



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ميسان
كلية العلوم
قسم علوم الحياة

تطبيق بعض الدلائل البيئية ونظم المعلومات الجغرافية GIS في تقييم نوعية مياه نهر المشرح في محافظة ميسان/ جنوب العراق

رسالة مقدمة

إلى

مجلس كلية العلوم / جامعة ميسان

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الحياة

من قبل

نرجس فاضل عباس

بكالوريوس كلية التربية / علوم الحياة (2008)

بإشراف

أ.م.د. نيران عدنان عباس

أ.م.د. صالح حسن جازع

بِسْمِ وَاللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَمِنْ ءَايَاتِهِ أَنْتَ تَرَى الْأَرْضَ خَاشِعَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا
الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ ۗ إِنَّ الَّذِي أَحْيَاهَا لَمُحْيِ الْمَوْتَى ۗ إِنَّهُ
عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ)

(صدق الله العلي العظيم)

(سورة فصلت - الآية 39)

"إقرار المشرفين"

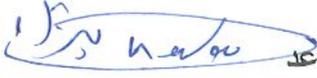
تقرر بأن أعداد هذه الرسالة

(تطبيق بعض الدلائل البيئية ونظم المعلومات الجغرافية GIS في تقييم
نوعية مياه نهر المشرح في محافظة ميسان/ جنوب العراق)

المقدمة من قبل الطالبة (نرجس فاضل عباس)

قد جرت تحت إشرافنا في قسم علوم الحياة /كلية العلوم/جامعة ميسان كجزء من متطلبات نيل درجة
الماجستير في علوم الحياة .

التوقيع:

 الأستاذ المساعد

الدكتورة/ نيران عدنان عباس

الاختصاص الدقيق/ بيئة

التاريخ: / / 2023

التوقيع:

 الأستاذ المساعد

الدكتور /صالح حسن جازع

الاختصاص الدقيق/ تلوث بيئي

التاريخ: / / 2023

توصية رئيس القسم

بالنظر لتوصية المشرفين أحيل هذه الرسالة الى لجنة المناقشة

الاسم/ ميثم عبد الكاظم دراغ

المرتبة العلمية/ أستاذ مساعد

رئيس قسم علوم الحياة

التاريخ:

"إقرار لجنة المناقشة"

نشهد نحن أعضاء لجنة التقييم والمناقشة الموقعين أدناه بأننا أطلعنا على الرسالة الموسومة بـ(تطبيق بعض الدلائل البيئية و نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تقييم نوعية مياه نهر المشرح في محافظة ميسان / جنوب العراق) المقدمة من قبل الطالبة (نرجس فاضل عباس)، وناقشنا الطالبة في محتوياتها وفيما له علاقة بها، بتاريخ 2023/10/10 فوجدناها جديرة بالقبول لنيل درجة الماجستير في علوم الحياة.


التوقيع:
الأستاذ

د. بشار جبار جمعه

كلية العلوم /جامعة ميسان

التاريخ: / / 2023

رئيس اللجنة


التوقيع:
الأستاذ المساعد

د. وسام ثامر جبار

كلية طب الأسنان / جامعة واسط

التاريخ: / / 2023

عضو اللجنة

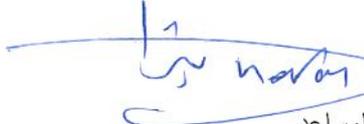

التوقيع:
الأستاذ

د. هاشم حنين كريم

كلية التربية الأساسية / جامعة ميسان

التاريخ: / / 2023

عضو اللجنة


التوقيع:
الأستاذ المساعد

د. نيران عدنان عباس

كلية العلوم /جامعة ميسان

التاريخ: / / 2023

عضو اللجنة والمشرف


التوقيع:
الأستاذ المساعد

د. صالح حسن جازع

كلية العلوم /جامعة ميسان

التاريخ: / / 2023

عضو اللجنة والمشرف

مصادقة عمادة كلية العلوم / جامعة ميسان

التوقيع

الأستاذ المساعد

د. تحسين صدام فندي

التاريخ: / / 2023

العميد

الإهداء ...

طلبتك ماء لأروي ظمائي *** لأنني لغيرك لا أتمني

فكان جوائبك سبعا فجاجاً *** من الماء نهراً سخياً سمي

فطبت إمامي نبي العطاء *** وطاب عطاؤك من ملهم

الى مرمر التضحية والعطاء أبا الفضل العباس (عليه السلام) . . أهدي ما وفقني إليه

مربي ..

فدنا بجمعنا
بسرورنا

شكر وتقدير

الحمد لله، حمداً لا ينتهي، والشكر لله شكراً لا ينثني، أعطيت فجزيت، فشكراً يا رب بكل جوارحي اليك، أذ لم تكن ساعدي فقط هي التي أنجزت ما أراد الله بمشيئته.

أتقدم بالشكر الجزيل بقلب محب ولسان ينطق بالعرفان الى الأستاذ المساعد الدكتور صالح حسن جازع و الأستاذ المساعد الدكتورة نيران عدنان لتفضلهم بالأشراف على الرسالة فوجدت فيهم المعلم والمربي ولمست منهم النصح السديد والتوجيه الدقيق والرعاية العلمية طيلة مدة الكتابة ،فلهم مني جزيل الشكر و وافر الاحترام. ويدعوني الوفاء أن أتقدم بعظيم الامتتان إلى أعضاء لجنة المناقشة كل من أ.م. د. بشار جبار جمعه و أ.م. د. هاشم حنين كريم و أ.م. د. وسام ثامر جبار الافاضل على الجهود التي بذلوها من توجيهات وملاحظات في سبيل إخراجهم الرسالة بأتم صورة.

والشكر الجزيل الى عميد كلية العلوم الدكتور صبيح جاسم ورئيس قسم علوم الحياة الأستاذ الدكتور ميثم عبد الكاظم دراغ. لدعمهم في انجاز رسالتي. وشكري وامتتاني إلى الدكتور اسعد يحيى عايد والدكتور ضرغام صبيح كريم لإكمالهم التحليل الاحصائي للنتائج والأستاذ مرتضى سرحان عوض في رسم الخرائط .

والشكر الجزيل الموصول للعاملين في دائرة الموارد المائية في ميسان وفي مختبر مديرية بيئة ميسان السادة (علي لفته ساجت ،مصطفى هيثم جبار، سعد عزيز محمد) والاخوة العاملين في مختبر مديرية الماء والمجاري السيد كريم حسن حنين والسيدة الاء مجيد ورور لمساعدتهم في فحص بعض المتغيرات وإعطاء معلومات قيمة عن نهر المشرح .والشكر والامتتان الى ملاك مدرسة الشعبانية بالأخص مدير المدرسة الأستاذ صلاح صيهود لما قدموا لي من مساعدة في فترة السنة البحثية .

وأخص بالشكر الجزيل والامتتان إلى مَنْ وقف معي منذ الخطوة الأولى في تعليمي منبع الأمن والحنان امي وابي وشكري واعتزازي لـ (أخوتي وأخواتي)، زميلاتي العزيزات بكل ما قدموا من مساعدة معنوية ومساندة ودعاء جميل ذهب إلى السماء ليعود بأمنيات تحققت.

الخلاصة:

تضمنت الدراسة استخدام بعض الدلائل لتقييم جودة مياه نهر المشرح في محافظة ميسان حيث استخدم الدليل العام للتلوث OIP-WQI ودليل الصرف الصحي الوطني (NSF-WQI) لغرض معرفة جودة المياه لنهر المشرح في محافظة ميسان لثلاثة مواقع على طول النهر، للمدة من شهر تموز 2022 وحتى شهر كانون الثاني 2023 بواقع ثلاثة فصول بالإضافة الى الصور الفضائية للقمر الصناعي (Landsat-8 OLI) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) من أجل إيجاد خرائط لونية يمكن استخدامها للتنبؤ بنوعية المياه في أي نقطة على طول نهر المشرح.

تضمنت الدراسة الحالية تحديد 16 متغير خاص بنوعية المياه وهي (درجة حرارة المياه و الأس الهيدروجيني ، والتوصيلية الكهربائية والملوحة، والمواد الصلبة الذائبة الكلية والعكورة، والمواد الصلبة العالقة الكلية والعسرة الكلية، وأيون الكالسيوم، وأيون المغنيسيوم والكلوريدات، والكبريتات والفوسفات والنترات، والأوكسجين المذاب، والمتطلب الحيوي للأوكسجين) في ثلاثة مواقع على طول نهر المشرح خلال فترة الدراسة.

تراوحت قيم و مؤشرات نوعية المياه كالاتي: أدنى قيمة لدرجة حرارة الماء 13.8°C في الموقع الثالث خلال فصل الشتاء وأعلى قيمة لدرجة الحرارة خلال الصيف في الموقع الأول 30°C ، و أدنى قيمة للأس الهيدروجيني 7.05 في الموقع الثالث خلال فصل الخريف وأعلى قيمة للأس الهيدروجيني 8.8 في الموقع الثاني في فصل الصيف، و أدنى قيمة للتوصيلية الكهربائية 1686.5 μSms في الموقع الأول خلال الشتاء، وأعلى قيمة للتوصيلية الكهربائية 2861.5 μSms في الموقع الثالث خلال فصل الصيف، وأدنى قيمة للملوحة 246ppt في الموقع الأول خلال الشتاء ، وأعلى قيمة للملوحة 403.5 ppt في الموقع الأول خلال فصل الخريف، وأدنى قيمة للعكورة 23mg/l في الموقع الأول خلال فصل الشتاء، وأعلى قيمة للعكورة 62 mg/l في الموقع الثالث خلال فصل الخريف، وأدنى قيمة للمواد الصلبة الذائبة الكلية 1108mg/l في الموقع الثاني خلال فصل الشتاء ، وأعلى قيمة للمواد الصلبة الذائبة الكلية في الموقع الثالث 1415 mg/l. وأعلى قيمة للمواد الصلبة العالقة الكلية 130mg/l في الموقع الثالث خلال فصل الشتاء. أدنى قيمة للمواد الصلبة العالقة الكلية 65mg/l في الموقع الأول خلال فصل الخريف . وأدنى قيمة للعسرة الكلية 401.5mg/l في الموقع الأول خلال الشتاء ، وأعلى قيمة للعسرة الكلية 550 mg/l في الموقع الثالث خلال الصيف، وأدنى قيمة لأيون الكالسيوم 98mg/l في الموقع الأول خلال الصيف وأعلى قيمة 200 mg/l في الموقع الثالث خلال الشتاء، وأدنى قيمة لأيون المغنيسيوم 34 mg/l في الموقع الأول خلال فصل

الصيف وأعلى قيمة لأيون المغنسيوم $60\text{mg}/1$ في الموقع الثالث خلال فصل الصيف، وأدنى قيمة لأيون الكلورايد $253\text{mg}/1$ في الموقع الثاني خلال فصل الشتاء ، و أعلى قيمة لأيون الكلورايد $385\text{mg}/1$ في الموقع الأول خلال فصل الشتاء . وأدنى قيمة للكبريتات $332\text{mg}/1$ في الموقع الأول خلال فصل الشتاء، و أعلى قيمة للكبريتات $422\text{mg}/1$ في الموقع الثاني خلال فصل الصيف . أدنى قيمة للنترات $5.4\text{mg}/1$ في الموقع الأول خلال فصل الصيف، و أعلى قيمة للنترات $18.67\text{mg}/1$ في الموقع الثالث خلال فصل الشتاء. وأدنى قيمة للفوسفات $0.024\text{mg}/1$ في الموقع الأول خلال فصل الخريف ، وأعلى معدل للفوسفات $0.518\text{mg}/1$ في الموقع الثالث خلال فصل الصيف. وأدنى قيمة للأوكسجين المذاب $3.5\text{mg}/1$ في الموقع الثالث خلال فصل الصيف، وأعلى قيمة للأوكسجين المذاب $6.41\text{mg}/1$ في الموقع الأول خلال فصل الشتاء. وأدنى قيمة للمتطلب الحيوي للأوكسجين $6\text{mg}/1$ في الموقع الأول خلال فصل الشتاء، وأعلى قيمة للمتطلب الحيوي للأوكسجين $11\text{mg}/1$ في الموقع الثالث خلال فصل الصيف، ويلاحظ أن العوامل التالية (التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة الكلية والعكورة والمواد الصلبة العالقة الكلية وأيون الكلورايد والكبريتات والفوسفات والأوكسجين المذاب) قد تجاوزت الحدود المسموح بها محلياً وعالمياً.

أستخدمت بعض الدلائل البيئية OIP-WQI و NSF-WQI لغرض تقييم نوعية مياه نهر المشرح. حيث صنفت المياه وفقاً الى الدليل OIP-WQI بأنها ملوثة قليلاً الى ملوثة وغير صالحة للاستخدامات البشرية. وتراوح قيمها بين (3.08 - 4.51) خلال فصل الصيف، وملوثة قليلاً - 3.6- (3.72) خلال فصلي الخريف والشتاء .

صنفت المياه باستخدام خرائط GIS بالاعتماد على قيم OIP- WQI بأنها ملوثة قليلاً الى ملوثة (4.08-4.51) خلال فصل الصيف . وملوثة قليلاً خلال فصل الخريف (3.4-3.72). وتراوح بين ملوثة قليلاً الى ملوثة (3.46-3.71) خلال فصل الشتاء.

وهذه النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية مقارنة لقيم الدليل OIP- WQI المقاسة، وبالاعتماد على النتائج التي تم الحصول عليها من خلال دراستنا باستخدام الدليل العام للتلوث OIP-WQI صنفت مياه نهر المشرح على انها ملوثة قليلاً الى ملوثة بسبب تأثير المتغيرات على جودة المياه وجعلها غير صالحة للاستخدام البشري دون معالجة مسبقة.

اما في الدليل الثاني (NSF-WQI) صنفت جودة مياه نهر المشرح خلال فصل الصيف على أنها متوسطة التلوث في الموقع الأول والثاني وتراوح قيمه بين (52-59) ، وفي الموقع الثالث سجلت القيم (47) وصنفت المياه على أنها رديئة، وعند انشاء خرائط تنبؤيه خلال فصل الصيف لوحظ أن قيم

الدليل تراوحت بين الرديئة الى متوسطة التلوث (47-59). أما في فصلي الخريف والشتاء بالنسبة للمواقع الثلاثة صنفت مياه النهر فيها على أنها متوسطة بالنسبة لدرجة التلوث حسب هذا الدليل .

تم انشاء خرائط GIS تنبؤيه لفصلي الخريف والشتاء وتراوحت القيم في فصل الخريف في المواقع المدروسة والمواقع القريبة منها بين (55-62)، وفي فصل الشتاء تراوحت القيم (56-64)، وصنفت المياه حسب الدليل خلال الخريف والشتاء بأنها متوسطة التلوث، وكانت النتائج مطابقة الى ما وصفه الدليل العام للتلوث OIP في فصلي الخريف والشتاء في مواقع الدراسة الحالية الثلاثة. أذ لوحظ أن هناك تقارب في النتائج التي تم الحصول عليها من الدليلين المستخدمة في الدراسة.

وتبين من خلال تحليل المتغيرات بواسطة برنامج التحليل الاحصائي بأن هناك فروق معنوية بين مواقع الدراسة والفصول أذ توجد فروق معنوية بين مواقع الدراسة وفروق معنوية بين فصول السنة بالنسبة لدرجة الحرارة والاس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية والنترات والمتطلب الحيوي للأوكسجين بينما لا توجد فروق معنوية بين مواقع الدراسة وفصول السنة بالنسبة للمواد الصلبة الذائبة الكلية والعسرة الكلية والعكورة والمغنسيوم والكالسيوم والكلوريدات والكبريتات والملوحة . وأن هناك علاقة ارتباط معنوية طردية بين العكورة والملوحة ، وعلاقة ارتباط عالي المعنوية بين الفوسفات وبين التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة الكلية على التوالي . وعلاقة ارتباط عكسية بين درجة الحرارة والاكسجين المذاب .

المحتويات

الصفحة	العنوان
1	الفصل الأول : المقدمة واستعراض المراجع Introduction and literatures Review
2	1.1. المقدمة
5	2.1. الهدف من الدراسة
6	2.1. استعراض المراجع
6	1.2.1. تلوث المياه
6	2.2.1. مصادر تلوث المياه
7	3.2.1. نوعية المياه
10	4.2.1. العوامل الفيزيائية والكيميائية
10	1.4.2.1. درجة حرارة المياه W.T
10	2.4.2.1. الأس الهيدروجيني pH
11	3.4.2.1. التوصيلية الكهربائية EC
11	4.4.2.1. الملوحة Salinity
12	5.4.2.1. المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS
12	6.4.2.1. العكورة Turbidity
12	7.4.2.1. المواد الصلبة العالقة الكلية TSS
13	8.4.2.1. العسرة الكلية T.H
14	9.4.2.1. أيونات الكالسيوم والمغنسيوم Ca^{+2} ، Mg^{+2}
14	10.4.2.1. أيون الكلورايد Cl^{-}
14	11.4.2.1. الكبريتات SO_4

15	NO ₃	12.4.2.1. النترات الفعالة
15	PO ₄	13.4.2.1. الفوسفات الفعالة
16	DO	14.4.2.1. الاوكسجين المذاب
16	BOD ₅	15.4.2.1. المتطلب الحيوي للأوكسجين
17		5.2.1. الأدلة النوعية للمياه
19		6.2.1. الدراسات المحلية لتقييم نوعية المياه
22		7.2.1. الدراسات العالمية لتقييم نوعية المياه
24		8.2.1. نظم المعلومات الجغرافية
26	الفصل الثاني : المواد وطرق العمل Materials and methods	
27		1.2. وصف منطقة الدراسة: The study Area
27		2.2. مواقع الدراسة Study Locations
29		1.2.2. الموقع الأول The first site
30		2.2.2. الموقع الثاني The second site
31		3.2.2. الموقع الثالث Third site
32		3.2. الأجهزة والمواد المستخدمة في هذه الدراسة
34		4.2. جمع العينات: Samples collection
34		1.4.2. العمل الحقلية: Field Work
35		2.4.2. العمل المختبرية: Lab Work
35	pH	1.2.4.2. الأس الهيدروجيني
35	EC	2.2.4.2. التوصيلية الكهربائية
35	Salinity	3.2.4.2. الملوحة
35	TDS	4.2.4.2. المواد الصلبة الذائبة الكلية
36	Turbidity	5.2.4.2. العكورة
36	TSS	6.2.4.2. المواد الصلبة العالقة الكلية
37	T.H	7.2.4.2. العسرة الكلية

37	Ca ⁺²	8.2.4.2 . أيون الكالسيوم
37	Mg ⁺²	9. 2.4.2 . أيون المغنسيوم
37	CL ⁻	10.2.4.2 . أيون الكلوريد
38	SO ₄	11.2.4.2 . الكبريتات
39	NO ₃	12.2.4.2 . النترات
39	PO ₄	13.2.4.2 . الفوسفات
39	BOD ₅ . DO	14.2.4.2 . الاوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين
40	OIP	1.5.2 . الدليل العام للتلوث
41	NSF	2.5.2 . دليل نوعية المياه لمؤسسة الصرف الصحي الوطنية
42	GIS	6.2 . تحليل النتائج عن طريق الـ
42		7.2 . التحليل الاحصائي
43	الفصل الثالث النتائج والمناقشة Results and Discussion	
44		1.3 . العوامل الفيزيائية والكيميائية
44	Water Temperature	1.1. 3 . درجة حرارة المياه
45	pH	2.1.3 . الـاس الهيدروجيني
48	Electrical Conductivity	3.1.3 . التوصيلية الكهربائية
49	Salinity	4.1.3 . الملوحة
50	TDS	5.1.3 . المواد الصلبة الذائبة الكلية
51	Turbidity	6.1.3 . العكورة
53	TSS	7.1.3 . المواد الصلبة العالقة الكلية
54	Total Hardenss	8.1.3 . العسرة الكلية
55	Magnesium Ion	9.1.3 . أيون المغنسيوم
56	Calcium Ion	10.1.3 . أيون الكالسيوم
57	Chloride Ion	11.1.3 . أيون الكلوريد
58	Sulphate	12.1.3 . الكبريتات
59	Nitrate	13.1.3 . النترات الفعالة

60	Phosphates	14.1.3 . الفوسفات
62	Dissolved Oxygen	15.1.3 . الأوكسجين المذاب
63	BOD ₅	16.1.3 . المتطلب الحيوي للأوكسجين
65		2.3 . حساب مؤشرات جودة المياه
65	OIP-WQI	1.2.3 . الدليل العام للتلوث
66		2.2.3 . رسم خرائط جغرافية لـ OIP-WQI باستخدام نظام المعلومات الجغرافي.
72		3.2.3 . دليل مؤسسة الصرف الصحي الوطنية NSF
73		4.2.3 . رسم خرائط جغرافية لـ NSF-WQI باستخدام نظام المعلومات الجغرافي.
79	الفصل الرابع الاستنتاجات والتوصيات	
80		الاستنتاجات
81		التوصيات
82		المصادر العربية
88		المصادر الأجنبية
109	الملاحق	

الإشكال

الصفحة	الشكل	الرقم
28	خريطة توضح مواقع الدراسة في نهر المشرح بواسطة نظم المعلومات الجغرافية	1
45	التغيرات الفصلية والموقعية في درجة حرارة المياه	2
46	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم الأس الهيدروجيني	3
49	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم التوصيلية الكهربائية	4
50	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم الملوحة	5
51	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم المواد الصلبة الذائبة الكلية	6
52	التغيرات الفصلية و الموقعية لقيم العكورة	7
53	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم المواد العالقة الكلية	8
55	التغيرات الفصلية و الموقعية لقيم العسرة الكلية	9
56	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم أيون المغنسيوم	10
57	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم أيون الكالسيوم	11
58	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم أيون الكلورايد	12
59	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم الكبريتات	13
60	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم النترات	14
61	التغيرات الفصلية والموقعية لقيم الفوسفات	15
63	التغيرات الفصلية والموقعية في الاوكسجين المذاب	16
64	التغيرات الفصلية و الموقعية لقيم المتطلب الحيوي للأوكسجين	17
68	خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الصيف وفقاً لـ (OIP-WQI)	18
69	خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الخريف وفقاً لـ (OIP-WQI)	19
70	خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الشتاء وفقاً لـ (OIP-WQI)	20
71	قيم دليل OIP-WQI الموقعية والفصلية لمياه نهر المشرح	21
74	خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الصيف وفقاً لـ (NSF-WQI)	22
76	خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الخريف وفقاً لـ (NSF-WQI)	23
77	خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الشتاء وفقاً لـ (NSF-WQI)	24
78	قيم دليل (NSF- WQI) لمياه نهر المشرح الموقعية والفصلية	25

الجدول

الصفحة	العنوان	الرقم
29	أسماء وإحداثيات مواقع الدراسة باستخدام (GPS)	1
32	الأجهزة المستخدمة في الدراسة	2
33	المواد الكيميائية المستخدمة في الدراسة	3
40	تقييم جودة المياه في (OIP) الى 5 فئات.	4
41	تصنيف جودة المياه حسب NSF-WQI في 5 فئات.	5
47	المعايير والمواصفات القياسية المستخدمة في حساب ادلة نوعية المياه.	6
68	قيم الدليل العام للتلوث (OIP- WQI) لمواقع الدراسة خلال فصل الصيف	7
69	قيم الدليل العام للتلوث (OIP- WQI) لمواقع الدراسة خلال فصل الخريف	8
70	حساب المقياس العام للتلوث (OIP- WQI) لمواقع الدراسة خلال فصل الشتاء.	9
74	حساب مؤشر جودة المياه (NSF- WQI) لفصل الصيف	10
76	حساب مؤشر جودة المياه (NSF- WQI) لفصل الخريف	11
77	يمثل حساب مؤشر جودة المياه (NSF- WQI) لفصل الشتاء	12

الصور

الصفحة	العنوان	الرقم
29	الموقع الأول الماجدية	1
30	الموقع الثاني الشبيشة (قرية بني هاشم)	2
31	الموقع الثالث مركز ناحية المشرح (حي الصدر)	3
35	تثبيت الاوكسجين في قناني ونكلر أثناء العمل الحقلية	4

قائمة المختصرات

المختصر	المعنى
IDW	Inverse Distance weigtghted
CCME	Candian Cancil of Ministers of the Environment
EDTA	Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid
WHO	World Health Organization
OIP	Overall Index of Pollution
NSF	National Sanitation Foundation
DWQI	Drinking Water Quality Index
LSD	Least Significant Difference
T.H	Total Hardness

الفصل الاول

المقدمة واستعراض المراجع

Introduction and literatures

Review

1.1 المقدمة Introduction

يعد الماء أحد أهم الأركان الضرورية لاستمرارية الحياة على الكرة الأرضية (Hassan *et al.*, 2015) وللمياه أهمية كبيرة فهو سر الوجود كما في قوله تعالى ((وجعلنا من الماء كل شيء حي)) الانبياء/30. إذ تشكل المياه العذبة (المياه الجوفية والأنهار والبحيرات) 2% من مجموع مياه الأرض وهذه النسبة متوفرة لجميع البشر الذين بلغوا أكثر قليلاً من 6 بليون نسمة (Mohamed and Zahir, 2017).

وتأتي أهمية المياه كون الإنسان يعتمد عليها بشكل أساسي إذ يستخدم المياه للشرب والصناعة والزراعة والاستخدامات المختلفة الأخرى. وتستمد البلدان في مختلف انحاء العالم حاجتها الى المياه من الأنهار السطحية لذا تعد مراقبة نوعية المياه ضرورية للغاية لتقييم جودة المياه من أجل صحة النظام الإيكولوجي والأهمية الحيوية للإنسان (Poonam *et al.*, 2013).

أي تغير في المكونات الأساسية للبيئة عبارة عن تلوث بيئي، ويحدث إما بصورة طبيعة أو بفعل تدخل الإنسان (السعدي، 2006). ويتلوث الماء بكل ما يسبب تغير في خواصه الكيميائية والفيزيائية ويعمل على تغيير طبيعته مما يجعله غير صالح للإنسان والحيوان أو النبات أو الكائنات التي تعيش فيه. إذ يكون هذا التلوث بسبب استمرار زيادة النمو السكاني والتطور الصناعي والحضاري والتكنولوجي وزيادة الانشطة المنزلية والزراعية والتغيرات الجيولوجية والبيئة (Dadolahi-Sohrab and Arjonmand, 2011; Sevda *et al.*, 2018).

عانت الأنهار العراقية في الآونة الأخيرة من زيادة مستوى التلوث بسبب انخفاض منسوب المياه في الأنهار وتقلبات المناخ المستمرة خلال موسم الجفاف بالإضافة الى المخلفات الصناعية والزراعية التي تلقى في المياه من دون معالجة لذا حظيت مياه الأنهار اهتماماً كبيراً من قبل المختصين كون المياه السطحية تعد مصدراً مهماً للمياه في العراق (العبادي، 2011).

تتعرض مياه الأنهار في مدينة العمارة الى العديد من الملوثات بسبب زيادة الكثافة السكانية ورمي النفايات بمختلف انواعها الحاوية على العديد من المواد الكيميائية التي تؤدي الى تدهور نوعية المياه في نهر دجلة (Lazim and Al-Nakeeb, 2021). وبذلك تكون سبباً في تعرض الانسان إلى أضرار صحية متباينة في خطورتها (Al-Saad and Jazza, 2016).

يمكن تصنيف نوعية المياه العذبة إلى درجات مختلفة لغرض تحديد مدى ملاءمتها للاستخدامات المختلفة، وهذه تعتمد على الدرجات المسموح بها لمتغيرات نوعية المياه

(Asadullahfardi, 2015). وغالبا ما يتم تصنيف مياه النهر الى درجة واحدة فيما يتعلق بمجموعه واحده من المتغيرات أو فئة أخرى بالنسبة الى متغير اخر او مجموعه من المتغيرات (Al-Saffar, 2001).

أستعملت الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه لفهم وتحديد العناصر التي تؤثر على جودة المياه بشكل كامل وكذلك لإعطاء معلومات يمكن الاعتماد عليها في تقييم نوعية مياه الأنهار السطحية (Zhang, 2019). أذ توفر الخصائص الجيوكيميائية وكيمياء المياه أساسًا جيدًا لفحص ومعرفة مصادر ونوعية المياه وملائمتها للشرب والري والاستخدامات الأخرى Gad and El Qsta, (2020).

أن أدامة مصادر المياه بشكل سليم يشجع على وجود نظام متكامل لمعيشة الكائنات الحية لذا فان تحديد العوامل الفيزيائية والكيميائية مهمه لتشخيص مقدار التلوث ونوعية المياه، وبسبب كثرة العوامل التي يمكن من خلالها التعرف على نوعية المياه أصبح من الضروري إيجاد الطرائق العلمية لتفسير الكم الهائل من البيانات الخاصة بجودة المياه لتكون سهلة الفهم لتعطي نتائج سريعة وذلك باستخدام دلائل نوعية المياه (اللهيبي، 2021).

تستخدم دلائل نوعية المياه التي تعتمد على التعبير العددي الذي يحدد مستوى نوعية المياه بسبب التغيرات التي تطرأ عليها، من خلال الأنشطة البشرية أو الطبيعية. يتم فيها تلخيص كمية كبيرة من البيانات المعقدة إلى أرقام رياضية مبسطة، ومن ثم تفسيرها في فئات نصية (ممتاز، جيد، متوسط، رديء). تم تطوير عشرات الدلائل لتقييم نوعية المياه لأنه لا يوجد نموذج واحد يمكن أن يغطي جميع أنواع المياه (Chapman, 1996).

حتى الآن، تم تقديم أكثر من 35 نموذجاً من نماذج (WQI) water Quality Index من قبل دول أو وكالات مختلفة لتقييم جودة المياه ، تم استخدام نماذج من WQI في معظم أنحاء العالم وعلى الرغم من تطبيقها على جميع الأنواع الرئيسية من المسطحات المائية ، فإن 82% من الأدلة كانت لتقييم جودة مياه الأنهار .بالإضافة إلى ذلك أنه تم استخدام نموذج دليل CCME و NSF بنسبة 50% في الدراسات (Uddin et al., 2021). هذه الأدلة تكون مهمة بشكل خاص تستخدم في التقييم النوعي للأنظمة المائية، لأنها توفر الفرص لتقييم جودة مياه المسطحات المائية إلى فئات معينة. ويعتبر دليل جودة مياه مؤسسة الصرف الصحي الوطنية NSF-WQI نموذج فعال لتقييم جودة مياه الانهار ويقدم طريقة دقيقة وسريعة وحديثة لتقييم ومراقبة جودة المياه (Al-Mayah et al., 2021).

كما أن هناك وسيلة أخرى لمراقبة نوعية المياه في الأنهار هي طريقة التحسس النائي Remote Sensing (RS) التي تستخدم لمراقبة الاحداث عن بعد . وفي هذا النظام تستخدم الاشعة الكهرومغناطيسية كناقل للمعلومات عن طريق أجهزة الاستشعار لرصد الأشياء عن بعد ويعطي هذا النظام صورة عن ظاهرة يتم رصدها تحتوي على معلومات جيدة (Weng, 2010).

نظام المعلومات الجغرافية Geographical Information System (GIS) عبارة عن مجموعة متكاملة من البرامج الخاصة مع البيانات الجغرافية لتعمل على معالجة ورسم الخرائط Dijk (and Bos, 2001).

أذ أظهر التحسس النائي (RS) ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) عبْرَ العديد من الدراسات المختلفة قدرة جيدة على رصد ورسم الخرائط وتقدير عدد المتغيرات وبالتالي تقييم نوعية المياه؛ وأصبحت هذه التقنيات من التطبيقات المهمة في مراقبة جودة المياه (Chanza, 2017).

2.1. الهدف من الدراسة The aim of study

نظرا لانعدام الدراسات البيئية الخاصة بتقييم نوعية مياه نهر المشرح من قبل المختصين ولكون هذا النهر يتمتع بأهمية كبيرة في تجهيز نسبة عالية من السكان بالمياه اجریت هذه الدراسة والتي تهدف الى ما يأتي: -

1. قياس بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية المؤثرة على جودة ونوعية المياه.
2. تقييم نوعية مياه نهر المشرح في مدينة العمارة باستخدام بعض الدلائل البيئية OIP و NSF على طول النهر بالاعتماد على المعايير الفيزيائية والكيميائية.
3. تقييم جودة المياه لاكتشاف التغيرات في العوامل الفيزيائية والكيميائية بأستخدام نظام المعلومات الجغرافية وتقنية (قياس المسافة العكسية) IDW بالاعتماد على البيانات المقاسة الانعكاسية الطبيعية لمياه نهر المشرح .

2.1. استعراض المراجع Literature Review

1.2.1. تلوث المياه Water pollution

يُعرف تلوث المياه بأنه التغير الحاصل في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحياتية للمياه بشكل مباشر أو غير مباشر عن طريق النشاطات البشرية عبر إدخال مواد أو مصادر طاقة غير مرغوب فيها إلى البيئة المائية، مما يتسبب في حدوث اضطرابات أو خلل في النظام البيئي يؤثر سلباً على الأحياء المائية وجودة المياه (Fang, 2019).

