Utilizing Key Indicators in Evaluating the Water Quality of Water Channels in Al-Harthah District

Researcher : Farhan Doaim Madhloom
University of Basrah
E-mail: frhandym431@gmail.com

Imad J. Al Shawi
University of Basrah
E-mail:imad.mohammed@uobasrah.edu.iq

Shukri I. Al Hassen
University of Basrah
E-mail:shukre.alhassan@uobasrah.edu.iq

Abstract:

This study aims to assess and analyze the water quality of water channels in Al-Harthah district, southern Iraq, using eight key physical and chemical indicators. These indicators include ambient air temperature, water temperature, electrical conductivity, water transparency, pH, dissolved oxygen, total dissolved solids, and oxidation-reduction potential. Measurements were conducted at 124 sampling stations during both winter and summer of the year 2022. Aquameter and Seechi disk were used for measurements.

The study found an increase in electrical conductivity, total dissolved solids, and oxidation-reduction potential values, along with a decrease in dissolved oxygen quantity and water transparency. These values tend to increase in summer compared to winter, indicating that the water quality in the study area tends towards salinity, turbidity, and oxidizing environment. The study also indicated some statistical correlations among the studied variables.

Key words: Water quality, Key indicators, Pollution, Water channels, Al-Harthah.

استخدام المؤشرات الرئيسة في تقييم نوعية مياه القنوات المائية في قضاء الهارثة(*)

الباحث
فرحان دعيّم مظلوم
جامعة البصرة / كلية الآداب
E-mail: frhandym431@gmail.com

الأستاذ المساعد الدكتور
عماد جاسم الشاوي
جامعة البصرة / كلية علوم البحار
E-mail: imad.mohammed@uobasrah.edu.iq

الأستاذ الدكتور
شكري إبراهيم الحسن
كلية الآداب – جامعة البصرة
Email:shukre.alhassan@uobasrah.edu.iq

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم وتحليل نوعية المياه للقنوات المائية في قضاء الهارثة، جنوبي العراق؛ وذلك باستخدام ثمانية مؤشرات رئيسة فيزيائية وكيميائية التي تتمثل بدرجة حرارة الهواء المحيط، درجة حرارة الماء، التوصيلية الكهربائية، شفافية الماء، الأس الهيدروجيني، الأكسجين المذاب، الأملاح الذائبة الكلية، جهد الأكسدة والاختزال. أجريت القياس عبر ١٢٤ محطة معاينة خلال الشتاء والصيف من العام ٢٠٢٢. وتم استخدام جهاز Aquameter وقرص Seechi في أعمال القياس.

توصلت الدراسة إلى وجود ارتفاع في القيم التوصيلية الكهربائية والأملاح الذائبة الكلية وجهد الأكسدة والاختزال، وإلى حصول تناقص في كمية الأكسجين المذاب ودرجة شفافية الماء. وإن هذه القيم تميل إلى الزيادة في الصيف بالمقارنة مع الشتاء. يشير هذا إلى أن نوعية المياه في منطقة الدراسة تميل إلى التملح وإنها عكرة وهي بيئة مؤكسدة. وأشارت الدراسة أيضاً إلى وجود بعض الارتباطات الإحصائية بين المتغيرات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: نوعية المياه ، المؤشرات الرئيسة ، التلوث ، القنوات المائية ، الهارثة.

* بحث مستل من أطروحة الدكتوراه الموسومة : **التقييم البيئي لنوعية مياه القنوات المائية في قضاء الهارثة**

المقدمة:

أولاً: توطئة:

تعد المياه من أهم العناصر على الكرة الأرضية وتشكل ٧١% من سطح الأرض وساهمت عبر العصور في تطور الحضارات وتقدمها في الزراعة والري وتربية الحيوانات والشرب (سواد،٢٠٢١). وتشكل المياه العذبة حوالي ٣% فقط من إجمالي مياه كوكب الأرض والباقي يشكل المياه المالحة، وتتكون مصادر المياه العذبة من المياه الطبيعية المأخوذة من الأنهار والجداول والأهوار والمياه الجوفية. وأدى النمو السكاني والتوسع الصناعي والتقدم التكنولوجي وزيادة الأنشطة المنزلية والزراعية والتغيرات الجيولوجية والبيئية الى حصول تدهور في نوعية المياه (Sevda *et al.*,2018). ويؤثر تدهور الخصائص البيئية للمياه في توازن النظم البيئية الطبيعية الصحية (Abbood *et al.*, 2014)، ولذا تعد دراسة الخصائص البيئية للمياه ذات فائدة كبيرة في ظل الأزمة المتزايدة لشح المياه وندرتها والتغيرات المناخية المؤثرة على وفرتها في العالم أجمع (Al-Asadi *et al.*, 2019).

لقد أثّر تجفيف أهوار جنوبي العراق في مساحات واسعة من المسطحات المائية ضمن منطقة الدراسة بهذا التجفيف، تم إغمار الأهوار بالمياه مجدداً بعد العام ٢٠٠٣ بعد سقوط النظام السابق؛ إذ قام السكان المحليين بكسر السداد وفتح النواظم المغلقة، وكانت أول السدود التي أزيلت سدة المسحب التابعة إدارياً للأهوار الشرقية في قضاء الهارثة والسدة الأخرى هي الواقعة على نهر الصلال في هور شرقي الحمّار (منطقة الدراسة) مما سمح بوصول كميات كبيرة من المياه إلى الهور (راضي، ٢٠١٤، ١٣٣). وبفضل جهود وزارة الموارد المائية تم غمر أكثر من ٢٠% من مساحة الأهوار خلال الفترة من أيار ٢٠٠٣ إلى أذار ٢٠٠٤ وازدادت نسبة الإغمار في أيار ٢٠٠٥ حوالي ٥٠%، إلا أن النسبة لم تكن ثابتة فقد تناقصت بفعل كميات التبخر العالية في أشهر الصيف الحارة.

وفي نهاية العام ٢٠٠٧ حصل انخفاض في مستويات المياه في الأهوار بسبب الجفاف الناتج عن قلة الأمطار وانخفاض مناسيب الأنهر الناتجة عن السياسات المائية لدول المنبع، إضافةً إلى زيادة التراكيز الملحية في العام ٢٠٠٩ بسبب تحويل مجرى نهر الكارون بعيداً عن شط العرب (راضي، ٢٠١٤، ١١٩).

وعلى هذا، فقد تعرضت الكثير من القنوات المائية في منطقة الدراسة إلى الاندثار والإندراس نتيجة لعمليات التجفيف السابقة وكذلك نتيجة لقلة الإيراد التصاريف المائية وشحتها من دول المنبع المجاورة فضلاً عن تزايد تكرار موجات الجفاف والارتفاع الشديد في درجات الحرارة وفي كميات التبخر التي تشهدها عموم المنطقة بفعل تأثيرات التغير المناخي.

ثانياً: مشكلة الدراسة:

١- ما المستويات المسجلة لمؤشرات نوعية المياه في القنوات المائية؟ وهل تتعدى المواصفات البيئية المعتمدة؟

٢- ما نمط التباينات المكانية والموسمية لمؤشرات نوعية مياه القنوات المائية في منطقة الدراسة (قضاء الهارثة)؟ وهل هنالك فروقات معنوية فيما بينها؟

ثالثاً: فرضية الدراسة

١- من المحتمل تباين مستويات نوعية مياه القنوات المائية في المنطقة المدروسة، وقد تتعدى في بعض الحالات المواصفات البيئية المعتمدة.

٢- يؤدي الموقع الجغرافي والتباين الفصلي لدرجات الحرارة والتصريف الموسمي دوراً مهماً في تباين مستويات نوعية مياه القنوات المدروسة.

رابعاً: أهداف الدراسة

١- تحديد أهم القنوات والمسطحات المائية الموجودة في منطقة الدراسة.

٢- فحص الخصائص الفيزيائية والكيميائية لنوعية المياه في القنوات والمسطحات المدروسة.

٣- بيان التوزيع المكاني والفصلي لمستويات نوعية مياه القنوات والمسطحات قيد الدراسة.

٤- تقييم الأثر البيئي لنوعية المياه في القنوات والمسطحات المدروسة في ظل الظروف الهيدرولوجية والبيئية السائدة.

خامساً: منهجية الدراسة:

تم الاعتماد على المنهج التحليلي والوصفي في تفسير الظاهرة وقياس بعض مؤشراتها حقلياً ومختبرياً وتقصي آثارها. وشملت الدراسة جزءاً واسعاً من المسح الحقلي في تتبع الظاهرة ومشاهدتها وملاحظة انتشارها على الأرض ضمن واقع منطقة الدراسة.

سادساً: الدراسات المماثلة:

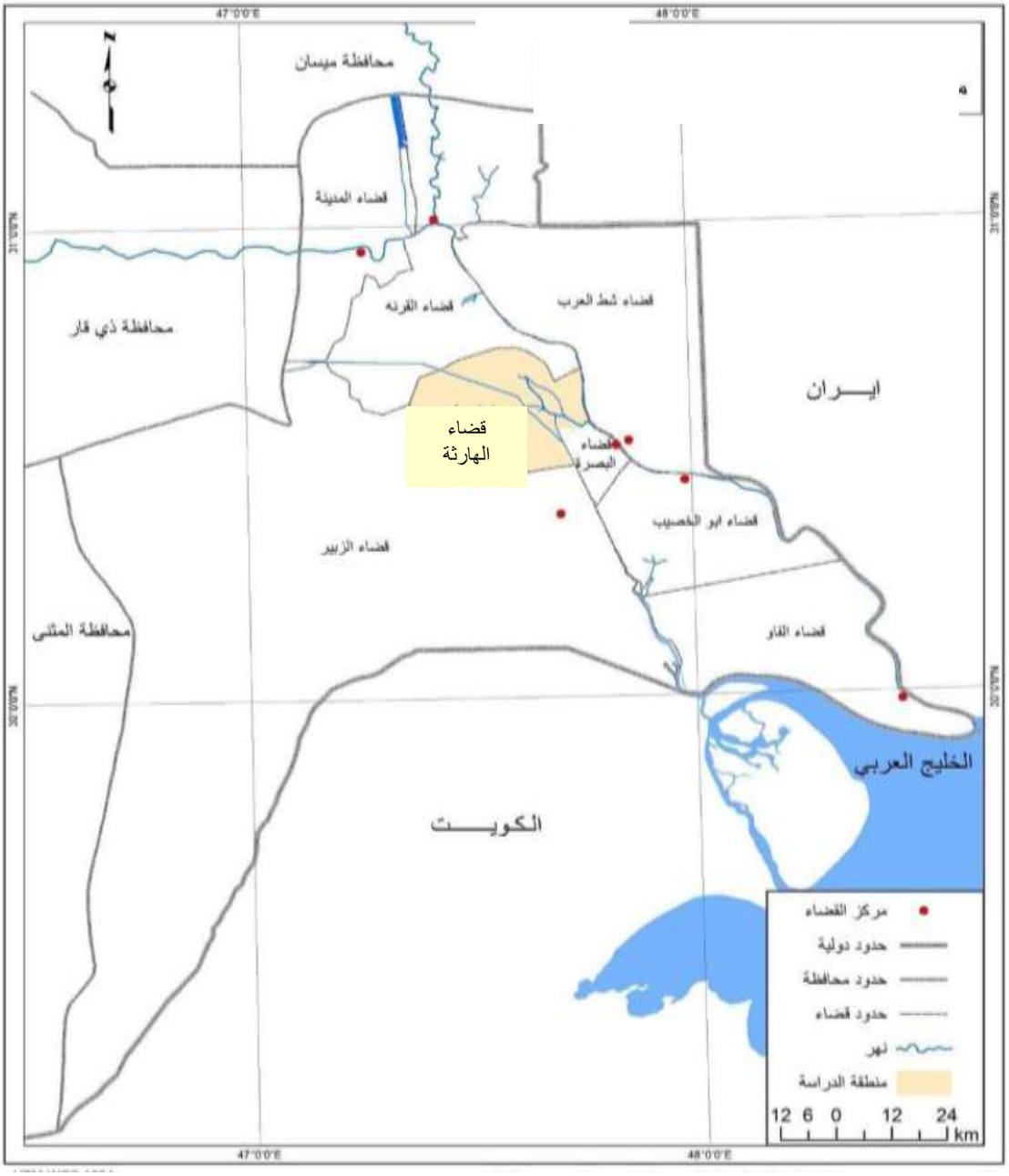
على الرغم من عدم وجود دراسة تخصصية حول منطقة الدراسة بشكل محدد، إلا أنه يمكن الإشارة إلى العديد من الرسائل الجامعية التي شملت في دراستها بعضاً من أجزاء منطقة الدراسة الحالية وتناولت الجوانب البيئية للموضوع. ويمكن إدراجها على النحو الآتي:

