



# المشروع الوطني لمراقبة نوعية المياه في الأردن

التقرير السنوي 2020

# ملخص التقرير السنوي للمشروع الوطني لمراقبة نوعية المياه في الأردن 2020

## الفصل الأول: المقدمة

يصنف الأردن كثاني أفقر دولة عالمياً في مصادر المياه، وتواجه المصادر المائية في الأردن الآثار السلبية الناجمة عن ارتفاع الطلب والاستخراج الجائر والتغير المناخي، حيث يُعدّ الوضع المائي من الأمور الهامة والاستراتيجية التي تمثل التحدي الأكبر على المستوى الوطني، فقد تراجعت حصة الفرد المائية المتاحة 3600 متر مكعب في السنة عام 1946 إلى أقل من 100 متر مكعب في السنة لعام 2017 وهي أقل بكثير من مستوى خط الفقر المائي العالمي المطلق المحدد بحوالي 500 متر مكعب للفرد في السنة<sup>1</sup>، ازداد الوضع المائي سوءاً بتأثير التغير المناخي وقلة الهطول المطري وعدم توفر مصادر مائية بديلة والهجرات السكانية المفاجئة، إضافة إلى الزيادة السنوية الطبيعية في عدد السكان. وتشير التقديرات إلى أن استخدام الفرد الأردني من الموارد المائية المتاحة قد يزيد بنسبة 50-60%<sup>2</sup> بحلول عام 2025 مما سيؤدي إلى إجهاد مصادر المياه بشكل إضافي.

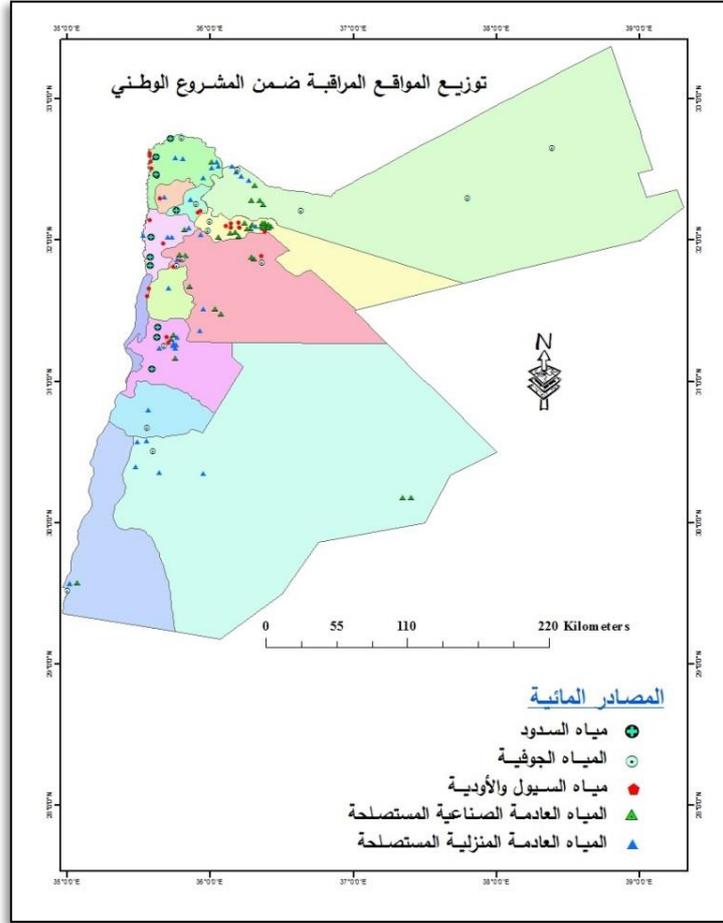
وتسعى وزارة البيئة إلى حماية البيئة والحفاظ على النظم البيئية والحيوية من خلال وضع الأطر التشريعية وإنفاذها وإعداد الاستراتيجيات والسياسات ونشر الثقافة البيئية والتحول نحو اقتصاد أخضر، عبر بناء مؤسسي داعم، للمساهمة في تحقيق التنمية المستدامة والحد من التلوث والآثار السلبية للتغير المناخي وفق نهج تشاركي. وتماشياً مع رسالة وزارة البيئة ومهمتها قامت الوزارة بالتعاون مع الجمعية العلمية الملكية بالاستمرار في تنفيذ برنامج لمراقبة وتقييم نوعية مصادر المياه المختلفة في المملكة وذلك من خلال "المشروع الوطني لمراقبة نوعية المياه في الأردن" والذي يعتبر من المشاريع الريادية المستمرة منذ عام 1986 والأول من نوعه في الأردن من حيث شموليته. ويكتسب هذا المشروع أهمية خاصة كونه يوفر من خلال أنشطته المختلفة معلومات حيوية وضرورية حول نوعية المياه في مصادرها المتعددة في المملكة ومدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة. كما ويعتبر المشروع مكماً لجهود وزارة المياه والري من خلال استكمال عناصر الرقابة البيئية وتوسيع نطاقها.<sup>3</sup>

إن العمل الدؤوب لإيجاد مصادر مائية بديلة لسد العجز بين التزويد والطلب لا يقل أهمية عن الحفاظ على نوعية المياه والتأكد من مطابقتها للاستخدامات المختلفة؛ فالحفاظ على تزويد مائي مستدام يتطلب الحفاظ على نوعية المياه من أي تلوث محتمل.

(1) قطاع المياه الأردني- حقائق وأرقام 2017.  
(2) الاستراتيجية الوطنية للمياه (2016-2025).  
(3) الخطة الاستراتيجية لوزارة البيئة (2020-2022).

## 1-1 لمحة عامة عن المشروع

بدأ المشروع عام 1986 بمراقبة واحد وخمسين (51) موقعاً لمياه الشرب فقط، وتم توسيع خطة عمل المشروع خلال الأعوام الماضية لتشمل في عام (2020) مئة وثمانية وثلاثون (138) موقعاً (الشكل رقم 1-1). اشتملت خطة المشروع لسنة (2020) على دراسة وتقييم نوعية المياه في كل من: المصادر الرئيسية للمياه الجوفية الخام (قبل المعالجة)، السيول والأودية الرئيسية، السدود الرئيسية، المحطات الرئيسية لمعالجة مياه الصرف الصحي، المياه العادمة الصناعية الناتجة عن بعض النشاطات الصناعية الرئيسية في المملكة، وذلك بهدف بيان مدى مطابقتها لمتطلبات المواصفات المحلية ذات الصلة وبيان مدى إمكانية إعادة استخدامها للأغراض المختلفة؛ وفقاً لأسس ومعايير حماية البيئة المعتمدة.



الشكل رقم (1-1): توزيع المواقع المراقبة في المملكة الأردنية الهاشمية.

وقد تم خلال العام (2020) جمع عينات لحظية من (30) موقعاً لأحواض المياه الجوفية الخام قبل المعالجة، (22) موقعاً للسيول والأودية، (14) موقعاً للسدود، إضافة إلى (32) موقعاً للمياه العادمة الصناعية، و(40) محطة لمياه الصرف الصحي، بالإضافة لمراقبة نوعية الحمأة في (20) محطة لمياه الصرف الصحي (ملحق رقم 1).

## 2-1 السند القانوني للمشروع الوطني لمراقبة نوعية المياه وأهميته وأهدافه الرئيسية

تعمل الوزارة من أجل تحقيق الأهداف والرؤى المستقبلية الخاصة بها في مجال حماية البيئة بالتعاون والتنسيق مع جميع الجهات ذات العلاقة والوزارات والمؤسسات المعنية - استناداً إلى أحكام المادة (4) من قانون حماية البيئة رقم 6 لسنة 2017 المتضمن ضرورة قيام وزارة البيئة بالعمل على ما يلي:

1. مراقبة عناصر البيئة وقياس مكوناتها من خلال المراكز العلمية والمختبرات التي تعتمد لهذه الغاية ووفقاً للأدلة والمواصفات الدولية وإنشاء شبكات الرصد البيئي وتشغيلها.
2. جمع المعلومات البيئية وتصنيفها وحفظها وإنشاء نظام معلومات وقاعدة بيانات بيئية وطنية وإدارتها وتحديد أسس توثيقها وتداولها واستخدامها وتوفيرها للمعنيين.
3. إجراء البحوث والدراسات البيئية وإصدار المطبوعات المتعلقة بها بما في ذلك إعداد تقارير دورية عن حالة البيئة في المملكة. وتقوم مديرية الرصد والتقييم البيئي في الوزارة بتحقيق أهداف الرصد البيئي في الأردن المتمثلة بما يلي:
  - رصد عناصر البيئة والتحقق من تلبية المتطلبات البيئية
  - ضمان توافر المعلومات البيئية حول الوضع البيئي القائم
  - تقييم فعالية نظم الإدارة البيئية، وتقييم أسباب ومصادر التغيرات البيئية والمخاطر المحتملة المترتبة عليها

وتقوم المديرية بوضع خطة تنفيذية للمشروع الوطني لمراقبة نوعية المياه بالتعاون مع مركز البيئة والمياه في الجمعية العلمية الملكية والمديريات الفنية في مركز الوزارة والمحافظات.

وتكمن أهمية هذا المشروع في كونه أحد أهم الأدوات الفنية لتنفيذ المتطلبات القانونية لوزارة البيئة في مراقبة عناصر البيئة في الحالات العادية والطارئة وتعزيز الرقابة البيئية على مصادر المياه المختلفة. كما يوفر هذا المشروع قاعدة بيانات حيوية وضرورية لنوعية المياه في المصادر المائية المراقبة في مختلف مناطق المملكة مما يساعد متخذي القرار في وزارة البيئة والمديريات الفنية في المركز والمحافظات وبعض الوزارات المعنية الأخرى على اتخاذ القرارات المناسبة بهذا الخصوص.

ومن هذا المنطلق تتمثل أهداف البرنامج الرقابي للمشروع الوطني لمراقبة نوعية المياه في الأردن بما يلي:

- تحديد أهم الخصائص الفيزيائية والكيميائية (العضوية وغير العضوية) والجرثومية للمياه من المصادر المختلفة في المواقع المراقبة.
- تحليل وتقييم نوعية المياه في مصادرها المختلفة للتحقق من جودتها وبيان مدى مطابقتها لمتطلبات القواعد الفنية والمواصفات القياسية الأردنية ذات الصلة وبيان مدى ملاءمتها للاستخدامات المختلفة وفقاً للأسس ومعايير حماية البيئة المعتمدة للحد من الآثار السلبية على موارد المياه المحدودة في المملكة.
- توثيق التغير في نوعية المصادر المائية ضمن الإطار الزمني وتحديد الاتجاه العام للتغير في نوعية المياه، وتحقيقاً لهذا الغرض تم إنشاء موقع إلكتروني لنظام بنك المعلومات البيئية.
- تحديد أهم أسباب التغير في نوعية المياه سواء كان هذا التغير سلبياً أو إيجابياً.
- تحديد مؤشرات التلوث للأمر الطارئة عند الضرورة.

## 3-1 الإجراءات المتخذة في وزارة البيئة:

تقوم الوزارة بناءً على تقييم نتائج تحاليل عينات المياه في هذا المشروع ومقارنتها مع القواعد الفنية والمواصفات القياسية الأردنية ذات الصلة بالتنسيق مع جميع الجهات المعنية ومخاطبتها لإعداد خطط عملية لتصويب الأوضاع كل حسب اختصاصه:

- يتم التنسيق مع وزارات (المياه والري، الصحة، الزراعة) بخصوص نتائج تحاليل عينات المياه الجوفية ومياه السدود والسيول والأودية ومخارج محطات معالجة مياه الصرف الصحي.
- يتم مخاطبة المنشآت الصناعية عند وجود تجاوزات في نوعية المياه الخارجة منها للحدود المبينة في القاعدة الفنية الخاصة بالمياه العادمة الصناعية وحسب الاستخدام النهائي لهذه المياه لتقوم بتصويب الأوضاع واتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من تلوث المياه، وفي حال عدم الاستجابة تقوم الوزارة باتخاذ الإجراءات القانونية بحقها .
- تقوم مديرية الرصد والتقييم البيئي بتزويد المديريات الفنية في المركز وخاصة (مديرية التفريش والرقابة البيئية ومديرية حماية الطبيعة) ومديريات البيئة في المحافظات المعنية بنتائج الفحوصات الدورية والتقارير الدورية الشهرية والسنوية لتقوم بمتابعة الجهات المعنية والمنشآت التنموية.
- يتم نشر بعض البيانات والتقارير على موقع وزارة البيئة الإلكتروني .

#### 4-1 المواصفات القياسية الأردنية المعتمدة

تخضع عينات المياه المراقبة إلى فحوصات مخبرية لتحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والجرثومية، ومن ثم تقييم نوعية تلك المياه بالاعتماد على المواصفات القياسية الأردنية المحلية وذلك لبيان مدى ملاءمة المياه في المصادر المختلفة للاستخدامات المتعددة.

- بالنسبة لعينات المياه الجوفية الخام قبل المعالجة، تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية لمياه الشرب رقم (286/2015) للخواص الفيزيائية والكيميائية وذلك لعدم توفر مواصفة محلية توضح المعايير الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية الخام، بالإضافة إلى وثيقة المعايير الميكروبيولوجية لنوعية المياه الخام لمصادر مياه الشرب الصادرة عن اللجنة العليا لنوعية المياه – أيلول/2017.
- بالنسبة لعينات مياه السيول والأودية، وبحسب توصية وزارة البيئة، تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية/ دليل نوعية مياه الري رقم (2014 /1766) لبعض مواقعها بالإضافة إلى المواصفة القياسية الأردنية لمياه الصرف الصحي المستصلحة رقم (2006 /893) لمياه المواقع المختلطة بالمياه الخارجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي/ بند الإسالة للسيول والأودية.
- أما فيما يتعلق بمياه السدود، فقد تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية/ دليل نوعية مياه الري رقم (2014 /1766).
- فيما يتعلق بعينات المياه الخارجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي، تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية لمياه الصرف الصحي المستصلحة رقم (2006 /893).
- أما عينات المياه الخارجة من محطات معالجة المياه العادمة الصناعية، قد تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية للمياه العادمة الصناعية المستصلحة رقم (2007 /202).
- وفيما يتعلق بعينات الحمأة، تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية الخاصة باستعمالات المادة الحيوية الصلبة والتخلص منها رقم (2016 /1145).

#### 5-1 آلية جمع وحفظ ونقل العينات

قام فريق العمل الميداني في الجمعية العلمية الملكية بجمع العينات من المواقع المحددة سابقاً وفق الخطة التنفيذية للمشروع، ولقد قامت وزارة البيئة بتسهيل مهمة الفريق للحصول على تصاريح من الجهات المعنية لدخول المناطق التي تتطلب تصاريح للوصول إليها وجمع العينات منها، ويتم جمع عينات لحظية (Grab Samples) بناءً على خطة سنوية يتم وضعها من خلال فريق متخصص في الإجراءات الفنية اللازمة بالعمل الميداني بما يضمن سلامة العينة خلال عملية الجمع والنقل؛ حيث يتم حفظها في صناديق مبردة وأمنة لحين وصولها للمختبرات. ويتم التدقيق على عمليات أخذ العينات من قبل المشرفين بحسب الجدولة الزمنية للتدقيق وبناءً على الإجراءات المعتمدة والموثقة في إرشادات أخذ العينات. ويبين الجدول رقم (1-1) آلية جمع العينات من مختلف المصادر المراقبة في المشروع الوطني لعام (2020).

الجدول رقم (1-1): آلية جمع العينات لعام (2020)

الرقم	المصدر	آلية جمع العينة
1.	عينات المياه الجوفية الخام	يتم جمع العينة من مخرج المضخة
2.	عينات مياه السيول والأودية	يتم جمع العينة من أقرب نقطة للموقع (من طرف السيل)
3.	عينات مياه السدود	يتم جمع العينة من مخرج السد
4.	عينات مياه الصرف الصحي المعالجة	يتم جمع العينة من مخرج المحطة
5.	عينات المياه العادمة الصناعية المعالجة	يتم جمع العينة من مخرج المحطة أو مخرج المصنع

وتجمع العينات في عبوات مخصصة للفحوصات الكيميائية والفيزيائية والجرثومية وتكون محكمة الإغلاق ونظيفة ومعقمة ومحفوفة تحت درجة حرارة معينة وتجمع خلال الوقت المحدد بحسب نوعية التحاليل المطلوبة، ويتم تحديد عدد العينات المطلوبة والكميات اللازمة للفحوصات المخبرية بناءً على احتياجات المختبر لإجراء الفحوصات، حيث يتم حفظ العينات حين وصولها للمختبرات في برادات على درجة حرارة (4°) سيلسيوس لحين فحصها مع مراعاة المدة الزمنية اللازمة بين جمع العينة وتحليلها؛ بحيث لا تتجاوز الحدود المسموح بها لكل فحص وفقاً لما ورد في مرجع الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة/ (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Online). كما ويتم إجراء بعض القياسات الميدانية المطلوبة مثل (الأوكسجين المذاب والكلورين الحر) باستخدام أجهزة ميدانية معايرة.

## 6-1 التحاليل والفحوصات

تم خلال فترة المشروع إجراء أهم الخصائص الكيميائية والفيزيائية والجرثومية لمختلف المصادر المائية والحماة المفحوصة، حيث تبين الجداول ذوات الأرقام (1-2) و(1-3) و(1-4) أهم التحاليل والفحوصات وطرق إجرائها خلال فترة المراقبة (التفاصيل في الملحق رقم 1). علماً بأن جمع ونقل وحفظ وتحليل العينات تم وفقاً لما ورد في مرجع الطرق القياسية لفحص المياه والمياه العادمة كما ذكر سابقاً.

الجدول رقم (1-2): أهم الخصائص الجرثومية وطرق إجرائها لعينات المياه المراقبة لعام (2020)

طريقة إجراء الفحص	الرمز	الفحص
9221-B, C, 2017*	TCC	التعداد الكلي للكوليفورم
9221-E, C, 2017*	TTCC	التعداد الكلي للكوليفورم المقاومة للحرارة
9221, F, 2017*	<i>E. coli</i>	بكتيريا الإشريشيا القولونية
Modified Bailenger method. WHO report 1996.	IPN	بيوض الديدان المعوية (النيماطودا)

(\*): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Online.

الجدول رقم (1-3): أهم الخصائص الكيميائية والفيزيائية وطرق إجرائها لعينات المياه المراقبة لعام (2020)

طريقة إجراء الفحص	الرمز	الفحص
4500-H <sup>+</sup> , B*	pH	الأس الهيدروجيني (درجة الحموضة)
2510, B*	EC	الإصلالية الكهربائية
2120, B*	Color	اللون الظاهر
2120, B*	Color (T)	اللون الحقيقي
4500-O, G*	DO	الأكسجين المذاب
5210, B*	BOD <sub>5</sub>	الأكسجين المستهلك حيويًا
5220, B*	COD	الأكسجين المستهلك كيميائيًا
2540, D*	TSS	المواد الصلبة العالقة الكلية
2540, C*	TDS	المواد الصلبة الذائبة الكلية
4110, B*	NO <sub>3</sub>	النترات
4500-NO <sub>2</sub> , B*	NO <sub>2</sub>	النتريت
ASTM D1426-08 or 4500-NH <sub>3</sub> , B&C*	NH <sub>4</sub>	الأمونيوم
4500-Norg, B*	T.Kj-N	نيتروجين الكدال الكلي
4500-P, C*	PO <sub>4</sub>	الفوسفات
4500-P, C& E*	T-P	الفوسفور الكلي
4110, B*	SO <sub>4</sub>	الكبريتات
Calculation	T-N	النيتروجين الكلي
SOP 17/01/02/04/21 Rev. (1) or 2340, C*	TH as(CaCO <sub>3</sub> )	العسر الكلي
5520, B*	FOG	الدهون والزيوت والشحوم
5530, C*	Phenol	الفينول
5540, C*	MBAS	مادة المثيلين الأزرق الفعالة/ المنظفات
4500-Cl, D*	Cl	الكلوريد
2320, B*	HCO <sub>3</sub>	البكربونات
HACH Method 8131	H <sub>2</sub> S	كبريتيد الهيدروجين
3111, B*	Na	الصوديوم
SOP 17/01/02/04/21 Rev. (1) or 3500-Mg, B*	Mg	المغنيسيوم

SOP 17/01/02/04/21 Rev. (1) or 3500-Ca, B*	Ca	الكالسيوم
4500-F, C*	F	الفلوريد
4500-CN, F*	CN	السيانيد
3120, B*	B	البورون
Calculation	SAR	نسبة إدمصاص الصوديوم
2130, B*	Turbidity	العكارة

(\*): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Online.

