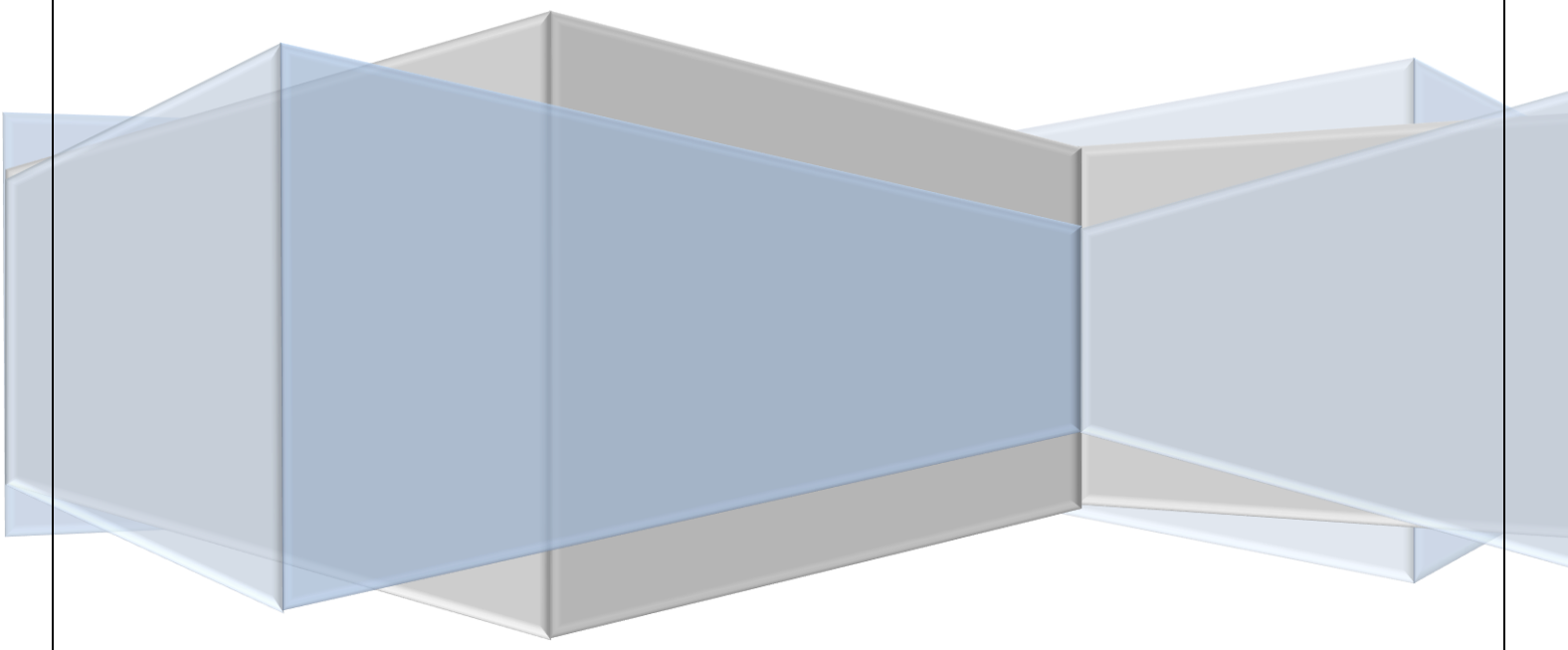
التقرير السنوي للمشروع الوطني لمراقبة المياه عن بُعد للعام ٢٠١٧



تقديـــــم

يسعدني أن أضع بين أيديكم اليوم التقرير الأول لمشروع مراقبة المياه عن بعد (نظام الإنذار المبكر لمراقبة تلوث المياه في المصادر السطحية الرئيسية في المملكة نهر الأردن نهر اليرموك سيل الزرقاء) وتقييمها وإرسالها بشكل مباشر وعلى مدار الساعة إلى الجهات الحكومية المعنية والأكاديميين والباحثين في الجامعات والمراكز العلمية والبحثية والمزارعين) والذي يكمل الجهود المبذولة من جميع الجهات العاملة في قطاع المياه ويشكل حلقة إضافية نوعية للمساهمة في المحافظة على نوعية المياه في الأردن الذي يعاني من شح في موارده المائية وزيادة مستمرة في الطلب عليها في جميع النشاطات التنموية والخدمية، ولتحديد الأهداف والغايات الضرورية للوصول إلى تحقيق التنمية المستدامة، وتحديد المتطلبات المؤسسية والتمويلية والخطط التنفيذية الكفيلة في تبنى استراتيجيات وسياسات وبرامج ومشاريع غير تقليدية تتسم بالإبداع والابتكار للحفاظ على كمية ونوعية المياه من كافة المصادر، وتطوير وتحسين عمليات الإدارة للمياه وتعزيز كفاءة المؤسسات المسؤولة عن إدارة هذا القطاع على المستوى الوطني، والذي سيشكل أداة مهمة من خلال ما يحتويه من بيانات في دعم صانعي القرار في تحديد السياسات المبنية على الأرقام والتحليل العلمي والمساهمة في تحقيق الأهداف التنموية متضمنة البعد البيئى.

لقد تسببت الطفرات السكانية الطبيعية المتسارعة والهجرات القسرية والعمالة الوافدة، وشح الموارد المائية، والتغيرات المناخية وآثارها السلبية على النظم البيئية والطبيعية والموارد المائية والقطاعات الاقتصادية المختلفة خلال العقود الخمسة المنصرمة إلى ظهور تحديات كبيرة في مواجهة عمليات التنمية المستدامة، واستنزاف الموارد الطبيعية (وبشكل خاص المياه في الأحواض الجوفية)، نتيجة للأعباء المترتبة على شح الموارد المائية.

وعلى الرغم من تحسن عمليات الإدارة للمياه والبيئة والتنمية المستدامة على المستوى الوطني، إلا أن المبادرات المحلية كانت غير كافية لتحقيق الأغراض التي هدفت إليها، إضافة إلى ذلك فإن الدور الذي تلعبه البيروقراطية في إعاقة مشاركة الجهات المعنية المتعددة في دراسة المشكلات في قطاع المياه بطرق علمية تفصيلية أدت إلى سياسات وطنية لا تعكس بالضرورة الأولويات المحلية ولهذا يجب تعديل هذه السياسات لتحقيق التوافق بين الموازنة المائية والتنمية المستدامة. بالإضافة الى ذلك فإن البناء المؤسسي لا يزال عاجزاً عن ضمان التكامل بين جميع الأطراف المعنية بالموازنات المائية وسياسات التنمية الاقتصادية والاجتماعية وبرامجها، وما تزال الحاجة قائمة إلى جهاز تنفيذي قوي قادر على صياغة السياسات والإشراف على تنفيذها وتوضيح الروابط بين السياسات المائية والبيئية والاستراتيجيات الوطنية الأخرى. كما أن هناك حاجة لاستخدام الأدوات الاقتصادية والمالية من أجل حماية مصادر المياه.

إن الأردن يعاني من نقص في المعلومات والبيانات المائية على الرغم من الاهتمام بتأمين الدعم المالي لتوفير المعلومات التي تعتبر الأساس لبناء التنمية المستدامة في الأردن، وعلى الرغم من وجود إطار تشريعي

يضمن حق الوصول إلى المعلومات، إلا أن هناك جوانب مؤسسية وفنية ومالية وتقنية أخرى تعوق توافر المعلومات اللازمة للتنمية المستدامة أو الوصول إليها واستخدامها، كعدم تماثل البيانات أو اتساقها لتسهيل عمليات المقارنة وضعف البناء المؤسسي لنظم المعلومات المائية والبيئية ونقص القوى المدربة في هذا المجال.

وفي الختام وأنا أضع هذا التقرير بين أيديكم فإنه يطيب لي أن أتقدم بالشكر والعرفان للحكومة اليابانية ووكالة جايكا على تمويلها لهذا المشروع وإلى الجمعية العلمية الملكية/ الوحدة المركزية للرصد والبحث البيئي بكافة كوادرها على إدارة وتشغيل هذا المشروع الوطني الهام، ولكل الجهات والمؤسسات الحكومية التي ساهمت في تغطية الكلف التشغيلية لإدارة هذا المشروع وشاركت في اللجان الفنية العائدة للمشروع.

و السلام عليكم و رحمة الله و بركاته.

و الله ولي التوفيق.

وزير البيئـــــة

د. ياسين الخياط

شكر وتقدير

تتقدم الأمانة العامة للمجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا بخالص الشكر والتقدير من الجمعية العلمية الملكية/ الوحدة المركزية للرصد والبحث البيئي بكافة كوادرها على إدارة وتشغيل المشروع الوطني لمراقبة نوعية المياه عن بُعد، هذا وتقدر الأمانة العامة للمجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا جهود فريق العمل الذي يقدمه موظفو الوحدة المركزية للرصد والبحث البيئي والذي انعكس ايجاباً على سير العمل وديمومته.

كما وتتقدم الأمانة العامة للمجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا من وزارة البيئة، ووزارة المياه والري، ووزارة الصحة، ووزارة الزراعة وشركة مياهنا على دعمهم الفني والمالي للمشروع منذ إنشاء الوحدة المركزية للرصد والبحث البيئي، متمنين الاستمرار في دعم مثل هذه المشاريع لما لها من أهمية وخاصة في ظل الظروف المائية القاسية التي يعاني منها الأردن.

قائمة المحتويات

مجلس إدارة المشروع الوطني لمراقبة المياه عن بُعد ..... د
الهيكل التنظيمي للمشروع الوطني لمراقبة المياه عن بُعد ..... ر
الخلاصـــــة ١
الفصل الأول ١
المـــقدمـــة ١
الوضع المائي في الأردن ١
لمحة عامة عن المشروع ٢
أهداف المشروع ٣
وصف مكونات نظام الرصد ٤
المحطات ٤
نظام القياس عن بُعد (Telemetry) ٤
سياسة ضبط الجودة لنتائج النظام ٧
منهجية التقرير ٨
الفصل الثاني ٩
قناة الملك عبدالله ٩
مواقع محطات الرصد على طول قناة الملك عبدالله ١٠
لمحة عامة عن قناة الملك عبدالله ١١
تقييم النتائج ١٣
درجة الحرارة ٢٢
درجة الحموضة ٢٤
الإيصالية الكهربائية ٢٥
العكارة ٣٠
النيتروجين الكلي والفسفور الكلي ٣٢
كمية الأُكسجين المستهلك كيميائياً ٣٢
الفصل الثالث ٣٣
نهر اليرموك ٣٣
مواقع محطات الرصد على نهر اليرموك ٣٣
تقييم النتائج: ٣٥

درجة الحرارة..... ٣٦
درجة الحموضة..... ٣٧
الإيصالية الكهربائية..... ٣٧
العكارة..... ٣٧
النيتروجين الكلي والفسفور الكلي..... ٣٨
كمية الأُكسجين المستهلك كيميائياً..... ٣٨
الفصل الرابع..... ٣٩
نهر الأردن..... ٣٩
مواقع محطات الرصد على نهر الأردن..... ٣٩
لمحة عامة عن نهر الأردن..... ٤١
تقييم النتائج:..... ٤٣
درجة الحرارة..... ٤٩
درجة الحموضة..... ٥١
الإيصالية الكهربائية..... ٥٢
العكارة..... ٥٤
النيتروجين الكلي والفسفور الكلي..... ٥٦
كمية الأُكسجين المستهلك كيميائياً..... ٥٧
الفصل الخامس..... ٥٨
نهر الزرقاء وسد الملك طلال..... ٥٨
مواقع المراقبة على نهر الزرقاء وسد الملك طلال..... ٥٩
لمحة عامة عن حوض نهر الزرقاء..... ٦٠
تقييم النتائج:..... ٦٢
درجة الحرارة..... ٦٩
درجة الحموضة..... ٧١
الإيصالية الكهربائية..... ٧١
العكارة..... ٧٣
كمية الأُكسجين المستهلك كيميائياً..... ٧٤
الفصل السادس..... ٧٥
إستنتاجات وتوصيات..... ٧٥
المراجع..... ٧٩

قائمة الجداول

الجدول رقم (١-١): رموز مواقع محطات الرصد على الاحواض المائية السطحية ٢

الجدول رقم (٢-١): كميات المياه الداخلة لقناة الملك عبدالله والمستغلة من المصادر المختلفة لعام ٢٠١٧ ... ٩

الجدول رقم (٢-٢): محطات الرصد على طول قناة الملك عبدالله ١٠

الجدول رقم (٢-٣): معدلات القراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد قناة الملك عبدالله خلال العام ٢٠١٧ ..... ١٤

الجدول رقم (٢-٤): المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد قناة الملك عبدالله خلال العام ٢٠١٧ ..... ١٦

الجدول رقم(٢-٥): الحدود والمعايير لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية حسب متطلبات مواصفة مياه الري رقم (JS1766:2014) ٢٦

الجدول رقم (٣-١): محطة الرصد على نهر اليرموك ٣٤

الجدول رقم (٣-٢): معدلات القراءات الساعية لتراكيز الخواص المراقبة في محطة وادي خالد / نهر اليرموك خلال العام ٢٠١٢ ..... ٣٥

الجدول رقم (٤-١): محطات الرصد عن بُعد على نهر الأردن ٤٠

الجدول رقم (٤-٢): معدلات القراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد مسار نهر الأردن خلال العام ٢٠١٧ ..... ٤٤

الجدول رقم (٤-٣): المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على مسار نهر الأردن خلال العام٢٠١٧ ..... ٤٧

الجدول رقم (٤-٤): الحدود والمعايير لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية حسب متطلبات مواصفة مياه الري رقم (JS1766:2014) ٥٤

الجدول رقم(٥ -١): محطات الرصد عن بُعد على نهر الزرقاء وسد الملك طلال ٥٩

الجدول رقم (٥-٢): معدلات القراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال خلال العام ٢٠١٧ ..... ٦٣

الجدول رقم (٥-٣): المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال خلال العام ٢٠١٧ ..... ٦٥

الجدول رقم(٥-٤): الحدود والمعايير لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية حسب متطلبات مواصفة مياه الري رقم (JS1766:2014) ٧٢

قائمة الأشكال

الشكل رقم (١-١): توزيع محطات المراقبة على مصادر المياه السطحية في الأردن ٣

الشكل رقم (١-٢): محطة الرصد من الداخل والخارج..... ٤

الشكل رقم (١-٣): مخطط شبكة الاتصالات..... ٦

الشكل رقم (٢-١): قناة الملك عبدالله ٩

الشكل رقم (٢-٢): توزيع محطات الرصد حسب موقعها الجغرافي..... ١٠

الشكل رقم (٢-٣): مواقع محطات الرصد على مسار قناة الملك عبدالله ١١

الشكل رقم (٢-٤): قناة الملك عبدالله وروافدها والمناطق المروية حولها..... ١٢

الشكل رقم (٢-٥): خارطة التوزيع المطري في الأردن ١٣

الشكل رقم (٢-٦): مقارنة أدنى درجات الحرارة الشهرية للماء والهواء في شمال قناة الملك عبدالله للعام٢٠١٧ ..... ٢٢

الشكل رقم (٢-٧): مقارنة أعلى درجات الحرارة الشهرية للماء والهواء في شمال قناة الملك عبدالله للعام ٢٠١٧..... ٢٣

الشكل رقم (٢-٨): المتوسط الحسابي للقراءات الساعية لدرجات الحرارة لعام٢٠١٧على مسار قناة الملك عبدالله ٢٤

الشكل رقم (٢-٩): معدل التغير الموسمي لدرجات الحرارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطات المراقبة على مسار قناة الملك عبدالله..... ٢٤

الشكل رقم (٢-١٠): معدل التغير الموسمي في درجة حموضة المياه للعامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطات المراقبة على مسار قناة الملك عبدالله..... ٢٥

الشكل رقم (٢-١١): المتوسط السنوي للقراءات الساعية لقيم الإيصالية الكهربائية لعام٢٠١٧ على مسار قناة الملك عبدالله..... ٢٦

الشكل رقم (٢-١٢): نقطة التقاء المياه القادمة من سد الملك طلال (نهر الزرقاء) مع قناة الملك عبدالله..... ٢٧

الشكل رقم (٢-١٣): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية في محطة مدخل النفق بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧..... ٢٨

الشكل رقم (٢-١٤): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية في محطة ضخ طبربا بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧..... ٢٨

الشكل رقم (٢-١٥): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية في محطة ضخ سد وادي العرب بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧..... ٢٩

الشكل رقم (٢-١٦): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية في محطة مأخذ زي بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧.....٢٩

الشكل رقم (٢-١٧): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية عند نقطة التقاء القناة بنهر الزرقاء بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧.....٣٠

الشكل رقم (٢-١٨): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية عند نقطة التفرع لسد الكرامة بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧.....٣٠

الشكل رقم (٢-١٩): المتوسط الحسابي للقراءات الساعية لقيم العكارة لعام ٢٠١٧على مسار قناة الملك عبدالله ٣١

الشكل رقم (٣-١): نهر اليرموك.....٣٣

الشكل رقم (٣-٢): موقع الرصد على نهر اليرموك.....٣٤

الشكل رقم(٤-١): نهر الأردن بالقرب من دجانيا ٣٩

الشكل رقم (٤-٢): التوزيع الجغرافي لمحطات الرصد على نهر الأردن.....٤٠

الشكل رقم (٤-٣): مواقع محطتي الرصد على نهر الأردن.....٤٠

الشكل رقم (٤-٤): مدخل نهر الأردن إلى بحيرة طبريا ومخرجه من بحيرة طبريا ٤١

الشكل رقم (٤-٥): روافد نهر الأردن ومساره.....٤١

الشكل رقم (٤-٦): القناة الاصطناعية للمياه المالحة المحولة من النبعات حول بحيرة طبريا والتي تصب في نهر الأردن المصب السفلي.....٤٢

الشكل رقم (٤-٧): إستخدامات الأراضي حول نهر الأردن.....٤٣

الشكل رقم (٤-٨): المتوسط الحسابي الشهري للقراءات الساعية في درجات الحرارة على مسار نهر الأردن لعام ٢٠١٧.....٤٩

الشكل رقم (٤-٩): معدل التغير الموسمي لدرجات الحرارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر المجامع.....٥٠

الشكل رقم (٤-١٠): معدل التغير الموسمي لدرجات الحرارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر الملك حسين ٥٠

الشكل رقم (٤-١١): المتوسط الحسابي الشهري للقراءات الساعية لدرجة حموضة المياه على مسار نهر الأردن لعام ٢٠١٧.....٥١

الشكل رقم (٤-١٢): المتوسط الحسابي الشهري للقراءات الساعية للايصالية الكهربائية للمياه على مسار نهر الأردن لعام ٢٠١٧.....٥٢

الشكل رقم (٤-١٣): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر المجامع ٥٣

الشكل رقم (٤-١٤): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر الملك حسين ٥٣

الشكل رقم (٤-١٥): المتوسط الحسابي الشهري للقراءات الساعية لقيم العكارة لعام ٢٠١٧على مسار نهر الأردن ٥٥

الشكل رقم (٤-١٦): معدل التغير الموسمي للعكارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر المجامع.....٥٥

الشكل رقم(٤-١٧): معدل التغير الموسمي للعكارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر الملك حسين ٥٦

الشكل رقم (٥-١): نهر الزرقاء.....٥٨

الشكل رقم (٥-٢): سد الملك طلال ٥٨

الشكل رقم (٥-٣): التوزيع الجغرافي لمحطات الرصد على نهر الزرقاء وسد الملك طلال.....٥٩

الشكل رقم (٥-٤): مواقع محطات الرصدعلى نهر الزرقاء وسد الملك طلال.....٦٠

الشكل رقم (٥-٥): حوض نهر الزرقاء ٦١

الشكل رقم (٥-٦): المتوسط الحسابي القراءات الساعية لدرجات الحرارة لعام٢٠١٧على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال.....٧٠

الشكل رقم (٥-٧): معدل التغير الموسمي لدرجات الحرارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطات المراقبة على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال ٧٠

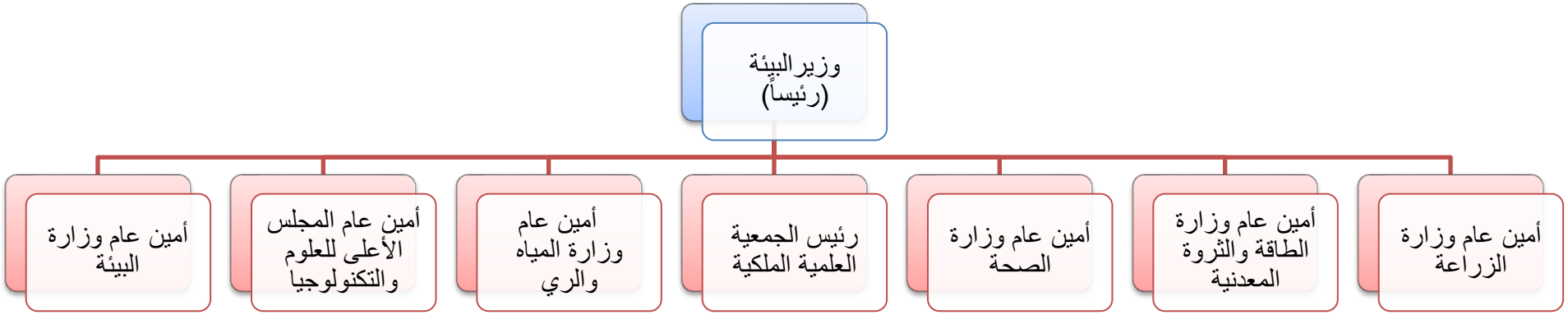
الشكل رقم (٥-٨): معدل التغير الموسمي في درجة حموضة المياه للعامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطات المراقبة على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال ٧١

الشكل رقم (٥-٩): المتوسط السنوي للقراءات الساعية لقيم الإيصالية الكهربائية لعام٢٠١٧ على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال..... ٧٢

الشكل رقم (٥-١٠): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال.....٧٣

الشكل رقم (٥-١١): معدل التغير الموسمي لتركيز كمية الاكسجين المستهلك كيمائيا بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال.....٧٤

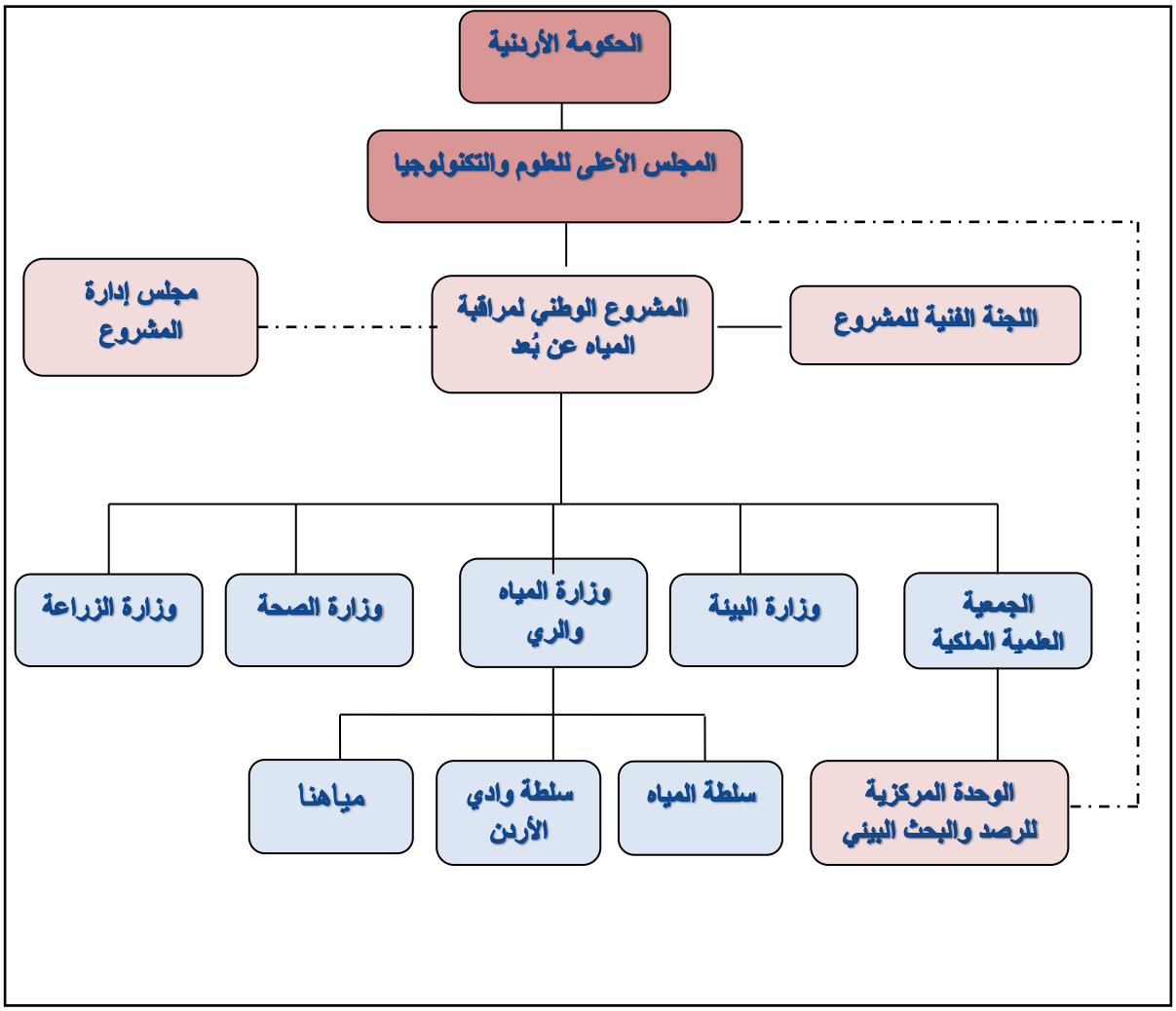
مجلس إدارة المشروع الوطني لمراقبة المياه عن بُعد



اللجنة الفنية للمشروع للعام ٢٠١٧	
	وزارة المياه والري / سلطة المياه / م. عُلا ميمة، م. ماهر هريشات
	وزارة المياه والري / سلطة وادي الاردن / م.جمال يونس
	وزارة الصحة م. محمد العبادي
	وزارة البيئة م. جبر درادكه
	وزارة الزراعه م. نايف رواشده
	شركة مياهنا م. علي القرعان م. ماجده الزعبي.
	الجمعية العلمية الملكية / الوحدة المركزية للرصد والبحث البيئي/ م. ثروة قطيش، أشرف الهشلمون، فاروق العمري

فريق عمل المشروع في الجمعية العلمية الملكية
م. ثروة قطيش
م. هيثم صالح
أشرف الهشلمون
فاروق العمري
سليم عبده
سامر الموسى
خليل الدقس

الهيكل التنظيمي للمشروع الوطني لمراقبة المياه عن بُعد



الخلاصـــــة

يواجه الأردن تحديات كبيرة بسبب ندرة المياه والطاقة ومساحات الأراضي الصالحة للزراعة، مصحوبة بالزيادة السريعة في اتجاهات الاستهلاك.

يمثل هذا التقرير التقرير السنوي للعام ٢٠١٧ للمشروع الوطني لمراقبة المياه عن بُعد، تم تحليل القراءات الساعية للعام ٢٠١٧ احصائياً لجميع الخواص المراقبة على قناة الملك عبدالله، نهر اليرموك، نهر الأردن، نهر الزرقاء وسد الملك طلال وتم تتبع التغير الحاصل في القراءات الساعية على مدار أشهر عام ٢٠١٧ ومن ثم تمت دراسة التغير الموسمي في نتائج القراءات للعامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧.

أشارت نتائج الدراسة إلى ما يلي:

قناة الملك عبدالله:

تتوزع محطات الرصد عن بُعد على طول القناة، حيث تم تركيب ست محطات على مسار القناة من الشمال إلى الجنوب. أشارت النتائج المحللة إلى أن درجة الحموضة في مياه القناة تقع ضمن الحد الطبيعي للمياه، في حين لوحظ ارتفاع في معدل درجة حرارة الهواء صيفاً وانخفاضها شتاءً ما بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ بحسب البيانات الصادرة عن دائرة الأرصاد الجوية مما انعكس على حرارة المياه. ارتفع تركيز الفسفور والنيتروجين وكمية الاكسجين المستهلك كيميائيا في القناة عند نقطة التقاء نهر الزرقاء بالقناة وذلك بسبب نوعية المياه القادمة من نهر الزرقاء والتي تعتبر مياه صرف صحي معالجة قادمة من محطة تنقية الخربة السمرا إلا أن هذا الارتفاع في هذه القيم لا يؤثر على النظم الايكولوجية في مياه القناة ولا يفرض اي درجة تقييد في استخدام هذه المياه في للري بحسب متطلبات المواصفة الأردنية رقم ٢٠١٤:١٧٦٦ والخاصة بنوعية مياه الري. في حين فرضت الإيصالية الكهربائية درجة تقييد خفيفة إلى متوسطة عند الاستخدام في الري حسب المواصفة المذكورة أعلاه في المواقع الجنوبية من القناة. امتازت مياه القناة في الشمال والوسط بخلوها من أي ملوثات بحسب نتائج كمية النيتروجين والفسفور الكلي وكمية الاكسجين المستهلك كيميائيا ونوعية أفضل اجمالا بالإيصالية الكهربائية من مواقع القناة في الجنوب.

نهر اليرموك:

تُعد مياه نهر اليرموك من المياه ذات الجودة العالية. تم تركيب محطة رصد واحدة عند وادي خالد. وقد أشارت النتائج إلى أن درجة الحموضة في مياه النهر هي ضمن الحد الطبيعي للمياه وامتازت مياه النهر بكمية قليلة من الاملاح وخلوها من أي آثار للنيتروجين والفسفور الكلي. وتجدر الإشارة هنا إلى أنه تم تحليل النتائج لستة شهور في العام ٢٠١٢ نظرا لتوقف محطة الرصد منذ ذلك التاريخ بسبب الظروف السياسية التي تحيط بموقع الرصد.

نهر الأردن:

تم رصد نوعية المياه في نهر الأردن من خلال محطتي رصد تم تركيبها على مسار النهر. يلاحظ من النتائج أن هناك تدهوراً كبيراً في جودة المياه ومستويات عالية الملوحة في نهر الأردن مما يعني أن النظام البيئي في حوض الأردن وخاصة الجزء السفلي منه تحت التهديد ويجب أن يتم العمل على إعادة تأهيل النهر.

نهرالزرقاء وسد الملك طلال

تم رصد نوعية المياه في نهر الزرقاء وسد الملك طلال عن بُعد من خلال أربع محطات. حيث أن معظم المياه الجارية في النهر هي مياه عادمة معالجة قادمة من الخربة السمرا، فتبين أن التحسن في كفاءة محطة الخربة السمرا ينعكس إيجاباً على نوعية المياه الجارية في النهر والمخزنة في السد. أشارت النتائج المحللة إلى أن درجة حموضة المياه كانت ضمن الحد الطبيعي للمياه. لا تفرض الإيصالية الكهربائية أي درجة تقييد على استخدام المياه في الري في جميع مواقع الرصد باستثناء عند جسر طواحين العدوان فان الإيصالية تفرض درجة تقييد خفيفة إلى متوسطة على استخدام هذه المياه في الري بحسب متطلبات المواصفة الأردنية رقم ٢٠١٤:١٧٦٦ والخاصة بنوعية مياه الري. إن وجود كميات من النيتروجين والفسفور الكلي في مياه الري يقتضي دراسة مدى استفادة النبات من هذه التراكيز وتجنب اضافة كمية من الأسمدة اكبر من حاجة النبات.

