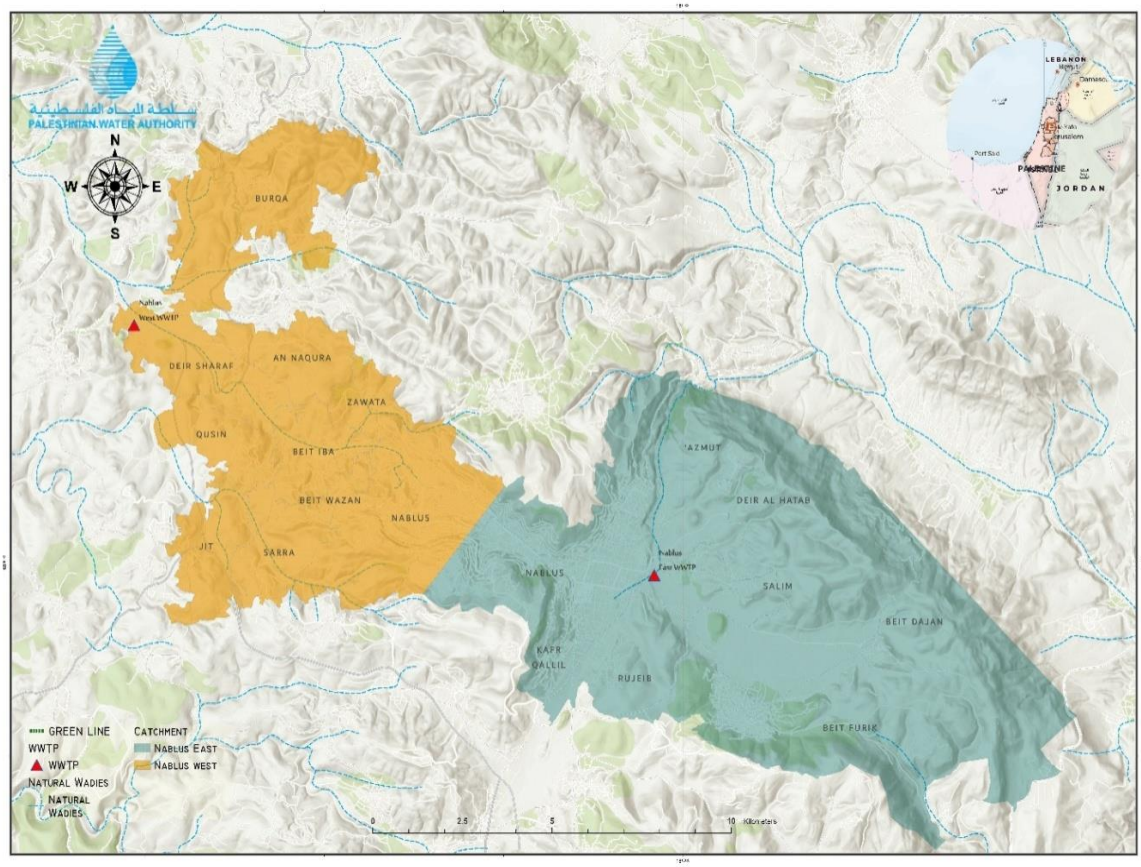
- اجراء تقييم شامل للأنشطة المتعلقة بإدارة مياه الصرف الصحي بالإضافة الى ممارسات اعادة استخدام المياه العادمة المعالجة في الري
- تحديد المخاطر المحتملة المترتبة على اعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري الزراعي وتطوير سياسات وطنية للتخفيف منها
- تفعيل العملية التشاركية مع أصحاب المصلحة، بما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

الوحدة الثانية
وصف منطقة الدراسة ووصف النظام

مقدمة

استنادا الى الدراسات الميدانية الاولية ومع الاخذ بعين الاعتبار المعايير التي اوصت بها منظمة الصحة العالمية لتحديد المناطق التي تحتاج الى تطبيق خطة سلامة المياه العادمة/الصرف الصحي واعادة الاستخدام، والتي تشمل المناطق التي تتعرض فيها مصادر مياه الشرب للتلوث بسبب المياه العادمة، بالإضافة إلى محدودية امدادات مياه الشرب واستخدام مياه الينابيع غير الآمنة لأغراض الشرب، فقد تم تحديد منطقة الدراسة (شكل رقم 30) لتشمل حوض مدينة نابلس الغربي والذي يضم الجزء الغربي من مدينة نابلس ومخيم عين بيت الما للاجئين وقرى دير شرف وبيت ايبا وزواتا وبيت وزن وقوصين. علما بأن مناطق رامين وسبسطية وبرقة تستفيد أيضا من مشاريع اعادة استخدام المياه المعالجة والخارجة من محطة غرب نابلس وينصح بضمها إلى المناطق المشمولة بالدراسة في المرحلة القادمة وعند الشروع بتطبيق خطة سلامة الصرف الصحي. ومن الجدير بالذكر ان عوامل اخرى مثل توفر البيانات اللازمة بالإضافة إلى ضرورة عدم تأثر منطقة الدراسة بملوثات من خارجها بصورة لا يمكن السيطرة عليها أخذت بعين الاعتبار عندما تم اختيار منطقة الدراسة. ويعد استخدام المياه المستصلحة لأغراض الري قانونيا مع الحاجة الى المراقبة الحثيثة والدوريه.

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. ويتم تصريف الحوض الغربي لمدينة نابلس عبر وادي الزمر نحو البحر المتوسط بحسب طوبوغرافية المنطقة.



الشكل 30. حدود منطقة الدراسة

ويبلغ التعداد السكلني لمنطقة الدراسة **16571** استنادا الى الاحصاء العام الذي تم عام 2017 من قبل دائرة الاحصاءات العامة موزعين حسب الجدول رقم 38 المبين ادناه والذي يشير أيضا إلى توقعات النمو السكاني للاعوام 2025, 2030, 2035 2040.

جدول 38. 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 بئر سبسطية وبئر دير شرف بالاضافة الى نبع عين بيت الما ويبين الجدول رقم 39 ادناه المعلومات التنقية الخاصة بهذه المصادر.