الجدول رقم (1-4): أهم خصائص العناصر النادرة وطرق إجرائها لعينات المياه المراقبة لعام (2020)

طريقة إجراء الفحص*	الرمز	الفحص
3111-D	Al	الألمنيوم
3111-B	Ag	الفضة
4110-B	Br	البروميد
3111-D	Ba	الباريوم
3111-B	Be	البيريليوم
3120-B	Se	السيلينيوم
3120-B	As	الزرنيخ
3120-B	Sb	الانتيمون
3111-B	Cu	النحاس
3111-B	Fe	الحديد
3111-B	Li	الليثيوم
3111-D	Mo	الموليبدنيوم
3111-B	Mn	المنغنيز
3111-D	V	الفاناديوم
3111-B	Co	الكوبلت
3111-B	Ni	النيكل
3111-B	Pb	الرصاص
3111-B	Cd	الكاديوم
3111-B	Zn	الزنك
3111-B	Cr	الكروم
3112-B	Hg	الزئبق

(\*): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Online.

## 7-1 سياسة ضبط جودة النتائج

إن مختبرات الجمعية العلمية الملكية معتمدة اعتماداً وطنياً من قبل وحدة الاعتماد في مؤسسة المواصفات والمقاييس على أساس مواصفة اعتماد المختبرات العالمية (ISO 17025) لغالبية الفحوصات. كذلك فإن العديد من الفحوصات في المختبرات البيئية معتمدة اعتماداً دولياً من قبل (United Kingdom Accreditation Services UKAS) وعلى أساس المواصفة المذكورة. كما أن مركز البيئة والمياه في الجمعية حاصل على شهادة (ISO 9001:2015) لمعظم نشاطاته من قبل مؤسسة (Lloyd's). وهناك إجراءات عديدة متبعة في المختبرات البيئية ضمن برنامج ضبط الجودة داخل الجمعية العلمية الملكية وذلك لضبط جودة نتائج تحاليل العينات، كما تلتزم المختبرات بمتطلبات المواصفة "ISO/IEC 17025: 2017" الخاصة بمختبرات التحاليل البيئية. ومن ضمن الإجراءات المتبعة:

- التحليل المتكرر للعينات (Replicate Samples).
- إعادة تحليل بعض العينات بعد مرور فترة زمنية معينة على تحليلها، بحيث تكون محفوظة وفقاً لمتطلبات طرق الفحص القياسية المتبعة في مختبرات التحاليل البيئية كما ذكر سابقاً.
- المشاركة الدورية في فحوصات الكفاءة المخبرية (Proficiency Testing) محلياً ودولياً.

- الالتزام بتحليل عينات ضبط الجودة المختلفة مثل (Check Standard).
- تحليل عينات مخفية الهوية (Blind Samples)، بحيث يتم إدخال هذه العينات لنفس المشروع تحت اسم مشروع آخر.
- دراسة الترابط بين نتائج التحاليل؛ حيث يتم تقييم النتائج بعد صدورها من المختبرات، كأن يتم مثلاً عمل موازنة لمجموع تركيز الأيونات السالبة والموجبة في العينة مع تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية.
- فيما يتعلّق بحساب القيم الدنيا والعليا والمعدّلات/ المعدّلات الهندسية والرّسومات البيانيّة، يتمّ اعتماد قيمة حدود الكشف للجهاز المستخدم للقياس كرقم مجرد من أيّ إشارات حال وقوع قيمة الفحص تحت حدود كشف الجهاز.

## 8-1 قاعدة البيانات

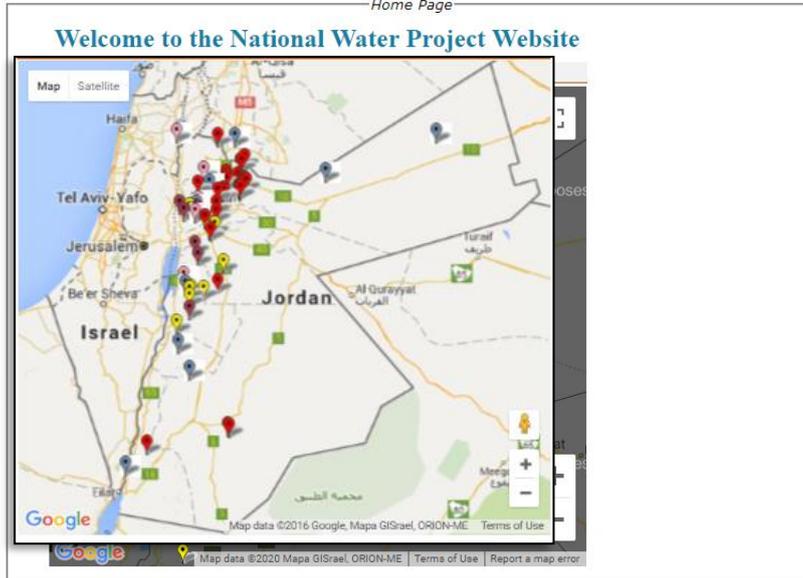
من أجل زيادة فعالية وتسهيل الإجراءات المتبعة في تحليل وحفظ نتائج الفحوصات وتسريع الوصول إلى المعلومة، كان من الضروري تطوير موقع إلكتروني يحتوي على قاعدة للبيانات "نظام بنك المعلومات البيئية" خاص بإدارة بيانات نتائج الفحوصات يتم من خلاله إدخال البيانات الخاصة بنوعية المياه وحفظها. ويتيح الموقع للمستخدمين المسجلين، وضمن صلاحيات معينة، الإطلاع على نتائج الفحوصات لجميع المواقع المراقبة ضمن المشروع (الشكل رقم 1-2)، بالإضافة إلى إمكانية إعداد التقارير الشهرية والسنوية بعدة طرق وعرض نتائجها على شكل رسومات بيانية، وإصدارها بعدة ملفات مثل (Excel, Word, PDF..etc.). وكذلك ربط أحداثيات مواقع الرصد مع الخارطة الجغرافية للأردن، ويتم متابعة وعمل نسخ احتياطية (Back up) للنظام وقواعد البيانات الخاصة بالمشروع بشكل شهري على الخادم الخاص بالمشروع عند وزارة البيئة.



Welcome [Sayyed Saleh](#)

Home Page

- Home
- Reports Management
- Parameters/Location
- Results/Locations
- AVG/GeoMean
- Location/Years
- Location/Period
- Location/Month
- Parameters/Period
- Parameters/Visits
- Parameters/Standard
- Upload Reports
- Annual Reports
- Monthly Reports
- Site Management
- Map Management
- User Management
- Roles Management
- Data Management
- Main Types
- Water Sources
- Units
- Test Methods



الشكل رقم (1-2): الصفحة الرئيسية لموقع بنك المعلومات

## الفصل الثاني: المياه الجوفية الخام

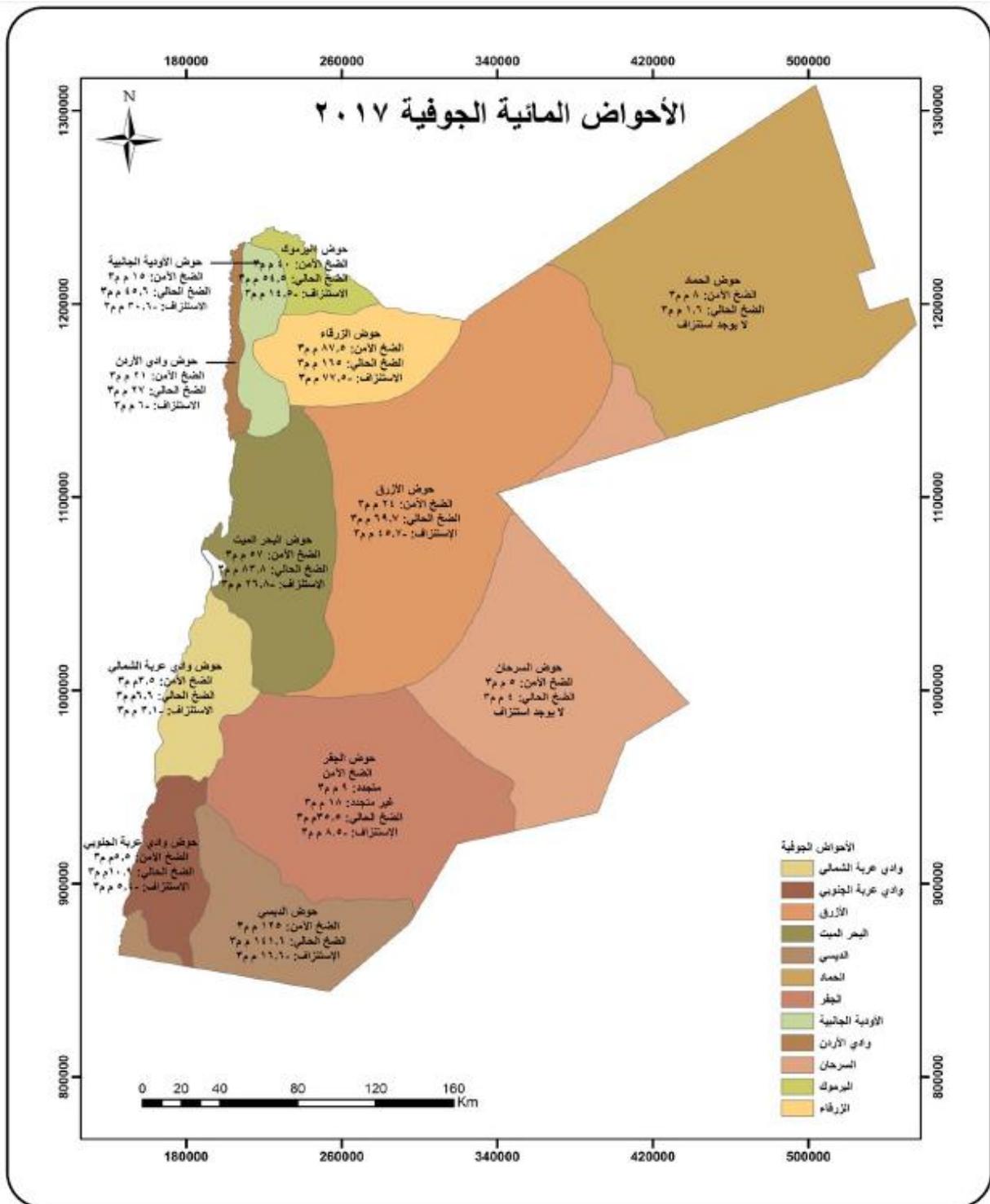
تعرف المياه الجوفية بأنها جميع المياه الموجودة تحت سطح الأرض والتي تكونت عبر أزمنة مختلفة قد تكون حديثة أو قديمة جداً، وغالباً ما تكون مصادرها الأمطار أو الأنهار الدائمة أو الموسمية أو الجليد الذائب، حيث تتسرب تلك المياه من سطح الأرض إلى داخلها فيما يعرف بالتغذية.

وتعتبر المياه الجوفية المصدر الرئيسي لتزويد الأردن بالمياه لكافة الاستعمالات وخاصةً لأغراض الشرب، حيث توفر 338 مليون متر مكعب تقريباً من كميات مياه الشرب في المملكة. وتتنوع المياه الجوفية بصورتها المتجددة وغير المتجددة على إثني عشر حوضاً مائياً رئيسياً، وتتركز أساساً في أحواض اليرموك وعمان - الزرقاء والبحر الميت. وقد بلغت كمية المياه الكلية نحو 1047 مليون متر مكعب تقريباً، منها حوالي 253 مليون متر مكعب من المياه السطحية 617 مليون متر مكعب من موارد المياه الجوفية (الجدول رقم 1-2)؛ وتقدر كميات الاستخراج الآمن من المياه الجوفية المتجددة 275 مليون متر مكعب، في حين أن كميات الاستخراج المستدام لخمسين عاماً من المياه الجوفية غير المتجددة حوالي 143 مليون متر مكعب<sup>1</sup>.

وبهدف تلبية الاحتياجات المائية في المملكة أدت بعض الممارسات والسياسات الخاطئة؛ كالضخ الجائر من طبقات المياه الجوفية والذي بلغ في عام 2017 حوالي 200 مليون متر مكعب<sup>1</sup>، وإنشاء الحفر الامتصاصية بطرق عشوائية وإلقاء مخلفات صناعية في مواقع تغذي المياه الجوفية أو الاستخدام الجائر والعشوائي للمبيدات الزراعية والأسمدة إلى التأثير بشكل سلبي وحاد على بعض مصادر المياه وانخفاض منسوب المياه الجوفية وتدني إنتاجية الآبار وتردي نوعية المياه ونضوب العديد منها. ويوضح الجدول رقم (1-2): استعمالات المياه لعام 2017 (مليون متر مكعب).

الجدول رقم (2-1): استعمالات المياه لعام 2017 (مليون متر مكعب)<sup>1</sup>

الاستعمالات	المياه السطحية	المياه الجوفية	مياه الصرف المعالجة	إجمالي المستخدم
الشرب	101.3	338.4	0	469.7
الصناعية	2.4	27.2	2.5	32.1
الري	149.4	251.1	144.2	544.7
المجموع	253.1	616.7	146.7	1046.5
الحصة	%59	%27	%14	%100



الشكل رقم (2-1): كميات الضخ والاستنزاف للأحواض المائية الجوفية لعام 2017<sup>1</sup>

## 1-2 وصف مواقع المراقبة

تم ضمن خطة عمل المشروع لسنة (2020) مراقبة نوعية المياه الجوفية الخام، في ثلاثين موقعاً. ويبين الجدول رقم (2-2) أسماء أحواض المياه الجوفية التي تقع ضمنها المواقع المراقبة.

الجدول رقم (2-2): المواقع الخاضعة للمراقبة والأحواض الجوفية الواقعة عليها

الرقم	اسم الموقع	اسم الحوض الجوفي
1	مدخل محطة أم رمانة/ بيرين- الزرقاء	حوض الزرقاء
2	نبع القتيبة/ الزرقاء	حوض عمان - الزرقاء
3	بئر المحمدية رقم (1)/ معان	حوض الجفر
4	نبع سارة/ الكرك	حوض البحر الميت
5	نبع وادي السير/ وادي السير	حوض البحر الميت
6	نبع القيروان/ جرش	حوض عمان - الزرقاء
7	نبع طبقة فحل/ الأغوار الشمالية	حوض وادي الأردن
8	نبع البحات/ ناعور	حوض البحر الميت
9	نبع عين ضانا/ الطفيلة	حوض شمال وادي عربة
10	نبع عين تراب/ كفر سوم	حوض اليرموك
11	بئر جابر رقم (2)/ حدود جابر	حوض اليرموك
12	بئر الرويشد/ الرويشد	حوض الحماد
13	بئر الموقر رقم (17)/ الموقر	حوض الأزرق
14	خزان العقبة الرئيسي قبل الكلورة	حوض الديسي
15	بئر البشرية رقم (140) - الخط الناقل إلى محطة الصفاوي	حوض الأزرق
16	عين مياه لحظة/ الطفيلة	حوض الأزرق
17	عين مياه غرندل/ الطفيلة	حوض شمال وادي عربة
18	عين مياه السدير - عفر/ الطفيلة	حوض شمال وادي عربة
19	بئر مياه الحسار رقم (2)/ الطفيلة	حوض شمال وادي عربة
20	بئر راس العين	حوض الأزرق
21	مدخل محطة معالجة الرصيفة	حوض الزرقاء
22	بئر الرصيفة (4)	حوض الزرقاء
23	محطة معالجة المنشية/ معان	حوض الجفر
24	آبار شواهد/ جرش	حوض الأودية الجانبية
25	مدخل محطة ضخ الزعترى/ المفرق	حوض اليرموك
26	نبع التنور/ عجلون	حوض الأودية الجانبية
27	مدخل محطة معالجة الآبار المتدفقة سد كفرنجة/ عجلون	حوض الأودية الجانبية
28	مدخل محطة ضخ الوالة/ مادبا	حوض البحر الميت
29	مدخل محطة معالجة الشريعة/البلقاء	حوض البحر الميت
30	آبار اليزيدية/البلقاء	حوض البحر الميت

## 2-2 الفحوصات ودورية جمع العينات

يبين الجدول رقم (2-3) الفحوصات التي تم إجراؤها على العينات اللحظية المجمعة من المواقع المذكورة سابقاً للمياه الجوفية الخام ودورية إجرائها.

الجدول رقم (2-3): الفحوصات الخاصة بعينات المياه الجوفية ودورية إجرائها

التصنيف	الفحوصات التي تم إجراؤها	دورية الفحوصات
المجموعة (أ)	pH, Turbidity, NO <sub>3</sub> , TDS, TH, F, TCC, E. coli, NO <sub>2</sub> , Na, and Cl	مرتين بالسنة لجميع المواقع بجميع الفحوصات باستثناء كل من: مدخل محطة أم الزمانة، نبع القتيبة، بئر المحمدية، نبع سارة، نبع وادي السير، نبع القيروان، ونبع طبقة فحل. حيث تم فحصها ثلاث

مزات في السنة لاحقاً لاتفاقية عام 2019 قبل التعديل.		
---	--	--

## 3-2 تقييم النتائج

تم الاعتماد على المواصفة الأردنية الخاصة بمياه الشرب رقم (286 / 2015) للخواص الفيزيائية والكيميائية، بالإضافة إلى المعايير الميكروبيولوجية لنوعية المياه الخام لمصادر مياه الشرب الصادرة عن اللجنة العليا لنوعية المياه – أيلول/2017 لأغراض تقييم النتائج. ويتم تصنيف المصادر المائية التي تنطبق عليها هذه المعايير إلى ما يلي:

### المصادر الجوفية المحمية

وهي المصادر المائية التي تشير النتائج المخبرية للعينات التي تم فحصها خلال فترة عام إلى استقرار النوعية الفيزيائية والكيميائية لها والتي لم يثبت احتواءها على عصيات *E. coli*، والتي يمكن استغلالها لغايات الشرب باستعمال عملية التطهير فقط. وبالتالي يجب أن تحقق المعايير التالية:

1. لم يتأكد وجود عصيات *E. coli* في العينات التي يتم جمعها.
2. أن لا يتجاوز تركيز العكارة في أي عينة عن 5 وحدات NTU.
3. أن لا يقل رقم الأس الهيدروجيني عن 6.5 ولا يزيد عن 8.5 وحدة.

### المصادر الجوفية غير المحمية (المعرضة للتلوث)

وهي المصادر المائية من آبار أو ينابيع والتي تتغير صفاتها الفيزيائية و/أو الكيميائية و/أو الجرثومية بسبب المؤثرات الخارجية عليها. وتصنف إلى ثلاث فئات وهي:

#### الفئة الأولى:

المصادر الجوفية المعرضة للتلوث التي يمكن استغلالها لغايات الشرب باستعمال عملية التطهير فقط والتي تنطبق عليها المعايير التالية:

1. أن لا تتجاوز أعداد عصيات (*E. coli*) 20 عضية لكل 100 مل في أكثر من 20% من العينات المفحوصة خلال فترة عام بواقع عينة واحدة في الشهر ما أمكن ذلك، وعلى أن لا يقل عدد العينات عن ثماني عينات موزعة على فصول السنة.
2. أن لا تتجاوز أعداد عصيات (*E. coli*) لأي عينة مفردة 50 عضية لكل 100 مل.
3. أن لا تتجاوز تركيز العكارة في أي عينة عن خمسة وحدات (NTU) بواقع عينة واحدة في الشهر ما أمكن ذلك، وأن لا يقل عدد العينات عن ثماني عينات في العام موزعة على فصول السنة.
4. أن لا يقل رقم الأس الهيدروجيني في أي عينة عن 6,5 وأن لا يزيد عن 8,5 وحدة بواقع عينة واحدة في الشهر ما أمكن ذلك، وعلى أن لا يقل عدد العينات عن ثماني عينات في العام موزعة على فصول السنة.

#### الفئة الثانية:

المصادر الجوفية المعرضة للتلوث التي يمكن استغلالها لغايات الشرب شريطة خضوعها لعمليتي الترشيح والتطهير معاً، حيث تخضع هذه المصادر لعمليات معالجة قبل عملية التطهير النهائي شريطة أن تضمن مراحل المعالجة مجتمعة نظرياً التخلص من الفيروسات بنسبة 99,99% والتخلص من الجارديا والكريبتوسبورديوم بنسبة 99,9% بأي من الطرق التالية:

- أ. الترشيح السريع.
- ب. الترشيح بالأغشية Microfiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration.
- ت. التناضح العكسي Reverse Osmosis.
- ث. الترشيح الرملي البطيء المسبوق بعمليات الخلط والتخثير والترسيب.
- ج. الترشيح بأي طريقة أخرى معتمدة من الجهات المختصة.

ويجب أن تحقق مصادر المياه التي تقع من الفئة الثانية المعايير التالية:

1. أن تتجاوز أعداد عصيات (*E. coli*) 20 عصية لكل 100 مل في أكثر من 20% من العينات ولا تتجاوز 2000 عصية لكل 100 مل في أكثر من 20% العينات المفحوصة خلال عام بواقع ثلاث عينات في الأسبوع.
2. أن تقع درجة العكارة والحموضة للمياه الخام ضمن المحددات التصميمية والتشغيلية لمحطات المعالجة.