الفصل الأول

المـــقدمـــــة

الوضع المائي في الأردن

يواجه الأردن اختلالا واضحاً في معادلة الطلب والمتاح من الموارد المائية. فمن جهة يتزايد الطلب بشكل كبير وغير مسبوق على مصادر وخدمات المياه والصرف الصحي، مقابل محدودية الموارد المائية المتجددة. ويترافق ذلك مع الاستنزاف والضخ الجائر لمعظم الأحواض المائية، وتشارُك الأردن مع دول الجوار بعدد من الأحواض المائية. وقد تعاظمت الفجوة بين الطلب والمتاح بسبب التغير المناخي من خلال تناقص مستوى التخزين في السدود والتغذية والشحن الجوفي؛ الأمر الذي أدى إلى تراجع نصيب الفرد إلى ما دون١٣٥م^{3} للفرد في السنة[1]. ويعتبر نقص وشح المياه الشديد أحد أكبر المعيقات أمام التطور الإقتصادي والتنموي في الأردن. وقد تفاقم هذا الوضع بسبب الزيادة السكانية التي تضاعفت خلال العقدين الماضيين فقط جراء النمو السكاني والهجرات القسرية من الدول المجاورة إلى الأردن، بالاضافة إلى مشاكل المياه المشتركة والتغير المناخي الذي يؤثر على التزويد المائي في الأردن[2].

تشكل المياه السطحية حوالي ٦٥ % من إجمالي مصادر المياه العذبة المتوفرة في الأردن وهي تتكون من مياه التصريف الأساسي للأوديه والأنهار ومياه الفيضانات وتصريف الينابيع. تعتمد كميات المياه السطحية بشكل أساسي على مياه الأمطار المتذبذبة زمانياً ومكانياً كما تعتمد على خصائص الطبقات المائية التي تغذي الأودية والينابيع من حيث الكمية والنوعية والديمومة والتذبذب في معدل التصريف، ونظراً للديمومة النسبية للتصريف الأساسي وعدم احتياجه إلى استثمارات عالية لتطويره للاغراض البلدية أو الصناعية أو الزراعية فإن هذه المياه تكاد تكون مستغلة كلياً في الأردن[3]. معظم المياه السطحية في الأردن تستخدم للأغراض الزراعية في حين أن هناك حاجة وأولوية قصوى لتلبية الطلب المتزايد على المياه للأغراض البلدية بالاضافة للنشاطات ذات المردود الاقتصادي العالي الأمر الذي يستدعي وضع خطط وبرامج عمل للحفاظ على نوعية المياه السطحية ومراقبتها بشكل دوري وحثيث.

وانطلاقا من أهمية المياه السطحية وانسجاماً مع الخطط الاستراتيجية لحماية المصادر المائية فقد تم تأسيس النظام الوطني لمراقبة نوعية المياه السطحية في الوقت الحقيقي وعن بُعد في الوحدة المركزية للرصد والبحث البيئي في الجمعية العلمية الملكية في العام (٢٠٠٣)، حيث كان يعتبر هذا المشروع هو الأول من نوعه في منطقة الشرق الأوسط في حينه ويكتسب أهمية خاصة كونه يوفر معلومات حقيقية وعلى مدار الساعة حول نوعية المياه في المصادر السطحية الرئيسية مما يساهم في تحديد أي ملوثات في الوقت الحقيقي والحد من آثارها السلبية على موارد المياه المحدودة في المملكة وبالتالي إدارة مصادر المياه الشحيحة بكفاءة وبشكل مستدام.

---

[1] وثيقة الأردن ٢٠٢٥

[2] سياسة استغلال المياه السطحية ٢٠١٦

[3] الإستراتيجية الوطنية للمياه في الأردن٢٠١٦-٢٠٢٥

يستعرض هذا التقرير تقييم لنتائج الخواص المراقبة في إثنتي عشرة محطة ما بين الفترة (٢٠١٦/١٢/١-٢٠١٧/١١/٣٠) في حين تم اعتماد نتائج عام ٢٠١٢ لمحطة وادي خالد الواقعة على نهر اليرموك حيث أن المحطة متوقفة عن العمل بسبب الظروف السياسية والعسكرية في منطقة الرصد، وتم دراسة التغير الموسمي في النتائج ما بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧.

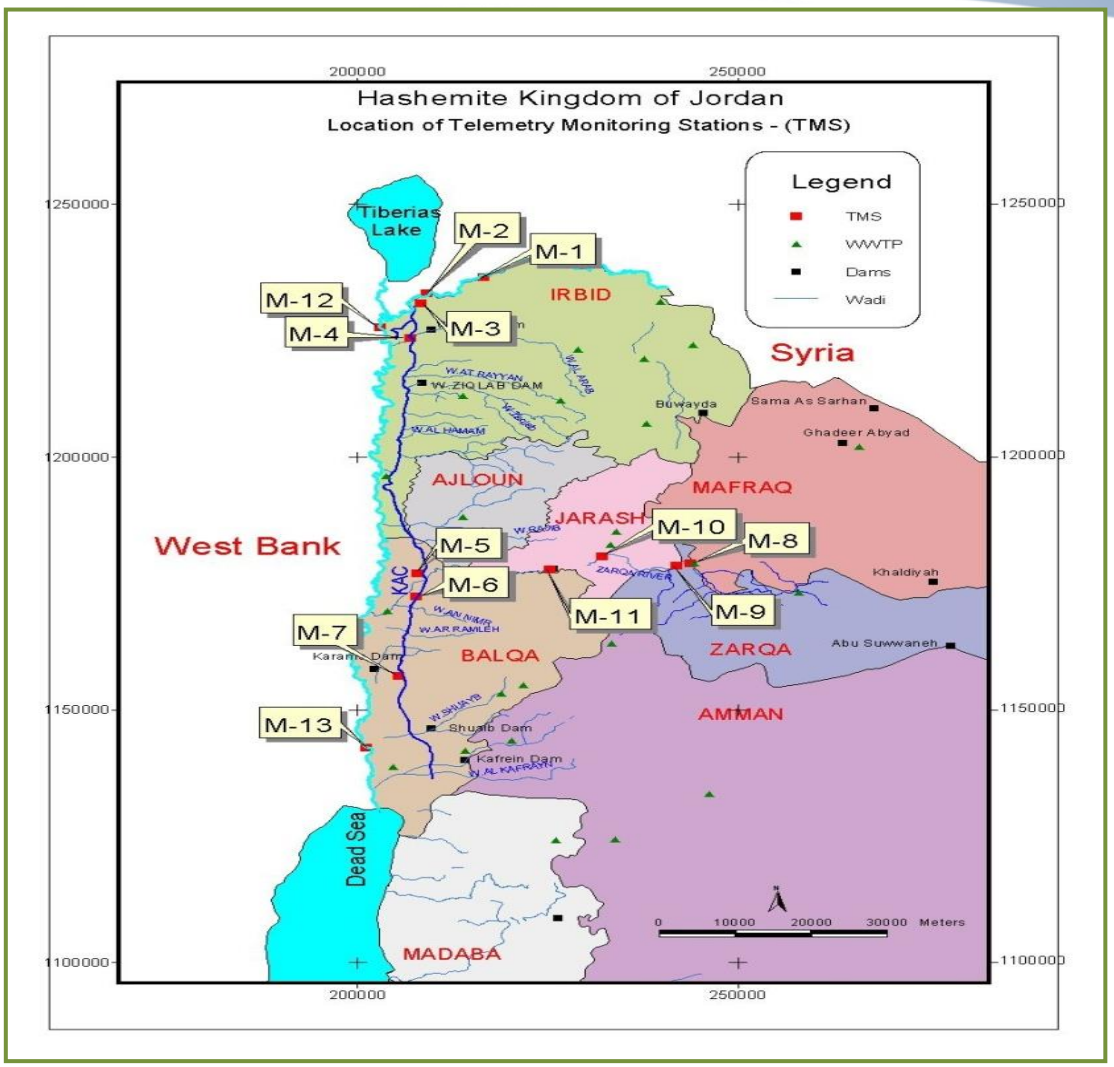
لمحة عامة عن المشروع

بدأت فكرة إنشاء مشروع لنظام الرصد والمراقبة عن بُعد عام ١٩٩٩ حيث قام المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا وبمشاركة الجمعية العلمية الملكية والمؤسسة العامة لحماية البيئة (وزارة البيئة حالياً) ووزارة المياه والري وكافة الجهات المعنية بتقديم طلب دعم مادي وفني من الحكومة اليابانية ممثلة بالوكالة اليابانية للتعاون الدولي (جايكا) لإنشاء نظام مراقبة بيئي يشمل مراقبة تلوث المياه والهواء والتربة، حيث وافق الجانب الياباني كمرحلة أولى على تمويل نظام مراقبة خاص بنوعية المياه السطحية في الوقت الحقيقي وعن بُعد بمنحة مقدارها ٤,٦ مليون ديناراً أردنياً في العام ٢٠٠٢.

من خلال المنحة اليابانية تم تزويد الأردن بثلاث عشرة محطة مراقبة ميدانية تعمل أوتوماتيكيا على مدار الساعة وزعت على أهم المصادر المائية السطحية في المملكة والتي تشمل نهر الأردن ونهر اليرموك ونهر الزرقاء بالإضافة إلى قناة الملك عبدالله ومدخل ومخرج سد الملك طلال كما هو موضح بالجدول رقم (١-١) والشكل رقم (١-١) أدناه.

الجدول رقم (١-١): رموز مواقع محطات الرصد على الاحواض المائية السطحية

رمز الموقع	اسم ومكان الموقع
M1	نهر اليرموك/ وادي خالد
M2	قناة الملك عبدالله/ الطرف الشمالي – مخرج النفق
M3	قناة الملك عبدالله / ناقل طبريا
M4	قناة الملك عبدالله / مخرج محطة ضخ سد وادي العرب
M5	قناة الملك عبدالله / مأخذ دير علا
M6	قناة الملك عبدالله / التقاطع مع نهر الزرقاء
M7	قناة الملك عبدالله / نقطة التفرع لسد الكرامة
M8	نهر الزرقاء/ جسر الهاشمية
M9	نهر الزرقاء/ جسر طواحين العدوان
M10	نهر الزرقاء/ مدخل سد الملك طلال
M11	نهر الزرقاء/ مخرج سد الملك طلال
M12	نهر الأردن/ جسر المجامع
M13	نهر الأردن/ جسر الملك حسين



الشكل رقم (١-١): توزيع محطات المراقبة على مصادر المياه السطحية في الأردن

تأسست الوحدة المركزية للرصد والبحث البيئي في الجمعية العلمية الملكية في العام ٢٠٠٣ من قبل المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا والجمعية العلمية الملكية تلبيةً لمتطلبات المنحة اليابانية ولضمان سير العمل وديمومة مشروع نظام الرصد الذي أُعتمد تسميته بـ "المشروع الوطني لمراقبة المياه عن بُعد" وذلك بموجب قرار من دولة رئيس الوزراء، وتم افتتاحه رسمياً برعاية سمو الأمير الحسن بن طلال في شهر آيار عام ٢٠٠٤. وتجدر الاشارة هنا إلى أن فريقاً فنياً متخصصاً من الجمعية العلمية الملكية يقوم بأعمال إدارة وتشغيل وصيانة النظام بتمويل من وزارة المياه والري، وزارة الصحة، وزارة البيئة ووزارة الزراعة حتى الوقت الحاضر.

أهداف المشروع

يهدف "المشروع الوطني لمراقبة المياه عن بُعد" بشكل رئيسي إلى تعزيز حماية المصادر المائية وتوفير البيانات الخاصة بنوعية مصادر المياه السطحية الرئيسية في المملكة في الوقت الحقيقي وعن بُعد وذلك لإدارة مصادر المياه الشحيحة بكفاءة وبشكل مستدام.

أما الأهداف المحددة للمشروع فتتمثل بما يلي:

- تجميع وتوفير البيانات الخاصة بنوعية المياه في أهم المصادر المائية السطحية في المملكة وتقييمها.
- توفير قاعدة بيانات خاصة بنوعية المياه السطحية الرئيسية في الأردن.
- المساعدة في تحسين آلية صنع القرار في قطاع المياه والبيئة من خلال توفير البيانات في الوقت الحقيقي وعن بُعد ومن خلال نمذجة الأنظمة المائية.
- تعزيز تبادل البيانات بين المؤسسات الوطنية والتي تقوم بمراقبة نوعية المياه وإجراء الأبحاث.

وصف مكونات نظام الرصد

المحطات

يتكون نظام الرصد من ثلاث عشرة محطة مراقبة ميدانية تعمل اتوماتيكياً ومزودة بأجهزة تحليل خصائص المياه وملحقاتها بالإضافة إلى أجهزة الاتصال المحوسبة وشبكة الحاسوب.

تتكون كل محطة من المحطات الثلاثة عشر من حاوية حديدية مكيفة تحتوي على ثلاث مجموعات من الأجهزة الخاصة بالتحاليل الفيزيائية والكيميائية للمياه، بالإضافة إلى جهاز حاسوب مثبت داخل المحطة ومتصل بالأجهزة، ويبين الشكل رقم (١-٢) محطات الرصد من الداخل والخارج.

المحطة من الخارج

المحطة من الداخل

الشكل رقم (١-٢): محطة الرصد من الداخل والخارج

نظام القياس عن بُعد (Telemetry)

إن مفهوم القياس عن بعد يُعبر عن التكنولوجيا التي تسمح بإجراء قياس البيانات من مسافة بعيدة ومن ثم تحويل نتيجة القياس إلى بيانات رقمية تنقل إلى مكان التحليل لمعالجتها واستخدامها. وعلى الرغم من أن هذا المصطلح يشير عادةً إلى نقل البيانات اللاسلكية (مثل استخدام إشارات الراديو، وإشارات فوق صوتية أو الأشعة تحت الحمراء)، فإنه يشمل أيضا نقل البيانات عبر وسائل الاتصال

الأخرى مثل الهاتف أو شبكة الحاسوب وخطوط الألياف الضوئية وغيرها من الاتصالات السلكية. إن العديد من أنظمة القياس عن بُعد تستخدم حالياً الشبكات الخلوية الحديثة مثل (GSM) و (SMS) لإرسال وتلقي القياسات عن بعد ونقل البيانات، حيث تتميز بانخفاض التكلفة والانتشار الجغرافي الواسع والسرعة والقدرة العالية في نقل البيانات.

يتكون نظام القياس عن بُعد والخاص بالوحدة المركزية للرصد والبحث البيئي من:

أ. **أجهزة القياس وملحقاتها:** وتقوم بقياس كل من المعايير التالية (درجة الحرارة، درجة الحموضة، العكارة، الإيصالية الكهربائية، الأكسجين المتطلب كيميائياً، النيتروجين الكلي والفسفور الكلي).

ب. **جهاز حاسوب داخل محطة الرصد:** حيث يقوم الحاسوب والمتصل بأجهزة القياس بتدوين جميع القراءات المقاسة في المحطة مع بيان الوضع التشغيلي للمحطة والتحذيرات الصادرة منها من خلال كرت لتجميع البيانات مثبت في نفس الحاسوب. يقوم برنامج القياس عن بُعد بتخزين هذه المعلومات على حاسوب المحطة وإرسالها والتأكد من وصولها بشكل أوتوماتيكي من خلال شبكة الاتصال الخاصة بالنظام إلى قاعدة البيانات الموجودة على خادم خاص بها في الوحدة المركزية للرصد والبحث البيئي.

ج. **شبكة الاتصال:** تكونت شبكة الاتصال في بداية المشروع من خطوط هواتف أرضية وخطين يعتمدان خدمة (GSM) الخلوية؛ نظراً لوجود بعض المحطات في مناطق نائية وحدودية يصعب توصيل خطوط هواتف أرضية إليها. يرتبط كل حاسوب محطة بمودم (MODEM) موصول مع أحد خطوط الهاتف (خط GSM) حيث يقوم من خلاله بالاتصال بخط هاتف يقابله في الوحدة المركزية مع المودم الخاص به، ويتم من خلال جهاز توجيه (Router) مرتبط مع هذه المودمات بتحويل البيانات المرسلة من محطات الرصد الثلاثة عشر إلى خادم قاعدة البيانات الخاص بالوحدة المركزية وتخزينها. وفي العام ٢٠٠٦ و بناءً على توجيهات من معالي وزير البيئة/ رئيس مجلس إدارة المشروع وبرعاية من شركة زين، تم تحويل هذه الشبكة إلى نظام خدمة GPRS الخلوية حيث يوجد الآن في كل محطة مودم GPRS يتم من خلاله إرسال بيانات المحطة بشكل مشّفر عبر الإنترنت من خلال وصلة VPN بين الوحدة المركزية وشركة زين. ولإستخدام نظام ال GPRS ميزات عدة منها:

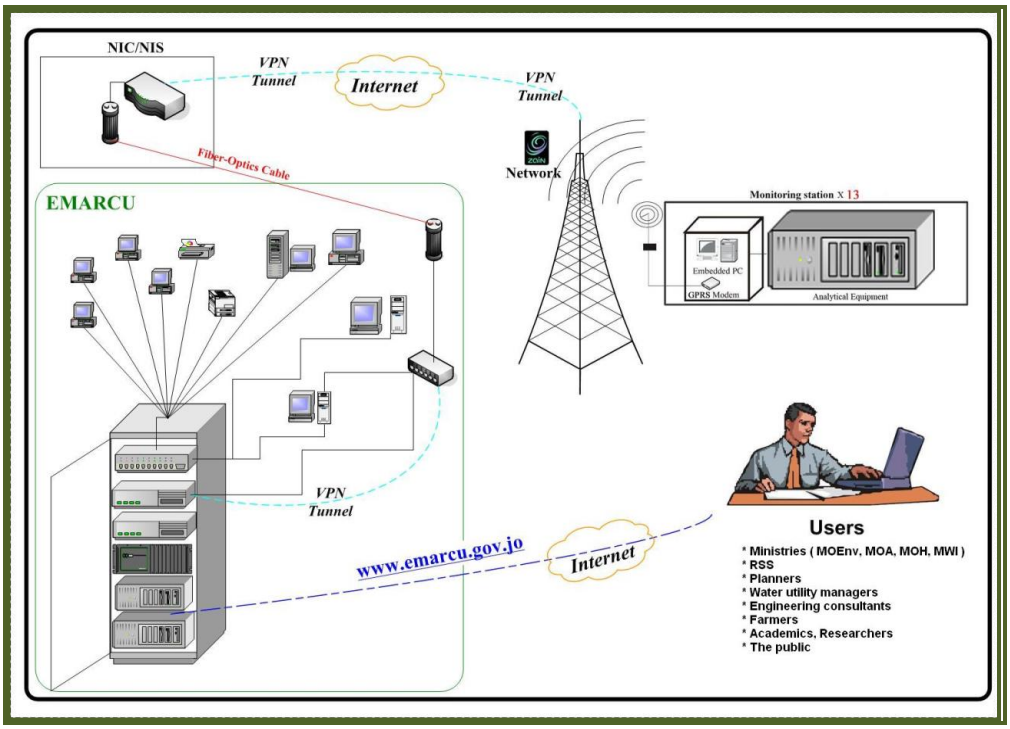
١. كفاءة أعلى في إرسال البيانات حيث أن جودة الاتصال من خلال خدمة GPRS أعلى بكثير من خطوط الهاتف الأرضية التي في معظم الأحيان تعاني من التقطيع والتأخير في الإرسال بجانب طول فترة الإرسال في المرة الواحدة، بالإضافة لكبر سعة قناة الاتصال مقارنةً مع خطوط الهاتف الأرضية وخدمة GSM.

٢. توفير في قيم فواتير الاتصال، حيث تعتمد خطوط الهاتف الأرضية وكذلك خدمة GSM الخلوية في احتساب قيم الاتصال على المدة الزمنية للاتصال وليس على حجم البيانات

المرسلة بعكس خدمة GPRS والتي تعتمد على حجم البيانات المرسلة في الاحتساب بغض النظر عن المدة الزمنية للاتصال.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذه هي المرة الأولى في الأردن التي تستخدم فيها تقنية GPRS في أغراض مشاريع علمية من هذا النوع.

د. **قاعدة البيانات وواجهة التطبيق للمستخدِم:** يقوم المعنيين بإدارة النظام بالتعامل مع البيانات الصادرة عن النظام وإجراء التعديلات اللازمة عليها كما هو موضح بالشكل رقم (١-٣) والذي يبين مخطط شبكة الاتصالات ابتداءً من محطات الرصد مروراً بخوادم الوحدة المركزية وعن طريقها إلى المستخدِم النهائي للنظام.



الشكل رقم (١- ٣): مخطط شبكة الاتصالات

سياسة ضبط الجودة لنتائج النظام

إن المشروع الوطني لمراقبة المياه عن بُعد معتمد اعتماداً دولياً من قبل (United Kingdom Accreditation Services UKAS) وعلى أساس مواصفة اعتماد المختبرات العالمية (ISO 17025) ويُعد هذا الاعتماد الأول عالميا لمثل هذا النوع من المشاريع كما أن نظام الرصد عن بُعد حاصل على شهادة (ISO 9001:2015) من قبل مؤسسة (Lloyd's).

يقوم الفريق الفني للمشروع بعدة إجراءات للتأكد من جودة عمل النظام ومن دقة نتائجه وتشمل هذه الإجراءات ما يلي:

- التأكد من جودة النتائج عن طريق عمل فحوصات كفاءة قياس (Blind Samples)
- الالتزام بتحليل عينات ضبط الجودة المختلفة مثل: (Check Standard)
- عمل معايرة للأجهزة بصورة دورية وتوثيق ذلك.
- جمع عينات لحظية من مواقع المراقبة وإجراء فحوصات عليها في المختبرات ومقارنة النتائج
- الصيانة الدورية للنظام والتي تشمل الصيانة بفرعيها الوقائية والتصحيحية:

– الصيانة الوقائية، وتشمل زيارة واحدة على الأقل كل شهر لكل محطة تتضمن ما يلي :

- التأكد من سلامة المحطة من الخارج والتي تشمل الحاوية الحديدية، السياج، خطوط المياه، المضخة وأسلاك الكهرباء ومصدر الكهرباء.
- كفاءة عمل الأجهزة داخل المحطة ونظام التراسل عن بعد (Telemetry) بالإضافة إلى التكييف والتهوية، مضخة الهواء، خطوط الكهرباء وخطوط المياه وجهاز مصدر الطاقة الكهربائية غير القابل للانقطاع (UPS).
- إجراء عملية التنظيف لأجهزة القياس كاملة بالإضافة إلى خزان التهيئة/التنظيم (Conditioning Tank) وخطوط نقل العينة والتأكد من كفاءة عمل التنظيف الأوتوماتيكي للأجهزة.
- تزويد المحطة بالماء المقطر والمواد الكيميائية اللازمة والتي يتم تحضيرها من قبل الفريق الفني لعمل جهاز الفسفور والنيتروجين الكلي (TPN) .

– الصيانة التصحيحية والتي يتم اجراؤها يوميا، وتشمل على ما يلي:

- معالجة الأعطال الفنية في أجهزة القياس ومعداتها وفي نظام التراسل عن بُعد (Telemetry).
- معالجة الأعطال الفنية والكهربائية في المضخات التي تعمل على تزويد أجهزة فحص المحطة بالمياه.

- عقود الصيانة: تم عقد اتفاقيات صيانة دورية لضمان عمل النظام وديمومة عمل المحطات مثل صيانة قاعدة البيانات، الأجزاء الإلكترونية للنظام وكذلك اتفاقيات صيانة خوادم شبكة الحاسوب وأخذ نسخ احتياطية من النتائج الساعية وغيرها.

منهجية التقرير

تم تقسيم هذا التقرير إلى ستة فصول، حيث يتضمن الفصل الأول مقدمة عن المشروع، أما الفصل الثاني فيعرض تقييم لنوعية المياه في قناة الملك عبدالله بينما يعرض الفصل الثالث تقييم لنوعية مياه نهر اليرموك. يتبعه الفصل الرابع لنوعية مياه نهر الأردن فالفصل الخامس لنوعية مياه نهر الزرقاء وسد الملك طلال حيث تم تحليل القراءات الساعية لجميع الخواص المراقبة في مواقع الرصد عن بُعد لعام ٢٠١٧ ومدى تغير هذه القراءات على مدار اشهر السنة ومن ثم تم المقارنة بالتغير الموسمي الحاصل في نتائج المراقبة عن بُعد بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧. وفي نهاية التقرير يعرض الفصل السادس الإستنتاجات والتوصيات. علماً بأن كل فصل يشكل وحدة منفصلة تُمَكّن القارئ من الحصول على جميع المعلومات اللازمة من دون التنقل بين فصول التقرير المختلفة.

الفصل الثاني

قناة الملك عبدالله

قناة الملك عبدالله هي الناقل الرئيسي والموزع للمياه في وادي الأردن الشكل رقم (٢-١)، وتمتد بطول (١١٠ كم) من شمال الوادي إلى جنوبه حيث تبدأ من نفق العدسية عند الجزء الجنوبي من انحدار اليرموك، ويبلغ طول هذا النفق (١ كم) وقطره (٣ م)، كما أنه مزود عند المدخل ببوابة مع قناة استقبال مفتوحة طولها (١٣٠ م). تتغذى قناة الملك عبدالله من مصادر مختلفة، أهمها: ناقل طبريا، آبار المخيبة، نهر اليرموك والأودية الجانبية كما هو موضح في الجدول رقم (٢-١). تبلغ السعة التصميمية لقناة الملك عبدالله عند البداية (٢٠ م^3/ث) ثم تبدأ بالتناقص لتصل إلى (٢,٣ م^3/ث) عند النهاية.

الشكل رقم (٢-١): قناة الملك عبدالله

الجدول رقم (٢-١): كميات المياه الداخلة لقناة الملك عبدالله والمستغلة من المصادر المختلفة لعام ٢٠١٧[١]

المصدر	كمية المياه (مليون متر مكعب، (م م^3)	نسبة المئوية %
نهر اليرموك	٦,٥٠	٢,٨٢
سد الوحدة	٨١,٩٣	٣٥,٥٢
الخط الناقل من طبريا	٤٨,٠٩	٢٠,٨٤
آبار المخيبة	٢٣,١٨	١٠,٠٥
سد وادي العرب	٠,١٨	٠,٠٨
سد شرحبيل بن حسنه	٠,٠٠	٠,٠٠
وادي الجرم	٠,٧٨	٠,٣٤
حمة الشونة الشمالية	٠,٠٠	٠,٠٠
وادي ابو زياد	٠,٠٠	٠,٠٠
وادي اليابس	٠,٠٠	٠,٠٠
وادي راجب	٠,٠٠	٠,٠٠
قناة أبو الزيغان (سد الملك طلال)	٧٠,٠٢	٣٠,٣٥
المجموع	٢٣٠,٧٠	%١٠٠

١: سلطة وادي الأردن، ٢٠١٧

مواقع محطات الرصد على طول قناة الملك عبدالله

نظراً لأهمية مراقبة مياه قناة الملك عبدالله ومصادرها على مدار الساعة فقد حظيت مياه القناة بنصيب الأسد من محطات المراقبة عن بُعد ويبين الجدول رقم (٢-٢) والاشكال أرقام (٢-٢ و٢-٣) توزيع محطات الرصد على طول قناة الملك عبدالله فيما يبين الشكل رقم (٢-٤) قناة الملك عبدالله وروافدها والمناطق المروية حولها.

الجدول رقم (٢-٢): محطات الرصد على طول قناة الملك عبدالله

رمز الموقع على نظام الرصد	اسم ومكان الموقع
M2	القناة/ الطرف الشمالي – مخرج النفق
M3	القناة/ ناقل طبريا
M4	القناه/ مخرج محطة ضخ سد وادي العرب
M5	القناة/ مأخذ دير علا
M6	القناة/ التقاطع مع نهر الزرقاء
M7	القناة/ نقطة التفرع لسد الكرامة

الشكل رقم (٢-٢): توزيع محطات الرصد حسب موقعها الجغرافي

ناقل طبريا/ M3

مخرج النفق/M2

عند مأخذ دير علا/M5

محطة ضخ سد وادي العرب/ M4

عند تفرع سد الكرامة/ M7

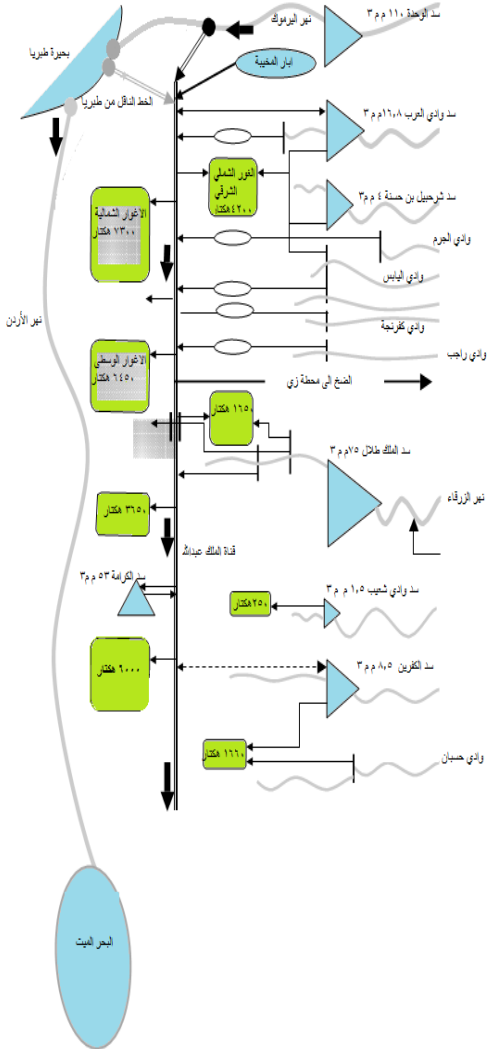
نقطة التقاء نهر الزرقاء بالقناة/M6

الشكل رقم (٢-٣): مواقع محطات الرصد على مسار قناة الملك عبدالله

لمحة عامة عن قناة الملك عبدالله

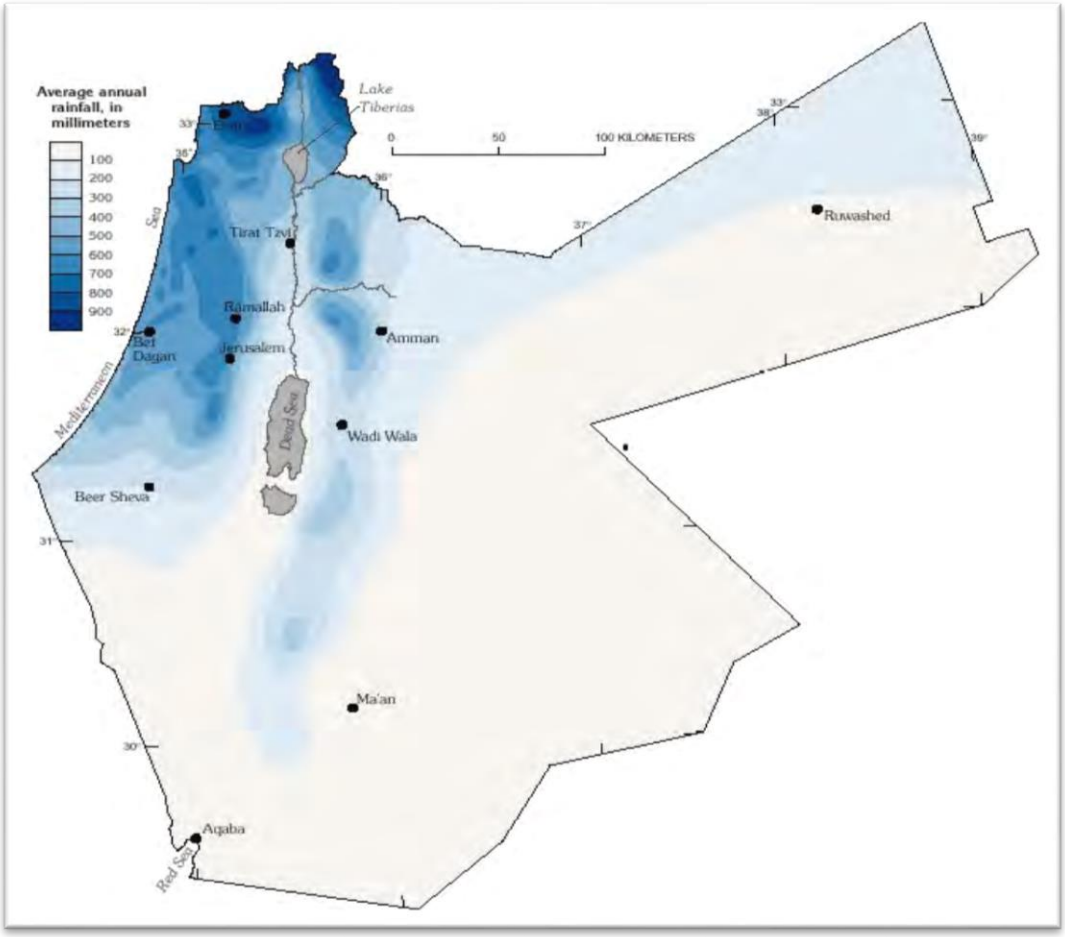
تم إنشاء قناة الغور الشرقية (الآن قناة الملك عبدالله) في العام ١٩٥٨ لتطوير البنية التحتية في غور الأردن عن طريق نقل مياه نهر اليرموك لري الأراضي الزراعية في وادي الأردن حيث أنشئت بطول ٧٠ كم ومن ثم تم تمديد القناة في وقت لاحق وعلى مراحل لتبلغ ١١٠ كيلومتر في العام ١٩٨٩ من شمال الوادي إلى جنوبه. تبدأ القناة من نفق العدسية عند الجزء الجنوبي من انحدار نهر اليرموك حتى مشارف البحر الميت وقد تم تشييد مشاريع زراعية على طول القناة لتُروى بالمصادر المختلفة التي تغذي القناة. ولتعظيم الاستفادة من مياه جريان الوديان التي تغذي القناة تم بناء مجموعة من السدود على مسار جريان الوديان لتصبح فيما بعد الركائز

الاساسية في تغذية القناة وعلى مدار العام بالمياه، حيث أُنشئ في العام ١٩٦٧ سد زقلاب او ما يعرف حالياً بسد شرحبيل بن حسنة متبوعاً في العام ١٩٧٧ بسد الملك طلال وفي العام ١٩٩٤ سد وادي العرب وسد الكرامة في العام ١٩٩٧ وسد الوحدة في العام ٢٠٠٧ ،هذا إضافة إلى استغلال مياه الآبار الجوفية في المنطقة مثل آبار المخيبة التي تمتاز بضخ ثابت يقدر بـ ٢٥ مليون متر مكعب في السنة كمصدر أساسي لتغذية القناة بالمياه مع استغلال الجريان السطحي في بعض الوديان كوادي الجرم ووادي اليابس وغيرها حيث زادت مشاريع الري. ومع استمرار تزايد الطلب المحلي على المياه في المنطقة تم استخدام مياه القناة بعد المعالجة في محطة زي لتزويد٤٥% من محافظة عمان و ٢٦% من محافظة البلقاء و٥٠% من مدينة السلط من احتياجاتها المائية. ويجدر الذكر هنا أنه وبناءً على اتفاقية السلام عام ١٩٩٤ تم الحصول على كميات إضافية من المياه من بحيرة طبريا تضخ للقناة عبر ناقل طبريا ابتداءً من شهر آذار وحتى كانون أول من كل عام.