دراسة الباهلي (٢٠٠٦) الموسومة: التباين الفصلي والمكاني لتلوث مياه شط العرب في محافظة البصرة وبعض تأثيراته البيئية ودراسة أبو جري (٢٠٠٧) الموسومة الأثار البيئية لتجفيف أهوار جنوب العراق ودراسة الشمري (٢٠٠٨)، الموسومة التقييم البيئي لتجمعات أسماك جنوب شرق هور الحمار شمال مدينة البصرة، ودرست الساكني (٢٠٠٩) تغيرات بيئة أهوار جنوب العراق وتأثيراتها الجغرافية. وقام مويل (٢٠١٠) بدراسة تقييم نوعية مياه الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي). ودرس صبار (٢٠١١) التنوع النباتي في شط العرب وهوريّ الجبايش وشرق الحمار. وقام الحسن (٢٠١١) بدراسة التلوث البيئي في مدينة البصرة وفيها تم دراسة نوعية مياه شط العرب وتأثير الملوثات فيها بدءاً من شمال مدينة البصرة وحتى نهايتها الجنوبية عبر تحليل عدة متغيرات للمياه. دراسة عباس (٢٠١٣) الموسومة: دراسة الوفرة النسبية والتنوع الأحيائي للبائن الأرضية في هور شرق الحمار. ودراسة راضي (٢٠١٤)، الموسومة: تقييم هور شرق الحمار كمحمية طبيعية باستخدام الأدلة البيئية. ودراسة خلف (٢٠١٨) الموسومة: أثر التغير المناخي على انحسار مياه أهوار جنوب العراق. تناولت الدراسة نقص المياه وما يهدد من مخاطر بيئية. ودراسة عبد الرزاق (٢٠١٩) الموسومة: نوعية المياه وتطبيق دليلي الحالة الاغتذائية وتلوث النهر في الجزء الشمالي من شط العرب. أجريت الدراسة في الجزء الشمالي من شط العرب للمنطقة الممتدة من القرنة إلى الجزيرة المحمدية. ودراسة البغدادي (٢٠١٩) الموسومة: التباين الزماني والمكاني للتنوع الأحيائي في بيئة انهار وأهوار محافظة البصرة. ودراسة النجار (٢٠٢٠) الموسومة: تقييم بيئة هور شرق الحمار باستخدام الأدلة البيئية وتقدير مستويات بعض الملوثات. تضمنت بيئة هور شرق الحمار خلال العام ٢٠١٨، من خلال ثلاث محطات لجمع العينات وهي حرير والصلال والبركة. وأخيراً دراسة الخزاعي (٢٠٢٠) الموسومة: التباين المكاني لتلوث مياه أهوار قضاء الجبايش وتأثيراته البيئية. تناولت مشكلة تلوث المياه في الأهوار ومنها أهوار الجبايش لارتباطها الوثيق بالكائنات الحية (الإنسان – الحيوان – النبات).

سابعاً: منطقة الدراسة

تتمثل منطقة الدراسة ضمن الحدود الإدارية لقضـاء الهارثة ، أحد الأقضية التسعة لمحافظة البصرة (الشكل ١) . ويقـع فلكياً بين دائـرتي عـرض (٣٠.٢٧° – ٣٠.٤٤°) شـمالاً وقوسي طول (٤٧.٢٣° – ٤٧.٤٦°) شرقاً. أما إدارياً فيحد القضاء من جهة الشمال قضاء القرنة ومن جهة الشرق قضاء شط العرب ومن الجنوب الشرقي قضاء البصرة ومن الجنوب والجنوب الغربي قضاء الزبير. إجمالي مساحة قضاء الهارثة تبلغ ٩٠٧ كم^{٢} بنسبة مئوية قدرها 4.76% من المساحة الكلية لمحافظة البصرة البالغة 19070 كم^{٢}.

الشكل (١): الحدود الجغرافية والإدارية لمنطقة الدراسة (قضاء الهارثة).



المصدر: محافظة البصرة شعبة نظم المعلومات الجغرافية GIS، ٢٠٢٠.

المواد وطريقة العمل:

أولاً: الاستطلاع الموقعي:

من الضروري أن يقوم الباحث عند البدء بأي عمل علمي باستطلاع منطقة الدراسة ميدانياً ومعاينة الظواهر الموجودة فيها والتعرف على خصائصها وتشخيص أبرز المعالم التي تتميز بها. لذا، قام الباحث باستطلاع واسع لمنطقة دراسته عبر جولات بريّة ومائية متعددة، وأجرى مسحاً دقيقاً لأهم معالمها وبخاصة القنوات والمسطحات المائية الممتدة فيها. ولأجل تسهيل دراسة الموضوع بدقة وتفصيل أكبر ونظراً لكثرة القنوات المائية وتفرعاتها، تم تقسيم المنطقة افتراضياً إلى خمس مناطق جغرافية (الشكل ٢)، وعلى النحو الآتي:

أ- منطقة قنوات نهر شط العرب.

ب- منطقة قنوات نهر كرمة علي.

ج- منطقة قنوات المسحب.

د- منطقة قنوات الصلال.

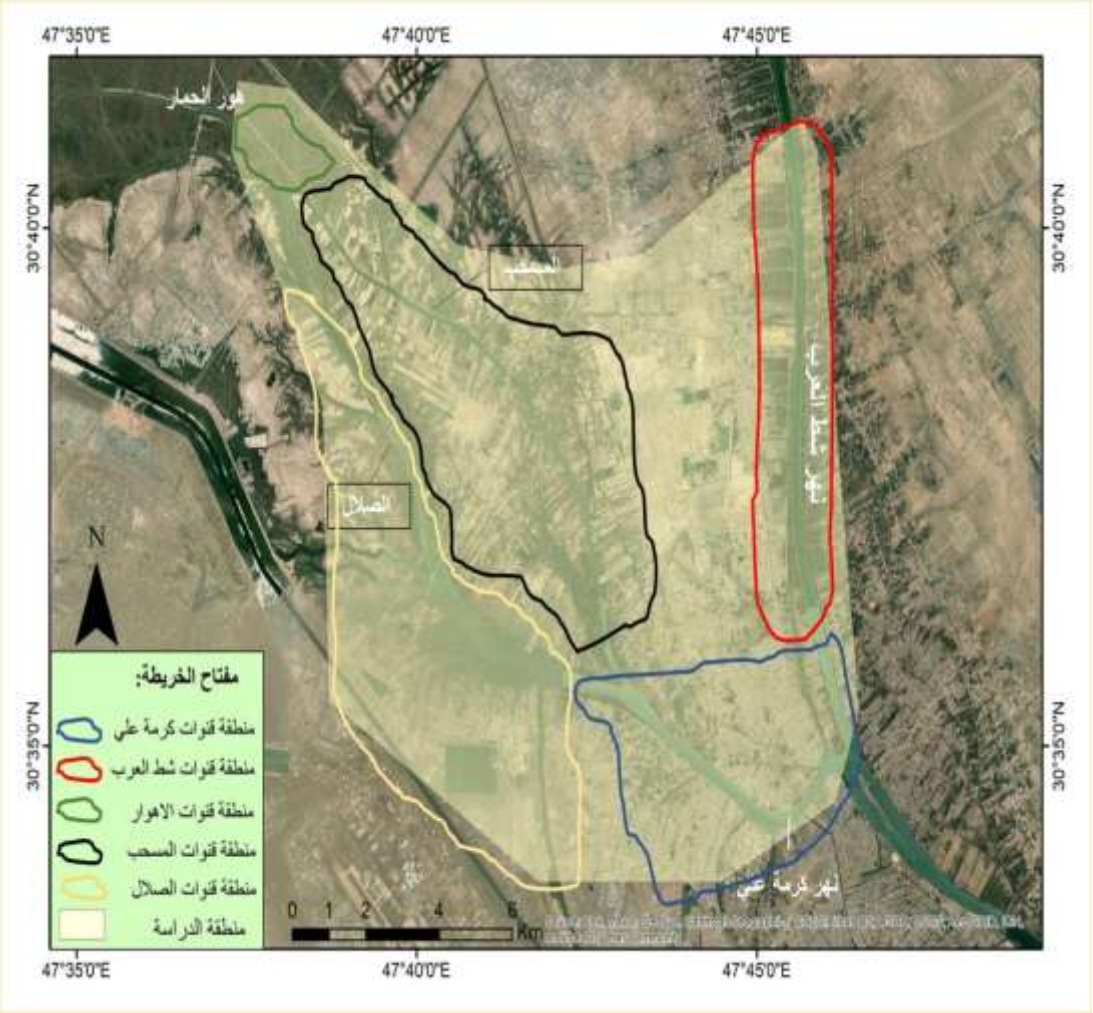
هـ- منطقة قنوات الأهوار.

ثانياً: القياسات الحقلية:

من أجل الحصول على قياسات آنية ودقيقة حول بعض المؤشرات الرئيسة لنوعية المياه في منطقة الدراسة، تم إجراء فحوصات حقلية للقنوات المائية عبر اختيار نقاط قياس متعددة بلغت حوالي ١٢٤ نقطة قياس وشملت قنوات مائية ومسطحات وبرك مائية ضمن منطقة الدراسة (الشكل ٣).

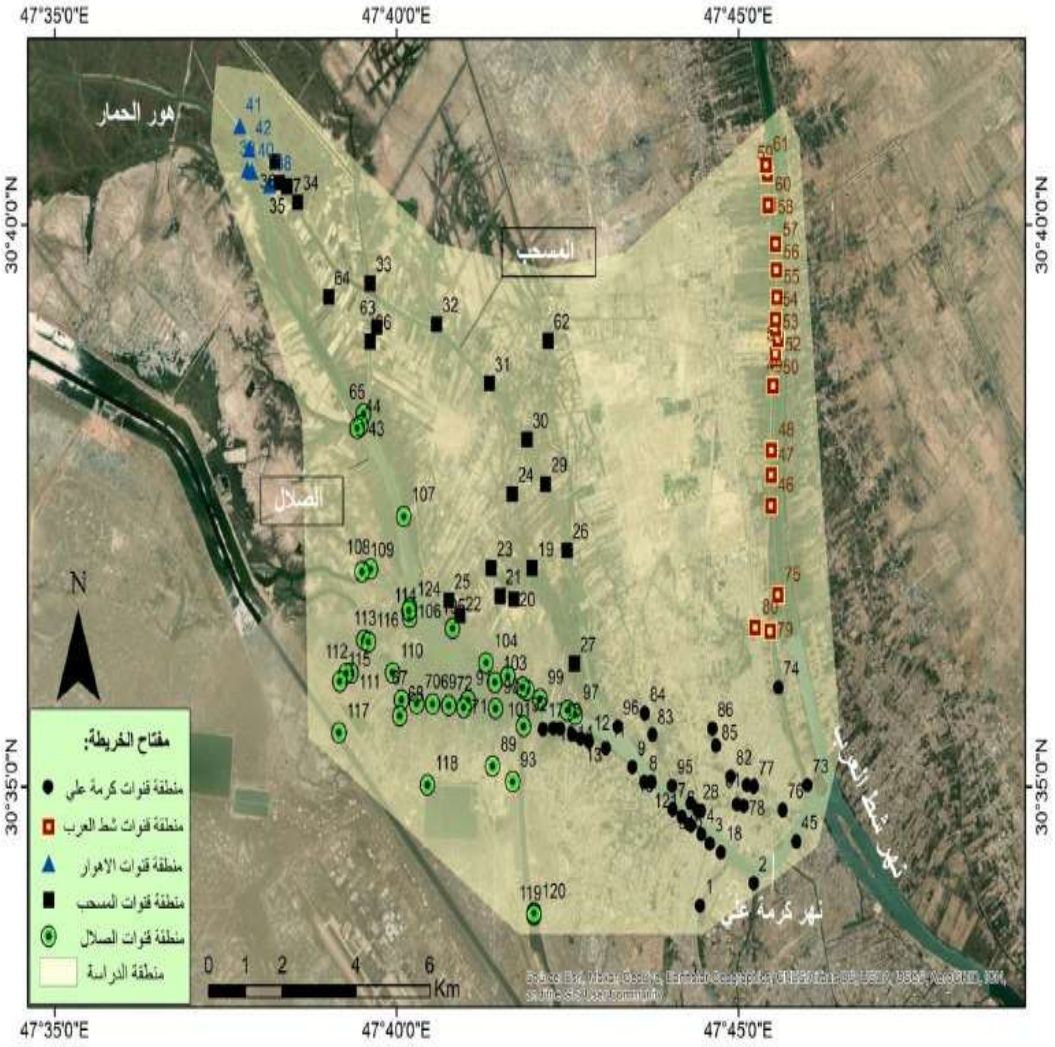
أجريت القياسات خلال فصلين متباينين مناخياً، هما: الشتاء ممثلاً بشهر شباط في عام ٢٠٢٢ والصيف ممثلاً بشهر تموز عام ٢٠٢٢. تم إجراء هذه القياسات باستخدام جهاز Aquameter المتعدد الأغراض نوع AQUAREAD Water Monitoring Instruments، بريطاني المنشأ (الشكل ٤ أ). وتم بواسطة هذا الجهاز فحص المؤشرات الرئيسة الآتية: .Air Temp، .Water Temp، pH، EC، TDS، DO، ORP. أما شفافية المياه Transparency فقد جرى قياسها باستخدام ما يسمى بقرص سيجي Seechi Desk (الشكل ٤ ب)، وهو قرص معدني بقطر ٣٠ سم مربوط بحبل طويل مدرج، ويكون مطلي باللونين الأسود والأبيض ومقسم إلى أربعة أجزاء متبادلة اللون، ويتم القياس بإنزال القرص ببطء بشكل عمودي عبر الماء حتى تلاحظ اختفاء القرص عن النظر فيتم تسجيل العمق.