#### ■ الفئة الثالثة:

هي المصادر التي يمكن استغلالها لغايات الشرب شريطة خضوعها لعمليات معالجة مكثفة، وتخضع هذه المصادر لعمليات معالجة إضافية عما ورد للفئة الثانية شريطة أن تضمن عمليات المعالجة مجتمعة نظرياً التخلص من الفيروسات بنسبة 99,999% والتخلص من الجارديا والكريتوسبورديوم بنسبة 99,99%، وتشمل مراحل المعالجة عما ذكر في الفئة الثانية المعالجة الإضافية بالتطهير بالأشعة فوق البنفسجية. ويجب أن تحقق مصادر المياه التي تقع من الفئة الثالثة المعايير التالية:

1. تتجاوز فيها أعداد عصيات (*E. coli*) 2000 عصية لكل 100 مل في أكثر من 20% من العينات التي تم فحصها خلال فترة عام بواقع ثلاثة عينات في الأسبوع.
2. أن تقع درجة العكارة والحموضة للمياه الخام ضمن المحددات التصميمية والتشغيلية لمحطات المعالجة.

ويجدر الإشارة إلى أن الدورية السنوية التي جمعت فيها عينات المياه الجوفية الخام محدودة ولا تتجاوز المرّتين\* بسبب إضافة 11 موقعاً جديداً لم تكن مراقبة من قبل ليصبح إجمالي عدد المواقع المراقبة 30 موقعاً وذلك بهدف تغطية أكبر عدد من المواقع ومعرفة نوعية المياه في الأحواض الجوفية المختلفة، فميزانية البرنامج الرقابي الحالي لا تكفي لتغطية هذا العدد من المواقع أكثر من دوريتين وهذه الدورية غير كافية للحكم على نوعية المياه وخاصة تلك المياه التي يتم معالجتها في حال استخدمت لأغراض الشرب علماً بأنها لا تقع ضمن اختصاص وزارة البيئة، حيث تقوم الجهات التشغيلية والرقابية على نوعية مياه الشرب بإجراء الفحوصات بشكل دوري ومكثف لمياه تلك المصادر.

#### تقييم نتائج تحاليل المياه الجوفية الخام

■ تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية الخاصة بمياه الشرب رقم (286/ 2015) للخواص الفيزيائية والكيميائية، لعدم توفر مواصفة توضح المعايير الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية الخام، بالإضافة إلى المعايير الميكروبيولوجية لنوعية المياه الخام لمصادر مياه الشرب الصادرة عن اللجنة العليا لنوعية المياه – أيلول/2017.

■ وعليه فقد لوحظ مطابقة نوعية مياه جميع المواقع المراقبة لمتطلبات المواصفة المذكورة، وذلك لجميع الخواص الفيزيائية والكيميائية التي تم فحصها باستثناء مياه كل من: مياه نبع القنية، نبع سارة، نبع القيروان، نبع الرّويشد، نبع الموقر رقم (17)، الخط الناقل من نبع البشرية رقم (140) إلى محطة الصفاوي قبل المعالجة، عين مياه غرندل، ونبع الرّصيفة، نظراً لوجود تجاوزات في معدلات تراكيز بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية مثل: (pH, Mn, TH, F, ) عن الحدود المسموح بها في المواصفة.

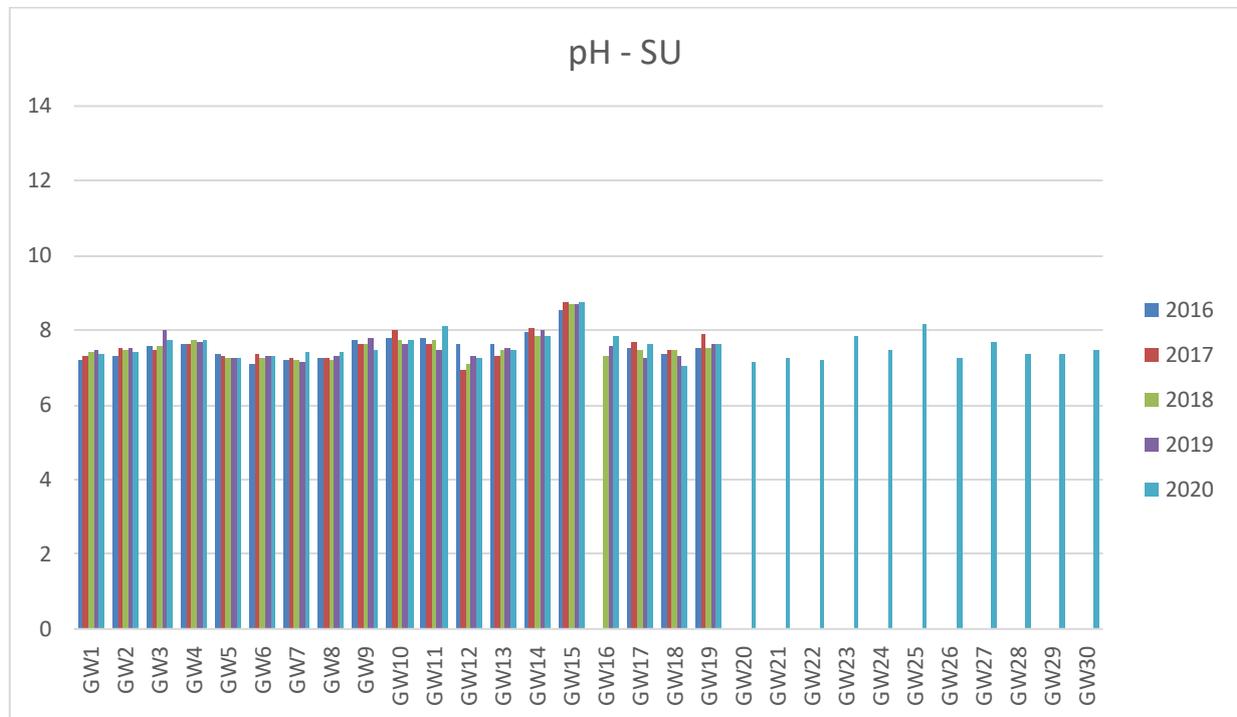
■ تم تصنيف المصادر المائية، وبحسب المعايير الميكروبيولوجية لنوعية المياه الخام لمصادر مياه الشرب الصادرة عن اللجنة العليا لنوعية المياه – أيلول/2017، إلى مصادر جوفية محمية؛ والتي يمكن استغلالها لغايات الشرب باستعمال عملية التطهير فقط. ومصادر جوفية غير محمية؛ والتي يمكن معالجة مياه الفئة الأولى باستعمال عملية التطهير فقط، في حين يجب أن تخضع مياه الفئة الثانية لعمليتي الترشيح والتطهير معاً، أما الفئة الثالثة فتحتاج لعمليات معالجة مكثفة. ولقد كان التصنيف كالتالي:

1. صنفت مياه كل من نبع عين تراب، نبع جابر رقم (2)، نبع الرّويشد، نبع الموقر (17)، نبع البشرية رقم (140)، عين مياه السدير، نبع مياه الحسار رقم (2)، مدخل محطة معالجة الرّصيفة، محطة معالجة المنشية، مدخل محطة ضخّ الرّعترى، ومدخل محطة ضخّ الوالة، ضمن المصادر الجوفية المحمية والتي يمكن استغلالها لغايات الشرب شريطة خضوعها لعملية التطهير فقط.

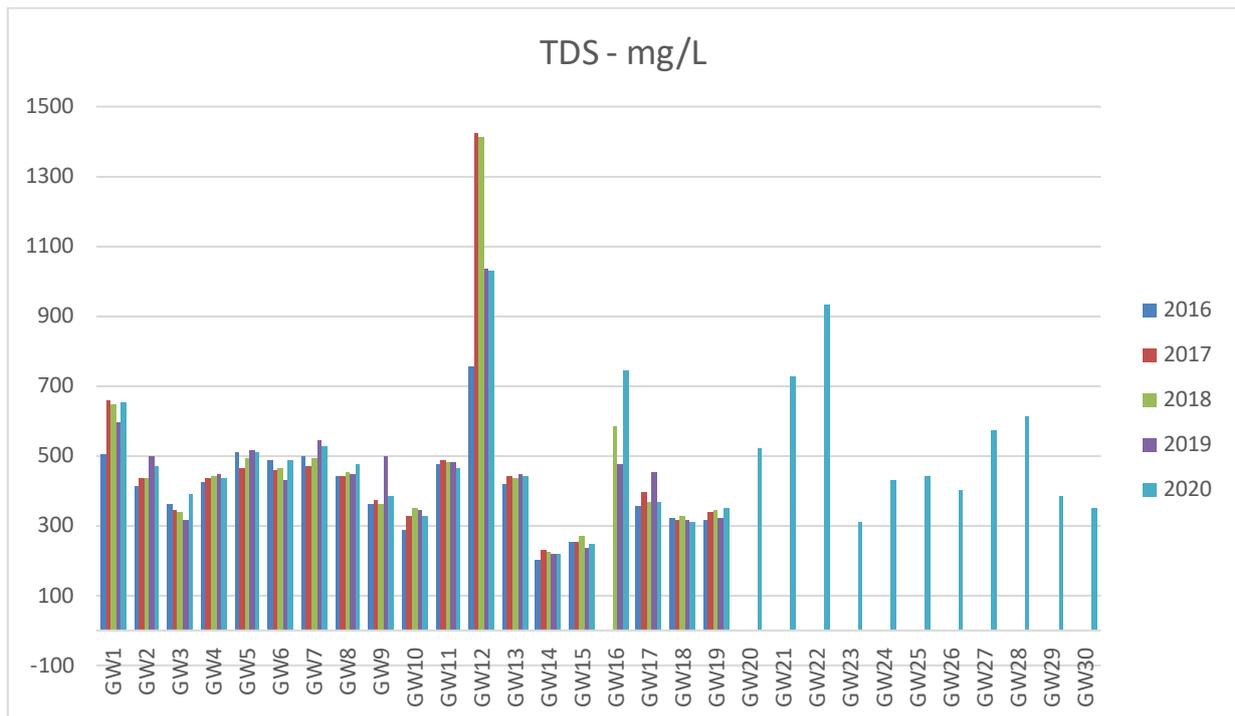
2. صنفت مياه كل من نبع سارة، نبع طبقة فحل، خزّان العقبة الرئيسي، عين مياه لحظة، نبع التّور، مدخل محطة معالجة الآبار المتدفقة من سدّ كفرنجة، وآبار اليزيدية، ضمن المصادر الجوفية غير المحمية - الفئة الأولى، مع الأخذ بعين الاعتبار حدوث تجاوزات في معدلات تراكيز كل من: الفلوريد والنترات ودرجة الحموضة في مياه بعض المواقع، مما يعني وجوب معالجة تلك المياه بالطرق المناسبة لتصبح تراكيز تلك الخصائص ضمن الحدود المنصوص عليها في المواصفة القياسية الأردنية الخاصة بمياه الشرب رقم (286/2015) في حال تم استخدامها لأغراض الشرب.

3. صنفت مياه كل من مياه نبع القنينة، بئر المحمدية رقم (1)، نبع وادي السير، نبع القيروان، نبع عين ضانا، عين مياه غرندل، بئر راس العين، بئر الرصيفة (4)، آبار شواهد، ومدخل محطة معالجة الشريعة، ضمن المصادر الجوفية غير المحمية - الفئة الثانية، مع الأخذ بعين الاعتبار حدوث تجاوز في درجة الحموضة في مياه بعض المواقع، مما يعني وجوب معالجة تلك المياه بالطرق المناسبة لتصبح تراكيز تلك الخصائص ضمن الحدود المنصوص عليها في المواصفة القياسية الأردنية الخاصة بمياه الشرب رقم (2015/286) في حال تم استخدامها لأغراض الشرب.

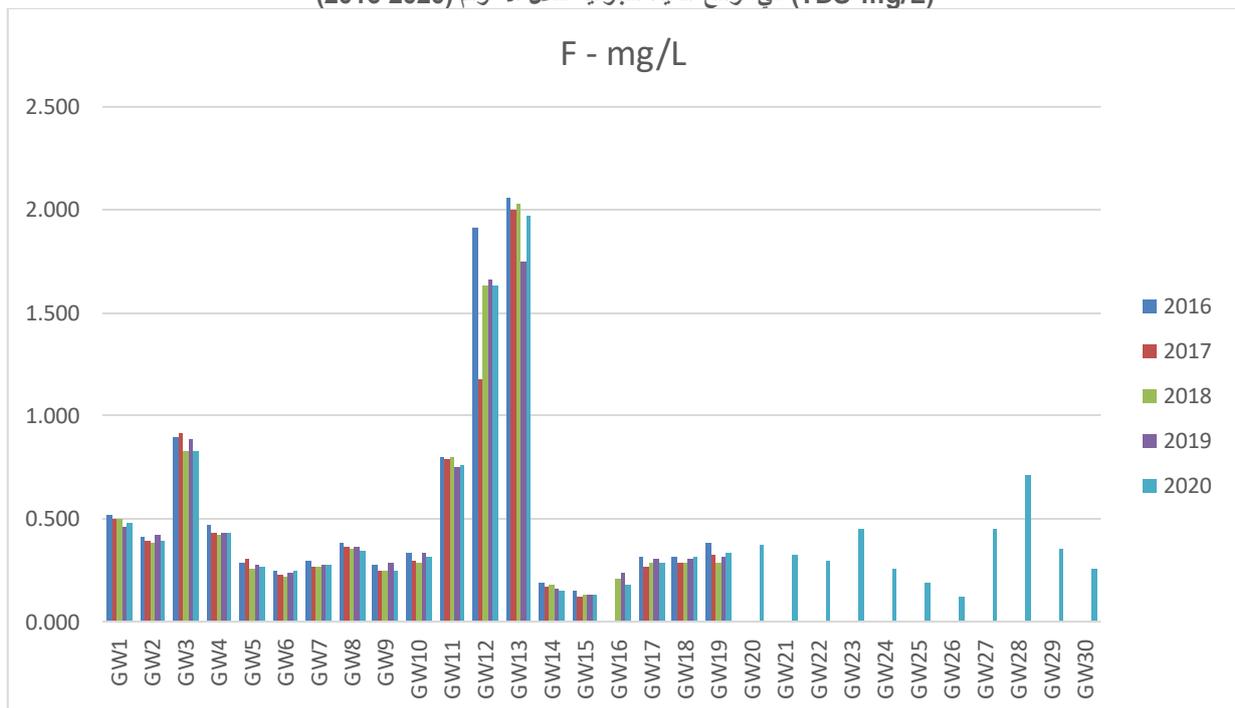
4. صنفت مياه مدخل محطة أم رمانة ضمن المصادر الجوفية غير المحمية - الفئة الثالثة، والتي يمكن استغلالها لغايات الشرب شريطة خضوعها لعمليات معالجة مكثفة.



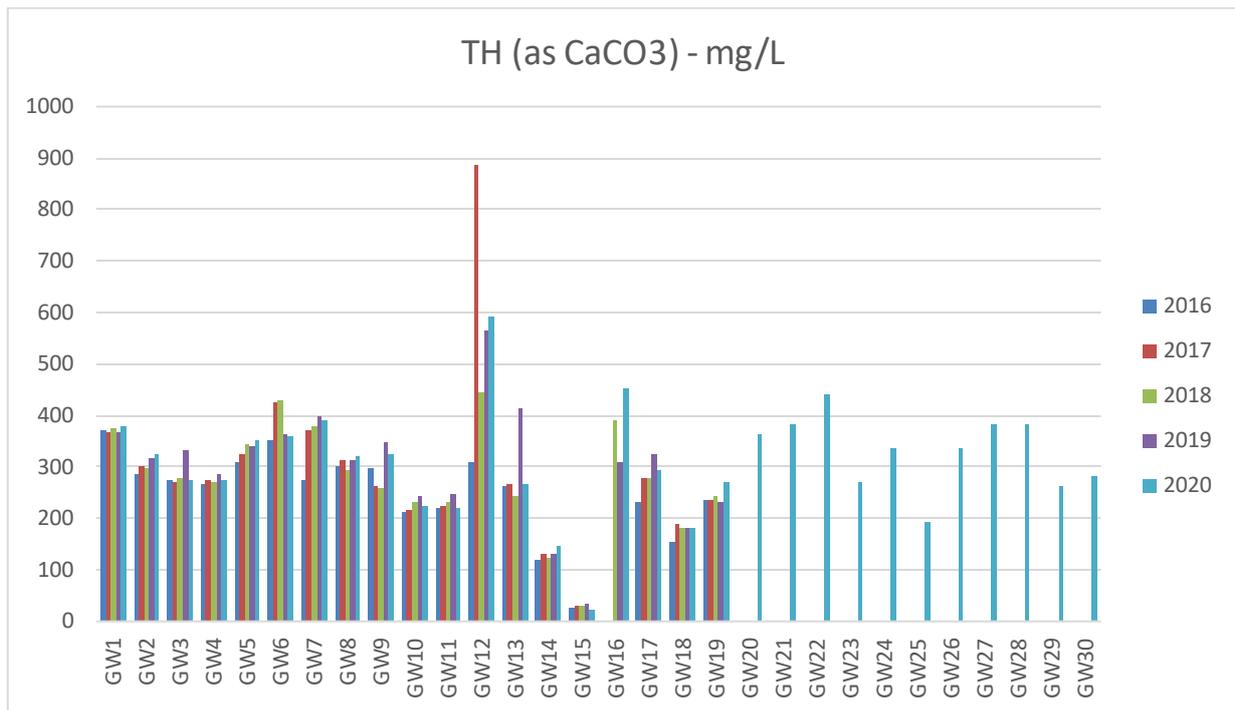
الشكل رقم (17-2): المعدلات السنوية لدرجة الحموضة (pH SU) في مواقع المياه الجوفية الخام خلال الأعوام (2016-2020)



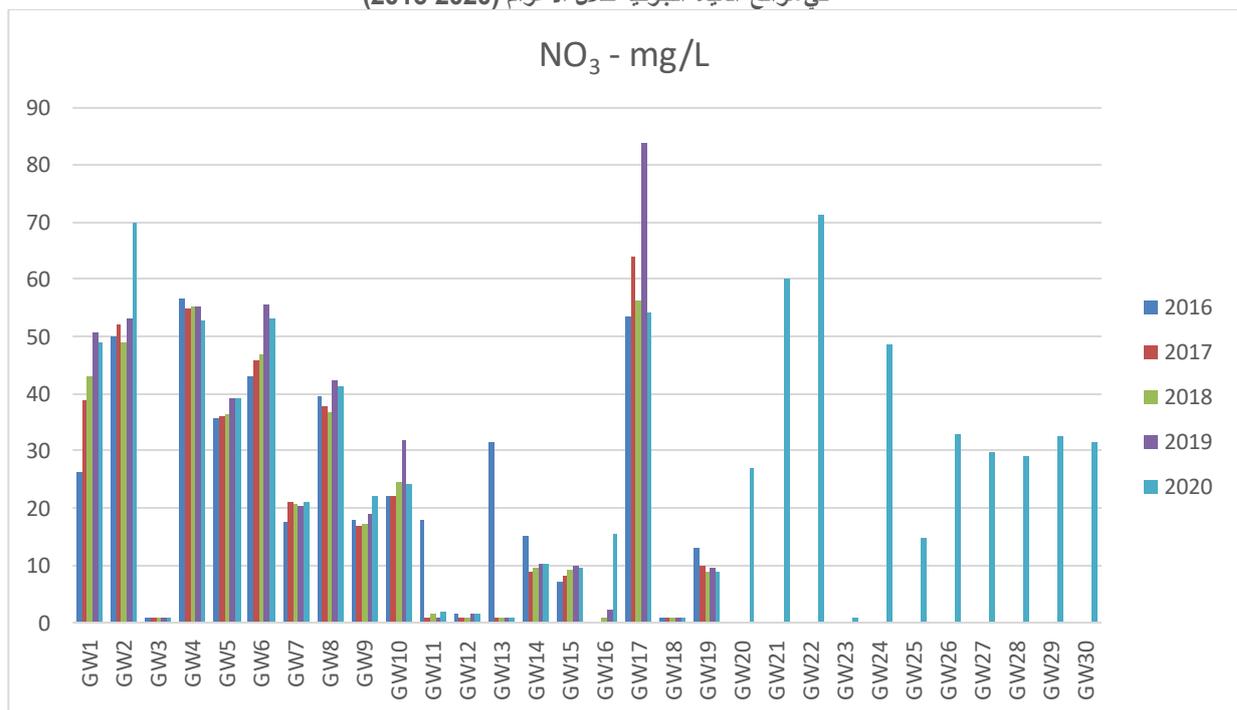
الشكل رقم (2-18): المعدلات السنوية لتركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS mg/L) في مواقع المياه الجوفية خلال الأعوام (2016-2020)