الشكل رقم (٢-٤): قناة الملك عبدالله وروافدها والمناطق المروية حولها

تمتاز منطقة الدراسة حول القناة بالخصوبة العالية للتربة وتقدر مساحة الاراضي المستغلة بالزراعة بحوالي ٣٥% من مجمل أراضي المنطقة، ويتراوح معدل الامطار في المنطقة من ٥٠٠ ملم في السنة في الشمال إلى أقل من ١٠٠ ملم في الجنوب كما يظهر في خارطة التوزيع المطري الشكل رقم (٢-٥) أدناه مع ارتفاع في درجات الحرارة وظروف جافة نسبياً مما يساهم في رفع نسبة التبخر.



الشكل رقم (٢-٥): خارطة التوزيع المطري في الأردن

تقييم النتائج

يتم في مواقع المراقبة المذكورة أعلاه مراقبة الخواص التالية: درجة حرارة المياه Temperature، درجة الحموضة pH ، الإيصالية الكهربائية EC ، العكارة Turbidity ، النيتروجين الكلي Total- N، الفسفور الكلي Total -P وكمية استهلاك الاكسجين المتطلب كيميائياًCOD، حيث يتم رصد جميع الخواص المذكورة على مدار الساعة باستثناء قياسات النيتروجين الكلي والفسفور الكلي التي تتم مرة كل ست ساعات.

يبين الجدول رقم (٢-٣) التحليل الإحصائي للقراءات الساعية لتراكيز الخصائص التي تم مراقبتها في عينات المياه على امتداد قناة الملك عبدالله للعام٢٠١٧. ويبين الجدول رقم (٢-٤) المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لتراكيز هذه الخصائص خلال الفترة (كانون أول/٢٠١٦- تشرين ثاني ٢٠١٧).

الجدول رقم (٢-٣): معدلات القراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد قناة الملك عبدالله خلال العام ٢٠١٧

الفحوصات	القيم الحسابية	المواقع المراقبة					
		M2/ مخرج النفق	M3 / ناقل طبريا*	M4 / مخرج محطة ضخ سد وادي العرب	M5/ مأخذ دير علا	M6/التقاطع مع نهر الزرقاء	M7 / نقطة التفرع لسد الكرامة
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	24.7	الجهاز خارج الخدمة	22.4	23.8	23.1	20.8
	القيمة الدنيا	15.0		12.9	13.1	10.3	8.8
	القيمة القصوى	36.7		30.9	33.6	39.8	35.0
	الانحراف المعياري	4.37		5.00	5.40	6.15	5.55
	عدد القراءات الكلية	7761		5935	7263	6882	4587
	عدد القراءات المحللة	7428		5752	7194	6579	3498
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.04		0.03	0.01	0.04	0.20
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	8.20	8.15	7.87	الجهاز خارج الخدمة	الجهاز خارج الخدمة	8.09
	القيمة الدنيا	7.66	7.52	7.03			7.47
	القيمة القصوى	8.64	8.69	8.49			8.54
	الانحراف المعياري	0.10	0.21	0.32			0.18
	عدد القراءات الكلية	7728	5798	5764			4730
	عدد القراءات المحللة	7532	5753	5691			4029
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.03	0.01	0.01			0.15
الإيصالية الكهربائية EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي	1038	1267	1080	1152	1850	1764
	القيمة الدنيا	684	976	635	781	684	830
	القيمة القصوى	1465	1514	1562	1465	2978	2588
	الانحراف المعياري	112.9	132.5	154.6	174.4	333.2	238
	عدد القراءات الكلية	7706	6889	5930	7256	6762	4977
	عدد القراءات المحللة	7667	6883	5697	7235	6472	4830
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.01	0.00	0.04	0.00	0.04	0.03

تابع الجدول رقم (٢-٣)

الفحوصات	القيم الحسابية	المواقع المراقبة					
		M2/ مخرج النفق	M3 / ناقل طبريا*	M4 / مخرج محطة ضخ سد وادي العرب	M5/ مأخذ دير علا	M6/ التقاطع مع نهر الزرقاء	M7 / نقطة التفرع لسد الكرامة
T-P (mg/L)**** الفسفور الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1**	<1**	<1**	<1**	الجهاز خارج الخدمة	1.97
	عدد القراءات الكلية	1149	1224	979	1008		589
	عدد القراءات المحللة	1149	1224	973	1000		586
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.0	0.0	0.01	0.01		0.01
العكارة Turbidity (NTU)	المتوسط الحسابي	30.81	7.58	24.49	41.43	26.08	32.10
	القيمة الدنيا	1.95	1.95	0.98	0.98	2.93	1.95
	القيمة القصوى	200	23.44	200	200	200	200
	الانحراف المعياري	24.16	3.85	24.73	24.50	24.50	30.70
	عدد القراءات الكلية	7671	6138	5906	7092	6481	4856
	عدد القراءات المحللة	7388	5775	5695	6916	6285	4700
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.04	0.10	0.04	0.00	0.03	0.03
T-N (mg/L)**** النيتروجين الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1**	<1**	<1**	<1**	الجهاز خارج الخدمة	9.56
	عدد القراءات الكلية	1148	1115	1008	1011		590
	عدد القراءات المحللة	1146	1115	956	1010		582
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.0	0.0	0.05	0.0		0.01
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	1.78	1.64	1.00 ***	1.36	31.50	24.20
	عدد القراءات الكلية	7830	6867	3233	7256	6860	4970
	عدد القراءات المحللة	7830	6867	3233	7256	6619	4138
	% القراءات المستثناه من التحليل	0	0	0	0	0.04	16.70

*: يتم ايقاف الضخ من هذا الموقع في الشتاء ويعاود الضخ في ١آذار من كل عام

**: كانت جميع القراءات للفحص المذكور في المواقع المذكورة أقل من حساسية الجهاز (Detection Limit) المستخدم في القياس طوال العام

***: النتيجة المذكورة تمثل الوسط الحسابي لقراءات سبعة شهور فقط.

****: النتائج المذكورة في الموقع M2 تمثل نتائج قراءآت العشر شهور الأولى فقط.

الجدول رقم (٢-٤): المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد قناة الملك عبدالله خلال العام ٢٠١٧

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M 2/ مخرج النفق											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	19.6	18.7	19.0	22.0	25.3	26.3	26.4	29.1	30.0	29.9	25.1	21.4
	القيمة الدنيا	17.2	15.0	15.2	19.3	20.1	21.3	23.4	26	27.9	26.8	20.5	19.7
	القيمة القصوى	22.9	22.3	23.4	26.0	34.4	32.2	33.8	35.5	36.7	34.0	30.5	23.1
pH (SU)درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	8.20	8.34	8.30	8.30	8.13	8.08	8.11	8.13	8.14	8.12	8.06	8.10
	القيمة الدنيا	7.76	7.96	8.10	8.05	7.76	7.66	7.81	7.91	7.91	7.76	7.81	7.96
	القيمة القصوى	8.54	8.64	8.64	8.54	8.40	8.35	8.35	8.25	8.30	8.35	8.25	8.25
الإيصالية الكهربائية EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي	918	1104	1294	1066	997	1026	994	1044	1052	1056	996	934
	القيمة الدنيا	684	879	1172	830	830	879	879	928	928	976	879	781
	القيمة القصوى	1123	1318	1465	1367	1221	1318	1172	1221	1221	1172	1172	1074
Turbidity(NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	82.06	40.04	34.87	27.47	26.62	28.66	27.95	23.02	24.43	21.05	22.02	23.51
	القيمة الدنيا	7.81	26.37	23.44	1.95	1.95	10.74	11.72	13.67	15.62	8.79	9.77	17.58
	القيمة القصوى	200	92.77	50.78	45.90	46.87	83.98	46.87	41.99	39.06	42.97	35.16	114.26
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8
T-P (mg/L) الفسفور الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	الجهاز خارج الخدمة	
T-N (mg/L) النيتروجين الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	الجهاز خارج الخدمة	

*: كانت جميع القراءات للفحص المذكور في المواقع المذكورة أقل من حساسية الجهاز (Detection Limit) المستخدم في القياس طوال العام

تابع الجدول رقم (٢-٤)

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M3/ ناقل طبريا											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	7.76	الضخ متوقف	الضخ متوقف	8.44	8.35	8.43	8.23	8.13	8.10	8.06	8.06	8.08
	القيمة الدنيا	7.52			8.15	8.01	7.91	8.01	8.01	7.96	7.91	7.91	7.86
	القيمة القصوى	7.91			8.69	8.59	8.69	8.49	8.25	8.25	8.25	8.2	8.25
EC (µS/cm) الإيصالية الكهربائية	المتوسط الحسابي	1086			1104	1104	1237	1287	1384	1432	1431	1329	1215
	القيمة الدنيا	976			1025	1025	1074	1074	1269	1367	1318	1221	1123
	القيمة القصوى	1172			1221	1221	1367	1416	1514	1514	1514	1465	1318
Turbidity (NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	4.19			7.17	9.80	7.45	6.20	6.02	6.05	5.76	14.57	8.81
	القيمة الدنيا	1.95			3.91	5.86	2.93	3.91	3.91	3.91	1.95	1.95	1.95
	القيمة القصوى	12.7			13.67	23.44	12.7	17.58	9.77	9.77	9.77	17.58	17.58
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	1.0			1.0	1.0	1.4	1.9	1.9	1.9	2.0	2.1	2.1
T-P (mg/L) الفسفور الكلي (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	<1*			<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
T-N (mg/L) النيتروجين الكلي (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	<1*			<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*

*: كانت جميع القراءات للفحص المذكور في المواقع المذكورة أقل من حساسية الجهاز (Detection Limit) المستخدم في القياس طوال العام

تابع الجدول رقم (٢-٤)

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M4/ مخرج محطة ضخ سد وادي العرب											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	16.2	15.8	16.3	19.1	20.9	24.6	25.9	28.3	28.9	28.2	24.0	20.1
	القيمة الدنيا	13.9	12.9	13.3	16.0	18.4	20.9	22.9	25.8	26.4	25.8	19.9	18
	القيمة القصوى	18.8	18.0	19.7	22.9	23.1	27.1	28.7	30.1	30.9	30.5	27.1	22.7
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	8.05	7.78	7.45	7.30	8.26	8.23	8.10	7.98	7.84	7.81	8.03	8.12
	القيمة الدنيا	7.37	7.32	7.18	7.03	8.01	7.96	7.66	7.57	7.32	7.37	7.66	7.86
	القيمة القصوى	8.49	8.4	7.76	7.62	8.45	8.45	8.45	8.45	8.20	8.10	8.35	8.35
الإيصالية الكهربائية EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي	893	882	898	1008	1015	1160	1153	1214	1224	1265	1175	1052
	القيمة الدنيا	635	635	684	732	781	879	928	976	976	1074	879	830
	القيمة القصوى	1172	1074	1172	1269	1269	1416	1416	1465	1562	1465	1416	1416
Turbidity(NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	37.39	42.74	35.59	47.59	25.42	20.65	15.32	17.77	13.60	13.15	11.45	12.50
	القيمة الدنيا	8.79	21.48	9.77	1.95	5.86	9.77	0.98	7.81	2.93	4.88	1.95	1.95
	القيمة القصوى	58.59	70.31	200	200	56.64	45.9	34.18	27.34	24.41	35.16	32.23	200
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	1	1	1	1	1	1	1	الجهاز خارج الخدمة				
T-P (mg/L) الفسفور الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
T-N (mg/L) النيتروجين الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*

*: كانت جميع القراءات للفحص المذكور في المواقع المذكورة أقل من حساسية الجهاز (Detection Limit) المستخدم في القياس طوال العام

تابع الجدول رقم (٢-٤)

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M5/ مأخذ دير علا											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	16.5	15.6	16.1	20.1	23.2	26.4	29.2	30.5	30.3	28.7	24.6	21.6
	القيمة الدنيا	14.3	13.3	13.1	17.2	19.9	22.9	26.4	27.7	27.7	25.8	21.1	19.5
	القيمة القصوى	19.3	18.2	18.8	23.2	26.0	30.1	32.4	33.0	33.6	31.6	28.1	24.2
EC (µS/cm) الإيصالية الكهربائية	المتوسط الحسابي	953	884	892	1084	1114	1217	1325	1352	1344	1303	1214	1051
	القيمة الدنيا	781	830	781	928	976	976	1172	1172	1221	1074	976	928
	القيمة القصوى	1123	976	976	1221	1269	1416	1416	1465	1465	1416	1318	1221
Turbidity (NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	84.05	30.18	23.70	30.44	43.02	52.51	36.29	54.04	50.49	60.79	35.05	19.59
	القيمة الدنيا	0.98	16.60	2.93	11.72	5.86	15.62	1.95	12.70	15.62	24.41	15.62	6.84
	القيمة القصوى	200	65.43	77.15	91.8	98.63	99.61	98.63	122.07	104.49	159.18	89.84	79.1
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	1.37	1.34	1.36	1.38	1.34	1.35	1.35	1.38	1.38	1.35	1.36	1.36
T-P (mg/L) الفسفور الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*
T-N (mg/L) النيتروجين الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*	<1*

*: كانت جميع القراءات للفحص المذكور في المواقع المذكورة أقل من حساسية الجهاز (Detection Limit) المستخدم في القياس طوال العام

تابع الجدول رقم (٢-٤)

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M6/ التقاطع مع نهر الزرقاء											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	17.0	15.8	14.8	17.0	21.3	22.7	26.5	33.1	29.1	27.6	23.0	19.0
	القيمة الدنيا	13.3	10.9	10.3	13.3	14.8	16.4	20.1	25.2	20.1	21.1	17.6	14.3
	القيمة القصوى	19.9	21.3	20.9	24.4	30.9	33.2	37.3	39.8	37.5	32.8	29.3	24.2
EC (µS/cm) الإيصالية الكهربائية	المتوسط الحسابي	1381	1503	1516	1510	1646	1631	1890	2249	2148	2141	2044	1955
	القيمة الدنيا	781	684	1269	1172	1367	1318	1465	1855	1709	1855	1660	1660
	القيمة القصوى	2002	1855	1855	2051	2051	2051	2734	2978	2881	2344	2734	2783
Turbidity (NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	31.38	50.60	45.91	28.08	33.15	23.50	19.72	21.09	25.96	15.56	22.36	11.92
	القيمة الدنيا	8.79	7.81	15.62	6.84	5.86	7.81	8.79	5.86	6.84	2.93	2.93	2.93
	القيمة القصوى	200	200	200	185.55	200	72.27	48.83	62.50	200	50.78	108.4	98.63
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	27	29	27	25	34	38	27	18	37	37	35	37

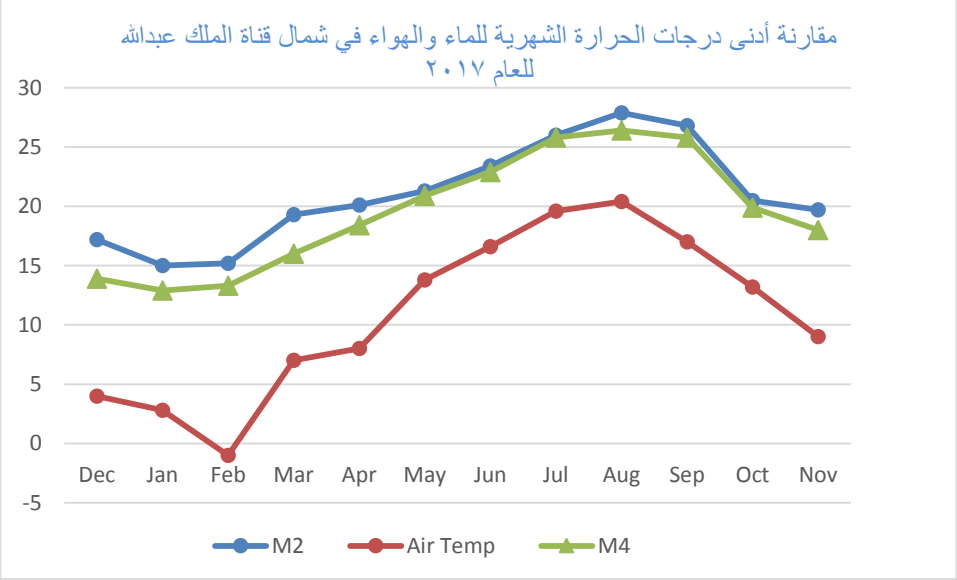
تابع الجدول رقم (٢-٤)

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M7/ نقطة التفرع لسد الكرامة											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	15.3	15.8	14.0	19.4	21.3	24.7	25.4	27.5	28.7	29.3	28.9	22.7
	القيمة الدنيا	10.2	8.8	9.2	11.7	15.2	22.1	20.7	21.3	22.3	22.1	25.8	19.1
	القيمة القصوى	20.5	20.3	19.3	24	24.4	27.5	29.5	35.0	33.0	34.0	32.8	25.8
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	8.03	8.07	8.09	7.88	7.97	8.09	8.02	8.08	8.42	8.21	8.23	8.28
	القيمة الدنيا	7.52	7.76	7.57	7.57	7.47	7.76	7.62	7.76	8.15	7.91	7.81	8.10
	القيمة القصوى	8.30	8.35	8.40	8.15	8.30	8.40	8.49	8.45	8.54	8.45	8.49	8.45
الإيصالية الكهربائية EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي	1434	1564	1501	1611	1669	1733	1867	2043	2118	1832	2057	1847
	القيمة الدنيا	830	1221	1367	1416	1416	1367	1611	1758	1709	1514	1758	1562
	القيمة القصوى	1904	1904	1855	1953	2002	2051	2344	2588	2392	2148	2392	2148
Turbidity (NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	73.11	42.81	43.31	27.26	27.88	18.04	17.19	22.92	22.14	16.41	20.85	43.16
	القيمة الدنيا	5.86	8.79	13.67	8.79	8.79	3.91	2.93	5.86	5.86	1.95	3.91	15.62
	القيمة القصوى	200	200	200	176.76	200	49.8	39.06	87.89	172.85	50.78	59.57	200
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	19	19	19	20	26	22	19	28	28	27	29	34
T-P (mg/L) الفسفور الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	2.11	2.12	2.11	2.09	2.33	1.52	1.46	1.40	2.03	2.02	2.06	2.05
T-N (mg/L) النيتروجين الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	11.81	11.74	11.87	11.89	10.08	8.35	7.04	8.01	8.07	8.02	7.71	8.01

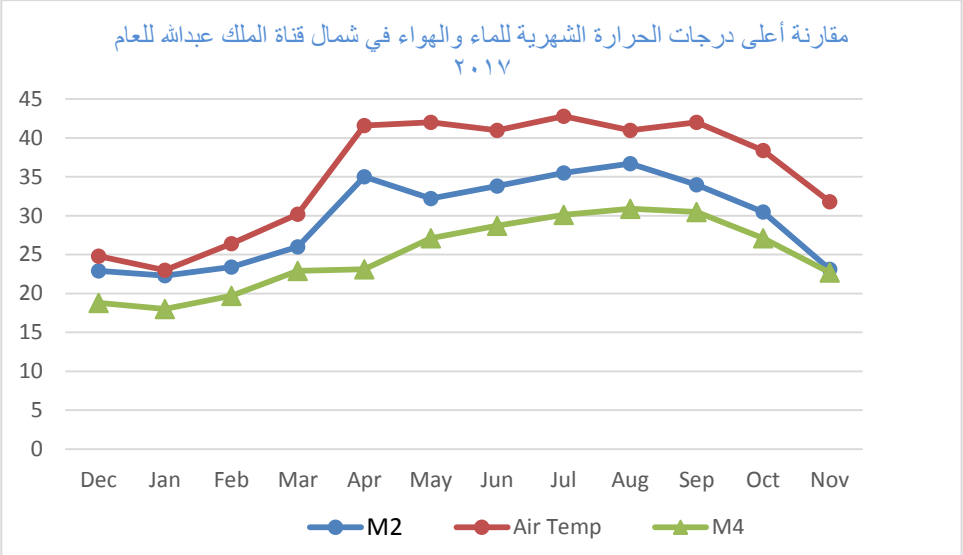
فيما يلي تقييم لجميع الخواص التي تم مراقبتها على مسار قناة الملك عبدالله:

درجة الحرارة

تلعب درجة حرارة المياه دورا حاسما في أداء النظم الإيكولوجية المائية، حيث أنها تؤثر مباشرة على الكائنات الحية من خلال سيطرتها على تدفق الطاقة، ومعدلات التمثيل الغذائي للكائنات المائية وإنتاجيتهم. أن تأثير درجة حرارة المياه على النظم الإيكولوجية المائية يحدث على طيف واسع ويتم رصد درجة الحرارة للعمل وبشكل سريع على معالجة الآثار المرتبطة بدرجات الحرارة واقامة علاقات بين استخدام الأراضي والمتغيرات المناخية ودرجة حرارة الماء. وعادةً ما يرتبط تغير درجة الحرارة بتغير الأحوال المناخية فوق المسطحات المائية، والتي تؤثر في درجة حرارة المياه السطحية (الرياح السائدة، مدى تراكم السحب كمية الأمطار الساقطة)، مدى قدرة المياه على امتصاص الأشعة الشمسية ومدى مقدرة الأخيرة على التغلغل في المياه شبه السطحية. يلاحظ من الجداول أعلاه ان المعدلات السنوية لقياسات درجات الحرارة الساعية تراوحت ما بين ٨,٨ درجة مئوية شتاءً – ٣٩,٨ درجة مئوية صيفاً على مسار القناة كاملاً وهذا يتوافق تماما مع درجة الهواء التي تم رصدها من قبل دائرة الارصاد الجوية في منطقتي الباقورة وديرعلا للعام ٢٠١٧ حيث تراوحت درجات الحرارة –١,٠ درجة مئوية شتاءً إلى٤٥,٢ درجة مئوية صيفاً في محطتي الرصد المذكورتين (ملحق رقم١). يبين الشكل رقم (٢-٦) والشكل رقم (٢-٧) مقارنة بين أدنى وأعلى درجات الحرارة الشهرية لمياه محطتي (M2,M4) واللتان تمثلان المياه الواقعة في شمال قناة الملك مع أدنى وأعلى درجات حرارة الهواء الشهرية ويتضح من الأشكال المذكورة أن درجة حرارة المياه المقاسة في الموقعين المذكورين تتناسب مع درجة حرارة الهواء التي تم رصدها من قبل دائرة الأرصاد الجوية في منطقة الباقورة. ويبين الشكل رقم (٢-٨) متوسط المعدلات السنوية للقراءات الساعية لمحطات المراقبة حيث تراوح متوسط درجة الحرارة ما بين٢٤,٧ درجة مئوية شمالا إلى٢٠,٨ درجة مئوية جنوباً.

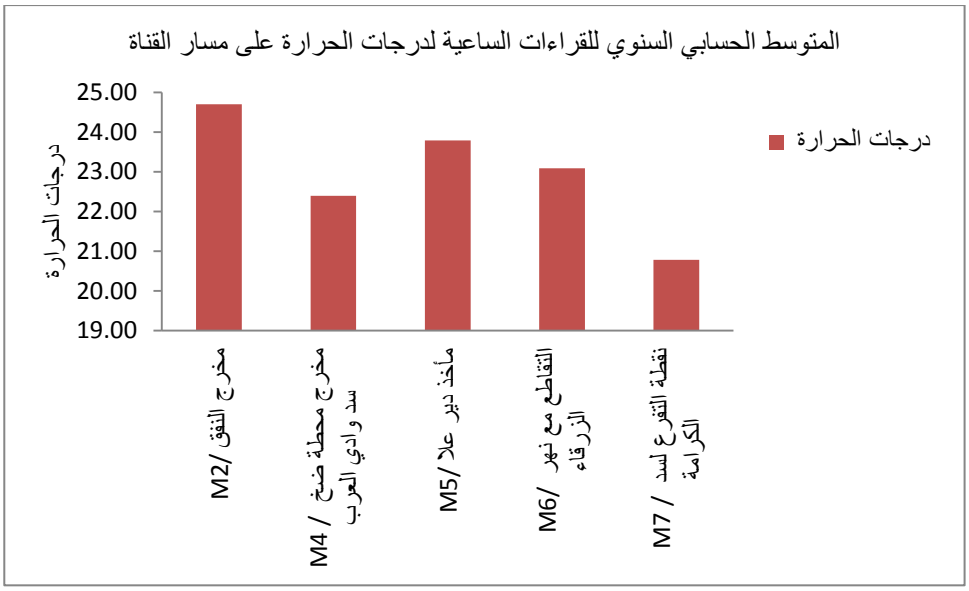


الشكل رقم (٢-٦): مقارنة أدنى درجات الحرارة الشهرية للماء والهواء في شمال قناة الملك عبدالله للعام ٢٠١٧

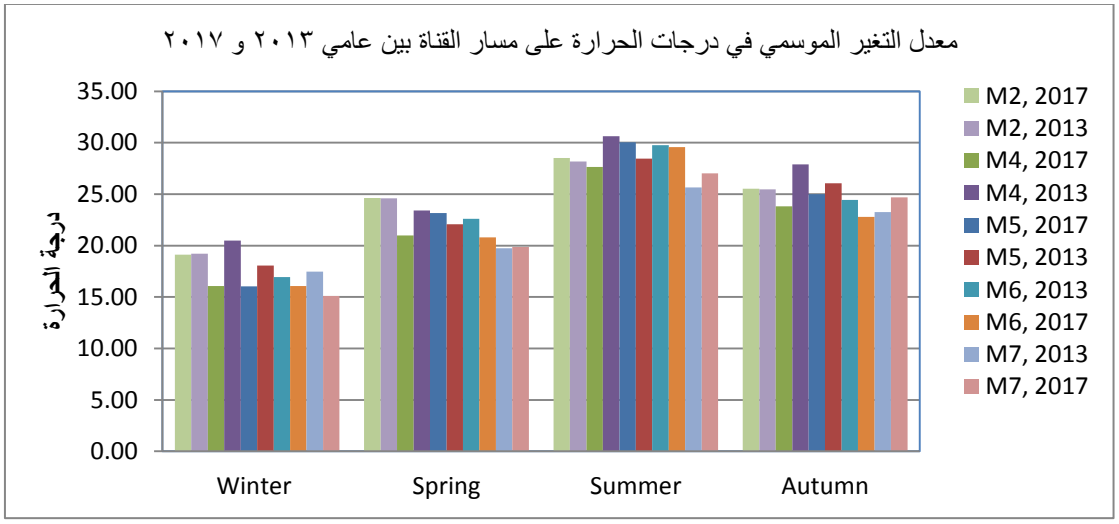


الشكل رقم (٢-٧): مقارنة أعلى درجات الحرارة الشهرية للماء والهواء في شمال قناة الملك عبدالله للعام ٢٠١٧

في حين يبين الشكل رقم (٢-٩) التغير الحاصل في المواسم للمواقع المراقبة بين عام ٢٠١٣ وعام ٢٠١٧ على اعتبار أن فصول السنة كالتالي: فصل الربيع: الأشهر(آذار، نيسان وأيار)، فصل الصيف: الأشهر (حزيران، تموز وآب) فصل الخريف: الأشهر (أيلول، تشرين الأول، وتشرين الثاني)، فصل الشتاء: الأشهر (كانون الأول، كانون الثاني، وشباط). ويجدر بالذكر هنا إلى أن هناك تغير في أقل درجة حرارة للهواء تم رصدها شتاءً في محطة الباقورة حيث انخفضت من ٨,٤ درجة مئوية في العام ٢٠١٣ إلى -١,٠ درجة مئوية في العام ٢٠١٧ في حين كانت ١١,٣ درجة مئوية في محطة رصد ديرعلا للعام ٢٠١٣ وانخفضت لتصل إلى ٤,٤ درجة مئوية في العام ٢٠١٧. وعلى العكس من ذلك صيفًا حيث ارتفعت أقصى درجة حرارة من ٣٧,٦ درجة مئوية في العام ٢٠١٣ إلى ٤٢,٨ درجة مئوية في العام ٢٠١٧ في محطة رصد الباقورة في حين ارتفعت من ٣٩,٥ درجة مئوية في العام ٢٠١٣ لتصبح ٤٥,٢ درجة مئوية في العام ٢٠١٧ في محطة ديرعلا، مما يعني وجوب دراسة تغير النمط الحراري في المنطقة وتأثيرها على النمط الزراعي في مناطق الدراسة وعلى معالجة المياه الخام التي يتم استخدامها لأغراض الشرب.