لا يزال تلوث المياه يشكل تهديداً للإنسان والكائنات الحية الأخرى وخاصة التلوث بالمياه العذوية التي تصل إلى مياه الأنهار والبحيرات والاهوار وغيرها من الأنظمة البيئية من مياه الصرف الصحي والمنزلي والزراعي دون أي معالجة مسبقة لها ومن ثم تمهد الطريق للعديد من المشاكل البيئية الخطرة (O'Connell *et al.*, 2000; Edori, 2019).

أن انخفاض كفاءة خدمات الصرف الصحي وطرح المياه الملوثة من المصانع دون معالجتها ورمي النفايات في مياه الأنهار تعتبر من الممارسات الخاطئة للإنسان التي تلوث المياه وبالتالي تؤثر على نوعيته (عباس، 2020).

2.2.1. مصادر تلوث المياه Water Pollution Sources

إن السبب الرئيسي لتلوث المياه يعود إلى تصريف مياه النفايات غير المعالجة في الأنهار والمساحات المائية الأخرى. ومن هذه الملوثات هي بعض المصادر العضوية وغير العضوية الناتجة من المخلفات البشرية أو الفضلات الصناعية ومياه الصرف الصحي أو مخلفات المعامل كمعمل الورق والزيوت ومحطات توليد الطاقة الكهربائية وبعض المؤسسات الصحية كالمستشفيات بالإضافة إلى مياه المبازل ومخلفات المطاعم والفنادق وقد تؤثر بشكل كبير على الأحياء المائية وبالتالي تؤثر على صحة الإنسان بطريقة مباشرة وغير مباشرة (الصباح وآخرون، 2011).

وقد صنفت مصادر التلوث الى ثلاث أنواع (العبيدي، 2017): -

1. المصادر الطبيعية Natural Sources

وهو تلوث ناتج من مصادر طبيعية من بقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية والمخلفات العضوية بالإضافة الى سقوط الأمطار فوق التربة والصخور والرواسب وجرفها من المسطحات المائية مما يؤدي الى زيادة المواد العالقة في المسطحات المائية التي مصدرها الغلاف الجوي والمعادن الذائبة فضلا عن الجريان السطحي للأملاح والمواد الكيماوية الأخرى. واغلب هذه الملوثات تكون غير سامة عادة رغم وجود تأثيرات ضارة مختلفة على الأحياء المائية.

2. المصادر الزراعية Agricultural Sources :-

ينتج تلوث المياه عادة بسبب بعض الأسمدة لغرض زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية كالأسمدة التي تحتوي على : النتروجين والفسفور التي تزيد من حالة الإثراء الغذائي المتمثلة في زيادة نمو الهائمات النباتية. كذلك المواد الكيماوية التي تستخدم للقضاء على الآفات الضارة تعتبر من المصادر الزراعية التي تلوث المياه. وتكون هذه المصادر خطرة على صحة الانسان عند التعرض لها بطريقة مباشرة او غير مباشرة.

3. المصادر الصناعية Industrial Sources :-

أن الصناعة هي من أهم المصادر المسببة للتلوث في المياه ، وخصوصا بالمواد الكيماوية (كالحوامض والقواعد والمواد السامة) وتختلف هذه المواد المطروحة بحسب نوع الصناعة، ومما زاد من حجم هذه المشكلة إن اغلب الصناعات تحتاج الى المياه أثناء العمليات الإنتاجية ، لذا يجب معالجة هذه المياه قبل طرحها لأن إضافة كميات كبيرة من المخلفات الصناعية الى المسطحات المائية يسبب أضرار كبيرة للأحياء. لكونها محملة بالدهون والاحماض والاصباغ والنفط ومشتقاته والكيماويات والمواد السامة والمعادن الثقيلة وغيرها.

3.2.1. نوعية المياه Water Quality

تُعرف نوعية المياه انها مجموعة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحياتية المختلفة للأنظمة البيئية المائية المختلفة (UNEP, 2006).

عرف Cabelli (1981) نوعية المياه على أنها العلاقة بين قيمة الدليل أو المؤشر في الماء والأخطار المحتملة على صحة الفرد الناتجة من استخدام تلك المياه وذلك عبّر القيمة العددية للدليل

المستخدم أو هي تلك الخصائص التي تم تحويلها الى ارقام يسمح بتنظيمها في فئات معينة يمكن من خلالها تحديد مدى ملائمة مصادر المياه للاستخدامات المختلفة (الاسدي، 2019).

كما أن الاستخدامات اليومية للمياه من قبل الانسان وصحة النظام البيئي المائي يعتمدان بصورة أساسية على كمية ونوعية المياه (Van Vliet *et al.*, 2021).

ذكر Stark *et al.* (2000) أن بعض النظم البيئية المائية قادرة على مقاومة التغيرات في نوعية المياه دون أن تترك آثار واضحة على وظائف النظام البيئي، بينما هناك أنظمة أخرى حساسة للتغيرات في العوامل البيئية والتي ربما تؤدي إلى تدهور خدمات النظام البيئي وفقدان التنوع الاحيائي وغالباً ما تكون تلك التأثيرات ناتجة عن الأنشطة البشرية المختلفة التي تتعرض لها هذه الأنظمة. وقد تتعرض الأنهار في العراق للعديد من الملوثات التي تؤدي الى تدهور نوعية المياه فيها ولكونها مصدر رئيسي مهماً للماء الخام فقد درست بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية والاحيائية لنوعية المياه في الكحلاء لمعرفة مدى صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة من قبل السكان للتوصل الى حلول لمعالجة مشكلة تردي نوعية المياه فيه (جازع، 2009).

ونتيجة الاستخدام الخاطئ للموارد المائية كانت الكثير من البلدان تشعر بالقلق تجاه الموارد المائية. لذا أصبح تقييم نوعية المياه عملية مهمة للمحافظة على المياه العذبة في المستقبل (Moyel and Hussain, 2015).

درس Al-saad and Jazza (2016) نوعية المياه في محافظة ميسان من خلال تقييم وتحليل العوامل الفيزيائية والكيميائية للمياه لمعرفة مدى صلاحيتها للشرب. وتمت مقارنة القيم مع معايير منظمة الصحة العالمية (World Health Organization (WHO) والمعايير العراقية أذ وجدت انها غير صالحة للاستهلاك الا بعد معالجتها.

بين Al-Mayah (2018) أن سبب تردي جودة مياه الانهار في العراق يعزى الى الملوثات المختلفة وغالباً ما تؤثر الأنشطة البشرية على نوعية مياه الأنهار، وخاصة المخلفات الناتجة عن مياه الصرف الصحي والصناعي والزراعي والاستخدام المفرط للأسمدة والمبيدات.

ذكر Al-Ansari *et al.* (2018) أن أنشاء السدود في تركيا على نهري دجلة والفرات في العراق أحد أسباب انخفاض منسوب المياه الذي يؤثر على خصائص ونوعية المياه وبالتالي زيادة التلوث.

أوضح الاسدي (2019) أن دراسة العوامل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية في البيئة المائية تعد مشكلة معقدة ولمعرفة طبيعتها ومختلف العمليات التي تحدث داخلها ولتنوعها فان النتائج غالبا ما تكون غير معبرة عن طبيعة البيئة المائية، لكن من خلال دراسة المتغيرات باستخدام أدلة نوعية المياه استطاع المحللين ربط الملاحظات لنوعية المياه ومناقشتها وبيان ترابطها في تحديد نوعية المياه.

وجد عباس (2020) نوعية المياه للأنهار الداخلية في البصرة في خمس مواقع مختلفة من خلال دراسته للخصائص الكيميائية مثل المواد الصلبة الذائبة الكلية والمتطلب الحيوي للأوكسجين و الكبريتات والامونيوم والخصائص البيولوجية كالديدان المعوية والبكتريا والفيروسات و قارن النتائج مع المواصفات المحلية لمياه الأنهار ووجدت انها لا تصلح للاستخدامات البشرية وغير ملائمة لنمو الأسماك.

أكد حمادي (2020) في دراسته 22 بئراً في محافظة النجف على أهمية تقدير نوعية المياه لمعرفة صلاحيتها للاستخدامات المختلفة كالري والشرب وفي البناء والصناعات وغيرها. حيث درس الخصائص الفيزيائية والكيميائية مثل الدالة الحامضية، التوصيلية الكهربائية، الاملاح الذائبة الكلية والأيونات الموجبة والايونات السالبة وبينت النتائج انها غير صالحة للاستخدام والشرب حسب محددات منظمة الصحة العالمية.

قام خوري والمفتي (2021) بتقييم نوعية مياه الأنهار وجودتها باستخدام دليل نوعية المياه WQI قاما باختيار 11 موقع على طول نهر العاصي لتحليل العوامل الفيزيائية والكيميائية حسب دليل النموذج السوري منها (الايوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين و الاس الهيدروجيني والمواد الصلبة الكلية والمواد الذائبة الكلية والفوسفات والنترات والبكتريا القولونية) التي تؤثر على جودة مياه النهر وذلك لمعرفة إمكانية استخدامها في المجالات المختلفة ولأنها مصدر رئيسي للمياه.

في دراسة لـ حيدر واخرون (2022) لنوعية المياه في بحيرة سد المزينة في حمص لأغراض الشرب والري استخدموا فيها دليل الصرف الصحي الوطني NSF-WQI ودليل مؤشر جودة المياه المعدل (NEW-WQI) New Water Quality Index والدليل الكندي (CCME-WQI) اخذت العينات على محيط البحيرة بواقع خمس محطات وبينت النتائج ان البحيرة غير صالحة للشرب وتحتاج الى معالجة.

4.2.1. العوامل الفيزيائية والكيميائية physical and chemical factors

1.4.2.1. درجة حرارة المياه Water Temperature (W.T)

تتأثر العوامل الفيزيائية والكيميائية والحياتية لمياه الأنهار بطريقة مباشرة بدرجة الحرارة (Zlatanovic *et al.*, 2017) وتعد درجة حرارة المياه أحد العوامل المهمة والمؤثرة في الكثير من العمليات التي تحدث في الأنظمة المائية، إذ إن ارتفاع درجة الحرارة يؤثر على طعم المياه وزيادة النشاط الأنزيمي للأحياء المجهرية في تحليل المواد العضوية (Farhat *et al.*, 2016).

وأن ارتفاع درجة الحرارة للمياه يؤدي إلى انخفاض قيم الأوكسجين الذائب وارتفاع في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين وزيادة تركيز الملوحة بسبب زيادة التبخر مما يؤثر سلباً على جودة المياه (Mustapha, 2008). أن درجة الحرارة المياه تتغير بتغير درجة حرارة الهواء وتؤثر درجة الحرارة في ذوبان الغازات كغاز ثنائي اوكسيد الكربون والاكسجين في المياه وتكون العلاقة عكسية مع هذه الغازات (سواد، 2021). وبسبب المناخ المتطرف في العراق يلاحظ زيادة في نسبة الملوحة في نهري دجلة والفرات نتيجة الارتفاع في درجات الحرارة مما يؤثر على نوعية المياه (سعد، 2016).

2.4.2.1. الأس الهيدروجيني pH

الأس الهيدروجيني يعبر عن نشاط أيونات الهيدروجين في المياه ويلعب دور مهم في البيئة المائية عبر أثره على الأحياء التي تعيش في المياه في مديات محددة من الأس الهيدروجيني، إذ أن أكثر أشكال الحياة المائية تميل إلى أن تكون حساسة عند حدوث تغير في قيمة الأس الهيدروجيني (Avvannavar and Shrihari, 2007). ويعرف بأنه اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين، وهو من المؤشرات المهمة لأنظمة البيئة المائية لما له من تأثير على طبيعة النظام البيئي (العبيدي، 2017).

وتتأثر قيمة الأس الهيدروجيني بنوعية الغازات المذابة وأنواع الأيونات في المياه، لذا هو يمثل دليلاً واضحاً لصلاحية البيئة المائية للكائنات الحية (سليم، 2013). بشكل عام تميل الأنهار العراقية العذبة بأن تكون قريبة من القاعدية بسبب وجود أملاح الكربونات والبيكربونات (الكناني،

(2015). تركيز ثنائي اوكسيد الكربون يؤثر عكسيا على الدالة الحامضية لأن نقصانه في المياه يؤدي الى استنفاد ايون الهيدروجين (حمادي، 2020).

تتراوح قيمة الاس الهيدروجيني في المياه الطبيعية من (4 - 9) وغالبا ما تكون مياه الأنهار اعلى بكثير من 7 بسبب وجود الكربونات والبيكربونات ويعزى هذا التغير الذي يحدث في قيمة الاس الهيدروجيني الى تعرض تلك المياه للملوثات (اللهيبي، 2021).

3.4.2.1. التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity (EC)

تعرف التوصيلية الكهربائية بأنها قابلية الماء على حمل التيار الكهربائي وتعتمد هذه القيمة على تركيز وتكافؤ الايونات الذائبة في المياه وعلى درجة حرارة المياه اثناء القياس لأنها ذات تأثير مباشر على حركة واتجاه الايونات المختلفة (Kumar *et al.*, 2015) وأن معظم الحوامض والقواعد والأملاح اللاعضوية الذائبة في المياه موصلات جيدة للتيار الكهربائي نظراً لقابليتها على التأين في الماء، وتعد التوصيلية الكهربائية مؤشراً جيداً للأملاح الذائبة في المياه (سواد، 2021).

قد تُعزى قيم EC المرتفعة في المياه إلى وجود نسبة عالية من المواد غير العضوية الذائبة بشكل مؤين. وتؤثر بشكل كبير على صلاحية المياه لأغراض الشرب أو الزراعة (Al-Saad and Jazza, 2016; مويل، 2010; Al-Hejuje, 2014).

4.4.2.1. الملوحة Salinity

تعد الملوحة من أهم العوامل المحددة لنوعية المياه ومدى وملاءمتها للاستعمالات المختلفة وتلعب أثراً كبيراً في التأثير على نمو الكائنات الحية وتنوعها في النظام البيئي المائي (Wetzel, 2001). فضلاً عن تأثيرها المباشر على الاحياء القاعية والطحالب وبالاعتماد على تراكيز الاملاح فان المسطحات المائية تقسم إلى مياه مالحة وموئله وعذبة وتكون المياه العذبة ملوحتها اقل من 0,5 غم/لتر (الرحبي، 2002; الاسدي، 2019).

وقد أشار Moore *et al.* (2008) أن للملوحة دور كبير في التأثير على نسبة الأوكسجين المذاب في المياه إذ تقل نسبة الأوكسجين المذاب بزيادة الملوحة في المياه.

وبين (Afzal *et al.* (2000) وعاتي (2004) ان الملوحة تتأثر بالتغيرات الموسمية فهي ترتفع خلال الصيف وتنخفض خلال الشتاء وفسر ذلك الى ارتفاع معدلات التبخر وانخفاض مستوى المياه أثناء فصل الصيف وارتفاع مناسيب المياه بسبب الأمطار في الشتاء التي تؤدي إلى تخفيف

تراكيز الأملاح فيها. ولملوحة المياه علاقة مباشرة بالتنظيم الأزموزي للكائنات الحية، التي تمتلك الية فسليجيه خاصة لتنظيم الضغط الأزموزي (العمرى، 2015).

5.4.2.1. المواد الصلبة الذائبة الكلية Total Dissolved Solids (TDS)

تمثل مجموع تركيز المواد الصلبة الذائبة الموجودة في المياه (الجميلى واحمد، 2018) وتحتوي على عدد من الأملاح كالكربونات والكبريتات والكلوريدات لعناصر الكالسيوم المغنسيوم الصوديوم البوتاسيوم ومركبات الحديد والمنغنيز إضافة الى المعادن الأخرى والتي تعد من العناصر الضرورية لبقاء الأحياء المائية على قيد الحياة (السعدى، 2006). وغالبا ما تنخفض قيمتها في فترة سقوط الامطار وتزداد في فترة الجفاف اذ ترتفع درجات الحرارة ويزداد التبخر وتنخفض نسبة المياه بسبب شحت الامطار (سعد، 2016).

ويستفاد من تراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية في تحديد ما إذا كانت المياه صالحة للشرب والزراعة والصناعة وتأتي هذه المواد من التلوث بالفضلات الحاوية على الاملاح من المصادر الزراعية والصناعية (Chonde Sonal *et al.*, 2014). تختلف نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية في المياه خلال مواسم السنة في الانهار (Chabuk *et al.*, 2020).

6.4.2.1. العكورة Turbidity

تعد عكوره المياه مقياس لتشتت الضوء في عمود الماء (Avvannavar and Shrihair, 2007) ويعبر عنها بوحدة النفلومترية (Nephelometric Turbidity Unit (NTU) WHO,) (Dogliotti *et al.*, 2017; Kostamo *et al.*, 2008)، كما أنها مؤشر مهم لنوعية مياه الشرب (Salari *et al.*, 2015) وأن كمية العكورة في المياه تؤثر على مدى ملاءمتها للاستهلاك المنزلي والصناعي (Salari *et al.*, 2018). نسبة العكورة في نهر دجلة تزداد مع زيادة التصريف النهري والامطار المتساقطة (النعيمي، 2017). كما أن سرعة التيار في الأنهر لها دور كبير في تحديد زيادة العكورة (السلطان، 2019).

7.4.2.1. المواد الصلبة العالقة الكلية Total Suspended Solids (TSS)

تعد المواد الصلبة العالقة الكلية من العوامل شائعة الأستعمال لتقييم جودة المياه (Sikorska *et al.*, 2015) وتشمل كلاً من الحبيبات الطينية والغرينية والرمل والمواد المتفسخة والاحياء المجهرية (موسى، 2000). وتعتمد المواد العالقة على طبيعة الصخور والرواسب والتصريف النهري

والمناخ السائد في المنطقة، وتختلف المواد العالقة بأحجامها واشكالها لذا يكون لها تأثير في سرعة ترسيبها الى القاع، فضلا عن تأثرها بسرعة التيار اذ تزداد سرعة ترسيبها بانخفاض سرعة التيار ثم تعود عالقة في عمود المياه عند زيادة سرعة التيار (الحجاج، 2019).

تؤثر الزيادة في تركيز المواد الكلية العالقة على التنوع الأحيائي في المياه بسبب حجبها للضوء الضروري لعملية البناء الضوئي محدثة الاختناق للعديد من الكائنات الحية نتيجة لانخفاض تركيز الاوكسجين المذاب في المياه (أحمد، 1987 ; سليم، 2013). أن طرح مياه الصرف الصحي الى المياه يؤدي الى زيادة تركيز المواد الصلبة العالقة في المياه العذبة والتي تؤثر على النظام البيئي والأحياء بصورة سلبية (الشريفي، 2014).

8.4.2.1. العسرة الكلية Total Hardness

تعبر عن محتوى المياه من المعادن والاملاح المسببة للعسرة وخاصة أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها من الأيونات وتعد من العوامل المهمة التي تحدد مدى ملائمة المياه للاستخدامات المختلفة (Cech, 2003).

وتصنف الى عسرة مؤقتة Temporary Hardness ناتجة عن وجود ايونات البيكربونات والكالسيوم والتي تزال بغليان الماء، وعسرة دائمية Permanent Hardness ناجمة عن وجود ايونات الكبريتات والكلوريدات والنترات التي تترسب اثناء الغليان (الاسدي، 2019).

من الاضرار التي تسببها المياه العسرة هي استخدام كميات كبيرة من المنظفات. و أنها تسهم في تكوين رواسب على شكل قشور في الغلايات تعيق عملية التسخين (Halstead et al,2006). وتؤثر في مقبولية المستهلك للماء كونها تعمل على تغيير مذاق المياه (WHO, 2008). كما أنها تسبب أضرار صحية وأضرار بالمنشآت الصناعية كونها تسهم في تعطيل معدات معالجة المياه (سعد، 2016).

تصنف المياه العراقية بأنها مياه عسرة لتجاوزها الحدود المسموح بها لمياه الشرب محليا وعالمياً (Al- Hejuje, 2014). العسرة ذات اهمية في تقييم نوعية المياه؛ لأنها تعطي طعماً غير مرغوب عند تواجدها بتركيز عالية في المياه (الدليمي، 2021).

9.4.2.1. أيونات الكالسيوم والمغنسيوم Calcium and Magnesium Ions (Ca⁺² and Mg⁺²)

يعزى ارتفاع قيم ايوني الكالسيوم والمغنسيوم في البيئة المائية الى طبيعة التربة الزراعية المعرضة للغسل اثناء الاستصلاح والتي تطرح الى الأنهار المجاورة (موسى، 2009). فقد كانت تترسب على شكل كربونات الكالسيوم الذي يسبب انسداداً في شبكة الأنابيب الناقلة للمياه وبالتالي تحفز نمو البكتيريا على الاسطح الداخلية للأنابيب، بينما ايون المغنسيوم فان وجوده في المياه بتركيز عالية تعطي طعماً غير مرغوب فيه بالإضافة الى تغيير لون المياه وزيادة العكورة (محمد، 2018). وتساهم ايونات المغنسيوم والكالسيوم بشكل رئيس في حدوث العسرة وغالبا ما يكون تركيز ايون المغنسيوم أكثر من الكالسيوم في المياه بسبب ميل الأخير على الترسيب (Allen *et al.*, 2000).

10.4.2.1. ايون الكلورايد Chloride Ion (Cl⁻)

يعد من الأيونات السالبة المهمة في المياه الطبيعية الذي يكسبها الطعم المالح في حال ارتباطه مع أيون الصوديوم مكوناً كلوريد الصوديوم ويختلف هذا الطعم باختلاف التركيز (EPA, 2001). يكون شائع جدا في الأنظمة المائية نتيجة تحلل املاح الصوديوم (حمادي، 2020). كما أن القيم العالية من ايون الكلورايد تشير الى تلوث المياه بفضلات الصرف الصحي المنزلي والزراعي والصناعي (Sangpal *et al.*, 2011).

يوجد الكلوريد في الطبيعة على هيئة أملاح مثل كلوريد الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم، ومن أكثر الايونات انتشاراً في المياه لكونه شديد الذوبان في الماء (التميمي، 2016). تعود الزيادة في ايون الكلورايد للأنهار العراقية الى انخفاض منسوب المياه أو الى ما يطرح في النهر من فضلات مياه الصرف الصحي والزراعي والصناعي وكون النهر يمر بمناطق سكنية وسياحية بينما انخفاض الكلورايد في أوقات معينة من السنة يعزى ذلك الى ارتفاع منسوب المياه بسبب الامطار (جازع، 2009 ; نعمان، 2019).

11.4.2.1. الكبريتات Sulphate (SO₄)

يتواجد الكبريت في المياه الطبيعية بأشكال متعددة وأكثر هذه الاشكال هي الكبريتات والكبريت وتمتاز بانها قليلة الذوبان في المياه لذلك تتواجد بتركيز قليلة في المياه السطحية بينما تتواجد بتركيز مرتفعة في المياه الجوفية (APHA, 2005).

تنتج الكبريات من تحلل المواد العضوية ومن استخدام الأسمدة الكيماوية التي يدخل الكبريت في تركيبها اذ يكون مغذي للنبات (حمادي، 2020).

وتعد الكبريات من مسببات العسرة الدائمة في المياه عند تواجدها على شكل كبريات الكالسيوم او المغنيسيوم وتدخل ضمن المواد المسببة للملوحة وأنها تعد عاملا مهما لتحديد صلاحية المياه للري (Allen et al., 2000).

تُعد الكبريات من العوامل المسؤولة عن الطعم غير المرغوب فيه للمياه وبالتالي تؤثر على استخدامه لأغراض الشرب (Ewaid, 2016). تزداد تراكيزها خلال الأشهر الباردة نتيجة تحلل الجبس وكبريات الصوديوم وبعض الصخور بفعل تساقط الأمطار وارتفاع الرطوبة، كما ان القيم المرتفعة للكبريات تمتلك تأثيرات صحية كالإصابة بالإسهال خاصة عند كبار السن والأشخاص الذين يعانون من الضعف المناعي (عيسى، 2009).

12.4.2.1. النترات الفعالة Reactive Nitrate (NO₃)

تمثل النترات الشكل السائد للنيتروجين اللاعضوي في البيئة المائية، وتتواجد في الأنهار والمسطحات المائية نتيجة لعمليات صرف مياه البزل من الأراضي الزراعية الحاوية على الأسمدة النيتروجينية والفضلات الحيوانية كذلك المياه المنزلية الحاوية على المواد العضوية (الامارة وآخرون، 2001). وهي من المغذيات الاساسية في البيئة المائية وان أي زيادة في تركيزها يؤدي إلى حدوث ظاهرة الاثراء الغذائي Eutrophication (EPA, 2001).

ارتفاع تراكيزها في المياه يكون ضاراً للإنسان، في ضوء تأثيرها على قدرة كريات الدم الحمراء على حمل الأوكسجين وذلك عبر ارتباطها مع الهيموجلوبين وبالتالي حدوث مرض methaemoglobinaemia او ما يعرف بمرض إزرقاق الأطفال الذي يصيب الأطفال دون سن الخامسة (WHO, 2008). كما تعد النترات من العوامل المؤثرة في صلاحية المياه لأغراض الري، كونها من العوامل المحددة لنمو النباتات، لكن التراكيز العالية جداً منها في مياه الري ربما تحدث اضراراً في المحاصيل مثل انخفاض الإنتاج وتأخر النضج (Sundaray et al., 2009).

13.4.2.1. الفوسفات الفعالة Reactive Phosphate (PO₄)

توجد في المياه بصور متعددة فمنها الذائب والعالق والعضوي واللاعضوي وتعد الاورثوفوسفات الذائبة من المغذيات الاساسية للنباتات والطحالب ويؤدي زيادة تركيزها إلى حدوث ظاهرة الأثراء الغذائي Eutrophication (Sharpley et al., 2003).

عنصر الفوسفور مهم جداً لجميع الكائنات الحية ومع ذلك فإن زيادة تركيز الفوسفات في البيئة المائية يسبب ازدهار الطحالب والنباتات المائية التي عند موتها تسبب انخفاض في قيم الاوكسجين الذائب في الماء مما يؤثر سلباً على الاحياء التي تعتمد في تنفسها على الاوكسجين الذائب كالأسمك وغيرها (Said et al., 2004).

أن المصدر الرئيسي للفوسفور في الأنظمة المائية ناتج عن طرح فضلات مياه الصرف الصحي غير المعالجة التي تحتوي كميات كبيرة من مساحيق التنظيف فضلاً عن المخلفات الزراعية المحتوية على الأسمدة الفوسفاتية و تمتلك الفوسفات قابلية على الأمتصاص على الدقائق العالقة في عمود الماء ومن ثم الى الرواسب ، وان تركيز الفوسفات في المياه يكون واطناً لان معظمه يمتز في الرواسب ، وهنا يمكن ان تعود الفوسفات مرة أخرى الى عمود الماء نتيجة لحركة التيارات المائية أو تبقى في الرواسب إذا ما اتحدت مع أيونات أخرى (أونيل، 2006).

14.4.2.1. الاوكسجين المذاب (Dissolved Oxygen (DO)

يعد الاوكسجين المذاب من العوامل المهمة في تقييم نوعية المياه فقد كان يعكس تأثير العمليات الفيزيائية والكيميائية والحياتية لمياه الأنهار (الاسدي، 2019).

ان الأوكسجين المذاب في المياه يدعم العمليات الايضية لكل الأحياء المائية من خلال أهميته في عملية التنفس ومعيشة الأحياء لتحرير الطاقة ودعم نموها، وأن النقص الحاد في تركيز الأوكسجين المذاب بالمياه يمتلك تأثيرات ضاره على الأحياء المائية ، ويعد من أهم دلالات التلوث العضوي ويتأثر مستوى الأوكسجين المذاب في المياه بعدة عوامل كالحرارة والملوحة (العمرى، 2015).

ويلعب دوراً مهماً في عملية التنقية الذاتية التي تحدث في النظم البيئية المائية فهو يساعد على تحلل الملوثات العضوية والتخلص منها، كما ان استنزافه في البيئة المائية يؤدي إلى حدوث تحلل لاهوائي للملوثات وانبعث غازات ضارة كالميثان وكبريتيد الهيدروجين (عباوي وحسن، 1990 ; التميمي، 2016).

15.4.2.1. المتطلب الحيوي للأوكسجين (Biological Oxygen (BOD₅

Demand

يعرف المتطلب الحيوي للأوكسجين هو مقياس لكمية الأوكسجين المستهلكة من قبل الاحياء المجهرية لأكسدة المادة العضوية في البيئة المائية (Harrison, 2007).

ويعد وسيلة غير مباشرة لتقييم كمية التلوث العضوي في البيئة المائية (Egai *et al.*, 2013). ويقاس BOD₅ للدلالة على تراكيز المادة العضوية في مياه الأنهار الملوثة، كما انه يعكس نشاط الاحياء المجهرية التي تزداد فعاليتها عند ارتفاع درجات الحرارة فتزداد قيمة (BOD₅) بارتفاع درجات الحرارة (سليم وآخرون، 2013). وأن طرح كميات كبيرة من المواد العضوية إلى المسطحات المائية يؤدي الى حدوث خلل بالتوازن البيئي من خلال النمو المفرط للبكتريا التي تستهلك الأوكسجين المذاب في عملية الاكسدة مما يهدد سلامة النظم البيئية المائية (الاسدي، 2019).

5.2.1. الأدلة النوعية للمياه Water Quality Indices (WQIs)

لا يمكن الاستفادة من البيانات الكبيرة من دون تفسير دقيق لها لتحديد نوعية المياه بشكل صحيح. لذلك، من الضروري تلخيص هذه البيانات إلى عدد رقمي محدد يشير إلى درجة نوعية المياه. ولحل هذه المشكلة استخدمت ادلة نوعية المياه. حيث هناك العديد من مؤشرات جودة المياه والتلوث الخاصة بالمواقع المتاحة في جميع أنحاء العالم لتقييم مياه الأنهار، مثل مؤشر جودة المياه المرجح الحسابي (Arithmetic Weighted Water Quality Index (AW-WQI)، والدليل العام للتلوث Overall Index of Pollution (OIP)، ودليل جودة المياه لمؤسسة الصرف الصحي الوطنية الأمريكية (National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI)، ودليل جودة المياه الكندي (Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME-WQI)، ومؤشر جودة المياه في ولاية أوريغون (Oregon Water Quality Index (OWQI) وطريقة (Bhargava, 2018) (Al-Mayah, 2018).

ادلة نوعية المياه عبارة عن أدوات مستعملة على نطاق كبير في أجزاء مختلفة من العالم لحل مشاكل إدارة البيانات وتقييم هذه الإدارة لتحسين جودة المياه. ويهدف الدليل الى تحويل البيانات المعقدة الى معلومات واضحة وقابلة للاستخدام من قبل الجميع. بشكل عام، تدمج ادلة نوعية المياه البيانات لمعايير جودة المياه المتعددة في معادلة رياضية ينتج عنها رقم معين وهذا الرقم يستخدم لتحديد نوعية المياه في فئات تتراوح من رديء جداً إلى ممتاز (Giriappanavar and Patil, 2013).

وكما يعرف دليل نوعية المياه على انه وسيلة لتلخيص عدد كبير من بيانات جودة المياه الناتجة من الفحوصات المتكررة لمجموعة من العوامل الفيزيائية والكيميائية والحياتية وتحويلها الى تعبير كمي يمتاز بالبساطة عبر معادلات رياضية لغرض توفير المعلومات الضرورية عن نوعية المياه من الجهات المختصة (الحسين، 1998; العمري، 2015).

فهو تقدير كمي مميز لإعطاء صورة واضحة عن الحالة العامة لنوعية المياه في مصطلح واحد يفيد في معرفة اساليب معالجة المياه من خلال جمع عوامل نوعية المياه المختلفة بشكل معلومات واضحة للجميع (اللهبي، 2021).

وقد وجد الجنابي (2010) أن الكالسيوم قد تجاوز المحددات القياسية العراقية والعالمية مما أدى الى انخفاض قيمة دليل نوعية المياه، وقد كان الكالسيوم والمغنيسيوم ضمن مجموعة المتغيرات التي جاءت في المرتبة الثانية في التأثير على قيمة الدليل الكندي في نهر الفرات.

بين سليم (2013) في دراسته أن الأوكسجين المذاب هو أكثر العوامل المتحكمة بدليل التلوث العضوي. بينما بين (الصفراوي، 2018) في دراسة على نهر دجلة أن الأوكسجين المذاب من بين العوامل الأقل تأثيراً على قيمة دليل التلوث العضوي.

وقد وجد الغانمي (2015) في دراسة أن المتطلب الحيوي للأوكسجين من أهم المتغيرات التي لها تأثير في انخفاض قيمة الدليل نوعية المياه الكندي، في حين دراسة (العمرى، 2015) على نهر الفرات والمصب العام والأهوار كان أقل تأثيراً على قيمة الدليل الكندي.

(Seth et al. (2016) استخدم WQI كأداة لتقييم مياه الشرب في أنهار الهيمالايا ، الهند ، لخمسة مواقع مختلفة ، وجد أن المياه ملوثة بشدة في جميع مواقع أخذ العينات تقريباً. لقد أثبتوا أن WQI هو أداة مهمة لتقييم جودة المياه.