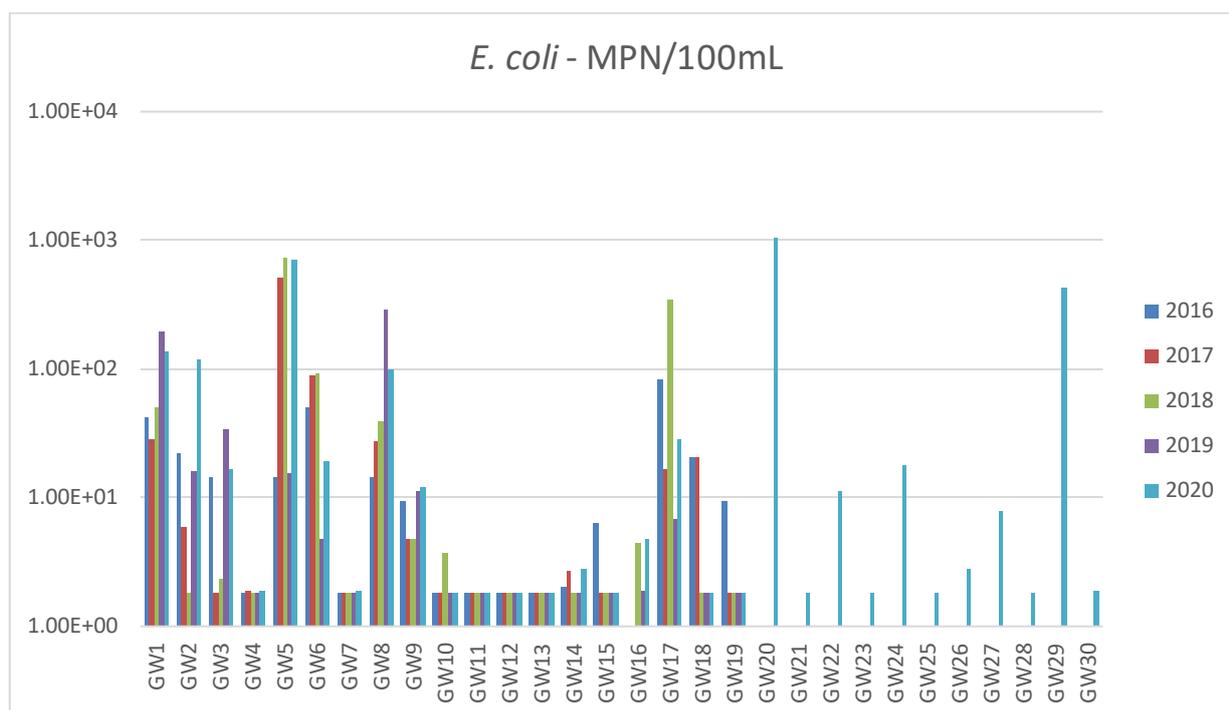
الشكل رقم (2-19): المعدلات السنوية لتركيز الفلوريد (F mg/l) في مواقع المياه الجوفية خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (2-20): المعدلات السنوية لتركيز العسر الكلي (TH (as CaCO<sub>3</sub>) mg/l) في مواقع المياه الجوفية خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (2-21): المعدلات السنوية لتركيز النترات (NO<sub>3</sub> mg/l) في مواقع المياه الجوفية خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (2-22): المعدلات الهندسية السنوية لأعداد الإيشيرشيا القولونية (*E. coli* MPN/100ml) في مواقع المياه الجوفية خلال الأعوام (2016-2020)

## الفصل الثالث: مياه السدود

تعرف مياه السدود بأنها مياه السيول والأودية التي يتم حجزها خلف منشآت مائية (السدود) ويتم عادة جمعها خلال موسم سقوط الأمطار لتستخدم في موسم الجفاف، وتتشكل المياه الجارية في الأودية والسيول في الغالب من مياه الأمطار والينابيع أو من مياه الصرف الصحي المعالجة أو المياه العادمة الصناعية المعالجة أو المياه الناتجة عن اختلاط تلك المصادر. وتقسّم السدود من حيث المواد المستعملة في الإنشاء إلى: سدود ترابية، سدود ركامية، سدود خرسانية، سدود من الخرسانة المحسنة وأنواع أخرى. وتوفر السدود في الأردن ما مقداره 308 مليون متر مكعب لعام 2017، من احتياجات المملكة من المياه البالغة 1412 مليون متر مكعب لعام 2017. يوجد في الأردن حالياً أربعة عشر سداً، أحدثهم سد زرقاء ماعين وسد اللجون واللذان ابتداء التخزين بهما خلال العام 2018.

الجدول رقم (3-1) معدل المخزون وكمية الاستخدام لمياه السدود لعام (2019) <sup>2</sup>

السدود	سعة السد (مليون متر مكعب)	معدل المخزون (مليون متر مكعب)	مجموع الداخل (مليون متر مكعب)	كمية الاستخدام (مليون متر مكعب)
سد الوحدة	110.00	32.32	54.02	60.33
سد وادي العرب	16.79	9.95	9.91	9.91
سد زقلاب	3.96	0.92	0.59	0.67
سد كفرنجة	7.80	7.41	11.80	10.26
سد الملك طلال	75.00	74.62	152.70	147.65
سد الكرامة	55.00	20.44	5.10	1.60

(1) قطاع المياه في الأردن-حقائق وأرقام 2017.

(2) التقرير النهائي لمشروع مراقبة نوعية المياه في وادي الأردن 2018/2019، من إعداد الجمعية العلمية الملكية وسلطة وادي الأردن.

(\*) لا تتوافر معلومات.

11.29	11.10	1.70	1.70	سد وادي شعيب
14.32	14.62	7.80	8.45	سد الكفرين
0.92	0.78	0.73	2.00	سد الزرقاء ماعين
20.14	19.30	7.43	8.18	سد الوالة
26.04	20.67	28.05	29.82	سد الموجب
3.49	4.00	3.58	14.71	سد التنور
0.68	0.68	0.32	1.00	سد اللجون
0.52	0.55	*	2.00	سد الكرك

### 1-3 وصف مواقع المراقبة

تم ضمن خطة عمل المشروع لسنة 2020 مراقبة نوعية المياه في أربعة عشر سدًا موزعة في شمال ووسط وجنوب المملكة، أما السدود التي تمت مراقبتها فهي:

1. مخرج سد الملك طلال/ جرش
2. مخرج سد زقلاب/ إربد
3. مخرج سد الكفرين/ الأغوار الجنوبية
4. مخرج سد وادي العرب/ الأغوار الشمالية
5. مخرج سد الوالة/ الكرك
6. مخرج سد التنور/ الطفيلة
7. مخرج سد وادي شعيب/ الأغوار الوسطى
8. مخرج سد وادي الموجب/ الكرك
9. مخرج سد الكرامة/ الأغوار الوسطى
10. مخرج سد الوحدة/ الحدود الأردنية السورية
11. مخرج سد كفرنجة/ عجلون
12. مخرج سد اللجون/ الكرك
13. مخرج سد الزرقاء ماعين/ مادبا
14. مخرج سد الكرك/ الكرك

### 2-3 الفحوصات ودورية جمع العينات

يوضح الجدول رقم (2-3) الفحوصات التي تم إجراؤها على عينات المياه المجمعة من السدود المراقبة بالإضافة إلى دورية إجراء تلك الفحوصات.

الجدول رقم (2-3): فحوصات مياه السدود ودورية إجرائها

التصنيف	الفحوصات التي تم إجراؤها	دورية الفحوصات
مياه السدود	pH, EC, TDS, TSS, Na, Mg, Ca, Cl, SAR, B, NO <sub>3</sub> , HCO <sub>3</sub> , Mn, Fe, TCC, TTCC, E. coli and Intestinal Pathogenic Nematode Eggs.	مرتين بالسنة لجميع المواقع بجميع الفحوصات

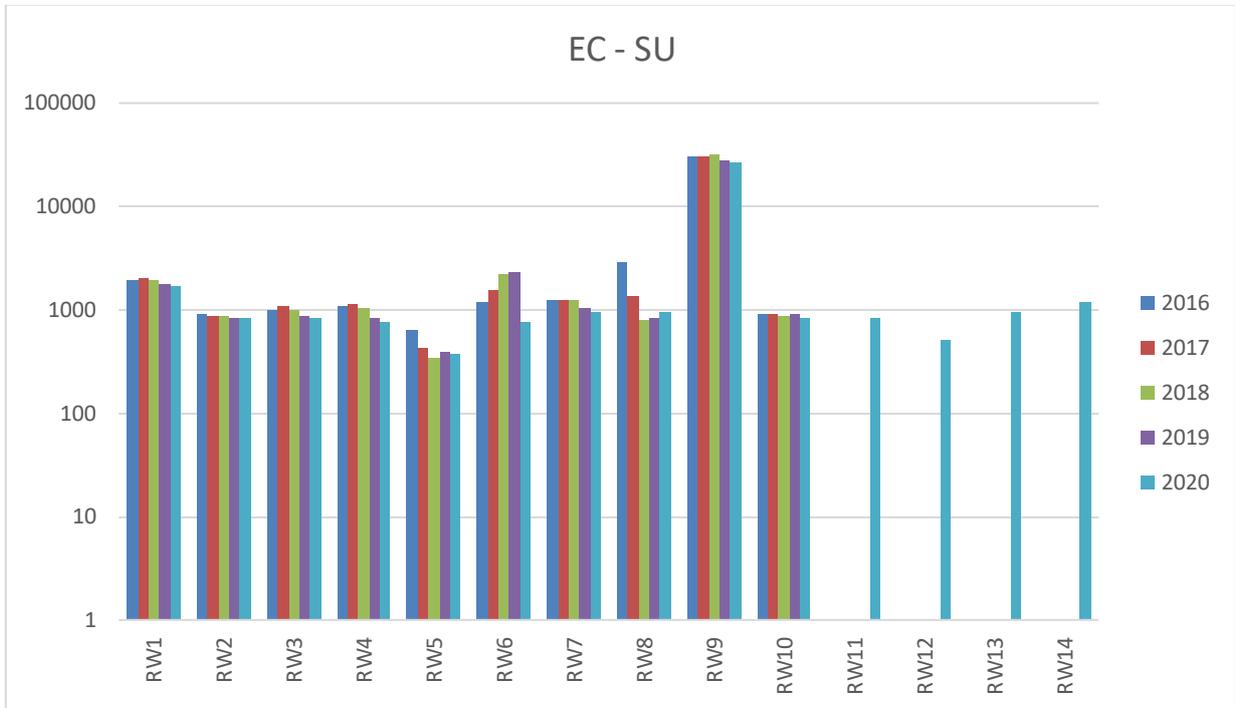
### 3-3 تقييم نتائج تحاليل مياه السدود

- تم الاسترشاد بالموصفة القياسية الأردنية الخاصة بنوعية مياه الري رقم (2014 /1766) لتقييم النتائج المخبرية لنوعية مياه السدود خلال فترة المراقبة، وذلك للحكم على مدى صلاحية تلك المياه للري من النواحي الفيزيائية والكيميائية ونوع الزراعة وطرق الري التي ينصح بها، شريطة وجود حواجز الخفض الجرثومي المناسبة حسب المواصفة المذكورة واتباع الممارسات الزراعية السليمة كاستخدام الملش والري بالتنقيط واتخاذ كافة التدابير الصحية الكفيلة بسلامة المنتج النهائي (تطبيق خطة السلامة الصحية على مدخلات ومخرجات الإنتاج الزراعي).

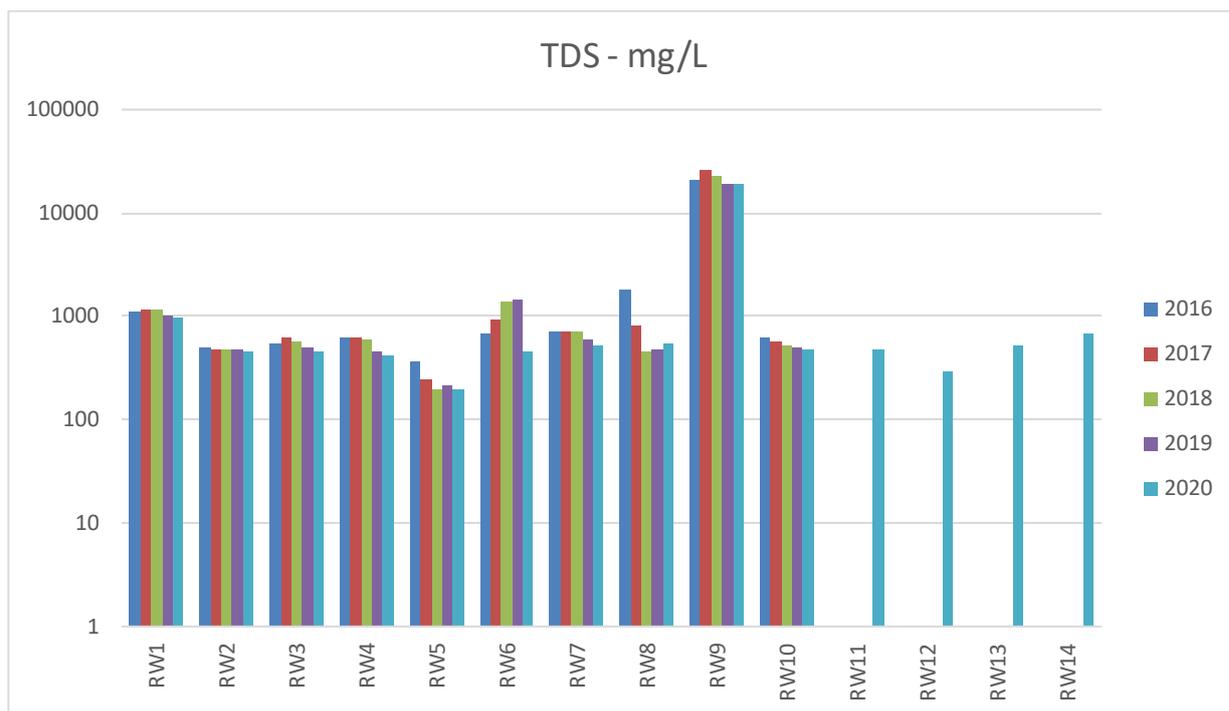
▪ ولقد أظهرت النتائج مايلي:

1. تشير المعدلات السنوية لنتائج التحاليل الجرثومية، أن نوعية مياه السدود تصلح للزراعة المطلقة؛ والتي تشمل ري الأشجار المثمرة والمحاصيل الحقلية والصناعية وجوانب الطرق داخل المدن والخارجية، وري الخضار التي تؤكل نيئة والمطبوخة، وري المنتزهات والحدائق العامة والمساحات الخضراء؛ نظراً لخلو تلك المياه من بيوض الديدان المعوية وانخفاض أعداد الإيشيريشيا القولونية (*E.coli*) عن الحد الموصى به في المواصفة المذكورة، وذلك لجميع السدود المراقبة باستثناء مياه سد وادي شعيب، شريطة وجود حواجز خفض الجرثومي المناسبة حسب المواصفة المذكورة واتباع الممارسات الزراعية السليمة واتخاذ كافة التدابير الصحية الكفيلة بسلامة المنتج النهائي، كما ذكر أعلاه.

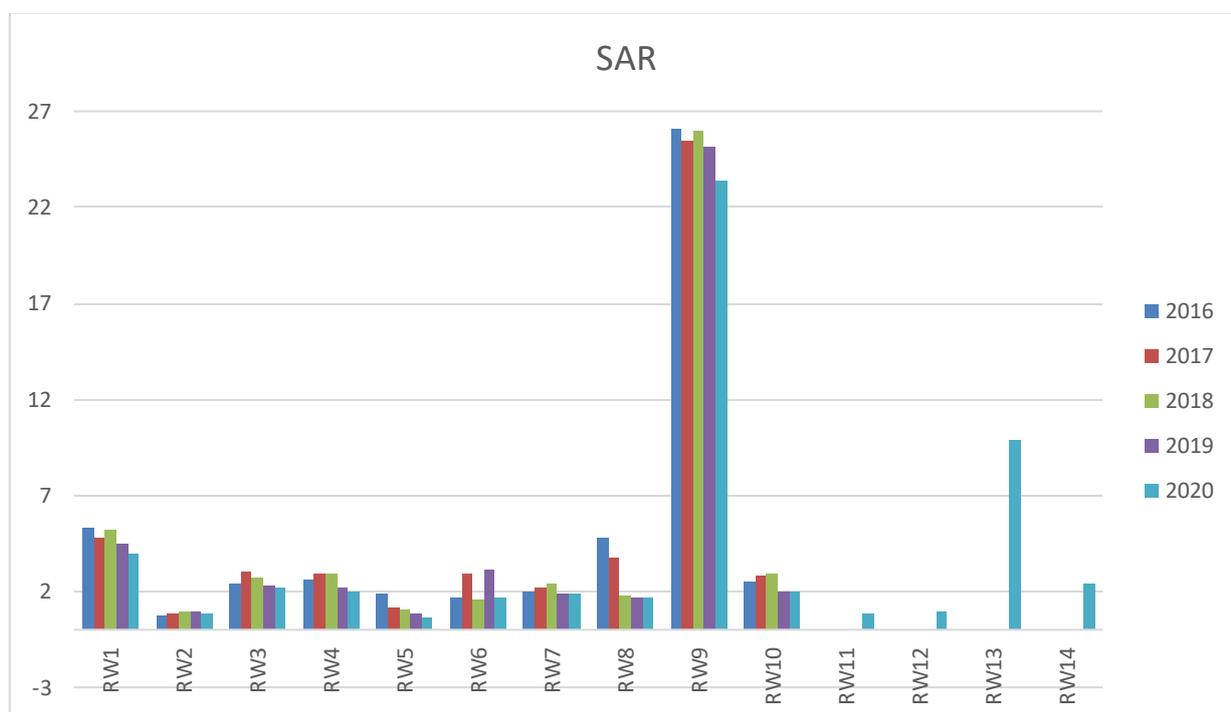
2. أما فيما يتعلق بأسلوب الري، فإن محتوى مياه معظم السدود المراقبة من البيكربونات والصوديوم والكلوريد يفرض تقييداً على استخدام طريقة الري بالرشاش، حيث يفرض محتوى الكلوريد في مياه سد التنور تقييداً متشدداً على استخدام تلك المياه في الري كما يتطلب استخدام نظام الري بالتنقيط بالنسبة لمياه العديد من السدود وجود طريقة معالجة مسبقة أو تمرير المياه على فلاتر جيدة (فلاتر رملية) قبل الاستخدام.



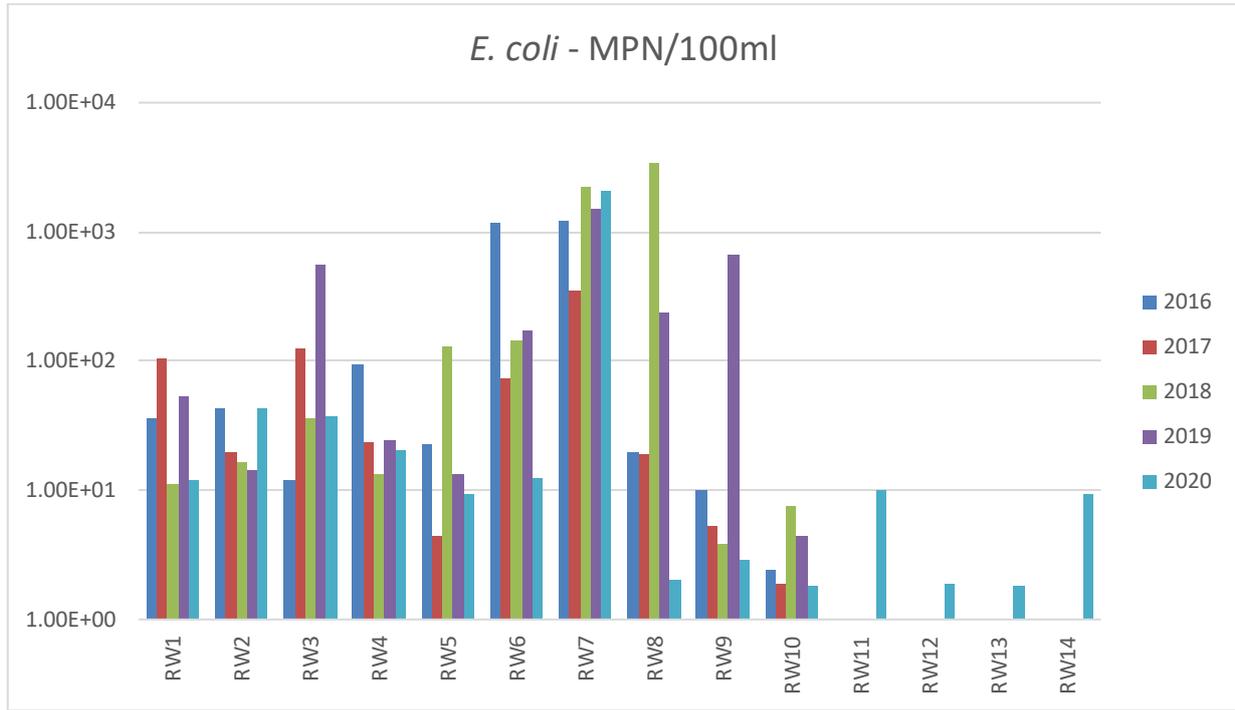
الشكل رقم (3-11): المعدلات الهندسية السنوية لدرجة الملوحة (EC µS/cm) في مياه السدود خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (3-12): المعدلات الهندسية السنوية لتركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS mg/l) في مياه السدود خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (3-13): المعدلات السنوية لنسبة إحصاء الصوديوم (SAR) في مياه السدود خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (3-14): المعدلات الهندسية السنوية لأعداد الإشيريشيا القولونية (*E. coli* MPN/100ml) في مياه السدود خلال الأعوام (2016-2020)

## الفصل الرابع: مياه السيول والأودية

تتشكل مياه السيول والأودية من مياه الأنهار وتصريف الينابيع والأودية الجارية بالإضافة إلى مياه الفيضانات في فصل الشتاء. وتمثل المياه السطحية مصدراً رئيسياً للمياه في المملكة بتزويد سنوي يقدر بحوالي 259 مليون متر مكعب<sup>1</sup>، ويقع أكثر من نصفها في حوض نهر اليرموك، والباقي موزع على باقي أحواض المملكة؛ حيث تتوافر تلك المياه في الشمال والغرب وتقل في الجنوب والشرق من المملكة.