الشكل رقم (٢-٨): المتوسط الحسابي القراءات الساعية لدرجات الحرارة لعام ٢٠١٧ على مسار قناة الملك عبدالله

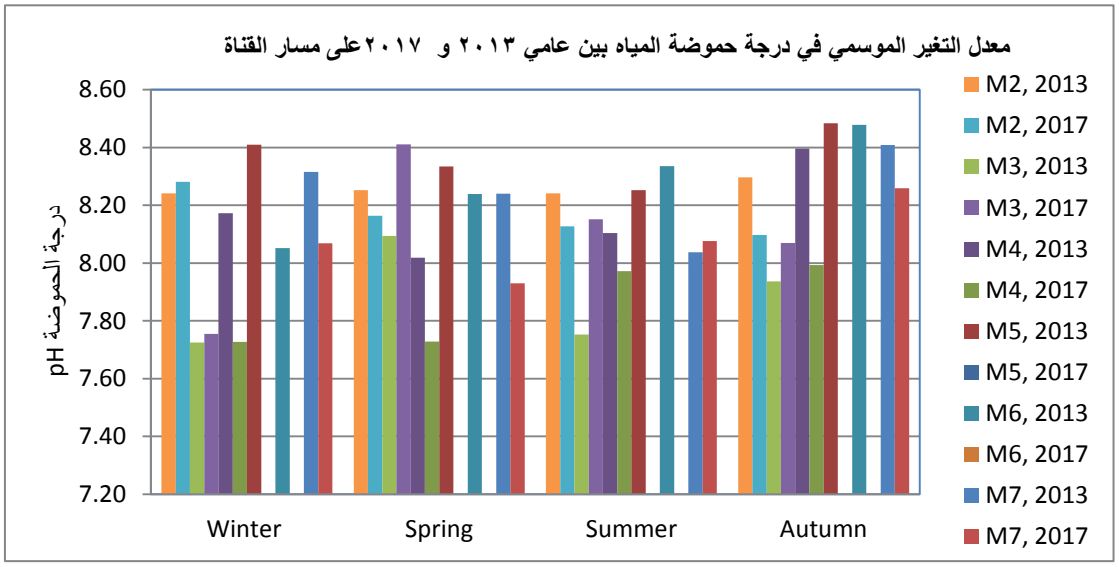


الشكل رقم (٢-٩): معدل التغير الموسمي لدرجات الحرارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطات المراقبة على مسار قناة الملك عبدالله

درجة الحموضة

يعتبر الرقم الهيدروجيني أو درجة الحموضة من الخصائص الهامة للمياه، حيث يتحكم بشكل رئيسي في مدى توفر العناصر الغذائية للنبات. كما يمكن أن يتسبب في تآكل معدات إمدادات المياه أو يعمل على ترسيب الكربونات عليها. إضافة إلى تأثيره المباشر على فاعلية العديد من عمليات معالجة المياه مثل التلبيد والتخثير وتعقيم المياه. من ناحية أخرى فإن معظم الكائنات الحية تعيش في مدى ضيق للرقم الهيدروجيني. وتتراوح درجة الحموضة الطبيعية للمياه بين (٦,٠-٩,٠ SU). بالنظر إلى نتائج المواقع المراقبة يتبين ان معدل درجة حموضة المياه على طول القناة تراوح ما بين (٧,٨٧- ٨,٢٠ SU) وهذا يقع ضمن الحد الطبيعي للمياه.

عند مقارنة التغير في درجة الحموضة عبر فصول السنة بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ يتبين انه لم يحدث اي تغير يذكر في درجة حموضة المياه وبقيت ضمن الحدود الطبيعية للمياه كما يظهر في الشكل رقم (٢-١٠) أدناه.



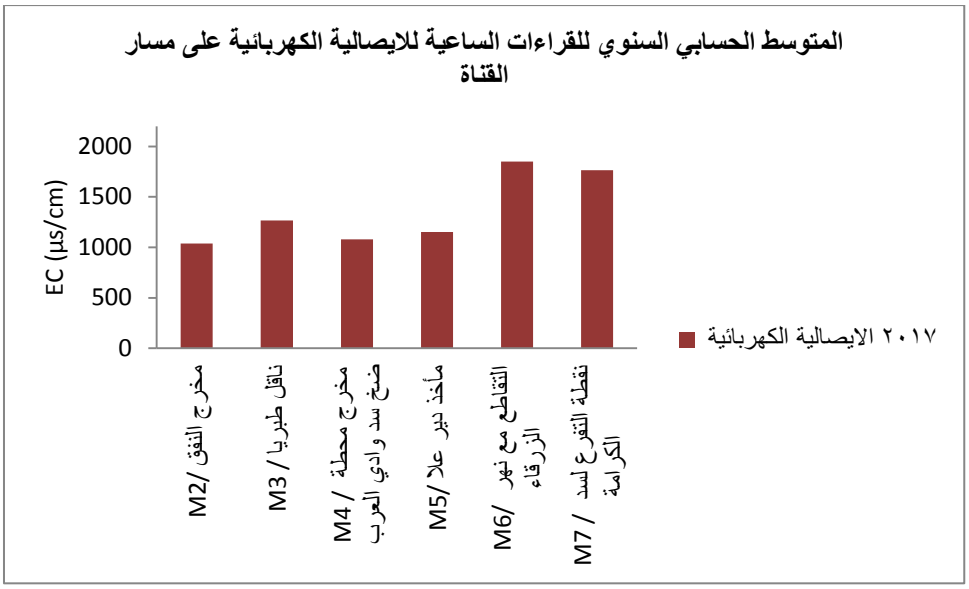
*: جهاز قياس درجة الحموضة كان متوقف عن القياس في المحطات رقم M5 و M6 لعام ٢٠١٧ بسبب انتهاء العمر الافتراضي للتشغيل.

الشكل رقم (٢-١٠): معدل التغير الموسمي في درجة حموضة المياه للعامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطات المراقبة على مسار قناة الملك عبدالله

الإيصالية الكهربائية

يعتبر محتوى الملوحة في مياه الري من العوامل الرئيسية التي تحدد نوع النبات الملائم للري، ويعبر عن تركيز الأملاح في مياه الري بوحدة التوصيل الكهربائي (ديسيمنز/ متر) أو غيرها مثل (ميكروسيمنز/ سنتيمتر) ينجم التناقص في الملوحة عن الهطولات المطرية والجريان من اليابسة وتأتي الزيادة في الملوحة من التبخر وارتفاع درجات الحرارة.

تراوح متوسط القراءات الساعية للعام ٢٠١٧ للايصالية الكهربائية ما بين (١٠٣٨-١٢٦٧ ميكروسيمنز/ سنتيمتر) في شمال القناة ارتفع إلى(١٨٥٠ ميكروسيمنز/ سنتيمتر) عند خط الالتقاء بنهر الزرقاء بسبب اختلاط مياه القناة بالمياه المعالجة القادمة من محطة خربة السمرا في حين بلغت الإيصالية الكهربائية (١٧٦٤ ميكروسيمنز/ سنتيمتر) عند نقطة التفرع لسد الكرامة نظرا لطبيعة المنطقة حول سد الكرامة، الشكل رقم (٢-١١).



الشكل رقم (٢-١١): المتوسط السنوي للقراءات الساعية لقيم الإيصالية الكهربائية لعام ٢٠١٧ على مسار قناة الملك عبدالله

ويظهر من الارقام أعلاه ان هناك درجة تقييد من خفيفة إلى متوسطة تُفرض على استخدام المياه في جنوب القناة في الري بحسب المواصفة الاردنية رقم ٢٠١٤:١٧٦٦ الخاصة بنوعية مياه الري حيث تم تصنيف المياه في مواصفة نوعية مياه الري إلى ثلاثة أصناف تبعاً لدرجة التقييد على الاستخدام وذلك من حيث محتوى المياه من الأملاح كما هو موضح في الجدول رقم (٢-٥). مع الأخذ بعين الإعتبار ان هناك بعض من المحاصيل لا تتحمل درجات ملوحة عالية.

الجدول رقم(٢-٥): الحدود والمعايير لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية حسب متطلبات مواصفة مياه الري رقم (JS1766:2014)

الفحوصات	الرمز	درجة التقييد على الاستخدام		
		بدون تقييد	تقييد خفيف إلى متوسط	تقييد متشدد
درجة الحموضة	pH (SU)	٩-٦		
الملوحة (الموصلية الكهربائية)	EC (Ds/m)	١,٧ >	من ١,٧ إلى ٣,٠	٣,٠ <
المواد الصلبة العالقة الكلية (مغ / لتر)	TSS	٥٠ >	من ٥٠ إلى ١٠٠	١٠٠ <
الفسفور الكلي (مغ / لتر)	T-P	٦>	من ٦ إلى ٢٠	٢٠ <

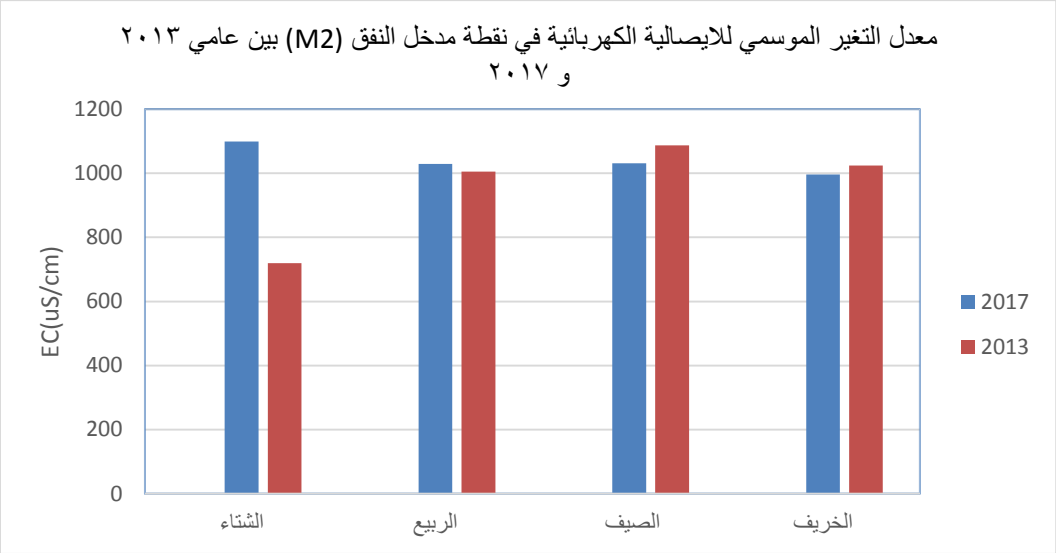
ويجدر الإشارة هنا إلى أن المتوسط السنوي للقراءات الساعية للايصالية الكهربائية عند مأخذ زي بلغت ١١٥٢ ميكروسيمنز/ سنتيمتر مما يعني ان كمية الاملاح في هذا الموقع تتوافق مع متطلبات المواصفة الاردنية رقم ٢٠١٥/٢٨٦ الخاصة بمياه الشرب وذلك لخاصية الاملاح الذائبة الكلية فقط.

عند مقارنة التغير الحاصل في الإيصالية الكهربائية للأعوام ٢٠١٣ و ٢٠١٧ يتبين أن الإيصالية الكهربائية في عام ٢٠١٧ أعلى مما يدل على ان الملوحة ارتفعت وقد يعزى ذلك إلى ان الموسم المطري للعام ٢٠١٣ كان افضل من العام ٢٠١٧ كما يظهر في نتائج الهطول المطري الصادرة عن دائرة الأرصاد الجوية في الملحق رقم

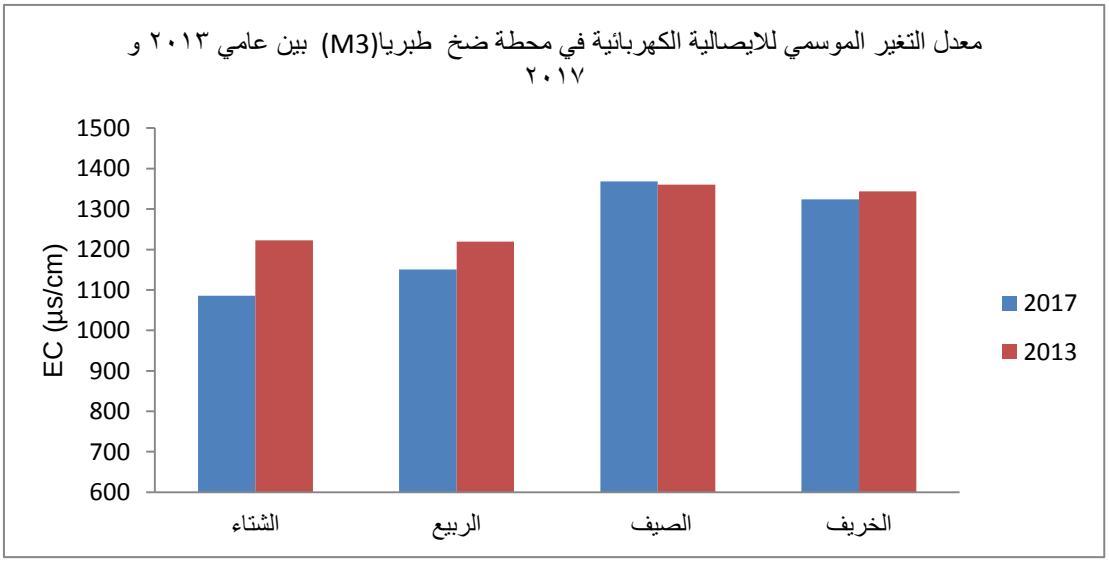
(١) لمحطتي الرصد في الباقورة ودير علا، كما أن درجات الحرارة ارتفعت في العام ٢٠١٧ مما يعني ارتفاع نسبة التبخر كما ذكر أعلاه. بينما في نقطة تفرع سد الكرامة موسم هطول مطري أفضل يعني كمية من الاملاح الذائبة اكثر نظرا لطبيعة المنطقة، كما إن إرتفاع قيمة الإيصالية الكهربائية في جنوب القناة في فصلي الصيف والخريف تحديدا يعتمد على كميات المياه التي يتم ضخها لتعويض النقص الحاصل في مسار القناة بسبب ارتفاع الضخ من القناة إلى زي في فترات الصيف والخريف وكمية المياه القادمة من نهر الزرقاء (الشكل رقم ٢-١٢)، ويظهر في الشكل رقم (٢-١٧) مدى التغير الحاصل في قيم الإيصالية الكهربائية عند نقطة التقاء القناة مع نهر الزرقاء وخاصة في فصلي الصيف والخريف بين العامين ٢٠١٣و ٢٠١٧ نظرا لتحسن نوعية المياه المعالجة الناتجة عن محطة الخربة السمرا. كما إن ارتفاع الإيصالية في فصلي الشتاء والربيع يعتمد على الهطول المطري والانجرافات التي تحدث على مسار نهر الزرقاء بالاضافة إلى ضخ الينابيع على ضفاف النهر.

تظهر الأشكال ارقام ((٢-١٣)،(٢-١٤)،(٢-١٥)،(٢-١٦)،(٢-١٧)،(٢-١٨)) التغير الموسمي الحاصل في مدخل النفق ومحطة ضخ سد وادي العرب، ناقل طبريا ومأخذ النفق ونقطة التقاء نهر الزرقاء بالقناة وتفرع سد الكرامة للأعوام ٢٠١٣ و ٢٠١٧.

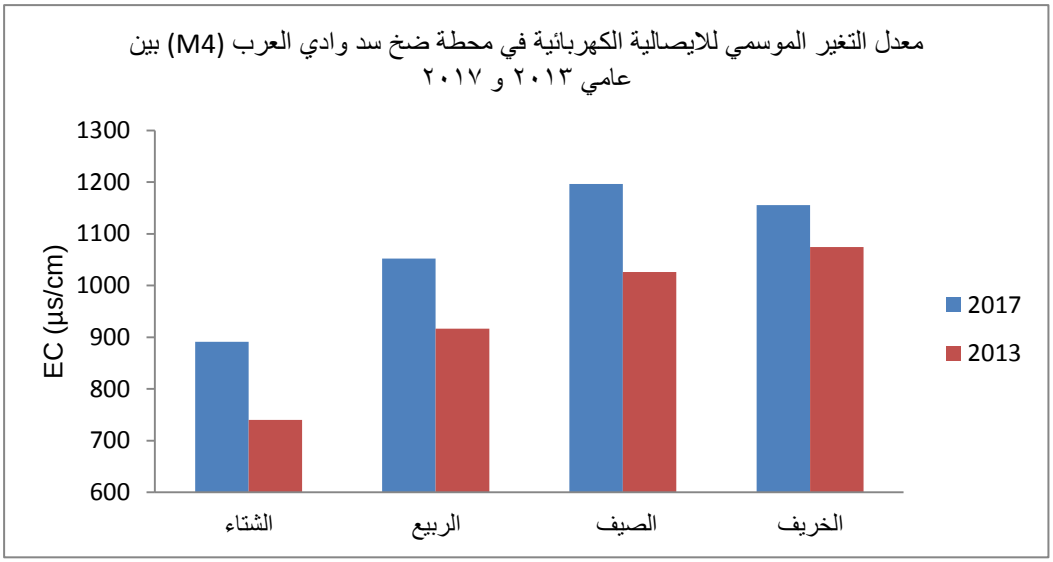
الشكل رقم (٢-١٢): نقطة التقاء المياه القادمة من سد الملك طلال (نهر الزرقاء) مع قناة الملك عبدالله



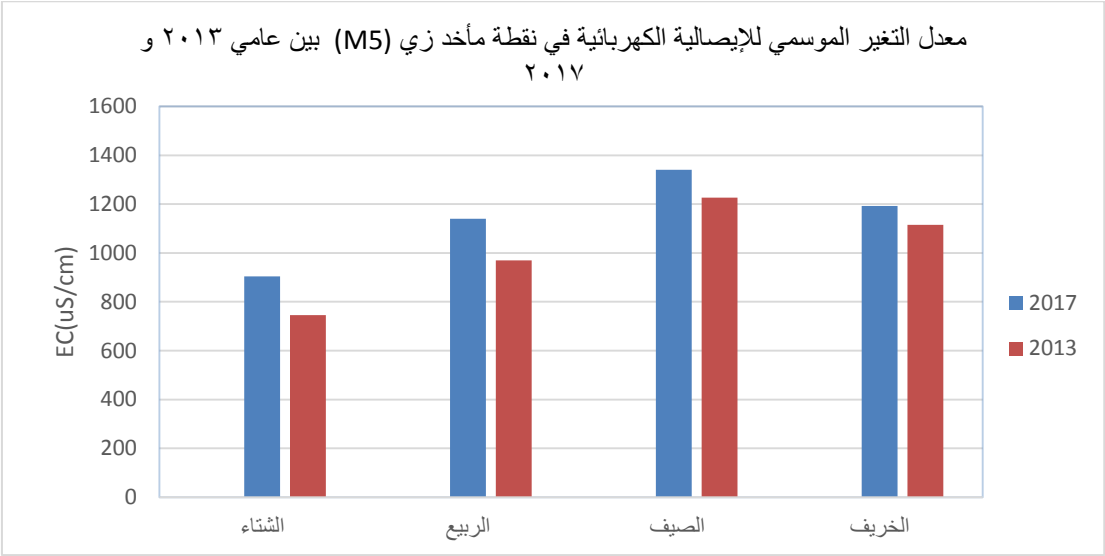
الشكل رقم (٢-١٣): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية في في محطة مدخل النفق بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧



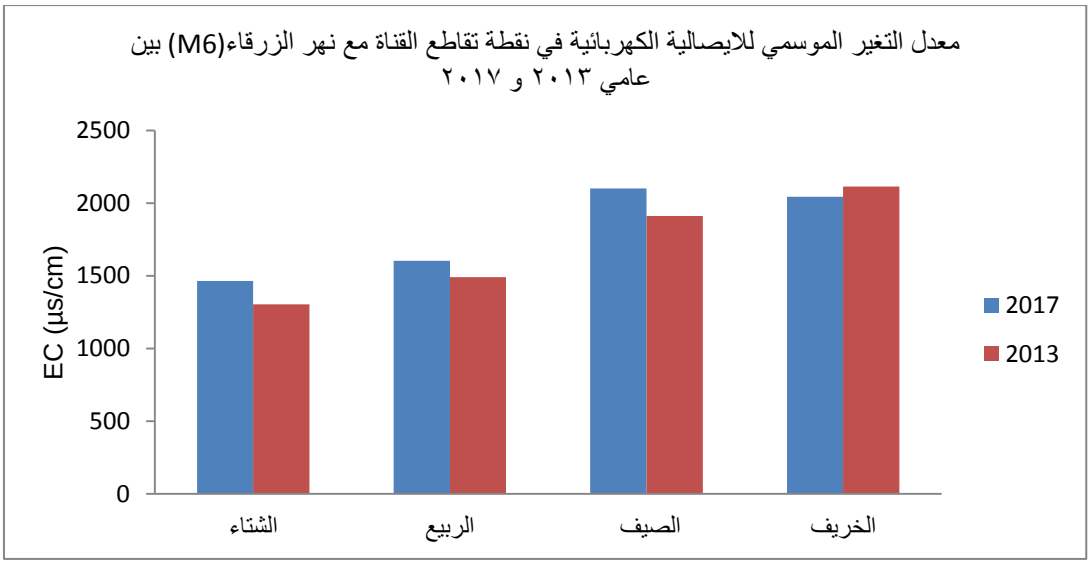
الشكل رقم (٢-١٤): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية في محطة ضخ طبريا بين العامين ٢٠١٣ و٢٠١٧



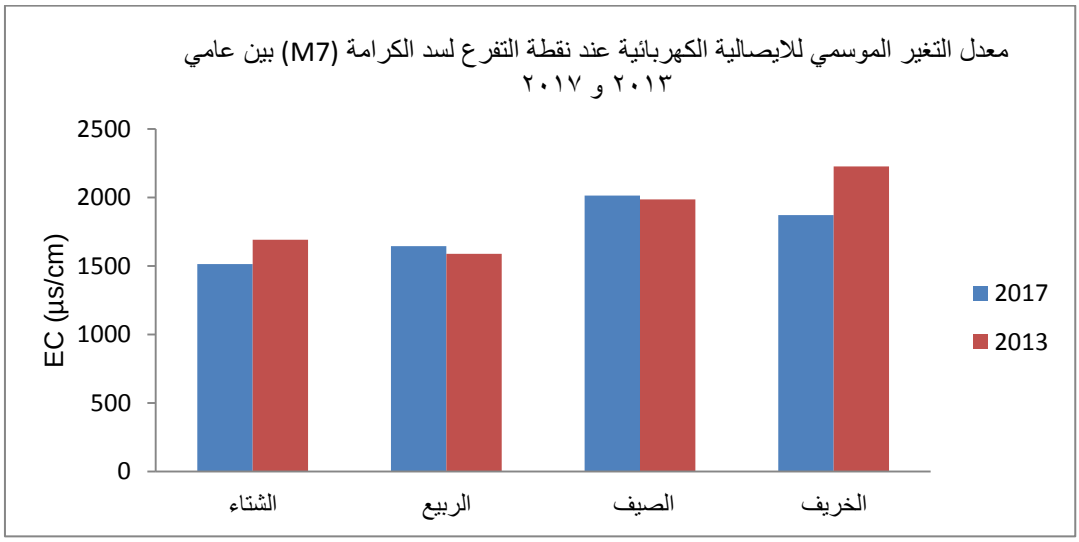
الشكل رقم (٢-١٥): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية في في محطة ضخ سد وادي العرب بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧



الشكل رقم (٢-١٦): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية في محطة مأخذ زي بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧



الشكل رقم (٢-١٧): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية عند نقطة التقاء القناة بنهر الزرقاء بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧



الشكل رقم (٢-١٨): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية عند نقطة التفرع لسد الكرامة بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧

العكارة

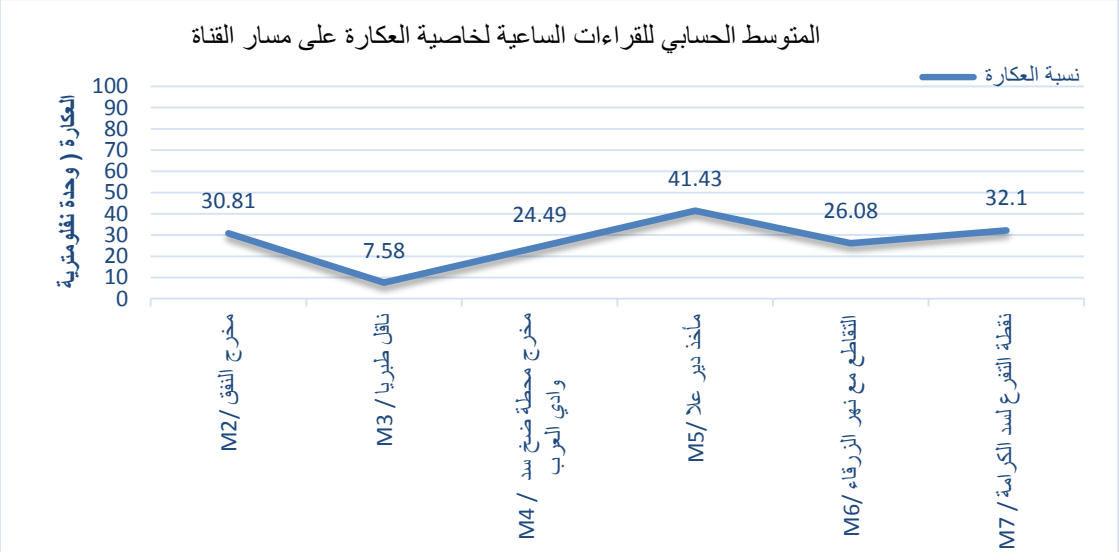
تعتبر خاصية العكارة من الخواص المهم معرفتها سواءً للزراعة أو لمعالجة المياه الخام لأغراض الشرب هذا ويتراوح حجم الجزئيات التى تسبب العكارة فى المياه من ١ ملليمتر إلى ١ ميكروملليمتر وتتعدد مصادر العكارة إلى جزئيات الطمى ويبلغ قطرها ٠,٠٠٢ ملليمتر وجزئيات المواد العضوية الناتجة من تحلل النبات والحيوان.

بينما تكون أسباب العكارة فى المياه الجارية؛ جزئيات التربة، المواد العالقة مثل ذرات الرمل والأتربة التى تلتصق على سطحها المواد العضوية، جزئيات الطمى التى تحتوى على مركبات السيليكا وآخرى مثل أكاسيد الحديد والألومنيوم والكربونات والكائنات الحية مثل الطحالب وبكتيريا الحديد.

أهمية فحص العكارة :

- ✓ هناك علاقة بين العكارة وسلامة المياه والطعم والرائحة فى المياه الطبيعية غير المعالجة والمياه المرشحة المعالجة. حيث تبين أن ٥٠ % من أسباب العكارة يرجع إلى تحلل المواد العضوية التى تكون على شكل مواد غرويه.
- ✓ هناك علاقة بين العكارة والمحتوى البكتيري فى المياه حيث تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزئيات المسببه للعكارة وبالتالى تساعد على نمو البكتيريا وتكاثرها. كما أن العكارة تحدّ من إكتشاف البكتيريا والفيروسات بالمياه.
- ✓ تقلل العكارة من فاعلية الكلور فى تعقيم المياه وبالتالى تحتاج المياه إلى كميات أكبر من الكلور لقتل البكتيريا ومسببات الأمراض. وقد تم إكتشاف بكتريا المجموعة القولونية فى مياه تتراوح درجة العكارة بها من ٤ – ٨٤ وحدة وتحتوى على كلور متبقى.
- ✓ هناك علاقة بين العكارة ونظام الري المستخدم في المزارع حيث ان وجود العكارة بقيمة عالية يؤثر على نظام الري بالتنقيط.

بالعودة إلى النتائج الواردة في الجداول أرقام (٢–٣ و٢–٤) أعلاه والشكل رقم (٢–١٩) أدناه يتبين ان العكارة عند مخرج النفق، محطة ضخ سد وادي العرب، نقطة الالتقاء بنهر الزرقاء ونقطة التفرع عند سد الكرامة تعتمد على حركة المياه والهطول المطري بينما تنخفض في ناقل طبريا كون الناقل مغلق ولا يتأثر بأي عوامل خارجية، بينما في مأخذ زي فيتم تجميع المياه في خزان تجميعي بعد ضخها من القناة وتبين من النتائج ان هذا الخزان التجميعي بحاجة للتنظيف.



الشكل رقم (٢–١٩): المتوسط الحسابي للقراءات الساعية لقيم العكارة لعام ٢٠١٧ على مسار قناة الملك عبدالله

النيتروجين الكلي والفسفور الكلي

مركبات النيتروجين والفسفور: تتكون هذه المركبات في الماء بشكل طبيعي في مجمعات الماء أثناء دورة النيتروجين والفسفور في الطبيعة. تضاف هذه المركبات إلى مجمعات الماء عن طريق الفيضانات التي تجر في طريقها بقايا كائنات حية مثل جذوع وأوراق النباتات وجِيَف الحيوانات، وبقايا المحاصيل الزراعية والنفايات الزراعية مثل زبل حظائر الأبقار والدواجن والمجاري. إضافة إلى ذلك، تعد مواد التنظيف المذابة في الماء مصدرا من مصادر مركبات الفسفور.

إن مراقبة هذه الخواص من الأهمية بحيث أن أي تركيز مرتفع لهذه المركبات في الماء من شانه أن يؤدي إلى فائض من مواد التغذية، الأمر الذي يؤدي إلى إحداث سلسلة من العمليات التي تؤدي إلى تآكل الأكسجين الموجود في الماء. هذه العملية تؤدي إلى إبادة الكائنات الحية التي تحتاج في حياتها إلى الأكسجين وتبدأ كائنات حية لا تعتاش على الأكسجين باحتلال مكانها وتطلق إلى الماء عند تنفسها غازات ذوات رائحة كريهة ويصبح لون الماء عكرا وفي هذه المرحلة يمكن القول أن هذا المجمع المائي هو مجمع مائي ميت.

يلاحظ من الجداول أرقام (٢-٣ و٢- ٤) عدم وجود اي تراكيز للنيتروجين والفسفور في القناة من الشمال وحتى الوسط في حين ارتفع معدل تركيز (T-P) في مياه القناة عند الجنوب في المواقع (M6 والذي يمثل نقطة التقاء نهر الزرقاء بالقناة و M7 نقطة التفرع عند سد الكرامة) عنه في باقي المواقع المراقبة، ويُعزى ذلك بشكل رئيسي إلى اختلاط مياه القناة عند هذا الموقع بالمياه القادمة من سد الملك طلال الغنية بالعناصر الغذائية. وبمقارنة معدلات تركيز (T-P) بالمواصفة الأردنية لنوعية مياه الري يلاحظ أن مياه جميع المواقع المراقبة من القناة تصلح لاستخدامها لأغراض الري بدون تقييد على درجة الاستخدام وذلك بحسب الارقام الواردة في الجدول رقم (٢-٥).