جدول 39. مصادر مياه الشرب في منطقة الدراسة

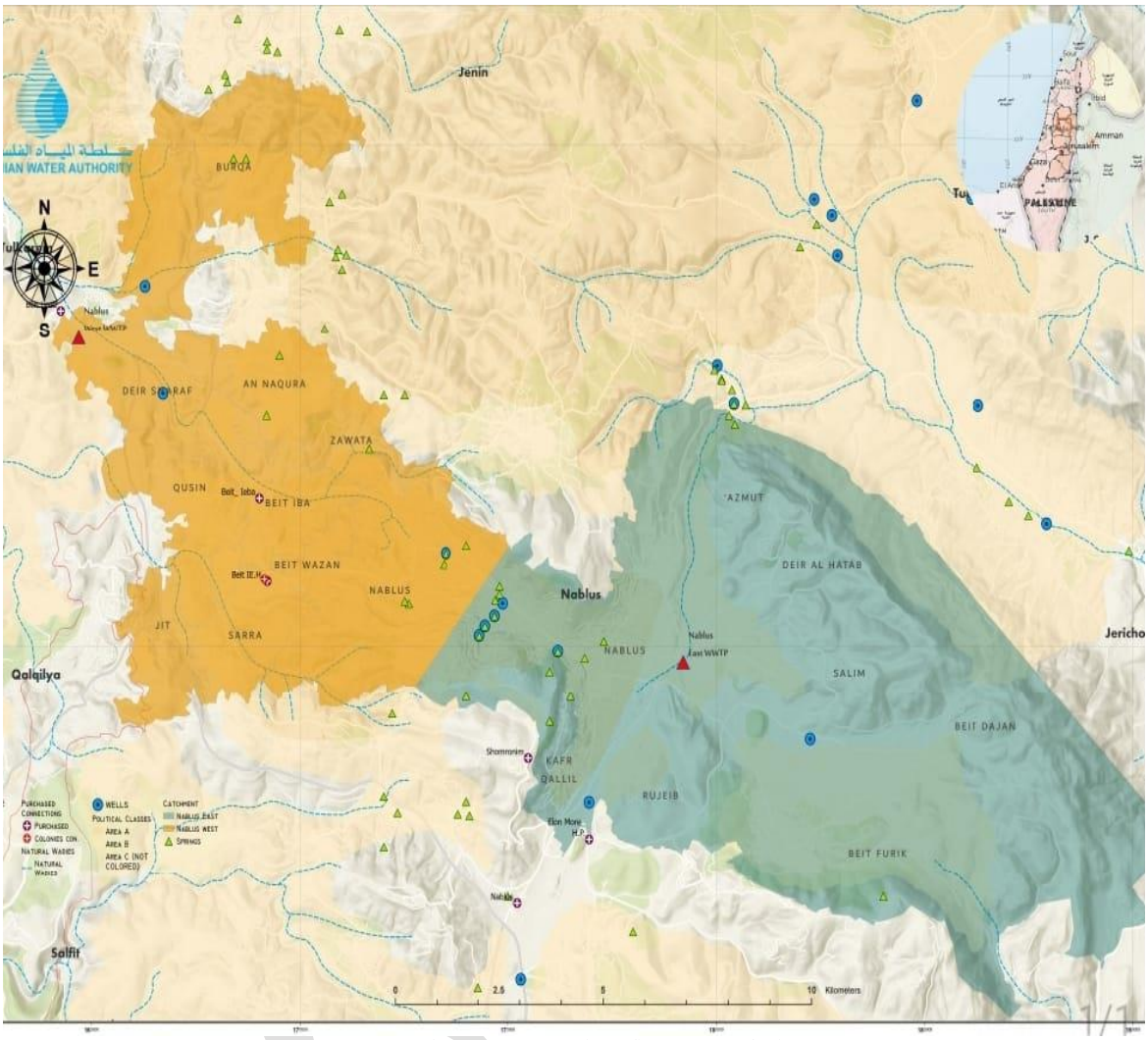
مصدر المياه	الاحداثيات	عمق الحفر/عمق المضخة (م^3)	المناطق المستفيدية	الانتاجية (م^3/الساعة)	سعة الخزان (م^3)	نظام المعالجة
بئر سبسطية	X166265 Y187201	330/650	نابلس .سبسطية. بيت مرين.نصف جبيل. اجنسنيا	290	1300	الكلورة
بئر دير شرف	X166703 Y185033	327/700	نابلس ,ديرشرف	130		الكلورة
نبع عين بيت الماء	x173453.5 y181836.2			أقصى كمية مياه منتجة في فصل شتاء (2150 م^3) 3-اقل كمية مياه منتجة في فصل الصيف (345 م^3)	500	الكلورة

ومن الجدير بالذكر ان هذه المصادر المحلية لا تفي بكامل احتياجات السكان من مياه الشرب، لذا يتم سد العجز المائي عن طريق شراء المياه من شركة المياه الاسرائيلية (مكوروت) ويبين الجدول رقم 40 ادناه توقعات الاحتياجات المائية للاعوام 2030، 2035 ، 2040.

ويقدر معدل الاستهلاك الفعلي للمياه ب 76 لتر/الفرد.اليوم استنادا للدراسات المحلية. وعليه، فإن معدل انتاج المياه العادمة المنزلية يقدر ب 68 لتر/الفرد.اليوم. وتعتبر مديرية المياه التابعة لبلدية نابلس المسؤول الرئيس عن التزويد المائي في الجزء الغربي لمدينة نابلس و مخيم عين بيت الما بينما تكون المجالس المحلية هي المسؤولة عن التزويد المائي في قرى دير شرف وبيت ايبا وزواتا وبيت وزن وقوصين. ويبين الشكل رقم 31 مواقع الابار والينابيع في منطقة الدراسة.

جدول 40. الطلب المتوقع على المياه في منطقة الدراسة

المنطقة	الطلب المتوقع على المياه (م^3/السنة)		
	2030	2035	2040
الحوض الغربي/ مدينة نابلس	709413	882284	1045033
مخيم عين بيت الما للاجئين	153431	191090	228509
دير شرف	124917	155262	183416
بيت ايبا	172712	214729	253658
زواتا	107435	133557	157801
بيت وزن	55567	69100	81631
قوصين	95351	118546	140018



الشكل 31. مواقع الآبار والينابيع ضمن منطقة الدراسة

الإطار المؤسسي والقانوني

تقع ادارة المياه والصرف الصحي ضمن حدود السلطة الفلسطينية تحت مسؤوليات وصلاحيات العديد من المؤسسات كل حسب مجاله. وتعد سلطة المياه الجهة الرئيسية التي تعنى بوضع السياسات المائية ومسح مصادر المياه المختلفة والمحافظة عليها وتحديد اوجه الاستعمال ومراقبة تنفيذ ذلك. كما ان للسلطة جميع الصلاحيات وعليها كامل الالتزامات المتعلقة بادارة مياه الصرف الصحي لحماية الصحة العامة والبيئة. ويمكن تحدي المؤسسات الأخرى التي تعنى بقطاع المياه والصرف الصحي كما يلي:

1. البلديات والمجالس المحلية: تلعب البلديات والمجالس المحلية دورًا محوريًا في إدارة قطاع المياه والصرف الصحي، ضمن الصلاحيات الممنوحة لها بموجب قانون الهيئات المحلية رقم (1) لسنة 1997، والأنظمة والتعليمات الصادرة بموجبه، إضافة إلى التوجهات العامة لسلطة المياه الفلسطينية. وتشمل الخدمات توفير خدمات المياه والصرف الصحي للمواطنين وجباية الرسوم وتحصيل أثمان المياه والصرف الصحي والرقابة على التوصيلات المنزلية والمنشآت والإشراف على ربط المساكن والمنشآت

بشبكتي المياه والصرف الصحي وفقًا للأنظمة والتعاون مع سلطة المياه ومجالس الخدمات المشتركة والترخيص والموافقة على المشاريع المحلية، بالاضافة الى المساهمة في التوعية المجتمعية والرقابة البيئية.

2. وزارة الصحة وهي الجهة الرقابية المسؤولة عن ضمان تزويد المواطنين بمياه شرب ذات نوعية مأمونة تحد من انتشار الامراض التي تنتقل بواسطة مياه الشرب. كما انها الجهة المسؤولة عن حماية الصحة العامة من مخاطر الامراض المنقولة بواسطة مياه الصرف الصحي.
3. وزارة الزراعة: والتي تعنى برفع كفاءة استخدام المياه للري بالتعاون مع سلطة المياه. بالاضافة الى تخطيط وتنفيذ ومراقبة برامج استخدام المياه المستصلحة في الزراعة للاستفادة من كامل المصادر المائية وزيادة الرقعة الزراعية وتامين الزراعات المختلفة باحتياجاتها من مياه الري.
4. مؤسسة المواصفات الفلسطينية والتي تعنى باصدار المواصفات القياسية والقواعد الفنية واعتمادها ومراجعتها وتعديلها بما في ذلك المواصفات الخاصة بنوعية المياه المعالجة واستخدامها في الزراعة.
5. هيئة جودة البيئة: وهي الجهة المسؤوله عن الحفاظ على البيئة الطبيعية وضمان استخدامها الأمثل بما يحقق التوازن بين حماية الموارد الطبيعية ومتطلبات التنمية المستدامة. وتسعى الهيئة إلى تحقيق هذا الهدف من خلال إعداد وتنفيذ خطط لحماية صحة الإنسان والوقاية من المخاطر البيئية والحد من استنزاف الموارد الطبيعية وضمان استدامتها للأجيال القادمة ومكافحة التصحر والحد من تدهور الأراضي. بالاضافة الى منع تفاقم تلوث الهواء والمياه والحفاظ على جودتهما. كما تتولى هيئة جودة البيئة تعزيز الوعي البيئي لدى الأفراد والمجتمع وتشجيع السلوكيات المسؤولة وضمان تحقيق التنمية الحضرية المستدامة بما يتوافق مع المعايير البيئية. وتُعد هيئة جودة البيئة الفلسطينية الجهة الرسمية المسؤولة عن جميع القضايا البيئية في فلسطين، حيث تتولى وضع السياسات البيئية، والإشراف على تنفيذها، وضمان حماية النظم البيئية للأجيال الحالية والمستقبلية.
6. مجلس تنظيم قطاع المياه وهو كيان مستقل مسؤول عن تقديم التوصيات لمجلس الوزراء بأمور تتعلق مثلا بالموافقة على أسعار المياه ومراجعتها، والنظر في استحداث خدمات المياه والصرف الصحي.
7. شركة المياه الوطنية: وقد تم انشاؤها بموجب قانون المياه وهي الجهة المسؤولة عن توفير خدمات مياه الشرب والصرف الصحي. بالاضافة الى إعداد مقترحات التعرفة الخاصة ببيع المياه والخدمات المتعلقة بها ورفعها للمجلس للمصادقة عليها, وتأمين وضمان حسن سير العلاقات التجارية مع الزبائن والمزودين.
8. جمعيات مستخدمي المياه: ويتم انشاؤها لإدارة خدمة تزويد مياه الري على المستوى المحلي بطريقة مستدامة وفقاً لنظام يصدر عن مجلس الوزراء بناء على تنسيب مشترك من وزير الزراعة ورئيس سلطة المياه، على أن يحدد النظام إجراءات ترخيصها ومهامها وصلاحياتها وإدارتها ومواردها المالية وحلها وجميع الأمور المتعلقة بعملها.