### 1-4 وصف مواقع المراقبة

تم خلال سنة (2020) مراقبة نوعية المياه في بعض السيول والأودية الرئيسية في المملكة والتي تستخدم مياهها بشكل رئيسي في الزراعة. وقد توزعت تلك السيول جغرافياً بين الشمال والوسط والجنوب حيث شملت ما يلي:

#### المجموعة (أ)

- 1- نفق التحويل في العديسة/ نهر اليرموك
- 2- الخط المغذي من بحيرة طبريا لمياه قناة الملك عبدالله
- 3- قناة الملك عبدالله عند وقاص/ الشونة الشمالية
- 4- قناة الملك عبد الله عند أبو سيدو
- 5- قناة الملك عبد الله عند دير علا
- 6- سيل وادي السير/ وادي السير
- 7- سيل حسبان
- 8- سيل الكرك

- 9- وادي عين حماد/ الكرك  
 10- نبع الزارة/ البحر الميت  
 11- النبع الحارة البحر الميت(سيل الزرقاء ماعين)/ القادمة من وادي ماعين

#### المجموعة (ب)

- 1- منطقة ماركا/ سيل الزرقاء  
 2- منطقة الرصيفة/ سيل الزرقاء  
 3- جسر الزرقاء/ سيل الزرقاء  
 4- جسر الهاشمية/ سيل السمرا  
 5- منطقة السخنة ( قبل نقطة الالتقاء مع سيل السمرا)/ سيل الزرقاء  
 6- سيل الزرقاء بعد مجمع زين الحرفي  
 7- نقطة التقاء سيل الزرقاء بوادي الظليل القادم من الخربة السمرا  
 8- سيل الزرقاء عند نقطة جرش الأمنية  
 9- سيل جرش عند المشاتل الزراعية  
 10- وادي شعيب/ قبل سد وادي شعيب وبعد محطة تنقية السلط  
 11- وادي كفرنجة/ بعد محطة تنقية كفرنجة

#### 2-4 الفحوصات ودورية جمع العينات

يوضح الجدول رقم (4-1) الفحوصات التي تم إجراؤها على عينات المياه المجمع من السيول والأودية المراقبة بالإضافة إلى دورية إجرائها.

الجدول رقم (4-1): فحوصات مياه السيول والأودية ودورية إجرائها

التصنيف	الفحوصات التي تم إجراؤها	دورية الفحوصات
المجموعة (أ)	pH, EC, TDS, TSS, Na, Mg, Ca, Cl, SAR, NO <sub>3</sub> , HCO <sub>3</sub> , Mn, Fe, B, TCC, TTCC, <i>E. coli</i> , and Intestinal Pathogenic Nematode Eggs.	مرتين خلال السنة لكل مواقع المجموعتين (أ) و (ب) باستثناء المواقع (منطقة ماركا/ سيل الزرقاء، منطقة الرصيفة/ سيل الزرقاء، جسر الزرقاء/ سيل الزرقاء، منطقة السخنة قبل نقطة الالتقاء مع سيل السمرا/ سيل الزرقاء وسيل الزرقاء بعد مجمع زين الحرفي) يتم فحصها مرة واحدة خلال فصل الشتاء فقط (شهر شباط).
المجموعة (ب)	BOD <sub>5</sub> , COD, DO, TSS, pH, FOG, NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , T.kj-N, T-N, TDS, Phenol, MBAS, PO <sub>4</sub> , Cl, SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , Na, Mg, Ca, SAR, <i>E. coli</i> and Intestinal Pathogenic Nematode Eggs.	

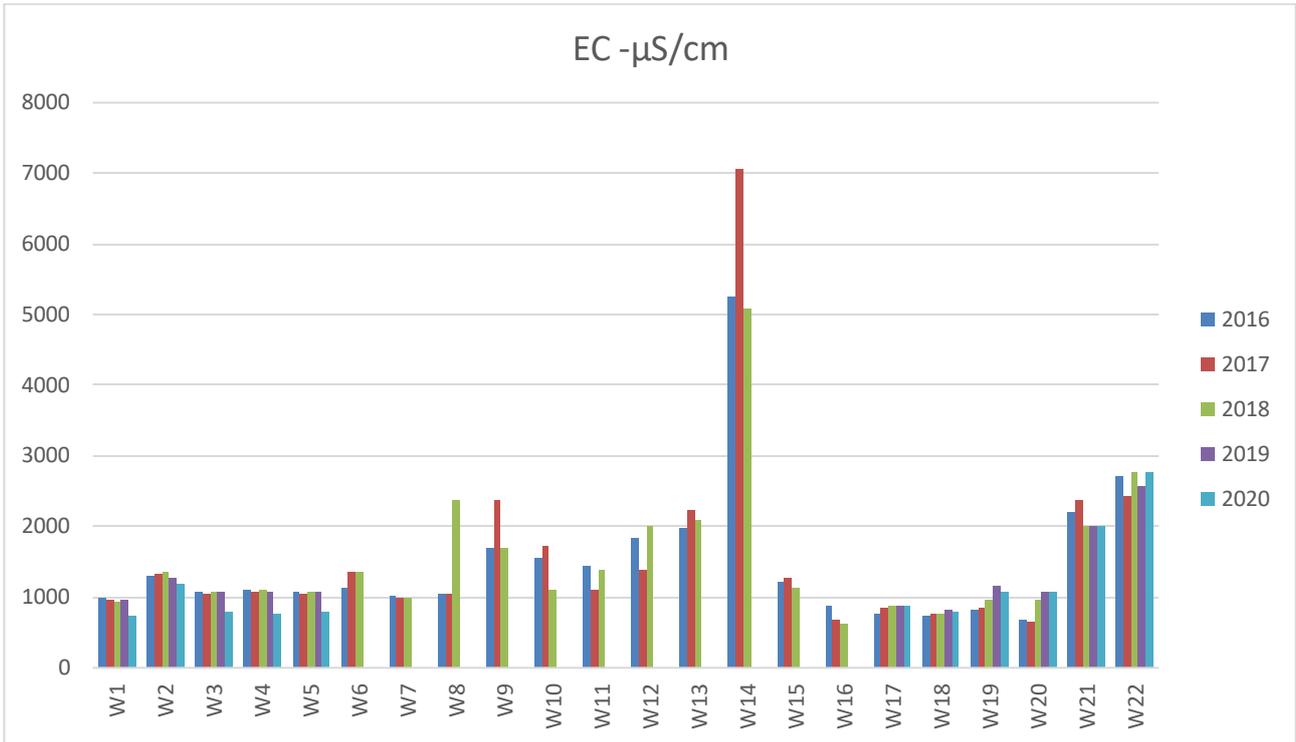
#### 3-4 تقييم نتائج تحاليل مياه السيول والأودية

- تم الاسترشاد بالمواصفة القياسية الأردنية الخاصة بنوعية مياه الري رقم (2014 /1766) لتقييم النتائج المخبرية لنوعية مياه السيول والأودية لفترة المراقبة، وذلك للحكم على مدى صلاحية تلك المياه للري من النواحي الفيزيائية

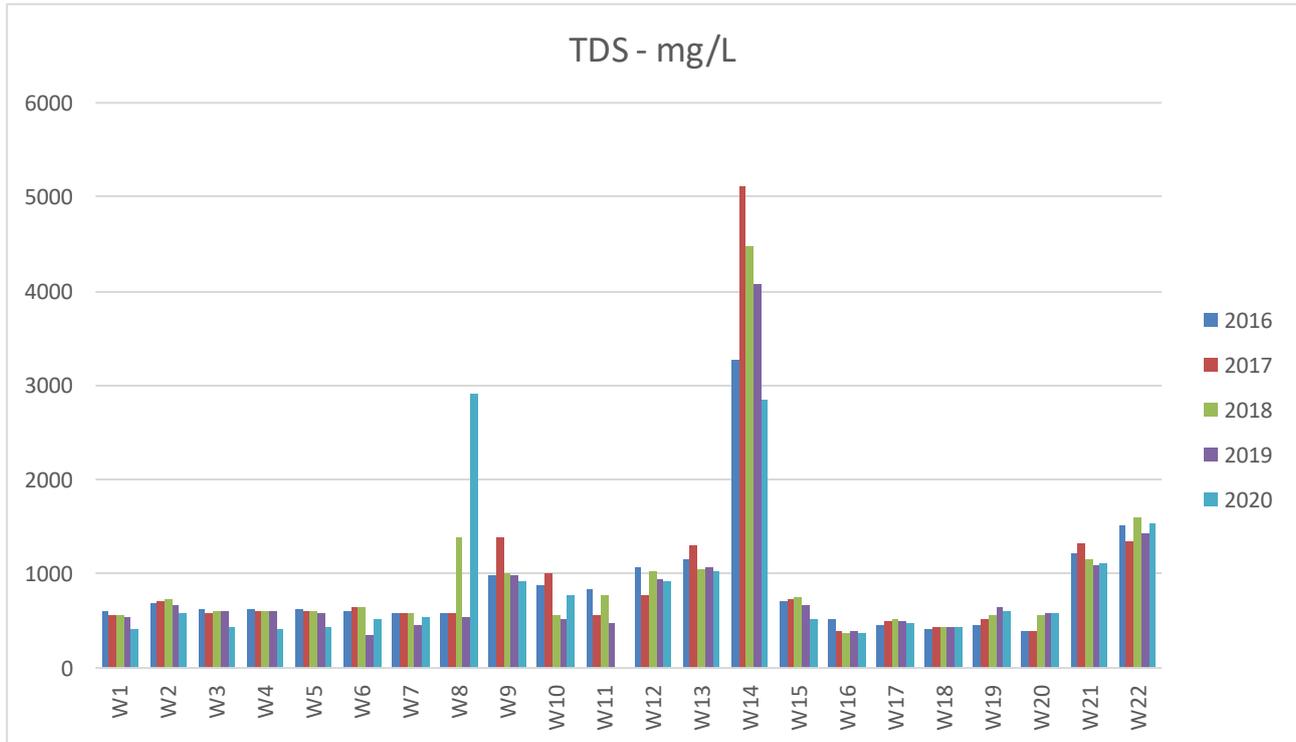
والكيميائية ونوع الزراعة الملائمة وطرق الري التي ينصح بها، شريطة وجود حواجز الخفض الجرثومي المناسبة حسب المواصفة المذكورة واتباع الممارسات الزراعية السليمة كاستخدام الملش والري بالتنقيط واتخاذ كافة التدابير الصحية الكفيلة بسلامة المنتج النهائي (تطبيق خطة السلامة الصحية على مدخلات ومخرجات الإنتاج الزراعي). وبحسب توصية وزارة البيئة، تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية لمياه الصرف الصحي المستصلحة رقم (2006 /893) لمياه المواقع المختلطة بالمياه الخارجة من محطات معالجة الصرف الصحي/ بند الإسالة للسيول والأودية وبند إعادة الاستخدام لغايات الري لكل من المواقع التالية على سيل الزرقاء: منطقة ماركا، منطقة الرصيفة، جسر الزرقاء، منطقة السخنة، بعد مجمع زين الحرفي، نقطة التقاء سيل الزرقاء بوادي الظليل القادم من الخربة السمرا، عند نقطة جرش الأمنية، بالإضافة إلى سيل السمرا/ جسر الهاشمية، سيل جرش عند المشاتل الزراعية، سيل وادي شعيب/ قبل سد وادي شعيب وبعد محطة تنقية السلط وسيل وادي كفرنجة/ بعد محطة تنقية كفرنجة.

■ ولقد أظهرت النتائج مايلي:

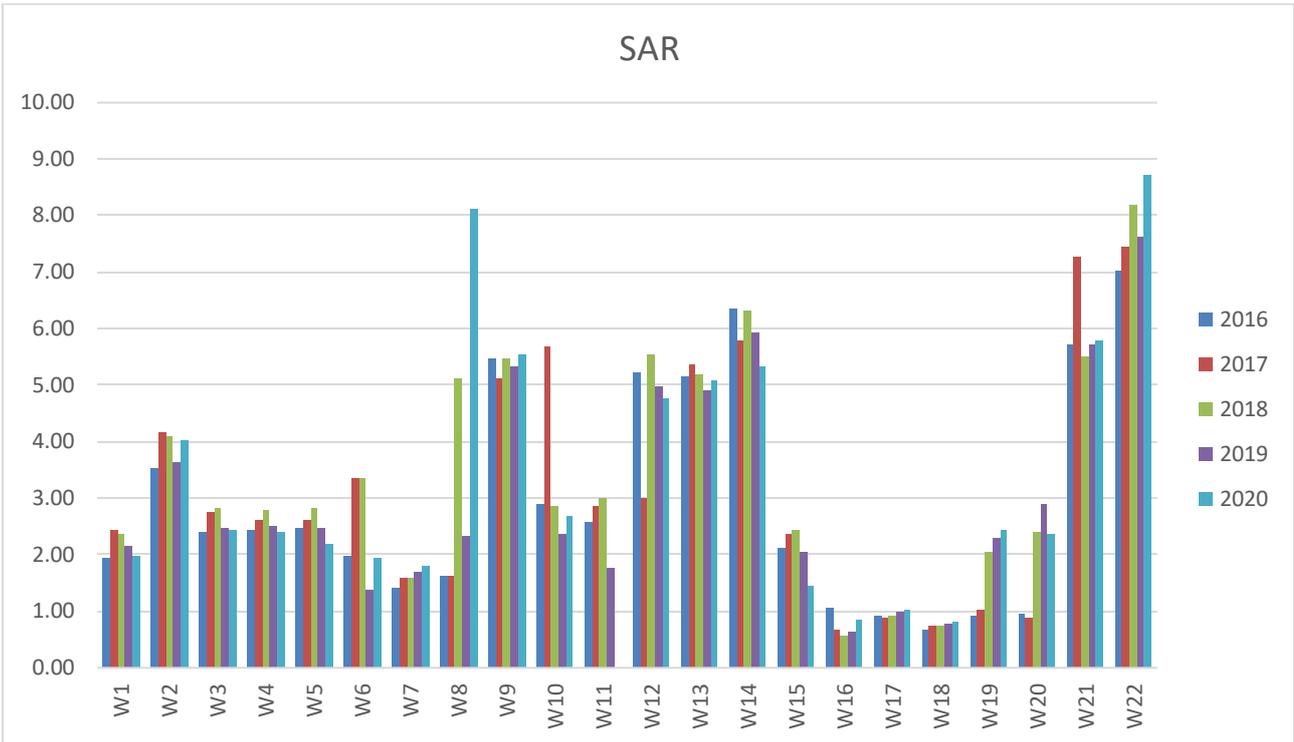
1. باستثناء المواقع المذكورة في الفقرة السابقة، تشير المعدلات السنوية لنتائج التحاليل الجرثومية وبحسب المواصفة القياسية الأردنية الخاصة بنوعية مياه الري رقم (2014 /1766)، إلى أن نوعية مياه السيول والأودية تصلح لري الأشجار المثمرة والمحاصيل الحقلية والصناعية وجوانب الطرق داخل المدن والخارجية وري الخضار التي تؤكل نيئة والمطبوخة ولا تصلح لري المنتزهات والحدائق العامة والمساحات الخضراء، وذلك لجميع المواقع المراقبة باستثناء: الخط المغذي من بحيرة طبريا، سيل حسيبان، سيل الكرك، ومحطة رفع نبعة الزارة؛ حيث تصلح مياهها للزراعة المقلقة والتي تشمل ري الأشجار المثمرة والمحاصيل الحقلية والصناعية وجوانب الطرق داخل المدن والخارجية وري الخضار التي تؤكل نيئة والمطبوخة وري المنتزهات والحدائق العامة والمساحات الخضراء، شريطة وجود حواجز الخفض الجرثومي المناسبة حسب المواصفة المذكورة واتباع الممارسات الزراعية السليمة واتخاذ كافة التدابير الصحية الكفيلة بسلامة المنتج النهائي، كما ذكر أعلاه.
2. باستثناء المواقع التي تم تقييم نوعية المياه بها بالاعتماد على مواصفة مياه الصرف الصحي المستصلحة رقم (2006 /893)، تشير المعدلات السنوية لنتائج التحاليل الجرثومية وبحسب المواصفة القياسية الأردنية الخاصة بنوعية مياه الري رقم (2014 /1766) صلاحية مياه جميع المواقع المراقبة لري المحاصيل الحساسة والمتحملة ومعتدلة التحمل للملوحة، باستثناء ما يتعلق بمياه كل من: نبعة الزارة/ البحر الميت ومحطة رفع النبعات الحارة/ وادي ماعين فهي تصلح لري المحاصيل المتحملة ومعتدلة التحمل للملوحة.
3. أما فيما يتعلق بأسلوب الري، فإن محتوى معظم مياه السيول المراقبة من البيكربونات والصدويوم والكلوريد يفرض تقييداً على استخدام طريقة الري بالرشاش، في حين يتطلب استخدام نظام الري بالتنقيط وجود طريقة معالجة مسبقة (فلتر رملية مثلاً).
4. وبالاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية رقم (2006 /893) الخاصة بمياه الصرف الصحي المستصلحة/ بنود الري، تشير معدلات نتائج التحاليل إلى صلاحية استخدام مياه جميع المواقع لري الأشجار الحرجية والمحاصيل الحقلية فقط وذلك بسبب تجاوز في معدل أعداد الإشيريشيا القولونية (*E.coli*) وأو النترات عن الحدود المسموح بها في المواصفة المذكورة باستثناء سيل السمرا جسر الهاشمية وسيل الزرقاء عند نقطة جرش الأمنية حيث تصلح لري الأشجار المثمرة وجوانب الطرق والمساحات الخضراء، وري المحاصيل الحقلية والأشجار الحرجية.



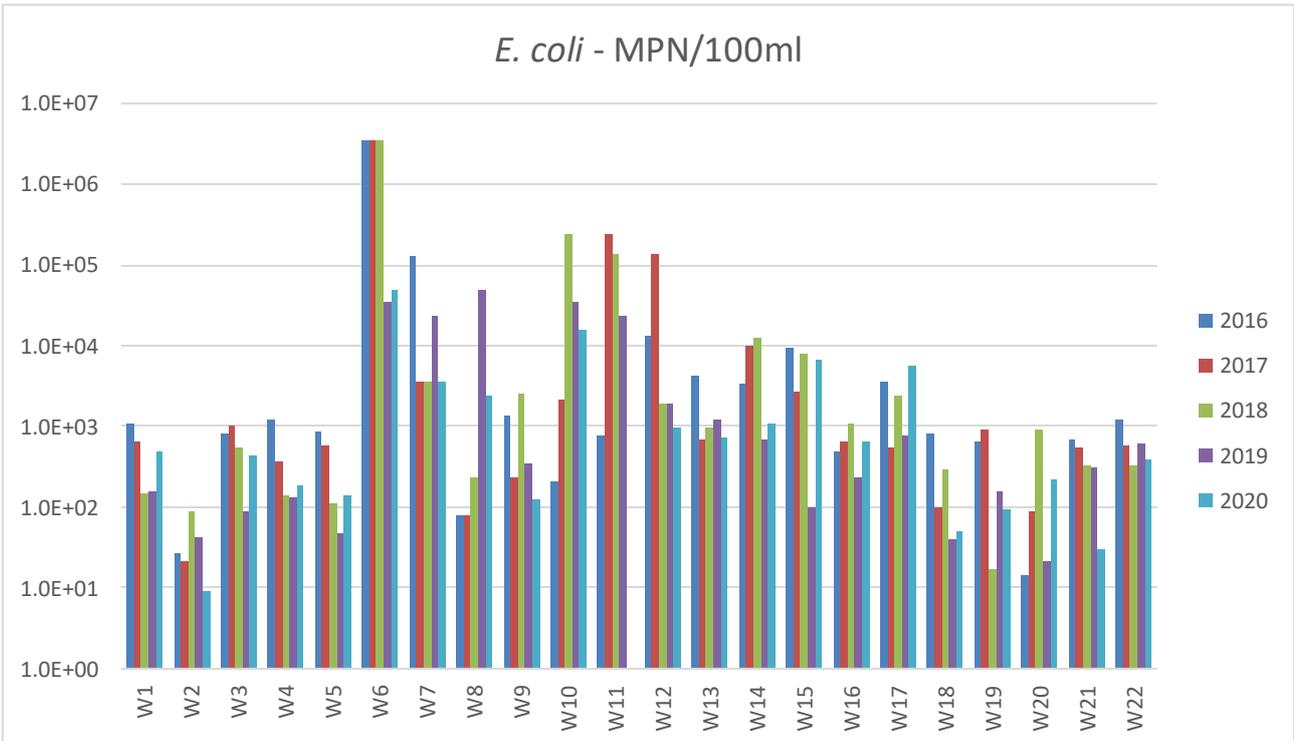
الشكل رقم (4-18): المعدلات السنوية لدرجة الملوحة (EC µS/cm) في مياه السيول والأودية خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (4-19): المعدلات السنوية لتركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS mg/l) في مياه السيول والأودية خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (4-20): المعدلات السنوية لنسبة إدمصاص الصوديوم (SAR) في مياه السيول والأودية خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (4-21): المعدلات الهندسية السنوية لأعداد الإشيرشيا القولونية

## الفصل الخامس: المياه العادمة الصناعية المستصلحة

تعرف المياه العادمة الصناعية بتلك المياه الناتجة عن الاستعمالات في بعض أو كل مراحل التصنيع أو التنظيف أو التبريد أو غيرها سواء كانت معالجة أو غير معالجة. وتختص المواصفة القياسية الأردنية رقم (2007 /202) بتحديد الاشتراطات والمتطلبات والقيود المفروضة على نوعية المياه العادمة الصناعية الخارجة من المنشآت الصناعية أو محطات المعالجة التابعة لها، حيث يتم عادةً تصريف تلك المياه على شبكة الصرف الصحي أو طرحها في المكبات أو طرحها إلى السيول والأودية أو إعادة استخدامها للأغراض المختلفة والتي من أهمها الري. وفي جميع تلك الحالات يجب أن تُطابق نوعية المياه، وحسب الاستخدام النهائي لها، اشتراطات المواصفة أو التعليمات الخاصة بها. بالإضافة إلى ذلك، فإن المواصفة المذكورة تتضمن اشتراطات عامة وقياسية ومتطلبات رقابية لنوعية المياه العادمة الصناعية.