كمية الأُكسجين المستهلك كيميائياً

يؤدي استهلاك الأكسجين المذاب في الماء إلى استنزافه، وبالتالي موت الأحياء المائية خنقا مثل الأسماك والكائنات الحية الدقيقة الهوائية، وفي الوقت نفسه تزداد الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية في الماء فتحلل المواد العضوية لاهوائياً، وينتج غازات سامة وروائح كريهة ناتجة عن غازات مثل NH_3، H_2S و CH_4. أُستحدثت هذه الطريقة في القياس لأنها أسرع، وكذلك لشموليتها في أكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل أو غير القابلة للتحلل الحيوي، حيث تُعد كمية الأكسجين المستهلك كيميائيا مؤشراً جيداً على درجة تلوث المياه بالمواد القابلة للتحلل أو غير القابلة للتحلل الحيوي ، فكلما كانت كمية الـCOD عالية كان الماء ملوثاً بدرجة كبيرة .

يلاحظ من الجداول أرقام (٢-٣ و ٢-٤) عدم وجود أي تراكيز لكمية الأُكسجين المستهلك كيمائيا في القناة من الشمال وحتى الوسط في حين ارتفع معدل تركيز (COD) في مياه القناة عند الجنوب في المواقع (M6 والذي يمثل نقطة التقاء نهر الزرقاء بالقناة و M7 نقطة التفرع عند سد الكرامة) عنه في باقي المواقع المراقبة، ويعزى ذلك بشكل رئيسي إلى اختلاط مياه القناة عند هذا الموقع بالمياه القادمة من سد الملك طلال التي تكون مخلوطة بمياه معالجة عادمة قادمة من محطة تنقية الخربة السمرا.

الفصل الثالث

نهر اليرموك

حوض اليرموك يُعد من أكبر روافد نهر الأردن ويغطي مساحة إجمالية تقدر بـ٦٩٦٨ كم^{٢} تتقاسمها ثلاثة دول هي سوريا (٧٧٪)، الأردن (٢٢٪) وفلسطين المحتلة (١٪). نهر اليرموك الشكل رقم (٣-١) يعتبر من أهم روافد نهر الأردن السفلية حيث ينبع من الأراضي السورية وأهم روافد هذا النهر منطقة جبل العرب وهضبة الجولان ويصب في نهر الأردن جنوب بحيرة طبريا بحوالي (١٠ كم) . وقد تأثر تدفق النهر وتغذيته لنهر الأردن بكثرة الحفائر والسدود الترابية التي أُقيمت على منابع النهر في سوريا وبإنشاء سد الوحدة في الجانب الأردني فعلى سبيل المثال انخفض معدل الجريان السطحي السنوي من ١٥٦ مليون متر مكعب للفترة ١٩٦٣-١٩٨٤ لـ٨٣ مليون متر مكعب للفترة ١٩٨٥- ٢٠٠٦ وقد يكون هذا على الأرجح بسبب موجات الجفاف، الضخ الجائر من منابع النهر في الجانب السوري لاستخدامها بشكل رئيسي للأغراض الزراعية.

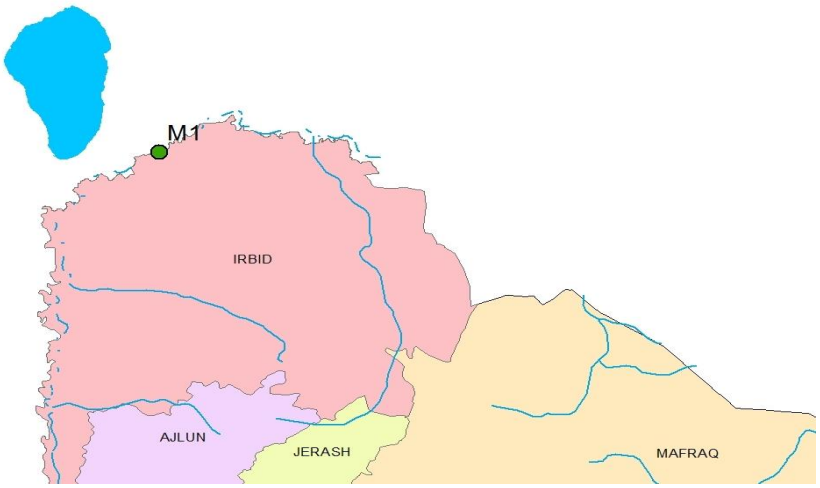
الشكل رقم (٣-١): نهر اليرموك

مواقع محطات الرصد على نهر اليرموك

نظراً لأهمية مراقبة مياه نهر اليرموك حيث أنه نهر حدودي ويُعد رافداً أساسياً لقناة الملك عبدالله (التي يستخدم جزء من مياهها لأغراض الشرب كما ذكر في الفصل السابق) ولنهر الأردن. تم تركيب محطة مراقبة عن بُعد في وادي خالد حيث يمثل هذا الموقع نوعية المياه الجارية في نهر اليرموك بعد أن يتلقى روافده من وادي خالد. إلا إنه تجدر الإشارة هنا إلى أن المحطة توقفت عن العمل منذ العام ٢٠١٤ وذلك لعدم قدرة فريق العمل على الوصول للمحطة بسبب الظروف السياسية في المناطق المحاذية لموقع الرصد. تم تقييم آخر نتائج صادرة من المحطة وتم رصدها للعام ٢٠١٢.

الجدول رقم (٣-١): محطة الرصد على نهر اليرموك

رمز الموقع على نظام الرصد	اسم ومكان الموقع
M1	نهر اليرموك/ وادي خالد



الشكل رقم (٣-٢): موقع الرصد على نهر اليرموك

تقييم النتائج:

يتم في موقع المراقبة المذكور أعلاه مراقبة الخواص التالية: درجة حرارة المياه Temperature، درجة الحموضة pH، الإيصالية الكهربائية EC، العكارة Turbidity، وكمية استهلاك الأُكسجين المتطلب كيمائياًCOD، النيتروجين الكلي Total– N، الفسفور الكلي Total –P، حيث يتم رصد جميع الخواص على مدار الساعة باستثناء قياسات النيتروجين الكلي والفسفور الكلي تتم مرة كل ست ساعات.

يبين الجدول رقم (٣-٢) التحليل الإحصائي للقراءات الساعية لتراكيز الخصائص التي تم مراقبتها في عينات المياه على نهر اليرموك / وادي خالد لعام ٢٠١٢.

الجدول رقم (٣-٢): معدلات القراءات الساعية لتراكيز الخواص المراقبة في محطة وادي خالد / نهر اليرموك خلال العام ٢٠١٢

الفحوصات	القيم الحسابية	المواقع المراقبة
		M1/ نهر اليرموك عند وادي خالد
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	21.6
	القيمة الدنيا	7.2
	القيمة القصوى	30.5
	الانحراف المعياري	5.3
	عدد القراءات الكلية	3662
	عدد القراءات المحللة	3644
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.005
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	7.46
	القيمة الدنيا	7.03
	القيمة القصوى	7.96
	الانحراف المعياري	0.11
	عدد القراءات الكلية	3662
	عدد القراءات المحللة	3660
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.0005
الإيصالية الكهربائية EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي	293
	القيمة الدنيا	1123
	القيمة القصوى	756
	الانحراف المعياري	170
	عدد القراءات الكلية	3662
	عدد القراءات المحللة	3660
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.0005

تابع الجدول رقم (٣-٢)

الفحوصات	القيم الحسابية	المواقع المراقبة
		M1/ نهر اليرموك عند وادي خالد
T-P (mg/L) الفسفور الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1
	عدد القراءات الكلية	545
	عدد القراءات المحللة	540
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.009
Turbidity العكارة (NTU)	المتوسط الحسابي	23
	القيمة الدنيا	2
	القيمة القصوى	200
	الانحراف المعياري	22
	عدد القراءات الكلية	3659
	عدد القراءات المحللة	3617
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.01
T-N (mg/L) النيتروجين الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	<1
	عدد القراءات الكلية	540
	عدد القراءات المحللة	540
	% القراءات المستثناه من التحليل	0
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	6
	القيمة الدنيا	2
	القيمة القصوى	32
	الانحراف المعياري	2.1
	عدد القراءات الكلية	3620
	عدد القراءات المحللة	3599
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.005

فيما يلي تقييم لجميع الخواص المراقبة في نهر اليرموك /وادي خالد:

درجة الحرارة

تلعب درجة حرارة المياه دورا حاسما في أداء النظم الإيكولوجية المائية، حيث أنها تؤثر مباشرة على الكائنات الحية من خلال سيطرتها على تدفق الطاقة، ومعدلات التمثيل الغذائي للكائنات المائية وإنتاجيتهم. أن تأثير درجة حرارة المياه على النظم الإيكولوجية المائية يحدث على طيف واسع ويتم رصد درجة الحرارة للعمل وبشكل سريع على معالجة الآثار المرتبطة بدرجات الحرارة واقامة علاقات بين استخدام الأراضي والمتغيرات المناخية ودرجة حرارة الماء. وعادةً ما يرتبط تغير درجة الحرارة بتغير الأحول المناخية فوق المسطحات المائية، والتي تؤثر في درجة حرارة المياه السطحية (الرياح السائدة، مدى تراكم السحب كمية الأمطار الساقطة)، مدى قدرة المياه على امتصاص الأشعة الشمسية ومدى مقدرة الأخيرة على التغلغل في المياه شبه السطحية. يلاحظ من الجدول أعلاه أن المعدلات السنوية لقياسات درجات الحرارة الساعية تراوحت ما بين ٧,٢ درجة مئوية شتاءً- ٣٠,٥ درجة مئوية صيفاً.

درجة الحموضة

يعتبر الرقم الهيدروجيني أو درجة الحموضة من الخصائص الهامة للمياه، حيث يتحكم بشكل رئيسي في مدى توفر العناصر الغذائية للنبات. كما يمكن أن يتسبب في تآكل معدات إمدادات المياه أو يعمل على ترسيب الكربونات عليها. إضافة إلى تأثيره المباشر على فاعلية العديد من عمليات معالجة المياه مثل التلبيد والتخثير وتعقيم المياه. من ناحية أخرى فإن معظم الكائنات الحية تعيش في مدى ضيق للرقم الهيدروجيني. وتتراوح درجة الحموضة الطبيعية للمياه بين (٦,٠-٩,٠ SU). بالنظر إلى نتائج الموقع المراقب يتبين أن درجة حموضة المياه تراوحت ما بين (٧,٠٣- ٧,٩٦ SU) وهذا يقع ضمن الحد الطبيعي للمياه.

الإيصالية الكهربائية

يعتبر محتوى الملوحة في مياه الري من العوامل الرئيسية التي تحدد نوع النبات الملائم للري، ويعبر عن تركيز الأملاح في مياه الري بوحدة التوصيل الكهربائي (ديسيمنز/متر) أو غيرها مثل (ميكروسيمنز/سنتيمتر) ينجم التناقص في الملوحة عن الهطولات المطرية والجريان من اليابسة وتأتي الزيادة في الملوحة من التبخر وارتفاع درجات الحرارة. تراوح المتوسط الحسابي للقراءات الساعية للعام ٢٠١٢ للايصالية الكهربائية ما بين (٢٩٣-١١٢٣ ميكروسيمنز/ سنتيمتر) وهذا يدل على جودة المياه في نهر اليرموك.

العكارة

تعتبر خاصية العكارة من الخواص المهم معرفتها سواءً للزراعة او لمعالجة المياه الخام لأغراض الشرب هذا ويتراوح حجم الجزئيات التى تسبب العكارة فى المياه من ١ ملليمتر إلى ١ ميكروملليمتر وتتعدد مصادر العكارة إلى جزئيات الطمى ويبلغ قطرها ٠,٠٠٢ ملليمتر وجزئيات المواد العضوية الناتجة من تحلل النبات والحيوان.
بينما تكون أسباب العكارة فى المياه الجارية؛ جزئيات التربة، المواد العالقة مثل ذرات الرمل والأتربة التى تلتصق على سطحها المواد العضوية، جزئيات الطمى التى تحتوى على مركبات السيليكا وآخرى مثل أكاسيد الحديد والألومنيوم والكربونات والكائنات الحية مثل الطحالب وبكتيريا الحديد.
أهمية العكارة :

- ✓ هناك علاقة بين العكارة وسلامة المياه والطعم والرائحة فى المياه الطبيعية غير المعالجة والمياه المرشحة المعالجة. حيث تبين أن ٥٠ % من أسباب العكارة يرجع إلى تحلل المواد العضوية التى تكون على شكل مواد غرويه.
- ✓ هناك علاقة بين العكارة والمحتوى البكتيرى فى المياه حيث تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزئيات المسببه للعكارة وبالتإلى تساعد على نمو البكتيريا وتكاثرها. كما أن العكارة تحدّ من إكتشاف البكتيريا والفيروسات بالمياه.
- ✓ تقلل العكارة من فاعلية الكلور فى تعقيم المياه وبالتالي تحتاج المياه إلى كميات أكبر من الكلور لقتل البكتريا ومسببات الأمراض. وقد تم اكتشاف بكتيريا المجموعة القولونية فى مياه تتراوح درجة العكارة بها من ٤ – ٨٤ وحدة وتحتوى على كلور متبقى.
- ✓ هناك علاقة بين العكارة ونظام الري المستخدم في المزارع حيث أن وجود العكارة بقيمة عالية يؤثر على نظام الري بالتنقيط.

بالعودة إلى النتائج الواردة في الجدول رقم (٣-٢) أعلاه يتبين أن العكارة تراوحت ما بين ٢-٢٠٠ وحدة نفلومترية اعتمادا على موسم الفيضانات والترسبات التي تحدث مع حركة النهر والمياه فيه.

النيتروجين الكلي والفسفور الكلي

مركبات النيتروجين والفسفور: تتكون هذه المركبات في الماء بشكل طبيعي في مجمعات الماء أثناء دورة النيتروجين والفسفور في الطبيعة. تضاف هذه المركبات إلى مجمعات الماء عن طريق الفيضانات التي تجر في طريقها بقايا كائنات حية مثل جذوع وأوراق النباتات وجِيَف الحيوانات، وبقايا المحاصيل الزراعية والنفايات الزراعية مثل زبل حظائر الأبقار والدواجن والمجاري. إضافة إلى ذلك، تعد مواد التنظيف المذابة في الماء مصدرا من مصادر مركبات الفسفور.

إن مراقبة هذه الخواص من الأهمية بحيث أن أي تركيز مرتفع لهذه المركبات في الماء من شانه أن يؤدي إلى فائض من مواد التغذية، الأمر الذي يؤدي إلى إحداث سلسلة من العمليات التي تؤدي إلى تآكل الأكسجين الموجود في الماء. هذه العملية تؤدي إلى ابادة الكائنات الحية التي تحتاج في حياتها إلى الأكسجين وتبدأ كائنات حية لا تعتاش على الأكسجين باحتلال مكانها وتطلق إلى الماء عند تنفسها غازات ذوات رائحة كريهة ويصبح لون الماء عكرا وفي هذه المرحلة يمكن القول أن هذا المجمع المائي هو مجمع مائي ميت.

يلاحظ من الجدول رقم (٣-٢) أعلاه ان نتائج الرصد أكدت خلو المياه عند الموقع المراقب من أي تراكيز للنيتروجين والفسفور الكلي في مياه النهر.

كمية الأُكسجين المستهلك كيميائياً

يؤدي استهلاك الأكسجين المذاب في الماء إلى استنزافه، وبالتالي موت الأحياء المائية خنقا مثل الأسماك والكائنات الحية الدقيقة الهوائية، وفي الوقت نفسه تزداد الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية في الماء فتحلل المواد العضوية لاهوائياً، وينتج غازات سامة وروائح كريهة ناتجة عن غازات مثل NH_3، H_2S و CH_4. أُستحدثت هذه الطريقة في القياس لأنها أسرع، وكذلك لشموليتها في أكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل أو غير القابلة للتحلل الحيوي، حيث تُعد كمية الأكسجين المستهلك كيميائيا مؤشراً جيداً على درجة تلوث المياه بالمواد القابلة للتحلل أو غير القابلة للتحلل الحيوي ، فكلما كانت كمية الـCOD عالية كان الماء ملوثاً بدرجة كبيرة.

يلاحظ من الجدول أعلاه ان كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا تراوحت ما بين (٢-٣٢ ملغم / لتر) في موقع الرصد إعتماداً على موسم الفيضانات وما تسحبه هذه الفيضانات من مواد عالقة قابلة للتحلل.

الفصل الرابع
نهر الأردن

تتكون الموارد المائية في الأردن في المقام الأول من المياه الجوفية وموارد المياه السطحية لتأتي مياه الصرف الصحي المعالجة المستخدمة كمصدر آخر في الميزانية المائية يستخدم على نطاق متزايد في الري، هذا وتشكل الموارد السطحية الموارد المائية والتي هي أساسا نهر اليرموك والروافد الشرقية الأخرى من نهر الأردن (الشكل رقم(٤-١)) حوالي ٣٨٪ من الميزان المائي الوطني.

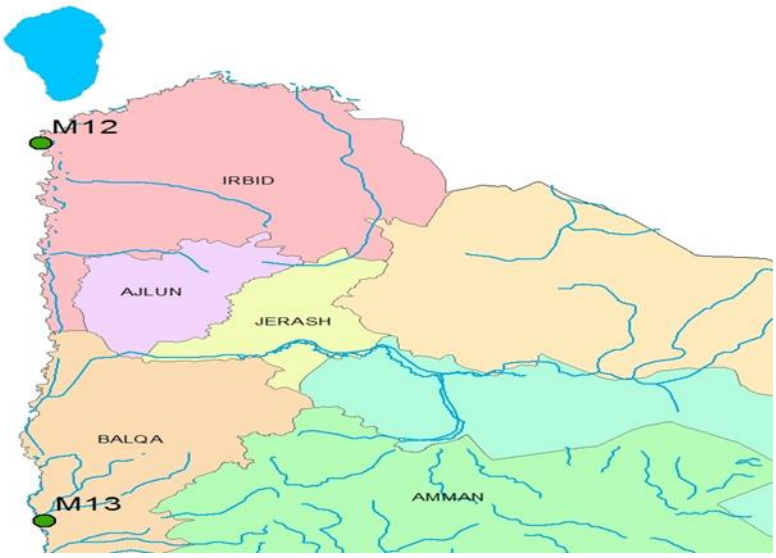
الشكل رقم (٤-١) : نهر الأردن بالقرب من دجانيا

مواقع محطات الرصد على نهر الأردن

نظراً لأهمية مراقبة مياه نهر الأردن حيث انه نهر حدودي وله اهمية تاريخية ودينية عند بعض الطوائف وعلى الرغم من التدفق الضئيل للنهر ونوعيته المتردية لا يزال نهر الأردن موقع لجذب السياح. تم تركيب محطتي مراقبة عن بُعد في بداية مسار النهر عند الجسر الذي يجمع مياهه مع مياه نهر اليرموك وعند جسر الملك حسين ما قبل نهاية مساره (الجدول رقم(٤-١)، الأشكال أرقام ((٤-٢) و (٤-٣)) ليتم رصد التغير في نوعية المياه في الجانب الأردني ومدى تأثير هذا التغير على النظم الحيوية والايكولوجية في النهر.

الجدول رقم (٤-١): محطات الرصد عن بُعد على نهر الأردن

رمز الموقع على نظام الرصد	اسم ومكان الموقع
M12	نهر الأردن/ جسر المجامع
M13	نهر الأردن/ جسر الملك حسين



الشكل رقم (٤-٢): التوزيع الجغرافي لمحطات الرصد على نهر الأردن

نهر الأردن / جسر المجامع/ M12

نهر الأردن / جسر الملك حسين/M13

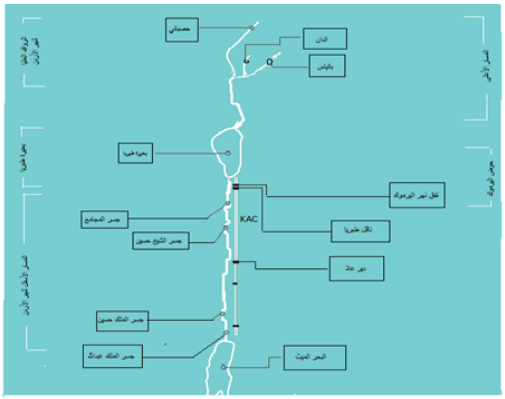
الشكل رقم (٤-٣): مواقع محطتي الرصد على نهر الأردن

لمحة عامة عن نهر الأردن

يوجد مجرى نهر الأردن ضمن منطقة انهدام البحر الميت (وادي الأردن) في منطقة الحوله ومنطقة الأغوار الشمالية الوسطى ويقع ٤٠٪ من حوض نهر الأردن في الأردن، هذا ويضم الحوض أجزاء من الأردن وفلسطين وسوريا ولبنان الشكل رقم(٤-٤). يقسم حوض نهر الأردن إلى ثلاثة أقسام رئيسية على طول ٣٦٠ كم تشمل:

- المجرى العلوي من سلاسل من مرتفعات الجولان بمساحة إجمالية تبلغ ١١٥ كم^{٢} تشكل حوالي ١٦ % من مساحة الحوض ويشمل الحوض نهر بانياس والحاصباني والدان.
- المجرى الأوسط ويقع ضمن المنطقة الممتده من سهل الحوله وحتى بحيرة طبريا بإنحدار شديد ما نسبته ١٧،٥ م/ كم .
- المجرى السفلي فيتمثل بالمنطقة الممتده من جنوب طبريا وحتى مصب النهر شمال البحر الميت. الشكل (٤-٥).

الشكل رقم (٤-٤): مدخل نهر الأردن إلى بحيرة طبريا ومخرجه من بحيرة طبريا

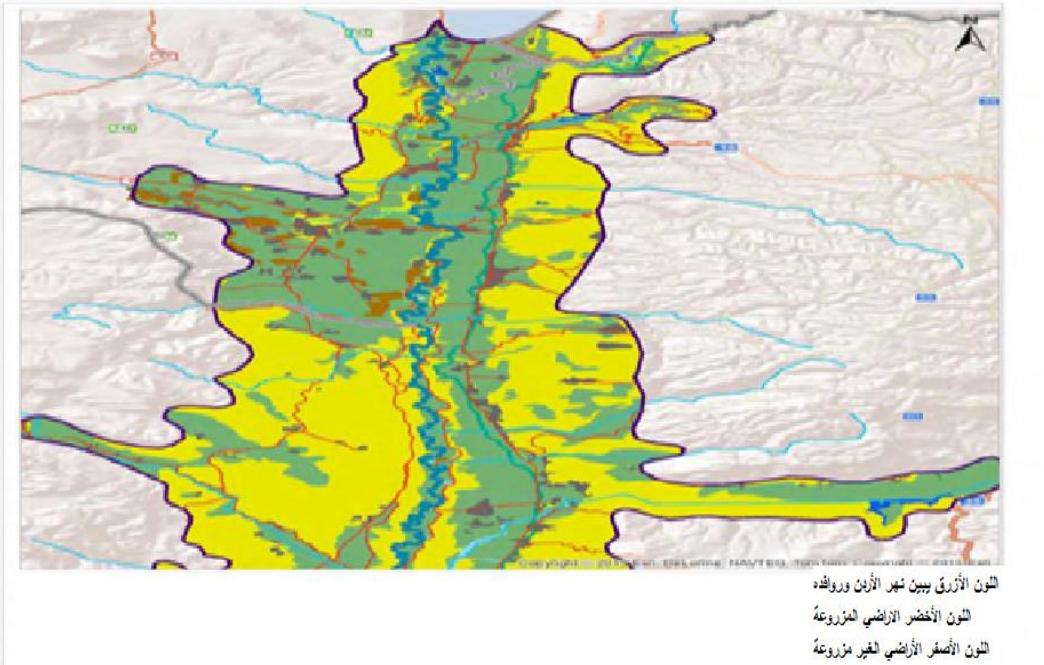


الشكل رقم (٤-٥): روافد نهر الأردن ومساره

من الملاحظ في الدراسات المنشورة سابقاً للنهر إن التدفق في المجرى العلوي للنهر وحتى الوسط لم يتغير بشكل كبير في آخر خمسين سنة في حين انخفضت معدلات التدفق في الجزء الذي يمثل مصب النهر بشدة بسبب بناء سلسلة من مشروعات البنية التحتية والتحويل الذي أُنشئ على مسار الروافد؛ فعلى سبيل المثال فإن متوسط التدفق السنوي من نهر اليرموك انخفض إلى ٨٣-٩٩ مليون متر مكعب مما أثر على التصريف السنوي لنهر الأردن الأدنى إلى البحر الميت الذي كان يقدر ١٣٠٠ مليون متر مكعب تاريخياً ليصل لـ ٢٠-٢٠٠ مليون متر مكعب مما ادى إلى انخفاض شديد في مستوى البحر الميت في آخر خمسين سنة. علاوة على ذلك، فقد تدهورت نوعية المياه في نهر الأردن ففي حين أن منابع نهر الأردن هي مصادر ذات نوعية جيدة، والمياه قليلة الملوحة في الجزء العلوي والتي تقوم إسرائيل باستخدامها كاملة لأغراض الزراعة والري والتزويد بالشرب عبر القناة الوطنية للمياه، إلا أن الجزء الأدنى من النهر ملوث بشدة من مياه الصرف الصحي، مياه الصرف الزراعي، تسرب المياه الجوفية المالحة / وتحويل المياه المالحة حول بحيرة طبريا للنهر عبر قناة خاصة من قبل إسرائيل الشكل رقم (٤-٦).

الشكل رقم (٤-٦): القناة الاصطناعية للمياه المالحة المحولة من النبعات حول بحيرة طبريا والتي تصب في نهر الأردن المصب السفلي

يلعب نهر الأردن الأدنى في الوقت الحاضر دورا متواضعاً جداً في توزيع المياه في وادي الأردن حيث تم تحويل تصريف معظم الأودية الجانبية المغذية للنهر وتم بناء سدود عليها كما قد تم تحويل الموارد المائية من أعالي نهر الأردن بما في ذلك بحيرة طبريا من قبل إسرائيل مما أدى إلى ارتفاع الملوحة في النهر عند المصب وتعتبر الملوحة من اكثر التحديات التي يتعين معالجتها في النهر. هذا ويظهر في خارطة إستخدامات الأراضي الشكل(٤-٧) حول نهر الأردن أن معظم الأراضي والتي تشكل (٥٨٪) من مساحة حوض نهر الأردن أرض غير مزروعة و٣٥% من الأراضي تستخدم للزراعة في الجزء العلوي من المصب نظراً لأن نوعية المياه في تلك المنطقة أفضل من أدنى المصب كما انه يتم خلطها بالمياه القادمة من نهر اليرموك الشكل رقم (٤-٧).



الشكل رقم (٤-٧): إستخدامات الأراضي حول نهر الأردن

تقييم النتائج:

يتم في مواقع المراقبة المذكورة أعلاه مراقبة الخواص التالية: درجة حرارة المياه Temperature، درجة الحموضة pH، الإيصالية الكهربائية EC، العكارة Turbidity، وكمية استهلاك الأُكسجين المتطلب كيميائياً COD، النيتروجين الكلي Total- N، الفسفور الكلي Total -P، حيث يتم رصد جميع الخواص على مدار الساعة بإستثناء قياسات النيتروجين الكلي والفسفور الكلي تتم مرة كل ست ساعات فقط في موقع جسر المجامع نظراً لإن هذا الموقع يستخدم في الزراعة.

يبين الجدول رقم (٤-٢) التحليل الإحصائي للقراءات الساعية لتراكيز الخصائص التي تم مراقبتها في عينات المياه على المسار العلوي والمسار السفلي لنهر الأردن لعام ٢٠١٧. ويبين الجدول رقم (٤-٣) المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لتراكيز هذه الخصائص خلال الفترة (كانون أول/٢٠١٦- تشرين ثاني ٢٠١٧).