درس (Al-Malki و AL-Shwany (2023) جودة المياه الجوفية لسبعة أبار ومعرفة مدى صلاحيتها لأغراض الشرب والاستخدامات المختلفة في شمال شرق مدينة كركوك ، باستخدام دليل (NSF-WQI) بعد تحليل النتائج بالاعتماد على فحص المتغيرات المستخدمة في الدراسة . وأوضح أنه يمكن استخدام المياه بعد معالجتها بالكلور.

6.2.1. الدراسات المحلية لتقييم نوعية المياه Local Studies to assess water quality

في دراسة (Al-Ani 1988) التي أجريت في العراق حول تطبيق دليل نوعية المياه على نهر دجلة ضمن مدينة بغداد لخمس محطات مختلفة لتصنيف مياه النهر للأستعمالات المختلفة، فضلاً بيان مدى أهمية أي متغير. وقد صنفت مياه نهر دجلة بأنها من الدرجة الأولى للري ومن الدرجة الثالثة للاستخدامات البشرية سواء للشرب أو الصناعة.

حاول (Al-Shujairi 2013) تطوير أدلة نوعية مياه الأنهار العراقية التي يمكن تطبيقها لتقييم نوعية المياه لنهري دجلة والفرات للأستعمالات مختلفة. أظهرت النتائج أن نوعية المياه تتفاوت من جيد جداً إلى سيئ جداً. لوحظ التأثير الكبير للمخلفات الزراعية على نوعية المياه في نهري دجلة والفرات.

طَبَقَ الجنابي (2010) دليل نوعية المياه – النموذج الكندي على مياه نهر دجلة خلال الدراسات لعشرون عاما وأظهرت النتائج تدهور نوعية مياه هذا النهر كلما اتجهنا الى مدينة بغداد بسبب تدفق الملوثات إلى النهر وكانت قيمة الدليل رديء لأغراض الشرب ومعتدل للأحياء المائية.

وقد قام (Al- Saboonchi et al. 2011) بتطبيق دليل نوعية المياه الكندي في شرق هور الحمار بعد التجفيف بدراستين الأولى تعتمد على بيانات سابقة والثانية على استخدام المعايير الكندية الخاصة بحماية الأحياء المائية ، وهذه الطريقة طبقت لأول مرة بالعراق لتقييم نوعية المياه في الأهوار بعد التجفيف، وقد استخدمت تسعة عوامل مختلفة كدرجة الحرارة، الأوكسجين المذاب، الملوحة ، الأس الهيدروجيني، النتروجين الكلي، الأمونيا، النترات الفعالة، الفسفور والصوديوم. بينت كلتا الدراستين ان مياه شرق هور الحمار تعد رديئة حيث صنفت بين قليلة التلوث الى شديدة التلوث .

أنجزت الغانمي (2015) دراسة لتقييم نوعية مياه نهر الفرات عبر تطبيق دليل نوعية المياه النموذج الكندي وقد استخدمت الكثير من العوامل الفيزيائية والكيميائية والأحيائية، وبينت النتائج تردي نوعية مياه النهر كلما اتجهنا الى الأسفل بسبب زيادة قيم بعض العوامل المدروسة وخاصة التوصيلية الكهربائية والكلوريدات والعسرة الكلية وقد يعزى ذلك الى المبالز بشكل مباشر فضلا عن الفضلات المنزلية، كما بينت ارتفاع تراكيز عنصر الرصاص والكاديوم عن الحدود المسموح بها للاستخدامات المختلفة.

درس (Moyle and Hussain (2015) جودة مياه شط العرب ومدى ملائمتها للشرب والري وحماية الحياة المائية ولاحظ أن WQIs ضعيفة إلى صالحة للشرب في جميع المحطات المدروسة وقد تجاوزت قيم التوصيل الكهربائي والاس الهيدروجيني والعمارة والمتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5) والعسرة الكلية الحدود المسموح بها محلياً ودولياً فضلاً عن تجاوز قيم بكتريا القولون البرازية الحدود المسموح بها لأغراض الشرب.

وبينت دراسة (Abed Ali *et al.* (2017) بأن مياه المصب العام رديئة النوعية لأغراض الري وأن قيم أيون الكلورايد كان العامل المؤثر في قيمة الدليل. وفي دراسة (العمرى، 2015) أظهرت النتائج ان أيون الكلوريد يعد من المتغيرات المسؤولة عن التغير في نوعية مياه الشرب.

طور (Al-Mansori (2017) نموذجاً للتنبؤ بنوعية مياه نهر شط الحلة باستخدام سبعة عوامل مختلفة مثل: المواد الصلبة الذائبة الكلية والعسرة الكلية والتوصيلية الكهربائية والاس الهيدروجيني والكلوريد والكالسيوم والكبريتات وأن قيم WQI تراوحت بين 789.45 و 234.37 في مدينة الحلة وحصلت على تصنيف جيد اعتماداً على المواصفات العراقية لسنة (2006) ومنظمة الصحة العالمية (2006).

تناولت دراسة (Khudair (2018) تقييم نوعية المياه باستخدام دليل نوعية المياه (WQI) والتنبؤ بالتراكيز الكلية للأملاح الذائبة في هور الحويزة للفترة من 2013 الى 2016، وأظهرت النتائج أن المياه غير مناسبة للشرب وذلك لوجود مستويات عالية من تراكيز المواد الصلبة الذائبة في الأهوار.

درس الصباح وجازع (2018) نوعية المياه في ثلاث مواقع (الكحلاء، الماجدية، مستشفى الصدر العام) في محافظة ميسان لبيان مدى تأثير مياه الصرف الصحي على تلوث نهر دجلة قدرت بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية (الاس الهيدروجيني، المواد الصلبة الذائبة الكلية، المواد الصلبة العالقة الكلية، الكلوريدات، التوصيلية الكهربائية، النترات، الكبريتات، الأوكسجين المذاب، المتطلب الحيوي للأوكسجين، المتطلب الحيوي للكربون). وبينت النتائج تلوث واضح في جميع المواقع وخاصة الكحلاء بمصادر تلوث مختلفة وقد تجاوزت نسبة التلوث الحدود المسموح بها وفقاً معايير منظمة الصحة العالمية.

في دراسة (Chabuk *et al.* (2020) لتقييم جودة مياه نهر دجلة استخدم مؤشر جودة المياه وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية لاثني عشر عامل هي النترات، والمتطلب الحيوي للأوكسجين المواد العالقة الكلية، والكاربونات، والكبريتات، والكلور، والبوتاسيوم، والصوديوم، والمغنسيوم

والكاليسيوم، والتوصيلية الكهربائية، والعسرة الكلية. وكانت النتائج تشير الى تدهور جودة المياه لنهر دجلة خاصة في المحطة الثامنة في العزيزية في المواسم الرطبة والجافة، وارتفع تدهور المياه بشكل واضح في القرنة جنوب العراق.

درس حمادي (2020) نوعية المياه لأنتى وعشرون بئراً في محافظة النجف، والتي شملت عدة عوامل فيزيائية وكيميائية لبيان صلاحية المياه للشرب والاستخدامات الأخرى كالدالة الحامضية والتوصيلية الكهربائية والأملاح الذائبة الكلية والأيونات الموجبة والأيونات السالبة حيث اعتمدت هذه الدراسة على المواصفات المحلية والعالمية.

أستعملَ اللهبي (2021) معايير نوعية المياه للمواصفات العراقية والعالمية لمياه الشرب التي تعتمد على العوامل الفيزيائية والكيميائية ومقارنتها من أجل إيجاد كفاءة عمليات التصفية التي تحدث في المحطات المدروسة وبيان تأثيرها ومن هذه العوامل درجة حرارة الماء والاكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين والاس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية والكبريتات والكلورايد والعسرة الكلية وعسرة الكالسيوم وعسرة المغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والقاعدية الكلية فضلاً عن العدد الكلي للبكتيريا ومجموعه البكتريا القولونية .

درس Awad (2022) الخصائص والصفات الهيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية (الخصائص الكيميائية، والملوحة) في خمسة آبار في منطقة الحزام الأخضر الواقعة في شمال غرب محافظة النجف. تم تقييم ملاءمة المياه للري بناء على مؤشر جودة مياه الري لثلاثة عشر متغير مثل المواد الصلبة الذائبة الكلية، والتوصيل الكهربائي، ونسبة امتصاص الصوديوم، ونسبة الصوديوم، القابلة للذوبان و كربونات الصوديوم، المتبقية و العسرة الكلية، و النفاذية، والملوحة، و المغنيسيوم. وأظهرت النتائج أن المياه الجوفية كانت غير مناسبة للري.

استخدم Mahdi et al. (2023) دليل مؤشر المياه الكندي (CCME) في الدراسة لوصف جودة مياه شط العرب في البصرة جنوب العراق ، ومدى ملاءمتها للشرب إذ شملت قياس الأس الهيدروجيني، والأوكسجين المذاب والفسفور والنترات والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم ،الصوديوم ، العسرة الكلية و الكبريتات والكلوريد والتوصيلية الكهربائية والقلوية والأملاح الذائبة الكلية و أوضحت نتائج الدراسة إلى ضعف جودة المياه لشط العرب في جميع فترات الدراسة وفي جميع المحطات .

7.2.1. الدراسات العالمية لتقييم نوعية المياه Global studies to assess water quality

أستخدم مركز أبحاث المياه الوطني في مصر عام (2007) دليل نوعية المياه الذي طور من قبل المجلس الكندي لوزارة البيئة (CCME- WQI) لمراقبة نوعية مياه نهر النيل و الافرع الرئيسية لبيان مدى صلاحيتها للأنشطة المختلفة عبر تقدير درجة حرارة الماء وألاس الهيدروجيني والأوكسجين المذاب والتوصيلية الكهربائية والعكورة والامونيوم والنترات عبر فترات زمنية معينة لملاحظة التغيرات في نوعية مياه النيل لغرض الاستجابة السريعة لأي تهديدات تطرأ عليها (Khan *et al.*, 2010).

أستعمل مجبور (2011) مؤشرات جودة المياه لتقييم نوعية المياه في سوريا. منها دراسة على سدة بلوران في أربعة مواقع بالإضافة الى دراسة عينات من نهري قرة جالة ورافد نهر وادي قنديل لعام كامل 2011. وصنفت المياه بالاعتماد على المؤشرين NSF وNEW لجودة المياه. وبينت النتائج المقارنة مع قيم الدليل بأن مياه غير صالحة للشرب.

قام (2013) Al-Badaii *et al.* بتقييم جودة مياه نهر Semenyih في ماليزيا باستعمال الخواص الفيزيائية والكيميائية والحياتية وبينت النتائج تلوث النهر بالفوسفات وبكتريا القولون البرازية وإمكانية أستعمالات للأغراض الزراعية وعدم أستعمالها للأغراض المنزلية. واستخدم Goher *et al.* (2014) مجموعة من الخواص الفيزيائية والكيميائية في تقييم نوعية مياه قناة الإسماعيلية في مصر باستخدام دليل نوعية المياه بالطريقة الوزنية لأغراض الشرب والزراعة، واطهرت نتائج الدراسة أن مياه هذه القناة ذات تقدير ممتاز لأغراض الزراعة بينما تراوحت بين التقديرين الجيد والفقير لأغراض الشرب.

قام (2016) Elshemy بتقييم حالة جودة المياه في بحيرة المنزلة مصرية باستخدام مؤشر جودة المياه المناسب (NSF- WQI) و(WQI Lagoon (L-WQI و GIS. لاثني عشر متغير وتم جمع معايير الجودة من 11 محطة في البحيرة. وصنفت حالة جودة المياه "سيئة" ، وفقاً ل-L-WQI. بينما تتمتع المنطقة الغربية من البحيرة بأفضل ظروف جودة المياه والتي هو "جيد" ، وفقاً ل-L-WQI. وحسب المؤشرين المستخدمين لتقييم نوعية مياه البحيرة وجد أن البحيرة يجب تقسيمها إلى مناطق مختلفة للصيد والاستخدامات الأخرى. وأن هذين المؤشران أداة مهمة في استراتيجية إدارة البحيرة.

درسَ El Osta *et al.* (2022) تقييم موارد المياه الجوفية في مكة المكرمة لـ 59 بئرًا باستخدام الكثير من مؤشرات جودة المياه أوضح مؤشر جودة مياه الشرب Drinking Water Quality Index (DWQI) إن 5% فقط من الآبار تم تصنيفها من جيد إلى ممتاز للشرب بينما كانت الأغلبية 95% فقيرة إلى غير صالحة للشرب. كذلك قام ببيان مدى صلاحيتها للزراعة على ضوء تقييم بعض العوامل مثل المواد الصلبة الذائبة الكلية ونسبة امتزاز الصوديوم و كربونات الصوديوم.

أجرى (2015) Asadollahfardi تقييماً لنوعية مياه نهر ي كارون وسيفيد عبر تطبيق دليل نوعية المياه لمؤسسة الصرف الصحي الوطنية (NSF-WQI) ومؤشر جودة المياه في كولومبيا البريطانية British Columbia Water Quality Index (BC-WQI) الأس الهيدروجيني والاكسجين المذاب والمواد الذائبة الكلية والنترات والفسفات والمتطلب الحيوي للأوكسجين ودرجة الحرارة. وأظهرت النتائج أن مياه النهر غير ملائمة لأغراض الشرب وتحتاج إلى المعالجة، بينما تكون ملائمة جداً للاستخدامات الزراعية.

بحثَ Seth *et al.* (2016) دليل نوعية مياه الشرب في أنهار الهيمالايا، الهند، لخمسة محطات مختلفة، وأظهرت النتائج بأن المياه ملوثة بشدة في جميع محطات الدراسة.

Shukla *et al.* (2017) استخدموا المؤشر العام للتلوث (OIP) لتقييم نوعية المياه السطحية في نهر الجانج في الهند. وجد أن عوامل جودة المياه، مثل الأس الهيدروجيني والاكسجين المذاب والتوصيلية الكهربائية. أظهرت تغيرات مكانياً وزمانياً كبيراً في النهر، في حين أظهرت العوامل مثل المتطلب الحيوي للأوكسجين والفلوريد والعسرة اختلافات مكانية وزمانية قليلة. واستنتجوا أن OIP أداة مهمة لدراسة تأثير التغيرات في نوعية المياه و يمكن أن يساعد في تقييم جودة المياه وحل المشكلات المتعلقة بجودة المياه محلياً وعالمياً.

في دراسة لـ Ma *et al.* (2020) استخدم مؤشر تحديد جودة المياه (WQI) لتحليل التغيرات الزمانية والمكانية لجودة المياه وتحديد مصادر التلوث الرئيسية في نهر تشينهاوي، شرق الصين وأظهرت النتائج أن المناطق الأكثر تطوراً التي يمر بها النهر كانت أكثر تلوثاً نسبياً.

8.2.1. نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information System (GISs)

حسب (Gay (2003) و Shamsi (2005) تم تعريف نظم المعلومات الجغرافية على أنها أداة كمبيوتر تستعمل الآن لمعالجة مشاكل جودة المياه الجديدة والقائمة. يحتوي على نظام إدارة قاعدة بيانات رقمية مصمم لقبول كميات كبيرة من البيانات الموزعة مكانياً من مجموعة متنوعة من المصادر.

يسمح نظام المعلومات الجغرافية برسم خرائط مناطق الخطر للتلوث في المسطحات المائية والأراضي الزراعية المجاورة. يمكن نظام المعلومات الجغرافية من مراقبة التغييرات التي حدثت بمرور الوقت داخل مستجمعات المياه وربط المتغيرات في نوعية المياه بهذه التغييرات (Oikonomidis *et al.*, 2015).

أستخدم (Chabuk *et al.*, 2020) مؤشر جودة المياه (WQI) بالاشتراك مع (GIS) في دراسة نوعية المياه على طول نهر دجلة لإعطاء معرفة شاملة عن حقيقة تلوث النهر. بحيث يسهل فهم مشكلة التلوث وتحليله وإيجاد الحلول المناسبة للحد من تأثير مصادر التلوث لذا يمكن تحديد حالة المياه (ممتاز، جيد، سيء، إلخ). إذ أن نظم المعلومات الجغرافية لديها أدوات التحليل المكاني للتعامل مع البيانات الضخمة الخاصة، ويمكن دمج النماذج الرياضية الأخرى مع هذا البرنامج للحصول على معلومات ذات قيمة.

قام (Kadhem (2013 بتقييم جودة المياه في نهر دجلة-العراق باستخدام خرائط نظم المعلومات الجغرافية، من أجل مقارنة بيانات نوعية المياه والمعلومات ذات الصلة التي تم جمعها لنوعية المياه في نهر دجلة، وعرض التلوث في النهر في خرائط يسهل عرضها وفهمها التي يمكن استخدامها من قبل العامة وصناع القرار.

أجرى (Al- Maliki (2005) دراسة على ملوثات الهواء والماء والترربة في مدينة بغداد بأستعمال نظام المعلومات الجغرافية (GIS)، حيث قاس تراكيز الملوثات في الهواء والماء والترربة ووجد أن هذه التراكيز تفوق المعايير العالمية والعراقية.

(Katyal *et al.* (2012) قاموا بدراسة تقييم نوعية المياه لنهر Yamuna في منطقة دلهي باستخدام خرائط الأدلة واقترحوا أنه يمكن استخدام الدليل العام للتلوث (OIP) Overall Index of Pollution مع GIS بشكل مباشر لتحليل ومقارنة الظروف عبر أحواض الأنهار واكتشاف

الاتجاهات على مدى الزمن. وهو مفيد أيضاً للإشارة إلى التغيرات في نوعية المياه وبيان إدارة جودة المياه. وصت الدراسة باستخدام OIP لتحسين فهم قضايا نوعية المياه العامة، وتوضيح الحاجة إلى اتخاذ ما يلزم للحماية من التلوث.

Salman *et al.* (2014) وجد أن نظم المعلومات الجغرافية لا تسهل التقاط البيانات ومعالجتها فحسب، بل تعمل أيضاً كأدوات حسابية قوية تسهل تكامل الخرائط المتعددة. ويهدف البحث إلى مراقبة نوعية مياه نهر الفرات والحفاظ على معاييرها في معدلات مقبولة باستخدام أحدث التقنيات المتاحة كنظام المعلومات الجغرافية.

El-Kady *et al.* (2017) و Thakur *et al.* (2017) في دراستهم وجدوا أن دمج التحسس النائي في قاعدة بيانات نظم المعلومات الجغرافية يمكن أن يقلل التكلفة ويقلل الوقت ويزيد المعلومات التفصيلية التي تم جمعها لرصد وإدارة موارد المياه. علاوة على ذلك، فإن دمج تقنيات التحسس النائي ونظام المعلومات الجغرافية يعمل كمفهوم مركزي في إدارة الموارد المائية أيضاً، يؤدي تكامل أي تقنية علمية معروفة إلى فهم أفضل ومحسن ويساعد على حل المشكلات المعروفة وكذلك التنبؤ بالمشاكل .

Rawat *et al.* (2012); Kuttimani *et al.* (2017); Sharma *et al.* (2017) في دراستهم وجدوا أن قيمة WQI المدمجة مع GIS يمكن استخدامها مباشرة لتحليل ومقارنة المتغيرات في مواقع مختلفة من النهر لمعرفة جودتها. كان سبباً للإشارة إلى ضعف نوعية المياه.

أستخدم Al-Kubaisi *et al.* (2022) النتائج التي تم الحصول عليها خلال دراسته لإنشاء ملف قاعدة بيانات جودة المياه وخريطة التوزيع المكاني لكل العوامل الفيزيائية والكيميائية المستعملة في دراسته باستخدام طريقة الوزن العكسي للمسافة (Inverse Distance Weighted (IDW) وبرنامج نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء خريطة مؤشر جودة المياه (WQI) لتقييم مياه بحيرة الحبانية لأغراض الشرب والري .

الفصل الثاني

المواد وطرق العمل

Materials and methods

2. المواد وطرق العمل Materials and methods

1.2. وصف منطقة الدراسة: The Study Area

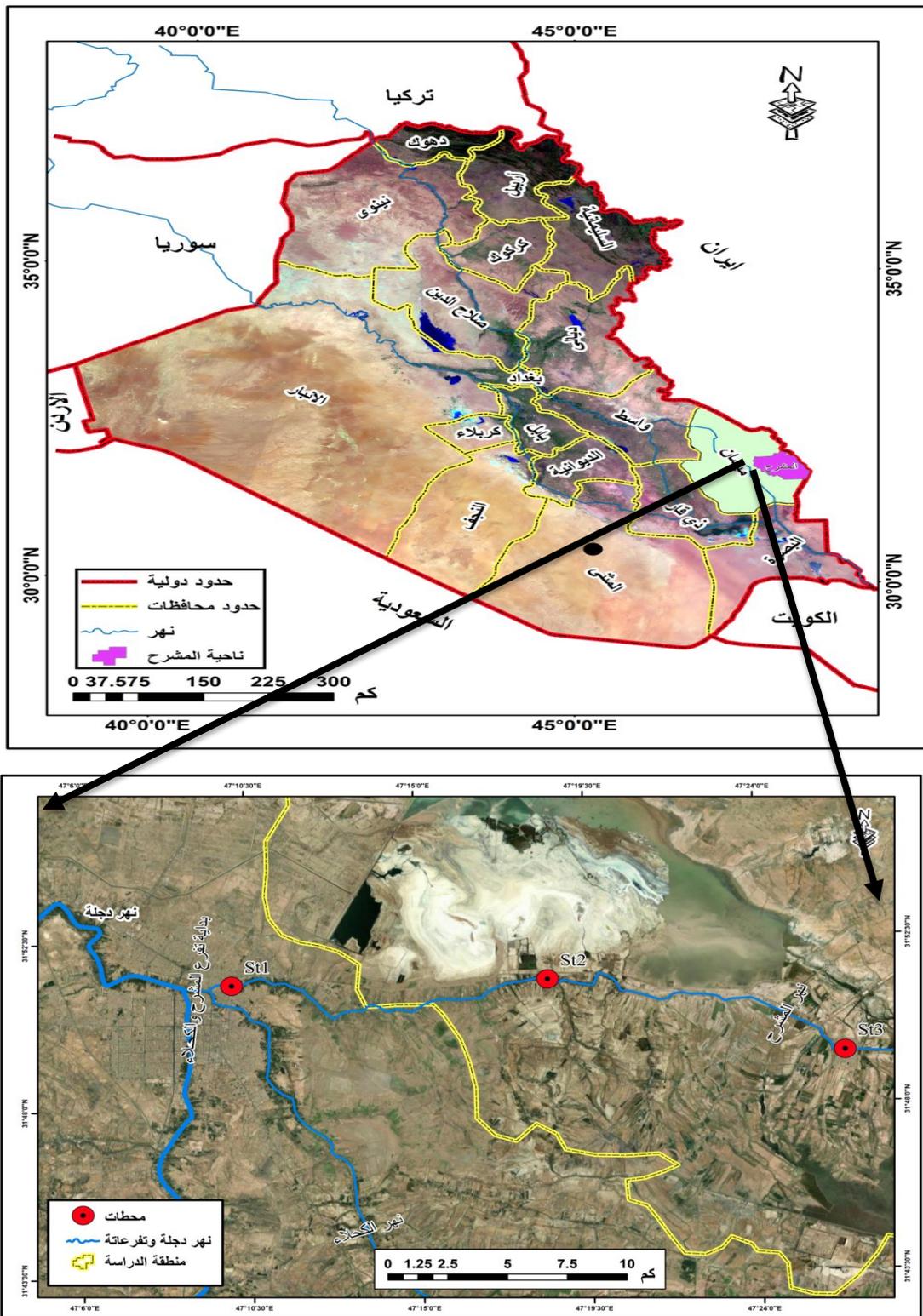
نهر المشرح أحد الأنهار القصيرة في العراق يتفرع من الجهة الشمالية الغربية لنهر دجلة في مدينة العمارة . ينشطر نهر دجلة من هذه الجهة الى فرعين الجنوبي هو نهر دجلة الرئيس والشرقي يعرف نهر الكحلاء الذي يتفرع الى فرعين احدهما يأخذ اتجاه جنوبي شرقي هو نهر الكحلاء والفرع الاخر يأخذ اتجاهاً شرقياً في منطقة الماجدية قرب جسر الناظم هو نهر المشرح والذي يبلغ معدل تصريفه السنوي حوالي 8 م³/ث . أذ يبلغ طوله 55 كم من منبعه في نقطة تفرعه قرب الناظم وحتى مصبه في هور الحويزة (سعد، 2016). أذ يشكل نهر المشرح مع نهر الكحلاء مصدر مهماً لتغذية أهوار الحويزة بالمياه (الخفاجي، 2019).

يجهز نهر المشرح المناطق السكنية والزراعية والصناعية التي تقع على ضفتيه بالماء، وسمي بنهر المشرح نسبة الى كثرة التفرعات فيه والتي بلغت 21 تفرع جميعها تتبع من ضفته اليمنى على امتداد مساره وهي (ام البطوط، الجكه، المواجد، نهر سريوط ، الصفيجي الشرقي، الصفيجي الشمالي، الخرابة، العمود، المصب، ام الديري، الشبهاني ، الجديد، الكريمة، الداغرية ، الملفود ، أبو الشعير، المختاضه، الجادل، الونسه ، المتعافية والبصيرة) شكل (1). وتتأثر نوعية مياه نهر المشرح بمياه الصرف الصناعي والزراعي والمنزلي التي تسهم في زيادة التلوث من المناطق التي يمر بها النهر (دائرة الموارد المائية، 2023).

يلاحظ ان منسوب المياه في نهر المشرح يتعرض الى تقلبات كثيرة أذ يكون اعلى مستوى للمياه خلال موسم الفيضان وأدنى مستوى خلال فصل الصيف أذ تنحسر المياه في فروع النهر وتقل كمية المياه التي تدخل الى هور الحويزة (Al-Haidarey *et al.*, 2010).

2.2 مواقع الدراسة Study Sites

تضمنت هذه الدراسة اخذ ثلاث مواقع على أمتداد نهر المشرح شكل (1). الموقع الأول يقع في بداية تفرع النهر والثاني في منتصف النهر أما الموقع الأخير كان في مركز ناحية المشرح وقد تم تحديد هذه المواقع بواسطة جهاز تحديد المواقع (GPS) Global Positioning System وفق الإحداثيات الموضحة في جدول (1).



شكل (1): خريطة توضح مواقع الدراسة في نهر المشرح بواسطة نظم المعلومات الجغرافية (دائرة الموارد المائية، 2023).

جدول (1): يوضح أسماء وإحداثيات مواقع الدراسة بالـ (GPS).

الإحداثيات		أسم الموقع	رقم الموقع
Latitude	longitude		
N: 3526471	E: 705114	الماجدية	1
N :3523392	E: 730779	الشبيشة (قرية بني هاشم)	2
N :3526844	E :718324	مركز ناحية المشرح	3

1.2.2 الموقع الأول The first site

يمثل هذا الموقع بداية نهر المشرح الذي يتفرع من نهر دجلة في منطقة الماجدية في الجزء الجنوبي الشرقي من مدينة العمارة أذ توجد الاحياء السكنية في منطقة التفرع وناظم نهر المشرح الذي يتحكم بكمية منسوب المياه بالإضافة الى وجود المستشفى الحكيم التعليمي ويوجد على الضفة اليسرى في بداية التفرع محطة اسالة وفي الضفة اليمنى تصب فيه مياه الصرف المنزلي للمدينة فضلا عن فضلات المستشفى صورة رقم (1).



صورة (1): الموقع الأول الماجدية.

2.2.2 الموقع الثاني The second site

يقع الموقع الثاني صورة رقم (2) على بعد 14 كم من الموقع الأول في منطقة الشبيشة (قرية بني هاشم) وتمتاز المنطقة بالنشاط الزراعي وكثرت المبازل الزراعية حيث يستخدم الفلاحين المبيدات والاسمدة الكيميائية التي يتم تصريفها الى مجرى النهر إضافة الى حقول تربية المواشي التي تطرح فضلاتها الى مياه النهر دون معالجة ووجود مضخات المياه التي تعمل بالديزل على جانبي النهر، ويلاحظ كذلك وجود الكثير من النباتات والحيوانات المائية.



صورة (2): الموقع الثاني الشبيشة (قرية بني هاشم).

3.2.2 الموقع الثالث Third site

يقع الموقع الثالث في مركز ناحية المشرح (حي الصدر) أذ الاحياء السكنية. وتصب في النهر مياه الصرف المنزلي الغير معالجة التابعة للمنطقة ويلاحظ أن منسوب مياه النهر يكون منخفض مقارنة بالموقعين السابقين الأول والثاني ويلاحظ كثرة النفايات الصلبة على ضفتيه التي تلقى من المنازل القريبة والأسواق المحلية صورة (3).



صورة (3): الموقع الثالث مركز ناحية المشرح (حي الصدر).

3.2 الأجهزة والمواد المستعملة في الدراسة :

جدول (2): يوضح الأجهزة المستخدمة في الدراسة.

المنشأ	الموديل	الجهاز	ت
Germany	TE214S	Balance	1
England	TPO 010	Desiccator	2
WTW/ Germany	3310	EC- Meter	3
Germany	Labglass	Filtration apparatus	4
Germany	D-91126	Water bath	5
Nuve /Turkey	FN055	Oven	6
WTW/ Germany	3110	pH –meter	7
EMC.LAB/ Germany	V-1100D	Spectrophotometer	8
Germany	T80	spectrophotometer UV/Vis	9
LMS/CHINA	HTS-1003	Stirrer Hotplate	10
Germany	Graduated 0-100	Thermometer	11
WTW / Germany	TB 300 IR	Turbidity meter	12
eTrex / Tiwan	-	GPS	13
Dragon (china)	-	Winkler Bottles	14

جدول (3): المواد الكيميائية المستعملة في الدراسة

اسم الشركة المصنعة	المادة الكيميائية	ت
BDH	Silver nitrate (AgNO_3)	1
Scharlau-Spain	(NH_4OH)	2
Hopkin – England	Ammonium Molybdate	3
Merck	Ascorbic acid	4
Merck	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	5
HIMEDIA – India	EDTA $2\text{Na} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.	6
Normadose	Eriochrome Black-T	7
SDFCL – India	Hydrochloric acid (HCl)	8
Merck	Potassium Chromate $\text{K}_2 \text{CrO}_4$	9
Thomas baker- India	Manganese sulphate ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	10
BDH	Muroxide reagent	11
Scharlau-Spain	Nitric acid (HNO_3)	12
BDH	Phenolphthalein	13
Oxiod	Potassium chloride (KCl)	14
BDH	Potassium nitrate (KNO_3)	15
Gainland Company	Sodium hydroxide (NaOH)	16
Oxiod	Sodium chloride (NaCl)	17
SIGMA	Sodium Thiosulfate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	18
Merck	Starch	19
Gainland Company	Sulpheric acid (H_2SO_4)	20

4.2 جمع العينات: collection of Samples

اعتمدت الطرق القياسية في عملية جمع العينات وحفظها ونقلها حسب ما وصف في APHA, (2005).

1.4.2. العمل الحقلية: Field Work

جمعت عينات المياه شهريا للفترة من تموز 2022 ولغاية كانون الثاني 2023 وعبر عن فصل الصيف (تموز، اب) الخريف (تشرين الأول، تشرين الثاني) الشتاء (كانون الأول، كانون الثاني) من ثلاث محطات مختلفة من نهر المشرح في محافظة ميسان لغرض إجراء الفحوصات الفيزيائية والكيميائية عليها في المختبر وعلى عمق 15-20 cm ، وجمعت العينات باستعمال قناني بلاستيكية سعة 1 L ملئت بكامل سعتها كي لا تؤثر عملية النقل وحركة الماء على تغير خصائصها. كما جمعت عينات ماء أخرى باستعمال قناني ونكسر الشفافة والمعتمة لقياس DO و BOD₅ على التوالي وتم تثبيت الأوكسجين في القناني الشفافة في الحقل مباشرة وذلك بإضافة 2 ml من محلول كبريتات المنغنيز و 2 ml من محلول اليوديد القاعدي و 2 ml من حامض الكبريتيك المركز اما القناني المعتمة فقد تُركت من دون تثبيت في الصندوق المبرد لحين الوصول الى المختبر لحفظها في المكان المناسب صورة (4). كما تم قياس درجة الحرارة باستخدام محرار زئبقي مدرج (0 – 100 C°) اذ قيست درجة حرارة الماء بعد غمر المحرار في الماء لمدة (5 – 3) دقائق لحين الثبات ثم سجلت قراءة المحرار، وعبر عن النتائج بالدرجة المئوية وكررت العملية عدة مرات للتحقق من القراءة.



صورة (4): تثبيت الاوكسجين في قناني ونكلر أثناء العمل الحقل.

2.4.2. العمل المختبري: Lab Work

1.2.4.2. الأس الهيدروجيني pH

تم قياس الأس الهيدروجيني للمياه باستعمال جهاز قياس pH meter بعد معايرته بالمحاليل المنظمة القياسية (Buffer Solution) (pH 4 , 7 , 9) قبل البدء بالعمل في الحقل وتم اخذ أكثر من مكرر في القياس لكل محطة.