## الفصل السادس: مياه الصرف الصحي المستصلحة

تعتبر محدودية المصادر المائية في الأردن من المشاكل الرئيسية التي تواجه التطور الإقتصادي خاصة في قطاع الزراعة الذي يستهلك الكمية الأكبر من المياه، لهذا يجب أن يرافق الضغط على مصادر المياه والحاجة للمياه للأغراض المختلفة تخطيط للموارد بما يحقق التوازن بين الاحتياجات الحالية من المصادر وما يحقق استدامة تلك المصادر للأجيال القادمة. ومن هنا برزت أهمية إعادة استخدام المياه العادمة المستصلحة وبخاصة المياه العادمة المنزلية أو مياه الصرف الصحي، إذ تعتبر مياه الصرف الصحي المعالجة من الموارد المائية غير التقليدية ومتزايدة المصادر، وتزداد أهميتها نظراً لمساهمتها المتزايدة في سد العجز والفجوة في الموازنة المائية الأردنية والتي تعاني من نقص حاد لما يواجهه الأردن من اختلال في معادلة السكان وموارد المياه المتجددة، حيث تتناقص حصة الفرد الأردني باستمرار مع الزمن.

وتعرف المياه العادمة المنزلية حسب ما جاء في المواصفة القياسية الأردنية رقم (2006 /893) بتلك المياه الناتجة عن الاستعمالات المنزلية والتي قد تتضمن المخلفات الصناعية السائلة المسموح بتصريفها إلى شبكات الصرف الصحي وفق تعليمات الربط الصادرة عن الجهات الرسمية. ويتم في بعض الأحيان طرح المياه المستصلحة إلى السيول والأودية أو إعادة استخدامها لأغراض الري، وفي جميع تلك الحالات يجب أن تتطابق نوعية المياه مع متطلبات المواصفة القياسية الخاصة بها وحسب الاستخدام النهائي لها.

ويتم إعادة استخدام ما يقارب 91% من مياه الصرف الصحي المعالجة لأغراض الزراعة، سواء المقيدة أو غير المقيدة، إلا أن إعادة استخدام المياه العادمة المستصلحة للأغراض المختلفة تتطلب اتخاذ الاحتياطات الضرورية والمناسبة من قبل مستخدميها للحفاظ على الصحة والبيئة. وتتجاوز نسبة السكان المخدمين بخدمات الصرف الصحي الآمن<sup>1</sup> 93% (تغطية 63% من قبل شبكة الصرف الصحي، و30% عن طريق وسائل الصرف الصحي الآمنة الأخرى).<sup>2</sup>

### 1-6 الفحوصات ودورية جمع العينات

تم إجراء الفحوصات المذكورة في الجدول رقم (6-1) على العينات اللحظية التي تم جمعها من المواقع المشمولة بالمراقبة، وذلك بحسب متطلبات المواصفة القياسية الأردنية الخاصة بمياه الصرف الصحي المستصلحة رقم (2006 /893).

الجدول رقم (6-1): الفحوصات الخاصة بعينات مياه الصرف الصحي المعالجة ودورية إجرائها

التصنيف	الفحوصات التي تم إجراؤها	الدورية
عينات لحظية من مخارج المحطات الخاضعة لبرنامج المراقبة لسنة (2020)	BOD <sub>5</sub> , COD, DO, TSS, pH, FOG, NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , T.kj-N, T-N, E. coli and Intestinal Pathogenic Nematode Eggs.	مرة واحدة كل أربعة أشهر لجميع المواقع

(1) الصرف الصحي الآمن: وهي خدمات الصرف الصحي التي تفصل بشكل آمن بين البشر ومخلفاتهم البشرية.  
(2) الاستيراجية الوطنية للمياه (2016-2025).

مرة واحدة سنوياً لجميع المواقع	TDS, Phenol, MBAS, NH <sub>3</sub> , PO <sub>4</sub> , Cl, HCO <sub>3</sub> , Na, Mg, Ca, and SAR.	
--------------------------------	--	--

## 2-6 وصف مواقع المراقبة

تم ضمن خطة عمل المشروع للعام (2020) مراقبة نوعية المياه العادمة المنزلية المستصلحة في أربعين محطة معالجة موزعة في مختلف مناطق المملكة، فقد تم جمع ثلاث عينات من كل محطة خلال فترة المراقبة. ويجدر الإشارة إلى أن التفاوت في نوعية المياه يعزى لاختلاف تقنية المعالجة في محطات التنقية.

ويبين الجدول رقم (2-6) معلومات عن محطات معالجة مياه الصرف الصحي المراقبة خلال العام (2020)، وتجدر الإشارة إلى أن جميع المعلومات الخاصة بالمحطات التي تشرف على تشغيلها وزارة المياه والري تم الحصول عليها من وزارة المياه والري/ سلطة المياه/ مديرية الإشراف والدعم الفني/ محطات التنقية/ (2019)، أما باقي معلومات محطات التنقية الأخرى فقد تم جمعها عن طريق الاستبيان المعبأ من قبل مندوب المحطة خلال الكشف الميداني لعام (2019).

الجدول رقم (2-6): محطات التنقية لمياه الصرف الصحي الخاصة ببرنامج المراقبة ضمن المشروع لعام (2020)

إسم المحطة	نظام المعالجة	الحمل الهيدروليكي التصميمي (م <sup>3</sup> /يوم)	معدل التدفق اليومي (م <sup>3</sup> /يوم)	الحمل العضوي التصميمي (ملغ/ لتر/ يوم)	الحمل العضوي الفعلي (ملغ/ لتر/ يوم)*
كفرنجة	الحمأة المنشطة ميكانيكية	9000	3561.6	2500	765
وادي حسان	الحمأة المنشطة ميكانيكية	1600	1123.3	800	1200
المعراض	الحمأة المنشطة ميكانيكية	10000	3287.7	800	1800
العقبة الطبيعية	تنقية طبيعية	9000	7561.6	900	442
الطفيلة	المرشحات البيولوجية ميكانيكية	1600	2309.6	1050	700
الكرک	الحمأة المنشطة ميكانيكية	785	1506.8	800	1200
مأدبا	الحمأة المنشطة ميكانيكية	7600	7616.4	950	***
الجيزة	الحمأة المنشطة ميكانيكية	4000	821.9	800	700

500	780	4767.1	4000	تنقية طبيعية	وادي السير
500	995	3205.5	2400	الحماة المنشطة ميكانيكية	الفحيص ومحاص
1150	1000	4547.9	5400	الحماة المنشطة ميكانيكية	الرمشا
850	650	330739.7	267000	الحماة المنشطة ميكانيكية	الخربة السمرا
***	800	2849.3	3400	الحماة المنشطة ميكانيكية	وادي موسى
420	420	12356.2	12000	الحماة المنشطة ميكانيكية	العقبة الجديدة/ الميكانيكية
***	1500	2301.4	4000	تنقية طبيعية (للصهاريج)	الأكيدر
900	1100	3698.6	4000	الحماة المنشطة ميكانيكية	أبو نصير
650	800	14767.1	14900	المرشحات البيولوجية ميكانيكية	البقعة
***	1090	9835.6	7700	الحماة المنشطة ميكانيكية	السلط
1300	800	9041.1	8710.8	الحماة المنشطة ميكانيكية	إربد الرئيسية
***	995	14082.2	21000	الحماة المنشطة ميكانيكية	وادي العرب
الحمل العضوي الفعلي (ملغ / لتر / يوم)*	الحمل العضوي التصميمي (ملغ / لتر / يوم)	معدل التدفق اليومي (م <sup>3</sup> / يوم)	الحمل الهيدروليكي التصميمي (م <sup>3</sup> / يوم)	نظام المعالجة	إسم المحطة
***	825	3972.6	1800	أحواض مهواة + قصب	المفرق
380	700	2602.7	5772	الحماة المنشطة ميكانيكية	معان
1000	1500	849.3	1000	أحواض مهواة + قصب (للصهاريج)	اللجون
1800	2000	438.4	400	تنقية طبيعية (للصهاريج)	تل المنطح
***	1850	137	350	تنقية طبيعية	الشويك
15	50	200	500	الحماة المنشطة	حدود جابر
190	***	80	120	الحماة المنشطة	جسر الشيخ حسين*
20	600	500	650	أحواض طبيعية	محطة تنقية سواقة/ الأمن العام*
***	***	200	120	الحماة المنشطة	مستشفى الكرك*

***	***	***	1000	الحماة المنشطة	جامعة ال البيت*
300	600	500	800	الحماة المنشطة	جامعة مؤتة*
466	933	1500	2100	المرشحات البيولوجية	جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية*
300	600	400	800	الحماة المنشطة	جامعة الحسين بن طلال*
***	***	35	120	الحماة المنشطة	كلية الكرك*
1120	673	800	7060	الحماة المنشطة	مؤتة والمزار والعدنانية
***	1130	964	3500	الفلاتر البيولوجية	محطة تنقية مخيم الزعترى TF
***	1130	964	3500	بيولوجي بواسطة الأغشية	محطة تنقية مخيم الزعترى MBR
***	1200	777	1200	أحواض طبيعية	محطة تنقية الشونة الشمالية
***	750	5436	52000	الحماة المنشطة	محطة تنقية جنوب عمان

\* : الاستبيان المعيار من مندوب المحطة لعام (2019).  
 \*\* : وزارة المياه والري / سلطة المياه/ مديرية الإشراف والدعم الفني/ محطات التنقية/ 2019.  
 \*\*\* : لا تتوفر معلومات.

### 3-6 تقييم نتائج تحاليل مياه الصرف الصحي

تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية الخاصة بمياه الصرف الصحي المستصلحة رقم (893 / 2006) لتقييم النتائج المخبرية لنوعية مياه الصرف الصحي المستصلحة لفترة المراقبة، وبحسب الاستعمال النهائي للمياه المعالجة والخارجة من المحطات، ولقد أظهرت النتائج مايلي:

#### (أ) استخدام المياه المعالجة للري:

- تشير معدلات نتائج التحاليل إلى مطابقة نوعية المياه المعالجة والخارجة من كل من: محطة تنقية كفرنجة، محطة تنقية وادي حسان، محطة تنقية العقبة الطبيعية، محطة تنقية مادبا، محطة تنقية الجيزة، محطة تنقية وادي السّير، محطة تنقية ماحص والفحيص، محطة تنقية الرّمثا، محطة تنقية وادي موسى، محطة تنقية حدود جابر، محطة تنقية جسر الشيخ حسين، محطة تنقية سواقة/ الأمن العام، محطة تنقية مستشفى الكرك، محطة تنقية العقبة الجديدة، محطة تنقية جامعة آل البيت، محطة تنقية جامعة الحسين بن طلال، محطة تنقية المفرق، محطة تنقية معان، محطة تنقية الشلالة، محطة تنقية الشّوبك، محطة تنقية مؤتة والمزار والعدنانية، محطة تنقية جرش، محطة تنقية جنوب عمان لمتطلبات المواصفة المذكورة/ بند ري المحاصيل الحقلية والصناعية والأشجار الحرجية، وذلك لجميع الخواص التي تم فحصها.
- تشير معدلات نتائج التحاليل إلى عدم مطابقة نوعية المياه المعالجة والخارجة من كل من محطة تنقية الكرك، محطة تنقية الخربة السمرا، محطة تنقية جامعة مؤتة، محطة تنقية جامعة العلوم والتكنولوجيا، محطة تنقية الأكيدر، محطة تنقية تل المنطح، محطة تنقية كلية الكرك، محطة تنقية مخيم الزعترى لمتطلبات المواصفة المذكورة/ بند ري المحاصيل

الحقلية والصناعية والأشجار الحرجية، وذلك لوجود تجاوزات في معدلات تراكيز بعض الخصائص مثل: النترات ( $NO_3$ )، الأكسجين المستهلك كيميائياً (COD)، المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) والنيتروجين الكلي (TN).

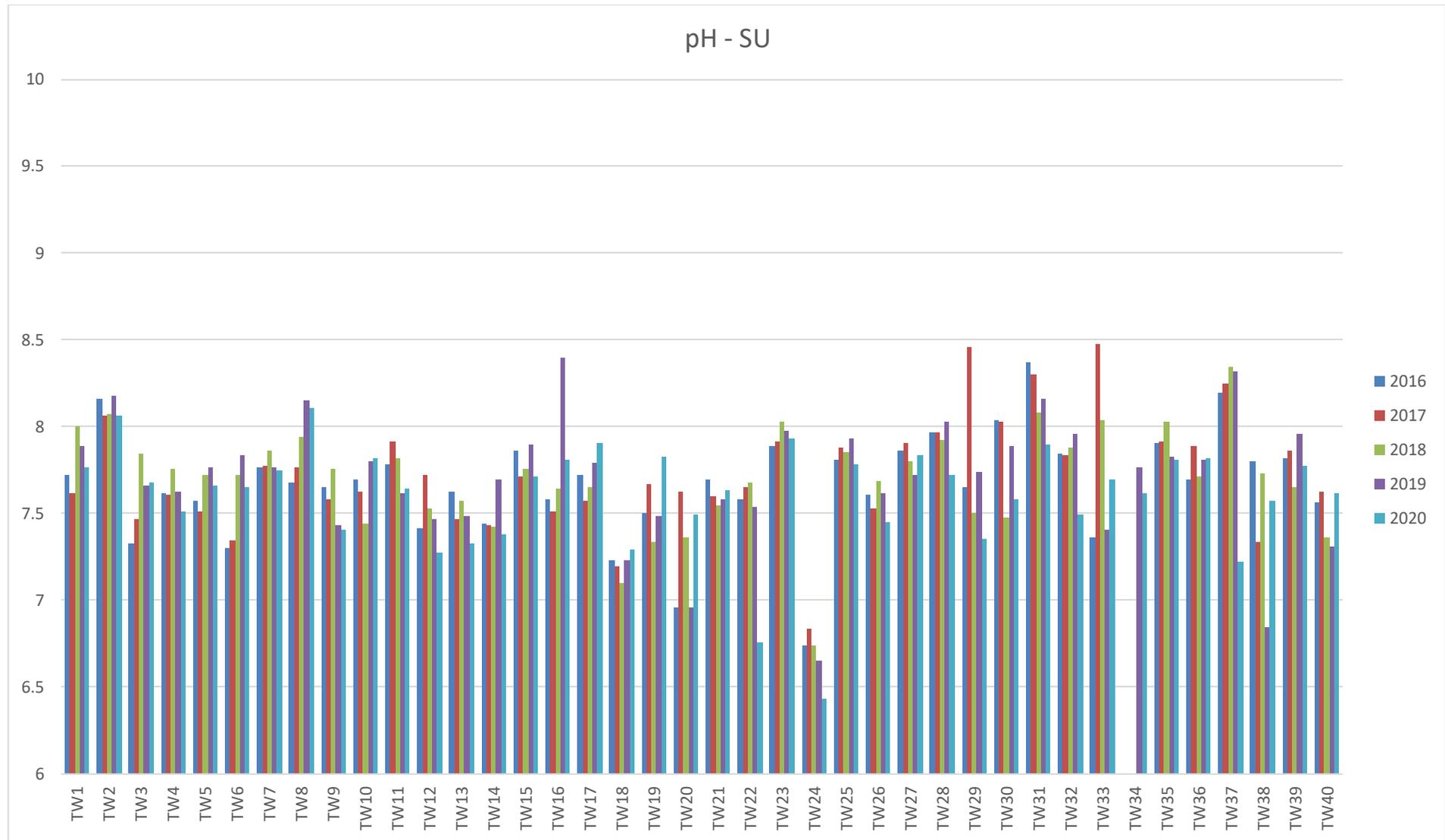
■ تشير معدلات نتائج التحاليل إلى مطابقة نوعية المياه المعالجة والخارجة من محطة تنقية العقبة الجديدة ومحطة تنقية السلط لمتطلبات المواصفة المذكورة/ بند ري الأشجار المثمرة وجوانب الطرق الخارجية والمساحات الخضراء، وذلك لجميع الخواص المفحوصة.

■ لوحظ تجاوز تراكيز بعض الخصائص مثل: ( $HCO_3$ ,  $PO_4$ , Phenol, Na, Cl) في مياه بعض المحطات عن الحدود القصوى للقيم الاسترشادية المسموح بها والواردة في المواصفة/ بندي ري الأشجار المثمرة وجوانب الطرق الخارجية والمساحات الخضراء وري المحاصيل الحقلية والصناعية والأشجار الحرجية، على سبيل المثال لا الحصر، لكل من: محطة تنقية العقبة الطبيعية، محطة تنقية مادبا، محطة تنقية الجيزة، محطة تنقية المفرق، محطة تنقية السلط ومحطة تنقية تل المنطح. لذا يتوجب على الجهة المستخدمة للمياه المعالجة الخارجة من تلك المحطات إجراء الدراسات العلمية الهادفة إلى توضيح تأثير تلك المياه على الصحة العامة والبيئة واقتراح الإجراءات العلمية التي من شأنها تجنب الإضرار بأي منهما.

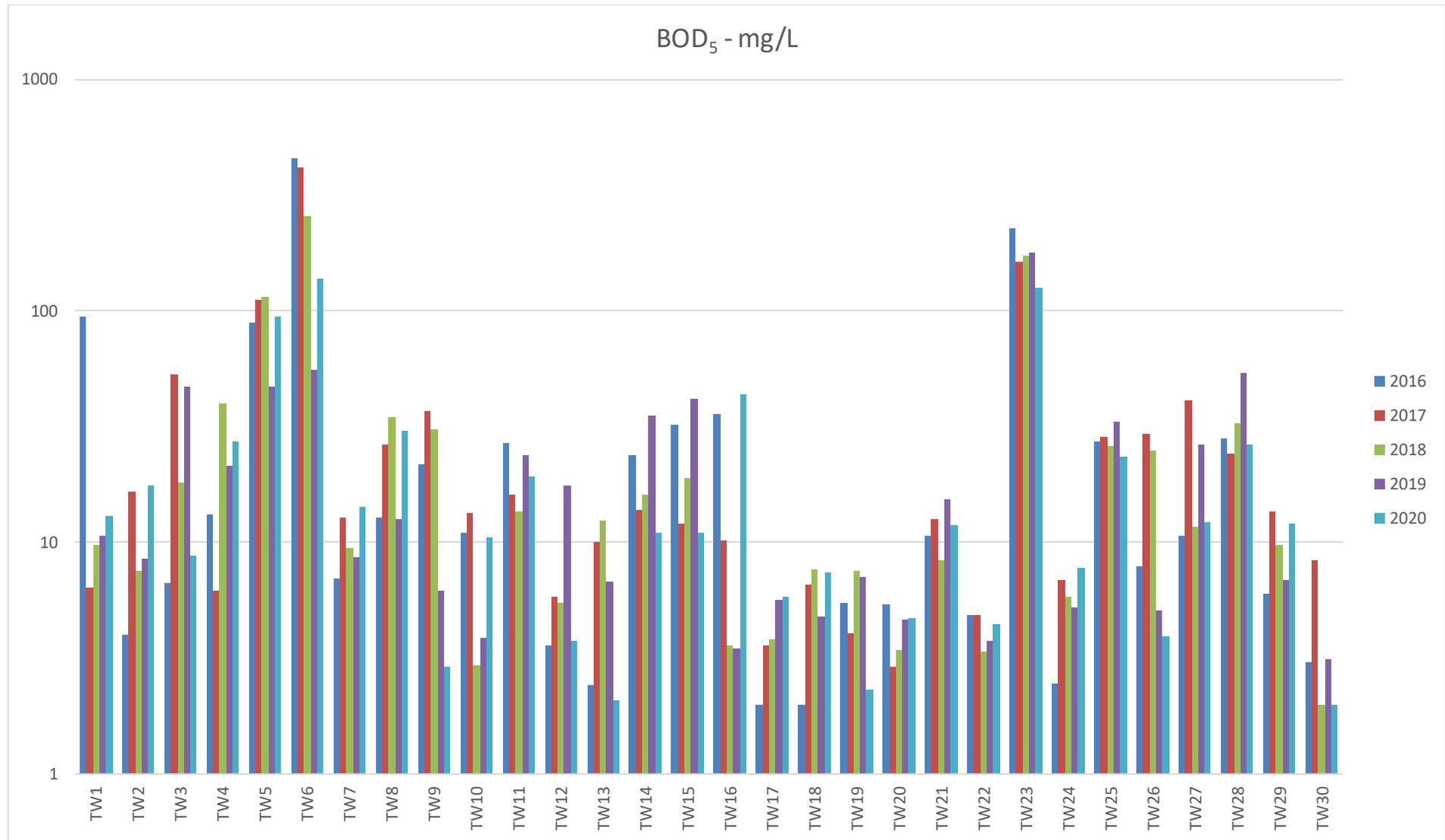
#### (ب) استخدام المياه المعالجة للتصريف للسيول والأودية:

■ تشير معدلات نتائج التحاليل إلى مطابقة نوعية المياه المعالجة والخارجة من كل من: محطة تنقية وادي السير، ومحطة تنقية معان لمتطلبات المواصفة المذكورة/ بند التصريف للسيول والأودية.