وصف نظام الصرف الصحي

توصيف أجزاء النفايات

لا بد من وصف واضح وكامل لنظام تصريف المياه العادمة داخل حدود منطقة الدراسة وذلك لتحقيق الاهداف المرجوة من تطوير خطة سلامة الصرف الصحي ، حيث انه يجب تحديد جميع مصادر المياه العادمة، بالاضافة الى تحديد مسارها وعمليات 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 فإنه يجب تحديد المجموعات التي من المحتمل تعرضها للمخاطر.

ويجب ان يشتمل وصف النظام على ما يلي:

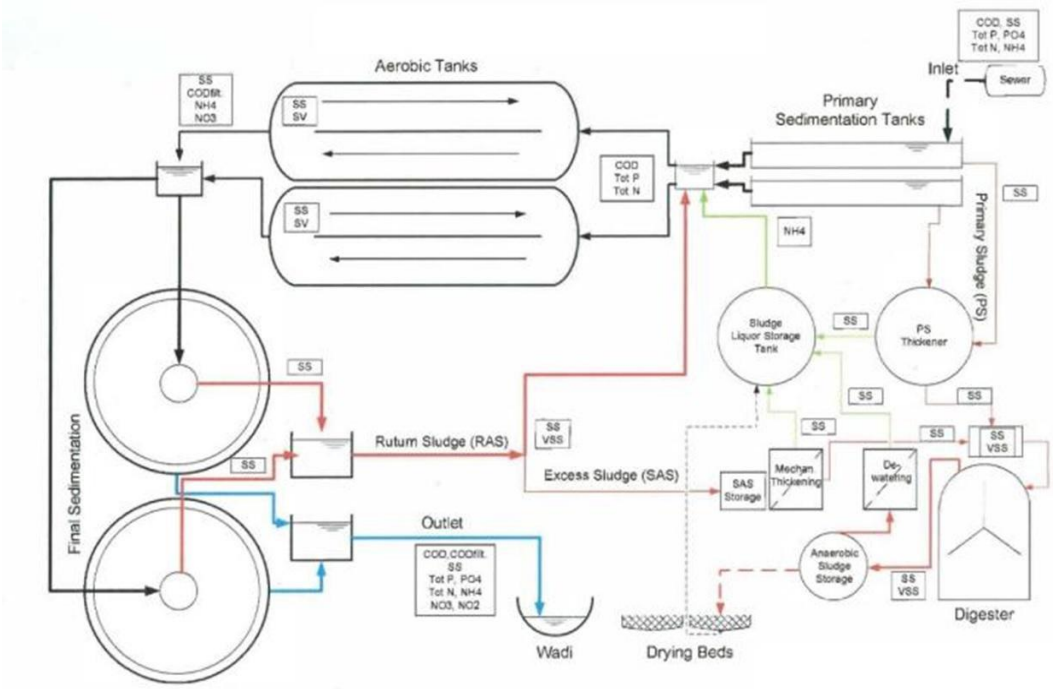
1. تحديد معدلات التدفق لكل مصدر.
2. تحديد الحمل التصميمي والحمل التشغيلي لمحطات المعالجة او محطات الضخ. كما يفضل جمع البيانات المتعلقة بتغير معدلات التدفق وعلى وجه الخصوص الفصلية لتقدير اثر العواصف المطرية
3. تحديد الخصائص الفيزيائية والكيمياويه والبيولوجيه لكل مصدر بالاضافة لخصائص المياه المعالجة.
4.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

وقد قام الفريق بإجراء العديد من الزيارات الميدانية وعمل بشكل وثيق مع فريق الدعم الفني لفهم أفضل لنظام الصرف الصحي في منطقة الدراسة ليتسنى لفريق العمل رسم خرائط دقيقة للنظام. وقد بينت الدراسات (جدول رقم 41) 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.

جدول 41. 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

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). وتتضمن المحطة كما هو مبين في المخطط ادناه (شكل رقم 32) معالجة ابتدائية تشمل مصافي قضبانية خشنة بالإضافة 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.



الشكل 32. مخطط يوضح وحدات المعالجة في محطة غرب نابلس لمعالجة المياه العادمة

بدأ تشغيل المحطة عام 2013 ويبين الجدول رقم 6-3 معدل التدفقات الهيدروليكية وخصائص المياه الداخلة والمعالجة ثانويا لعام 2024، بالإضافة الى المعايير التصميمية للمحطة. وكما هو مبين في الجدول فلا تزال المحطة تعمل ضمن القدرة التصميمية وبكفاءة عالية. ويجدر التنويه هنا إلى أنه تم تصميم مشروع متكامل لإعادة استخدام المياه المعالجة في الأغراض الزراعية، وقد شمل المشروع إدخال وحدات المعالجة الثلاثية عبر مجموعة من الإجراءات الرئيسية، من أبرزها إنشاء مرشحات رملية لتعزيز كفاءة عملية تنقية المياه بالإضافة الى تزويد المحطة بوحدات التطهير المعتمدة على نظام الأشعة فوق البنفسجية (UV) لضمان خلو المياه من الملوثات الميكروبية. ويهدف هذا التطوير إلى تحقيق أعلى معايير الجودة بما يتوافق مع التعليمات الفلسطينية الخاصة باستخدام المياه المعالجة في ري الأراضي الزراعية وفقا للتعليمات الفنية الالزامية الخاصة بالمياه المعالجة للري الزراعي رقم 34 لعام 2012، وبما يسهم في تعزيز الاستدامة البيئية وحماية الموارد المائية. ويعد مشروع إعادة استخدام المياه المعالجة، والممول من بنك التنمية الألماني(KfW) ، خطوة استراتيجية نحو تحقيق الاستفادة المثلى من المياه العادمة المعالجة في محطة نابلس الغربية. ويركز المشروع على دعم التنمية الزراعية والاقتصادية من خلال الأهداف التالية:

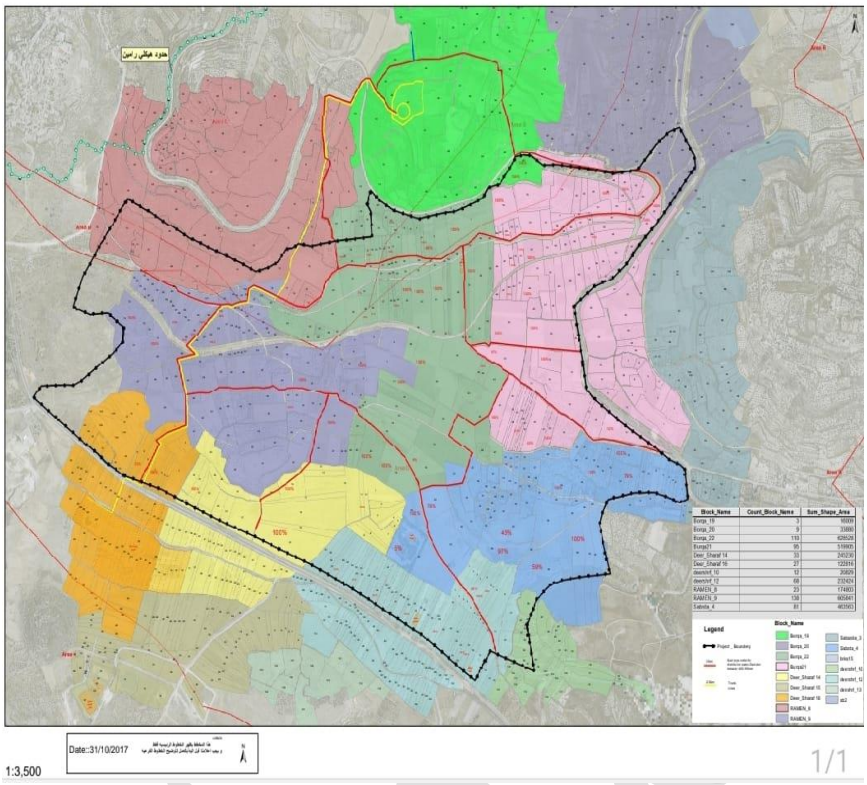
- توسيع الرقعة الزراعية وزيادة الإنتاج من خلال إتاحة المزيد من الأراضي والمحاصيل للزراعة وبالتالي التخفيض من الاعتماد على الأسواق الأخرى في توفير احتياجات السوق المحلي من المحاصيل اللوزية والزيتون والتين.
- تعظيم الاستفادة من المياه المعالجة المتاحة وبالتالي تقليل كمية المياه التي يتم تصريفها إلى داخل الخط الأخضر، وتقليل التكاليف التي تدفعها السلطات الفلسطينية والتي تصل الى أكثر من عشر ملايين شيقل سنويا
- تعزيز فرص العمل ورفع مستوى الدخل لدى المجتمعات المحلية المستفيدة
- دعم استدامة النظام من خلال استرداد تكاليف معالجة مياه الصرف الصحي بشكل جزئي أو كلي
- والاهم حماية المنطقة من غول الاستيطان الذي يتربص بها، علماً أن حوالي (70%) من منطقة المشروع مصنفة (ج)، وهي على حدود الاراضي المغتصبة من قبل مستوطنة شافي شامرون

وقد تم بالفعل تزويد محطة المعالجة بوحدات المعالجة الثلاثية بطاقة استيعابية تصل إلى 600 م³/ساعة. ووفقًا للتقارير الرقابية الصادرة عن بلدية نابلس لعام 2025، تُظهر نتائج التحاليل أن المياه المعالجة ثلاثيًا خالية تمامًا من الكائنات الحية الدقيقة الممرضة، بما في ذلك القولونيات البرازية والإيشيريشيا كولا(E. coli) ، حيث تم تسجيل مستويات صفرية. وبناءً على هذه النتائج، فإن نوعية المياه (الجدول رقم 42) تحقق متطلبات الفئة (أ) من مياه الري، بحسب التعليمات الفنية الإلزامية رقم 34 لعام 2012، والخاصة باستخدام المياه المعالجة في الري الزراعي. كما أن انخفاض تركيز المواد العالقة يجعل المياه مناسبة للاستخدام في أنظمة الري بالتنقيط، دون التسبب في انسداد الفتحات أو تعطيل الشبكة.

جدول 42. الخصائص الكمية والنوعية للمياه الداخلة والخارجة على محطة غرب نابلس لمعالجة المياه العادمة

	الفترات الجافة	الفترات الماطرة	المعايير التصميمية
حجم التدفق (م³/اليوم)	10704	14487	14000(الفترات الجافة) 30000(الفترات الماطرة)
تركيز الاوكسجين المستهلك حيويا في المياه الداخلة (ملغرام/لتر)	389	473.5	550
تركيز الاوكسجين المستهلك حيويا في المياه المعالجة (ملغرام/لتر)	3.2	6.8	20
تركيز الاوكسجين المستهلك كيماويا في المياه الداخلة (ملغرام/لتر)	778	947	1100
تركيز الاوكسجين المستهلك كيماويا في المياه المعالجة (ملغرام/لتر)	16	34.5	100
التركيز الكلي للمواد الصلبة العالقة في المياه الداخلة (ملغرام/لتر)	399	408	500
التركيز الكلي للمواد الصلبة العالقة في المياه المعالجة (ملغرام/لتر)	0	11	30
تركيز NH_4–N في المياه الداخلة (ملغرام/لتر)	52	46	-
تركيز NH_4–N في المياه المعالجة (ملغرام/لتر)	5	8	-
تركيز النيتروجين الكلي في المياه المعالجة (ملغرام/لتر)	7.5	13.5	-

كما تم الانتهاء من انشاء خط ناقل للمياه المستصلحة وخزان ري بسعة اجمالية تبلغ 3200 م^3 وقد تضمن التصميم النهائي لمشروع اعادة الاستخدام (Irrigation Management and Operation Plan: Wastewater Reuse Project Nablus; July 2020) ايصال المياه المعالجة الى ما مساحته 2800 دونم من اراضي رامين وسبسطية وبرقة ودير شرف ولكن تعذر انجاز كامل المشروع للأسف بسبب الاوضاع السياسية حيث ان المساحة التي من الممكن ريها وتصلها خطوط الري هي 985 دونم منها حوالي 30% تقع في المناطق الادارية المصنفة الف و باء (وهي المناطق التي تخضع لسيطرة السلطة الفلسطينية) وحوالي 70% واقعة في المناطق المصنفة جيم (وهي المناطق التي تخضع لسيطرة مدنية وأمنية إسرائيلية كاملة). ونتيجة لظروف الحرب وتفاقم الاوضاع فان المساحة المزروعة حاليا هي فقط تلك الواقعة في مناطق الف وباء (الشكل33) والتي تقدر بحوالي 300 دونم. ويتم تزويد هذه الاراضي بما يقارب 500 م^3 من المياه المعالجة في اليوم لمدة 200–220 يوم في السنه. وتشمل المحاصيل المرويه اشتال اللوزيات بمختلف اصنافها واشتال التين والزيتون الكبيس كما ويتم ري حوالي 50 دونم ايضا كري تكميلي من اشجار الزيتون القائمة. اما عن نظام الري المتبع في المنطقة فهو نظام الري بالتنقيط بتدفق يبلغ 1.6 لتر\ساعة\نقاطة.



الشكل 33. مخطط إعادة استخدام المياه المستصلحة في الأراضي المحاذية لمحطة غرب نابلس

تتضمن 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 لادارة المخلفات الصلبة. ويجدر التنويه هنا الا انه بالرغم من ان التعليمات والانظمة السائدة تسمح باعادة استخدام الحمأة المعالجة في الزراعة، الا انه لا يوجد اي ممارسات لاعادة استخدام الحمأة في الزراعه في منطقة الدراسة. وذلك لانها لاتحقق نسبة الرطوبة حسب متطلبات وزارة الزراعة.

ومن الجدير بالذكر انه يتم انتاج الكهرباء من الغاز الحيوي الناتج عن عمليات الهضم اللاهوائي بواسطة وحدات انتاج الحرارة والطاقة (combined heat and power units, CHPs) لتغطية جزء من احتياجات المحطة من الطاقة وبنسبة تصل بالمعدل الى 13.7% وبحد اقصى الى 31.8%، ويصل معدل استهلاك الكهرباء في المحطة الى ما قيمته 0.56 kWh/m^3 و $kWh/kgCOD_{removed}$ 0.65 والذي يقع ضمن معدلات الاستهلاك المقبولة حسب المعايير التصميمية.