الشكل (٢): المناطق الجغرافية الخمسة للقنوات المائية في منطقة الدراسة حسب تقسيم الباحث



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام GIS & Google Earth.

الشكل (٣): مواقع القياسات الحقلية للقنوات المائية المختارة في منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام الإحداثيات الجغرافية وبرنامج GIS & Google Earth.

الشكل (٤):

(أ) جهاز القياس الحقلي المتعدد الأغراض Aquameter، (ب) قرص Seechi لقياس شفافية الماء.

النتائج والمناقشة:

تم اختيار ثمانية مؤشرات رئيسة لتقييم نوعية المياه في القنوات المائية المدروسة، وهي تنقسم إلى قسمين: المؤشرات الرئيسة الفيزيائية والمؤشرات الرئيسة الكيميائية. ويمكن مناقشة النتائج المستخلصة على النحو الآتي:

أولاً: تحليل المؤشرات الرئيسة الفيزيائية

١- درجة حرارة الهواء المحيط (Air Temperature)

تعد درجة حرارة الهواء المحيطة بالمسطحات المائية من العوامل البيئية المهمة بفعل تأثيرها المباشر في مختلف خصائص المياه ومؤشراتها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية الأخرى، وانعكس ذلك على القيم المسجلة في الدراسة الحالية بفعل الاختلاف الحراري ما بين الشتاء والصيف. إذ لوحظ وجود تغيرات كبيرة في درجات الحرارة والسبب هو اختلاف المدة الزمنية التي تم القياس فيها خلال فترة الدراسة.

يتضح من التحليل بيانات الجدول (١) والشكل البياني (٥)، أن في الشتاء كانت أعلى درجة حرارة مسجلة للهواء كانت في قناة الولهان ١ (العينة رقم ١٠٩)، إذ بلغت ٢٧.٦ مْ وذلك في منطقة الصلال. بينما سُجلت أدنى درجة حرارة للهواء في قناتي خرطراد (العينة رقم ٢) وخرطويهر (العينة رقم ٣)، إذ بلغت

الحرارة في كل منهما حوالي ١٠.٦ مْ وذلك ضمن منطقة كرمة علي. أما في الصيف، سجلت أعلى قيمة لدرجة حرارة الهواء في قناة الخورة ٦ (العينة رقم ٧٢)، إذ بلغت ٣٤.٥ مْ ضمن منطقة الصلال، وسجلت القيمة الأدنى في قناة أبو ملح ٢ (العينة رقم ٢٤) وبلغت ٢٤.٥ مْ ضمن منطقة المسحب.

إن القيم المسجلة تشير الى وجود تباين فصلي ومكاني واضح في درجة حرارة الهواء اقتراناً بحركة الشمس السنوية، ويرتبط ذلك أيضاً بأوقات القياس. وقد يكون للتباين المكاني المحلي علاقة بطبيعة المسطحات المائية الموجودة في منطقة الدراسة.

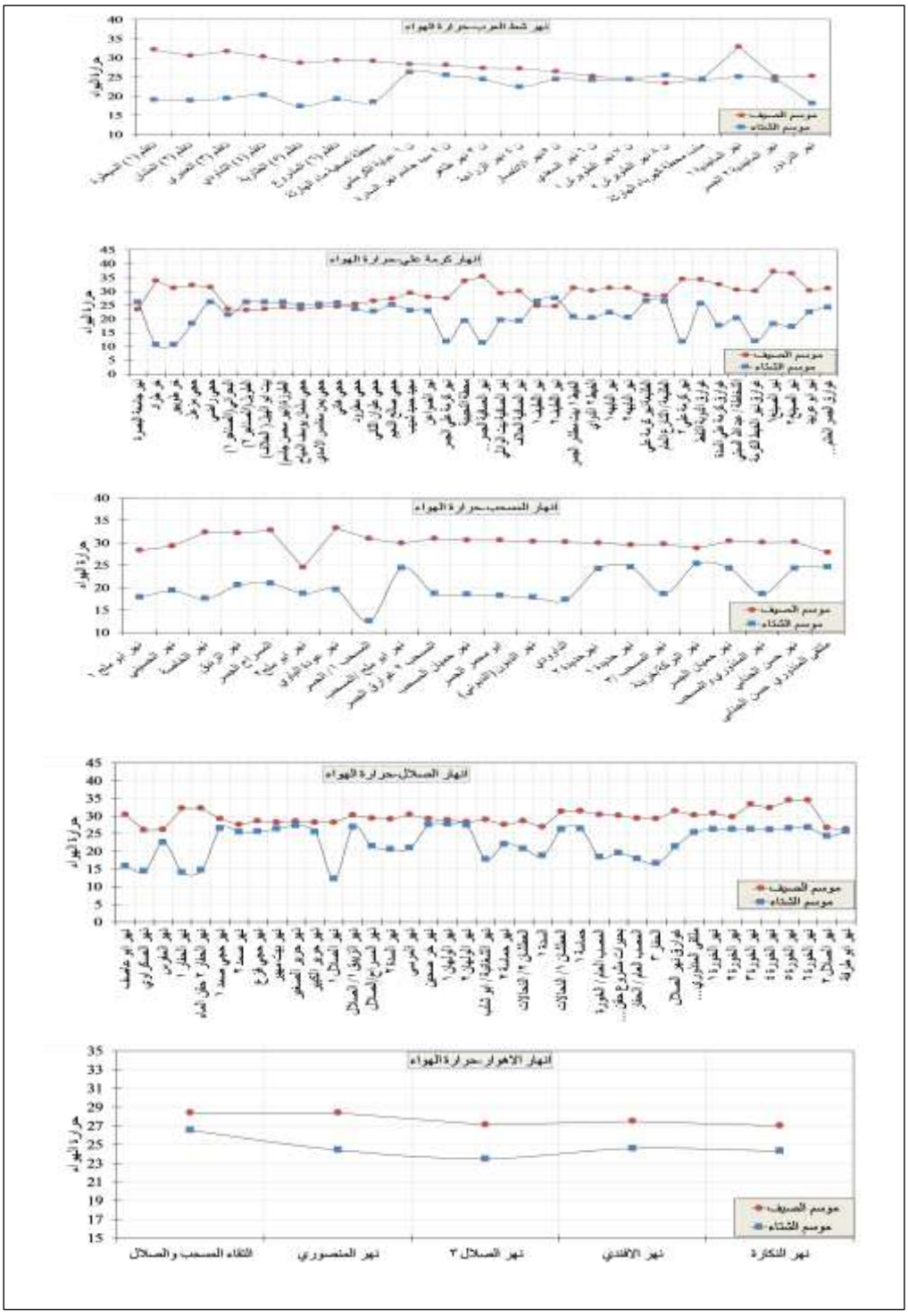
الجدول (١)

القيم الفصلية الأعلى والأدنى لدرجة حرارة الهواء المحيط (درجة مئوية) المسجلة في القنوات المائية المدروسة

أعلى قيمة	القناة	رقم العينة	أدنى قيمة	القناة	رقم العينة	المنطقة الجغرافية
الشتـــــــاء						
26.5	التقاء المسحب والصلال	38	23	الصلال ٣	40	الأهوار
27.6	الولهان ١	109	12.2	الصلال ١	103	الصلال
25.3	البركة /خزينة	37	12.5	المسحب١/الجسر	26	المسحب
26.21	ناظم ١ عباية الكرمشي	53	17.31	ناظم٥ الطارية	50	شط العرب
27.48	البايهه ١	82	10.6	خرطراد & خرطويهر	2 & ٣	كرمة علي
الصيـــــــف						
28.4	التقاء المسحب والصلال	38	27	النكارة	42	الأهوار
34.5	الخورة ٦	72	26	الصكراوي	90	الصلال
33.3	عودة الباوي	25	24.5	ابو ملح٢	24	المسحب
32.9	الماجدية ١	79	23.33	ناظم ٨الطويرش ٢	60	شط العرب
30.35	غوارق الدوبة النفط	88	17	اللطيف ١	76	كرمة علي

المصدر: القياسات الحقلية

الشكل (٥): التمثيل البياني التفصيلي للتباينات الجغرافية لدرجة حرارة الهواء المحيط للقنوات المائية المدروسة.



المصدر: القياسات الحقلية.

٢- درجة حرارة الماء (Water Temperature)

تعد درجة حرارة الماء من المؤشرات الفيزيائية المهمة لتقييم نوعية المياه. وتتأثر درجة حرارة المياه بشكل مباشر بدرجة حرارة الهواء المحيط، فضلاً عن إنها تؤثر بصورة مباشرة في التفاعلات الكيميائية والبايوكيميائية وفي ذوبانية المركّبات في المياه. فمثلاً يؤثر الارتفاع والانخفاض في درجة حرارة الماء تناسبياً في كمية الأكسجين المذاب للوسط المائي، وهذا يعني تأثيره في الأكسجين المتاح للأحياء المائية التي تعيش في ذلك الوسط (السعد وآخرون، ٢٠١٧، ٣٥).

إن لكل نوع من الأحياء درجة حرارة مثلى ينمو عندها فإذا ارتفعت أو انخفضت عن الدرجة المثلى فإن النمو ينخفض وقد يؤدي إلى الموت، كما أنها من العوامل المهمة في نشاط الأحياء المائية والبكتريا وفعاليتها وفي تحديد بعض خواص الماء. وتوثر درجة حرارة الماء في سمّية بعض المركّبات الكيميائية في الأنظمة المائية تجاه الأحياء، لذا يعد تسجيل درجة حرارة الماء من الأمور المهمة والمقيمة لطبيعة الماء (الطاهر، ٢٠١٩، ٣).

يتبين من الجدول (٢) والشكل البياني (٦)، أن أعلى درجة حرارة المياه خلال فصل الشتاء كانت في قناة حرير الصغير (العينة رقم ١٠١)، إذ بلغت ٢٨.٥ مْ ضمن منطقة الصلال، بينما سجلت الدرجة الأدنى في قناة أبو طرفة (العينة رقم ٤٣) فبلغت ٩ مْ ضمن منطقة الصلال أيضاً. أما في الصيف، سجلت أعلى قيمة لدرجة حرارة الماء في قناة الخورة ٦ (العينة رقم ٧١)، إذ بلغت ٣٦.٢ مْ ضمن منطقة الصلال، بينما سجلت القيمة الأدنى لحرارة الماء في قناة المصب العام/ الحفار (العينة رقم ١١٩)، وبلغت ٢٧.٦ مْ ضمن منطقة الصلال.