2.2.4.2. التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity (EC)

تم قياس التوصيلية الكهربائية للمياه باستعمال جهاز التوصيلية الكهربائية EC- meter وعبر عن النتائج μ S/cm وكررت العملية عدة مرات للتأكد من القراءة.

3.2.4.2. الملوحة Salinity

تم قياس الملوحة بواسطة جهاز EC- meter، وعبر عن النتائج بوحدة (ppt) .

4.2.4.2. المواد الصلبة الذائبة الكلية Total Dissolved Solids (TDS)

أتبعت الطريقة الوزنية الموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الأمريكية (APHA, 2005) لحساب كمية المواد الصلبة الذائبة الكلية بأخذ حجم مناسب 100 ml من عينة مياه مرشحة والتي تم

ترشيحها باستعمال اوراق الترشيح وضعت في بيكرات زجاجية نظيفة وموزونة سابقا في حمام مائي بدرجة 100°C الى حد الجفاف واکملت عملية التجفيف بوضع البيكرات الزجاجية في الفرن (Oven) بدرجة حرارة (180 °C + 2) لمدة ساعة بعدها وضعت البيكرات في (Dessicator) وتم قياس كتلة المواد الصلبة الذائبة الكلية عن طريق المعادلة التالية :-

$$\text{TDS(mg/l)} = \frac{(A - B) * 10^6}{\text{Volume of sample}}$$

أذ أن:

A: وزن البيكر مع المواد الذائبة الكلية بالغرام.

B: وزن البيكر فقط.

5.2.4.2 العكورة Turbidity

تم قياس العكورة للمياه باستعمال جهاز قياس العكورة Turbidity meter بعد معايرة الجهاز بالنماذج القياسية الخاصة (APHA, 2005). يتم رج العينة جيداً بعدها توضع في أنبوبة الجهاز الزجاجية وتسجل قراءات الجهاز ويعبر عن النتيجة بوحدة قياس العكارة الدولية النفلومترية (Nephelometric Turbidity Unit (NTU)).

6.2.4.2 المواد الصلبة العالقة الكلية Total Suspended Solids (TSS)

أُتبعَت الطريقة الوزنية وذلك بتمرير 100 ml من عينة الماء على اوراق الترشيح حجم 45.0µm، علما ان هذه الاوراق قد جففت في الفرن وقيس وزنها قبل وضع العينة وبعد أكمال عملية الترشيح وضعت هذه الاوراق في الفرن لغرض تجفيفها في درجة حرارة 105 °C لمدة ساعتين وبعدها تم إعادة وزنها مع الاملاح (APHA, 2005) كما في المعادلة التالية: -

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(A - B) * 10^6}{\text{Volume of sample}}$$

أذ أن:

A: وزن ورقة الترشيح مع المواد العالقة الكلية بالغرام.

B: وزن ورقة الترشيح قبل الترشيح بالغرام.

7.2.4.2. العسرة الكلية Total Hardness

أُستخدِمت الطريقة الموضحة من قبل (Lind, 1979) بتسحيح 25 ml من العينة مع محلول Na_2EDTA (0.02N) بعد إضافة (2-1 ml) من المحلول المنظم وباستخدام كاشف Erichrome Blak T وعبر عن النتائج بوحدة ملغرام/لتر.

$$\text{العسرة الكلية (CaCO}_3\text{ ملغم/لتر)} = V/1000 \times B \times A$$

أذ أن: -

A: حجم المحلول القياسي (Na_2EDTA) في التسحيح بالمليتر.

B: كاربونات الكالسيوم المكافئة إلى 1مليتر (Na_2EDTA).

V: حجم العينة في التسحيح بالمليتر.

8.2.4.2. أيون الكالسيوم Calcium Ion (Ca^{+2})

تم قياسها بالتسحيح كما في الطريقة الموضحة في (APHA, 2005) أخذ 10 مل من العينة خففت الى 50 مل بالماء المقطر وبعدها اضيفت قطرة واحدة من حامض الهيدروكلوريك HCl وغلبيت العينة لمدة دقيقة واحدة وبعدها اضيف 2 مل من محلول NaOH تم اضافة 0.01غم من صبغة Murexide ثم سححت العينة ضد (Na_2EDTA 0.01M) ببطء مع الرج المستمر للوصول الى نقطة نهاية التفاعل وعبر عن النتائج بالملغرام / لتر كما في المعادلة التالية:-

$$\text{Ca}^{+2}(\text{mg/l}) = [V(\text{Na}_2 - \text{EDTA}) * 0.01 * 20 * 1000] / \text{Volume of sample}$$

9.2.4.2. أيون المغنسيوم Magnesium Ion (Mg^{+2})

ايونات المغنسيوم تم قياسها بإيجاد الفرق بين قيمة العسرة الكلية وأيونات الكالسيوم وعبر عن النتائج بوحدات mg /l كما وصف في (APHA,2005) .

10.2.4.2. أيون الكلورايد Chloride Ion (Cl^-)

أتبعت طريقة التسحيح الموضحة في (APHA, 2005) في قياس الكلورايد حيث اخذ 2 ml من العينة وخففت الى 100 ml بالماء المقطر وبعدها أضيف 1 ml من محلول كرومات البوتاسيوم

(K₂CrO₄) كدليل لنقطة نهاية التفاعل وسححت العينة ضد محلول نترات الفضة القياسية (AgNO₃) ويستمر بالتسحيح حتى يتحول اللون الأصفر الى البني المحمر لحساب ايونات الكلورايد.

$$\text{Cl(mg/l)} = \frac{35.5 * N * (B - A)}{\text{Volume of sample}}$$

أذ أن: -

A : حجم AgNO₃ للتسحيح ضد العينة.

B : حجم AgNO₃ للتسحيح ضد عينة الماء المقطر (Blank) .

N : عيارية نترات الفضة AgNO₃ (0.0141 N) .

11.2.4.2 الكبريتات (SO₄) Sulphate

الكبريتات تم قياسها بواسطة طريقة الاختلاف في عسرة العينة قبل اضافة ايونات الباريوم وبعدها على شكل محلول كلوريد الباريوم (BaCl₂) القياسي 0.01 M كما وصفت في (APHA,2005) وعبر عن النتائج بوحدة (mg/l) كما في المعادلة التالية: -

1 – وجدت العسرة الكلية قبل اضافة محلول كلوريد الباريوم القياسي بأتباع طريقة (Lind 1979) .

2 – تم حساب العسرة الكلية بعد اضافة محلول كلوريد الباريوم القياسي وكما موضح أدناه: -

$$[\text{Hardness} + \text{BaCl}_2] = \frac{A * B * 1000}{V}$$

أذ أن: -

A : حجم المحلول القياسي (EDTA-Na₂) المستخدم في التسحيح.

B : ملغرام كاربونات الكالسيوم المكافئة الى 1 ml من (EDTA-Na₂) في التسحيح .

V : حجم العينة في التسحيح.

3 – حساب تركيز الكبريتات بوحدة mg/l بالمعادلة التالية: -

$$\text{SO}_4^{-2} \text{Mg. l}^{-1} = (\text{Hardness mg. l}^{-1} + 1000 - [\text{Hardness} + \text{BaCl}_2]) * 0.96$$

12.2.4.2. النترات Nitrate (NO₃⁻)

قيست النترات بوحدة (Mg/l) حسب طريقة التقدير بالأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet Method الموضحة في (APHA, 2005) باستعمال جهاز spectrophotometer UV/Vis .
اذ اخذ 50 مل من عينة الماء المرشحة باستعمال ورق الترشيح وأضيف لها 1 مل من HCl (1N) ومزجت العينة جيدا وتم عمل منحني القياس للنترات باستعمال المحاليل القياسية (KNO₃) بتركيز (10-0 mg/l). وقراءة الامتصاصية للعينة وللمحاليل القياسية وعلى طول موجي 220 و 275 نانوميتر لتصحيح القيمة (لتجنب التداخل الناجم عن المواد العضوية المذابة في الماء) وعبر عن النتائج بوحدة mg/l .

13.2.4.2. الفوسفات Phosphates (PO₄)

قياس الفوسفات الفعالة بطريقة حامض الأسكوربيك باستعمال جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وعلى طول موجي 882 نانوميتر وقدرت النتائج بوحدة mg/l .
(Strickland and Parsons, 1972).

14.2.4.2. الاوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين

Dissolved Oxygen (DO) and Biological Oxygen Demand (BOD₅)

أتبعت طريقة تحويل الأزيد Azid Modification لطريقة ونكلر والموضحة من قبل APHA (2003) لتحديد كمية الأوكسجين المذاب في الماء بعد تثبيتها حقليا وعبر عن النتائج بوحدة mg/l . أما القناني المعتمدة الخاصة بقياس المتطلب الحيوي للأوكسجين، قد حضنت في حاضنة خاصة بدرجة 20 م° لمدة 5 أيام ، وتم تثبيت الأوكسجين كما في الحقل سابقا. وقيس الأوكسجين المذاب بالطريقة نفسها وحسب قيمة (BOD₅) من المعادلة التالية:-

$$(BOD_5) \text{ (ملغم/لتر)} = \text{كمية الاوكسجين (ملغم/لتر)} - \text{كمية الاوكسجين (ملغم/لتر) / عامل التخفيف}$$

(قبل عملية الحضان) (بعد عملية الحضان)

1.5.2. الدليل العام للتلوث (OIP) Overall Index of Pollution

الدليل العام للتلوث هو مقياس لتقييم جودة المياه السطحية للأنهار بناء على قياسات الأس الهيدروجيني، والنسبة المئوية للأوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين والعكارة والعسرة الكلية والمواد الصلبة الذائبة الكلية والكلورايد والنترات والكبريتات ، وتصنف فيه المياه على أنها (ممتازة ومقبولة وملوثة قليلاً وملوثة شديدة التلوث) وفقاً لمعايير منظمة الصحة العالمية. وذلك عبر تطبيق المعادلة التالية :-

$$OIP = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{n}$$

أذ أن:

P_i : دليل التلوث للمتغيرات. أذ يمكن الحصول على مؤشر التلوث للمتغيرات i من المعادلات الرياضية لكل مستوى من مستويات تركيز المتغير، كما في الملحق (19).

n : عدد المتغيرات.

جدول (4): تصنيف جودة المياه حسب (OIP) الى 5 فئات، (Sargaonkar and Deshpande, 2003) :-

نوعية المياه	قيم OIP
ممتازة	0-1
مقبولة	1-2
ملوثة قليلاً	2-4
ملوثة	4-8
شديدة التلوث	8-16

2.5.2. دليل نوعية المياه لمؤسسة الصرف الصحي الوطنية National Sanitation Foundation (NSF-WQI).

هي طريقة رياضية تحتوي على 100 نقطة تمثل النتائج من ثمانية متغيرات، مثل درجة الحرارة، والعكارة والاس الهيدروجيني والمواد الصلبة العالقة الكلية والاكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين والنترات والفوسفات تم تطويره من قبل (Brown et al., 1970) و (Abbasi and Abbasi, 2012). أذ تم التأكيد على أن نموذج NFS- WQI قادر على تحديد جودة المياه ويقدم طريقة دقيقة وسريعة وحديثة لتقييم ومراقبة جودة المياه (Abed et al., 2019). ولحساب قيمة هذه الأدلة نستخدم المعادلة التالية: -

$$WQI = \sum_{i=1}^n Qi \cdot Wi$$

أذ أن: -

Qi: تمثل تصنيف المحددات، هذه القيمة تتغير من 0-100.

Wi: تمثل وزن المتغير وهذه القيمة تختلف من 0-1.

n: عدد المتغيرات.

واعتمادا على قيم NSF-WQI المحسوبة، يتم عرض قيم أنواع جودة المياه في الجدول (4) وفقاً لـ (Brown et al. (1970) و (USGS (2015).

جدول (5): تصنيف جودة المياه حسب NSF-WQI في 5 فئات.

جودة المياه	قيم NSF-WQI
سيئة جدا	25-0
سيئة	50-26
متوسطة	70-51
جيدة	90-71
ممتازة	100-91

6.2. تحليل النتائج عن طريق الـ GIS.

من أجل تفسير أفضل للنتائج ، تم دمج معلومات المتغيرات المختلفة التي تم الحصول عليها من مواقع مختلفة مع نظام المعلومات الجغرافي. وتم تحديد منطقة الدراسة من بيانات مستشعر OLI 8 Landat Satellite المؤرخة لإعداد خريطة التوزيع المكاني لجودة المياه (Watson, 1985).

سيكون للنقاط الأقرب من موقع التنبؤ تأثير أكبر على القيم المقدرة من النقاط التي تقع بعيداً عنها (Chang, 2006 ; Panhalkar and Jarag, 2016).

نظام المعلومات الجغرافي (GIS) مع التحسس النائي ورسم الخرائط لها دور ضروري في جميع الجوانب الجغرافية والمكانية لتنمية وإدارة الموارد المائية . توفر هذه التقنيات أدوار تحليلية وتصورية قوية لوصف وتحليل النظام الطبيعي؛ علاوة على ذلك، يمكن لتحليل صور الأقمار الصناعية والتحقق من البيانات الميدانية أن تعطي تقنية بديلة ودقيقة للكشف عن المتغيرات، وقد أظهر الكثير المؤلفين ميزة الجمع بين تحليل صور الأقمار الصناعية والبيانات الميدانية للحصول على معلومات دقيقة في الكشف عن نوعية المياه (Bishop *et al.*, 2001; Carré and Girard, 2002). (Bouaziz *et al.*, 2011;

يحتوي نظام المعلومات الجغرافية على أدوات التحليل المكاني للتعامل مع بيانات ضخمة خاصة، ويمكن دمج النماذج الرياضية الأخرى مع هذا البرنامج للحصول على معلومات قيمة تتعلق بحياة الإنسان العلمية والبيئية (Madhloom, 2018).

7.2. التحليل الإحصائي Statistical Analyses

أعتمد في هذه الدراسة البرنامج الإحصائي Statistical Package for Social Science (SPSS) في تحليل النتائج وأستخدم اختبار أقل فرق معنوي 0.05 Least Significant Difference (LSD) وكذلك حساب معامل الارتباط Correlation Coefficient لوصف العلاقات بين المتغيرات الفيزيائية والكيميائية لمياه النهر (Salcedo and M McCormick, 2020).

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results and Discussion

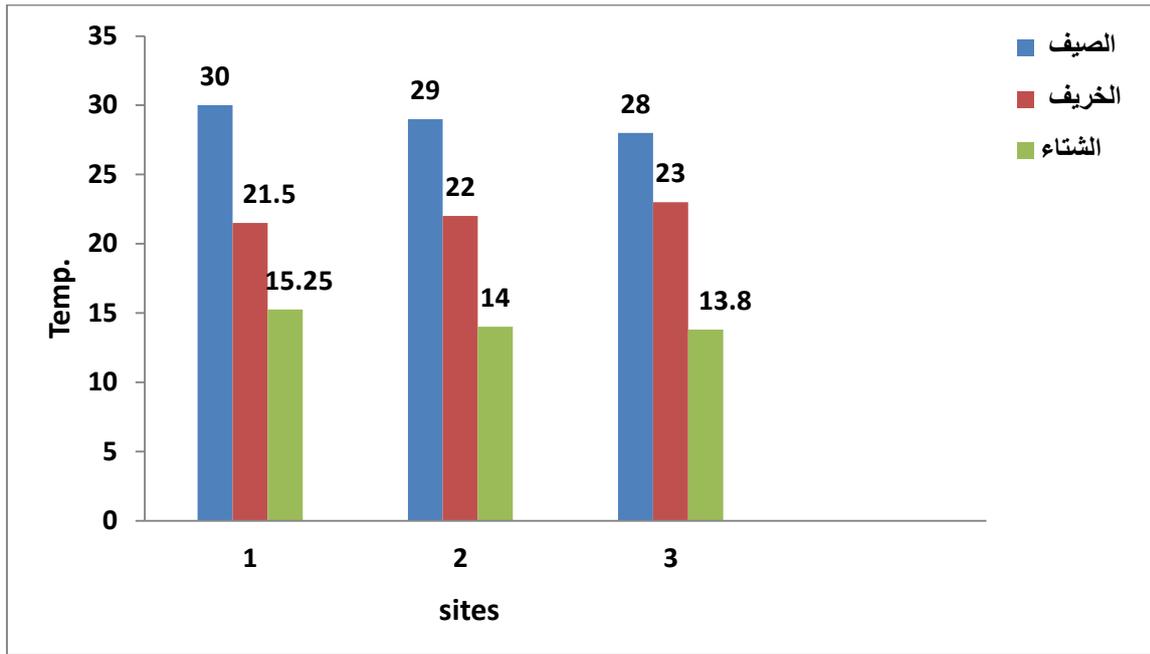
3. النتائج والمناقشة Results and Discussion

1.3. العوامل الفيزيائية والكيميائية Physical and chemical Factors

1.1.3. درجة حرارة المياه Water Temperature

أظهرت نتائج الدراسة الحالية المبينة في الشكل (2) وجود تبايناً واضحاً في درجة حرارة المياه بين الفصول إذ سجلت أعلى قيمة خلال فصل الصيف في الموقع الأول إذ بلغ معدل درجة الحرارة 30°C وأدنى معدل لدرجة الحرارة خلال الشتاء في الموقع الثالث إذ بلغ 13.8°C . يعزى هذا التباين في درجات الحرارة بين الفصول الى طبيعة مناخ العراق الذي يكون حار جاف صيفاً وبارد ممطر في الشتاء والى طول مدة اليوم وشدة الاشعاع الشمسي في فصل الصيف (سليم، 2013 ; Al-Atbee, 2018). بالإضافة الى الموقع الجغرافي و وقت أخذ العينات و درجة حرارة النفايات السائلة التي تدخل التيار المائي (Hoosier, 2000 ; Al-Shawi *et al.*, 2007).

بينما لم تسجل أختلاف كبير في درجة الحرارة بين المواقع الثلاثة لأن درجة الحرارة قيست في أثناء العمل الحقلّي خلال اليوم في فترات متقاربة وربما بسبب قابلية مياه النهر على الاحتفاظ بدرجة الحرارة رغم تفاوت درجة حرارة الهواء فضلاً عن سرعة جريان الماء التي لا تعطي للمياه فرصة كافية لأكتساب الحرارة (الحجاج، 2019). وهذا مقارب لدراسة (Lazim and Al-Nakeeb, 2021) لنهر دجلة في مدينة العمارة. أظهرت نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق رقم (2) وجود فروق معنوية بين الفصول في حين لم تظهر هناك فروق معنوية بين المواقع تحت مستوى دلالة 0.05 .



شكل (2): التغيرات الفصلية والموقعية لقيم درجة حرارة المياه.

2.1.3. الاس الهيدروجيني pH

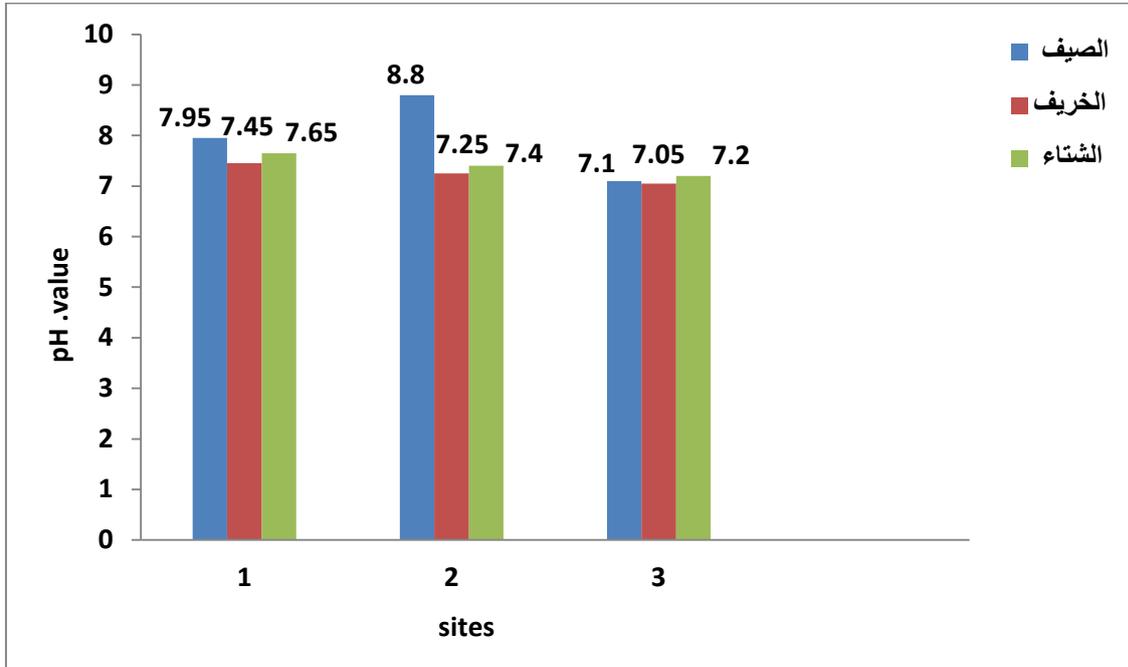
تبين من خلال النتائج الموضحة في الشكل (3) أن أعلى قيمة للأس الهيدروجيني في الموقع الثاني 8.8 في فصل الصيف وادنى قيمة للأس الهيدروجيني 7.05 في فصل الخريف في الموقع الثالث. يعزى الاختلاف في الاس الهيدروجيني بين الفصول الى انخفاض مستويات المياه وزيادة معدل التصريف والأمطار التي قد تؤدي إلى انخفاض الرقم الهيدروجيني (Al-Mayah, 2018). بينما الاختلافات الموقعية وانخفاض قيمة الاس الهيدروجيني في الموقع الثالث ربما يعزى الى طرح الفضلات المنزلية والزراعية الذي يؤدي الى زيادة حموضة الماء نتيجة تطلها من قبل الاحياء المجهرية وأكسدتها مما يؤدي الى ارتفاع غاز ثنائي أوكسيد الكربون في الماء والذي يتحد مع الماء ليكون حامض الكربونيك ومن ثم انخفاض قيمة pH (Sanchez *al et.*, 2007).

أذ يعتبر الاس الهيدروجيني عامل مهم ومحدد لحموضة وقلوية المياه العذبة يمكن التعرف عليه وتحديد عبر المركبات العضوية و اللاعضوية الموجودة بشكل اساسي في المياه (Sadat-Noori *et al.*, 2014).

أشارت نتائج الدراسة الحالية ان قيم الاس الهيدروجيني تقع ضمن الحدود المسموح بها في كافة المواقع ما عدا الموقع الثاني خلال الصيف حسب المواصفات العراقية للمياه و منظمة الصحة العالمية (Al-Saad and Jazza, 2016; WHO, 2018) والتي تراوحت بين (6.5-8.5) والمبينة

في جدول (6)، و اتفقت نتائجها مع العديد من الدراسات المحلية (العبيدي، 2017 ; Dawood, ; 2018 ; Al-hadithi, 2018).

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي لقيم الأس الهيدروجيني وجود فروق معنوية موقعية وفصلية تحت مستوى احتمالية 0.05، كما في الملحق (3).



شكل (3): التغيرات الفصلية والموقعية لقيم الأس الهيدروجيني.

جدول (6) : الحدود المسموح بها للعوامل البيئية المدروسة حسب المواصفات العراقية ومنظمة الصحة العالمية.

المواصفات العراقية	منظمة الصحة العالمية	العوامل
8.5 – 6.5	8.5 – 6.5	الهيدروجيني الاس pH
>5	>5	الأوكسجين المذاب (mg/L)
<0-5	<5	المتطلب الحيوي للأوكسجين (mg/L)
1500	2000	التوصيلية الكهربائية (μS/cm)
10	5	العكورة (NTU)
1000	1500	المواد الصلبة الذائبة الكلية (mg/L)
60	60	المواد الصلبة العالقة الكلية (mg/L)
500	500	العسرة الكلية (mg/L)
200	150	الكالسيوم (mg/L)
150	100	المغنسيوم (mg/L)
250	250	الكلوريدات (mg/L)
0.10	0.5	الفوسفات الفعالة (mg/L)
50	50	النترات الفعالة (mg/L)
250	250	الكبريتات الفعالة (mg/L)

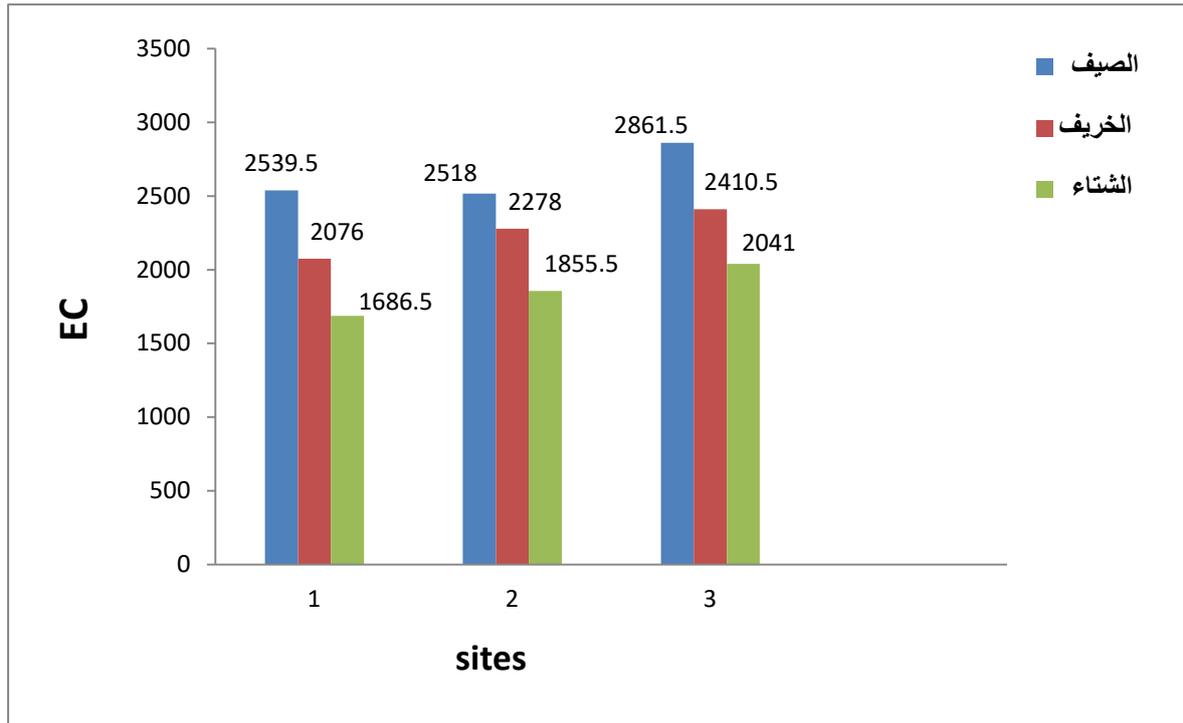
3.1.3. التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity

أظهرت نتائج التوصيلية الكهربائية المبينة في الشكل (4) تبايناً واضحاً خلال فترة الدراسة وكانت أعلى قيمة في الموقع الثالث خلال الصيف إذ بلغت $2861.5 \mu S/cm$ بينما أدناها في الموقع الأول خلال الشتاء إذ بلغت $1686.5 \mu S/cm$.

تعزى الاختلافات الفصلية لقيم التوصيلية الكهربائية الى التقلبات المناخية فتكون مرتفعة خلال الصيف نتيجةً لزيادة معدلات التبخر وبطء حركة جريان الماء بسبب ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف ، بينما تكون منخفضة خلال الشتاء والخريف ويعزى السبب في ذلك الى زيادة سقوط الامطار وأرتفاع تصريف المياه وقلة معدلات التبخر إذ لوحظ وجود علاقة ارتباط موجبة مع درجات الحرارة $r=0.847$ والملوحة $r=0.555$ والمواد الصلبة الذائبة الكلية $r=0.672$ المبينة في الملحق (18) (Rasolofomanana, 2009; البيضاني، 2014; الدليمي، 2021).

بينما الاختلافات الموقعية في قيم التوصيلية الكهربائية ربما نتيجة الطبيعة الجيولوجية للتربة التي تمر بها مياه النهر والتي تعمل على تحلل الايونات إذ أن حدوث أي ارتفاع او انخفاض في قيمة التوصيلية الكهربائية يمكن أن يعد مؤشراً على تلوث المياه (Dandge and Patil, 2022). و ربما تعود الى زيادة تدفق الفضلات المنزلية التي تحتوي على العديد من الاملاح الذائبة فضلاً عن الأنشطة الزراعية كأضافة الأسمدة والمبيدات الى الأراضي الزراعية وقد اتفقت نتائجها مع (جازع، 2009 ; مويل، 2010 ; Al-Saad and Jazza, 2016 ; Lafta, 2021 ; Lazim and Al-Nakeeb, 2021).

وعند مقارنة النتائج مع الحدود المسموح بها وجد أنها تجاوزت الحدود المسموح بها حسب المواصفات العراقية ومنظمة الصحة العالمية جدول (6). بينت نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (4) أن هناك فروق معنوية فصلية وموقعية تحت مستوى احتمالية 0.05.



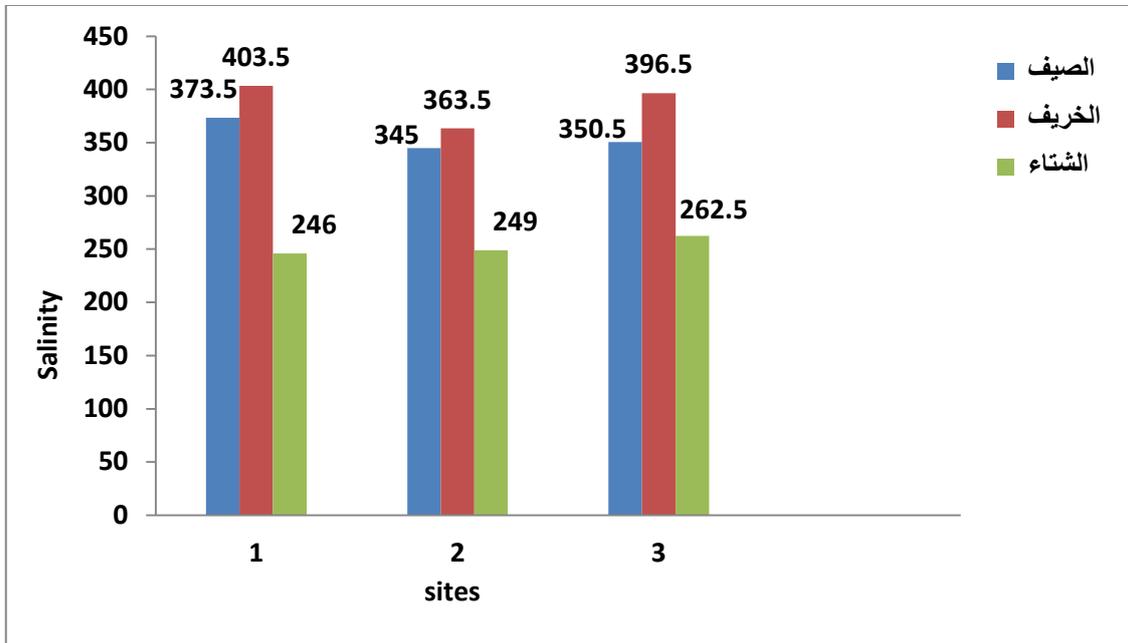
شكل (4) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم التوصيلية الكهربائية.

4.1.3. الملوحة Salinity

تختلف أنواع و أعداد الكائنات الحية في أي نظام بيئي باختلاف الملوحة (Nielsen *et al.*, 2003). أذ تعد الملوحة ذات أهمية كبيرة في أنتشار الاحياء المائية وحجم المجتمع الاحيائي (Marshall and Elliot, 1998).

سجلت نتائج الدراسة الحالية ارتفاعاً لقيم الملوحة خلال فصل الصيف والخريف في كافة المواقع وكانت أعلاها 403.5 ppt في الموقع الأول خلال الخريف بينما أدناها 246 ppt في الموقع الأول خلال الشتاء شكل (5). وتعزى الاختلافات الفصلية لقيم الملوحة خلال الدراسة الى تقلبات الجو، فخلال فصل الشتاء تسهم زيادة الامطار وسرعة الجريان في تخفيف تراكيز الاملاح فضلاً عن انخفاض معدلات التبخر وعكس ذلك يحدث خلال الفصول الحارة . أذ لوحظ أن هناك علاقة ارتباط موجبة بين الملوحة ودرجة الحرارة $r=0.671$ الملحق (18). (جازع، 2009 ، التميمي، 2016). بينما تعزى الاختلافات الموقعية لقيم الملوحة الى الاختلافات في كمية ونوعية فضلات مياه الصرف الصحي ومياه المبالز الزراعية المطروحة الى النهر فضلاً عن طبيعة النهر من ناحية العمق والالتواءات وقد أتفقت هذه النتيجة مع (عبد، 2010, 2018, Al-Atbee, 2019, الاسدي، 2019).

نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (7) بينت وجود فروقات معنوية بين الفصول وعدم وجود فروقات معنوية بين المواقع تحت مستوى احتمالية 0.05 .



شكل(5): التغيرات الفصلية والموقعية لقيم الملوحة.