وفي ما يخص المناطق الغير مخدومة بشبكات التصريف المشترك فيتم فيها الاعتماد على الحفر الامتصاصية لتصريف المياه العادمة المنزلية. ويتراوح احجام هذة الحفر بين 10 الى 40 $م^3$. ويتم نقل مخلفات الحفر الامتصاصية (الحمأة البرازية) والمهضومة بشكل جزئي بواسطة صهاريج نضح بمعدل مرتين الى خمس مرات في السنة، وهذا بحسب معدل استهلاك المياه والتكوين الجيولوجي للمنطقة. وقد تم انشاء وحدتين لاستقبال صهاريج النضح مقابل رسوم رمزية وذلك لحماية البيئة من طرح الحمأة البرازية في الوديان والاراضي الزراعية. الوحدة الاولى هي وحدة استقبال صهاريج النضح الواقعة على مفرق قوصين ويتم تصريف الحمأة من هذة الوحدة الى محطة

غرب نابلس عبر شبكة الصرف الصحي. والثانية تقع على مدخل محطة غرب نابلس والتي تحتوي خزان تجميعي سعته 60 م^3 ويتم تصريف الحمأة الى وحدات المعالجة بمعدلات محسوبة للحفاظ على الاحمال العضوية والهيدروليكية ضمن الاحمال التصميمية. ولا يتم استقبال اي مخلفات صناعية في هذه الوحدات.

ومن الجدير بالذكر انه نتيجة التحديدات المفروضة على حركة الصهاريج من قبل قوات الاحتلال وتعذر وصول الصهاريج الى وحدات استقبال الحمأة البرازية يتم رصد مخالفات تتمثل بطرح الحمأة البرازية في الاودية وعلى الاراضي الزراعية ويتم التعامل مع هذه المخالفات حسب الانظمة والقوانين النافذة.

بالإضافة الى مياه الصرف الصحي والحمأة البرازية تتضمن منطقة الدراسة العديد من الصناعات التي تنتج مياه صرف صناعية بمعدل يبلغ 370 م^3/اليوم. وتتم إدارة ومراقبة المياه العادمة الصناعية من خلال وحدة الرقابة البيئية التابعة لبلدية نابلس والتي تستند في عملها الى نظام رقم 16 لسنة 2013 الخاص بربط المساكن والمنشآت بشبكة المجاري العامة. وتقوم وحدة الرقابة البيئية التابعة لبلدية نابلس بالرقابة على المياه العادمة الصناعية وذلك من خلال اجراء الفحوصات ومقارنتها بنظام رقم 16 لسنة 2013 ومراقبة تشغيل وحدات المعالجة المسبقة بالإضافة الى منح اذونات ربط المياه العادمة الصناعية على شبكة الصرف الصحي .ويبين الجدول رقم 43 انواع هذه الصناعات والخصائص الكمية والنوعية لمياه الصرف الصناعية.

فيما يتعلق بالمياه الناتجة عن المحاجر ومصانع البلاط والطوب، فإن القوانين والتعليمات النافذة – وعلى وجه الخصوص نظام ربط المساكن والمنشآت بشبكة المجاري العامة رقم 16 لسنة 2013 – تحظر تصريف المياه الناتجة عن مناشير الحجر والرخام (الروبة/الصول) إلى شبكات الصرف الصحي، أو إلى الخط الناقل لمحطة معالجة غرب نابلس، أو إلى الأودية.

وفي ضوء ذلك، تقوم معظم المحاجر والمصانع حاليًا بإعادة تدوير المياه المستخدمة داخل المنشأة، بعد إخضاعها لمعالجات أولية تشمل الترسيب والتجفيف باستخدام تقنيات مثل الفلتر برس .(Filter Press) أما المواد الصلبة الناتجة عن عمليات التجفيف، فيتم التخلص منها داخل الكسارات المخصصة لذلك.

ويُعزى الانخفاض الملحوظ في عدد المخالفات إلى جهود الرقابة البيئية المكثفة التي تبذلها كل من وحدة الرقابة البيئية في بلدية نابلس وسلطة جودة البيئة، من خلال إلزام المنشآت بالامتثال لأحكام النظام المذكور، لا سيما الحظر المفروض على تصريف الصول إلى شبكات الصرف الصحي.

بالنسبة للمياه الناتجة عن مصانع الطحينة فانه بحسب القوانين والتعليمات النافذة (نظام رقم 16 لسنة 2013) لا يسمح بطرح المياه الناتجة الى شبكات الصرف الصحي او الخط الناقل الى محطة معالجة غرب نابلس او الى الاودية. ومع ارتفاع تكاليف معالجة المياه الناتجة عن مصانع الطحينة بسبب ارتفاع تراكيز المواد العضوية ونسبة الملوحة فانه لا يوجد حاليا اي عمليات معالجة داخل المصانع ويتم نقل المياه الى مكبات النفايات الصلبة (مكب زهرة الفنجان) او يتم التخلص من المياه بشكل غير قانوني عبر التصريف الى شبكات الصرف الصحي او الى الاودية

جدول 43. مياه الصرف الصناعي من حيث مصادرها وخصائصها الكمية والنوعية

مصدر المياه الصناعية	العدد ضمن منطقة تصريف محطة غرب نابلس)	كميات المياه (م^3/اليوم)	الخصائص النوعية
محاجر	40	71.1	-
مصانع ملابس (مصانع انتاج الجينز)	3	63.5	COD: 443 mg/L BOD: 194 mg/L TSS: 108 pH: 4.52, 4.75
مصانع المنتجات الغذائية / طحينية	10	62.6	COD:7183 mg/L BOD: 4631 mg/L EC: > 4000 mS/cm pH: 11.65, 11.08
معاصر الزيتون	6	169.2	-
مصانع البلاط والطوب	8	3.85	-
المسالخ	4		COD: 3450- 6417 mg/L BOD: 2474- 3223 mg/L
مصنع المنيوم	1	-	-

فيما يخص المياه الصناعية الناتجة عن مصانع الملابس فانه يتم تخزين المياه الناتجة داخل المصنع بواسطة خزان اتزان بسعة تخزينية تتوافق مع كميات المياه الناتجة خلال يوم واحد ويتم طرح هذه المياه في شبكات الصرف الصحي تدريجيا.

بالنسبة للمياه الناتجة عن مصانع الطحينة فانه بحسب القوانين والتعليمات النافذة (نظام رقم 16 لسنة 2013) لا يسمح بطرح المياه الناتجة الى شبكات الصرف الصحي او الخط الناقل الى محطة معالجة غرب نابلس او الى الاودية. ومع ارتفاع تكاليف معالجة المياه الناتجة عن مصانع الطحينة بسبب ارتفاع تراكيز المواد العضوية ونسبة الملوحة فانه لا يوجد حاليا اي عمليات معالجة داخل المصانع ويتم نقل المياه الى مكبات النفايات الصلبة (مكب زهرة الفنجان) او يتم التخلص من المياه بشكل غير قانوني عبر التصريف الى شبكات الصرف الصحي او الى الاودية

بالنسبة لمياه الزيبار، تقوم هيئة جودة البيئة بالتعاون مع بلدية نابلس بفرض رقابة صارمة على معاصر الزيتون لضمان الإدارة السليمة لمياه الزيبار الناتجة خلال موسم عصر الزيتون. وبموجب هذه الرقابة، يُلزم أصحاب المعاصر بطرح مياه الزيبار فقط في محطة غرب نابلس، حيث يتم تجميعها في خزان خاص مخصص لهذا الغرض. بعد ذلك، تُضخ المياه إلى الهاضم اللاهوائي ضمن المحطة، مع الالتزام بعدم تجاوز الحمل الهيدروليكي الناتج عن مياه الزيبار نسبة 2.5% كحد أقصى من القدرة التصميمية للهاضم، وذلك حفاظًا على استقرار النظام البيولوجي. وتفرض بلدية نابلس رقابة مشددة بشكل خاص على المعاصر الواقعة داخل نطاقها الإداري والمناطق المخدومة بشبكة الصرف الصحي المشترك، وتشمل:معصرة واحدة في مدينة نابلس ومعصرتان في بلدة قوصين ومعصرة واحدة في بيت إيبا وذلك لمنع أي طرح مباشر لمياه الزيبار في شبكة الصرف الصحي. كما تقوم البلدية خلال موسم عصر الزيتون بتوفير تنكات نضح خاصة لنقل مياه الزيبار إلى محطة غرب نابلس مقابل تكلفة رمزية، دعمًا لالتزام المعاصر بالمعايير البيئية والحد من التلوث.