الجدول (٢)

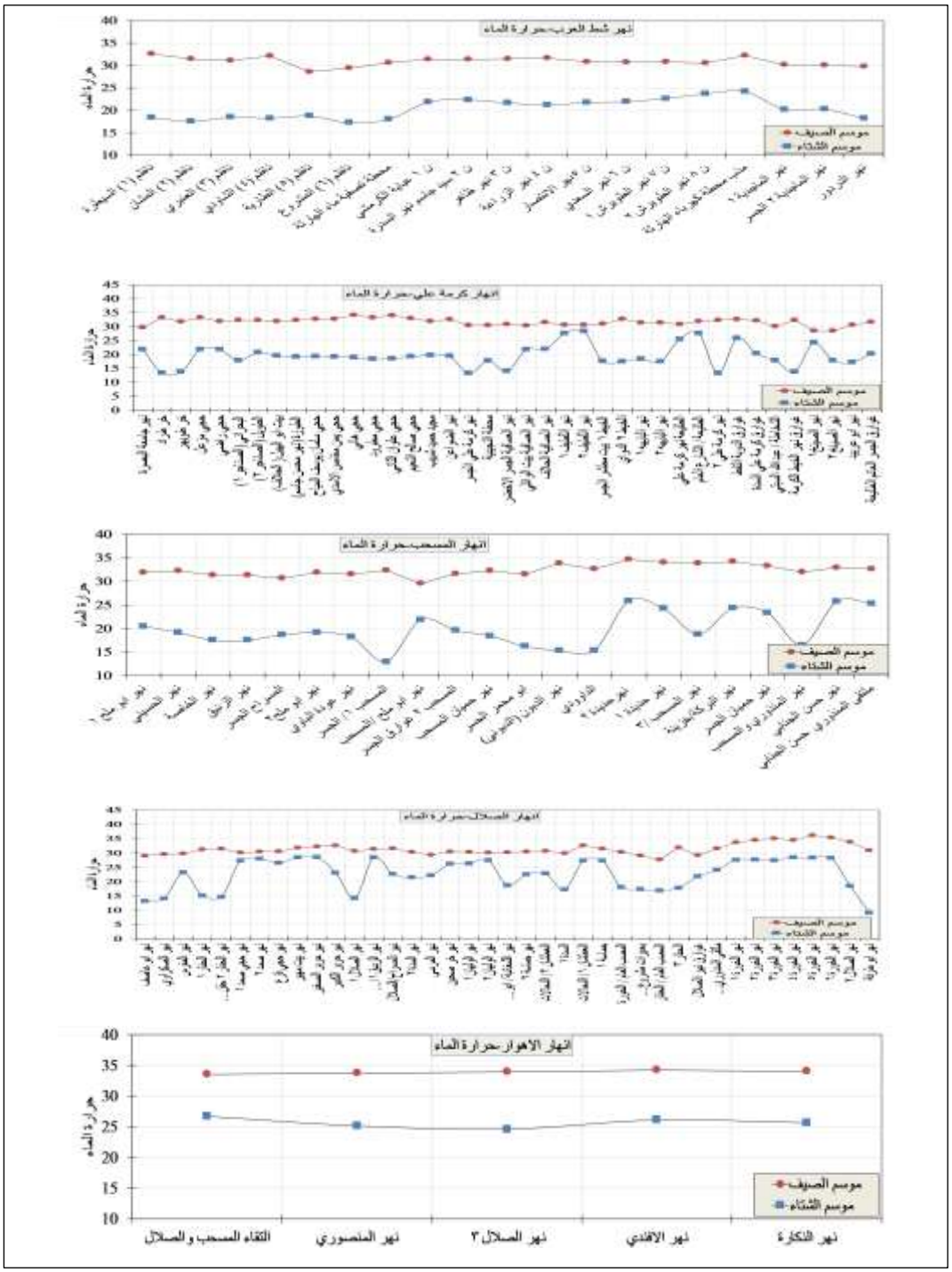
القيم الفصلية الأعلى والأدنى لدرجة حرارة الماء (درجة مئوية) المسجلة في القنوات المائية المدروسة.

أعلى قيمة	القناة	رقم العينة	أدنى قيمة	القناة	رقم العينة	المنطقة الجغرافية
الشتـــــــاء						
26.7	التقاء المسحب والصلال	38	24.57	الصلال ٣	40	الاهوار
28.5	حرير الصغير	101	9	ابو طرفة	43	الصلال
25.8	حديدة ٢	34	12.9	المسحب/ الجسر	26	المسحب
24.1	مذب محطة الكهرباء	61	17.2	ناظم ٦ المشروع	51	شط العرب
28.3	البابهه ١	85	13.2	الصينخ ٢	74	كرمة علي
الصيـــــــف						
34.2	الافندي	41	33.5	التقاء المسحب والصلال	38	الاهوار
36.2	الخورة ٦	71	27.6	المصب العام / الحفار	119	الصلال
34.7	حديدة ٢	34	29.6	ابو ملح/ المسحب	27	المسحب
32.55	ناظم (١) السيطرة	46	28.5	ناظم (٥) الطارية	50	شط العرب
34.13	حجي هاني	12	28.5	الصينخ ١	73	كرمة علي

المصدر: القياسات الحقلية.

الشكل (٦):

التمثيل البياني التفصيلي للتباينات الجغرافية والمعايرة البيئية لدرجة حرارة الماء في القنوات المائية المدروسة



المصدر: القياسات الحقلية.

وعند التقييم البيئي لدرجات حرارة الماء المسجلة في منطقة الدراسة، اعتماداً على المعيار البيئي الذي يشير إلى وجوب عدم تجاوز حرارة الماء ٣٥ مْ لأنها تسبب استهلاك وانحدار كمية الأكسجين الذائب وبالتالي نفوق الأسماك وتضرر الأحياء المائية (الحسن، ٢٠١١، ٢٧)، فإن موقع نهر الخورة ٦ قد تعدى هذا الحد، فيما كانت بعض المواقع مثل الأفندي وحديدة ٢ وقناة حجي هاني قريبة جداً من هذا المعيار خصوصاً في فصل الصيف تزامناً مع ارتفاع حرارة الجو.

٣- التوصيلية الكهربائية (EC)

التوصيلة الكهربائية Electrical Conductivity هي مقياس لقدرة المحلول المائي في إيصال التيار الكهربائي، وترتبط توصيلية المياه بنسبة تركيز الأملاح المعدنية الذائبة فيه، فضلاً عن تأثرها بدرجات الحرارة؛ إذ تتناسب معها تناسباً طردياً. ويعد قياس التوصيلية طريقة سريعة لتحديد كمية الأملاح والمواد الصلبة الذائبة لعينات المياه، وتعد الأملاح اللاعضوية المذابة في الماء موصلات جيدة للتيار الكهربائي في حين أن الأملاح العضوية عادةً ما تكون رديئة التوصيل للتيار الكهربائي (مطر، ٢٠١٨، ٩٠).

يتضح من خلال الجدول (٣) والشكل (٧)، بلوغ أعلى قيمة للتوصيلة الكهربائية EC فيما يخص الشتاء في قناة الحسيني (العينة رقم ٢٠) ضمن منطقة المسحب بمقدار 7077 مايكروسيمنز/ سم، بينما سُجلت أدنى قيمة في قناة بحيرات مشروع حقن الماء (العينة رقم ١٠٢) ضمن منطقة الصلال، إذ بلغت ٢٤٣٩ مايكروسيمنز/ سم. وفي الصيف، سُجلت القيمة الأعلى للتوصيلية الكهربائية في قناة المسراح/ الجسر (العينة رقم ٢٣) ضمن منطقة المسحب، إذ بلغت ما مقداره ٨١١٧ مايكروسيمنز/ سم، بينما كانت القيمة الأدنى في قناة غوارق الدوبة النفط (العينة رقم ١٢٢) ضمن منطقة كرمة علي، فبلغت ١٣٦٠ مايكروسيمنز/ سم.

الجدول (٣):

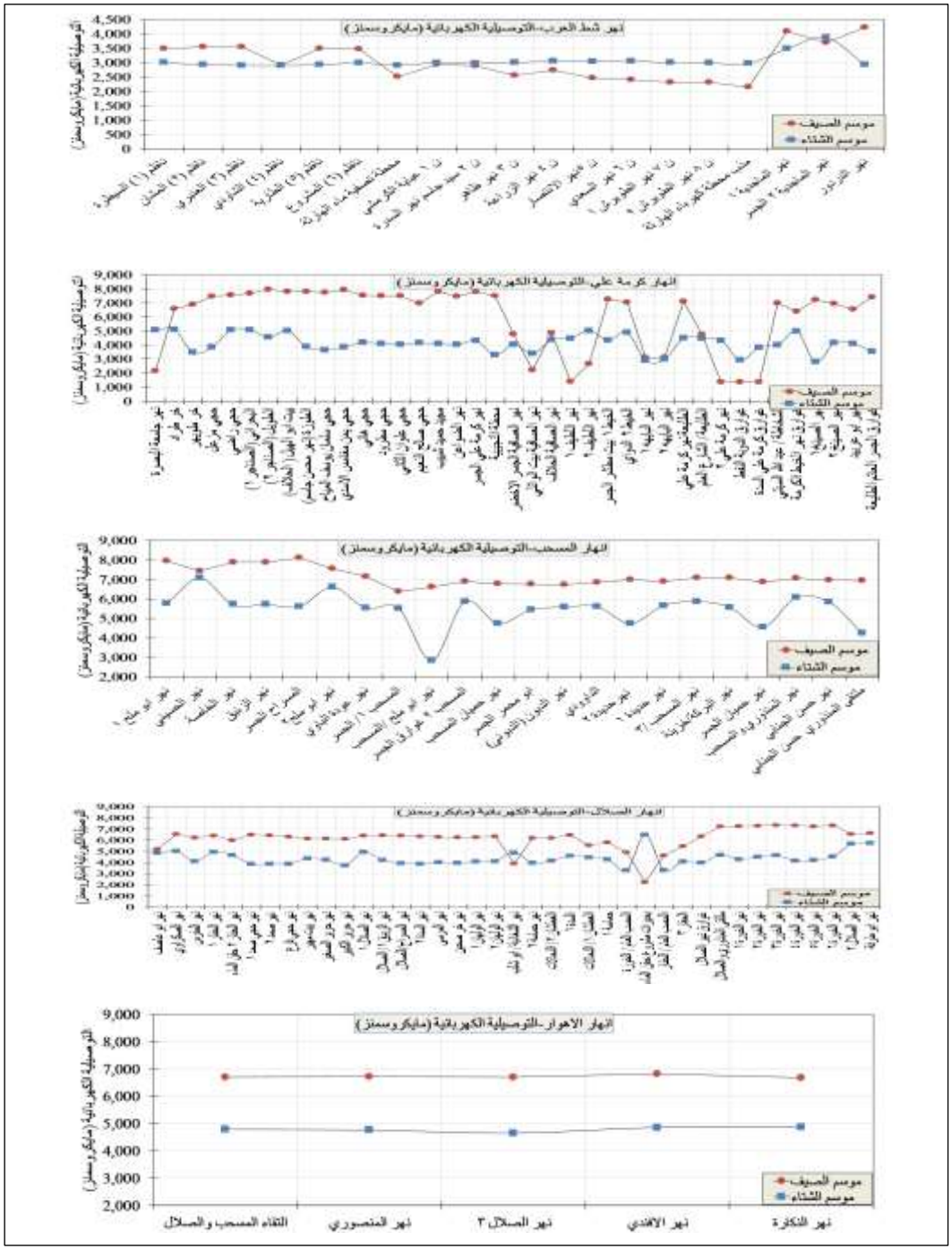
القيم الفصلية الأعلى والأدنى للتوصيلية الكهربائية EC (مايكروسيمنز/سم) المسجلة في القنوات المائية المدروسة

أعلى قيمة	القناة	رقم العينة	أدنى قيمة	القناة	رقم العينة	المنطقة الجغرافية
الشتـــــــاء						
4862	النكارة	42	4653	الصلال ٣	40	الأهوار
6504	بحيرات مشروع الحقن	118	2439	الحرير الكبير	102	الصلال
7077	الحسيني	20	2834	ابو ملح/ المسحب	27	المسحب
3885	الماجدية ٢/ الجسر	80	2904	ناظم ٤ الشاودي	49	شط العرب
5099	نهر خر طراد	2	2782	نهر العسافية بيت الوائلي	77	كرمة علي
الصيـــــــف						
6820	الأفندي	41	6675	النكارة	42	الأهوار
7348	الخورة ٣	69	2236	بحيرات مشروع الحقن	118	الصلال
8117	المسراح/ الجسر	23	6376	المسحب/ الجسر	26	المسحب
4232	الدردور	75	2158	مذب محطة كهرباء الهارثة	61	شط العرب
7961	الطويل (الصناجر ٢)	7	1360	غوارق الدوبة النفط	122	كرمة علي

المصدر: القياسات الحقلية.

الشكل (٧)

التمثيل البياني التفصيلي للتباينات الجغرافية للتوصيلية الكهربائية EC في القنوات المائية المدروسة.



المصدر: القياسات الحقلية.

وكما يتضح، فإن قيم التوصيلية الكهربائية في عينات منطقة الدراسة تكون أكثر ارتفاعاً خلال الصيف قياساً بما عليه في الشتاء، ويرجع ذلك إلى عوامل زيادة التملح في هذا الفصل نظراً لتزايد درجات الحرارة وكميات التبخر العالية وقلة التصريف المائي التي تعمل مجتمعة على زيادة التركيز الملحي في المياه وهذا يؤثر بدروه على زيادة العناصر الأخرى في الوسط المائي.