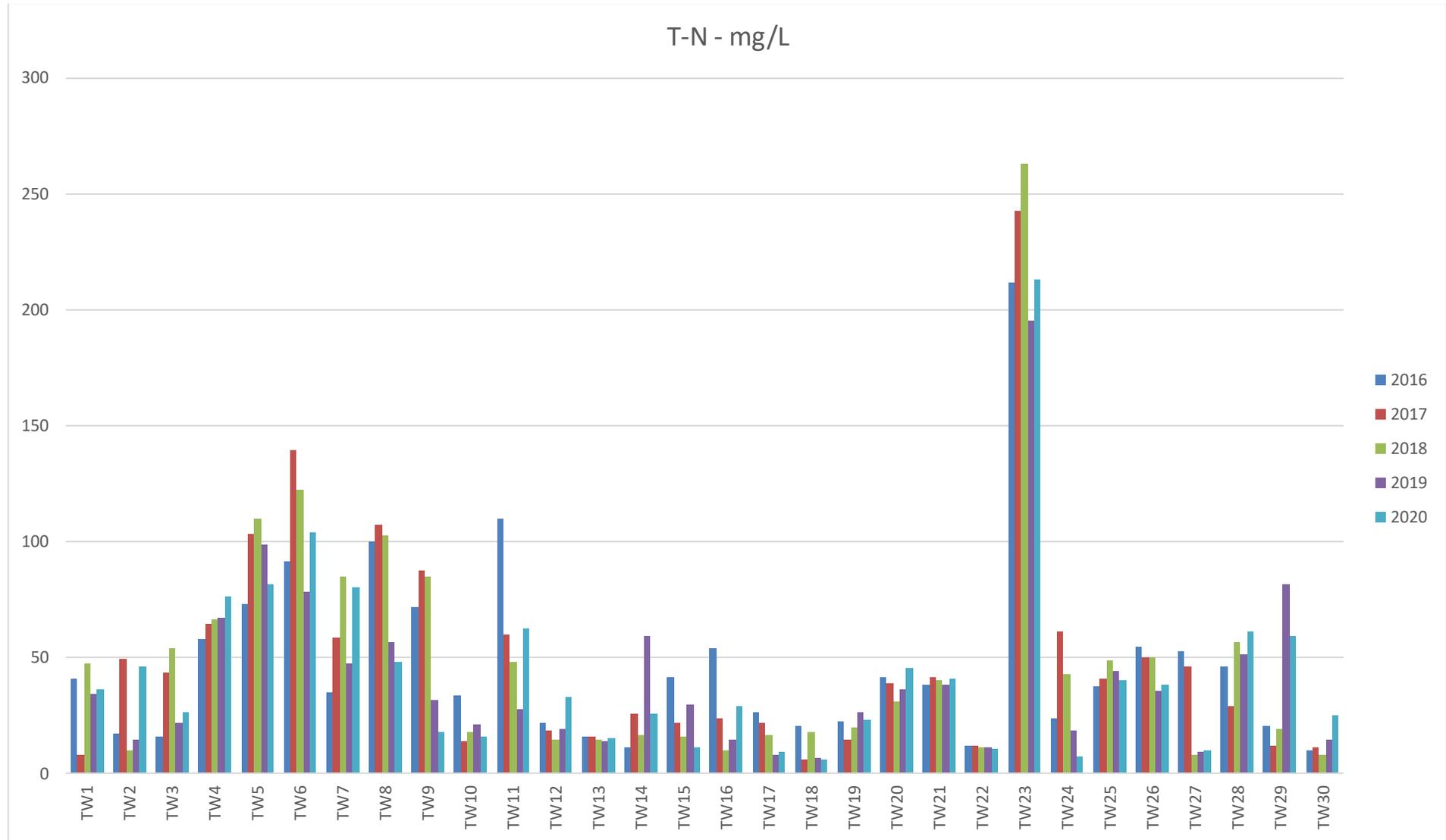
■ تشير معدلات نتائج التحاليل إلى عدم مطابقة نوعية المياه المعالجة والخارجة من كل من: محطة تنقية المعراض، محطة تنقية الطفيلة، محطة تنقية ماحص والفحيص، محطة تنقية الخربة السمرا، محطة تنقية أبو نصير، محطة تنقية البقعة، محطة تنقية السلط، محطة تنقية إربد الرئيسية، محطة تنقية وادي العرب، محطة تنقية اللجون، محطة تنقية مؤتة والمزار والعدنانية، محطة تنقية الشونة الشمالية، لمتطلبات المواصفة المذكورة/ بند التصريف للسيول والأودية، وذلك لوجود تجاوزات في بعض الخصائص مثل: الصوديوم (Na)، الدهون والزيوت والدهون والشحوم (FOG)، البيكربونات ( $HCO_3$ )، الفوسفات ( $PO_4$ ) وأعداد الإيشيريشيا القولونية (*E.coli*) عن الحدود المسموح بها في المواصفة.



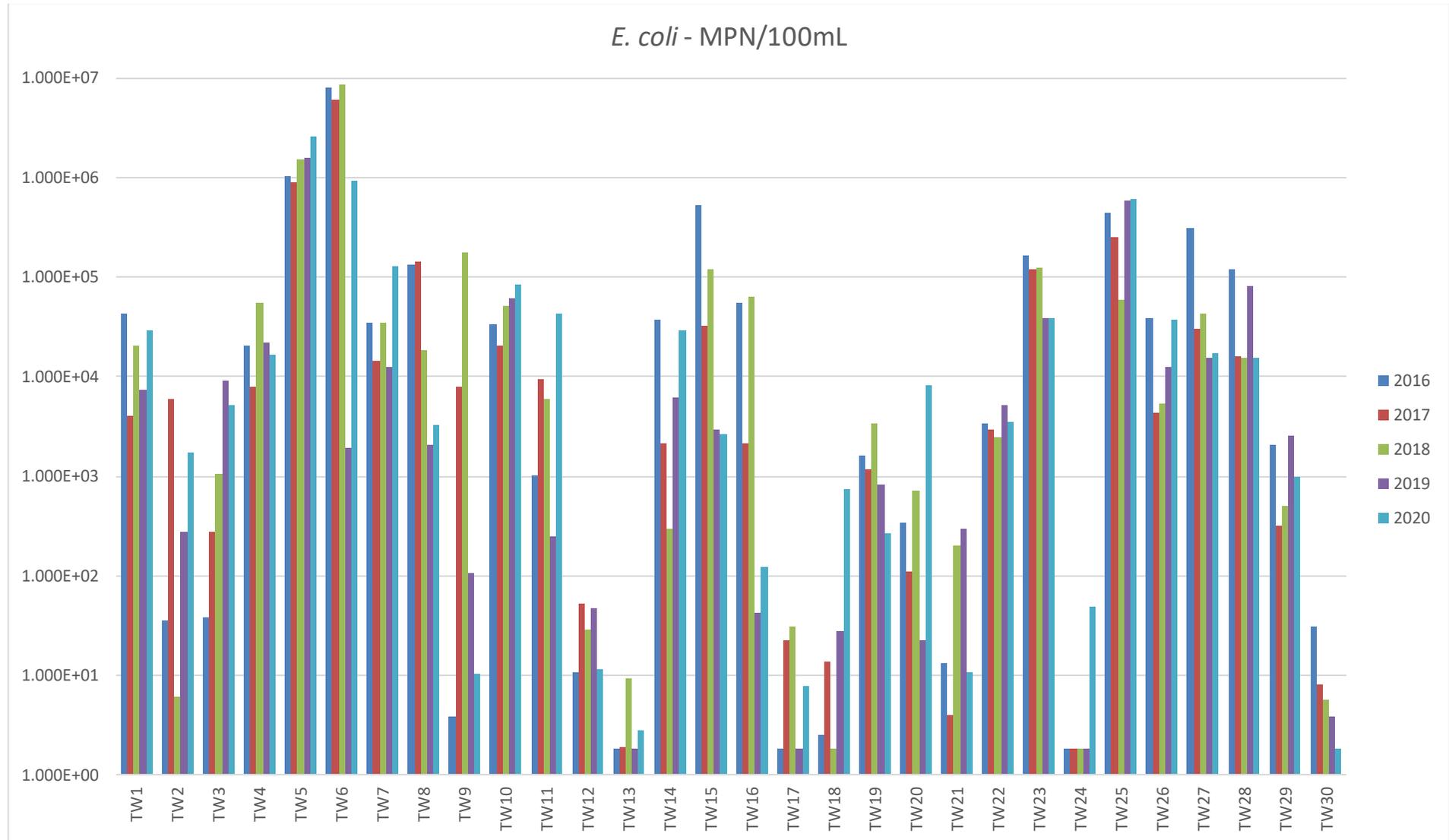
الشكل رقم (6-29): المعدلات السنوية لدرجة الحموضة (pH SU) في محطات التنقية خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (6-30): المعدلات الهندسية السنوية لتركيز الأكسجين المستهلك حيويًا (BOD<sub>5</sub> mg/L) في محطات التنقية خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (6-31): المعدلات السنوية لتركيز النيتروجين الكلي (T-N) في محطات التنقية خلال الأعوام (2016-2020)



الشكل رقم (6-32): المعدلات الهندسية السنوية لأعداد الإشيرشيا القولونية (*E.coli* MPN/100ml) في مواقع محطات التنقية خلال الأعوام (2016-2020)

## الفصل السابع: الحمأة/ المادة الحيوية الصلبة

تعرف الحمأة بأنها المواد الصلبة غير المعالجة ذات القوام الرطب أو الجاف الناتجة من عمليات معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية. وتعرف المادة الحيوية الصلبة بأنها الحمأة التي تعرضت لإحدى طرق المعالجة والقادرة على تحقيق اشتراطات المواصفة القياسية الأردنية الخاصة باستعمالات المادة الحيوية الصلبة والتخلص منها رقم (1145 / 2016).

### 1-7 وصف مواقع المراقبة

تم خلال السنة 2020 مراقبة نوعية الحمأة الناتجة عن 17 محطة معالجة مياه صرف صحي منزلي والمذكورين أدناه، حيث أنّ كل من محطة أبو نصير، محطة البقعة، ومحطة السلط لم تُجمع العينات منهم نظراً لارتفاع نسبة الرطوبة في الحمأة المتوافرة في المحطات آنذاك، ومن بعدها تبيّن أن المحطات المذكورة أنفاً أصبحت تنقل الحمأة للمكبّات مباشرة ولا تتوافر عينات فيهنّ.

1. محطة تنقية كفرنجة (عجلون)
2. محطة تنقية وادي حسان (اربد)
3. محطة تنقية المعراض (جرش)
4. محطة تنقية الطفيلة
5. محطة تنقية الكرك
6. محطة تنقية مأدبا
7. محطة تنقية الجيزة (عمان)
8. محطة تنقية الفحيص وماحص
9. محطة تنقية الرمثا (اربد)
10. محطة تنقية الخربة السمرا (الزرقاء)
11. محطة تنقية وادي موسى (معان)
12. محطة تنقية العقبة الجديدة
13. محطة تنقية أبو نصير (عمان)
14. محطة تنقية البقعة (عمان)
15. محطة تنقية السلط
16. محطة تنقية إربد الرئيسية
17. محطة تنقية وادي العرب (اربد)
18. محطة تنقية معان
19. محطة تنقية مؤتة والمزار والعدنانية
20. محطة تنقية جنوب عمان

### 2-7 الفحوصات ودورية جمع العينات

يبين الجدول رقم (7-1) الفحوصات التي تم إجراؤها على عينات الحمأة والناتجة من محطات معالجة مياه الصرف الصحي، بالإضافة إلى دورية إجرائها.

الجدول رقم (7-1): فحوصات الحمأة ودورية إجرائها

التصنيف	الفحوصات التي تم إجراؤها	دورية الفحوصات
حمأة (الناتجة عن محطات معالجة مياه الصرف الصحي المنزلية)	Moisture Content, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Se, Pb, Zn, TFCC, Salmonella and Intestinal Pathogenic Nematode Eggs.	عينة مرة واحدة في السنة

### 3-7 أصناف الحمأة

يتم تقييم نتائج الحمأة المخبرية بالاستناد إلى المواصفة القياسية الأردنية رقم (2016 /1145) والخاصة باستعملات المادة الحيوية الصلبة والتخلص منها، وتصنف الحمأة بحسب المواصفة إلى:

- **الصنف الأول والثاني:** المادة الحيوية الصلبة التي يسمح باستخدامها في تحسين خصائص التربة أو يسمح بطرحها في مكاب النفايات، والتي تطابق نوعيتها ومحتواها الفيزيائي والكيميائي والجرثومي الاشتراطات والتراكيز المبينة في المواصفة القياسية الأردنية رقم (2016 /1145).
- **الصنف الثالث:** المادة الحيوية الصلبة التي يسمح بطرحها في مكاب النفايات فقط ، والتي تطابق نوعيتها ومحتواها الفيزيائي والكيميائي والجرثومي الاشتراطات والتراكيز المبينة في المواصفة القياسية الأردنية رقم (2016 /1145).

### 4-7 تقييم نتائج تحاليل الحمأة

- تم الاعتماد على المواصفة القياسية الأردنية رقم (2016 /1145) لتقييم نتائج الحمأة المخبرية لفترة المراقبة وتصنيفها، ولقد أظهرت النتائج مايلي:

أ) طبقت نتائج الفحوص المخبرية لكلّ من محطات: كفرنجة، وادي حسّان، الطّفيّلة، مادبا، الجيزة، مادص والفحيص، الخربة السّمر، العقبة الجديدة، وادي العرب، مؤتة والمزار والعدنانيّة، جميع الأصناف. والتي يسمح باستخدامها في كافة المجالات المتعلقة بتطبيق المواصفة المذكورة.

ب) طبقت نتائج الفحوص المخبرية لكلّ من محطات: الكرك، الرّمثا، وادي موسى، معان، الصّنفين الثّاني والثّالث. والتي يسمح باستخدامها في كافة المجالات المتعلقة بتطبيق المواصفة المذكورة .

ت) طبقت نتائج الفحوص المخبرية لمحطّة جنوب عمّان، الصّنف الثّالث. والتي يسمح بطرحها في مكاب النّفايات فقط.

ث) لم تطابق نتائج الفحوص المخبرية لمحطّة إربد الرّئيسيّة أيّ صنف من الأصناف نظراً لارتفاع تركيز المولبدينيوم عن الحدّ الأقصى المسموح به للصّنف الثّالث.

## 5-7 التقييم الشامل لجميع مواقع الحماية المستصلحة المراقبة خلال فترة المراقبة الحالية

يبين الجدول رقم (7-19) مدى مطابقة الحماية من جميع المواقع المراقبة للمواصفة القياسية الأردنية رقم (2016/1145) والخاصة باستعمالات المادة الحيوية الصلبة والتخلص منها.

الجدول رقم (7-19): التقييم الشامل لنتائج الحماية المخبرية في محطات التنقية المراقبة خلال العام 2020

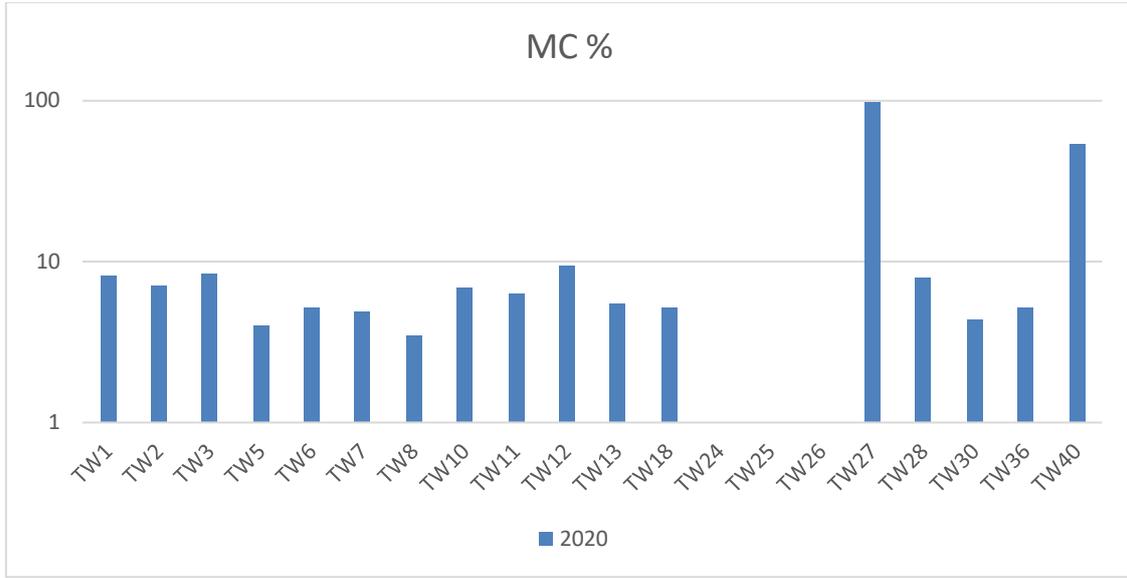
الموقع	الرمز	مطابق / غير مطابق	السبب	الصنف
محطة تنقية كفرنجة	TW1	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية وادي حسان	TW2	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية المعراض	TW3	مطابقة	-	الثاني والثالث
محطة تنقية الطفيلة	TW5	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية الكرك	TW6	مطابقة	-	الثاني والثالث
محطة تنقية مأدبا	TW7	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية الجيزة	TW8	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية الفحيص وماحص	TW10	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية الرمثا	TW11	مطابقة	-	الثاني والثالث
محطة تنقية الخربة السمرا	TW12	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية وادي موسى	TW13	مطابقة	-	الثاني والثالث
محطة تنقية العقبة الجديدة	TW18	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية إربد الرئيسية	TW27	غير مطابقة	لارتفاع تركيز المولبدنيوم عن الحد الأقصى المسموح به	-
محطة تنقية وادي العرب	TW28	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية معان	TW30	مطابقة	-	الثاني والثالث
محطة تنقية مؤتة والمزار والعدنانية	TW36	مطابقة	-	جميع الأصناف
محطة تنقية جنوب عمان	TW40	مطابقة	-	الثالث

## 6-7 الرسومات البيانية

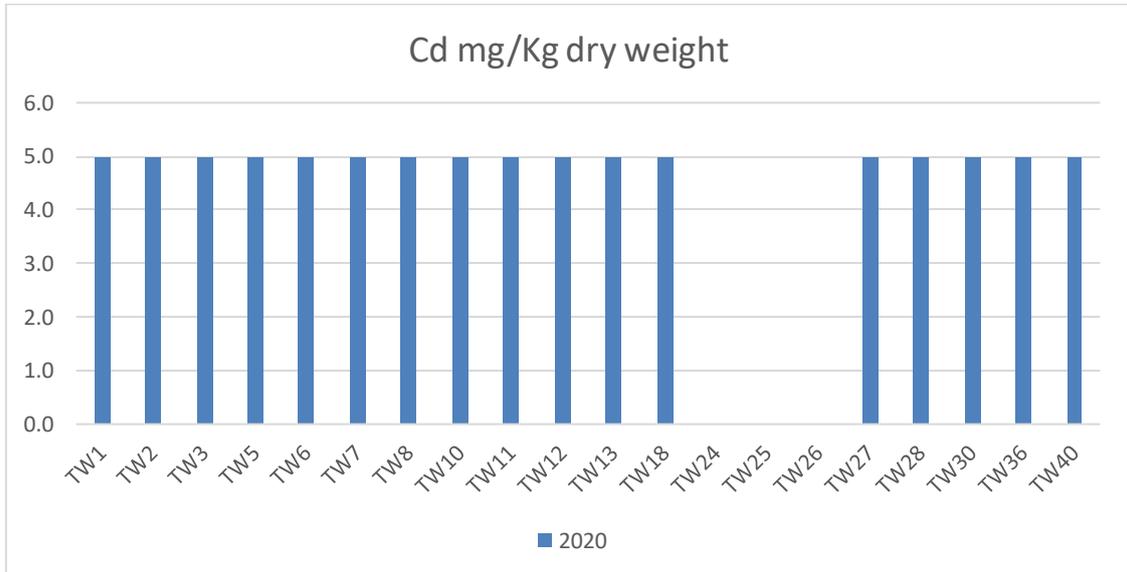
يوضح الجدول رقم (7-20) رموز المواقع المراقبة لعينات الحماية. وتبين الأشكال أدناه المعدلات السنوية لتراكيز الخواص الفيزيائية والكيميائية والجرثومية لعينات الحماية لسنة 2020.