الجدول رقم (٤-٢): معدلات القراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد مسار نهر الأردن خلال العام ٢٠١٧

الفحوصات	القيم الحسابية	المواقع المراقبة	
		M12/ نهر الأردن عند جسر المجامع	M13 / نهر الأردن عند جسر الملك حسين
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	23.4	26.5
	القيمة الدنيا	11.3	14.3
	القيمة القصوى	33.4	34.4
	الانحراف المعياري	6.34	5.35
	عدد القراءات الكلية	5433	3709
	عدد القراءات المحللة	5367	3575
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.012	0.036
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	7.85	8.10
	القيمة الدنيا	7.47	7.03
	القيمة القصوى	8.35	8.79
	الانحراف المعياري	0.20	0.46
	عدد القراءات الكلية	5434	3988
	عدد القراءات المحللة	5434	3665
	% القراءات المستثناه من التحليل	0	0.08
الإيصالية الكهربائية EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي	4766	8776
	القيمة الدنيا	2588	5078
	القيمة القصوى	6689	>10000
	عدد القراءات الكلية	5434	4052
	عدد القراءات المحللة	5413	3573
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.04	0.11

تابع الجدول رقم (٤-٢)

الفحوصات	القيم الحسابية	المواقع المراقبة	
		M12/ نهر الأردن عند جسر المجامع	M13 / نهر الأردن عند جسر الملك حسين
T-P (mg/L) الفسفور الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	1.19	لا يتم اجراء هذا القياس في هذ الموقع
	القيمة الدنيا	1.0	
	القيمة القصوى	2.69	
	الانحراف المعياري	0.27	
	عدد القراءات الكلية	854	
	عدد القراءات المحللة	845	
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.01	
Turbidity العكارة (NTU)	المتوسط الحسابي	58.6	48.3
	القيمة الدنيا	18.6	0.98
	القيمة القصوى	200	200
	الانحراف المعياري	29.3	46.4
	عدد القراءات الكلية	5432	4446
	عدد القراءات المحللة	5220	4217
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.04	0.05

تابع الجدول رقم (٤-٢)

الفحوصات	القيم الحسابية	المواقع المراقبة	
		M12/ نهر الأردن عند جسر المجامع	M13 / نهر الأردن عند جسر الملك حسين
T-N (mg/L) النيتروجين الكلي (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	8.69	لا يتم اجراء هذا القياس في هذ الموقع
	القيمة الدنيا	7.32	
	القيمة القصوى	11.7	
	الانحراف المعياري	1.07	
	عدد القراءات الكلية	732	
	عدد القراءات المحللة	620	
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.15	
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	19.1	16.7
	القيمة الدنيا	2.00	5
	القيمة القصوى	49.0	54
	الانحراف المعياري	9.73	7.63
	عدد القراءات الكلية	4909	4032
	عدد القراءات المحللة	4187	3798
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.14	0.05

الجدول رقم (٤-٣): المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على مسار نهر الأردن خلال العام ٢٠١٧

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M12/ نهر الأردن عند جسر المجامع											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	14.1	14.4	20.0	25.0	27.7	30.1	31.0	31.5	30.1	29.0	23.6	19.7
	القيمة الدنيا	12.1	11.3	16	20.1	24.2	26.6	28.5	29.5	28.1	26.2	21.3	16.6
	القيمة القصوى	17	20.3	24	29.1	30.5	33.2	33	33.4	32.4	32.4	26.8	22.5
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	7.94	7.96	8.21	7.84	7.76	7.60	7.72	7.66	7.69	7.69	7.76	7.94
	القيمة الدنيا	7.52	7.62	8.05	7.62	7.52	7.47	7.66	7.52	7.47	7.52	7.52	7.62
	القيمة القصوى	8.25	8.35	8.35	8.15	7.91	7.76	7.86	7.96	7.96	7.96	8.2	8.25
الإيصالية الكهربائية* EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي	3823	4094	4744	4953	4785	4881	5300	5587	5358	5204	4879	4758
	القيمة الدنيا	2588	3662	4345	4345	4296	4541	4834	5078	5029	4589	4541	3857
	القيمة القصوى	4736	6689	5078	5908	5322	5273	5664	6152	5712	6005	5371	5175
Turbidity (NTU)** العكارة	المتوسط الحسابي	89.2	60.6	جهاز القياس خارج الخدمة	88.5	105.7	68.2	53.3	43.2	33.4	35.1	32.2	39.7
	القيمة الدنيا	32.2	33.2		49.8	57.6	34.1	34.1	23.4	21.4	24.4	18.5	24.4
	القيمة القصوى	200	150		134	159	93.7	91.8	70.3	45.9	46.8	50.7	53.7
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	32.0	19.4	13.3	10.0	8.9	9.5	10.4	10.0	15.8	17.7	28.0	29.5
	القيمة الدنيا	20	5	5	2	2	7	7	7	7	7	15	17
	القيمة القصوى	49	44	22	22	15	15	17	17	29	32	49	46
(T-P (mg/L الفسفور الكلي (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	1.14	1.11	جهازي القياس خارج الخدمة	1.10	1.13	1.15	1.10	1.13	1.68	1.59	1.13	1.02
(T-N (mg/L النيتروجين الكلي (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	8.13	8.13		8.13	8.17	8.09	8.16	8.17	8.13	جهاز القياس خارج الخدمة	10.6	10.5

*: القيمة القصوى لقراءة الجهاز ١٠٠٠٠ميكروسيمنز/ سم

**: القيمة القصوى لقراءة الجهاز ٢٠٠ وحدة نفلومترية

تابع الجدول رقم (٤-٣)

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M13/ نهر الأردن عند جسر الملك حسين											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي					22.5	26.4	29.3	31.9	30.6	24.7	22.9	16.9
	القيمة الدنيا	توقف المحطة بسبب عدم الحصول على التصاريح الأمنية			جهاز القياس خارج الخدمة	20.1	23.6	24.6	29.3	26	20.1	19.9	14.3
	القيمة القصوى					25.8	30.1	33.2	34.4	34.2	30.3	26.2	19.9
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي				8.60	8.30	7.74	7.30	7.28	8.19	٢8.4	8.15	8.32
	القيمة الدنيا				8.45	7.71	7.32	7.03	7.03	7.86	8.15	7.91	8.15
	القيمة القصوى				8.79	8.74	8.05	7.81	7.71	8.40	8.64	8.40	8.40
الإيصالية الكهربائية* EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي				6890	8589	9768	100000	10000	9994	9993	9968	5634
	القيمة الدنيا				6054	6933	8495	9999	10000	9423	9862	9179	5078
	القيمة القصوى				7861	9999	9999	10000	10000	10000	10000	9999	9521
Turbidity (NTU)** العكارة	المتوسط الحسابي				28.44	75.33	94.65	45.38	80.61	85.70	14.96	7.74	8.21
	القيمة الدنيا				24.41	2.93	5.86	24.41	23.44	11.72	6.84	0.98	1.95
	القيمة القصوى				36.13	193.3	200	125.9	187.5	186.5	33.2	24.41	80.08
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيمائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي				11.0	16.9	22.4	18.5	21.1	13.5	14.9	18.1	14.3
	القيمة الدنيا				5	5	7	10	5	5	5	10	7
	القيمة القصوى				27	37	37	34	54	24	32	32	24

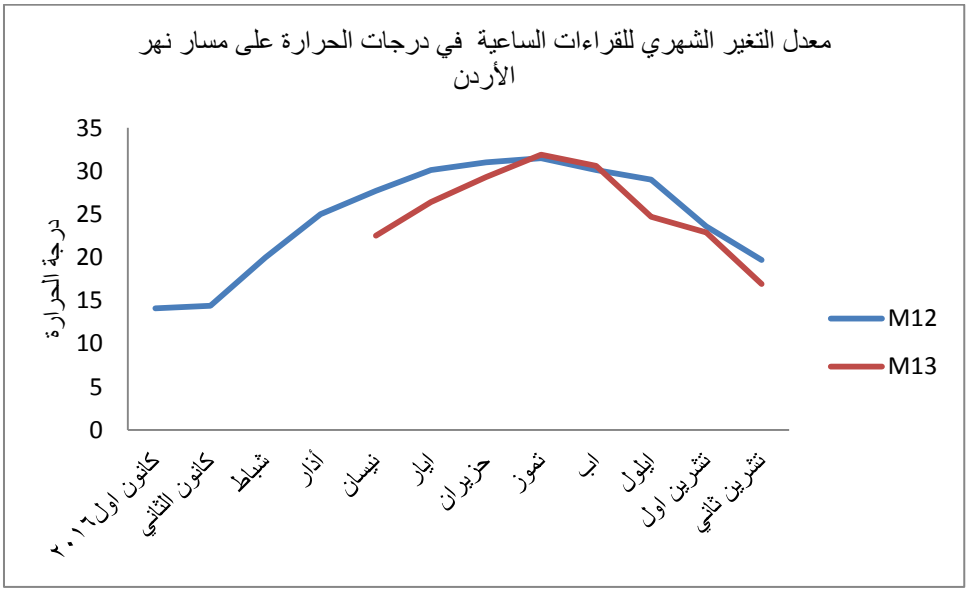
*: القيمة القصوى لقراءة الجهاز ١٠٠٠٠ميكروسيمنز/ سم

**: القيمة القصوى لقراءة الجهاز ٢٠٠ وحدة نفلومترية

فيما يلي تقييم لجميع الخواص المراقبة على مسار نهر الأردن:

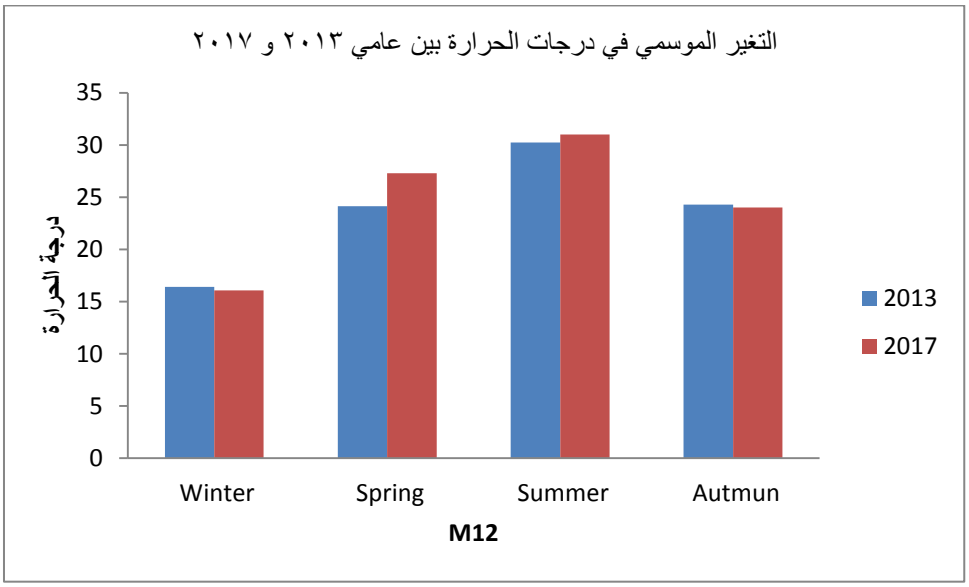
درجة الحرارة

تلعب درجة حرارة المياه دورا حاسما في أداء النظم الإيكولوجية المائية، حيث انها تؤثر مباشرة على الكائنات الحية من خلال سيطرتها على تدفق الطاقة، ومعدلات التمثيل الغذائي للكائنات المائية وإنتاجيتهم. أن تأثير درجة حرارة المياه على النظم الإيكولوجية المائية يحدث على طيف واسع ويتم رصد درجة الحرارة للعمل وبشكل سريع على معالجة الآثار المرتبطة بدرجات الحرارة واقامة علاقات بين استخدام الأراضي والمتغيرات المناخية ودرجة حرارة الماء. وعادةً ما يرتبط تغير درجة الحرارة بتغير الأحول المناخية فوق المسطحات المائية، والتي تؤثر في درجة حرارة المياه السطحية (الرياح السائدة، مدى تراكم السحب كمية الأمطار الساقطة)، مدى قدرة المياه على امتصاص الأشعة الشمسية ومدى مقدرة الأخيرة على التغلغل في المياه شبه السطحية. يلاحظ من الجدول أعلاه ان المعدلات السنوية لقياسات درجات الحرارة الساعية تراوحت ما بين ١١,٣ درجة مئوية شتاءً – ٣٤,٤ درجة مئوية صيفاً على مسار النهر من الشمال للجنوب وهذا يتوافق تماما مع درجة الهواء التي تم رصدها من قبل دائرة الارصاد الجوية في منطقتي الباقورة وديرعلا للعام ٢٠١٧ حيث تراوحت درجات الحرارة – ١,٠ درجة مئوية شتاءًإلى٤٢,٨ درجة مئوية صيفاً في محطتي الرصد المذكورتين (ملحق رقم ١). يبين الشكل رقم (٤–٨) متوسط المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لمحطات المراقبة لعام ٢٠١٧ حيث تراوح المتوسط ما بين ١١,٣ درجة مئوية شتاءًفي الشمال إلى ٣٤,٤ درجة مئوية صيفاً في الجنوب (الفترات الفارغة لم يتم رصد بيانات فيها نظراً لوجود مشكلة فنية في النظام).

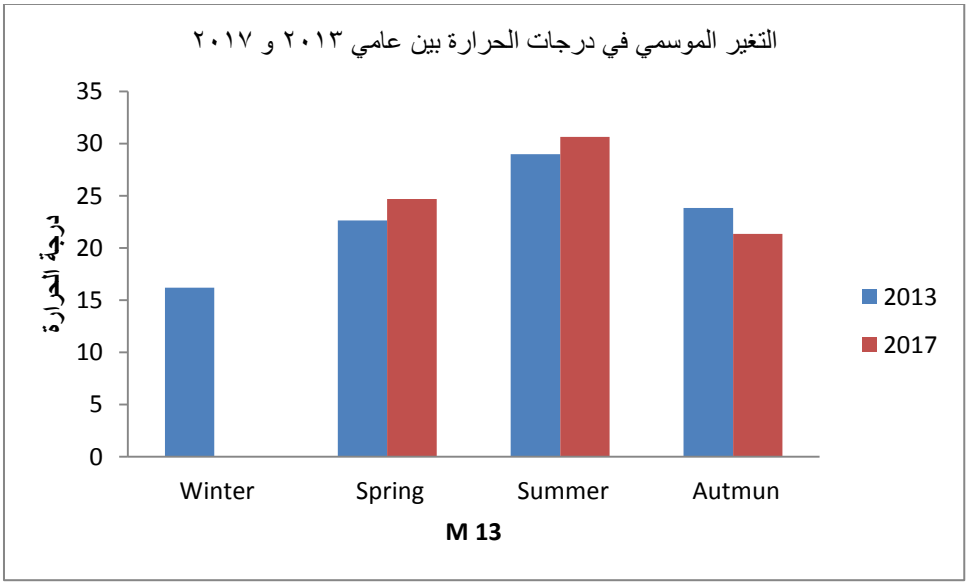


الشكل رقم (٤–٨): المتوسط الحسابي الشهري للقراءات الساعية في درجات الحرارة على مسار نهر الأردن لعام ٢٠١٧

في حين تبين الأشكال أرقام ((٤-٩) و (٤-١٠)) التغير الحاصل في المواسم للمواقع المراقبة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ في محطتي الرصد على إعتبار أن فصول السنة كالتالي: فصل الربيع: الأشهر(آذار، نيسان وأيار)، فصل الصيف: الأشهر (حزيران، تموز وآب) فصل الخريف: الأشهر (أيلول، تشرين الأول، وتشرين الثاني)، فصل الشتاء: الأشهر (كانون الأول، كانون الثاني، وشباط). ويلاحظ انخفاض الحرارة شتاءًوارتفاعها صيفاً بين عامي ٢٠١٣ و٢٠١٧.



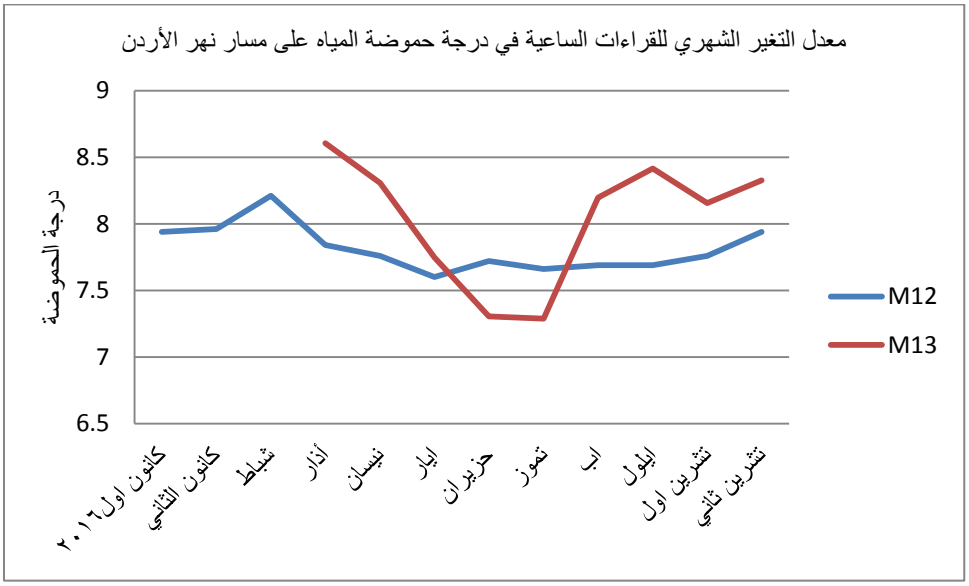
الشكل رقم (٤-٩): معدل التغير الموسمي لدرجات الحرارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر المجامع



الشكل رقم (٤-١٠): معدل التغير الموسمي لدرجات الحرارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر الملك حسين

درجة الحموضة

يعتبر الرقم الهيدروجيني أو درجة الحموضة من الخصائص الهامة للمياه، حيث يتحكم بشكل رئيسي في مدى توفر العناصر الغذائية للنبات. كما يمكن أن يتسبب في تآكل معدات إمدادات المياه أو يعمل على ترسيب الكربونات عليها. إضافة إلى تأثيره المباشر على فاعلية العديد من عمليات معالجة المياه مثل التلبيد والتخثير وتعقيم المياه. من ناحية أخرى فإن معظم الكائنات الحية تعيش في مدى ضيق للرقم الهيدروجيني. وتتراوح درجة الحموضة الطبيعية للمياه بين (٦,٠-٩,٠ SU). بالنظر إلى نتائج المواقع المراقبة يتبين ان درجة حموضة المياه تراوحت ما بين (٧,٠٣- ٨,٧٩ SU) وهذا يقع ضمن الحد الطبيعي للمياه الشكل رقم (٤-١١) (الفترات الفارغة لم يتم رصد بيانات فيها نظراً لوجود مشكلة فنية في النظام)، هذا ويلاحظ ان المياه تميل للقاعدية (ارتفاع في pH) في نهاية مسار النهر مما يعني الزيادة في القلوية، وقد يُعد ذلك خطر يهدد الاحياء المائية والنظم الايكولوجية في المياه. (الفترات الفارغة لم يتم رصد بيانات فيها نظراً لوجود مشكلة فنية في النظام).

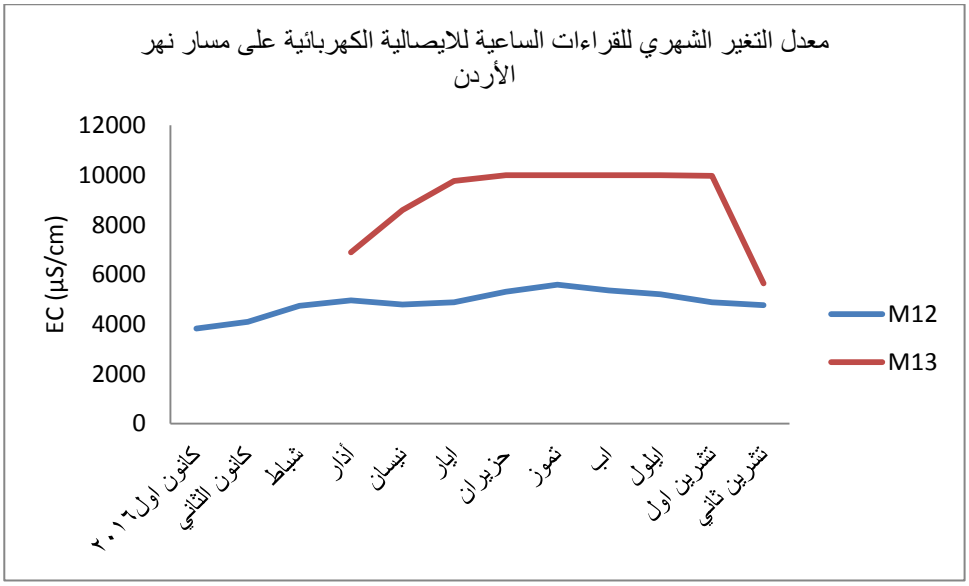


الشكل رقم (٤-١١): المتوسط الحسابي الشهري للقراءات الساعية لدرجة حموضة المياه على مسار نهر الأردن لعام ٢٠١٧

الإيصالية الكهربائية

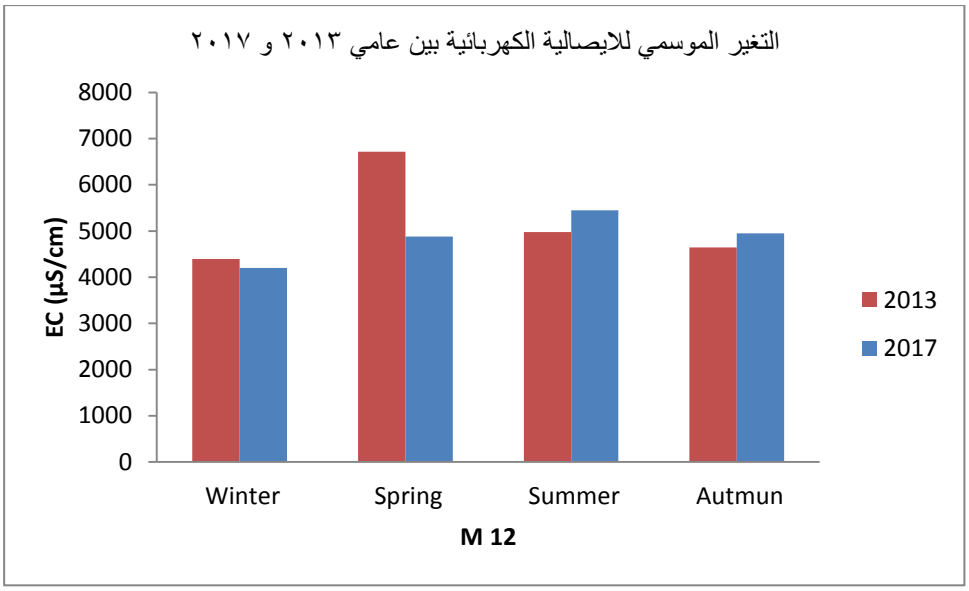
يعتبر محتوى الملوحة في مياه الري من العوامل الرئيسية التي تحدد نوع النبات الملائم للري، ويعبر عن تركيز الأملاح في مياه الري بوحدة التوصيل الكهربائي (ديسيمنز/ متر) أو غيرها مثل (ميكروسيمنز/ سنتيمتر) ينجم التناقص في الملوحة عن الهطولات المطرية والجريان من اليابسة وتأتي الزيادة في الملوحة من التبخر وارتفاع درجات الحرارة.

تراوح المتوسط الحسابي للقراءات الساعية للعام ٢٠١٧ للايصالية الكهربائية ما بين (٤٧٧٦-٨٧٧٦ ميكروسيمنز/ سنتيمتر) من شمال النهر وحتى جنوبه مما يعني ملوحة عالية في النهر. يبين الشكل رقم (٤-١٢) الاختلافات في ملوحة مياه النهر من الشمال للجنوب على مدار أشهر السنه ويلاحظ ان ارتفاع الملوحة في جنوب النهر قد زاد اكثر من ٥٠% من ملوحة النهر في شماله وهذا متوقع نظرا لطبيعة المنطقة في المصب الجنوبي بالاضافة لدخول قناة تحويل المياه المالحة من حول بحيرة طبريا للنهر. وتبلغ ذروة الارتفاع في الصيف نظرا لعدم وجود روافد للنهر مثل فصل الشتاء وارتفاع درجة الحرارة في الصيف عنه في باقي الفصول. (الفترات الفارغة لم يتم رصد بيانات فيها نظراً لوجود مشكلة فنية في النظام).

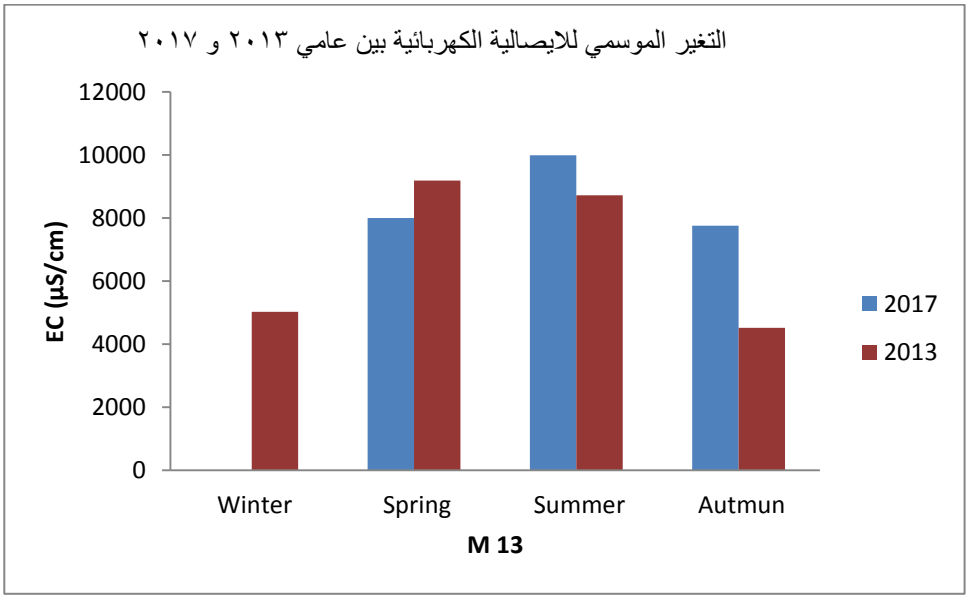


الشكل رقم (٤-١٢): المتوسط الحسابي الشهري للقراءات الساعية للايصالية الكهربائية للمياه على مسار نهر الأردن لعام ٢٠١٧

تبين الأشكال أرقام ((٤-١٣) و (٤-١٤)) التغير الموسمي في ملوحة مياه النهر بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ حيث يتبين أن هناك ارتفاعاً ملحوظاً في العام ٢٠١٧ عن العام ٢٠١٣ في ملوحة مياه النهر في فصلي الصيف والخريف. بينما تعتمد ملوحة مياه النهر في فصلي الشتاء والربيع على حجم الهطول المطري وكمية المياه الداخلة للنهر من روافده ودرجة الحرارة وعوامل أخرى.



الشكل رقم(٤-١٣): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر المجامع



الشكل رقم(٤-١٤): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر الملك حسين

ويظهر من نتائج الإيصالية الكهربائية أعلاه أن هناك درجة تقييد شديدة تُفرض على استخدام مياه النهر في الري بحسب المواصفة الاردنية رقم ٢٠١٤:١٧٦٦ الخاصة بنوعية مياه الري حيث تم تصنيف المياه في مواصفة نوعية مياه الري إلى ثلاثة أصناف تبعاً لدرجة التقييد على الاستخدام وذلك من حيث محتوى المياه من الأملاح كما هو موضح في الجدول رقم (٤-٤).

الجدول رقم (٤-٤): الحدود والمعايير لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية حسب متطلبات مواصفة مياه الري رقم (JS1766:2014)

الفحوصات	الرمز	درجة التقييد على الاستخدام		
		بدون تقييد	تقييد خفيف إلى متوسط	تقييد متشدد
درجة الحموضة	pH (SU)	٦-٩		
الملوحة (الموصلية الكهربائية)	EC (Ds/m)	< ١,٧	من ١,٧ إلى ٣,٠	< ٣,٠
المواد الصلبة العالقة الكلية (مغ / لتر)	TSS	< ٥٠	من ٥٠ إلى ١٠٠	< ١٠٠
الفسفور الكلي (مغ / لتر)	T-P	< ٦	من ٦ إلى ٢٠	< ٢٠

العكارة

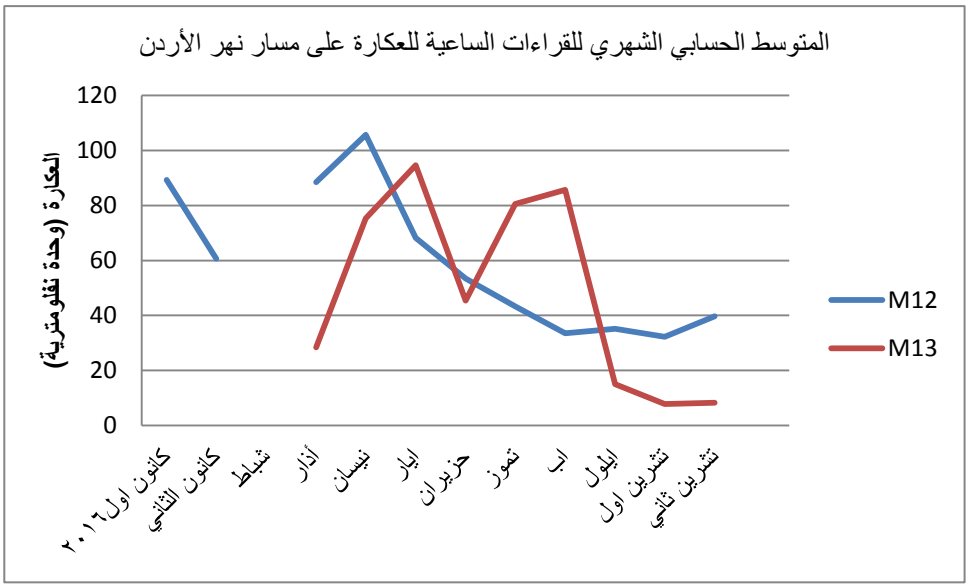
تعتبر خاصية العكارة من الخواص المهم معرفتها سواءً للزراعة أو لمعالجة المياه الخام لأغراض الشرب هذا ويتراوح حجم الجزئيات التى تسبب العكارة فى المياه من ١ ملليمتر إلى ١ ميكروملليمتر وتتعدد مصادر العكارة إلى جزئيات الطمى ويبلغ قطرها ٠,٠٠٢ ملليمتر وجزئيات المواد العضوية الناتجة من تحلل النبات والحيوان.

بينما تكون أسباب العكارة فى المياه الجارية؛ جزئيات التربة، المواد العالقة مثل ذرات الرمل والأتربة التى تلتصق على سطحها المواد العضوية، جزئيات الطمى التى تحتوى على مركبات السيليكا واخرى مثل أكاسيد الحديد والألومنيوم والكربونات والكائنات الحية مثل الطحالب وبكتريا الحديد.

أهمية العكارة :

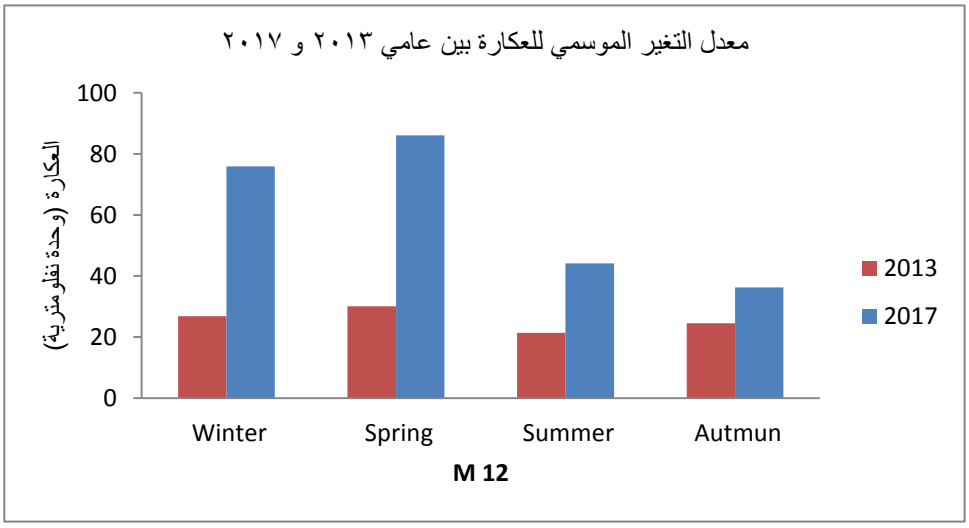
- ✓ هناك علاقة بين العكارة وسلامة المياه والطعم والرائحة فى المياه الطبيعية غير المعالجة والمياه المرشحة المعالجة . حيث تبين أن ٥٠ % من أسباب العكارة يرجع إلى تحلل المواد العضوية التى تكون على شكل مواد غرويه.
- ✓ هناك علاقة بين العكارة والمحتوى البكتيرى فى المياه حيث تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزئيات المسببه للعكارة وبالتالى تساعد على نمو البكتيريا وتكاثرها. كما أن العكارة تحدّ من إكتشاف البكتيريا والفيروسات بالمياه.
- ✓ تقلل العكارة من فاعلية الكلور فى تعقيم المياه وبالتالى تحتاج المياه إلى كميات أكبر من الكلور لقتل البكتيريا ومسببات الأمراض. وقد تم إكتشاف بكتيريا المجموعة القولونية فى مياه تتراوح درجة العكارة بها من ٤ – ٨٤ وحدة وتحتوى على كلور متبقى.
- ✓ هناك علاقة بين العكارة ونظام الري المستخدم في المزارع حيث ان وجود العكارة بقيمة عالية يؤثر على نظام الري بالتنقيط.

بالعودة إلى النتائج الواردة في الجداول أرقام ((٤-٢) و (٤-٣)) أعلاه والشكل رقم (٤-١٥) أدناه يتبين أن العكارة متقاربة في الموقعين وانها ترتفع أحيانا مما يعني تلوث النهر بسبب وجود عوالق كثيرة وتحلل مواد عضوية وقد يسبب ذلك ظهور روائح كريهة ايضاً. (الفترات الفارغة لم يتم رصد بيانات فيها نظراً لوجود مشكلة فنية في النظام).

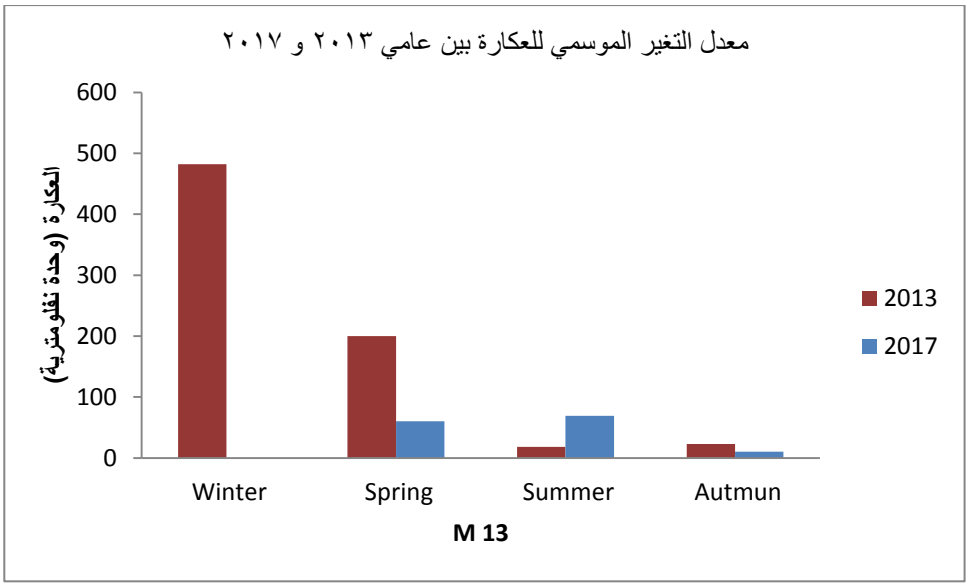


الشكل رقم (٤-١٥): المتوسط الحسابي الشهري للقراءات الساعية لقيم العكارة لعام ٢٠١٧على مسار نهر الأردن

يتبين من الاشكال ارقام ((٤-١٦) و (٤-١٧)) أن هناك اختلاف موسمي واضح وكبير عند شمال النهر ملحوظ في العكارة في معظم فصول السنة وأنه كان تماثل كبير في القراءات لكلا المحطتين طوال العام ما عدا الفترة الواقعة بين حزيران وايلول حيث كان هناك ارتفاع واضح في محطة M13 مما يدل على تغير واضح في نوعية المياه في هذه الفترة ومما يجدر ذكره توافق قراءات العكارة مع سقوط الامطار في الموقعين بشكل واضح. (الفترات الفارغة لم يتم رصد بيانات فيها نظراً لوجود مشكلة فنية في النظام).