٤- شفافية المياه (Transparency):

تعبّر شفافية المياه عن نسبة الشوائب والمواد العالقة في المسطح المائي كالطين والغرين والمواد العضوية واللاعضوية، وهي بالتالي انعكاس لمدى نقاوة المياه أو تلوثها. وتتأثر شفافية المياه بمجموعة من العوامل التي قد تكون خارجية كالحالة الجوية والغبار أو داخلية تتعلق بكمية المواد العالقة والمواد الذائبة ونوعيتها وحركة الكدرة (عبد الرزاق، ٢٠١٩، ٦٤).

يتضح من خلال الجدول (٤) والشكل (٨)، أن أعلى قيمة لدرجة الشفافية خلال الشتاء كانت في قناة الشاودي ناظم ٤ (العينة رقم ٤٩) ضمن منطقة نهر شط العرب، إذ بلغت الشفافية ٥٧ سم. بينما سجلت أدنى قيمة في قناة أبو عاصف (العينة رقم ٨٩) ضمن منطقة الصلال، إذ بلغت الشفافية في كل منهما ١٤ سم فقط. وفي الصيف، سجلت أعلى قيمة لدرجة الشفافية في قناة ناظم ٦ المشروع (العينة ٥١)، إذ بلغت ١٢٥ سم ضمن منطقة نهر شط العرب، بينما سجلت أدنى قيمة للشفافية في قناة المسحب/ ٣ (العينة ٣٦) ضمن منطقة المسحب وبلغت ١٣ سم فقط.

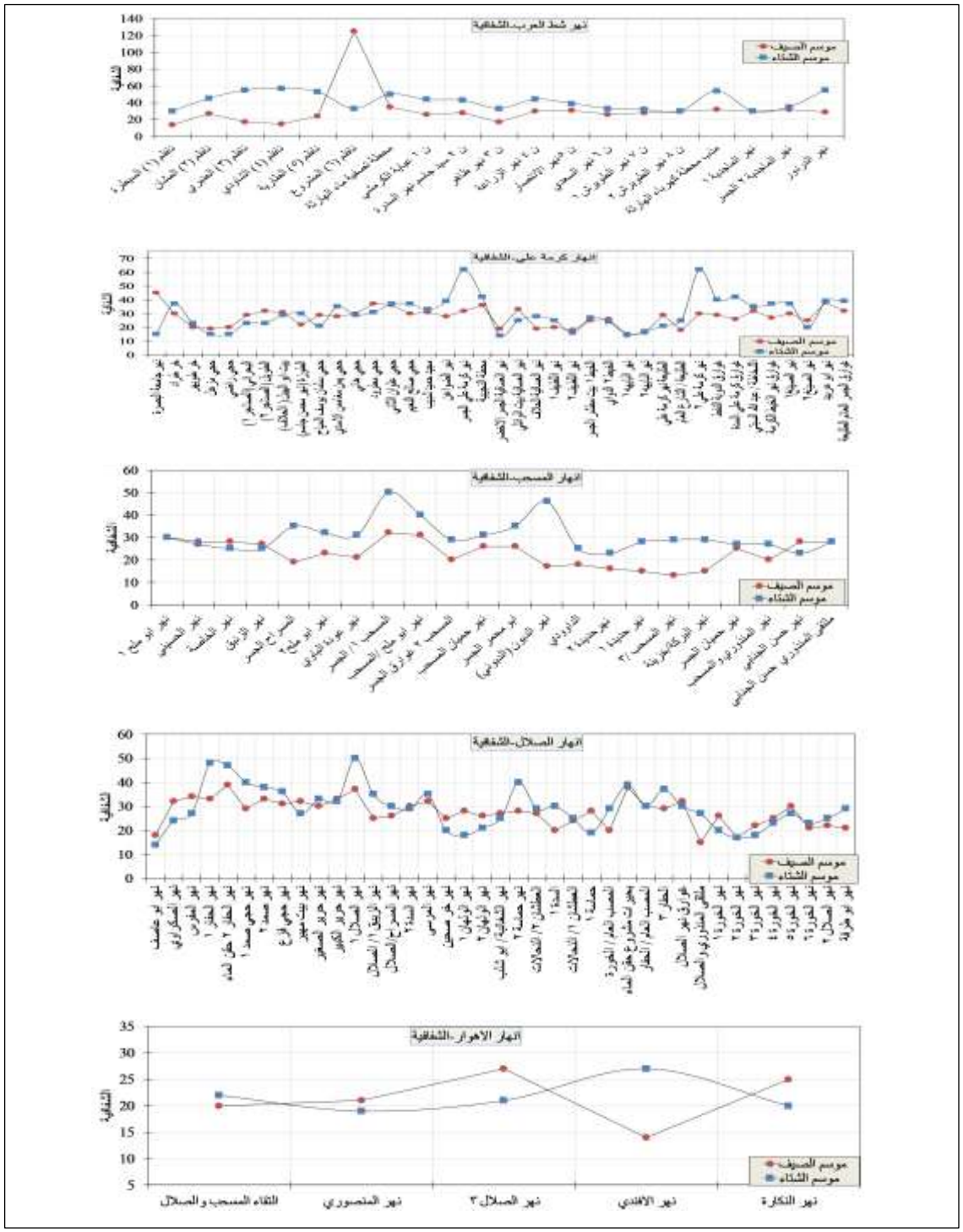
الجدول (٤)

القيم الفصلية الأعلى والأدنى لدرجة شفافية المياه (سم) المسجلة في القنوات المائية المدروسة.

أعلى قيمة	القناة	رقم العينة	أدنى قيمة	القناة	رقم العينة	المنطقة الجغرافية
الشتـــــاء						
27	الافندي	41	19	المنصوري	39	الأهوار
50	الصلال ١	103	14	ابو عاصف	89	الصلال
50	المسحب١/ الجسر	26	23	حديدة ٢	34	المسحب
57	ناظم ٤ الشاودي	49	30	ناظم ١ السيطرة & الماجدية ١	46 & 79	شط العرب
62	نهر الصينخ ٢	74	14	نهر اللطيف ١	81	كرمة علي
الصيـــــف						
27	الصلال ٣	40	14	الأفندي	41	الأهوار
39	الحفار ٢ مشروع حقن الماء	93	15	ملتقى المنذوري والصلال	65	الصلال
32	المسحب ١/الجسر	26	13	المسحب/٣	36	المسحب
125	ناظم ٦ المشروع	51	14	ناظم ١ السيطرة	46	شط العرب
45	نهر جامعة البصرة	1	14	البايهه ١	85	كرمة علي

المصدر: القياسات الحقلية.

الشكل (٨): التمثيل البياني التفصيلي للتباينات الجغرافية لدرجة شفافية المياه في القنوات المائية المدروسة



المصدر: القياسات الحقلية.

إن الزيادة في قيم الشفافية تعني أن المياه في الوسط المائي أكثر نقاوةً وبالتالي أكثر خلواً من الشوائب، فيما يعني تناقص قيمة الشفافية على احتواء الوسط المائي على كمية أكبر من الشوائب والرواسب العالقة الناجمة عن التلوث، وهذا قد يؤدي إلى قلة نفاذية الضوء إلى البيئة المائية وما يرتبط بذلك من حدوث مشكلات للأحياء المائية (الحسن، ٢٠١٤، ١٠٣).

ثانياً: تحليل المؤشرات الرئيسة الكيميائية

١- الأس الهيدروجيني (pH)

يعرّف الأس الهيدروجيني على أنه اللوغاريتم السالب لفعالية أيون الهيدروجين، وهو مقياس للحامضية والقاعدية في الظروف الاعتيادية لدرجة الحرارة والضغط، ويعد الأس الهيدروجيني من المتغيرات المهمة في البيئة المائية التي يجب قياسها وله أهمية كبيرة في الحسابات الكمية لحالات التشبع (Saturation States)، كما أنه العامل المسيطر على معظم التفاعلات لأنظمة غاز–ماء – صخر مثل: التميؤ والبلمرة والامتزاز وتكوين المعقدات وتفاعلات الأكسدة والاختزال، كما أن قياس pH في الحقل مهم لتقييم نوعية المياه وذلك لعلاقته بالمشكلات المتعلقة بكل من التأكل وتغير الطعم (موسى و الساكني، ٢٠١٢، ١٩٠).

تتراوح قيمة الأس الهيدروجيني للمحاليل من (٠ – ١٤). وتوصف المحاليل بأنها حامضية إذا كانت قيمة الأس الهيدروجيني لها أقل من٧، وقاعدية إذا كانت قيمة الأس الهيدروجيني لها أكبر من ٧. ويوصف المحلول بأنه متعادل إذا كانت قيمة الأس الهيدروجيني=٧ (السعد وآخرون، ٢٠١٧، ٤٠).

يلاحظ من الجدول (٥) والشكل (٩) أن معظم القيم المسجلة للأس الهيدروجيني كانت متقاربة نسبياً. ومع ذلك هنالك بعض التباين الطفيف، ففي الشتاء كانت أعلى قيمة لدرجة الأس الهيدروجيني في قناة الزيبق ١/ الصلال (العينة رقم ١٠٤) ضمن منطقة الصلال، إذ بلغت ٩.٩٩ درجة. بينما سُجلت أدنى قيمة في قناة المصب العام/ الحفار (العينة رقم ١١٩)، وبلغت ٧.٥٧ درجة. أما في الصيف، سُجلت أعلى قيمة للأس الهيدروجيني في قناة الدردور (العينة رقم ٧٥) ضمن منطقة أنهر شط العرب، إذ بلغت ٨.٩٨، بينما كانت القيمة الأدنى بحدود ٦.٩ درجة في قناة حجي مطرود (العينة رقم ١٣) ضمن منطقة المسحب.

تشير المواصفات العالمية إلى تحديد قيمة الأس الهيدروجيني بين (٦.٥ – ٩.٢) بالنسبة للمياه الصالحة للشرب (السعد وآخرون، ٢٠١٧، ٤٠). ومما يلاحظ من القيم المسجلة في منطقة الدراسة أنها تزيد قليلاً عن درجة التعادل (٧)، مما يعني أن المياه تميل إلى الصفة القاعدية، وهي الصفة الملازمة عموماً لمعظم مياه البيئة العراقية بسبب كثرة الكربونات والبيكربونات.

الجدول (٥)

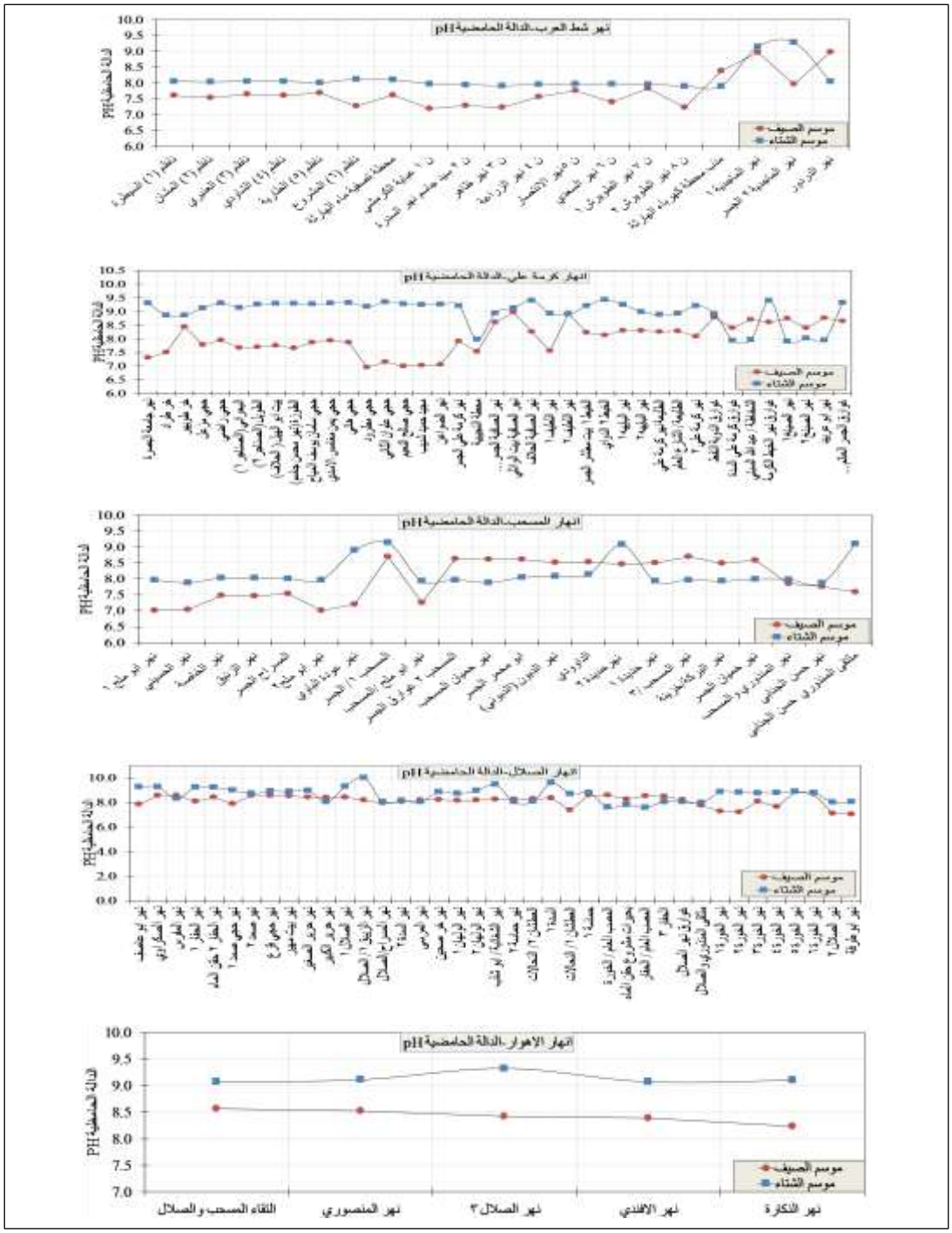
القيم الفصلية الأعلى والأدنى لدرجة الأس الهيدروجيني (pH) المسجلة في القنوات المائية المدروسة