ولحماية محطة غرب نابلس من مخاطر الفيضانات فقد تم انشاء خزان اتزان (equalization tank) بسعه تبلغ 5000 م^3 حيث يتم توجية مياه التصريف الواردة خلال الايام الماطره من الخزان الى المحطة بشكل تدريجي لضمان عدم تجاوز الطاقة الاستيعابية للمحطة. وفي حال تجاوز تدفق المياه الواردة 1800 م^3/الساعة فيتم تصريف المياه مباشرة الى وادي الزومر.

رسم خريطة النظام وتحديد مجموعات التعرض المحتملة

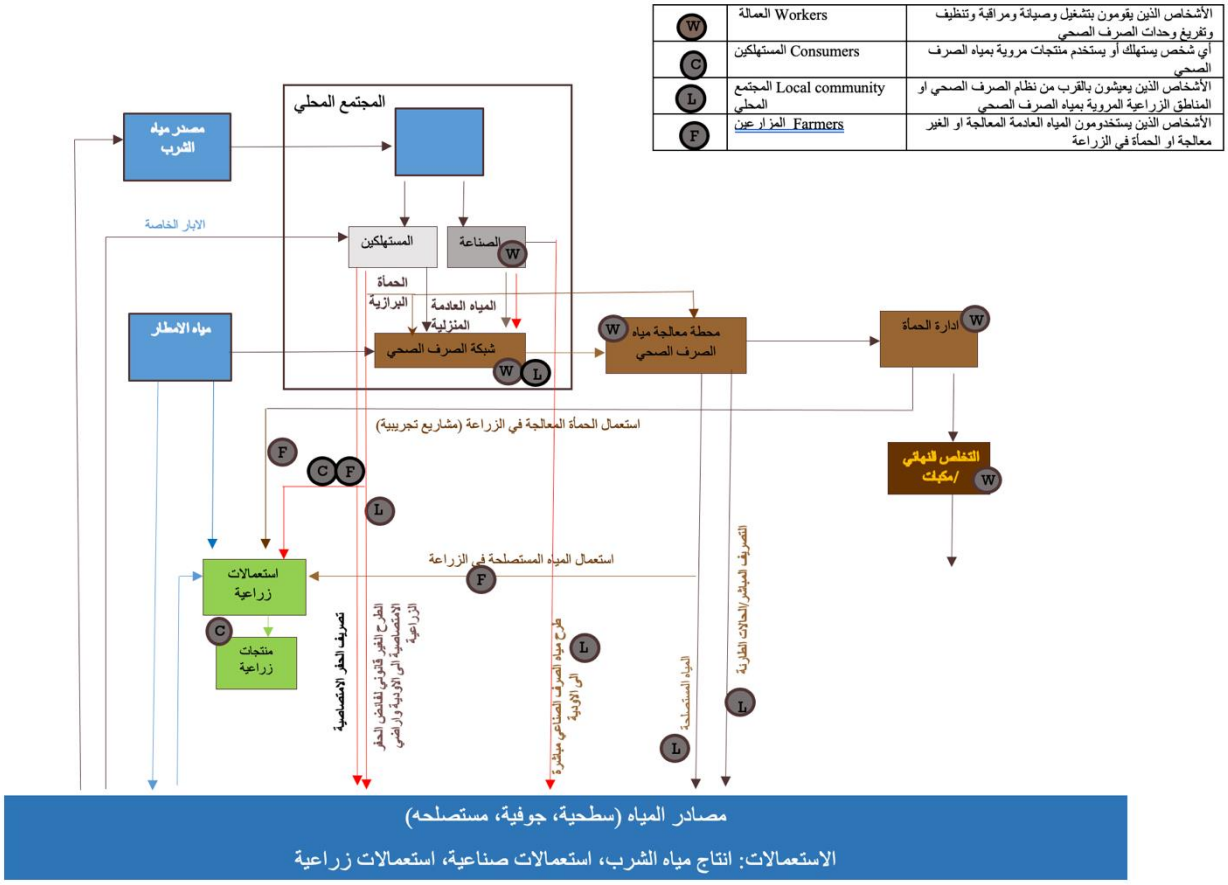
استنادا الى البيانات التي تم عرضها سابقا تم انجاز مخطط (شكل 34) يوضح مسار النفايات من نقطة تولدها حتى نقطة اعادة استخدامها او التخلص النهائي منها. ويوضح المخطط كذلك المجموعات التي يمكن تعرضها للمخاطر ضمن كل مسار، وتشمل هذة المجموعات: المجتمع المحلي، المستهلكين، المزارعين، بالاضافة الى القوى العاملة. فكما هو موضح في المخطط المسارات التي تتضمن مخاطر من شانها التاثير على مامونية مصادر المياه وتفضي الى تعرض المجتمع باكمله للمخاطر. وتشمل هذة المسارات تسرب الملوثات من الحفر الامتصاصية الى المياه الجوفية بالاضافة الى حالات الطرح الغير القانوني لمخلفات هذة الحفر في الاودية او الاراضي الزراعية.

وهذا بالاضافة الى حالات الطرح الغير قانوني لمياه الصرف الصناعي الغير معالجة في الاودية السطحية او التصريف الغير قانوني الى شبكات الصرف الصحي مما يعرض كذلك كامل المجتمع للمخاطر.
اما عن المسارات التي يتعرض فيها المزارعين للمخاطر فتشمل الاستعمال الغير امن للمياه المستصلحة او الاستخدام المخالف للحمأة البرازية في الزراعة.

فيما يخص تعرض القوى العاملة للمخاطر، يجب التركيز على اتباع معايير السلامه المهنية في محطة المعالجة، وفي التعامل مع حالات فيضان الشبكة، بالاظافة الى حالات التعامل مع مياه الصرف الصناعية ونضح الحفر الامتصاصية وطمر الحمأة المعالجة.

الإقرار بصحة وصف النظام

فيما يخص الإقرار بصحة المعلومات المدرجة، فقد تم التحقق من جميع البيانات الواردة في الخطة بالتنسيق مع الجهات ذات العلاقة. وعند الانتهاء من إعداد النسخة النهائية من خطة سلامة الصرف الصحي، سيتم اعتماد المعلومات الواردة ووصف النظام من قبل الإدارات العليا في الجهات المعنية، تأكيدًا على دقتها وموثوقيتها. عقب ذلك، سيتم رفع الخطة إلى صانعي القرار في الجهات المختصة، والتي تشمل سلطة المياه، ووزارة الصحة، ووزارة الزراعة، وهيئة جودة البيئة، وذلك بغرض إقرار الخطة رسميًا والمصادقة عليها تمهيدًا لتفعيلها وتنفيذ بنوده



الشكل 34. 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 لادارة المخاطر الاستباقية للتخفيف من هذة المخاطر او القضاء عليها. ويتظمن تحليل المخاطر فهم معمق للتأثير المحتمل لهذة المخاطر، وتقييم احتمالية حدوثها واتخاذ قرارات حول كيفية ادارتها او تخفيفها.

استنادا الى وصف النظام الموضح في شكل رقم (34) تم تحديد المخاطر المحتملة ضمن خمسة 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 الغير معالجة 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 44 أدناه توصيفا لدرجات الخطورة المعتمدة.

جدول 44. المقاييس الوصفية للمخاطر

المقاييس الوصفية للمخاطر	
توصف المخاطر	التفسير
عالية (اولوية مرتفعة)	قد يتسبب الحادث بإصابة مرضية حادة او مزمنة تعرض الحياة للخطر، وعليه فإن هناك حاجة ماسة للشروع بإجراءات التقليل من هذه المخاطر.
متوسطة (اولوية متوسطة)	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
منخفضة (اولوية منخفضة)	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 (اولوية 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 (45) والمستندة الى دليل منظمة الصحة العالمية لتطوير خطة سلامة الصرف الصحي.

ومن الجدير بالذكر ان تقييم المخاطر الموضح في مصفوفة المخاطر المبينه في ملف الاكسل المرفق قد اشتمل كذلك على تحديد نوعية المخاطر ومسارات التعرض لهذة المخاطر والمجموعات المعرضة للمخاطر بالاضافة الى الاجراءات المتبعة حاليا للتعامل مع هذة 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

جدول 45. 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 القيْ 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.