5.1.3. المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS)

تشمل المواد الصلبة الذائبة الكلية على المواد المذابة والاملاح غير العضوية، وتتكون أملاح المياه الطبيعية من الأنيونات والكاتيونات مثل الكربونات والكلوريدات والنترات والكبريتات إضافة الى ايونات الصوديوم، والكالسيوم، والبيوتاسيوم، والمغنسيوم، والكالسيوم، وتكون نسبة هذه المركبات متوازنة في الحالة الطبيعية (Al-Janabi, 2011).

بينت نتائج الدراسة المبينة في الشكل (6) أن اعلى قيمة للمواد الصلبة الذائبة الكلية كانت 1415mg/l في الموقع الثالث خلال الصيف بينما أدنى قيمة كانت 1108 mg/l في الموقع الثاني خلال الشتاء .

يعزى ارتفاع تراكيز المواد الصلبة الذائبة الكلية خلال الصيف الى ارتفاع معدلات التبخر وانخفاض منسوب المياه بسبب درجات الحرارة . اذ لوحظ أن هناك علاقة ارتباط موجبة بين المواد الصلبة الذائبة الكلية ودرجة حرارة الماء $r=0.470$ ملحق (18). فضلاً عن مياه الصرف الصحي والزراعي المحملة بالأملاح التي تزيد من قيم هذه المواد في المياه ، بينما يعزى الانخفاض فيها خلال الشتاء الى قلة التبخر وزيادة منسوب المياه بسبب سقوط الامطار خلال الشتاء Hassan et al.,

(Al-Hejuje , 2014; 2015). وقد تجاوزت قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية الحدود المسموح بها والمحددة من قبل منظمة الصحة العالمية والمواصفات العراقية كما مبينة في الشكل (6).

وأظهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروقات معنوية فصلية وموقعية تحت مستوى احتمالية 0.05 كما في الملحق (6).



شكل(6): التغيرات الفصلية والموقعية لقيم المواد الصلبة الذائبة الكلية.

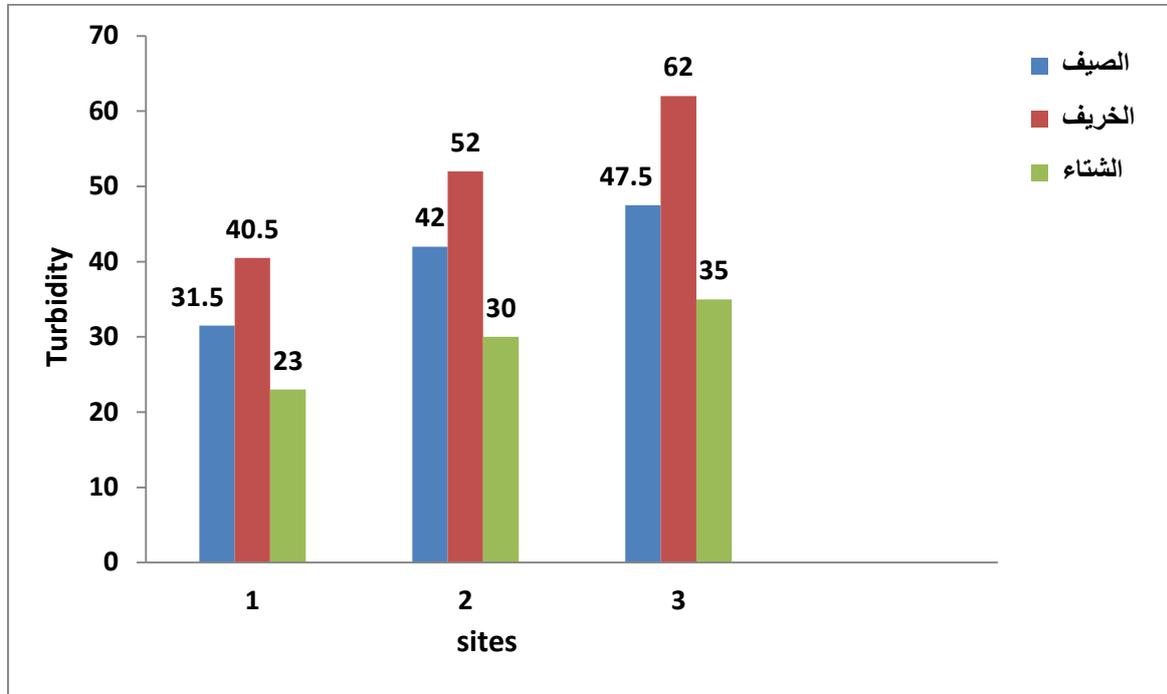
6.1.3. العكورة Turbidity

أشارت النتائج المبينة في الشكل (7) والملحق (1) الى وجود تباينات فصلية وموقعية لقيم العكورة طيلة فترة الدراسة . إذ سجلت أعلاها 62 NTU في الموقع الثالث خلال الخريف، بينما أدناها كانت 23NTU في الموقع الأول خلال الشتاء . ربما تعزى هذه التغيرات الموقعية الى الاختلاف في كمية مياه المجاري المطروحة الى النهر من دون معالجة مسبقة فضلاً عن الفضلات الزراعية ومياه الصرف الزراعي المحملة بالأملاح والاطيان والنفايات التي تلقى من قبل الاحياء السكانية خاصة في الموقع الثالث الذي يمتاز بكثافة سكانية عالية . كذلك تسهم ارتفاع درجات الحرارة في زيادة تبخر المياه وضحالة عمق المياه في الموقع الثالث في زيادة تراكيز المواد المسببة للعكورة خلال فصلي الصيف و الخريف . بينما تعزى الاختلافات الفصلية في قيمة العكورة الى ارتفاع منسوب المياه وتآكل التربة وزيادة هطول الامطار والتباينات في درجات الحرارة فضلاً عن مسببات أخرى

مثل تواجد الاحياء المائية العالقة في عمود الماء (Ewaid *et al.*, , Al-Mayah *et al.*, 2016)
 (2020، المنصوري وجماعته، 2009).

تجاوزت قيم العكورة في المواقع والفصول الحدود المسموح بها والمحددة من قبل
 المواصفة العراقية رقم (417) لسنة 2009، ومنظمة الصحة العالمية (WHO, 2018)، وتعد مياه
 النهر غير صالحة للشرب ملحق (20). والتي تبلغ (5-10) جدول (6).

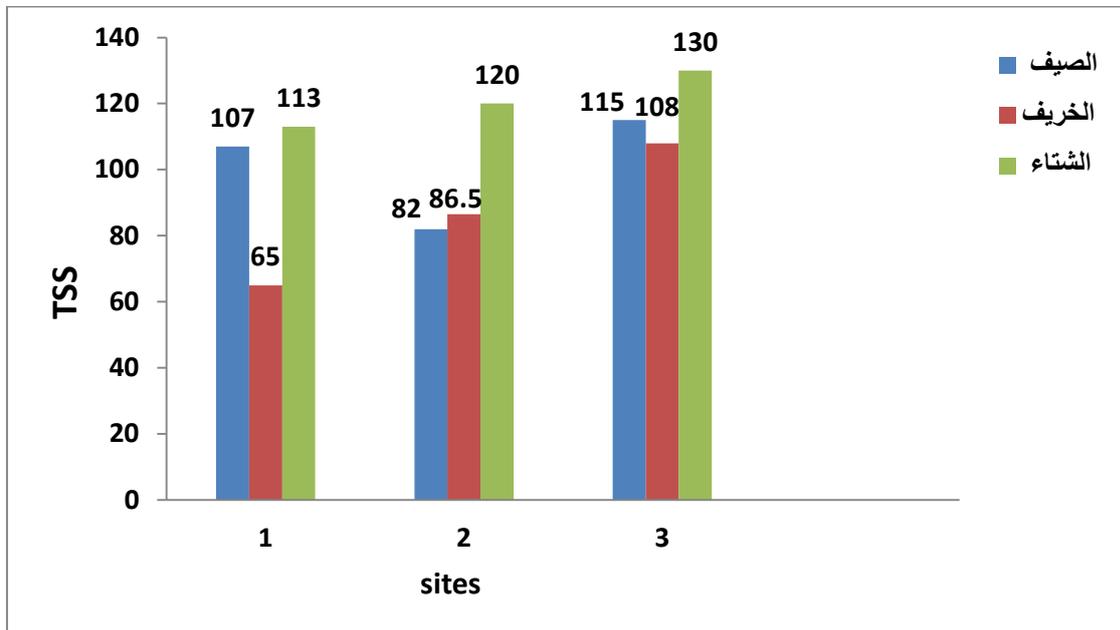
بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين الفصول والمواقع تحت مستوى
 احتمالية 0.05 ملحق (7). وتبين عبر معامل الارتباط أن هناك علاقة ارتباط معنوية طردية بين
 العكورة والملوحة ($r=0.494$).



شكل (7) : التغيرات الفصلية و الموقعية لقيم العكورة.

7.1.3. المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS)

نتائج الدراسة الحالية المبينة في الشكل (8) و الملحق (1) بينت أن المواد الصلبة العالقة الكلية تراوحت بين 65 و 130mg/l في الموقع الأول والثالث خلال الخريف والشتاء على التوالي ويعزى الأختلافات الفصلية في قيم المواد الصلبة العالقة الكلية في الفصول الى التغيرات في حركة المياه الناتجة عن تقلبات المناخ، بالإضافة الى النمو الكثيف للنباتات المائية والتي تلعب دوراً كبيراً في ابطاء سرعة التيارات فتعمل على ترسيب المواد العالقة في عمود الماء الى قاع النهر (حسين، 2014). كما أن الفضلات الزراعية ومياه البزل من الحقول المجاورة ومياه الامطار التي تطرح الى النهر خاصة خلال الشتاء المحملة بالنفائيات المختلفة تزيد من تراكيز هذه المواد لذلك أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية بين فصل الشتاء وفصلي الصيف والخريف ملحق (8). في حين لم تسجل فروقات معنوية موقعية تحت مستوى احتمالية 0.05 . بالإضافة الى ما تحمله الرياح من الاتربة والغبار التي تصل الى مجرى النهر . وهذه النتيجة تتفق مع (Noaman, 2008 , الصرائفي، 2009 ، سليم، 2013). تجاوزت قيم المواد الصلبة العالقة الكلية الحدود المسموح بها والمحددة من قبل المواصفات العراقية ومنظمة الصحة العالمية كما في الجدول (6).



شكل (8) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم المواد الصلبة العالقة الكلية.

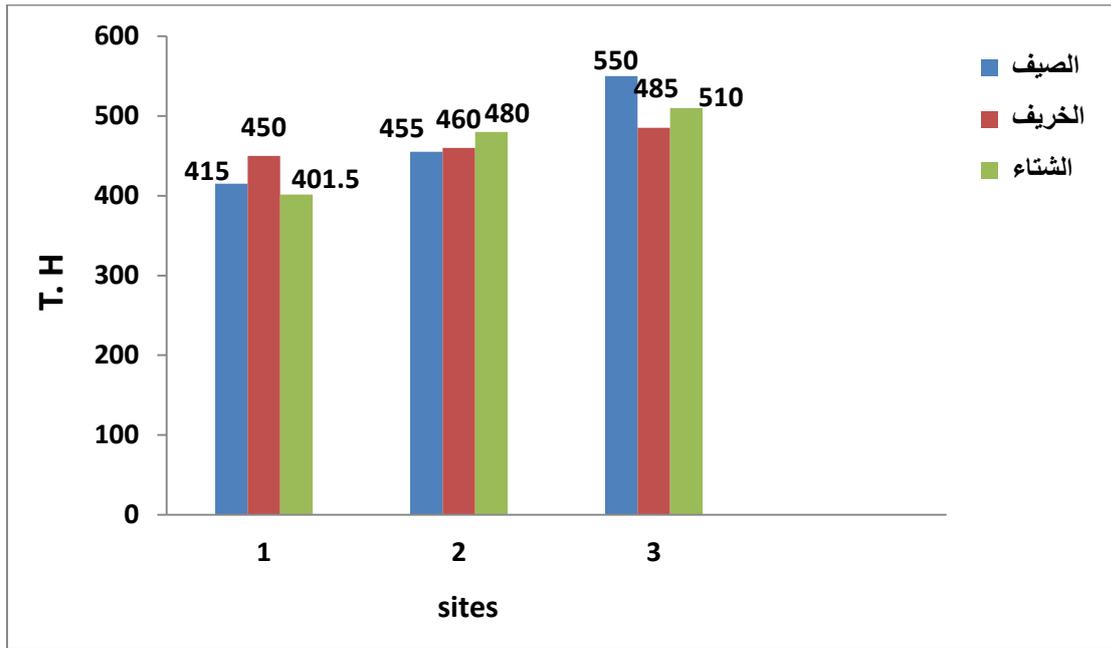
8.1.3. العسرة الكلية Total Hardness

تعبر العسرة الكلية عن محتوى المياه من أيونات الكالسيوم والمغنسيوم المذابة ، و تحدد مدى ملائمة المياه للشرب والاستخدامات الأخرى (Ewaid, 2020).

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن أعلى قيمة للعسرة الكلية كانت في الموقع الثالث 550 mg/l خلال الصيف وأدنى قيمة في الموقع الأول أذ بلغت 401.5 mg/l خلال الخريف شكل (9).

أن سبب التغييرات الفصلية في العسرة الكلية ربما يعود الى الطبيعة الجيولوجية لأراضي النهر وانجراف التربة. وارتفاع درجات الحرارة التي تزيد من الاملاح عند زيادة عمليات التبخر خلال الصيف. بالإضافة الى ما يلقي في النهر من مياه الصرف الصحي الغير معالجة والاسمدة والمبيدات (Al-Yousif and Chabuk, 2023; سعد، 2016; العبيدي، 2017). عبر نتائج الدراسة يلاحظ في الشكل (9) ارتفاع قيمة العسرة الكلية في الموقع الثالث في مركز ناحية المشرح خلال فصول الدراسة الثلاث بسبب انخفاض مستوى المياه وقلة سرعة الجريان وكثرة الفضلات والمخلفات التي ترمى في النهر من الاحياء السكنية المجاورة.

والنتائج أن العسرة الكلية لم تتجاوز الحدود المسموح بها حسب معايير منظمة الصحة العالمية والمعايير العراقية في الموقعين الأول والثاني بينما تجاوزت القيم المحددة في الموقع الثالث كما في جدول (6) . وبينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروقات معنوية بين المواقع و الفصول الدراسة الحالية تحت مستوى احتمالية 0.05 ملحق (9). أظهرت قيم العسرة الكلية وجود علاقة ارتباط عالي المعنوية مع المغنسيوم ($r=0.715$) ملحق (18).



شكل (9): التغيرات الفصلية والموقعية لقيم العسرة الكلية.

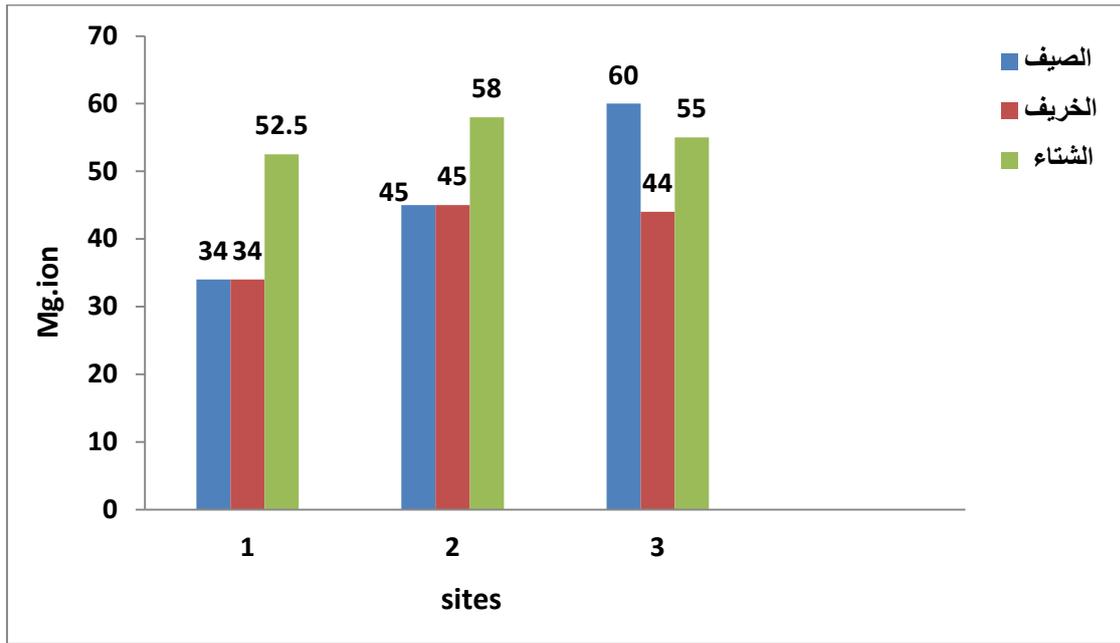
9.1.3 أيون المغنيسيوم Magnesium Ion

يعد المغنيسيوم من المغذيات التي تحتاجها الكائنات الحية بكميات قليلة في عملية الأيض الخلوي، كما ويدخل في انزيمات النقل لعملية الفسفرة الضوئية في الطحالب (Botkin and keller, 2000; Wetzel, 2001).

تراوحت قيم المغنيسيوم المبينة في الشكل (10) بين 34 و60 mg/l في الموقع الأول والثالث خلال الصيف والخريف على التوالي. يفسر ارتفاع أيون المغنيسيوم في المياه إلى تحلل الصخور التي يمر بها نهر دجلة ويعد عنصر المغنيسيوم واحد من أهم مسببات العسرة الكلية في المياه (Lind, 1979; مويل، 2010 ; صبار، 2019). بينما يعزى الانخفاض في قيم المغنيسيوم إلى استهلاكه من قبل الكائنات الحية أو تأثره بالأراضي الزراعية المجاورة (Hassan *et al.*, 2015).

وتعزى التغيرات الفصلية في تراكيز أيون المغنيسيوم إلى الاختلافات في درجات الحرارة والتي تسهم في عمليات التبخر وارتفاع الملوحة خلال فصل الصيف والعكس يحصل خلال فصل الخريف والشتاء فضلاً عن اختلاف كمية ونوعية فضلات الصرف الصحي والمنزلي والأنشطة الزراعية التي تصل إلى مياه النهر (جازع، 2009).

لوحظ أن قيم أيون المغنيسيوم كانت ضمن الحدود المسموح بها جدول (6). ولم تسجل نتائج التحليل الإحصائي في ملحق (10) فروقات معنوية فصلية وموقعية تحت مستوى احتمالية 0.05.



شكل (10) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم أيون المغنسيوم.

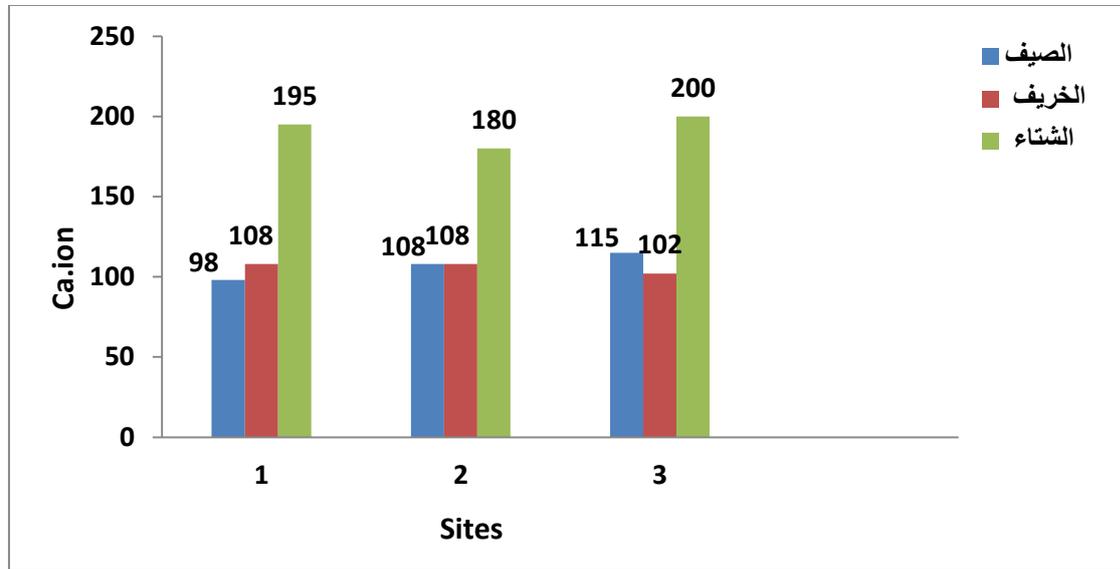
10.1.3. أيون الكالسيوم Calcium Ion

يوضح الشكل (11) قيم أيون الكالسيوم في منطقة الدراسة والتي تراوحت بين 98mg/l و 200 mg/l في الموقع الأول والثالث خلال الصيف والشتاء على التوالي.

يعد عنصر الكالسيوم من أكثر الأيونات الموجبة شيوعاً في المياه العذبة ومن المسببات الرئيسية للعسرة الكلوية ويعزى ذلك الى تواجده في صخور القشرة الأرضية ومن الايونات المهمة فهو يدخل في بناء الهياكل والأصداف لبعض الاحياء المائية ، ويمكن أن يتحرر الى البيئة المائية بصورة طبيعية من الصخور التي تمر عليها مياه نهر دجلة وعمليات التعرية فضلاً عن المخلفات الصناعية والزراعية والمنزلية (Langmuir, 1997 ;Lind, 1979). تذوب أيونات الكالسيوم والمغنسيوم بشكل طبيعي في المياه السطحية (Mohammed and Abdulrazzaq, 2018). وتحتوي القيم بشكل عام على تركيز عالي من الكالسيوم بسبب زيادة تحلل المادة العضوية ، مما يزيد من تركيز ثنائي أكسيد الكربون ومن ثم يزيد من تحويل كربونات الكالسيوم غير القابلة على الذوبان الى بيكاربونات الكالسيوم المذابة (Salpekar, 2008).

يمكن أن تعود التغيرات الموقعية لقيم الكالسيوم الى عمليات البزل الزراعية من الحقول المجاورة المحملة بالأسمدة والمبيدات الزراعية فضلاً عن تأثير التقلبات المناخية في العراق (الخفاجي، 2019 ; سعد، 2016). وبينت النتائج أن قيم أيون الكالسيوم لم تتجاوز الحدود

المسموح بها في المواقع كما مبين في جدول (6). في حين أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للكالسيوم عدم وجود فروق معنوية في الفصول ومواقع الدراسة ملحق (11).



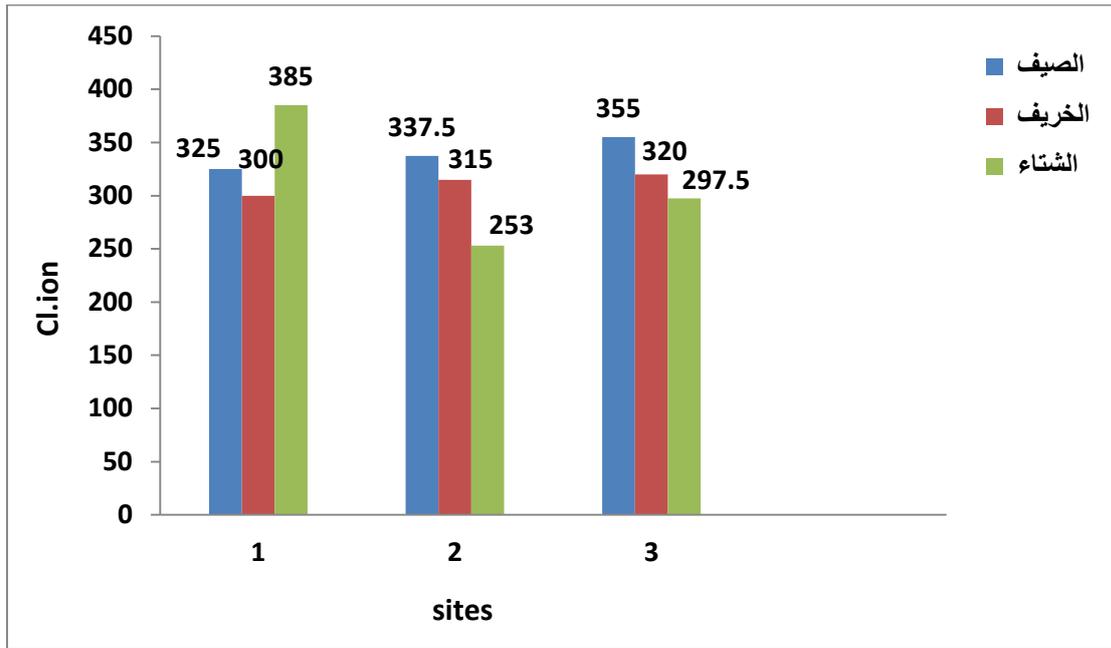
شكل (11) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم أيون الكالسيوم.

11.1.3. أيون الكلورايد Chloride Ion

أظهرت نتائج الدراسة أن القيمة العليا لأيون الكلورايد 385mg/l في الموقع الأول. بينما القيم الدنيا لأيون الكلورايد بلغت 253mg/l في الموقع الثاني خلال الشتاء الشكل (12).

تعود النسب العالية من أيون الكلورايد في منطقة الدراسة الى مياه الصرف الصحي والمنزلي والمحملة بالأملاح فضلاً عن مياه البزل من الأراضي المجاورة للنهر والمحملة بالأملاح، وأن الاختلافات في درجات حرارة المياه تلعب دوراً مهماً في التأثير على تراكيز أيون الكلورايد. ولقد بين السعد وآخرون (2017) أن هذا الأيون ذو أهمية في المياه الطبيعية، ويأتي من مصادر متعددة قسم منها طبيعية والقسم الآخر تأتي من النشاطات البشرية المختلفة و اتفقت هذه النتيجة مع الكثير من الدراسات المحلية (جازع ، 2009؛ عباس وآخرون، 2013؛ سعد، 2016).

لوحظ أن قيم أيون الكلورايد تجاوزت الحدود المسموح بها كما في الجدول (6). و أشارت نتائج التحليل الاحصائي الى عدم وجود فروق معنوية بين الفصول ومواقع الدراسة تحت مستوى معنوية 0.05. وقد سجلت علاقة ارتباط موجبة بين أيون المغنسيوم و أيون الكلورايد والعسرة الكلية $(r=0.849, r=0.620)$ ملغرام/لتر على التوالي، ملحق (18).

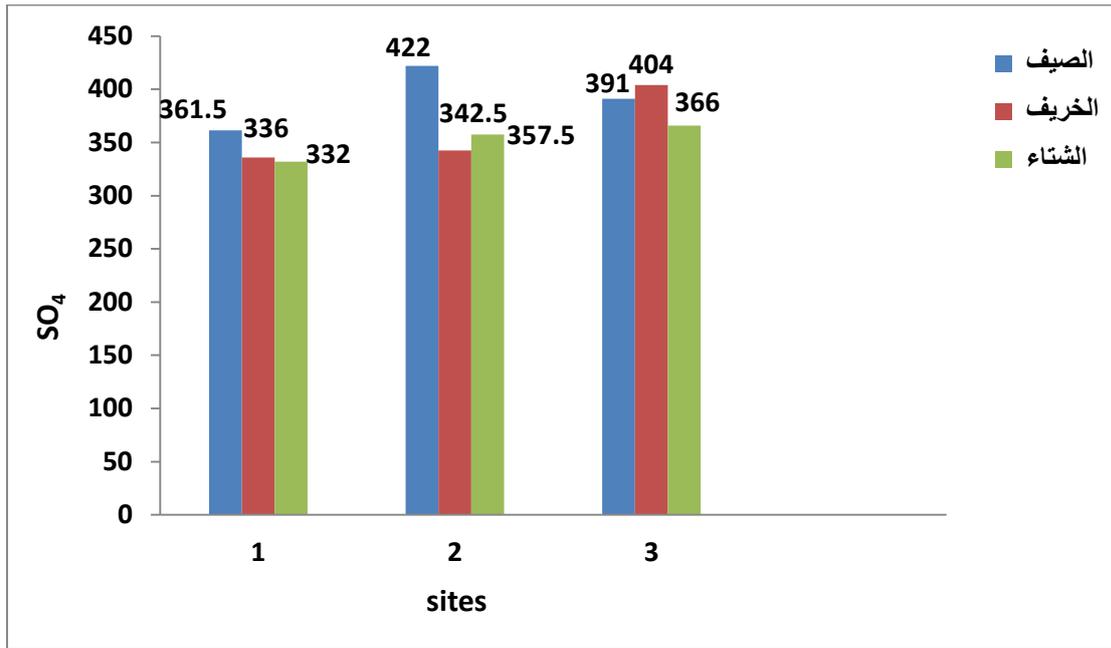


شكل (12) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم أيون الكلورايد.

12.1.3 الكبريتات Sulphate

تراوحت قيم أيون الكبريتات المبينة في الشكل (13) بين 332 mg/l في الموقع الأول خلال الشتاء و 422 mg/l في الموقع الثاني خلال الصيف. اعتماداً على هذه النتائج أن المصدر الرئيسي للكبريتات في مياه النهر ربما يأتي من الطبيعة الجبسية للتربة التي يمر بها النهر. فضلاً عن مرور النهر بالأراضي الزراعية والتي تستخدم الأسمدة الحاوية على الكبريت والتي تصرف مياهها الزائدة الى النهر مباشرة من دون معالجة مسبقة . وقد لوحظ أن هناك ارتفاع في تراكيز الكبريتات كلما تقدمنا الى أسفل النهر بسبب زيادة تدفق مياه المجاري الى النهر والتي تعتمد كميتها على الكثافة السكانية لمنطقة الدراسة وأنتفتت هذه النتيجة مع (جازع، 2009; سعد، 2016).

تجاوزت قيم الكبريتات الحدود المسموح بها و تعد غير صالحة للاستعمالات البشرية كما موضح في الشكل (6)، ملحق(20) . أشارت نتائج التحليل الاحصائي للكبريتات عدم وجود فروق معنوية بين الفصول وبين مواقع الدراسة 0.05 ملحق (13).



شكل (13) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم الكبريتات.

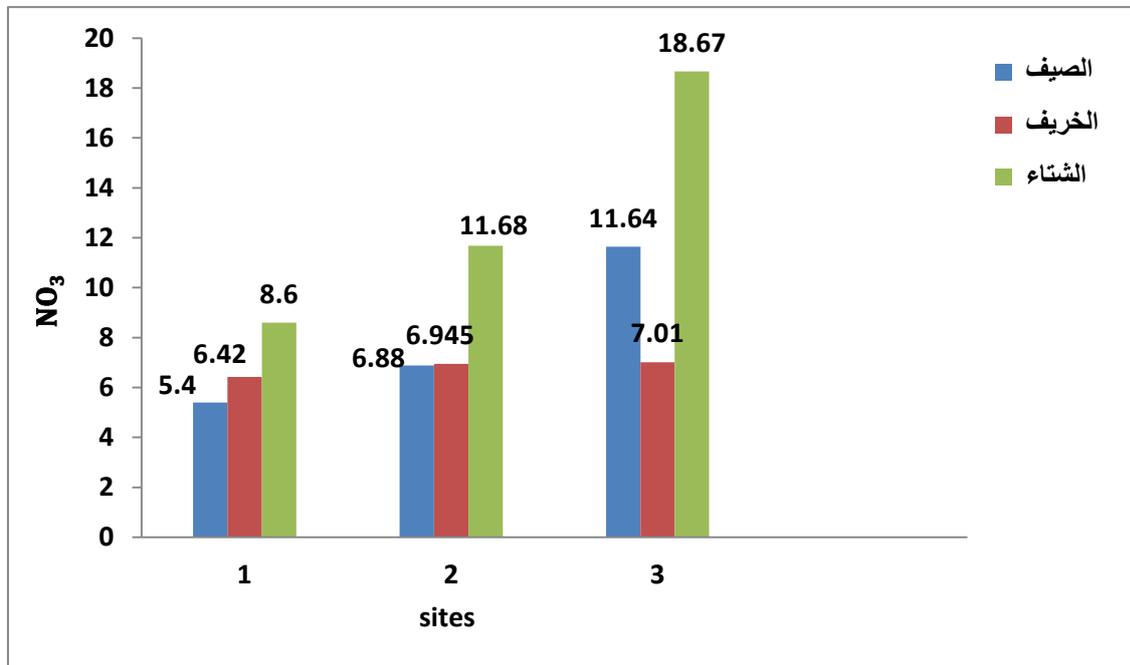
13.1.3. النترات Nitrate

يعد الغلاف الجوي والنباتات البقلية وتفسخ النباتات وفضلات الحيوانات مصادر للنترات ، كذلك الأسمدة والمياه المنزلية الثقيلة والمياه الصناعية مصدر مهم لهذا الايون .تعد النترات مهمة لمعيشة الاحياء المائية ولكنها تصبح مصدراً للتلوث إذا زادت عن الحدود المسموح بها مسببة بذلك أفرطاً في التلوث وحدوث ظاهرة الاثراء الغذائي (Sharplay *et al.*, 2003). يوضح الشكل (14) التغيرات الفصلية والموقعية لتراكيز النترات في نهر المشرح وقد تراوحت بين 5.4mg/l و 18.67 mg/l في الموقع الأول والثالث خلال الصيف والشتاء على التوالي .