الشكل رقم (٤-١٦): معدل التغير الموسمي للعكارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر المجامع



الشكل رقم (٤-١٧): معدل التغير الموسمي للعكارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطة المراقبة عند جسر الملك حسين

النيتروجين الكلي والفسفور الكلي

مركبات النيتروجين والفسفور: تتكون هذه المركبات في الماء بشكل طبيعي في مجمعات الماء أثناء دورة النيتروجين والفسفور في الطبيعة. تضاف هذه المركبات إلى مجمعات الماء عن طريق الفيضانات التي تجر في طريقها بقايا كائنات حية مثل جذوع وأوراق النباتات وجِيَف الحيوانات، وبقايا المحاصيل الزراعية والنفايات الزراعية مثل زبل حظائر الأبقار والدواجن والمجاري. إضافة إلى ذلك، تعد مواد التنظيف المذابة في الماء مصدرا من مصادر مركبات الفسفور.

إن مراقبة هذه الخواص من الأهمية بحيث أن أي تركيز مرتفع لهذه المركبات في الماء من شانه أن يؤدي إلى فائض من مواد التغذية، الأمر الذي يؤدي إلى إحداث سلسلة من العمليات التي تؤدي إلى تآكل الأكسجين الموجود في الماء. هذه العملية تؤدي إلى ابادة الكائنات الحية التي تحتاج في حياتها إلى الأكسجين وتبدأ كائنات حية لا تعتاش على الأكسجين باحتلال مكانها وتطلق إلى الماء عند تنفسها غازات ذوات رائحة كريهة ويصبح لون الماء عكرا وفي هذه المرحلة يمكن القول أن هذا المجمع المائي هو مجمع مائي ميت.

يلاحظ من الجداول أرقام (٤-٢) و (٤-٣) أن النيتروجين الكلي في شمال النهر كان ٨,٦٩ ملغم / لتر في حين كان الفسفور الكلي ١,١٩ ملغم/ لتر مما يعني احتمالية حدوث اثراء غذائي في المياه.

كمية الأُكسجين المستهلك كيميائياً

يؤدي استهلاك الأكسجين المذاب في الماء إلى استنزافه، وبالتالي موت الأحياء المائية خنقا مثل الأسماك والكائنات الحية الدقيقة الهوائية، وفي الوقت نفسه تزداد الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية في الماء فتحلل المواد العضوية لاهوائياً، وينتج غازات سامة وروائح كريهة ناتجة عن غازات مثل NH_3، H_2S و CH_4. أُستحدثت هذه الطريقة في القياس لأنها أسرع، وكذلك لشموليتها في أكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل أو غير القابلة للتحلل الحيوي، حيث تُعد كمية الأكسجين المستهلك كيميائيا مؤشراً جيداً على درجة تلوث المياه بالمواد القابلة للتحلل أو غير القابلة للتحلل الحيوي ، فكلما كانت كمية ال COD عالية كان الماء ملوثاً بدرجة كبيرة .

يلاحظ من الجداول أرقام (٤-٢) و (٤-٣) أن تركيز كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا في شمال النهر بلغت ١٩,١ملغم/ لتر في حين كان بجنوب النهر ١٦,٧ ملغم/ لتر لعام ٢٠١٧ مما يعني وجود مواد عضوية قابلة للتحلل في مسار النهر.

الفصل الخامس

نهر الزرقاء وسد الملك طلال

نهر الزرقاء هو ثالث أكبر نهر في المنطقة ويُعد من روافد نهر الأردن الشكل (٥-١). كانت مياه النهر سابقاً تستخدم لأغراض كثيرة إلا أنه وبعد أن تم خلط مياهه بمياه الصرف الصحي المعالجة الناتجة عن محطة الخربة السمرا لم تعد مياهه تستخدم إلا لأغراض الري. يتم التحكم في مياه النهر من خلال حجزها في سد الملك طلال الشكل (٥-٢). يقع سد الملك طلال في محافظة جرش، وهو من النوع الترابي غير المتجانس؛ تبلغ طاقته التخزينية الحالية حوالي ٧٥ مليون متر مكعب الشكل رقم (٥-٢)، وتستخدم مياهه لري الأراضي الزراعية على مسار النهر وفي وادي الأردن. تتكون مصادر سد الملك طلال المائية من تصريف نهر الزرقاء وروافده (الفيضانات والجريان الدائم)، إضافة إلى المياه العادمة المعالجة القادمة من محطات السمرا وجرش. ويقع في أسفل السد محطة توليد كهربائية بقدرة ٦ ميجاوات الشكل (٥-٢).

الشكل رقم (٥-١): نهر الزرقاء

الشكل رقم (٥-٢): سد الملك طلال

مواقع المراقبة على نهر الزرقاء وسد الملك طلال

نظراً لأهمية مراقبة مياه نهر الزرقاء ومياه سد الملك طلال حيث يعتبر النهر مع السد المصدر الرئيسي والحيوي لمياه الري في وادي الأردن تم تخصيص أربع محطات لمراقبة مياه النهر ومدخل ومخرج السد كما يظهر في الجدول رقم (٥-١) والأشكال أرقام ((٥-٣) و (٥-٤)) أدناه.

الجدول رقم(٥ -١): محطات الرصد عن بُعد على نهر الزرقاء وسد الملك طلال

رمز الموقع على نظام الرصد	اسم ومكان الموقع
M 8	نهر الزرقاء/ جسر الهاشمية
M 9	نهر الزرقاء/ جسر طواحين العدوان
M10	نهر الزرقاء/ مدخل سد الملك طلال
M11	نهر الزرقاء/ مخرج سد الملك طلال

الشكل رقم (٥-٣): التوزيع الجغرافي لمحطات الرصد على نهر الزرقاء وسد الملك طلال

نهر الزرقاء / جسر طواحين العدوان/M 9

نهر الزرقاء/ جسر الهاشمية / M 8

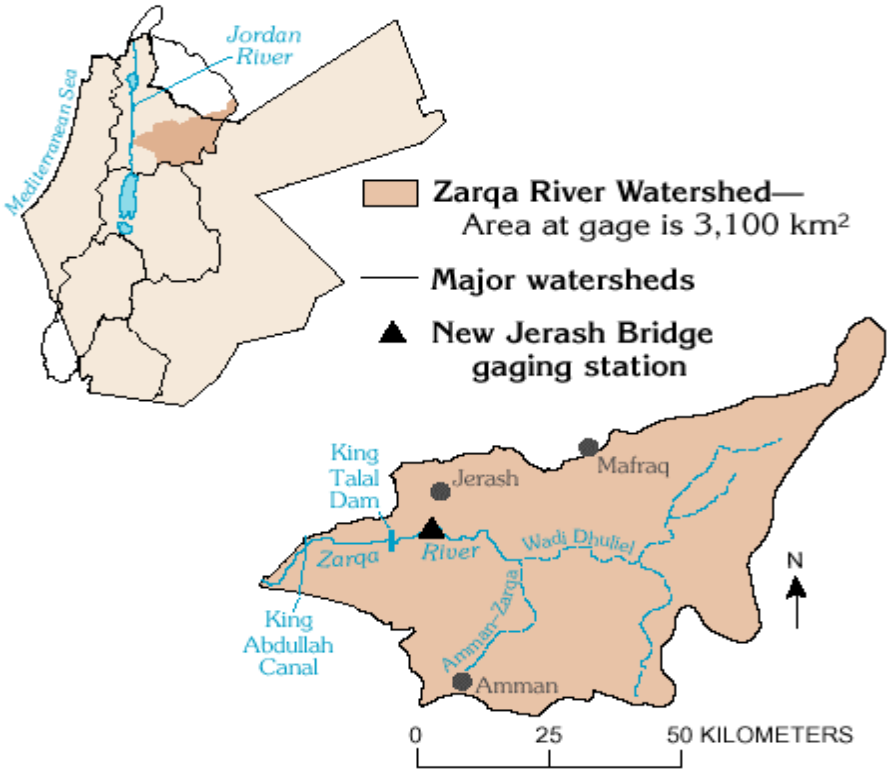
نهر الزرقاء / مخرج سد الملك طلال/M11

نهر الزرقاء / مدخل سد الملك طلال/M 10

الشكل رقم (٥-٤): مواقع محطات الرصدعلى نهر الزرقاء وسد الملك طلال

لمحة عامة عن حوض نهر الزرقاء

يغطي حوض نهر الزرقاء مساحة ٤١٢٠ كيلومترا مربعاً الشكل رقم (٥-٥)، حيث يوجد حوالي ٩٥٪ من مساحته داخل الأردن وحوالي ٥٪ في سوريا. يعيش على هذا الحوض اكثر من ٦٥% من سكان الأردن. يتراوح عمق هطول الأمطار السنوي من أكثر من ٥٠٠ ملم في الجزء الشمالي الغربي للحوض إلى أقل من ١٠٠ ملم في الجزء الشرقي بمتوسط هطول قدره ٢٨٠ ملم / سنة. يُحاصر سد الملك طلال تدفق نهر الزرقاء على ارتفاع ١٢٠ متر وبسعة ٧٥ مليون متر مكعب.



الشكل رقم (٥-٥) : حوض نهر الزرقاء

خلال السنوات العشرين الماضية اختلفت إستخدامات الأراضي في حوض نهر الزرقاء حيث تنتشر حاليا مجموعة كبيرة من البساتين البعلية ومحاصيل الزيتون والمزارع الحقلية للزراعة المروية على ضفاف النهر وعلى مسار النهر الخارج من السد وحتى وادي الأردن في حين كانت الغابات تغطي معظم هذه المناطق قديما. كما أن التوسع العمراني في الحوض أحدث تغييرات كبيرة في استخدامات الأراضي في منطقة الحوض حيث كان من الممكن العثور على مساحات كبيرة من أراضي الرعي والأراضي الزراعية الخصبة بين عمان والمدن الأخرى في القديم بينما تحولت الآن إلى تكتل حضري كبير واحد. هذا بالإضافة إلى أن حوض نهر الزرقاء يحوي أكثر من ٨٠% من الأنشطة الصناعية في المملكة إضافة إلى محطات معالجة المياه العادمة والتي تعتبر الخربة السمرا أكبرها.

وبالإضافة إلى ما تقدم، فإن مجموعة كبيرة من الدراسات أثبتت أن التغيرات المناخية وتأثيرها على النظام الإيكولوجي والموارد المائية سيفرض بُعدا آخر على سيناريو الحوض في المستقبل. فقد شهدت المنطقة انخفاضا كبيراً في الهطول المطري السنوي على مدى السنوات الثمانين الماضية. فعلى سبيل المثال، انخفض متوسط هطول الأمطار في مطار عمان من ٣٢٠ ملم / سنة في الثلاثينيات والأربعينات إلى أقل من ٢٨٠ ملم / سنة في الثمانينيات والتسعينيات. ومن المشاكل الأخرى التي تواجه الحوض تدهور الأراضي والتصحر الناجم عن التدخل البشري والتغيرات المناخية. وقد أصبح تكرار حدوث الجفاف ظاهرة معروفة في هذه المنطقة.

تقييم النتائج:

يتم في مواقع المراقبة المذكورة أعلاه مراقبة الخواص التالية: درجة حرارة المياه Temperature، درجة الحموضة pH، الإيصالية الكهربائية EC ، العكارة Turbidity، النيتروجين الكلي Total- N، الفسفور الكلي Total -P وكمية استهلاك الأُكسجين المتطلب كيميائياًCOD، حيث يتم رصد جميع الخواص المذكورة على مدار الساعة بإستثناء قياسات النيتروجين الكلي والفسفور الكلي التي تتم مرة كل ست ساعات.

يبين الجدول رقم (٥-٢) التحليل الاحصائي للقراءات الساعية لتراكيز الخصائص التي تم مراقبتها في عينات المياه على امتداد نهر الزرقاء للعام ٢٠١٧. ويبين الجدول رقم (٥-٣) المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لتراكيز هذه الخصائص خلال الفترة (كانون أول/٢٠١٦- تشرين ثاني ٢٠١٧).

الجدول رقم (٥-٢): معدلات القراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال خلال العام ٢٠١٧

الفحوصات	القيم الحسابية	المواقع المراقبة			
		M 8/ جسر الهاشمية	M 9 / جسر طواحين العدوان	M 10 / مدخل سد الملك طلال	M 11/ مخرج سد الملك طلال
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	24.9	21.3	22.7	18.3
	القيمة الدنيا	11.3	9.8	9.6	11.1
	القيمة القصوى	37.3	36.7	39.5	28.5
	الانحراف المعياري	4.88	5.44	6.80	5.42
	عدد القراءات الكلية	5955	7770	6376	7281
	عدد القراءات المحللة	5578	7505	6130	6857
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.06	0.03	0.03	0.05
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	7.52	7.64	7.80	7.55
	القيمة الدنيا	7.03	7.03	7.22	6.98
	القيمة القصوى	8.25	8.59	8.64	8.35
	الانحراف المعياري	0.21	0.30	0.19	0.28
	عدد القراءات الكلية	5750	7816	6381	7056
	عدد القراءات المحللة	5459	7612	6282	6417
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.05	0.02	0.01	0.09
الإيصالية الكهربائية EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي	1593	1661	1549	1709
	القيمة الدنيا	684	586	488	1123
	القيمة القصوى	2002	2197	2051	2539
	الانحراف المعياري	190	273	217	384
	عدد القراءات الكلية	5865	7784	6412	6533
	عدد القراءات المحللة	5653	7545	6215	5371
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.03	0.03	0.03	0.02

تابع الجدول رقم (٥-٢)

الفحوصات	القيم الحسابية	المواقع المراقبة			
		M 8/ جسر الهاشمية	M 9 / جسر طواحين العدوان	M 10 / مدخل سد الملك طلال	M 11/ مخرج سد الملك طلال
العكارة Turbidity (NTU)	المتوسط الحسابي	3.32	14.1	21.8	4.99
	القيمة الدنيا	0.98	0.98	0.98	0.98
	القيمة القصوى	135	200	200	95.7
	الانحراف المعياري	6.08	25.0	23.4	5.87
	عدد القراءات الكلية	4800	7477	5937	6504
	عدد القراءات المحللة	4656	7381	5810	6425
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.03	0.01	2.13	0.01
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	32.4	25.8	24.6	23.5
	القيمة الدنيا	21	10	7	10
	القيمة القصوى	80	71	54	50
	الانحراف المعياري	10.1	9.44	10.4	6.35
	عدد القراءات الكلية	5921	7272	1203	7356
	عدد القراءات المحللة	5475	6694	846	7059
	% القراءات المستثناه من التحليل	0.07	0.08	0.29	0.04

ملاحظة : تجدر الاشارة هنا إلى أن جهازي فحص النيتروجين الكلي والفسفور الكلي كانا معطلين عن العمل في المحطات M8 و M9 في العام ٢٠١٧

الجدول رقم (٥-٣): المعدلات الشهرية للقراءات الساعية لتراكيز الخواص للمواقع المراقبة على امتداد نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال خلال العام ٢٠١٧

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M 8/ جسر الهاشمية											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	18.7	17.0	16.6	19.9	22.7	25.7	28.5	29.8	29.8	29.0	26.5	23.8
	القيمة الدنيا	11.5	13.5	11.3	14.8	20.1	23.1	24.0	23.4	21.5	22.3	24.2	21.3
	القيمة القصوى	22.5	20.1	21.5	23.8	26.2	29.3	34.4	37.3	34.2	36.5	29.5	26.6
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	7.57	7.49	7.52	7.59	7.70	7.55	7.63	7.63	7.44	7.38	7.14	7.55
	القيمة الدنيا	7.13	7.18	7.13	7.18	7.42	7.22	7.18	7.08	7.03	7.03	7.03	7.32
	القيمة القصوى	8.25	7.81	7.91	8.1	8.15	8.05	8.2	8.1	7.96	7.86	7.52	7.76
EC (µS/cm) الإيصالية الكهربائية	المتوسط الحسابي	1300	1178	1269	1437	1545	1633	1641	1734	1729	1688	1670	1563
	القيمة الدنيا	684	830	976	1318	1416	1514	1514	1562	1416	1416	1562	1416
	القيمة القصوى	1562	1465	1465	1562	1758	1806	1855	1953	2002	1953	1904	1758
Turbidity(NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	1.74	10.9	2.16	3.28	1.02	4.14	1.44	جهاز القياس خارج الخدمة	2.04	1.47	5.65	8.26
	القيمة الدنيا	0.98	0.98	0.98	0.92	0.98	0.98	0.98		0.98	0.98	0.98	5.86
	القيمة القصوى	22.46	121.09	8.79	26.37	8.79	135.74	36.13		37.11	15.62	16.6	48.83
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	65.5	46.0	32.0	27.9	24.3	25.1	23.6	24.5	35.8	37.7	36.4	35.9

تابع الجدول رقم(٥-٣)

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M 9 / جسر طواحين العدوان											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	15.3	15.0	14.7	18.4	22.4	24.0	23.6	28.1	26.6	26.5	24.4	20.8
	القيمة الدنيا	10.0	9.80	10.0	12.9	13.5	17.8	18.2	18.9	18.8	20.5	20.1	14.3
	القيمة القصوى	18.2	17.0	20.7	23.8	30.9	35.4	34.6	36.5	36.7	31.8	32.2	30.5
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	7.33	7.38	7.32	7.71	7.72	7.84	7.81	7.89	7.63	7.74	7.74	7.56
	القيمة الدنيا	7.13	7.13	7.03	7.13	7.03	7.22	7.32	7.52	7.03	7.22	7.22	7.03
	القيمة القصوى	8.01	7.57	7.57	8.40	8.30	8.40	8.59	8.30	8.45	8.35	8.30	8.10
EC (µS/cm) الإيصالية الكهربائية	المتوسط الحسابي	1314	1229	1428	1558	1812	1815	1742	1866	1770	1832	1858	1771
	القيمة الدنيا	586	781	976	1269	1562	1660	1611	1660	1465	1514	1562	1416
	القيمة القصوى	1855	1367	2002	1806	2051	2099	1953	2148	2099	2148	2197	2099
Turbidity (NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	39.0	16.5	31.4	10.2	7.36	3.77	3.29	6.22	11.3	13.6	9.44	8.77
	القيمة الدنيا	1.00	4.88	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	القيمة القصوى	200	200	200	57.62	57.62	44.92	18.55	20.51	48.83	52.73	35.16	41.02
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	31.2	37.8	33.4	20.2	22.7	17.2	14.0	22.0	23.5	24.7	28.4	30.4
	القيمة الدنيا	20	22	10	12	12	10	10	10	10	10	10	17
	القيمة القصوى	56	71	71	54	34	42	29	37	49	42	44	49

ابع الجدول رقم (٥-٣)

الفحوصات	القيم الحسابية الشهرية	M 10 / مدخل سد الملك طلال											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	14.2	14.3	14.2	17.2	20.4	23.8	26.8	30.3	30.0	27.3	21.1	19.0
	القيمة الدنيا	10.6	9.8	9.6	13.9	15.4	14.4	16.6	20.5	21.7	19.3	14.4	17.0
	القيمة القصوى	19.1	18.2	18.8	21.7	26.6	32.6	36.7	39.5	38.9	34.4	30.3	23.6
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	8.07	7.65	8.03	7.74	7.79	7.82	7.81	7.74	7.69	7.78	7.79	7.68
	القيمة الدنيا	7.22	7.37	7.37	7.32	7.62	7.47	7.57	7.52	7.22	7.62	7.66	7.32
	القيمة القصوى	8.64	8.54	8.4	8.05	7.96	8.05	8.10	8.05	7.96	8.01	8.01	7.91
الإيصالية الكهربائية EC (µS/cm)	المتوسط الحسابي	1154	1398	1301	1398	1582	1701	1690	1688	1542	1463	1810	1633
	القيمة الدنيا	488	1074	781	1074	1221	1465	1514	1465	1269	1318	1611	1172
	القيمة القصوى	1465	1562	1514	1611	1855	1953	2002	1953	1758	1660	2051	1904
Turbidity (NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	71.9	20.6	37.6	30.0	13.3	17.9	12.0	14.1	24.0	23.1	21.0	20.8
	القيمة الدنيا	3.91	3.91	8.79	4.88	3.91	3.91	0.98	0.98	6.84	11.72	9.77	9.77
	القيمة القصوى	200	151	200	200	26.3	72.2	113	177	64.4	68.3	61.5	61.5
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	27.1	17.6	28.2	21.8	جهاز القياس خارج الخدمة							
	القيمة الدنيا	10	10	7.0	10								
	القيمة القصوى	44	49	54	37								
T-P (mg/L) الفسفور الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	2.60	2.60	2.01	جهاز القياس خارج الخدمة								
	القيمة الدنيا	2.56	2.12	1.17									
	القيمة القصوى	2.64	2.78	2.93									
T-N (mg/L) النيتروجين الكلي (مغ/لتر)	المتوسط الحسابي	11.2	11.2	جهاز القياس خارج الخدمة									

تابع الجدول رقم (٥-٣)

الفحوصات	الشهرية القيم الحسابية	M 11/ مخرج سد الملك طلال											
		كانون أول٢٠١٦	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين أول	تشرين ثاني
Temperature (°C) درجة الحرارة (درجة مئوية)	المتوسط الحسابي	15.7	13.4	12.8	12.8	12.7	13.9	17.1	21.2	25.3	27.5	24.4	20.6
	القيمة الدنيا	13.5	11.7	11.1	11.5	12.3	12.9	14.8	18.8	21.9	22.7	22.3	17.2
	القيمة القصوى	17.8	17.8	18.6	19.5	13.7	15.2	19.5	23.8	28.3	28.5	26.6	23.1
pH (SU) درجة الحموضة (وحدة معيارية)	المتوسط الحسابي	7.53	8.00	7.99	7.48	7.47	7.43	7.43	7.38	7.34	7.54	7.74	7.64
	القيمة الدنيا	7.03	7.42	7.57	7.13	7.18	7.22	7.27	7.18	6.98	7.03	7.37	7.27
	القيمة القصوى	8.10	8.15	8.10	8.25	8.30	7.91	7.71	7.76	8.35	8.10	8.15	8.05
EC (µS/cm) الإيصالية الكهربائية	المتوسط الحسابي	1495	1267	1196	1259	1284	1630	1811	2074	2280	2128	2038	1955
	القيمة الدنيا	1123	1221	1172	1172	1172	1562	1660	1904	2148	1855	1904	1758
	القيمة القصوى	1758	1465	1269	1709	1611	1758	1953	2539	2539	2392	2246	2197
Turbidity (NTU) العكارة	المتوسط الحسابي	16.4	3.68	3.67	1.74	1.00	2.88	1.59	1.22	2.86	4.17	7.32	10.1
	القيمة الدنيا	1.95	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	1.95	4.88
	القيمة القصوى	95.7	16.6	9.77	4.88	1.95	6.84	10.74	6.84	5.86	9.77	14.65	26.37
COD (mg/L) كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا (مغ/ لتر)	المتوسط الحسابي	24.6	27.8	28.1	29.8	30.4	26.7	21.6	16.6	17.9	18.0	19.8	24.0
	القيمة الدنيا	13	11	13	18	20	19	10	10	12	12	14	19
	القيمة القصوى	50	39	41	39	43	31	31	35	23	30	27	31

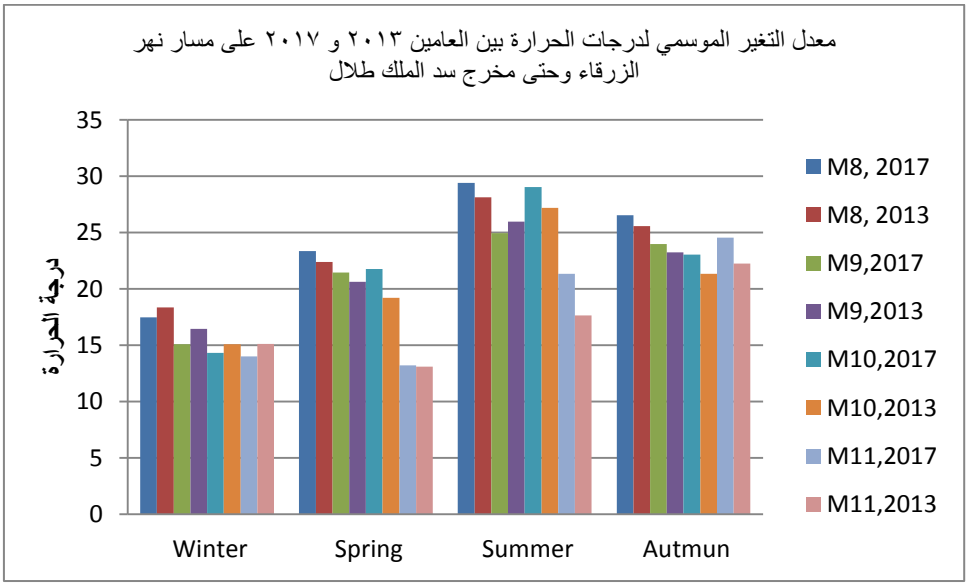
يما يلي تقييم لجميع الخواص التي تم مراقبتها على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال:

درجة الحرارة

تلعب درجة حرارة المياه دورا حاسما في أداء النظم الإيكولوجية المائية، حيث انها تؤثر مباشرة على الكائنات الحية من خلال سيطرتها على تدفق الطاقة، ومعدلات التمثيل الغذائي للكائنات المائية وإنتاجيتهم. أن تأثير درجة حرارة المياه على النظم الإيكولوجية المائية يحدث على طيف واسع ويتم رصد درجة الحرارة للعمل وبشكل سريع على معالجة الآثار المرتبطة بدرجات الحرارة واقامة علاقات بين استخدام الأراضي والمتغيرات المناخية ودرجة حرارة الماء. وعادةً ما يرتبط تغير درجة الحرارة بتغير الأحول المناخية فوق المسطحات المائية، والتي تؤثر في درجة حرارة المياه السطحية (الرياح السائدة، مدى تراكم السحب كمية الأمطار الساقطة)، مدى قدرة المياه على امتصاص الأشعة الشمسية ومدى مقدرة الأخيرة على التغلغل في المياه شبه السطحية. يلاحظ من الجدول أعلاه ان المعدلات السنوية لقياسات درجات الحرارة الساعية تراوحت ما بين ٩,٦ درجة مئوية شتاءً– ٣٩,٥ درجة مئوية صيفاً على مسار النهر وحتى مخرج السد وهذا يتوافق تماما مع درجة الهواء التي تم رصدها من قبل دائرة الارصاد الجوية في منطقة الزرقاء للعام ٢٠١٧ حيث تراوحت درجات الحرارة من صفر درجة مئوية شتاءًإلى ٤٠,٧ درجة مئوية صيفاً في محطة الرصد المذكورة (ملحق رقم ١). يبين الشكل رقم (٥–٦) متوسط المعدلات السنوية للقراءات الساعية لمحطات المراقبة حيث تراوح المتوسط ما بين ٢١,٣ درجة مئوية في مسار النهر إلى ٢٤,٩ درجة مئوية حتى مدخل السد في حين كانت أقل متوسط درجة حرارة لمخرج السد حيث بلغ المتوسط الحسابي السنوي للقراءات الساعية ١٨,٣ درجة مئوية.

في حين يبين الشكل رقم (٥–٧) التغير الحاصل في المواسم للمواقع المراقبة بين عام ٢٠١٣ وعام ٢٠١٧ على اعتبار أن فصول السنة كالتالي: فصل الربيع: الأشهر(آذار، نيسان وأيار)، فصل الصيف: الأشهر (حزيران، تموز وآب) فصل الخريف: الأشهر (أيلول، تشرين الأول، وتشرين الثاني)، فصل الشتاء: الأشهر (كانون الأول، كانون الثاني، وشباط). ويجدر بالذكر هنا إلى أن هناك تغير طفيف في أقل درجة حرارة للهواء تم رصدها شتاءًفي محطة الزرقاء حيث كانت –٠,٤ درجة مئوية في العام ٢٠١٣ و صفر في العام ٢٠١٧. وعلى العكس من ذلك صيفًا حيث ارتفعت أقصى درجة حرارة من ٣٩,٦ درجة مئوية في العام ٢٠١٣ إلى ٤٠,٧ درجة مئوية في العام ٢٠١٧ في محطة رصد الزرقاء.

الشكل رقم (٥-٦): المتوسط الحسابي القراءات الساعية لدرجات الحرارة لعام٢٠١٧على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال

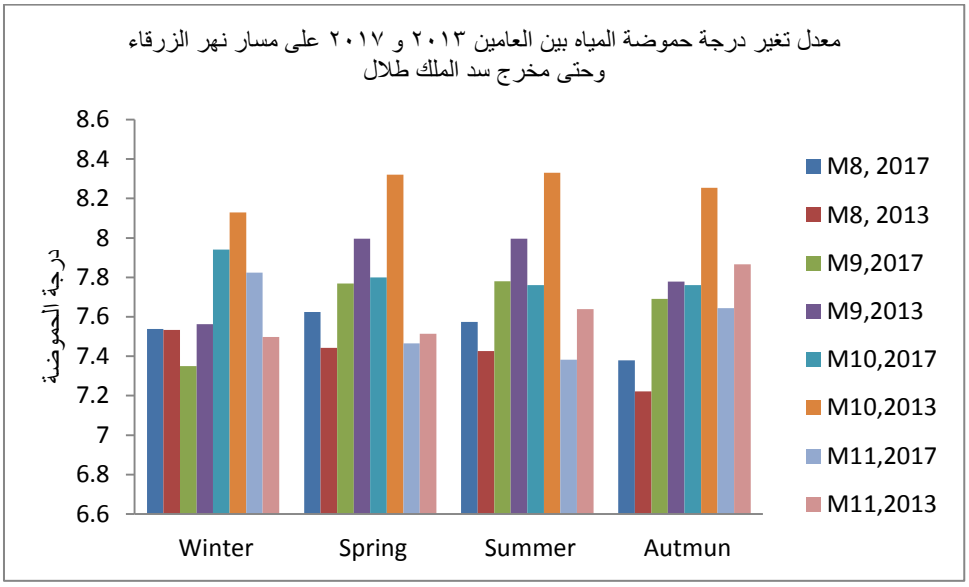


الشكل رقم (٥-٧): معدل التغير الموسمي لدرجات الحرارة بين عامي ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطات المراقبة على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال

درجة الحموضة

يعتبر الرقم الهيدروجيني أو درجة الحموضة من الخصائص الهامة للمياه، حيث يتحكم بشكل رئيسي في مدى توفر العناصر الغذائية للنبات. كما يمكن أن يتسبب في تآكل معدات إمدادات المياه أو يعمل على ترسيب الكربونات عليها. إضافة إلى تأثيره المباشر على فاعلية العديد من عمليات معالجة المياه مثل التلبيد والتخثير وتعقيم المياه. من ناحية أخرى فإن معظم الكائنات الحية تعيش في مدى ضيق للرقم الهيدروجيني. وتتراوح درجة الحموضة الطبيعية للمياه بين (٦,٠–٩,٠ SU). بالنظر إلى نتائج المواقع المراقبة يتبين ان متوسط درجة حموضة المياه تراوحت ما بين (٧,٥٢– ٧,٨٠ SU) وهذا يقع ضمن الحد الطبيعي للمياه.