الوحدة الرابعة
تقييم الخيارات المتاحة للسيطرة على المخاطر

بعد استكمال مراحل تحديد وتقييم المخاطر وترتيبها حسب الأولوية، إلى جانب تحليل فعالية الإجراءات الحالية في الحد منها، شرع الفريق المعني بإعداد الخطة في تنفيذ تقييم شامل للإجراءات التصحيحية الممكنة، بهدف تعزيز القدرة على السيطرة على المخاطر وتقليل أثرها بشكل فعّال ومُستدام. وقد شملت هذه الإجراءات التصحيحية ما يلي:

- إجراءات إنشائية :مثل استبدال خطوط الصرف الصحي المتهالكة.

- إجراءات تشغيلية :مثل تنظيم فترات مكوث المياه في الخزانات التجميعية، أو استحداث برامج رقابية لرصد نوعية المياه او نوعية التربة في مراحل متعددة ضمن سلسلة المعالجة وإعادة الاستخدام.
- إجراءات سلوكية :مثل تعزيز ممارسات السلامة المهنية، وتكثيف التوعية المجتمعية حول أهمية الالتزام بالضوابط والإبلاغ عن المخالفات لتقليل السلوكيات الضارة.

وغالبا ما تكون الاجراءات التصحيحية هي مزيج من التدابير الفنية والتشغيلية والسلوكية. ومن المهم التنويه الى انه عند دراسة الاجراءات التصحيحية الممكنة والتي تمثل الخيارات المتاحة للتحكم بالمخاطر، ينبغي أخذ الجوانب التالية بعين الاعتبار لضمان اختيار التدابير الأنسب والأكثر فاعلية:

1. تحسين الضوابط الحالية: فحص إمكانية تعزيز فعالية الإجراءات الموجودة بدلاً من استحداث جديدة.
2. الكلفة مقابل الفعالية: تقييم تكلفة كل خيار مقارنة بالعائد المتوقع منه في تقليل المخاطر.
3. الموقع المناسب للتدخل: تحديد أفضل نقطة في سلسلة الصرف الصحي لتنفيذ إجراء التحكم، سواء عند مصدر الخطر أو في مراحل لاحقة.
4. الجدوى الفنية: التحقق من الإمكانيات الفنية لتطبيق خيار التحكم المقترح ومدى استدامته.
5. القبول المجتمعي والموثوقية: مراعاة مدى توافق الإجراءات مع الثقافة المحلية والعادات السلوكية لضمان الالتزام بها.
6. المسؤوليات الإدارية: تحديد الجهات المسؤولة عن تنفيذ وإدارة ومتابعة الضوابط الجديدة بوضوح.

في إطار تعزيز فعالية تنفيذ الإجراءات التصحيحية المقترحة، حرص فريق العمل على التأكيد بأن نجاح هذه التدابير لا يعتمد فقط على الجوانب الفنية أو التشغيلية، بل يتطلب أيضًا إشراكًا فعالًا لجميع الأطراف ذات العلاقة.
ومن الجدير بالذكر أن فريق العمل أوصى بإعداد برامج تدريبية وتواصلية وتشاورية فعّالة، تهدف إلى دعم تطبيق التدابير المقترحة، وضمان فهم جميع الأطراف المعنية لأدوارهم ومسؤولياتهم ضمن منظومة إدارة المخاطر. وتشمل هذه الأطراف: الجهات المنفذة، الجهات الرقابية، المجتمع المحلي، والمزارعين أو المستفيدين المباشرين من خدمات الصرف الصحي المعاد استخدامها.

وقد تم التأكيد كذلك على أهمية بناء القدرات المؤسسية، من خلال توفير الأدلة الإجرائية والإرشادات الفنية، وتنظيم جلسات حوارية وورش عمل لتعزيز التنسيق المشترك، خاصة في الحالات التي تتطلب تدخلًا متعدد الجهات. ومن أجل تطوير خطة التحسين، قام فريق العمل بعقد سلسلة من الاجتماعات الهادفة إلى تحديد الخيارات المتاحة للإجراءات التصحيحية، ومناقشة مدى فعالية كل خيار وإمكانية تنفيذه، مع الأخذ بعين الاعتبار الجوانب المالية، الإدارية، والسياسية، خصوصًا في ظل القيود الكبيرة التي يفرضها الاحتلال الإسرائيلي. كما قام الفريق بتقدير التكاليف المرتبطة بكل إجراء مقترح، وتحديد الأطر الزمنية اللازمة لتنفيذه، إلى جانب تحديد الجهات المسؤولة عن التنفيذ والإدارة والمتابعة. وقد حرص الفريق على أن تكون جميع التوصيات واقعية وقابلة للتطبيق، وأن تستند إلى بيانات ميدانية دقيقة وموثوقة. وفي الحالات التي ظهرت فيها فجوات معرفية أو نقص في المعلومات الفنية، أوصى الفريق بضرورة إجراء دراسات تفصيلية من قبل مختصين لضمان اتخاذ قرارات مدروسة ومبنية على أسس علمية.

تطوير خطة التحسين التدريجية

استنادًا إلى التقييم الشامل للإجراءات التصحيحية المقترحة، قام فريق العمل بإعداد خطة تحسين تدريجية (موضحة في ملف الاكسل المرفق) تعتمد على الاستمرار في تطبيق الإجراءات القائمة التي أثبتت فعاليتها ميدانيًا، إلى جانب اقتراح إجراءات تصحيحية جديدة تلبي متطلبات الواقع المحلي. وقد تضمنت الخطة تقديرًا لحجم التكلفة المالية المرتبطة بكل إجراء، وتقييم مدى إمكانية تغطيتها ضمن الموازنات الحالية أو الحاجة إلى تخصيص مالي إضافي في المستقبل. وتم تصنيف التكاليف المالية الرأسمالية كما يلي:

- منخفضة: إذا كانت أقل من 50,000 شيكل.
- متوسطة: إذا تراوحت بين 50,000 و300,000 شيكل.
- مرتفعة: إذا تجاوزت 300,000 شيكل.

اما اذا كانت التكاليف تقتصر على تكاليف تشغيليه فقط فقد تم تصنيفها على النحو التالي والتي تم تقديرها بناءا على التكاليف التقريبة لبرامج المراقبة على نوعية المياه :

- منخفضة: إذا كانت أقل من 5,000 شيكل/السنه.
- متوسطة: إذا تراوحت بين 5,000 و25,000 شيكل/السنه.
- مرتفعة: إذا تجاوزت 25,000 شيكل/السنه.

أما الإطار الزمني لتنفيذ الإجراءات فقد قُسِّم إلى ثلاث فئات رئيسية:

- قصير الأجل: إجراءات يمكن تنفيذها بشكل فوري خلال بضعة أشهر.
- متوسط الأجل: إجراءات يتطلب تنفيذها خلال فترة تتراوح بين عام وثلاثة أعوام.
- طويل الأجل: إجراءات تحتاج إلى تخطيط مسبق وموارد مالية وتقنية إضافية لتنفيذها.

كما اشتملت خطة التحسين على تحديد الجهة أو الجهات المسؤولة عن تنفيذ كل إجراء تصحيحي، سواء كانت بلدية نابلس، أو الوزارات المختصة، أو سلطة جودة البيئة، أو جهات التخطيط الاستراتيجي مثل مجلس تنظيم قطاع المياه. وقد أتى ذلك لضمان وضوح الأدوار المؤسسية وتوزيع المسؤوليات بشكل منظم يسهل عملية المتابعة والتقييم. وفيما يتعلق بالإجراءات التصحيحية المرتبطة بمأمونية المنتجات الزراعية المروية بالمياه المستصلحة، فقد أوصت الخطة بأن تكون وزارة الصحة هي الجهة المسؤولة عن مراقبة فعالية هذه الإجراءات. ومع ذلك، لا تزال هناك حاجة للتأكد من الصلاحيات المؤسسية لوزارة الصحة، وما إذا كانت الجهة المرجعية الرسمية المسؤولة عن سلامة الغذاء سواء المنتج محليًا أو المستورد.