تعزى الاختلافات الفصلية لهذه القيم الى العديد من الأسباب منها أختلاف العمليات الايضية التي تقوم بها الاحياء المائية كالنباتات والطحالب باستهلاك هذه المغذيات . وذلك يعتمد على درجات الحرارة المناسبة لنمو هذه الاحياء. ففي فصل الصيف والخريف يكون نمو هذه النباتات أفضل وبالتالي تحصل زيادة في استهلاك النترات من قبل النباتات والطحالب بينما في فصل الشتاء نلاحظ ارتفاع قيم النترات والسبب في ذلك ربما يعزى الى زيادة طرح الفضلات الزراعية والمحملة بالأسمدة النيتروجينية من الحقول الزراعية وفضلات الحيوانات الى مياه النهر مع الامطار فضلاً عن زيادة مياه الصرف الصحي التي تطرح الى الأنهار دون معالجة مسبقة . لذلك أظهرت نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (14). وجود فروقات معنوية بين الفصول والمواقع تحت مستوى احتمالية 0.05 . (جازع، 2009 ; Allen, 2011 ; 2016 ; Al-Mayah *et al.* , 2020 ; حمادي، 2020) كما لوحظ أن

هناك ارتفاع في قيم النترات في الموقع الثالث والسبب في ذلك ربما يعزى الى الكثافة السكانية لهذا الموقع والتي تقوم بطرح كميات كبيرة من مياه المجاري الى النهر من دون معالجة مسبقة لها. كما بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود علاقة ارتباط عكسية بين درجة الحرارة والنترات ($r=0.481$). لم تتجاوز قيم النترات الحدود المسموح بها كما في الجدول (6) وتعتبر مياه النهر صالحة للاستخدامات البشرية.

أن المستويات العالية من النترات في المياه يمكن أن تحدث أضرار صحية لدى الاطفال دون الخامسة، أذ تسبب حدوث مرض ازرقاق الدم Methemoglobin والذي يؤدي الى حدوث الاختناق ثم الوفاة (Ezeribe *et al.*, 2012).



شكل (14) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم النترات.

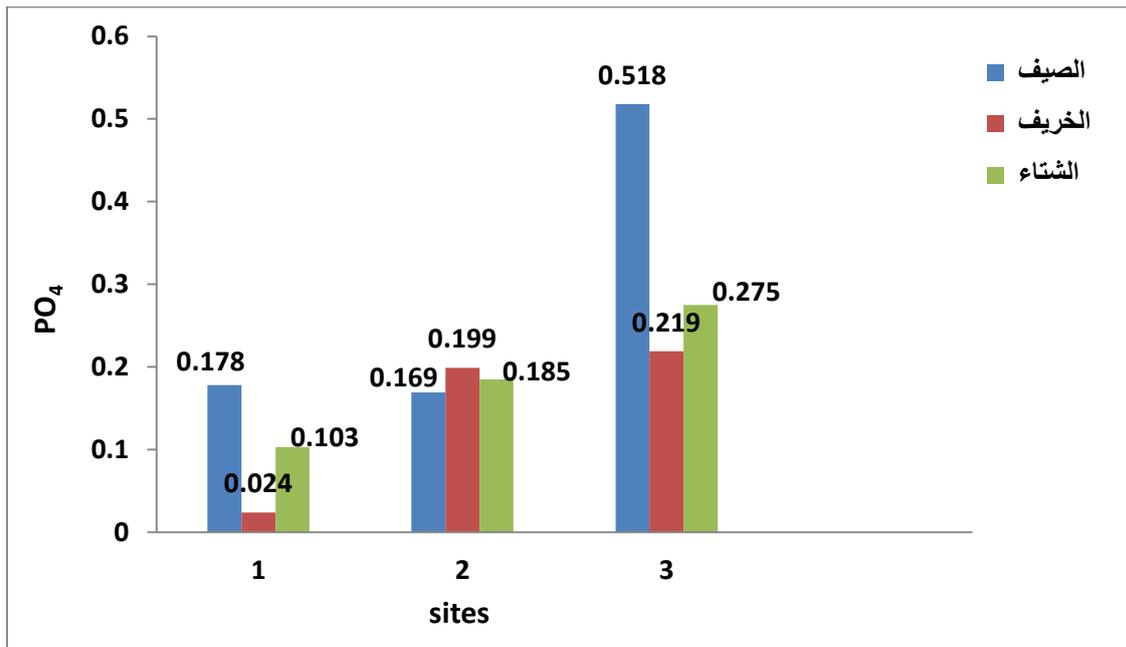
14.1.3 الفوسفات phosphates

سجلت نتائج هذه الدراسة أن أعلى قيمة للفوسفات كانت في الموقع الثالث 0.518mg/1 خلال الصيف بينما القيمة الأدنى كانت 0.024mg/1 في الموقع الأول خلال الخريف شكل (15).

يعزى ارتفاع قيم الفوسفات خلال فصل الصيف إلى انخفاض مستوى المياه وزيادة تركيز الملوثات الداخلة إلى النهر بشكل مباشر أو عن طريق مياه الصرف الصحي المحملة بالكثير من المركبات الغنية بالفوسفات كمساحيق الغسيل ومياه بزل الأراضي الزراعية المسمدة الغنية بالفوسفات (الصباح، 2007). أذ سجلت علاقة ارتباط معنوية موجبة بين الحرارة والفوسفات ($r= 0.548$) ملحق

(18). فضلاً عن طبيعة الأراضي الجيولوجية المحيطة بالنهر (المالكي، 2002). أما انخفاض قيم الفوسفات في فصل الخريف قد يعزى الى استهلاكها من قبل الهائمات النباتية والنباتات المائية التي تزدهر في الخريف (سليم ، 2013). وهذه النتيجة أتفقت مع الكثير من الدراسات المحلية كدراسة (2019) Al-Mayah *et al.*، عند دراسته لنهر الغراف، ودراسة سليم (2013) في دراسته لشط العرب، ودراسات عالمية كدراسة خوري والمفتي (2021) عند دراستهما لنهر العاصي، و Van (2021) Vliet في دراسته لجودة المياه السطحية وتأثير ندرتها على مستوى المياه العالمية. وهذه القيم تجاوزت المعايير القياسية المسموح بها وهي غير صالحة للاستخدامات البشرية جدول (6).

بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين المواقع ، بينما كانت هناك فروق معنوية واضحة بين الفصول كما في الملحق (15). سجلت الفوسفات علاقة ارتباط عالي المعنوية بينها وبين التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة الكلية ($r=0.663, 0.604$) على التوالي. وأرتباط معنوي مع درجة الحرارة ($r=0.548$).



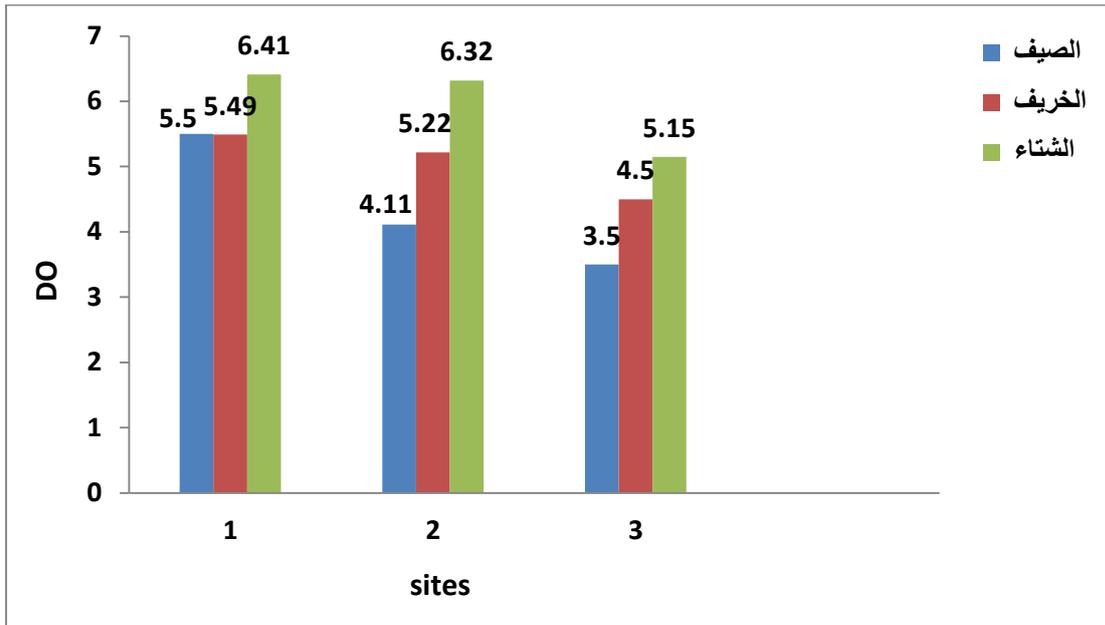
شكل (15) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم الفوسفات.

15.1.3. الأوكسجين المذاب (DO) Dissolved Oxygen

سجلت اعلى قيمة للأوكسجين المذاب في الموقع الأول 6.41 mg/l خلال الشتاء بينما أدنى قيمة كانت في الموقع الثالث 3.5 mg/l خلال الصيف شكل (16).

يعد الأوكسجين المذاب أحد المتغيرات المهمة لتقييم نوعية المياه السطحية وتقدير درجة التلوث فيها (EPA, 2013). ربما تعزى التغيرات الفصلية في قيم الأوكسجين المذاب في مياه نهر المشرح الى الاختلافات في درجات الحرارة ، فارتفاع القيم خلال فصل الشتاء يعود الى انخفاض درجة الحرارة التي تسهم في انخفاض مستوى الفعاليات الانزيمية للأحياء المجهرية المحللة للمواد العضوية التي تؤدي الى استنزاف الأوكسجين عبر أكسدة تلك المواد العضوية بينما في فصل الصيف تساهم ارتفاع درجات الحرارة بزيادة نشاط الأحياء المجهرية وتحلل المواد العضوية. وقد وجد ان هناك علاقة ارتباط سالبة بين الأوكسجين المذاب والحرارة ($r=0.612$) ملحق (18). وأظهرت نتائج التحليل الاحصائي أن فصل الصيف اظهر اختلاف معنوياً مع فصلي الخريف والشتاء في حين لم تسجل فروقات معنوية موقعيه تحت مستوى احتمالية 0.05 ، ملحق (16). وكانت هذه النتيجة متوافقة مع الكثير من الدراسات (الزيدي، 2017 ; Al-Atbee, 2018 ; اللهيبي، 2021). كما ان هناك عوامل اخرى ربما تساهم في هذه التغيرات مثل زيادة سرعة الجريان خلال فصل الشتاء بسبب الامطار التي تجعل عملية الخلط جيدة للهواء الجوي مع المياه السطحية للنهر (الحجاج، 2019). وقد يفسر ارتفاع قيم الأوكسجين المذاب في الموقعين الأول والثاني الى وجود النباتات المائية التي تلعب دوراً إيجابياً في إضافة الأوكسجين الى المياه عبر عملية البناء الضوئي مقارنة مع الموقع الثالث الذي يمتاز بقلة النباتات المائية (العبيدي، 2013). لذلك نلاحظ أن الموقع الثالث أظهر فروق معنوية عن الموقعين الأول والثاني كما في الملحق (16).

ولقد أشار الصفاوي و العساف (2018) أن كمية و نوعية الفضلات المنزلية و الزراعية من أهم العوامل التي تحدد كمية الأوكسجين المذاب في المياه ، وهذا يفسر انخفاض تراكيز الأوكسجين المذاب في الموقع الثالث خلال الصيف نتيجة تأثرها بالفضلات المنزلية المطروحة الى النهر من دون معالجة مسبقة . لوحظ أن تراكيز الأوكسجين المذاب الدراسة تجاوزت الحد المسموح به جدول (6).



شكل(16) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم الاوكسجين المذاب.

16.1.3. المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD₅) Biological Oxygen Demand

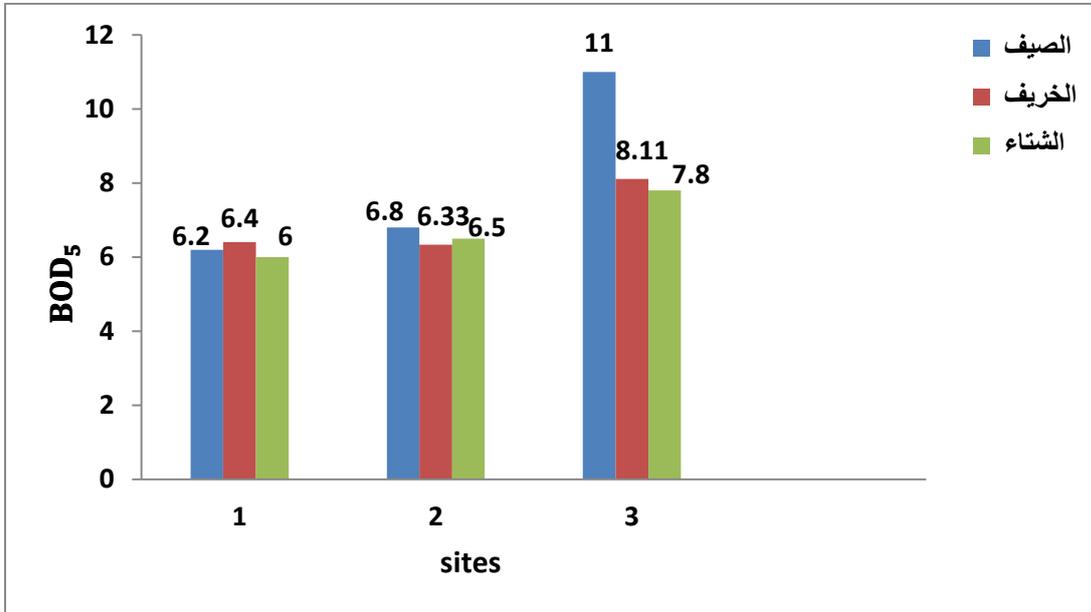
يشير المتطلب الحيوي للأوكسجين إلى كمية الأوكسجين المستهلكة في تحلل المواد العضوية من قبل الإحياء المجهرية في البيئة المائية (Weiner,2000).

ويعد مؤشراً مهماً لمعرفة درجة التلوث العضوي في المياه السطحية التي تؤثر على الكائنات الحية (Egai *et al.*, 2013). سجلت أعلى قيمة للمتطلب الحيوي للأوكسجين 11mg/l في الموقع الثالث خلال الصيف بينما أدناها كانت في الموقع الأول 6 mg/l خلال الشتاء كما في الشكل (17).

تعزى القيم المرتفعة للمتطلب الحيوي للأوكسجين في مواقع الدراسة إلى كمية الفضلات العضوية الغير معالجة التي تلقى إلى مجرى النهر والتي كانت أعلاها في الموقع الثالث الذي يمتاز بكثافة سكانية عالية تسهم في زيادة وكمية الملوثات المطروحة ومن ثم زيادة نشاط الإحياء المجهرية في تحلل المواد العضوية وزيادة استهلاكها للأوكسجين المذاب.

تعزى التباينات الموقعية لقيم المتطلب الحيوي للأوكسجين إلى أن الموقعين الأول والثاني هما أقل عرضة للتلوث بالمواد العضوية مقارنة مع الموقع الثالث بسبب اختلاف كمية ونوعية مياه النهر والتي تعتمد على الكثافة السكانية للمناطق التي يمر بها النهر. فضلاً عن ذلك التغيرات في منسوب المياه والتي تعتمد على كمية الامطار ودرجات الحرارة ، لهذا نلاحظ أن نتائج التحليل الاحصائي المبينة في الملحق (17) أظهرت وجود فروقات معنوية موقعية وأختلاف معنوي لفصل الصيف عن

الخريف والشتاء تحت مستوى احتمالية 0.05. ويعزى ذلك الى التغيرات في درجات الحرارة خلال الفصول المختلفة التي تلعب دوراً كبيراً في التأثيرات على عمليات الاكسدة للمواد العضوية التي تقوم بها الاحياء المجهرية (العمرى، 2015؛ فرتم، 2018؛ الاسدي، 2019).



شكل (17) : التغيرات الفصلية والموقعية لقيم المتطلب الحيوي للأوكسجين.

2.3. حساب مؤشرات جودة المياه Calculation of Water Quality Indices

1.2.3. الدليل العام للتلوث (OIP-WQI).

دليل OIP-WQI أداة فعالة لتقييم التغيرات في جودة المياه، ويمكن أن يساعد في حل المشكلات المحلية والإقليمية المتعلقة بجودة المياه السطحية (Bousah *et al.*, 2017).

من الصعب مراقبة جودة المياه بالطرق الميدانية التقليدية بسبب التكلفة والوقت لذلك تم استعملت صور القمر الصناعي ذات الدقة العالية وهي الأكثر ملائمة لجمع البيانات مع الدليل العام للتلوث لتقييم جودة المياه في نهر المشرح وتم استخدام تراكيز بعض المعايير مثل (العكورة، pH، درجة الحرارة، المواد الصلبة العالقة الكلية، النسبة المئوية للأوكسجين المذاب، المتطلب الحيوي للأوكسجين، الكبريتات، الكلوريدات، النترات).

وفقاً لتقديرات OIP-WQI لمياه الشرب والري والاستخدامات الأخرى ملحق (20)، صنفت جودة المياه حسب OIP-WQI لنهر المشرح في فصل الصيف بأن مياه الموقع الأول ملوثة قليلاً (3.08)، أما الموقع الثاني والثالث كانت ملوثة تراوح بين (4.1-4.51) حسب قياسات مؤشر جودة المياه جدول (7) شكل (21). وهذا التباين بين المواقع في درجة التلوث ربما بسبب اختلاف تراكيز المتغيرات خلال هذه الفترة في الموقعين الثاني والثالث كارتفاع الأس الهيدروجيني 8.8 والمواد الصلبة العالقة الكلية 1415mg/l والعسرة الكلية أعلى من 500 mg/l والمتطلب الحيوي للأوكسجين أعلى من 6.8 mg/l والكلور والذي كان أكثر نسبة في الموقعين الثاني والثالث في فصل الصيف وبمعدلات تجاوزت قيمها معايير منظمة الصحة العالمية (WHO, 2018) والمعايير العراقية لمياه الشرب 417 التحديث الثاني لسنة (2009) جدول (6). أما في فصلي الخريف والشتاء كانت نتائج الدراسة تشير الى جودة المياه بأنها ملوثة قليلاً في المواقع الثلاثة. وتراوحت قيم الدليل العام للتلوث فيها بين (3.24- 3.72) وكان تصنيفها حسب مقياس OIP-WQI ملوثة قليلاً (2-4) كما في الجداول (8،9).

2.2.3. رسم خرائط جغرافية لـ OIP-WQI باستخدام نظام المعلومات الجغرافي.

تناولت هذه الدراسة جزئين جزء تناول دراسة ادلة التلوث (NSF-WQI،OIP-WQI) والجزء الثاني انشاء خرائط كونتورية وأستيفائية لتقييم جودة المياه في نظام المعلومات الجغرافي في نهر المشرح للمواسم الثلاث (صيف، شتاء، خريف).ومن الممكن تقدير قيم التلوث بوساطة أدخل الألوان أو الخطوط الكنتورية والتي من خلالها يمكننا الاستفادة منها في المستقبل. وقد أصبحت هذه الطريقة أداة تنبؤيه في دراستنا.

بالاعتماد على النتائج التي تم الحصول عليها من التغيير الموسمي لتحليل قيم الانعكاس (القيم لكل نقطة أخذت منها العينات) كبيانات أدخل ArcGIS يتم دمج مواقع أخذ العينات مع بيانات المياه لأنشاء خرائط التوزيع المكاني وتم تمثيلها باستخدام GIS (Katyal *et al.*, 2012).

في هذه الدراسة أعتمدت طريقة قياس المسافة العكسية (Inverse Distance (IDW) Weighted للأستيفاء المكاني (Al- Kubaisi *et al.*, 2022) لأنعكاس الماء في نهر المشرح لموسم (2022-2023)، وهذا أعطانا القيم الحقيقية والمتوقعة من دون الوصول أو أخذ القراءات من المواقع المدروسة ، وهذه ميزة وفوائد هذه التقنية ولكل لون نفس القيمة تمثل نوعية المياه دون الوصول الى هذه المنطقة (Peter and Rachael , 1998). أعتمدت تقنيات التحسس النائي في هذه الدراسة نظراً لقدرتها على تغطية مساحات واسعة ذات دقة مكانية عالية، فضلاً عن أنها تتمتع برؤية مكانية وزمانية لمعايير جودة المياه السطحية وترصد المسطحات المائية بشكل أكثر فعالية وكفاءة ، وتحديد مشاكل جودة المياه (Gholizadeh *et al.*, 2016). أذ يعمل التحسس النائي كأداة لمراقبة جودة المياه يعتمد على القدرة في قياس التغييرات في الانعكاس الطيفي المنبعث من الماء وربط هذه التغييرات المقاسة بواسطة النماذج التجريبية أو التحليلية بمتغيرات جودة المياه.

تم انشاء خرائط GIS بالاعتماد على OIP- WQI لنهر المشرح لثلاثة فصول (الصيف، الخريف، الشتاء). في فصل الصيف صنف الموقع الأول باللون الأصفر على انها ملوثة قليلا تراوحت قيمته بين (3.08-3.56) وعلى مسافة من الموقع الأول اللون يمثل اللون الأخضر بقيم تراوحت (3.57-4.03) وصنفت على انها ملوثة. أما بقية المواقع باللون الأحمر تراوحت قيمتها (4.04-4.51) صنفت جودة المياه فيها حسب الدليل العام للتلوث OIP-WQI على أنها ملوثة أيضاً، جدول (7) شكل (18). وهذه الدراسة مقاربه الى دراسات أخرى أستعمل فيها أدلة جودة المياه مع تقنية نظم المعلومات الجغرافية. في العراق تم تقييم جودة المياه على طول نهر دجلة باستخدام مؤشر جودة المياه (WQI) وبرامج نظم المعلومات الجغرافية من قبل (Chabuk *et al.*, 2020) . ودراسة

أخرى لهور الحويزة (Al-Nakeeb, 2021). ودراسات عالمية أستعمل فيها الدليل العام للتلوث لتقييم جودة المياه مثل دراس (Fulazzaky , 2010) على نهر سيتاروم في ماليزيا. و Rai *et al.*, (2011) على نهر يامونا في الهند، ودراسة (Akkoyunlu and Akiner (2012) على بحيرة سبانجا في تركيا، ودراسة (Dede *et al.*, (2017) على نهر كيرمير في تركيا. و دراسة لـ Wen and Yang (2011) استخدام التحسس النائي في مراقبة جودة المياه جنوب غرب الصين. و دراسة لـ Al-phayo and Sharma (2018) رسم خرائط لجودة المياه لنهر روفو في تنزانيا باستخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية مع ادلة جودة المياه OIP و NSFQI و River Pollution و Index (RPI).

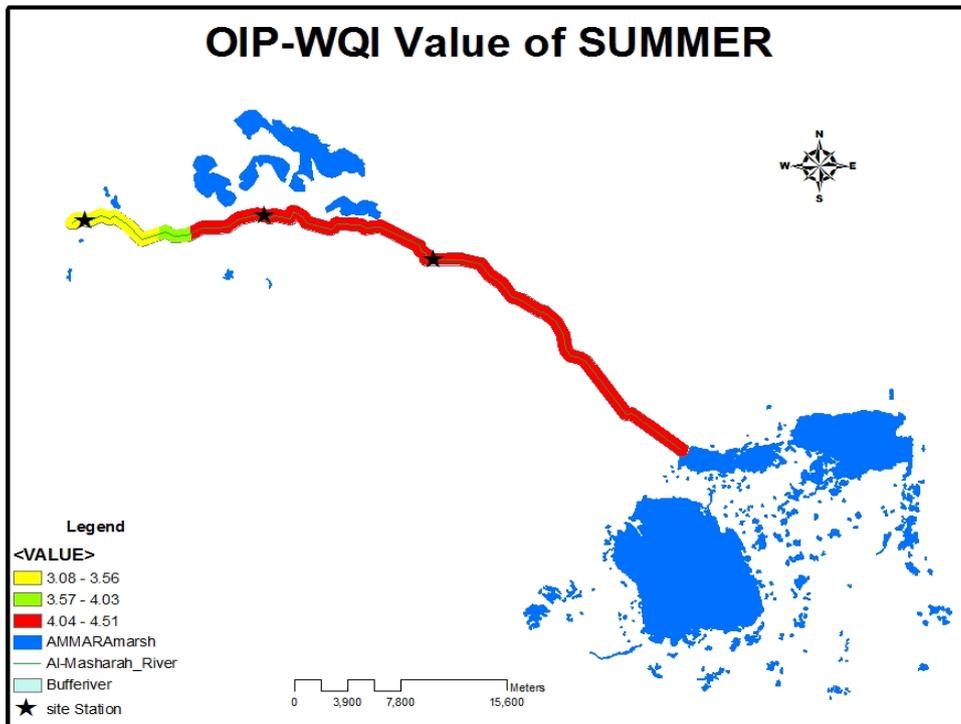
أنشأت خرائط GIS لفصل الخريف بالاعتماد على OIP- WQI لنهر المشرح. سجلت النتائج قيم تراوحت (3.24-3.4) للموقع الأول والمواقع القريبة منه التي تمثلت باللون الأصفر وقيمة (3.41- 3.56) للمواقع باللون الأخضر، اما المواقع باللون الأحمر والتي من ضمنها الموقع الثاني والثالث للدراسة الحالية تراوحت قيمها بين (3.57- 3.72) وعلى أساس هذه القيم صنفت مياه نهر المشرح خلال فصل الخريف على انها ملوثة قليلاً حسب التصنيف والنتائج التي تم الحصول عليها بالاعتماد على قيم دليل OIP- WQI مثلما موضح على خريطة GIS (19).

وفي فصل الشتاء سجلت النتائج قيم تراوحت (3.54-3.46) للمواقع باللون الأصفر وقيم تراوحت (3.63-3.55) تمثلت باللون الأخضر و(3.64-3.71) للمواقع باللون الأحمر، شكل (20). وهذه النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية مقارنة لقيم الدليل OIP- WQI المقاسة.

وبالاعتماد على النتائج التي تم الحصول عليها من خلال دراستنا باستخدام الدليل العام للتلوث OIP-WQI يمكن تصنيف مياه نهر المشرح على انها ملوثة قليلاً الى ملوثة بسبب تأثير المتغيرات على جودة المياه وجعلها غير صالحة للاستخدام البشري دون معالجة مسبقة ملحق(20). وقد يعزى التلوث الى أسباب طبيعية او بسبب الأنشطة البشرية المختلفة التي ذكرت سابقاً مثل زيادة مياه الصرف الصحي المنزلية غير المعالجة والنفايات . كذلك الاسمدة والمبيدات ومياه الجريان السطحي من الأراضي الزراعية على ضفتي النهر (الصباح، 2011; Al-Mayah, 2018).

جدول (7): قيم الدليل العام للتلوث (OIP- WQI) لمواقع الدراسة خلال فصل الصيف.

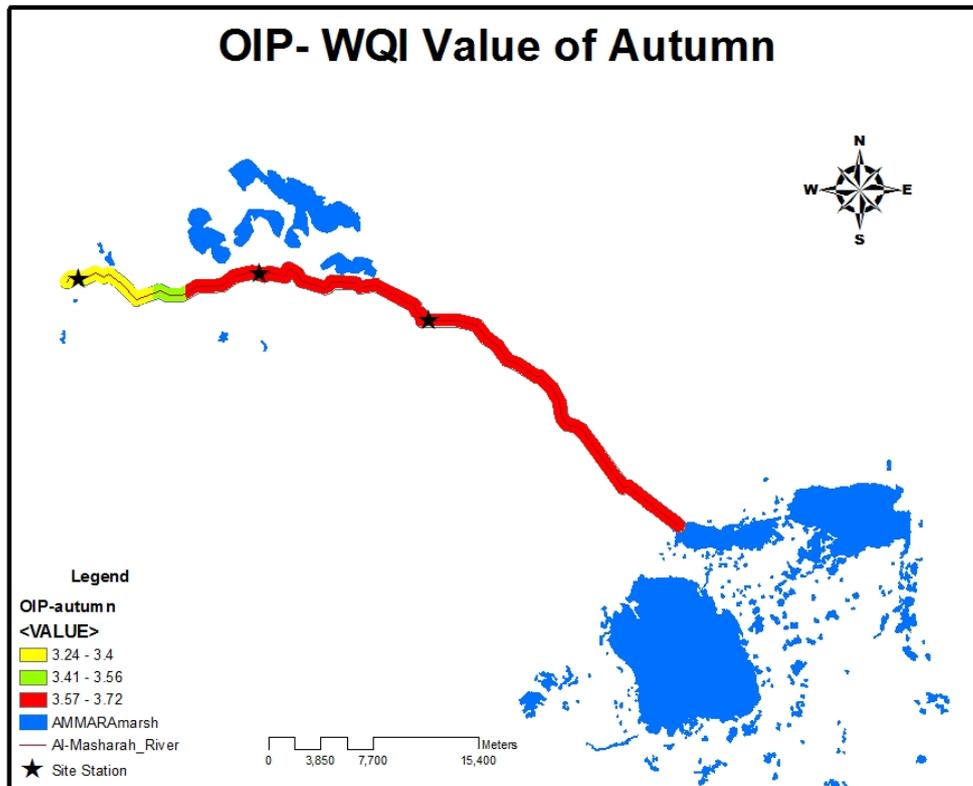
تقييم جودة المياه	مقياس OIP-WQI	قيم OIP	المتغيرات حسب OIP-WQI لفصل الصيف									المواقع
			NO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	BOD ₅ mg/l	DO%	TDS mg/l	PH	TH mg/l	Turb. NTU	
ملوثة قليلا	2-4	3.08	1	1.99	7.379	4.13	3.653	2.638	2.406	2.38	2.185	(1)
ملوثة	4-8	4.1	1	2.56	8.589	4.533	4.036	2.863	5.278	5.6	2.489	(2)
ملوثة	4-8	4.51	1	3.63	7.969	7.333	5.039	3.554	1.096	8.4	2.649	(3)



شكل (18) : خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الصيف وفقاً لـ (OIP).

جدول (8): قيم الدليل العام للتلوث (OIP- WQI) لمواقع الدراسة خلال فصل الخريف.