عند مقارنة التغير في درجة الحموضة عبر فصول السنة بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ يتبين انه لم يحدث اي تغير يذكر في درجة حموضة المياه وبقيت ضمن الحدود الطبيعية للمياه ما عدا مدخل السد الذي انخفض بشكل ملحوظ كما يظهر في الشكل رقم (٥–٨) أدناه.

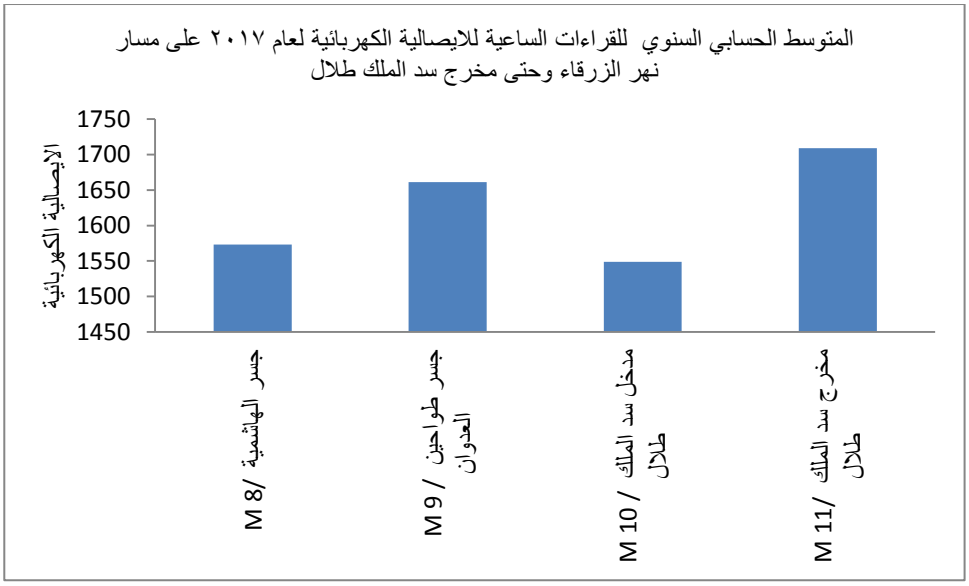


الشكل رقم (٥–٨): معدل التغير الموسمي في درجة حموضة المياه للعامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ لمحطات المراقبة على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال

الإيصالية الكهربائية

يعتبر محتوى الملوحة في مياه الري من العوامل الرئيسية التي تحدد نوع النبات الملائم للري، ويعبر عن تركيز الأملاح في مياه الري بوحدة التوصيل الكهربائي (ديسيمنز/متر) أو غيرها مثل (ميكروسيمنز/سنتيمتر) ينجم التناقص في الملوحة عن الهطولات المطرية والجريان من اليابسة وتأتي الزيادة في الملوحة من التبخر وارتفاع درجات الحرارة.

تراوح متوسط القراءات الساعية للعام ٢٠١٧ للايصالية الكهربائية ما بين (١٥٤٩–١٧٠٩ ميكروسيمنز/سنتيمتر) على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج المياه من سد الملك طلال الشكل رقم (٥–٩).



الشكل رقم (٥-٩): المتوسط السنوي للقراءات الساعية لقيم الإيصالية الكهربائية لعام٢٠١٧ على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال

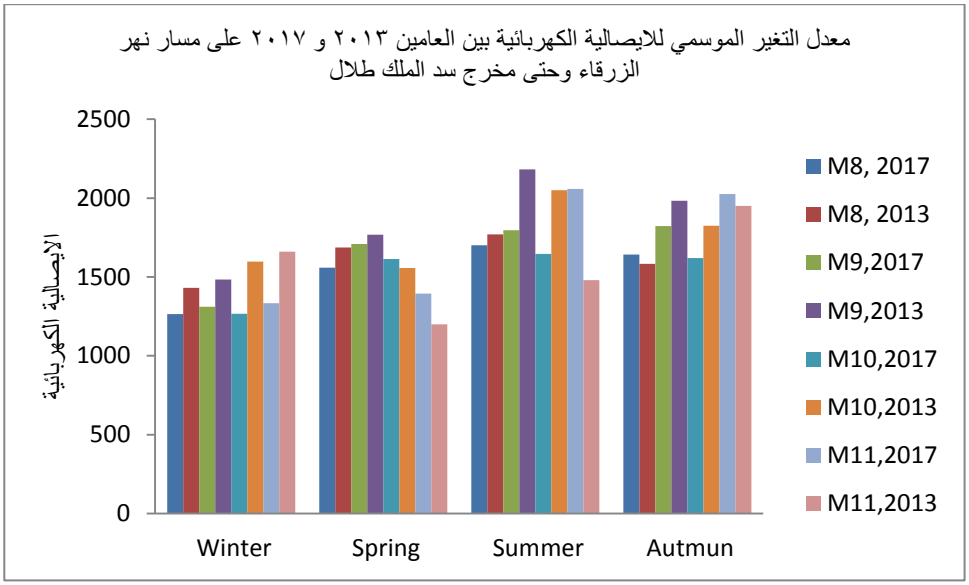
ويظهر من الارقام أعلاه ان درجة الإيصالية الكهربائية في المواقع المراقبة على مسار النهر وحتى الخروج من سد الملك طلال لا تفرض أي درجة تقييد على الاستخدام من حيث الملوحة بحسب المواصفة الاردنية رقم ٢٠١٤:١٧٦٦ الخاصة بنوعية مياه الري حيث تم تصنيف المياه في مواصفة نوعية مياه الري إلى ثلاثة أصناف تبعاً لدرجة التقييد على الاستخدام وذلك من حيث محتوى المياه من الأملاح كما هو موضح في الجدول رقم (٥-٤).

الجدول رقم(٥-٤): الحدود والمعايير لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية حسب متطلبات مواصفة مياه الري رقم (JS1766:2014)

الفحوصات	الرمز	درجة التقييد على الاستخدام		
		بدون تقييد	تقييد خفيف إلى متوسط	تقييد متشدد
درجة الحموضة	pH (SU)	٩-٦		
الملوحة (الموصلية الكهربائية)	EC (Ds/m)	١,٧ >	من ١,٧ إلى ٣,٠	٣,٠ <
المواد الصلبة العالقة الكلية (مغ / لتر)	TSS	٥٠ >	من ٥٠ إلى ١٠٠	١٠٠ <
الفسفور الكلي (مغ / لتر)	T-P	٦ >	من ٦ إلى ٢٠	٢٠ <

عند مقارنة التغير الحاصل في الإيصالية الكهربائية للاعوام ٢٠١٣ و٢٠١٧ الشكل رقم (٥-١٠) يتبين ان الإيصالية الكهربائية في عام ٢٠١٧ أقل في اغلب الاحيان مما يدل على ان الملوحة انخفضت وقد يعزى ذلك

إلى التوسعة التي تم افتتاحها لمحطة الخربة السمرا وإلى تحسن كفاءة محطة الخربة السمرا في معالجة المياه العادمة مما ينعكس ايجابا على نوعية المياه في النهر وفي السد.



الشكل رقم (٥-١٠): معدل التغير الموسمي للايصالية الكهربائية بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال

العكارة

تعتبر خاصية العكارة من الخواص المهم معرفتها سواءً للزراعة او لمعالجة المياه الخام لأغراض الشرب هذا ويتراوح حجم الجزئيات التى تسبب العكارة فى المياه من ١ ملليمتر إلى ١ ميكروملليمتر وتتعدد مصادر العكارة إلى جزئيات الطمى ويبلغ قطرها ٠,٠٠٢ ملليمتر وجزئيات المواد العضوية الناتجة من تحلل النبات والحيوان.

بينما تكون أسباب العكارة فى المياه الجارية؛ جزئيات التربة، المواد العالقة مثل ذرات الرمل والأتربة التى تلتصق على سطحها المواد العضوية، جزئيات الطمى التى تحتوى على مركبات السيليكا وآخرى مثل أكاسيد الحديد والألومنيوم والكربونات والكائنات الحية مثل الطحالب وبكتيريا الحديد.

أهمية فحص العكارة :

- ✓ هناك علاقة بين العكارة وسلامة المياه والطعم والرائحة فى المياه الطبيعية غير المعالجة والمياه المرشحة المعالجة . حيث تبين أن ٥٠ % من أسباب العكارة يرجع إلى تحلل المواد العضوية التى تكون على شكل مواد غرويه .
- ✓ هناك علاقة بين العكارة والمحتوى البكتيرى فى المياه حيث تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزئيات المسببه للعكارة وبالتالى تساعد على نمو البكتيريا وتكاثرها. كما أن العكارة تحدّ من إكتشاف البكتيريا والفيروسات بالمياه.

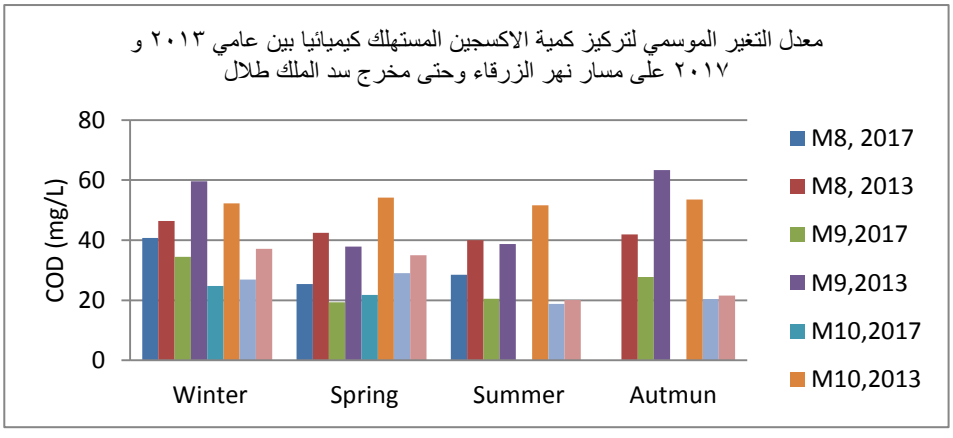
- ✓ تقلل العكارة من فاعلية الكلور فى تعقيم المياه وبالتالى تحتاج المياه إلى كميات أكبر من الكلور لقتل البكتيريا ومسببات الأمراض. وقد تم إكتشاف بكتيريا المجموعة القولونية فى مياه تتراوح درجة العكارة بها من ٤ – ٨٤ وحدة وتحتوى على كلور متبقى.
- ✓ هناك علاقة بين العكارة ونظام الري المستخدم في المزارع حيث ان وجود العكارة بقيمة عالية يؤثر على نظام الري بالتنقيط.

بالعودة إلى النتائج الواردة في الجداول أرقام (٥-٢) و (٥-٣) أعلاه فقد تراوحت قيم العكارة في المياه على مسار النهر وحتى مخرج سد الملك طلال ما بين (٣,٣٢ – ٢١,٨ وحدة نفلومترية) وكانت ٤,٩٩ وحدة نفلومترية عند مخرج سد الملك طلال.

كمية الأُكسجين المستهلك كيميائياً

يؤدي استهلاك الأكسجين المذاب في الماء إلى استنزافه، وبالتالي موت الأحياء المائية خنقا مثل الأسماك والكائنات الحية الدقيقة الهوائية، وفي الوقت نفسه تزداد الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية في الماء فتحلل المواد العضوية لاهوائياً، وينتج غازات سامة وروائح كريهة ناتجة عن غازات مثل NH_3، H_2S و CH_4. استحدثت هذه الطريقة في القياس لأنها أسرع، وكذلك لشموليتها في أكسدة المواد العضوية القابلة للتحلل أو غير القابلة للتحلل الحيوي، حيث تُعد كمية الأكسجين المستهلك كيميائيا مؤشراً جيداً على درجة تلوث المياه بالمواد القابلة للتحلل أو غير القابلة للتحلل الحيوي ، فكلما كانت كمية الـCOD عالية كان الماء ملوثاً بدرجة كبيرة.

يتبين من الجداول أعلاه أن متوسط القراءات الساعية لكمية الأكسجين المستهلك كيميائيا على مسار نهر الزرقاء تراوحت ما بين ٢٣,٥ ملغم / لتر إلى ٣٢,٤ ملغم / لتر وهذا متوقع نظرا لخلط مياه نهر الزرقاء بمياه عادمة معالجة وعند مقارنة معدل التغير الموسمي للنتائج بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ يتبين أن كمية استهلاك الاكسجين كيميائيا في العام ٢٠١٧ كانت أقل مما يعكس تحسن نوعية المياه المعالجة المخلوطة الشكل رقم (٥-١١).



*: جهاز القياس كان متوقف في فترة الصيف والخريف لمحطة رقمM10 لأسباب فنية خاصة بالنظام

الشكل رقم (٥-١١): معدل التغير الموسمي للتركيز كمية الاكسجين المستهلك كيميائيا بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ على مسار نهر الزرقاء وحتى مخرج سد الملك طلال

الفصل السادس
إستنتاجات وتوصيات

الإستنتاجات

قناة الملك عبدالله

تم مراقبة ستة مواقع على مسار القناة بدءاً من مخرج النفق وحتى نقطة التفرع عند سد الكرامة. أشارت نتائج المراقبة إلى ما يلي:

- امتازت مياه القناة في مواقع الشمال بنوعية جيدة من حيث الملوحة ودرجة الحموضة وخلوها من اي أثار لتركيز النيتروجين والفسفور الكلي. يمكن استخدام مياه القناة في مناطق الشمال في ري المزروعات دون اي درجة تقييد من حيث الخواص المفحوصة والواردة في مواصفة مياه الري رقم ٢٠١٤:١٧٦٦.

- تراوح متوسط قيم العكارة على المسار الشمالي للقناة قبل الخلط ما بين (٧,٥٨-٤١,٤٣ وحدة نفلومترية) اعتماداً على مواسم الفيضانات والهطول المطري وحركة المياه الداخلة للقناة. في حين يلاحظ ارتفاع كبير للعكارة في الخزان التجميعي عند مأخذ زي مما يعني وجوب تنظيف الخزان وبشكل دوري.

- ارتفعت الإيصالية الكهربائية في مواقع جنوب القناة بعد خلط مياه القناة بالمياه القادمة من سد الملك طلال مما يعني ارتفاع نسبة الاملاح في جنوب القناة مما يفرض درجة تقييد خفيفة إلى متوسطة على استخدام المياه في الري اعتماداً على مواصفة مياه الري رقم ٢٠١٤:١٧٦٦.

- ارتفع تركيز النيتروجين والفسفور الكلي في مواقع جنوب القناة بعد خلط مياه القناة بالمياه القادمة من سد الملك طلال وهذا بسبب وجود مياه عادمة معالجة في السد قادمة من محطة الخربة السمرا.

- كانت درجة حرارة المياه على مسار القناة ضمن المتوقع اعتماداً على درجات الهواء في المنطقة إلا انه يلاحظ ارتفاع قليل في متوسط درجات حرارة الهواء في فصل الصيف وانخفاضه شتاءًمما يعني تغير النمط الحراري في المنطقة عبر السنوات.

نهر اليرموك

تم مراقبة موقع واحد على نهر اليرموك عند وادي خالد واشارت النتائج إلى ما يلي:

- محطة الرصد متوقفة عن العمل منذ العام ٢٠١٤ بسبب صعوبة الوصول للمحطة للتشغيل والصيانة نظراً للظروف السياسية والعسكرية في المنطقة المحيطة.
- تم تحليل نتائج عام ٢٠١٢ للتعرف على نوعية المياه القادمة من سد الوحدة والتي تمثل مياه نهر اليرموك.
- أشارت النتائج إلى ان نوعية المياه الجارية في موقع الرصد عند وادي خالد ذات نوعية جيدة وامتازت بخلوها من اي اثار لتراكيز النيتروجين والفسفور الكلي.
- كانت الإيصالية الكهربائية للموقع المراقب منخفضة مما يعني ان كمية الاملاح الذائبة منخفضة وهذا يدل على جودة المياه.
- تراوح تركيز كمية الأكسجين المستهلك كيميائيا في موقع الرصد ما بين ٢-٣٢ ملغم / لتر مما يعني وجود بعض المواد القابلة للتحلل في النهر بالاعتماد على ما يجرفه النهر خلال مواسم الهطول المطري والفيضانات.

نهر الأردن

تم مراقبة موقعين على مسار نهر الأردن من شماله وحتى المصب جنوباً واشارت النتائج إلى ما يلي:

- أشارت النتائج إلى ارتفاع كبير في الإيصالية الكهربائية ما بين شمال النهر وجنوبه مما يعني ارتفاع كمية الاملاح في النهر وهذا يؤثر على نوعية مياه النهر والقدرة على استخدام مياهه في الري.
- كانت درجة حموضة المياه في شمال النهر افضل من جنوبه حيث يلاحظ ان المياه تميل للقاعدية (ارتفاع في pH) في نهاية مسار النهر مما يعني الزيادة في القلوية، وقد يُعد ذلك خطر يهدد الاحياء المائية والنظم الايكولوجية في المياه.
- إن ارتفاع تراكيز النيتروجين والفسفور الكلي في مياه النهر قد تؤدي إلى حدوث إثراء غذائي في المياه.
- النهر بحاجة لخطة لإعادة تأهيله والتخفيف من ملوحته.

نهر الزرقاء وسد الملك طلال

تم مراقبة أربعة مواقع (موقعين على مسار نهر الزرقاء ومدخل ومخرج سد الملك طلال) واشارت النتائج إلى ما يلي:

- معظم ما يجري في نهر الزرقاء هو المياه العادمة المعالجة الخارجة من محطة الخربة السمرا .
- إن تحسن نوعية المياه العادمة المعالجة يؤثر ايجاباً على نوعية المياه الجارية في النهر وبالتالي المياه المخزنة في سد الملك طلال.
- أن متوسط كمية الأكسجين المستهلك كيميائيا على مسار نهر الزرقاء تراوحت ما بين ٢٤ ملغم / لتر إلى ٣٢ ملغم / لتر وهذا متوقع نظرا لخلط مياه نهر الزرقاء بمياه عادمة معالجة وعند مقارنة معدل التغير الموسمي للنتائج بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ يتبين أن كمية استهلاك الاكسجين كيميائيا في العام ٢٠١٧ كانت أقل مما يعكس تحسن نوعية المياه المعالجة الناتجة عن الخربة السمرا بين العامين المذكورين.
- لا تفرض الإيصالية الكهربائية اي درجة تقييد على استخدام مياه نهر الزرقاء ومياه سد الملك طلال في الري بحسب متطلبات المواصفة الاردنية لمياه الري رقم ١٧٦٦:٢٠١٤.
- يتواجد تراكيز من النيتروجين والفسفور الكلي على مسار النهر مما يعني وجوب دراسة مدى استفادة المزروعات من هذه التراكيز والتحكم في كمية الأسمدة المضافة وذلك لمنع النمو الخضري على حساب النمو الثمري.

التوصيات

- ✓ العمل على توسيع برنامج المراقبة ليشمل المصادر المائية التي تقع في البؤر الساخنة والمصادر المائية المستحدثة مثل سد كفرنجة.
- ✓ دراسة امكانية اضافة بعض الفحوصات الجديدة لبعض المواقع التي تتمتع بأهمية خاصة لتعظيم الأستفادة من النظام.
- ✓ اجراء دراسة تربط التغير الحراري في مناطق الدراسة وأثرها على النمط الزراعي.
- ✓ دراسة امكانية اضافة فحص الأمونيا، الفوسفات وكمية الكربون العضوي (TOC) لكل من المواقع التالية: مخرج النفق (M2) و ناقل طبريا (M3) ومخرج محطة ضخ سد وادي العرب (M4) ومأخذ زي (M5).
- ✓ ضرورة الأخذ بعين الإعتبار نوعية كل من المياه السطحية وبعض المحاذير المذكورة في هذا التقرير عند إعادة الإستخدام للأغراض الزراعية، وذلك من خلال تحديد نوعية المحاصيل التي يمكن ريها بمثل هذه المياه وطرق الري المناسبة.

- ✓ ينصح بإجراء دراسة بيئية شاملة ومتكاملة على طول مجرى كل من: سيل الزرقاء ونهر اليرموك ونهر الأردن، وذلك لبيان:

  – مصادر المياه المغذية ومقدار تدفق كل منها.
  – مصادر التلوث (طبيعية، زراعية، وصناعية) وكمياته وآثاره.
  – أثر السيل على المياه الجوفية.
  – طرق حماية المياه الحدودية من أي مخاطر محتملة للتلوث.

- ✓ المساهمة في تنمية المصادر المائية بصورة مستدامة عن طريق تحديد معدلات الضخ الآمن من الطبقات المائية المختلفة، والمحافظة على نوعية المياه المتوفرة، وتطوير آليات الحصاد المائي وتغذية المياه الجوفية وخلط المياه ذات الجودة العالية بأخرى أقل جودة لاستخدامها للأغراض الزراعية، حيث أن مثل تلك الإجراءات تضمن حفظ حقوق الأجيال القادمة في الموارد المائية.

المراجع

١. Baseline Report/ Integrated Trans-boundary Regional NGO Master Plan for the Lower Jordan River Basin/ FoEME - Friends of the Earth Middle East/ February / 2014

٢. Hydrology of the Jordan River Basin: Watershed Delineation Precipitation and Evapotranspiration/ G. F. Comair & D. C. McKinney & D. Siegel/ September 2014

٣. Impacts on Water Temperatures of Selected German Rivers and on Change/ Electricity Production of Thermal Power Plants due to Climate Müller, Ulrike, Greis, Stefanie, Rothstein, Benno. October 2007

٤. Jordan River Basin/ UN-ESCWA and BGR (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). 2013

٥. Jordan Water Sector Facts and Figures/ Ministry of water and Irrigation /2013

٦. Real Time Water Quality Monitoring System/ Mithila Barabde, Shruti Danve/ June 2015

٧. الاستراتيجية الوطنية للمياه ٢٠١٦-٢٠٢٥ / وزارة المياه والري / ٢٠١٦

٨. دراسة بيئية للملوثات الكيميائية والفيزيائية المؤثرة في مياه نهر الفرات في الرمادي والفلوجة/ تحسين علي زيدان ، ابراهيم عبد الكريم عبدالرحمن، وهران منعم سعود. ١٩٩١

٩. دراسة تأثيرمشروع المصب العام في الصفات الكيمياوية للترب المحاذية له/ محمد تركي خثي، ميثم عبد الرضا، عبد الحسين أسعد حميد ساير/٢٠١٠

١٠. سياسة استغلال المياه السطحية / وزارة المياه والري / ٢٠١٦

١١. وثيقة الأردن ٢٠٢٥

الملحق رقم (١)

The Hashemite Kingdom of Jordan
Meteorological Department

Phon +962 6 4892 408
Fax +962 6 4894 409

المملكة الاردنية الهاشمية
دائرة الارصاد الجوية

Monthly Data

Station Baqura

Element *Mean Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	18.9	22.3	27.1	29.1	35.1	35.6	36.4	37.6	35.7	32.6	28.7	19.3	**29.9**
2016	18.0	23.7	26.3	33.0	33.6	38.4	37.8	38.1	36.2	34.8	28.0	18.3	**30.5**

Element *Mean Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	8.4	9.5	10.8	13.8	17.7	20.9	24.2	24.6	21.1	16.0	15.7	9.1	**16.0**
2016	8.2	10.3	12.5	14.8	17.9	21.3	24.7	25.9	22.1	18.0	14.7	8.9	**16.6**

Element *Absolute Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	24.0	29.0	37.6	40.6	41.6	40.2	38.6	39.6	41.0	39.6	32.0	26.6	**41.6**
2016	24.0	31.6	32.0	40.4	45.6	42.6	40.0	41.0	39.5	39.6	32.5	24.8	**45.6**

Element *Absolute Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	3.5	5.6	4.0	8.6	14.0	17.0	20.8	22.5	17.0	11.2	8.6	1.6	**1.6**
2016	1.2	3.6	7.6	9.0	12.4	16.5	22.4	21.5	16.0	12.6	10.0	4.0	**1.2**

Element *Total Rainfall Amount (mm)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	234.6	13.6	4.0	42.1	33.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	144.7	**474.8**
2016	99.4	57.4	15.9	15.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	212.7	**408.4**

Element *Maximum Rainfall Amount in 24 Hours mm*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	66.6	5.1	2.7	29.2	32.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	44.0	**66.6**
2016	50.6	19.7	8.6	8.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	71.0	**71.0**

09 March

The Hashemite Kingdom of Jordan
Meteorological Department

Phon +962 6 4892 408
Fax +962 6 4894 409

المملكة الاردنية الهاشمية
دائرة الارصاد الجوية

Monthly Data

Station Deir Alla

Element *Mean Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	19.5	22.6	27.5	29.8	36.0	37.9	38.5	39.5	36.8	32.3	28.8	19.2	30.7
2016	19.1	24.0	27.1	33.7	34.6	40.1	40.2	39.9	37.7	35.1	28.0	19.3	31.6

Element *Mean Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	11.3	12.7	14.2	16.8	20.9	22.5	24.2	25.2	23.6	20.2	18.6	11.6	18.5
2016	11.0	13.6	15.5	18.1	19.8	23.7	25.8	26.7	24.1	21.8	17.7	11.4	19.1

Element *Absolute Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	23.6	29.0	35.0	40.0	43.2	42.0	40.6	41.5	41.5	36.5	32.5	27.6	43.2
2016	25.0	30.8	33.0	41.0	45.2	44.0	44.0	42.0	41.2	41.0	32.6	26.2	45.2

Element *Absolute Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	5.6	10.0	8.0	12.4	18.4	18.8	22.2	23.5	21.0	16.8	14.5	5.3	5.3
2016	4.8	8.0	10.4	14.0	17.0	19.0	24.4	24.0	20.8	19.8	11.2	7.5	4.8

Element *Total Rainfall Amount (mm)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	143.7	16.7	0.7	16.4	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.2	149.6	349.5
2016	71.3	47.4	19.7	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	130.9	299.2

Element *Maximum Rainfall Amount in 24 Hours mm*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	42.2	10.0	0.7	13.1	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	50.1	50.1
2016	18.2	16.8	14.0	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	43.6	43.6

09 March

The Hashemite Kingdom of Jordan
Meteorological Department

Phon +962 6 4892 408
Fax +962 6 4894 409

المملكة الاردنية الهاشمية
دائرة الارصاد الجوية

Monthly Data

Station Zarqa

Element *Mean Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	14.8	17.7	22.8	24.4	31.0	32.3	33.4	34.2	31.7	26.9	23.5	13.7	**25.5**
2016	12.9	19.5	21.3	29.0	29.1	35.2	34.7	34.8	32.2	29.8	21.7	13.8	**26.2**

Element *Mean Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	5.6	7.9	10.6	12.0	17.3	18.9	20.2	20.9	19.1	13.7	12.3	4.7	**13.6**
2016	4.7	8.9	11.6	15.5	16.6	21.4	21.8	21.9	19.1	16.6	10.8	5.8	**14.6**

Element *Absolute Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	22.8	26.0	32.4	33.4	39.5	38.2	36.7	38.6	39.1	34.4	30.2	21.0	**39.5**
2016	19.0	27.3	28.2	35.8	39.8	40.0	39.0	40.2	36.5	33.2	28.2	19.0	**40.2**

Element *Absolute Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	0.9	5.2	4.9	8.2	13.0	15.2	18.0	18.6	14.9	10.6	7.8	-0.4	**-0.4**
2016	-0.8	3.5	8.2	6.0	13.0	16.4	19.5	20.3	15.6	14.5	0.9	2.4	**-0.8**

Element *Total Rainfall Amount (mm)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	80.5	5.9	0.0	2.0	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.6	32.4	**136.0**
2016	44.9	14.4	13.6	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	64.9	**145.9**

Element *Maximum Rainfall Amount in 24 Hours mm*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2013	30.3	3.4	0.0	1.1	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.6	11.6	**30.3**
2016	13.6	5.8	5.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	16.0	**16.0**

09 March

The Hashemite Kingdom of Jordan
Meteorological Department
Phon +962 6 4892 408
Fax +962 6 4894 409

المملكه الاردنيه الهاشميه
دائرة الارصاد الجوية

Monthly Data

Station Deir Alla

Element *Mean Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												19.3	
2017	19.7	20.7	25.8	31.7	35.6	38.3	41.8	40.1	38.1	33.3	27.6		

Element *Mean Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												11.4	
2017	10.8	10.3	13.7	16.9	20.0	22.8	26.8	26.4	24.6	21.5	17.7		

Element *Absolute Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016										41.0		26.2	
2017	22.5	27.0	31.4	42.8	42.8	42.4	45.2	42.5	43.2	39.2	32.0		

Element *Absolute Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												7.5	
2017	6.5	4.4	10.8	13.5	16.8	20.0	24.5	24.4	22.0	19.0	13.2		

Element *Total Rainfall Amount (mm)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												130.9	
2017	36.8	24.0	4.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	12.0		

Element *Maximum Rainfall Amount in 24 Hours mm*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												43.6	
2017	18.9	6.4	1.7	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.7		

27 December 2017

The Hashemite Kingdom of Jordan
Meteorological Department
Phon +962 6 4892 408
Fax +962 6 4894 409

المملكة الاردنية الهاشمية
دائرة الارصاد الجوية

Monthly Data

Station Baqura

Element *Mean Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												18.3	
2017	19.1	20.2	24.8	30.6	34.5	36.6	39.8	38.5	37.2	32.7	27.0		

Element *Mean Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												8.9	
2017	7.1	2.5	10.2	13.7	17.2	20.8	24.6	23.9	21.8	17.2	14.1		

Element *Absolute Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												24.8	
2017	23.0	26.4	30.2	41.6	42.0	41.0	42.8	41.0	42.0	38.4	31.8		

Element *Absolute Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												4.0	
2017	2.8	-1.0	7.0	8.0	13.8	16.6	19.6	20.4	17.0	13.2	9.0		

Element *Total Rainfall Amount (mm)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												212.7	
2017	57.9	24.6	11.3	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	17.8		

Element *Maximum Rainfall Amount in 24 Hours mm*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												71.0	
2017	25.5	12.3	4.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	6.6		

27 December 2017

The Hashemite Kingdom of Jordan
Meteorological Department
Phon +962 6 4892 408
Fax +962 6 4894 409

المملكة الاردنية الهاشمية
دائرة الارصاد الجوية

Monthly Data

Station Zarqa

Element *Mean Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												13.8	
2017	13.2	14.7	19.9	26.2	30.6	33.6	37.7	35.6	34.2	28.1	22.5		

Element *Mean Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												5.8	
2017	4.4	4.7	9.3	12.9	17.1	19.5	23.7	21.5	20.4	15.9	11.6		

Element *Absolute Maximum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												19.0	
2017	16.8	22.8	26.4	35.4	37.6	39.4	41.8	39.6	40.7	33.2	26.8		

Element *Absolute Minimum Air Temperature (°C)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												2.4	
2017	0.0	0.6	6.8	8.9	13.0	14.7	19.5	18.0	16.5	13.4	7.1		

Element *Total Rainfall Amount (mm)*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												63.9	
2017	22.2	13.6	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5		

Element *Maximum Rainfall Amount in 24 Hours mm*

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Yearly
2016												16.0	
2017	15.2	7.4	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7		

27 December 2017