بناءً على توجهات فريق العمل، تم بشكل اولي تحديد مجموعة من المخاطر ذات الأولوية العالية للتنفيذ، كما هو موضح في الجدول رقم 46 وشملت هذه المجموعة المخاطر المصنّفة "عالية الخطورة"، وعلى رأسها حدث رئيسي يتمثل في "تسرّب المياه العادمة إلى شبكات مياه الشرب نتيجة تلف أنابيب الصرف الصحي أو وجود شقوق في أنابيب المياه." كما ضمّت قائمة الأولويات بعض المخاطر المصنفة "متوسطة الخطورة"، والتي اعتُبرت من قبل الفريق ذات تأثير محتمل يستدعي اتخاذ إجراءات وقائية.

بالإضافة إلى ذلك، تم إدراج خطرين آخرين لم يتم تصنيف حدة خطورتهما بسبب نقص البيانات، إلا أن احتمالية تأثيرهما العالية دفعت الفريق إلى اعتبارهما من الأولويات، مع التوصية بالشروع فورًا في إجراء الدراسات وجمع المعلومات ذات الصلة.

وقد استند الفريق في هذا التصنيف إلى معايير علمية وواقعية تأخذ بعين الاعتبار مستوى الخطورة، وإمكانية التحكم بها، ومدى تأثيرها على الصحة العامة والبيئة.

جدول 46. مثالا من مسودة خطة التحسين التدريجية

الحوادث التي تفضي الى التعرض للمخاطر (الحوادث الخطرة)	التقييم الوصفي للمخاطر	الاجراء التصحيحي	حجم التكاليف المالية	الاطار الزمني	الجهة المسؤولة عن تنفيذ/تشغيل/مراقبة الاجراء التصيحي
تسرب المياه العادمة الى مياه الشرب بسبب تلف انابيب الصرف الصحي والشقوق في انابيب مياه الشرب	عالية الخطوره	عمل نظام كشف مبكر لتسرب المياه العادمه لخطوط مياه الشرب بالاضافة الى تحديد المناطق الحساسه وتكثيف الرقابة الدورية فيها	عالية بسبب ارتفاع تكلفة اجهزة الكشف المبكر	بحاجة الى الشروع بهذة الاجراءات على الفور ولكن في ضوء تكلفة اجهزة الانذار المبكر فيمكن اعتبار هذا الاجراء متوسط الى طويل الاجل .	دائرة المياه والصرف الصحي في بلدية نابلس (تنفيذ وتشغيل)/ وحدة الرقابة البيئية/بلدية نابلس
طرح المياه العادمة الصناعية الناتجة عن معاصر الزيتون (مياه الزيبار) والغير معالجة الى الاراضي الزراعية دون الالتزام بالشروط البيئية المنظمة لاستخدام هذه المياه في الاراضي الزراعية، والمقرّة عام 2020.	متوسطة الخطورة	التشديد على الالتزام التام بالشروط البيئية الناظمة لاستخدام مياه الزيبار في الاراضي الزراعية،المقرة عام 2020.	التكاليف الحالية تصنف على انها تكاليف تشغيلية وتعتبر تكاليف منخفضة نسبيا	الشروع بها قبل موسم عصر الزيتون وضمان استمراريتها بشكل منتظم خلال الموسم	وزارة الزراعه(تنفيذ وتشغيل) /سلطة جودة البيئة
التعرض للغازات السامة أثناء عملية صيانة الشبكات	متوسطة الخطورة	بالاضافة الى ارتداء ملابس الحمايه والسلامه الشخصيه لحماية عمال الصيانه يجب التاكيد على التهوية الجيدة قبل القيام بأية اعمال وتزويد عمال الصيانه بأجهزة محمولة لقياس تركيز كبريتد الهيدرجين والميثان للتأكد من انخفاض التركيز قبل الشروع باعمال الصيانه.	من ميزانية تشغيل دائرة المياه والصرف الصحي وتصنف التكاليف التي تعتبر رأسمالية بكونها متوسطة بسبب التكاليف المتعلقة بتوفير عدد كبير نسبيا من اجهزة فحص نسب الغازات	بالنسبة للتاكيد على الالتزام بشروط السلامة المهنية والتاكد من تهوية المناهل فيمكن الشروع بهذة الاجراءات على الفور (اجراءات قصيرة الاجل) لكن بالنسبة الى توفير اجهزة قياس نسبة الغازات فهي قصيرة الاجل في حال تم تخصيص الموارد المالية اللازمة.	دائرة المياه والصرف الصحي في بلدية نابلس (تنفيذ وتشغيل) / وحدة الرقابة البيئية في بلدية نابلس

تلوث المياه الجوفية بسبب تسرب المياه العادمة الغير معالجة الى المياه الجوفية نتيجة الاعتماد على الحفر الامتصاصية الغير مسمطة لتصريف المياه العادمة في المناطق الغير مخدومة بشبكات الصرف الصحي	لا يمكن في الوقت الحالي تصنيف مستوى الخطورة حيث انه يجب ان يؤخذ بعين الاعتبار كون حدة الخطورة تعتمد على عوامل جغرافية وطبيعية خاصة بكل منطقة. فكل حوض جوفي له خصائصه الفريدة التي تحدد مدى تعرضه للتلوث(حساسية الحوض الجوفي) . ولا تتوفر حاليا بيانات كافية لتحديد مستوى الخطورة.	"البدء بتقييم حساسية الأحواض الجوفية للتلوث، وذلك بهدف تحديد المناطق ذات الأولوية من حيث الحاجة لحمايتها من التدهور البيئي والمخاطر الصحية المرتبطة بتلوث المياه الجوفية. في المناطق ذات الأولوية التي تسمح طبيعتها الطبوغرافية بتوفير خدمات الصرف الصحي المركزية، يجب العمل على تأمين التمويل والدعم الفني للبدء بتنفيذ مشاريع البنية التحتية للصرف الصحي (شبكات الصرف الصحي). أما في المناطق التي يصعب فيها توفير شبكات الصرف الصحي نتيجة عوائق تقنية أو كلفة مرتفعة، فيُوصى باللجوء إلى أنظمة المعالجة اللامركزية لمياه الصرف الصحي كحل بديل وفعال لضمان حماية البيئة والصحة العامة.	تكلفة اجراء الدراسات هي تكلفة منخفضة نسبيا لكن تكلفة توفير شبكات الصرف الصحي او المعالجة اللامركزية هي تكلفة مرتفعة.	البدء فورا باجراء الدراسات المتعلقة بحساسية المياه الجوفية والتي تعتبر اجراءات قصيرة الاجل وبناءا على نتائج الدراسات يمكن البدء بالتخطيط لتوفير خدمات الربط على شبكات الصرف الصحي او خدمات المعالجة اللامركزية والتي تعتبر اجراءات طويلة الامد.	مجلس تنظيم قطاع المياه /سلطة المياه
تدهور خصوبة التربة بسبب تراكم " الأملاح والذي يؤثر على بنية التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالماء والمواد .الغذائية "	لا يمكن في الوقت " الحالي تصنيف مستوى حدة الخطورة لعدم توفر البيانات اللازمة حول مستوى الملوحة في التربة. ومع ذلك، تُعد هذه الحالة ذات أولوية عالية نظرًا لأهميتها في تقييم الأوضاع الزراعية القائمة واتخاذ الإجراءات المناسبة للحفاظ على جودة التربة ""واستدامة الإنتاج "	1- مراقبة ملوحة التربة موسميًا (قبل وبعد الزراعة). 2- في حال كانت نسب الملوحة عالية التوصية بالاجراءات التالية: غسل التربة (ري التربة بكميات زائدة من المياه منخفضة الملوحة لطرد الأملاح المتراكمة تحت منطقة الجذور). في حال استمرار تسجيل نسب ملوحة عالية يمكن إضافة المواد المحسّنة للتربة (Calcium sulfate) للمساعدة في إزاحة الصوديوم الزائد من التربة. ولا بد من التركيز على الإدارة المتكاملة للري والتسميد (استخدام تقنيات حديثة لضبط كمية ونوعية المياه والأسمدة بما يتناسب مع احتياجات النبات ونوعية التربة.	تكاليف تشغيلية متوسطة	البدء الفوري بتنفيذ هذه الإجراءات، وضمان استمراريتها بشكل منتظم ودوري (اجراءات قصيرة الاجل)	وزارة الزراعه (تنفيذ وتشغيل) /سلطة جودة البيئة

للنقاش