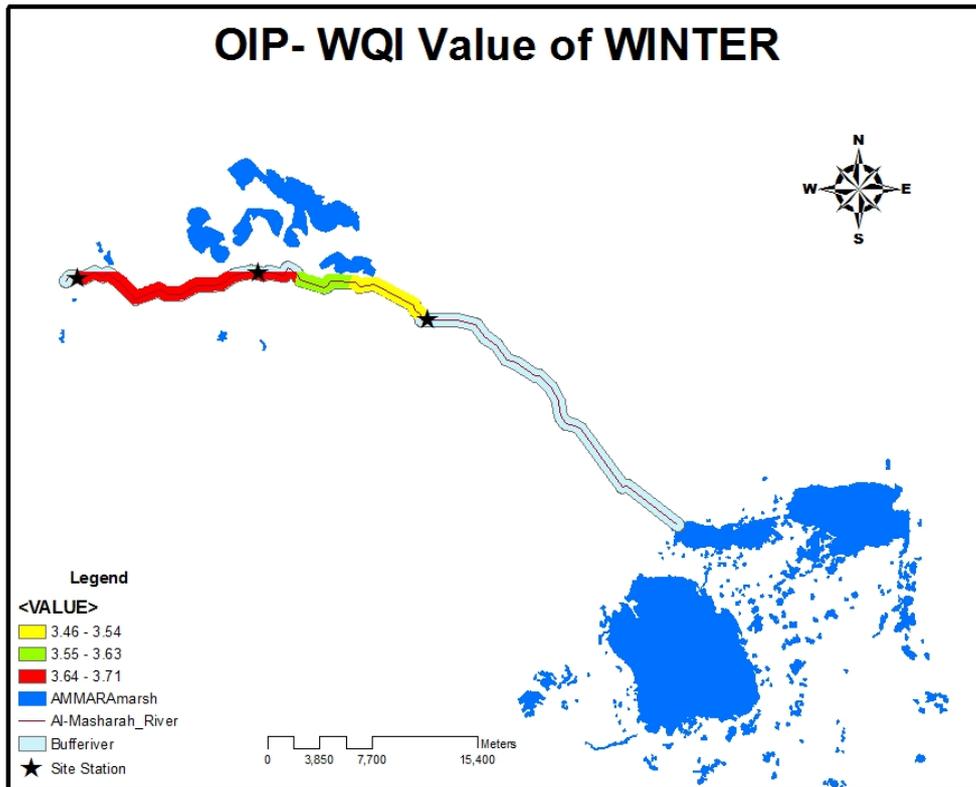
تقييم جودة المياه	مقياس OIP-WQI	قيم OIP-WQI	المتغيرات حسب OIP-WQI لفصل الخريف									المواقع
			NO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	BOD ₅ mg/l	DO%	TDS mg/l	PH	TH mg/l	Turb. NTU	
ملوثة قليلا	2-4	3.24	1	3.00	6.869	4.266	3.584	2.796	1.515	3.77	2.446	(1)
ملوثة قليلا	2-4	3.6	1	1.63	6.999	4.22	3.721	2.503	1.259	8.31	2.779	(2)
ملوثة قليلا	2-4	3.72	1	1.80	8.229	5.406	4.036	2.951	1.047	5.98	3.069	(3)



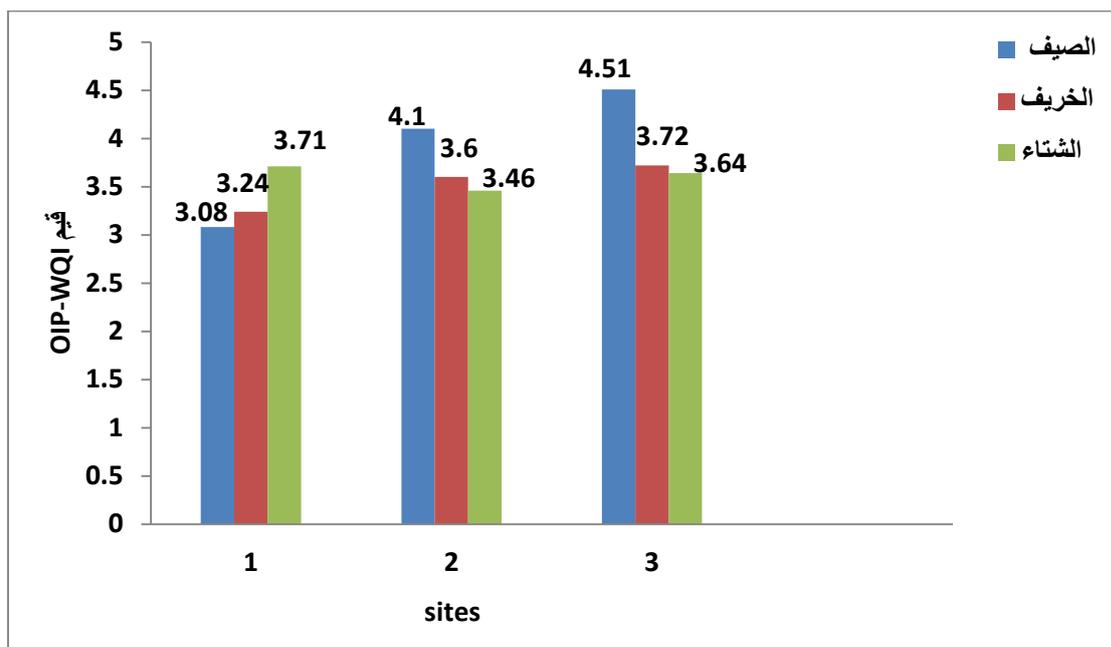
شكل (19): خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الخريف وفقاً لـ (OIP).

جدول (9) : حساب الدليل العام للتلوث (OIP- WQI) لمواقع الدراسة خلال فصل الشتاء.

تقييم جودة المياه	مقياس OIP	قيم OIP	المتغيرات حسب OIP-WQI لفصل الشتاء									المواقع
			NO ₃ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	BOD ₅ mg/l	DO%	TDS mg/l	PH	TH mg/l	Turb. NTU	
ملوثة قليلا	2-4	3.71	1	8.96	6.789	4	3.380	2.325	1.823	3.26	1.939	(1)
ملوثة قليلا	2-4	3.46	1	4.72	7.299	4.333	3.857	2.322	1.447	4.03	2.142	(2)
ملوثة قليلا	2-4	3.64	1	1.15	7.469	5.2	3.925	2.534	1.203	8.08	2.286	(3)



شكل (20) : خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الشتاء وفقاً لـ (OIP).



شكل (21) : قيم دليل (OIP-WQI) الموقعية والفصلية لمياه نهر المشرح .

3.2.3. دليل مؤسسة الصرف الصحي الوطنية (NSF-WQI).

NSF-WQI هي أداة إدارية ممتازة عامة في توصيل معلومات جودة المياه. تم اختبار هذا المؤشر ميدانيًا على نطاق واسع وتطبيقه على البيانات في عدد من المناطق الجغرافية المختلفة في جميع أنحاء العالم من أجل حساب مؤشر جودة المياه (WQI) لمختلف المسطحات المائية التي تم أخذها بعين الاعتبار (Samantray *et al.*, 2009).

تتمثل إحدى ميزات NSF-WQI في بساطته ويوفر المعايير المستعملة في برامج مراقبة جودة المياه، واختيار مجموعة ثابتة من المتغيرات بناءً على رأي مجموعة من خبراء جودة المياه في الولايات المتحدة الأمريكية، في هذه الدراسة تم اختيار ثمانية متغيرات وهي: (النسبة المئوية للأوكسجين المذاب والاس الهيدروجيني والمتطلب الحيوي للأوكسجين ودرجة الحرارة والفسفات والنترات والعكورة والمواد الصلبة العالقة الكلية) (Effendi, 2015). وتم حساب نتائج كل متغير وفق معادلات خاصة بالدليل NSF-WQI (Hoya *et al.*, 2020).

لوحظ من خلال دراسة المتغيرات في الجدول (9) وشكل (25) خلال فصل الصيف وحسب معايير NSF-WQI لجودة المياه في نهر المشرح، تراوحت القيم بين (52-59) على التوالي في الموقع الأول والثاني (الماجدية، الشبيشة) وصنفت مياه النهر حسب دليل NSF-WQI على أنها متوسطة التلوث. وفي الموقع الثالث (ناحية المشرح) سجلت القيم (47) وصنفت المياه على أنها رديئة حسب NSF-WQI. وهذه النتائج توافقه مع نتائج الدليل العام للتلوث OIP- WQI في تصنيفه لجودة المياه في فصل الصيف في الموقع الأول والثاني.

أما في فصلي الخريف والشتاء بالنسبة للمواقع الثلاثة صنفت مياه النهر على أنها متوسطة بالنسبة لدرجة التلوث فيها، و تراوحت قيم المتغيرات لجودة المياه فيها حسب دليل NSF لجودة المياه بين (55-64) جدول (11) و(12)، شكل (25).

اتفقت هذه الدراسة مع دراسات محلية وعالمية. في دراسة (Al-Malki و AL-Shwany) أستعمل مؤشر جودة المياه (NSF-WQI) لتقييم المياه الجوفية لأغراض الشرب في شمال وشرق وشمال شرق مدينة كركوك-العراق. ودراسة أخرى لـ حيدر وآخرون (2022) استخدموا مؤشر جودة المياه العالمي (NSF-WQI) في تقييم جودة مياه سد المزينة في حمص.

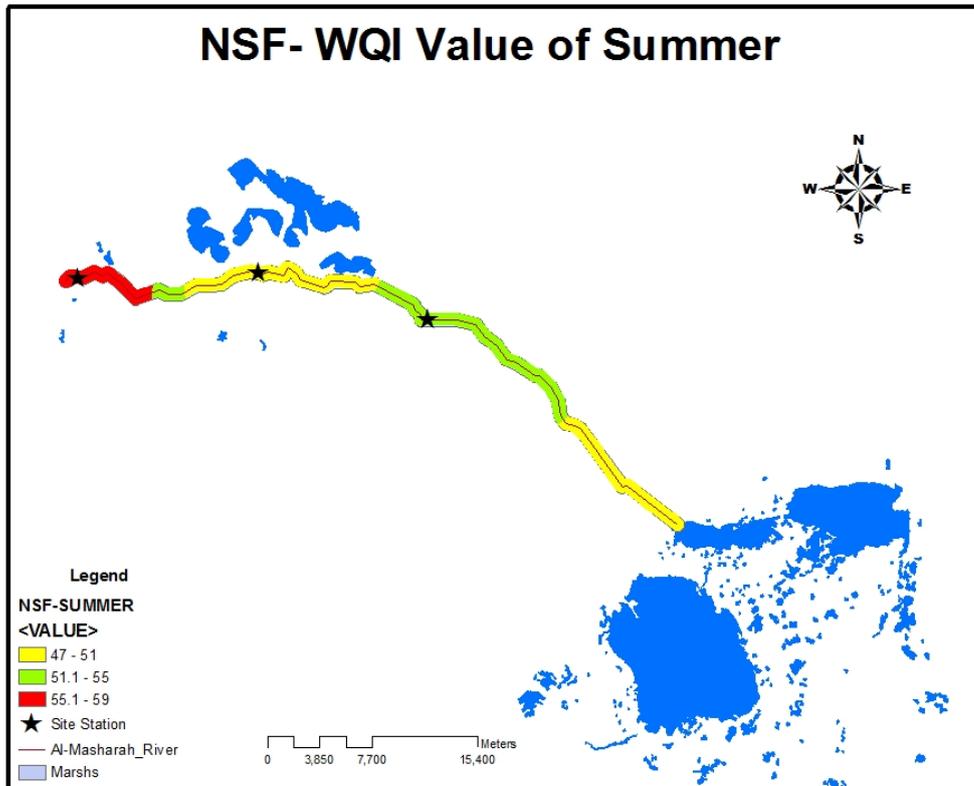
4.2.3. رسم خرائط جغرافية لـ NSF-WQI باستخدام نظام المعلومات الجغرافي.

عند تطبيق تقنيات الاستيفاء لخطوط الكنتور لتحديد الفاصل الزمني بين القيم والمساحات ، نستنتج أن معظم المنطقة تمثل قيم القياس الفعلية دون الوصول وأخذ قراءات من بقية المنطقة وتمثل المتوقع أو التنبؤ. زيادة الى استخدام تطبيقات الكمبيوتر وزيادة قدرات الحوسبة على مدى العقود الأخيرة أصبحت تقنيات الاستشعار عن بعد أدوات مفيدة لتحقيق هذا الهدف. تتيح تقنيات الاستشعار عن بعد مراقبة وتحديد المناطق الكبيرة والاجسام المائية التي تعاني من مشاكل نوعية بطريقة أكثر فعالية وكثافة .

بعد استكمال النتائج تم إنشاء خرائط GIS لنهر المشرح بأستعمال تقنيات التحسس النائي كقراءات تنبؤيه مستقبلية تعوض عن صعوبة الوصول إلى هذه المناطق. ولوحظ ان قيم دليل NSF-WQI خلال فصل الصيف لجودة المياه تراوحت بين الرديئة الى متوسطة على الخريطة التنبؤيه . المواقع الملونة باللون الأصفر تراوحت قيمتها بين (47- 51). والمواقع باللون الأخضر تراوحت القيم (51-55). والمواقع التي باللون الأحمر تراوحت بين (55.1-59) وكان تصنيف المواقع المذكورة حسب الألوان على الخريطة انها متوسطة التلوث حسب تصنيف دليل جودة المياه NSF-WQI جدول (10) شكل (22). وهذا التباين في نسبة التلوث ربما بسبب ارتفاع قيم الفوسفات والنترات والعكورة والمواد الصلبة العالقة الكلية بمعدلات متفاوتة خلال مواسم الدراسة ملحق (1) جدول (25). والتي تجاوزت حدود المعايير والمواصفات القياسية العراقية ومعايير منظمة الصحة العالمية للمياه جدول (6) . يعود سبب هذا التباين في ارتفاع قيم المتغيرات الى المخلفات البشرية ومرور مياه النهر بالمناطق الزراعية والاحياء السكنية وتلوث المياه بالفضلات التي مصدرها المنازل والمحلات القريبة. إضافة الى ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف بمعدل 30°C التي أدت الى انخفاض الاوكسجين المذاب أذ بلغ 3.5mg/l خصوصاً في الموقع الثالث والذي كان فيه التلوث أعلى تصنيفاً خلال فصل الصيف. وجاءت هذه النتائج مقارنة لدراسة Ewaid (2020) والتي ذكر فيها أن مياه الأنهار في العراق تزداد تلوثاً كلما اتجهنا الى الجنوب وهذا يفسر ارتفاع نسبة التلوث في الموقع الثالث.

جدول (10) : يمثل حساب مؤشر جودة المياه (WQI-NSF) لفصل الصيف.

تقييم جودة المياه	مقياس NSF-WQI	قيم NSF-WQI	المتغيرات حسب NSF-WQI في فصل الصيف								المواقع
			TSS mg/l	Turb. NTU	NO ₃ mg/l	PO ₄ mg/l	Temp °C	BOD ₅ mg/l	PH	DO% mg/l	
متوسطة	50-70	59	83	52	63	93	10	50	86	49	(1)
متوسطة	50-70	52	85	44	58	93	11	47	56	41	(2)
رديئة	25-50	47	82	40	48	60	12	30	90	30	(3)
			0.07	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.17	الوزن



شكل (22) : خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الصيف وفقاً لـ (NSF).

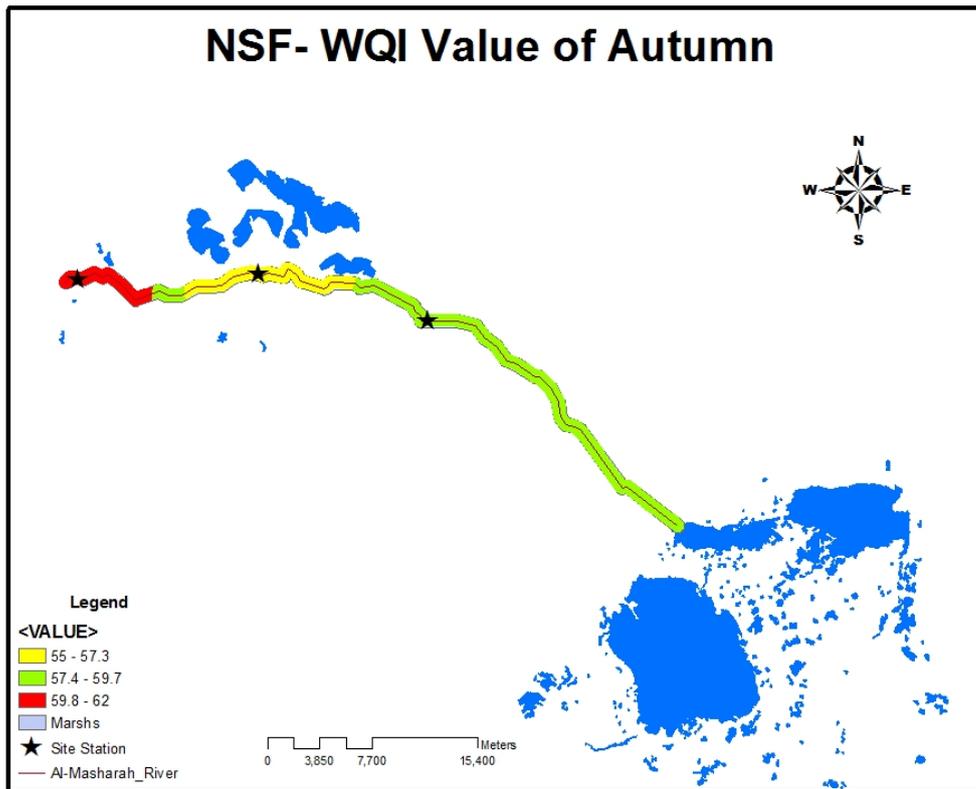
تم انشاء خرائط GIS تنبويه لفصلي الخريف والشتاء. تراوحت القيم في فصل الخريف على امتداد المواقع المدروسة والمواقع القريبة منها بين (55-62). وفي فصل الشتاء تراوحت القيم (-56) شكل (23) و(24). وصنفت المياه حسب الدليل خلال الخريف والشتاء بأنها متوسطة التلوث. هذه النتائج جاءت مطابقة الى ما وصفه الدليل العام للتلوث في فصلي الخريف والشتاء في مواقع الدراسة الحالية الثلاثة.

يلاحظ من خلال نتائج الدراسة تأثير جودة المياه لنهر المشرح بالعوامل الفيزيائية والكيميائية والطبيعة الجيولوجية لقاع النهر وتقلبات المناخ خلال الفصول وفي مواقع منطقة الدراسة ، إذ يؤثر ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة وهطول الامطار وسرعة جريان المياه خلال فصول الدراسة على جودة المياه واختلاف تراكيز العوامل المستخدمة في الدراسة ، و وجد أن هناك ارتفاع في قيم النسبة المئوية للأوكسجين المذاب والفوسفات والعكورة والمواد الصلبة العالقة الكلية بنسب متفاوتة في الملحق (1). وقد تجاوزت الحدود المسموح بها محلياً حسب المواصفات العراقية لمياه الشرب وعالمياً حسب معايير منظمة الصحة العالمية (WHO) جدول (6). وهذا يفسر تأثير جودة المياه بالمخلفات والفضلات ومياه الصرف الصحي والزراعي الغير معالجة في المناطق التي يمر فيها النهر بالإضافة الى تأثيره بتقلبات الطقس . مما أدى الى تلوث مياه النهر في المواقع الثلاثة وكانت أعلاها في الموقع الثالث، وجعل مياه نهر المشرح غير صالحة للاستخدامات البشرية الا بعد معالجتها ومراقبتها من قبل المسؤولين ملحق (20).

وهذه الدراسة كانت مقارنة الى دراسات أخرى استخدموا فيها تقنية GIS مع أدلة المياه . كما في دراسة (Dawood 2018) استخدام فيها تقنية نظم المعلومات الجغرافية لتحليل التوزيع المكاني لجودة المياه الجوفية في الجزء الجنوبي الغربي من البصرة. و Al-Rubaie and Al- (2019) Musawi في دراسة تأثير مياه نهر ديالى على نهر دجلة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية . ودراسة أخرى لـ Alhadithi (2018) لتقييمه جودة المياه الجوفية في النجف باستخدام WQI ، ونظم المعلومات الجغرافية. ودراسات عالمية أخرى كدراسة (Tiwari et al.,2014) في دراسته لجودة المياه في منطقة كريسناجيري في الهند باستخدام GIS. ودراسة (أحمد وجماعته، 2023) لنوعية مياه الشرب بالأبار الجوفية في مصر باستخدام GIS.

جدول (11) : يمثل حساب مؤشر جودة المياه (NSF- WQI) لفصل الخريف.

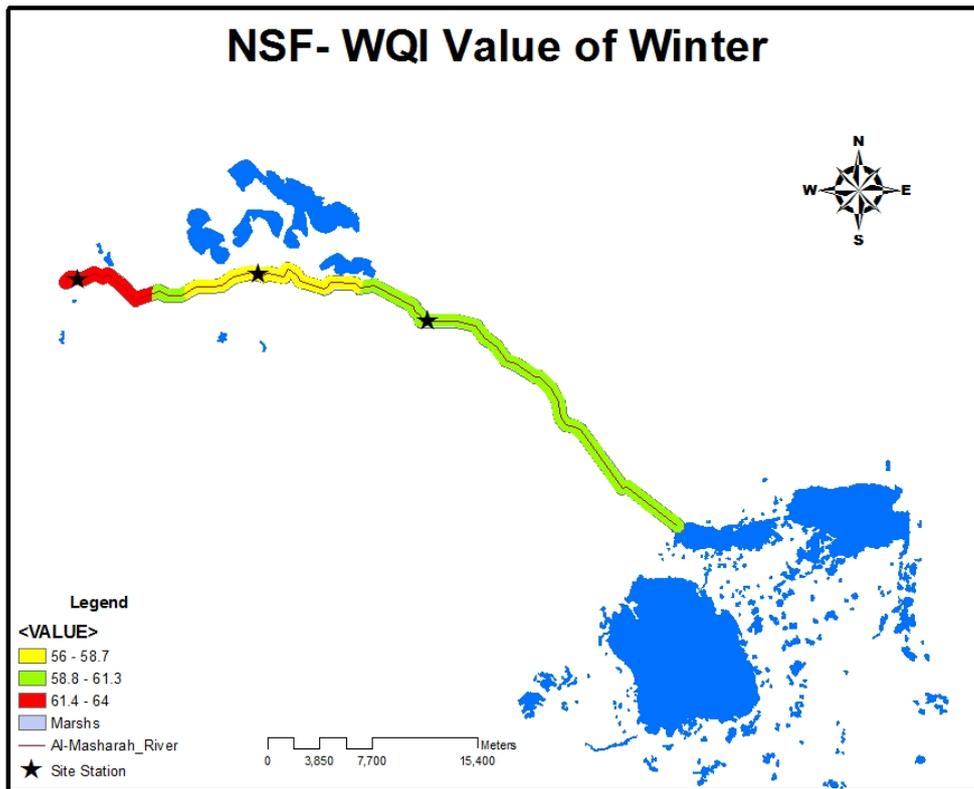
تقييم جودة المياه	مقياس NSF-WQI	قيم NSF-WQI	المتغيرات حسب NSF-WQI في فصل الخريف								المواقع
			TSS mg/l	Turb. NTU	NO ₃ mg/l	PO ₄ mg/l	Temp. °C	BOD ₅ mg/l	PH	DO% mg/l	
متوسط	50-70	62	87	45	59	99	19	49	93	51	(1)
متوسط	50-70	59	85	38	58	92	19	49	92	48	(2)
متوسط	50-70	55	83	32	58	90	18	42	89	41	(3)
			0.07	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.17	الوزن



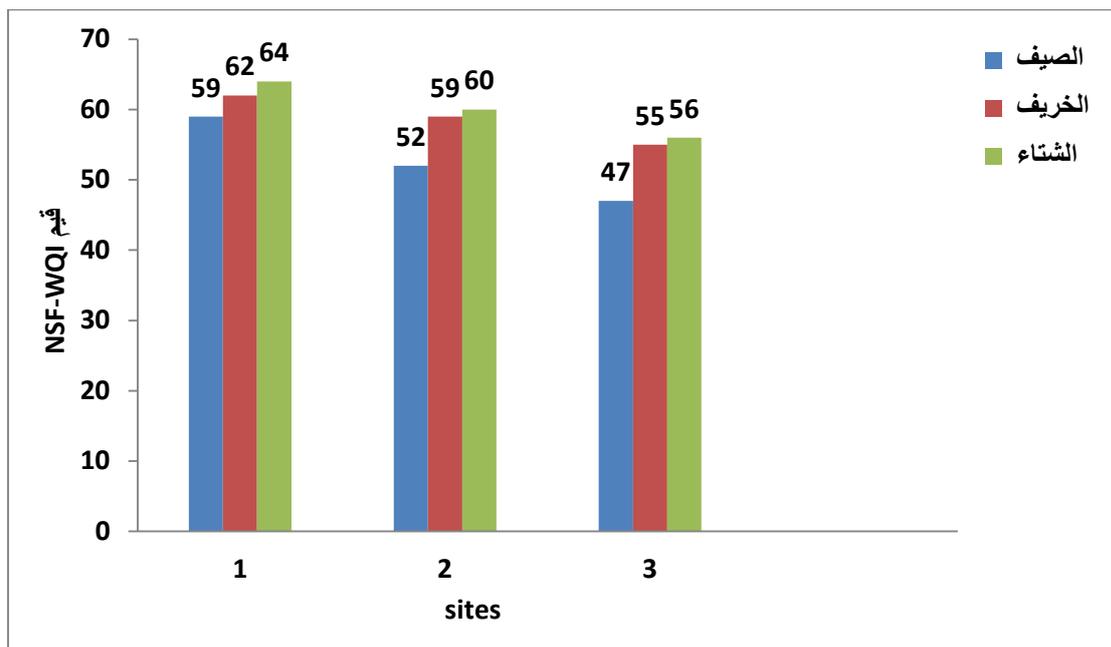
شكل (23) : خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الخريف وفقاً لـ (NSF).

جدول (12) : يمثل حساب مؤشر جودة المياه (WQI -NSF) لفصل الشتاء.

تقييم جودة المياه	مقياس NSF-WQI	قيم NSF-WQI	المتغيرات حسب NSF-WQI في فصل الشتاء								المواقع
			TSS mg/l	Turb. NTU	NO ₃ mg/l	PO ₄ mg/l	Temp. °C	BOD ₅ mg/l	PH	DO% mg/l	
متوسط	50-70	64	82	59	54	96	31	51	92	55	(1)
متوسط	50-70	60	82	53	48	93	33	48	93	45	(2)
متوسط	50-70	56	81	49	38	84	33	43	92	44	(3)
			0.07	0.08	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.17	الوزن



شكل(24) : خريطة مؤشر جودة المياه لفصل الشتاء وفقاً لـ (NSF).



شكل (25) : قيم دليل (NSF- WQI) لمياه نهر المشرح الموقعية والفصلية.

الفصل الرابع
الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Recommendations

الاستنتاجات:- Conclusions

- 1- ارتفاع قيم بعض المتغيرات الفيزيائية والكيميائية في المواقع المدروسة والتي أهمها (التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة الكلية والعكورة والمواد الصلبة العالقة الكلية والكلوريدات والكبريتات والفوسفات والأوكسجين المذاب) والتي تجاوزت الحدود المسموح بها محلياً وعالمياً بسبب التغيرات الهيدرولوجية في مدة الدراسة.
- 2- أدى تدهور النهر في نوعية المياه في الموقع الثالث الى زيادة تراكيز الخواص الفيزيائية والكيميائية.
- 3- من خلال مؤثرات جودة نوعية المياه يمكن أن نستنتج أن مياه نهر المشرح غير صالحة للشرب دون معالجة . وأن تقنية WQI هي أداة مفيدة للتغطية الشاملة لجودة المياه السطحية.
- 4- صنفت مياه النهر على أنها ملوثة قليلاً الى ملوثة حسب الدليل العام للتلوث OIP-WQI ، في حين صنفت مياه النهر على انها رديئة الى متوسطة التلوث حسب دليل مؤسسة الصرف الصحي الوطنية NSF-WQI .
- 5- أعطت خرائط التوزيع المكاني والتي تمثلت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) نتائج دقيقة وذات فعالية وكفاءة في تحديد جودة ومشاكل المياه قيد الدراسة.

Recommendations

التوصيات :-

- 1- توفير أماكن خاصة للظمر الصحي وعدم رمي النفايات والفضلات الى الأنهار .
- 2- رفع الوعي البيئي بين صفوف المواطنين من خلال وسائل الاعلام بمختلف أنواعها .
- 3- ضرورة معالجة مياه الصرف المنزلي والصحي قبل دخولها الى النهر، والاستمرار في مراقبة نوعية مياه النهر لإيجاد الحلول المناسبة عند حدوث تغيرات كبيرة لخصائص المياه .
- 4- إجراء المزيد من الدراسات على مياه النهر والملوثات البيئية كالمعادن الثقيلة والمبيدات والهيدروكربونات النفطية والتلوث البلاستيكي والاشعاعي وغيرها، ودراسة التنوع الاحيائي للأنواع المائية المتواجدة في النهر.
- 5- استخدام أدلة أخرى لتقييم نوعية مياه النهر وتحديد صلاحيتها للاستخدامات البشرية المختلفة.
- 6- استخدام تقنية الـ GIS لإنشاء قاعدة بيانات جغرافية للأستفادة منها في الدراسات المستقبلية وللأشخاص العاملين في هذا المجال .
- 7- استخدام بيانات الأقمار الصناعية في أكتشاف التغيرات التي تحصل على نوعية المياه بسبب التلوث كذلك التغيرات في العوامل المناخية المؤثرة عليها .
- 8- ألتزام أصحاب المعامل والمصانع لمعالجة الفضلات قبل رميها الى الأنهار .

المصادر العربية: -

- أحمد، عصام عادل، و احمد، علي احمد. (2023). نمذجة خريطة الإصحاح البيئي لنوعية مياه الشرب بالأبار الجوفية في مركز أنوب، محافظة أسيوط، مصر باستخدام نظم المعلومات الجغرافي . نشرة جامعة أسيوط لأبحاث البيئة 26 (1) : 61-93 .
- أحمد، هاشم عبد الرزاق (1987). بيولوجية الأسماك. جامعة البصرة، المكتبة الوطنية – بغداد. 279 صفحة.
- الاسدي، أزهر عباس حاتم. (2019). تقييم تأثير مياه الصرف الصحي على نوعية مياه ومستوى التلوث العضوي والتغذوي في الاهوار الوسطى/جنوب العراق. رسالة ماجستير، جامعة البصرة، كلية العلوم.
- الأمارة، فارس جاسم محمد وعليوي، يسرى جعفر ومونس، فاتن صدام (2001). التغيرات الشهرية في مستويات الاملاح المغذية والكلوروفيل في مياه شط العرب. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار 16(1): 347-357.
- أونيل، بيتر (2006) الكيمياء البيئية (مترجم)، أكاديمية الدراسات العليا، دار الكتب الوطنية – بنغازي، 425 صفحة.
- البيضان، مريم فوزي حميد (2014). التكوين النوعي للهائمات النباتية في شط العرب وأثر العوامل البيئية على مدى قابلية بعضها على انتاج ومراكمة المركبات الهيدروكربونية . أطروحة دكتوراه، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة البصرة ،165صفحة.
- التميمي، مها مثنى حسن (2016). تقييم صلاحية مياه نهر الغراف جنوب العراق للاستخدامات المختلفة باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي). رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة ذي قار .صفحة127 .
- جازع، صالح حسن (2009). دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية لمياه نهر الكحلاء –محافظة ميسان /العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة.
- الجميل، محمود فياض وأحمد، سلوى هادي (2018). تلوث التربة والمياه. دار الكتب والوثائق ببغداد. 425 ص.

- الجنابي، زهراء زهراو فرحان (2010). تطبيقات دلائل نوعية المياه في نهر دجلة ضمن مدينة بغداد. رسالة ماجستير، كلية العلوم للبنات، جامعة بغداد. 122 صفحة.
- الحجاج، مبین حسیب کاظم (2019). أثر العوامل البيئية على توزيع المركبات الهيدروكربونية في مياه ورواسب الجزء الشمالي من شط العرب. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة.
- الحسين، مياده حازم محمد علي (1998). "استنباط معامل نوعية المياه لنهر دجلة في مدينة الموصل" رسالة ماجستير، كلية الهندسة، جامعة الموصل.
- حسين، نجاح عبود (2014). بيانات الأهوار العراقية. دار الفكر للنشر والتوزيع، البصرة، العراق. 432.
- حمادي، عدنان جاسم (2020). تقييم نوعية المياه الجوفية والصيغة الهيدروكيميائية الآبار مختارة من محافظة النجف / العراق. الجامعة العراقية، كلية التربية.
- حيدر، نغم نزار حيدر، صبح، حسام وسلمان، هناء (2022). تقييم جودة مياه سد المزينة في حمص للشرب وفق مؤشرات جودة المياه العالمية. سلسلة العلوم للهندسة المدنية و المعمارية، 44(17).
- الخفاجي، سرحان نعيم (2019). مشكلة الموارد المائية في العراق وأثرها على الامن المائي وبناء الدولة 12, *URUK FOR HUMANITIES*. (-2 الجزء الثاني).
- خوري، لينا & المفتي، محمد بشار (2021). تقييم جودة مياه الأنهار باستخدام مؤشر جودة المياه WQI - حالة دراسية نهر العاصي. مجلة جامعة حماة، 4(18).
- دائرة الموارد المائية في محافظة ميسان 2023. بيانات غير منشورة.
- الدليمي، يزن ياسين جبار مطر (2021). الخصائص الهيدرولوجية لبحرية الحبانية وآثارها البيئية. رسالة ماجستير. جامعة الانبار، كلية الآداب.
- الرحبي، سفيان محمود (2002). التلوث البكتيري لخزاني الحبانية والثرثار. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة بغداد. 123 صفحة.

- الزبيدي، سما عباس عبد المجيد (2017). تقييم حالة النباتات المائية الغاطسة في بعض مناطق هور شرق الحمار وشط العرب جنوبي العراق باستخدام بعض دلالات التنوع الأحيائي. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة. 88 صفحة.
- سعد ، كاظم شنته (2016) .التقييم النوعي والموسمي لمياه نهري دجلة والفرات في محافظتي ذي قار وميسان. مجلة أوروک للعلوم الإنسانية ، مجلد 9 ، العدد 1 السنة 2016 .
- السعد، حامد طالب وسلمان ، نادر شاكر والمختار، مصطفى احمد والحسن ،شكري إبراهيم (2017) . علم بيئة المياه العذبة والمصبات. دار المعارف للكتب الجامعية ، جامعة البصرة ،الطبعة الأولى (159)صفحة.
- السعدي، حسين علي (2006). أساسيات علم البيئة والتلوث. دار اليازوري العلم والتوزيع، عمان الاردن. صفحة411.
- السلطان، فاطمة معاذ حامد (2019). تقييم كفاءة محطة أسالة الايسر القديم وبيان مصادر التلوث في الخطوط الناقلة. رسالة ماجستير منشورة، كلية علوم البيئة وتقاناتها، جامعة الموصل.
- سليم، فادية مشتاق (2013) . استخدام دليل التلوث العضوي للتقييم الوصفي والكمي لمياه شط العرب / العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة. 97 صفحة.
- سليم، فادية مشتاق، حسين، نجاح عبود (2013) . تقييم مستويات التلوث العضوي للجزء الشمالي والأوسط من شط العرب بتطبيق دليل التلوث العضوي المعدل. مجلة البصرة للعلوم الزراعية26 (1) : 207 – 221 .
- سواد، ندى إبراهيم (2021). تطبيق بعض التقنيات الفيزيائية في معالجة وتحسين نوعية المياه العادمة والخام. رسالة ماجستير كلية العلوم، جامعة البصرة.
- الشريفي، عقيل عباس (2014). التلوث المحتمل لبعض العناصر الثقيلة وبعض العوامل البيئية لمياه جدول بني حسن في محافظة كربلاء المقدسة – العراق.
- الصباح، بشار جبار جمعه ، حلبوص ، أبو ذر طالب وعبد الغفور ، سمير عبود (2011). التغيرات الموسمية لبعض العناصر المغذية في مياه نهر دجلة ضمن محافظة ميسان مجلة ذي قار للعلوم 2(4).133-128 .