أعلى قيمة	القناة	رقم العينة	أدنى قيمة	القناة	رقم العينة	المنطقة الجغرافية
الشتـــــــاء						
9.32	الصلال ٣	40	9.07	التقاء المسحب والصلال	38	الأهوار
9.99	الزيبق ١/ الصلال	104	7.57	المصب العام /الحفار	119	الصلال
9.14	المسحب١/ الجسر	26	7.87	حسن الجنابي	64	المسحب
9.28	الماجدية ٢ الجسر	80	7.9	ناظم ٨ نهر الطويرش ٢	60	شط العرب
9.43	نهر الطليعه كرمة علي	87	7.9	نهر العسافية بيت الوائلي	77	كرمة علي
الصيـــــــف						
8.56	التقاء المسحب والصلال	38	8.23	النكارة	42	الأهوار
8.86	الخورة ٦	72	7.03	ملتقى المنذوري والصلال	65	الصلال
8.7	المسحب / الجسر	26	7	ابو ملح ٢	24	المسحب
8.98	الدردور	75	7.19	ناظم ١ عباية الكرمشي	53	شط العرب
8.96	العسافية بيت الوائلي	77	96.6	حجي مطرود	13	كرمة علي

المصدر: القياسات الحقلية.

الشكل (٩)

التمثيل البياني التفصيلي للتباينات الجغرافية لدرجة الأس الهيدروجيني pH في القنوات المائية المدروسة



المصدر: القياسات الحقلية.

٢- الأكسجين الذائب (DO)

يعد الأكسجين المذاب في الماء من أهم مقومات دعم الحياة بالنسبة للنظم الحياتية المائية، وذلك لتأثيره في الأوضاع المعيشية للأحياء المائية التي تتطلب الأكسجين. وتعد زيادة تراكيزه في الماء مؤشراً جيداً على نوعية المياه التي تدعم عدداً أكثر من الكائنات الحية التي تحتاج إلى حوالي ٥ ملغم/ لتر من الأكسجين المذاب في الماء كحد أدنى، فيما يعمل نضوبه بفعل تصريف الملوثات إلى زيادة أعداد الكائنات المحللة على حساب الأحياء المائية الأخرى فضلاً عن زيادة توافر بعض المواد السامة كالأمونيا وتردي نوعية المياه التي تعيش فيها الكائنات الحية، وأن التغاير في قيم الأكسجين الذائب والتغيرات الفصلية تؤثر في التجمعات النباتية المائية وتنوع المجتمع الأحيائي (البغدادي، ٢٠١٩، ٥٠).

يبين الجدول (٦) والشكل (١٠)، أن أعلى قيمة مسجلة للأكسجين المذاب خلال الشتاء كانت في نهر كرمة علي (العينة رقم ٦٢) فبلغت ٨.٤ ملغم/ لتر ضمن منطقة كرمة علي، بينما سجلت أدنى قيمة في قناة حجي مزعل (العينة رقم ٤)، إذ بلغت (صفراً) مما يشير إلى انعدام الأكسجين فيها بسبب عامل التلوث العالي. في الصيف، تم تسجيل أعلى قيمة للأكسجين المذاب في قناة الخورة ١ (العينة رقم ٦٧) في منطقة الصلال، إذ بلغت ٢.٣٤ ملغم/ لتر، بينما سجلت أدنى القيم في قناتي البايهه ١ والبايهه ٢ (العينة رقم ٨٥ و ٨٦) ضمن منطقة كرمة علي، إذ بلغت في كل منهما ٠.٤٢ و ٠.٤٢ ملغم/ لتر فقط. ومن الواضح أن القيم المسجلة في الصيف كانت أقل بكثير مما مسجل في الشتاء بسبب عامل درجة الحرارة التي تتناسب عكسياً مع مقدار الأكسجين المذاب.

الجدول (٦)

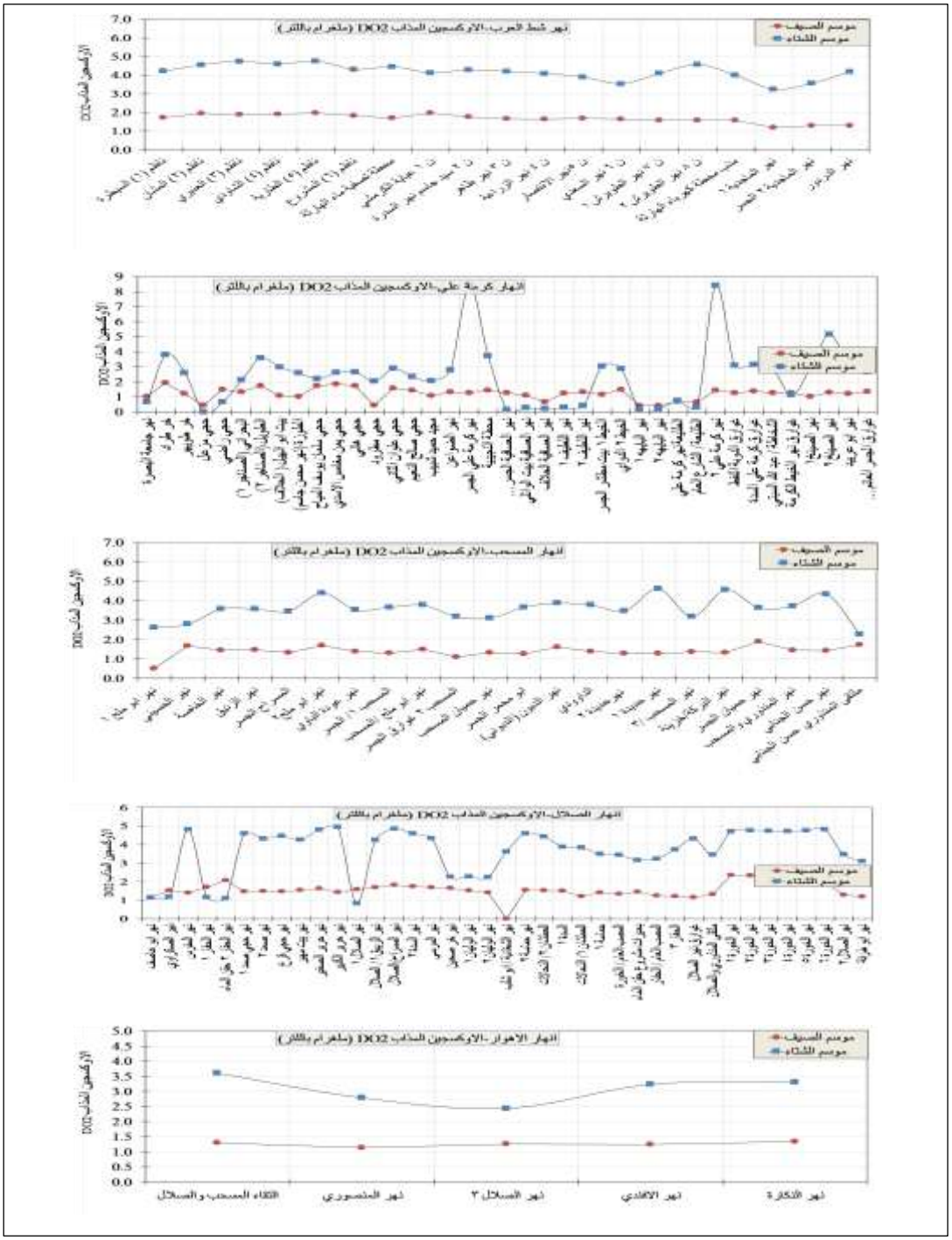
القيم الفصلية الأعلى والأدنى للأكسجين المذاب (ملغم/ لتر) المسجلة في القنوات المائية المدروسة.

أعلى قيمة	القناة	رقم العينة	أدنى قيمة	القناة	رقم العينة	المنطقة الجغرافية
الشتـــــاء						
3.6	التقاء المسحب والصلال	38	2.44	الصلال ٣	40	الاهوار
4.93	حرير الكبير	102	0.82	الصلال١	103	الصلال
4.62	حديدة ١	35	0.67	المسحب / الجسر	26	المسحب
4.76	ناظم ٥ الطارية	50	3.24	الماجدية ١	79	شط العرب
8.4	نهر كرمة علي	62	0	حجي مزعل	4	كرمة علي
الصيـــــف						
1.34	النكارة	42	1.13	المنصوري	39	الاهوار
2.34	الخورة ١	67	1.16	ابو عاصف	89	الصلال
1.9	حميان / الجسر	62	0.51	ابو ملح ١	19	المسحب
1.97	ناظم ١ عباية الكرمشي	53	1.19	الماجدية ١	79	شط العرب
1.94	خر طراد	2	0.42	البايهه ١	85	كرمة علي

المصدر: القياسات الحقلية.

الشكل (١٠)

التمثيل البياني التفصيلي للتباينات الجغرافية والمعايرة البيئية للأكسجين الذائب في القنوات المائية المدروسة



المصدر: القياسات الحقلية.

يشير التحليل البيئي للأكسجين الذائب في منطقة الدراسة إلى انخفاضها عموماً عن المعيار (**٥ ملغم/ لتر**)، أن معظم القيم المسجلة في القنوات المائية المدروسة كانت تقل عن المعيار، ويمكن أن يعزى ذلك إلى سببين رئيسين:

١- ازدياد عامل التلوث بسبب تكديس النفايات والقمامة وتصريف مياه المجاري إلى معظم هذه القنوات، الأمر الذي يسرع من استهلاك الأكسجين الذائب فيها.

٢- قلة التصريف النهري وضعف التبادل المائي وضيق مجرى معظم القنوات، الأمر الذي يقلل من عامل اختلاط الكتلة المائية وبالتالي عدم توليد كميات كافية من الأكسجين الذائب في هذه الأوساط المائية.

٣- الأملاح الذائبة الكلية (TDS)

تعد من أهم مؤشرات نوعية المياه على الإطلاق، وهي تمثل مجموع المواد الصلبة الذائبة، التي تتخلف عندما يتم تبخير أو تجفيف العينة المائية، وتشمل بذلك المكونات الذائبة كافة سواء أكانت متأينة أم لا، التي يمكن تعريفها أيضاً بأنها شكل من أشكال الملوحة (Salinity). تمثل الملوحة المواد الصلبة الذائبة ولا تشمل المواد العالقة والغازات المذابة. يمكن أن يزداد تراكيز TDS في المياه نتيجة لمصادر مختلفة مثل انجراف التربة وزيادة فضلات المجاري والفضلات الصناعية السائلة ومياه المبازل. هذا وترتبط قيم TDS بعلاقة طردية مع ال (EC)، إذ ترتفع قيم التوصيل بارتفاع قيم تركز الأملاح الذائبة الكلية التي تعتمد على سلوكيات الأيونات في المياه (الميالي، ٢٠٢٠، ٨٢).