الجدول رقم (7-20): رموز المحطات لعينات الحماية

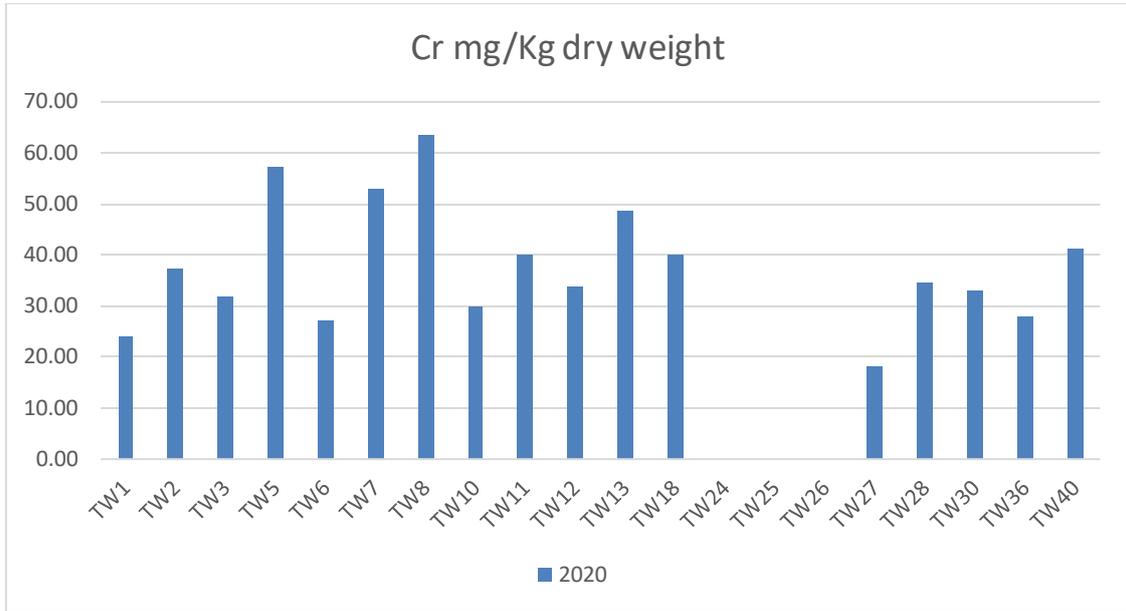
الرمز	الموقع
TW1	محطة تنقية كفرنجة
TW2	محطة تنقية وادي حسان
TW3	محطة تنقية المعراض
TW5	محطة تنقية الطفيلة
TW6	محطة تنقية الكرك
TW7	محطة تنقية مأدبا
TW8	محطة تنقية الجيزة
TW10	محطة تنقية الفحيص وماحص
TW11	محطة تنقية الرمثا
TW12	محطة تنقية الخربة السمرا
TW13	محطة تنقية وادي موسى
TW18	محطة تنقية العقبة الجديدة
TW27	محطة تنقية إربد الرئيسية
TW28	محطة تنقية وادي العرب
TW30	محطة تنقية معان
TW36	محطة تنقية مؤتة والمزار والعدنانية
TW40	محطة تنقية جنوب عمان



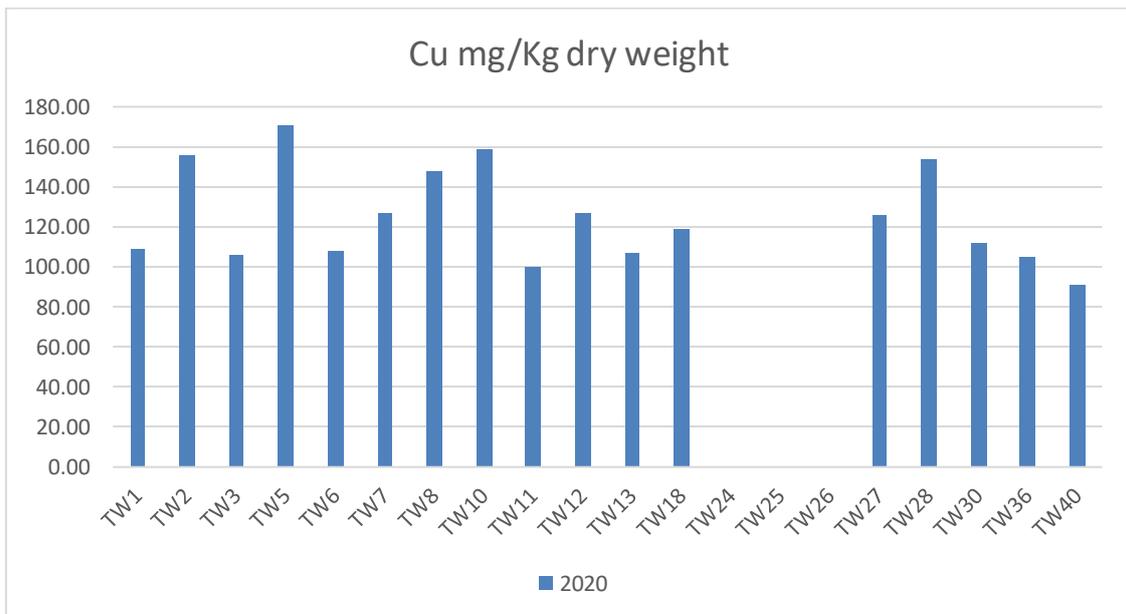
الشكل رقم (7-1): القيم السنوية لمحتوى الرطوبة لعينات الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي لعام 2020



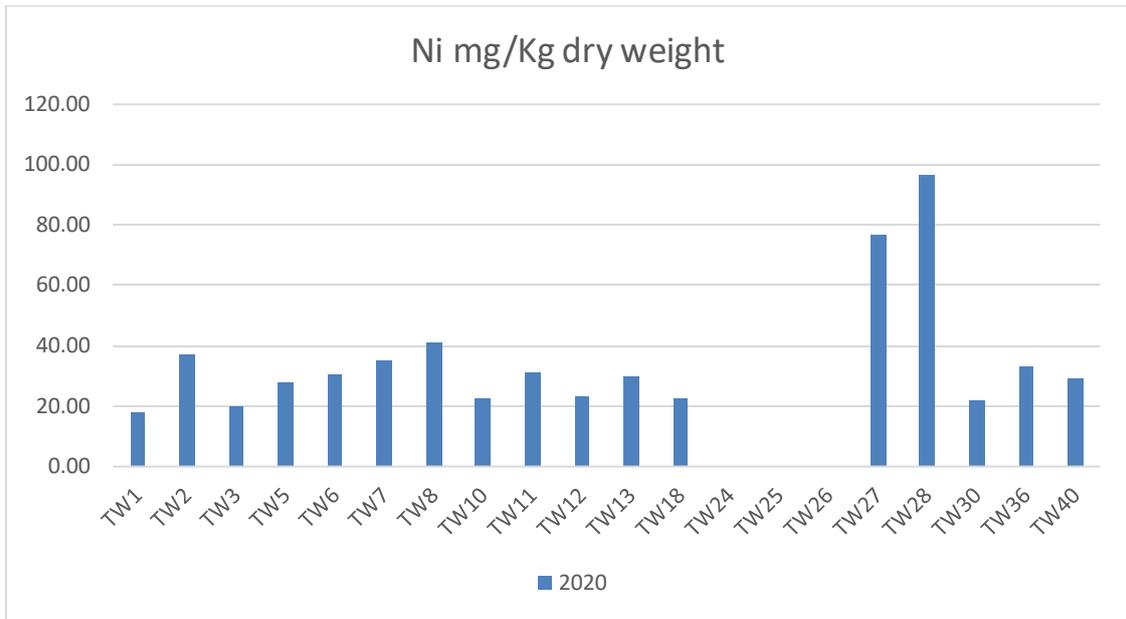
الشكل رقم (7-2): القيم السنوية لتركيز الكاديوم لعينات الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي لعام 2020



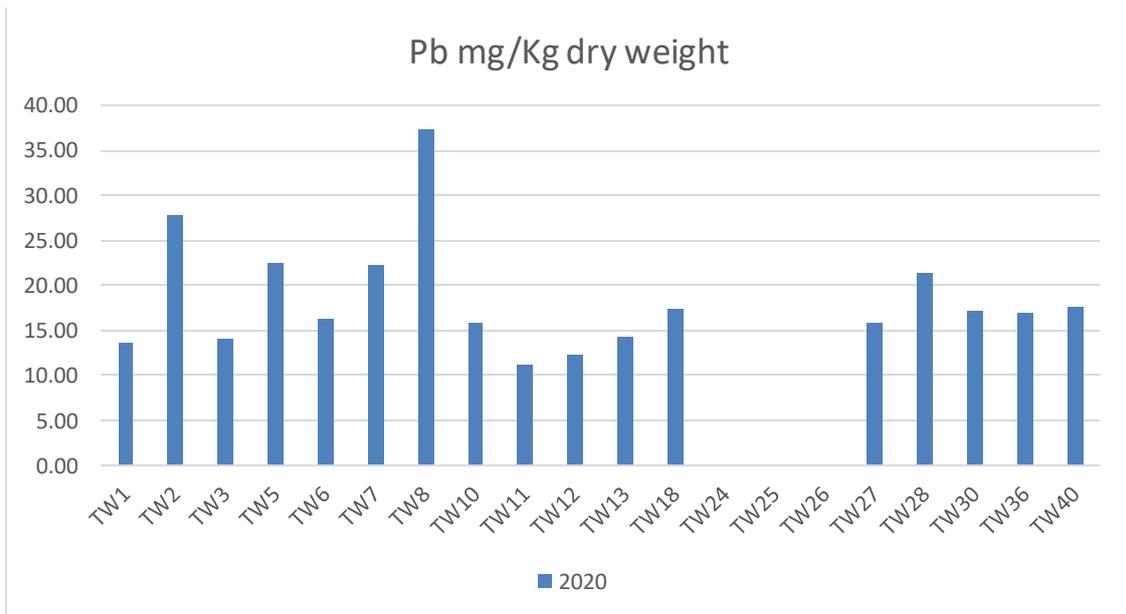
الشكل رقم (7-3): القيم السنوية لتركيز الكروم لعينات الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي لعام 2020



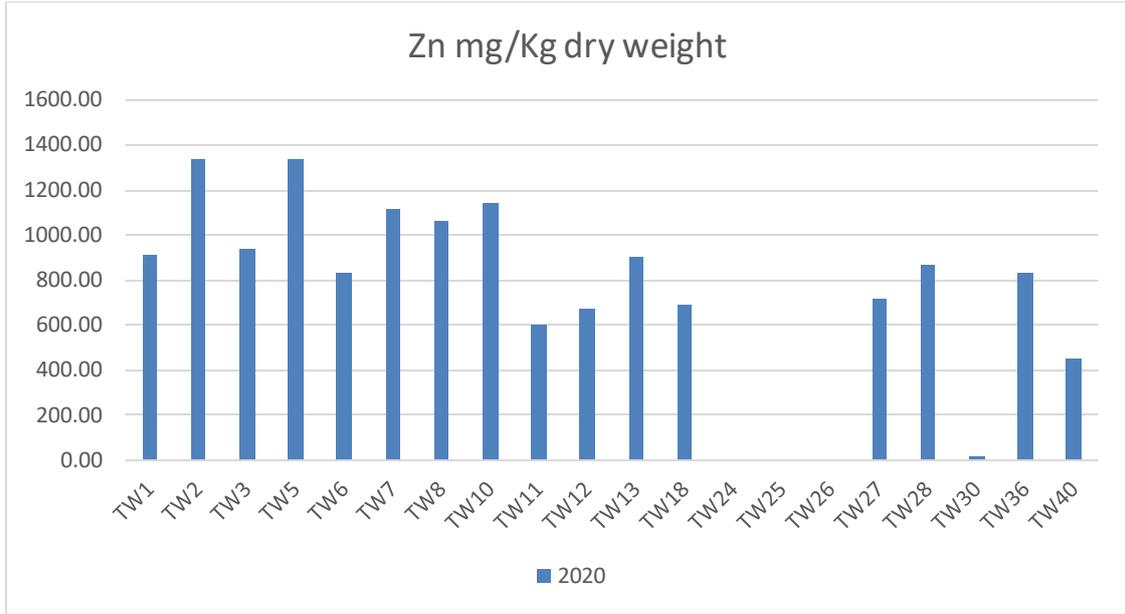
الشكل رقم (7-4): القيم السنوية لتركيز النحاس لعينات الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي لعام 2020



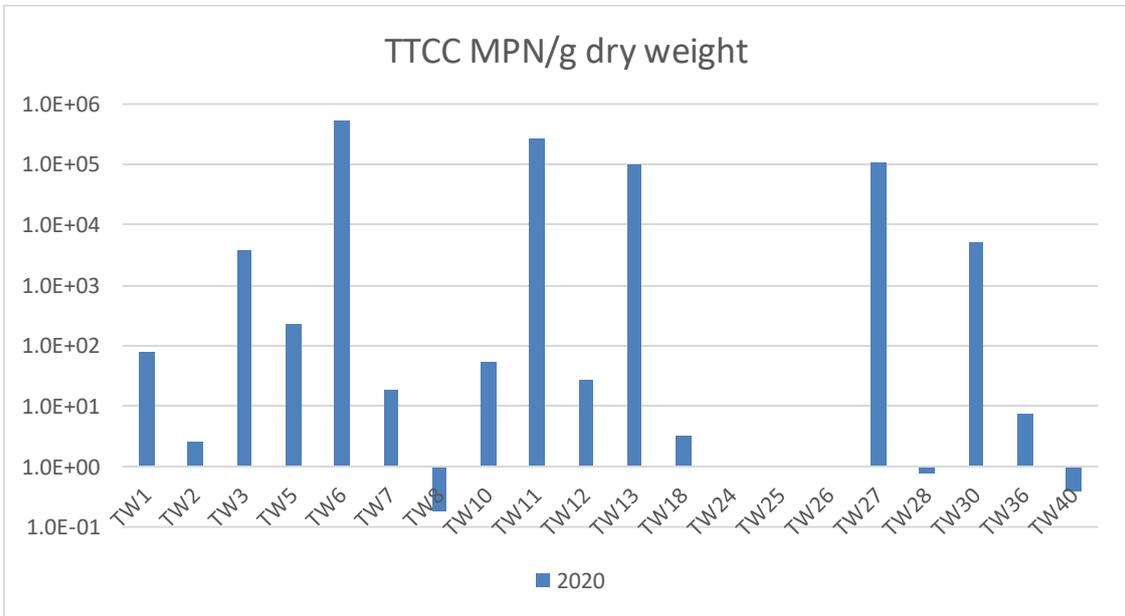
الشكل رقم (7-5): القيم السنوية لتركيز النيكل لعينات الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي لعام 2020



الشكل رقم (7-6): القيم السنوية لتركيز الرصاص لعينات الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي لعام 2020



الشكل رقم (7-7): القيم السنوية لتركيز الخارصين لعينات الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي لعام 2020



الشكل رقم (7-8): القيم الهندسية السنوية للتعداد الكلي للكوليفورم المقاومة للحرارة لعينات الحمأة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي لعام 2020

## الفصل الثامن: التوصيات

### 2-8 التوصيات

- العمل على توسيع برنامج المراقبة ليشمل كافة المصادر المائية في المملكة مع زيادة دورية جلب العينات وإجراء كافة الفحوصات اللازمة وبحسب ماهو منصوص عليه في المواصفات القياسية الأردنية.
- دراسة تطبيق مشروع شامل لتقييم مدى تأثير تجاوزات الخواص المفحوصة للمواقع ضمن خطة المراقبة على البيئة والانسان، وإمكانية الحد من ارتفاع تراكيزها.
- ضرورة اتخاذ الإجراءات التصحيحية المناسبة والسريعة بحق بعض المصانع والشركات والتي لوحظ أكثر من مرة وجود تجاوزات في معدلات تراكيز الخواص المفحوصة وعدم مطابقة الاستعمال النهائي للمياه المعالجة لمتطلبات المواصفة الأردنية رقم (202 / 2007) والخاصة بالمياه العادمة الصناعية المستصلحة. مع بحث إمكانية تنفيذ مشاريع تساهم في تقييم وتحسين أوضاع المصانع والشركات فيما يخص التجاوزات المتكررة لمعدلات تراكيز الخواص المفحوصة واقتراح حلول ريادية متقدمة.
- ضرورة رفع كفاءة محطات معالجة مياه الصرف الصحي التي أظهرت وجود تجاوزات في معدلات تراكيز الخواص المفحوصة خلال فترة المراقبة في عام (2020) وعدم مطابقة الاستعمال النهائي للمياه المعالجة لمتطلبات المواصفة الأردنية رقم (2006 / 893) الخاصة بمياه الصرف الصحي المستصلحة، أو إيجاد حلول مناسبة أخرى مثل إنشاء محطات معالجة مياه الصرف الصحي جديدة (مركزية ولا مركزية) لتخفيف الضغط وتقليل الأحمال العضوية والهيدروليكية على المحطات القائمة والتي تجاوزت قدراتها التصميمية على استيعاب كميات مياه الصرف الصحي المتدفقة إليها.
- ضرورة الأخذ بعين الاعتبار نوعية كل من: مياه السدود ومياه السيول والأودية المراقبة، وبعض المحاذير المذكورة في هذا التقرير عند إعادة الإستخدام للأغراض الزراعية، مع ضرورة تطبيق إرشادات مياه الري رقم (2014 / 1766) لا سيما حواجز الخفض الجرثومي المعروفة مثل: محطات المعالجة، تخزين المياه في السد، برك الري، استخدام الفلاتر الرملية، الري بالتنقيط مع استخدام الملش أو وبدون استخدام الملش (للمحاصيل ذات النمو القريبية المرتفع من سطح التربة)، الري بالرشاشات، الري السطحي، الموت الطبيعي للجراثيم، غسل المنتج بالمياه وتعقيمه من الجراثيم، تقشير وطهي المنتج.
- ضرورة وضع خطط وطنية للسلامة الصحية لقطاع المياه والصرف الصحي بالتعاون مع جميع الوزارات والجهات المعنية قائمة على أساس الإدارة السليمة للمخاطر في قطاعات المياه الجوفية والسطحية الخام Water Safety Planning (WSP) وفي قطاعات المياه العادمة المنزلية والصناعية (Sanitation Safety Planning (SSP) وتطبيق هذه الخطط على مدخلات ومخرجات الإنتاج الزراعي، و توضيح دور كل الجهات المعنية سواء كانت تشغيلية أو رقابية، وتحديد وتقييم المخاطر وإدارتها واتخاذ الإجراءات الكفيلة للحد من أثارها السلبية.
- المساهمة في تنمية المصادر المائية بصورة مستدامة عن طريق تحديد معدلات الضخ الآمن من الطبقات المائية المختلفة وإجراء دراسات حساسية المياه الجوفية باستخدام النماذج الهيدروجيولوجية المعتمدة ( COP and DRASTIC Models) وبالتالي المحافظة على نوعية المياه المتوفرة.
- الدفع باتجاه تقليل كميات المياه الجوفية الصالحة للشرب والمستخدمه لأغراض الري واستبدالها بمياه ذات جودة أقل.
- دراسة مشاريع لتنفيذ خطة تسويق افكار وحلول مبتكرة متكاملة لرفع مستوى الوعي البيئي والزراعي عند المزارعين والمجتمع المحلي كافة، والتشجيع على استعمال المياه بما يكفل كفاءة الاستهلاك وتقليل الهدر.
- إشراك المجتمع المحلي بالتعاون مع صانعي القرار في عملية الحوكمة المحلية للمياه لتعظيم الفوائد التي يجنيها المواطنون دون الإضرار بالبيئة المحلية على المدى الطويل؛ ومن الممكن تطبيق نظام الحمى الذي من شأنه حماية الموارد المائية وتقليل الفاقد.
- العمل على إيجاد حلول لتقليل ملوحة سد الكرامة وذلك من أجل استغلال مياهه بدلاً من ضياعها بالتبخر كما هو الوضع حالياً.