يتبين من الجدول (٧) والشكل (١١) أن في الشتاء كان أعلى تركيز تم تسجيله للأملاح الصلبة الذائبة بحدود ٩٧٧٥ ملغم/ لتر في قناة بحيرات مشروع حقن الماء (العينة رقم ١١٨) ضمن منطقة الصلال، بينما سُجل أدنى تركيز في قناة نهر العسافية (العينة رقم ٧٧)، وبلغ ١٨٠٨ ملغم/ لتر. أما في الصيف، سُجلت أعلى قيمة للأملاح الصلبة الذائبة في قناة غوارق كرمة علي السدة (العينة رقم ١٢٣) ضمن منطقة الصلال وبلغت ٨٨٩٢ ملغم/ لتر. وكانت القيمة الأدنى للمواد الصلبة الذائبة حوالي ١٤٥٤ ملغم/ لتر في قناة بحيرات مشروع حقن الماء (العينة رقم ١١٨).

وفقاً للمواصفات القياسية العراقية، فإن تركيز الأملاح الصلبة الذائبة يجب لا يزيد عن ١٠٠٠ ملغم/ لتر لأغراض السلامة البيئية (جهاز السيطرة النوعية والتقييس، ٢٠٠١، ٢)، وواضح أن القيم المسجلة في منطقة الدراسة تتعدى في جميع العينات تقريباً هذا المحدد البيئي، مما يشير إلى تلوث هذه المياه وتملحها بشكل ملحوظ خلال الشتاء والصيف على السواء. كما يبدو واضحاً ارتفاع التراكيز الملحية خلال الصيف قياساً بالشتاء اقتراناً بقيم التوصيلية الكهربائية وتأثراً بعوامل بيئية مختلفة.

الجدول (٧)

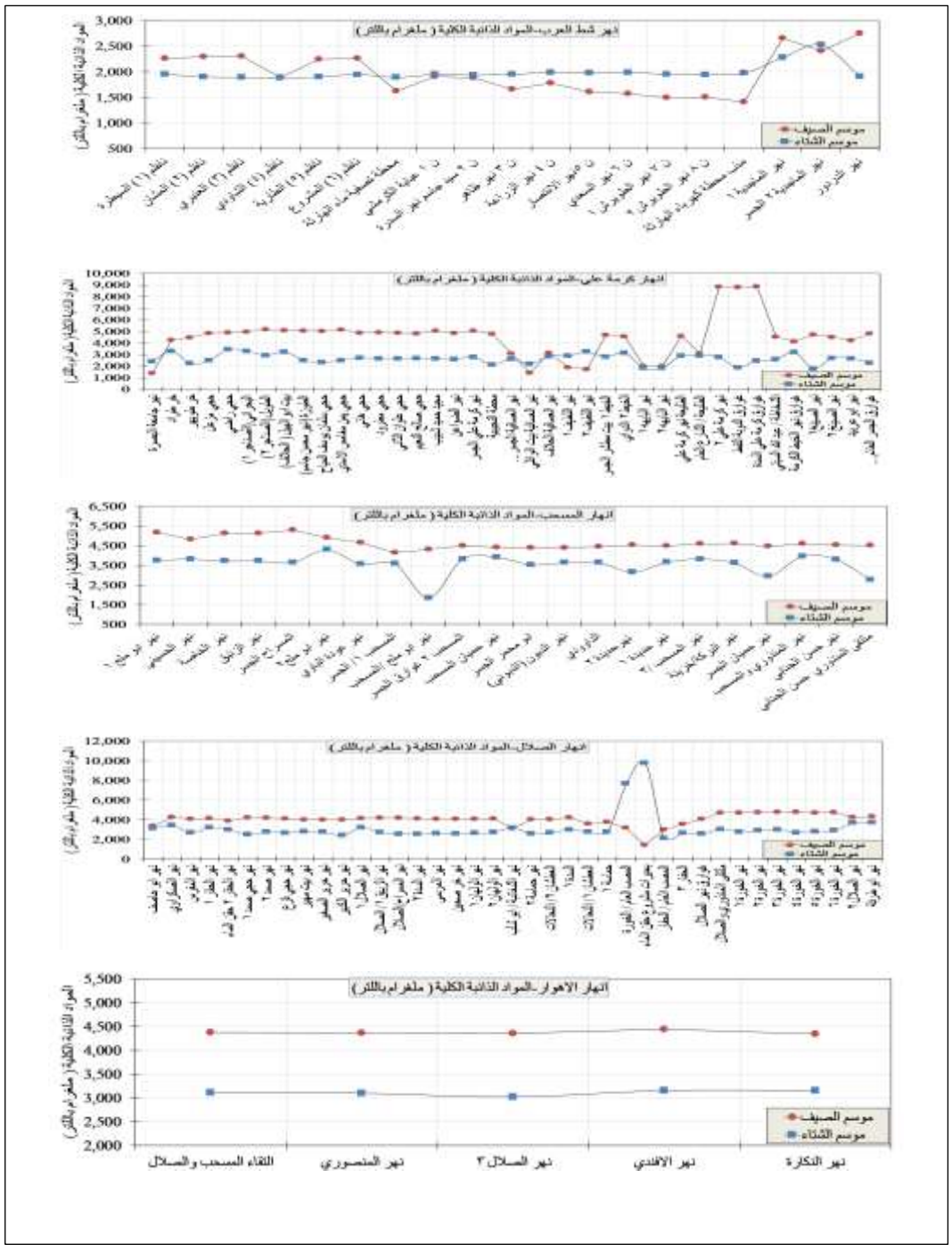
القيم الفصلية الأعلى والأدنى للمواد الصلبة الذائبة TDS (ملغم/ لتر) المسجلة في القنوات المائية المدروسة

أعلى قيمة	القناة	رقم العينة	أدنى قيمة	القناة	رقم العينة	المنطقة الجغرافية
الشتـــــــاء						
3154	نهر النكارة	42	3013	نهر الصلال٣	40	الاهوار
9775	بحيرات مشروع الحقن	118	2145	المصب العام/ الحفار	119	الصلال
4295	نهر ابو ملح ٢	24	1838	نهر ابو ملح/ المسحب	27	المسحب
2525	نهر الماجدية ٢/ الجسر	80	1886	ناظم (٤) الشاودي	49	شط العرب
3460	نهر حجي راضي	5	1808	نهر العسافية بيت الوائلي	77	كرمة علي
الصيـــــــف						
4442	نهر الافندي	41	4344	نهر النكارة	42	الاهوار
4793	نهر الخورة ٣	69	1454	بحيرات مشروع الحقن	118	الصلال
5283	المسراح/ الجسر	23	4134	المسحب ١/ الجسر	26	المسحب
2750	نهر الدردور	75	1410	مذب محطة كهرباء الهارثة	61	شط العرب
8892	غوارق كرمة علي السدة	123	1407	نهر جامعة البصرة	1	كرمة علي

المصدر: القياسات الحقلية.

الشكل (١١)

التمثيل البياني التفصيلي للتباينات الجغرافية والبيئية للأملاح الذائبة الكلية TDS في القنوات المائية المدروسة.



المصدر: القياسات الحقلية.

٤- جهد الأكسدة والاختزال (ORP)

يعد جهد الأكسدة والاختزال Oxidization – Reduction Potential، أو ما يسمى بتفاعلات الخزدلة Redox، مقياساً لقدرة الوسط المائي على تنظيف نفسه أو تفتيت المخلفات الصناعية مثل الملوثات وبقايا الحيوانات والنباتات الميتة، فعندما تكون قيمة الأكسدة والاختزال (ORP) عالية، فهذا يعني وجود الكثير من الأكسجين في الماء، بمعنى أن البكتيريا التي تتحلل الأجسام الميتة والملوثات يمكن أن تعمل بكفاءة عالية، وهذا يدلل على أن الوسط المائي نقي وغير ملوث، والعكس صحيح كلما ازدادت قيمة الاختزال يعني ذلك قلة الأكسجين في الماء وأن الوسط المائي ملوث. ومن الناحية الكيميائية، تشتمل تفاعلات الأكسدة – الاختزال على انتقال الإلكترونات بين نوعين من الجزئيات سواء أكان عضوياً أم لا عضوياً، وأياً كانت حالة البيئة (غازية، سائلة، صلبة) يحصل التأكسد عندما يبدأ فقدان واحد أو أكثر من الإلكترونات فتزيد الشحنة الموجبة، فيما يحصل الاختزال عندما يتم اكتساب واحد أو أكثر من الإلكترونات بمعنى زيادة الشحنة السالبة (مجموعة من العلماء، ٢٠١٩، ١٨٧-١٨٨).

قد تكون قياسات ORP هي الأولى من نوعها التي تجري في منطقة الدراسة الحالية. وكما يتضح الجدول (٨) والشكل (١٢)، فإن قيم الأكسدة والاختزال خلال الشتاء كانت على أعلاها في قناة الدردور (العينة رقم ٧٥) ضمن منطقة نهر شط العرب، إذ بلغت ٢٤٦.٢+ ملي فولت، بينما كانت أدنى قيمة في قناة العسافية الحلاف (العينة رقم ٧٨) ضمن منطقة الصلال، وبلغت ٩.١١+ ملي فولت. أما في الصيف، فإن أعلى قيمة مسجلة لدرجة ORP كانت في قناة غوارق الدوبة النفط (العينة رقم ١٢٢) ضمن منطقة كرمة علي وبلغت 204.3+ ملي فولت، بينما سجلت أدنى قيمة في قناة الصكراوي (العينة رقم ٩٠) ضمن منطقة كرمة علي أيضاً، إذ بلغت ٢٧.٧+ ملي فولت.

الجدول (٨)

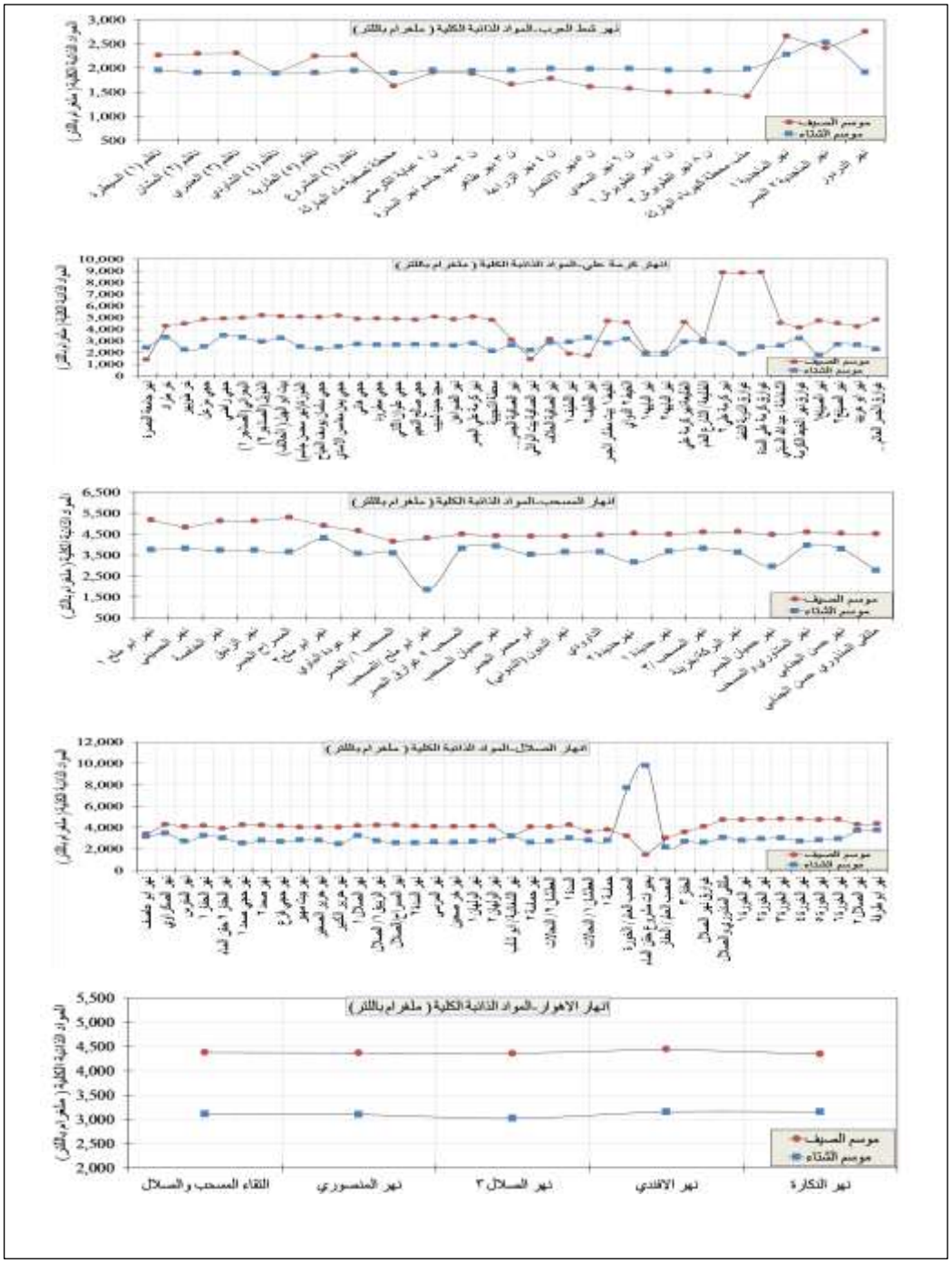
القيم الفصلية الأعلى والأدنى للأكسدة والاختزال ORP (ملي فولت) المسجلة في القنوات المائية المدروسة.

أعلى قيمة	القناة	رقم العينة	أدنى قيمة	القناة	رقم العينة	المنطقة الجغرافية
الشتـــــــاء						
+215.4	التقاء المسحب والصلال	38	+199.5	النكارة	42	الأهوار
+198.4	حجي صمد ١	97	+٨٩.٥	بحيرات مشروع الحقن	118	الصلال
+227.8	المسحب١/ الجسر	26	+118.6	الداوودي	33	المسحب
+246.2	الدردور	75	+101.5	الماجدية ١	79	شط العرب
+269.4	غوارق الدوبة النفط	122	+9.11	العسافية الحلاف	78	كرمة علي
الصيـــــــف						
+97.9	الأفندي	41	+92.3	التقاء المسحب والصلال	38	الأهوار
+195.8	حماسة ١	116	+27.7	الصكراوي	90	الصلال
+149.1	ابو ملح ١	19	+67.3	ابو ملح / المسحب	27	المسحب
+112.4	ناظم ٢ المشان	47	+81.44	ناظم ٨ نهر الطويرش ٢	60	شط العرب
+204.3	غوارق الدوبة النفط	122	+63.2	الشخاطة/عبد الله السبتي	95	كرمة علي

المصدر: القياسات الحقلية.

الشكل (١٢)

التمثيل البياني التفصيلي للتباينات الجغرافية والبيئية للأكسدة والاختزال ORP في القنوات المائية المدروسة



المصدر: القياسات الحقلية

من الناحية البيئية، تكون قيم ORP مرتبطة بشكل وثيق بقيم DO، إذ تتأثر الأكسدة والاختزال بمدى وفرة الأكسجين الذائب الموجود في الوسط المائي، والذي يعتمد بدروه على الملوثات وعوامل التحلل البيولوجي الجارية. وعادةً ما يشار إلى أن المياه الصحية للأسماك ولغيرها من الأحياء المائية يجب أن يتخطى فيها مقدار الأكسدة والاختزال حدود ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ملي فولت (Horne & Goldman, 1994, 760; Wetzel, 1983, 760). وعند تطبيق هذا المعيار على النتائج المسجلة في منطقة الدراسة، نلاحظ أنها بعيدة عن هذا الحدّ مما يعني أنها غير صحية بيولوجياً. كما تشير النتائج إلى أن البيئة المائية في منطقة الدراسة هي بيئة مؤكِسدة في الغالب.

الاستنتاجات:

١- تشير دراسة المؤشرات الرئيسة الفيزيائية والكيميائية لنوعية المياه في منطقة الدراسة، إلى أنها تمثل حالة بيئية متباينة الخصائص. فمثلاً في الوقت الذي ترتبط فيه مؤشرات EC و TDS بعلاقة طردية موجبة في معظم القنوات المائية المدروسة، فإنها تكون مرتبطة بعلاقة سالبة مع المتغيرات الأخرى. ويمكن ملاحظة العلاقات الإحصائية للمتغيرات المدروسة وفق معامل ارتباط بيرسون في المصفوفة الآتية (الجدول الاستنتاجي ١):

الجدول الاستنتاجي (١): العلاقات الإحصائية وفق معامل ارتباط بيرسون للمتغيرات المدروسة

ORP	TDS	EC.	pH	Transp.	DO	Water Temp.	Air Temp.	**Parameter**
-.280**	.384	.209	-.250**	-.288**	-.270**	0.06	1.00	Air Temp.
-0.04	-0.06	-0.03	-0.07	-0.01	-0.02	1.00	0.06	Water Temp.
0.09	-0.10	-0.05	0.10	.252	1.00	-0.02	-.270**	DO
0.11	-.152*	-0.04	-0.05	1.00	.252	-0.01	-.288**	Transp.
0.05	-.141*	-0.11	1.00	-0.05	0.10	-0.07	-.250**	pH
-0.07	.287	1.00	-0.11	-0.04	-0.05	-0.03	.209	EC.
-0.05	1.00	.287	-.141*	-.152*	-0.10	-0.06	.384	TDS
1.00	-0.05	-0.07	0.05	0.11	0.09	-0.04	-.280**	ORP

يمكن الاستدلال من المصفوفة أعلاه ما يلي:

- علاقة درجة حرارة الهواء المحيط بدرجة حرارة الماء وبالتوصيلية الكهربائية وبالمواد الصلبة الذائبة طردية موجبة، لكنها تكون سالبة مع الأكسجين الذائب وشفافية الماء والأس الهيدروجيني والأكسدة-الاختزال.
- علاقة درجة حرارة الماء تكون طردية موجبة مع درجة حرارة الهواء فقط، وسالبة مع المتغيرات الأخرى.

- علاقة الأكسجين الذائب تكون طردية موجبة مع شفافية الماء والأس الهيدروجيني والأكسدة–الاختزال، وعكسية سالبة مع درجة حرارة الهواء والماء والتوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة.
- علاقة شفافية الماء موجبة مع الأكسجين الذائب والأكسدة–الاختزال، وسالبة مع المتغيرات الأخرى.
- علاقة الأس الهيدروجيني موجبة مع الأكسجين الذائب والأكسدة–الاختزال، وسالبة مع المتغيرات الأخرى.
- علاقة التوصيلية الكهربائية طردية موجبة مع درجة حرارة الهواء والمواد الصلبة الذائبة، وعكسية سالبة مع المتغيرات الأخرى.
- علاقة المواد الصلبة الذائبة موجبة مع درجة حرارة الهواء والتوصيلية الكهربائية، وسالبة مع المتغيرات الأخرى.
- علاقة الأكسدة–الاختزال طردية موجبة مع الأكسجين الذائب وشفافية الماء والأس الهيدروجيني، وسالبة مع المتغيرات الأخرى.

٢- تشير نتائج فحوصات المؤشرات الرئيسة أيضاً، إلى وجود بعض الفروقات المعنوية بين المتغيرات المدروسة، وكما يبدو من الجدول الاستنتاجي (٢)، فإن الفروقات المعنوية الفصلية واضحة أكثر مما عليه في الفروقات المكانية، مما يشير إلى تجانس نسبي في تباين المؤشرات على المستوى المكاني، لكن المؤثر الأهم في تراكيز المتغيرات هو التغاير الفصلي في الخصائص المناخية وانعكاسه على قيم تلك المتغيرات.

الجدول الاستنتاجي (٢): الفروقات المعنوية للمتغيرات المدروسة على المستوى الفصلي والمكاني.

Parameter	Temporal Variation		Spatial Variation	
	F	P	F	P
Air Temp.	٥٢٠.٩٥	٠	١.٠١	٠.٤٨
Water Temp.	٢.٠٦	٠.١٥	٠.٩٨	٠.٥٥
DO	١٣.١٣	٠	١.٠٢	٠.٤٦
Transp.	١٢.٥٨	٠	١.٥	٠.٠١
pH	٣٥.٤٧	٠	١.٠٦	٠.٣٧
EC.	١٢.٠٧	٠	١.٠٩	٠.٣٢
TDS	٦٣.٥	٠	١.٤١	٠.٠٣
ORP	٢٣.٤٨	٠	٠.٩١	٠.٦٩

المصادر:

١ أبو جري، أقبال عبد الحسين، (٢٠٠٧)، الأثار البيئية لتجفيف الأهوار في جنوب العراق، أطروحة دكتوراه، كلية التربية أبن رشد– جامعة بغداد.

٢ الباهلي، سرور عبد الأمير حمزة، (٢٠٠٦)، التباين الفصلي والمكاني لتلوث مياه شط العرب في محافظة البصرة وبعض تأثيراته البيئية، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب – جامعة البصرة.

٣ البغدادي، هالة محمود شاكر، (٢٠١٩)، التباين الزماني والمكاني للتنوع الأحيائي في بيئة انهار وأهوار محافظة البصرة، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب – جامعة البصرة.

٤ الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، (٢٠٠١)، المواصفة القياسية لمياه الشرب رقم ٤١٧ لسنة ٢٠٠١، بغداد.

٥ الحسن، شكري إبراهيم، (٢٠١١)، التلوث البيئي في مدينة البصرة، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة البصرة.

٦ الحسن، شكري إبراهيم، (٢٠١٤)، مقدمة في علم البيئة ومشكلاتها، دار المعارف للكتب الجامعية، بيروت.

٧ الخزاعي، مرتضى صيوان خشان، (٢٠٢٠)، التباين المكاني لتلوث مياه أهوار قضاء الجبايش وتأثيراته البيئية، رسالة ماجستير، كلية الآداب – جامعة البصرة.

٨ خلف، بتول حسين، (٢٠١٨)، أثر التغير المناخي على انحسار مياه أهوار جنوب العراق، أطروحة دكتوراه، كلية التربية أبن رشد – جامعة بغداد.

٩ راضي، فادية خالد، (٢٠١٤)، تقييم هور شرق الحمار كمحمية طبيعية باستخدام الأدلة البيئية، رسالة ماجستير، كلية الزراعة – جامعة البصرة.

١٠ السعد، حامد طالب وآخرون، (٢٠١٧)، علم بيئة المياه العذبة والمصبات، دار المعارف للكتب الجامعية، بيروت.

١١ سواد، ندى إبراهيم. (٢٠٢١). تطبيق بعض التقنيات الفيزيائية في معالجة وتحسين نوعية المياه العادمة والخام. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة.

١٢ الشمري، أحمد جاسب جبار، (٢٠٠٨)، التقييم البيئي لتجمعات أسماك جنوب شرق هور الحمار شمال مدينة البصرة، رسالة ماجستير، كلية الزراعة – جامعة البصرة.

١٣ صبار، أمل علي، (٢٠١١)، التنوع النباتي في شط العرب وهوري الجبايش وشرق الحمار، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم – جامعة البصرة.

١٤ عباس، عادل فاضل، (٢٠١٣)، دراسة الوفرة النسبية والتنوع الأحيائي للبائن الأرضية في هور شرق الحمار، رسالة ماجستير، كلية العلوم – جامعة البصرة.

١٥ عبدالرزاق، سكينة منتصر، (٢٠١٩)، دراسة نوعية المياه وتطبيق دليلي الاغتذائية وتلوث النهر في الجزء الشمالي من شط العرب، رسالة ماجستير، كلية العلوم – جامعة البصرة.

١٦ مجموعة من العلماء، (٢٠١٩)، دراسات متقدمة في التلوث البيئي، ترجمة: شكري إبراهيم الحسن، دار المعارف للكتب الجامعية، بيروت.

١٧ محافظة البصرة، شعبة نظم المعلومات الجغرافية GIS، بيانات غير منشورة، ٢٠٢٠.

١٨ مطر، رجاء كاظم، (٢٠١٨)، التحليل المكاني لتلوث مياه نهر دجلة بالمخلفات الطبية في مدينة بغداد، رسالة ماجستير، كلية التربية – الجامعة المستنصرية.

١٩ موسى، ماهر يعقوب و الساكني، عبير يحيى، (٢٠١٢)، تغيرات بيئة أهوار جنوب العراق وتأثيراتها الجغرافية، دار الوثائق – بغداد.

٢٠ الميالي، إيناس نعيم هاشم، (٢٠٢٠)، الإصحاح البيئي لهور الحمار جنوب العراق، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب – جامعة بغداد.

21 Abbood, D. W.; Gubashi, K. R. and Abbood, H. H. (2014). Evaluation of water quality index in the Main Drain River in Iraq by application of CCME water quality. Civ. environs. res., 6(8): 19- 23.

22 Al-Asadi, S. A.; Al Hawash, A. B.; Alkhlifa, N. H. A. and Ghalib, H. B. (2019). Factors affecting the levels of toxic metals in the Shatt Al-Arab River, Southern Iraq. Earth Syst. Environ., 3(2): 313-325

23 Horne, A. J., & Goldman, C.R., (1994) Limnology, 2nd edition. McGraw-Hill, Inc, London.

24 Sevda, S. Sreekishnan, T. R.; Puig, S. and Pant, D. (2018).

Bioelectroremediation of perchlorate and nitrate contaminated water A review. Bioresour. Technol., 255: 331-339.

25 Wetzel, R.G., (1983), Limnology, 2nd edition. Saunders College Publishing, London.