- الصباح، بشار جبار جمعة (2007). دراسة السلوك الفيزيوكيميائي للعناصر المعدنية الملوثة لمياه ورواسب شط العرب. اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة، 233 صفحة.
- الصباح، بشار جبار جمعة وجازع، صالح حسن (2018) . دراسة تأثير مياه الصرف الصحي في تلوث نهر دجلة في محافظة ميسان. مجلة ميسان للدراسات الاكاديمية، المجلد (10)، العدد (19). 266-259.
- صبار، امل علي (2019). التنوع النباتي في شط العرب وهوري الجبايش وشرق الحمار -جنوب العراق. اطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة البصرة. 211 صفحة.
- الصرايفي، علي ناصر عبد الله (2009). "الآثار البيئية للملوثات الصناعية في محافظة ميسان (دراسة في التلوث البيئي)". رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة البصرة 226ص.
- الصفراوي، عبد العزيز يونس طليح (2018). تقييم الواقع البيئي لمياه نهر دجلة للحياة المائية في محافظة نينوى شمال العراق باستخدام المودي الكندي. CCME WQI. مجلة الأطروحة للعلوم البيئية. 5 (3): 13-25.
- الصفراوي، عبد العزيز يونس طليح والعساف، أزهار يونس رضا (2018). التقييم النوعي لمياه نهر دجلة باستخدام معامل نوعية المياه WQI لأغراض الشرب في محافظة نينوى، المؤتمر العلمي الدوري التاسع، مركز بحوث السدود والموارد المائية، 28-29 تشرين الثاني، جامعة الموصل.
- عاتي، رائد سامي (2004). خصائص المياه في شط العرب والمصب العام ومستويات تلوثها ببعض العناصر الثقيلة. رسالة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة. 128 صفحة.
- العبادي، حاكم جعفر صالح (2011). التحري عن التلوث الجرثومي والمعدني في مياه ورواسب هور ابي زرك جنوب العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة ذي قار.
- عباس ، ايمان كريم. (2020). مياه الصرف الصحي وأثرها على تلوث مياه الانهار الداخلية لمدينة البصرة 19 ، مجلة ميسان للدراسات الاكاديمية (المؤتمر الافتراضي الأول-ملحق 38).
- عباس ، نيران عدنان ، جازع ، صالح حسن ، كريم ، صادق صبيح(2013). دراسة فيزيوكيميائية لمياه نهر دجلة في قضاء المجر الكبير في محافظة ميسان . جامعة ميسان – كلية العلوم مجلة ميسان للدراسات الاكاديمية. مجلد (12) العدد (23).

- عباوي، سعاد عبد وحسن، محمد سليمان (1990). الهندسة العملية للبيئة - فحوصات الماء. دار الحكمة للطباعة والنشر، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل. 296 صفحة.
- عبد، ابراهيم مهدي (2010). تقييم بيئة هور الجبايش باعتماد الأدلة البيئية والحياتية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة. 171 صفحة.
- العبيدي، علا حسين. (2017). دراسة وتقويم اسباب تملح مياه نهر الفرات في وسط وجنوب العراق. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة المثنى.
- العبيدي، مروة بدر فالح (2013). تأثير نوعية مياه نهر دجلة الخام في أداء وحدات محطات تصفية المياه في محافظة نينوى، رسالة ماجستير، كلية العلوم – جامعة الموصل.
- العمرى، دنيا عبد الرضا اعوج محمد (2015). استخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي) في تقييم نوعية مياه المصب العام ونهر الفرات لتغذية هور الحمار. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة ذي قار. 126 صفحة.
- عيسى ، آمال موسى (2009). دراسة لبعض المتغيرات الفيزيائية والكيميائية والحياتية لمياه الشرب في محافظة البصرة. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة. 132 صفحة.
- الغانمي، دنيا باهل جدعان (2015). استخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي) ودليل التكامل الأحيائي في تقييم نوعية وصلاحيه مياه نهر الفرات (الفرات الاوسط). اطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة القادسية. 199 صفحة.
- فرتم، زهير فاروق (2018). تقييم كفاءة أربعة محطات لمياه الشرب في محافظة صلاح الدين، رسالة ماجستير ، كلية العلوم، جامعة تكريت.
- القرآن الكريم .سورة الانبياء ،الاية 324، الصفحة.
- الكناني، حسنين علي عبد العالي (2015). الخصائص النوعية لمطروحات معمل المنسوجات الصوفية وتأثيرها في مياه نهر الفرات عند مركز مدينة الناصرية جنوب العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة ذي قار. 143 صفحة.

- اللهيبي، عبد الله محمود. (2021). تقييم كفاءة محطات معالجة مياه الشرب القديمة والموحد في قضاء الشرب ومدة كفاءتها في تصفية مياه الشرب. رسالة ماجستير. كلية العلوم. جامعة تكريت.
- المالكي، نعيم شند حمادي (2002). مسح بيئي لقناة حمدان إحدى الأفرع الرئيسية لنهر شط العرب. رسالة ماجستير - جامعة البصرة. 71 صفحة.
- مجبور، عبلة مصطفى (2011). تحديد مستويات جودة المياه لمياه بحيرة سد بلوران لأغراض الشرب، رسالة ماجستير في الهندسة المدنية، قسم البيئة، جامعة تشرين ، اللاذقية، 109.
- محمد، صادق صاحب (2018). استخدام بعض الأدلة البيئية في تقييم صلاحية مياه المصب العام واستخدامها كبديل عن نهري دجلة والفرات في مدينة الناصرية جنوب العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة ذي قار. 97 صفحة.
- المنصوري، فائق يونس عبد اهلل، صادق سالم والميدي، أياد عبد الجميل (2009). دراسة الحمولة العالقة في شط العرب بين القياس الحقي والتقدير الرياضي. مجلة وادي الرافدين لعموم البحار، 24 (1): 65-78.
- موسى، علي حسن (2000). التلوث البيئي. دمشق، دار الفكر للطباعة والتوزيع والنشر، 424 صفحة.
- مويل، محمد سالم (2010). تقييم نوعية مياه الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي). رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الكوفة، 100 صفحة.
- نعمان، عهود نزهان (2019). الخصائص الفيزيائية والكيميائية وبعض ملوثات العناصر الثقيلة لمياه نهر دجلة ضمن محافظة صلاح الدين. رسالة ماجستير جامعة تكريت، كلية العلوم.
- النعمي، مروة محمد محمود (2017). دراسة مقارنة بين عمل ثالث محطات رئيسية لتصفية المياه في محافظة نينوى. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل.

المصادر الأجنبية: -

- Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2012). *Water quality indices*. Elsevier.
- Abed Ali, Shaimaa Talib; Wesan Fadhel Khalef, and Sanaa Talib Jawed.(2017). "Using CCME Water Quality Index to Assess Water Validity of Massabriver in Al-Nassiryia city/Southerin of Iraq." *J. of College of Education for Pure Science.*, 7.1: 203-217
- Abed, M. A., Hassan, R. F., Jeber, J. N., Hammood, M. K., Ahmed, M. K., & Wadood, Z. A. (2019). Using the water quality index as a powerful tool to assess the water quality for drinking purposes in Al-Salam, Western Region of Baghdad City, Iraq. *J. Glob. Pharma Technol.*, 11(3), 76-87.
- Afzal, S., Ahmad, I., Younas, M., Zahid, M. D., Khan, M. A., Ijaz, A., & Ali, K. (2000). Study of water quality of Hudiarra drain, India-Pakistan. *Environment International*, 26(1-2), 87-96.
- Akkoyunlu, A., & Akiner, M. E. (2012). Pollution evaluation in streams using water quality indices: A case study from Turkey's Sapanca Lake Basin. *Ecological Indicators*, 18, 501-511.
- Al- Yousif, M. A., & Chabuk, A. (2023). Assessment Water Quality Indices of Surface Water for Drinking and Irrigation Applications–A Comparison Review. *Journal of Ecological Engineering*, 24(5), 40-55.
- Al-Ani, M. (1988). Water quality index for Tigris river classification. *Journal of Biological Science and Research*, 14(3).
- Al-Ansari, N., AlJawad, S., Adamo, N., Sissakian, V. K., Knutsson, S., & Laue, J. (2018). Water quality within the Tigris and Euphrates

- catchments. *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, 8(3), 95-121.
- Al-Atbee, R. S. (2018).** Assessment Of Some Heavy Elements and Hydrocarbons in the Water, Sediments and Dominant Aquatic Plants at Al-Chibayish marshes. M.Sc. Thesis, College of Science, University of Basrah.,208.
- Al-Badaai, F.; Shuhaimi-Othman, M. and Gasim, M. B. (2013).** Water quality assessment of the Semenyih river, Selangor, Malaysia. *J. of chemistry.*, 1- 10.
- Al-hadithi, M. (2018).** Evaluation of groundwater quality using water quality index (WQI) and GIS techniques. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 49(2).
- Al-Haidarey, M. J. S., Hassan, F. M., Al-Kubaisey, A. R. A., & Douabul, A. A. Z. (2010).** The geoaccumulation index of some heavy metals in Al-Hawizeh Marsh, Iraq. *E-Journal of Chemistry*, 7(S1), S157-S162.
- Al-Hejuje, M. M. (2014).** Application of water quality and pollution indices to evaluate the water and sediments status in the middle part of Shatt Al-Arab River. Ph.D.Thesis, College of Science, University of Basrah, 212pp.
- Al-Janabi ,Z.Z. (2011).**Application of Water Quality Indices for Tigris River within Baghdad city. College of Science for Women, University of Baghdad.
- Al-Kubaisi, M. H., Al-Kubaisi, Q. Y., Al-Saady, Y. I., & Jasim, A. A. (2022).** Application of GIS Technique to Assess the Habbaniya Lake Water for Human Consumption.

- Allen, C. M. (2011).** Seasonal transport of suspended solids and nutrients between Bear River and Bear Lake. MSc Thesis College of science., Univ. of Utah State. <http://digitalcommons.usu.edu/etd/1277>.
- Allen, J.; Robert D. R. and Jonathan, W. (2000).** Partical skills in environmental science, pearson Bolection Asiapteltd. Singa pore., 25.
- Al-Maliky, M. A. (2005).** *Assessment of water and soil in Baghdad City using Geographical information system (GIS)* (Doctoral dissertation, PhD thesis, University of Baghdad, College of Science, Dept. of Geology).
- Al-Malki, S. S. A., & AL-Shwany, T. M. (2023).** Using the Water Quality Index (WQI-NSF) for Groundwater Assessment for Drinking Purposes in North, east and northeast Kirkuk city, Iraq. *British Journal of Global Ecology and Sustainable Development*, 13, 53-62.
- Al-Mansori, N. J. (2017).** Develop and Apply Water Quality Index to Evaluate Water Quality of Shatt-Al-Hilla River. *J. of Babylon University/Eng. Scie.* Vol.25(2) pp:368-374.
- Al-Mayah, W. T, and Rabee, A. M. (2018).** Application of Overall Index of Pollution (OIP) for the Evaluating of the Water Quality in Al-Gharraf River southern of Iraq. *Iraqi J. of Science.*, 59(2A): 660- 669.
- Al-Mayah, W. T., Al-Mayyahi, S. O. M., & Al-Shammery, S. H. (2021).** Water quality assessment in terms of water quality index (WQI): A case study of the Tigris River, Baghdad, Iraq. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 779, No. 1, p. 012078). IOP Publishing.

- Al-Mayah, W. Th.; Shawardi, A. O. and Salman, R. M.(2016).** Seasonal Variations in the Physico-chemical and Biological Characteristics of Al-Gharraf River within Al-Haay City Southern of Iraq. *J. of Wassit for science and medicine* (2016).
- Al-Mayah,W.T (2018).** Evaluating of Water Quality in Al-Gharraf River Southern of Iraq Using Different Environmental Indices, Remote Sensing Technique, and Geographical Information System. A thesis. University of Baghdad, College of Science / Ecology.
- Al-Nakeeb,Neran. A. A. (2021).** Using of Benthic algae and GIS to evaluate The water quality of Hawizeh marsh southern of Iraq. University of Baghdad, College of Science for Women-Department of Biology.
- Al-phayo, S. M., & Sharma, M. P. (2018).** Water quality mapping of Ruvu River in Tanzania. *American Journal of Applied Scientific Research*, 4(4), 52-.59
- Al-Rubaie, F. M., & Al-Musawi, N. O. (2019).** The Effect of Diyala River Water Quality on the Quality of Tigris River Water using GIS Mapping. *Journal of Engineering*, 25(10), 71-87.
- Al-Saad, H. T., & Jazza, S. H. (2016).** Quality Assessment of Drinking Water in Missan Province, Iraq. *International Journal of Marine Science*, 6.
- Al-Saboonchi, A., Mohamed, A. R. M., Alobaidy, A. H. M. J., Abid, H. S., and Maulood, B. K. (2011).** On the current and restoration conditions of the southern Iraqi marshes: Application of the CCME WQI on East Hammar marsh. *J. of Environmental Protection*, 2(3): 316-322.

- Al-Saffar, A. E. A, (2001).** "Proposed Water Quality Management system for Tigris River", Ph.D, thesis, Civil Engineering, University of Baghdad, Iraq.
- Al-Shawi, E. J., Al-Rubaie, A. A., & Abdullah, S. B. (2007).** A study of the ideology of the Southern part of the Tigris and Euphrates Rivers and their impact on the physical and chemical properties of the Shatt al-Arab. *J. of the University Teacher*, 6(11), 125-136.
- Al-Shujairi, S. O. (2013).** Develop and Apply Water Quality Index to Evaluate Water Quality of Tigris and Euphrates Rivers in Iraq. *Inter. J. of Mod. Eng. Rese. (IJMER)* Vol.3(4) pp:2119-2126.
- APHA, (American Public Health Association) (2003).** Standard methods for examination of water and waste water. (20th Ed.). Washington DC,USA.
- APHA, American Public Health Association (2005).** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition Washington, DC. 22621pp.
- Asadollahfardi, G (2015)** Application of water quality indices to define surface water quality in Tehran. *Int J Water* 5(1):51–69.
- Avvannavar, S.M.and Shrihari,S.(2007).** Determination of water quality deterioration at Pilgrimage centre along River Netravathi, Mangalore Using WQI Approach. *Environ. Eng. And Manage.J.* 6(2):123-131.
- Awad, E. S., Imran, N. S., Albayati, M. M., Snegirev, V., Sabirova, T. M., Tretyakova, N. A., ... & Majdi, H. S. (2022).** Groundwater hydrogeochemical and quality appraisal for agriculture irrigation in greenbelt area, Iraq. *Environments*, 9(4), 43.

- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985).** *Water quality for agriculture* (Vol. 29, p. 174). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Bishop T.F.A, McBratney, AB and Whelan B.M. (2001).** Measuring the quality of digital soil maps using information criteria. *Geoderma*.103:95– 111.
- Botkin, D. B. and Keller, E. A. (2000).** "Environmental science Earth as living plant", Third edition, John wily and son, Inc., 53-55.
- Bouaziz, M., Leidig, M., & Gloaguen, R. (2011).** Optimal parameter selection for qualitative regional erosion risk monitoring: A remote sensing study of SE Ethiopia. *Geoscience Frontiers*, 2(2), 237-245.
- Bousah, S.; Abcdef, S.; Djemili, AF and Larbi H. (2017).** Water quality index assessment of Koudiat Medouar Reservoir,northeast Algeria using weighted arithmetic index method. *Journal of Water and Land Development*. Vol. 35 (5):pp.221-228.
- Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970).** A water quality index-do we dare. *Water and sewage works*, 117(10).
- Cabelli ,V.J. (1981).** Health Effects criteria for marine recreational waters U.S. Environmental Protection Agency.
- Carré, F., & Girard, M. C. (2002).** Quantitative mapping of soil types based on regression kriging of taxonomic distances with landform and land cover attributes. *Geoderma*, 110(3-4), 241-263.
- Cech, T.V. (2003).** Principles of water resources history, development, management and policy. John Wiley and Sons Inc., U.S.A., 446.

- Chabuk, A., Al-Madhlom, Q., Al-Maliki, A., Al-Ansari, N., Hussain, H. M., & Laue, J. (2020).** Water quality assessment along Tigris River (Iraq) using water quality index (WQI) and GIS software. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(14), 1-23.
- Chang, K. T. (2006).** Introduction to geographic information systems: McGraw-Hill Higher Education Boston.
- Chanza, C. (2017).** Integration low cost/open source GIS and Remote Sensing in urban planning developing countries-case of Blantyre city, Malawi.
- Chapman, D., (1996).** Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. Second ed. Great Britain at the University Press, Cambridge: UNESCO/WHO/UNEP.
- Chonde Sonal, G., Mohite Ashwini, S., & Raut, P. D. (2014).** Studies on drinking water quality at public transport stations from Kolhapur and Sangli city. *Advances in Applied Science Research*, 5(2), 316-327.
- Dadolahi-Sohrab, A., and Arjonmand, F.(2011).**Water quality index of karoon river as indicator of Khorramshahr soap factory sewage effects. *Journal of Oceanography*.1(4):21-27.
- Dandge, K. P., & Patil, S. S. (2022).** Spatial distribution of ground water quality index using remote sensing and GIS techniques. *Applied Water Science*, 12, 1-18.
- Dawood, A. S. (2018).** GIS Approach for Spatial Distribution Analysis of Groundwater Quality at South-West Part of Basrah. *Journal of Engineering*, 24(8), 81-95.

- Dede, O., T.;Telci L., T. and Aral M., M. (2017).**The Use of Water Quality Index Models for the Evaluation of Surface Water Quality: A Case Study for Kirmir Basin, Ankara, Turkey. *Water Qual Expo Health* (2013) 5:41–56.
- Dijk, A. V. and Bos, M. G. (2001).**GIS and Remote -Sensing Techniques in Land- and Water-management.1rd ed.;Kluwer Academic Publishers,P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands. DOI 10.1007/s10661-015-4474-x.
- Dogliotti ,A.I.;Ruddick,K.G;Neechad ,B.;Doxaran ,D. and Kanepa,E. (2015).** A single algorithm to retrieve turbidity from remotely – sensed data in all coastal and estuarine waters. *Remote sensing of Environmental*.156:157-168.
- Edori, E.S.(2019).** Total petroleum hydrocarbon concentration in surface water from Taylor Creek State, Nigeria. *Chemistry Research Journal*, 4: 1-8.
- Effendi, H. (2015).** Simulasi penentuan indeks pencemaran dan indeks kualitas air (NSF-WQI). *Puslitbang Kualitas dan Laboratorium Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.*
- Egai, A.O. Imasue,O.I and Terty, B.B.(2013).**Quality Assessment of Water Potability in Aguobiri Southern Ijaw Local Government Area Bayelsa State, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.*,17(4): 493 -500.
- El Osta, M., Masoud, M., Alqarawy, A., Elsayed, S., & Gad, M. (2022).** Groundwater Suitability for Drinking and Irrigation Using Water Quality Indices and Multivariate Modeling in Makkah Al-Mukarramah Province, Saudi Arabia. *Water*, 14(3), 483.

- El-Kady, R. Y.; El-Rayes, A. E.; Sultan, Y. M. and Akram, M. A. (2017).** Mapping of Soil Geochemistry in Port Said Governorate, Egypt Utilizing GIS and Remote Sensing Techniques. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)* Vol.3(3); pp1261-1270.
- Elshehy, M. (2016).** Water quality assessment of Lake Manzala, Egypt: a comparative study. *Int J Sci Res Environ Sci*, 4(6), 11.
- EPA (Environmental Protection Agency).(2013).** Domestic wastewater treatment systems,Ireland. www.epa.ie/whatwedo/advice/wastewater.
- EPA, (Environmental Protection Agency). (2001).** Protocol for developing pathogen TMDLs. Washington DC, U.S.EPA: 134.examination of water and wastewater. (16th ed.). Washington DC, USA.
- Ewaid, S. H. (2016).** Water quality evaluation of Al-Gharraf river by two water quality indices. *Appl. Water Sci.J.* DOI 10.1007/s13201-016-0523-z.
- Ewaid, S. H., Abed, S. A., Al-Ansari, N., & Salih, R. M. (2020).** Development and evaluation of a water quality index for the Iraqi rivers. *Hydrology*, 7(3), 67.
- Ezeribe, A. I., Oshieke, K. C., and Jauro, A.(2012).** Physical chemical properties of well samples from some villages in Nigeria cases of stained mottle . *Science World Journal* .7 (1):1-3.
- Fang, SC (2019).** Study on 14C dating analysis of deep groundwater resources on islands. *Journal of Environmental Radioactivity*, 208: 105994.
- Farhat, N.M.; Vrouwenvelder,J.S.;Van Lopsdrecht ,M.C.M.;Bucs ,S.S.and Staal ,M.(2016).**Effect of water temperature on biofouling

- development in reverse osmosis membrane systems . *Water Research* .103:149-159.
- Fulazzaky, M. A., Seong, T. W., & Masirin, M. I. M. (2010).** Assessment of water quality status for the Selangor River in Malaysia. *Water, Air, and Soil Pollution*, 205, 63-77.
- Gad, M., & El Osta, M. (2020).** Geochemical controlling mechanisms and quality of the groundwater resources in El Fayoum Depression, Egypt. *Arabian Journal of Geosciences*, 13, 1-23.
- Gay, S. (2003).** Remote sensing, GIS, and a taxing dilemma. *Geospatial Solutions*, April 2003, Vol. 13 (4): pp 34–38.
- Gholizadeh, M. H. ; Melesse, A. M. and Reddi, L. (2016).** Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote Sensing Techniques. *Sensors* 2016, 16, 1298; doi:10.3390/s16081298. www.mdpi.com/journal/sensors.
- Giriyappanavar, B. S. and Patil, R. R. (2013).** Application of CCME WQI in Assessing Water Quality for Fort Lake of Belgaum, Karnataka. *Indian J. of Appl. Rese.* Vol.3(4). ISSN - 2249-555X.
- Goher, M.E.; Hassan, A.M.; Abdel-Moniem, I.A.; Fahmy,A.H. and Elsayed, S. M.(2014).** Evaluation of surface water quality and heavy metal indices of Ismailia Canal, Nile River, Egypt. *Egyptian J. of Aquatic Research*.,40: 225 – 233.
- Halstead, J. A.; Frey, S. T.; Kirk, K. B. and Marsella, K. A. (2006).** ES 105, Field studies in environmental science water chemistry supplement12, www.skidmore.edu/academics/env/courses/es,105/ (2008).

- Hassan, F.M; Al-Salman, I. M; Abdul–ammer, H.M.T. (2015).** Qualitative and quantative study of Phytoplankton in Lotic ecosystems Iraq. Mesopotamia Environmental Journal. 2 (1): 46-63.
- Harrison, R. M. (2007).** Principles of Enviromental Chemistry. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 OWF, UK. Typeset by Macmillan India Ltd, Bangalore, India., 363.
- Hoosier, H. R. (2000)** Indianapolis .Volunteer Stream Monitoring Training Manual. Indiana's Volunteer Stream Monitoring Program. Natural Resources Education Center.
- Hoya, A. L., Yulastuti, N., Sudarno, S., Magister, P., Lingkungan, I., Sarjana, S. P., Diponegoro, U., & Diponegoro, U. (2020).** Kajian Karakteristik Indeks Kualitas Air Menggunakan Metode IP , Storet Dan NSF WQI. Komoditas Sumber Pangan Untuk Meningkatkan Kualitas Kesehatan Di Era Pandemi Covid -19, 47–53. Google Scholar.
- Kadhem, A. J. (2013).** Assessment of Water Quality in Tigris River-Iraq by Using GIS Mapping. Natural Resources V.4: 441-448.
- Katyal, D., Qader, A., Ismail, A. H., & Sarma, K. (2012).** Water quality assessment of Yamuna River in Delhi region using index mapping. *Interdisciplinary Environmental Review*, 13(2-3), 170-186.
- Khan, H.; Abdel-Gawad, S.; Dawe, P. and Khan, A. A. (2010).** An Environmental Security and Water Resources Management System Using Real Time Water Quality Warning and Communication. BALWOIS - Ohrid, Republic of Macedonia, 25- 29 May.19.

- Khudair, B. H. (2018).** Water Quality Assessment and Total Dissolved Solids Prediction using Artificial Neural Network in Al-Hawizeh Marsh South of Iraq. *Journal of Engineering.*, 24(4):147-156.
- Kostamo, K., Toskala, E., Tervahartiala, T., & Sorsa, T. (2008).** Role of matrix metalloproteinases in chronic rhinosinusitis. *Current opinion in allergy and clinical immunology*, 8(1), 21-27.
- Kumar, S. K.; Logeshkumaran, A.; Magesh, N. S.; Godson, P. S. and Chandrasekar, N. (2015).** Hydrogeochemistry and application of water quality index (WQI) for groundwater quality assessment, Anna Nagar, part of Chennai City, Tamil Nadu, India *Appl. Water Sci.* 5 335–343.
- Kuttimani, R.; Raviraj, A.; Pandian, BJ. and Kar, G.(2017).** Water quality index over the decades in Krishnagiri district by using GIS. *Inter. J. of Chem. Stud.* Vol. 5(5): pp 2096-2103.
- Lafta, A. A. (2021).** Estimation of Tidal excursion length along the Shatt AlArab estuary, southern Iraq. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 59(1): 79-89.
- Langmuir, D. (1997).** Aqueous environmental. *Geochemistry Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, 600.*
- Lazim ,I . I and Al- Nakeeb , N.A.A (2021).** Measuring pollution based on total petroleum hydrocarbons and total organic carbon in Tigris River, Maysan Province, Southern Iraq. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 19(3), 535-545.
- Lind , O.T.(1979).**"Handbook of common method in limnology" , 2 nd edition . C.V. mosby Co. ST. Louis., 199.

- Ma, X., Wang, L., Yang, H., Li, N., & Gong, C. (2020).** Spatiotemporal analysis of water quality using multivariate statistical techniques and the water quality identification index for the Qinhuai River Basin, East China. *Water*, 12(10), 2764.
- Madhloom H.M ,Alansari N(2018).** Geographical information system and remote sensing for water resources management case study: the Diyala River, Iraq. *Int J Civil Eng Technol* 9:971.
- Mahdi, F., Razzaq, B. A., & Sultan, M. (2023).** Assessment of Shatt Al-Arab Water Quality Using CCME/WQI Analysis in Basrah City of South Iraq. *Iraqi Journal of Science*, 480-491.
- Marshall, S. and Elliot, M. (1998).** Environmental influences on the fish assemblage of the Hamber estuary, U.K. *Estuarine, Coastal Shelf Sci.* 46(2), 175-184.
- Mohamed, H. M., & Zahir, H. A. (2017).** Seasonal variations of groundwater quality in and around Dindigul town, Tamilnadu, India. *Der Chemica Sinica*, 8(2), 235-241.
- Mohammed, S . I and Abdulrazzaq , K.A. (2018).** Developing Water Quality Index to Assess the Quality of the Drinking Water. *Civil Engineering Journal*. 4(10):2345-2355.
- Moore, R.D. ; Richards, G. and Story, A. (2008).** Electrical conductivity an indicator of water chemistry and hydrologic processes . *Streamline watershed management Bulletin* .,11 (2): 25 –29.
- Moyel, M. S. and Hussain, N. A. (2015).** Water quality assessment of the Shatt al-Arab River, Southern Iraq. *J. of Coastal Life Med.*. 3(6): 459-465.

- Mustapha M, K. (2008).** Assessment of the Water Quality of Oyun Reservoir, Offa, Nigeria, Using Selected Physico-Chemical Parameters Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 8: 309-319.
- Nielsen, D. L., Brock, M. A., Rees, G. N., & Baldwin, D. S. (2003).** Effects of increasing salinity on freshwater ecosystems in Australia. Australian Journal of Botany, 51(6), 655-665.
- Noaman ,M.M .(2008) .**Effect of Industrial influent on water quality of Tigris river and upon the performance of water treatment plant within sector Baiji – Tikrit .M.Sc .Thesis ,College of Engnering ,Tikrit Unversity .119 p.
- O’Connell, L., Langlois, G., & Hopkins, D. (2000).** Tomales Bay technical advisory committee final report: Investigation of nonpoint pollution sources impacting shellfish growing areas in Tomales Bay, 1995–1996. California State Water Resources Control Board, Department of Health Services and San Francisco Bay Regional Water Quality Control Board.
- Oikonomidis, D; Dimogianni , S ; Kazakis N and Voudouris , K. (2015) .** A GIS/remote sensing-based methodology for groundwater potentiality assessment in Tirnavos area, Greece. J Hydrol 525:197–208.
- Panhalkar, S. S and Jarag, A. P. (2016).** Assessment of spatial interpolation techniques for river bathymetry generation of Panchganga River basin using geoinformatic techniques. *Asian Journal of Geoinformatics*, 15(3), 10-15.

- Peter, A. B. and Rachael, A. M. (1998).** Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press Inc., New York, 17-34.
- Poonam, T., Tanushree, B., & Sukalyan, C. (2013).** Water quality indices- important tools for water quality assessment: a review. *International Journal of Advances in chemistry*, 1(1), 15-28.
- Rai, R.K.; Upadhyay, A.; Ojha, C.S.P. and Singh, V.P.(2011).** The Yamuna River Basin: Water Resources And Environment, vol. 66. Springer Science & Business Media.
- Rasolofomanana, L.V.(2009).** Characterization of Ranomafana Lake – Water Quality Antsirabe Madagascar. Msc, Thesis ,University of Stavanger.Environmental control., 134.
- Rawat, K.S.; Mishra, A.K.; Sehgal, V. K. and Tripathi, V.K. (2012).** Spatial Variability of Ground Water Quality in Mathura District (Uttar Pradesh, India) with Geostatistical Method. *Int. J. Remote sens. Appl.*Vol. 2(1): 1-9.
- Sadat-Noori , S.M , Ebrahimi , K and Liaghat , A. M. (2014)** Groundwater quality assessment using the Water Quality Index and GIS in SavehNobaran aquifer. *Iran Environ Earth Sci* 71:3827–3843. [https:// doi.org/10.1007/s12665-013-2770-8](https://doi.org/10.1007/s12665-013-2770-8)
- Said A., Stevens D. K. and Sehlke G. (2004).** “An innovative index for evaluating water quality in streams”. *Environ, Assess.*,34 (3): 406–414.
- Sánchez, B., Champomier-Verges, M. C., Collado, M. D. C., Anglade, P., Baraige, F., Sanz, Y.,& Zagorec, M. (2007).** Low-pH adaptation

- and the acid tolerance response of *Bifidobacterium longum* biotype longum. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(20), 6450-6459.
- Salari, M., Khiabani, M. S., Mokarram, R. R., Ghanbarzadeh, B., and Kafil, H. S. (2018).** Development and evaluation of chitosan based active nanocomposite films containing bacterial cellulose nanocrystals and silver nanoparticles. *Food Hydrocoll.* 84, 414–423.
- Salcedo, J., & McCormick, K . (2020).** SPSS Statistics for Dummies. John Wiley & Sons.
- Salman, H. M.; Jasim, M. N. and Salman, J. M. (2014).** A GIS Assesment of Water Quality in Euphrates River/Iraq. Journal University of Babylon for Pour &Applied Science.
- Salpekar A(2008)**Water pollution. Jnanada Prakashan publishing. New Delhi.
- Samantray, P. ; Basanta, K.; Chitta, R. and Swoyam,P. (2009).** Assessment of Water Quality Index in Mahanadi and Atharabanki Rivers and Taldanda Canal in Paradip Area, India.J Hum Ecol. 26(3):.153-161.
- Sánchez, B., Champomier-Verges, M. C., Collado, M. D. C., Anglade, P., Baraige, F., Sanz, Y., & Zagorec, M. (2007).** Low-pH adaptation and the acid tolerance response of *Bifidobacterium longum* biotype longum. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(20), 6450-6459.
- Sangpal, R. R.; Kulkurni, V. D. and Nadurkar. Y. M. (2011).** An assessment of the physic-chemical properties to study the pollution

- potential of Ujjani Reservoir. Solapur district, India, J. Agri, and Bio. Sci., 6 (3):34-38.
- Sargaonkar, A. and Deshpande , V (2003).** Development of an overall index of pollution for surface water based on a general classification scheme .in Indian context Environmental Monitoring and Assessment . 89, 43- 67.
- Seth, R.; Mohan, M.; Singh, P.; Singh, R.; Dobhal R.; Singh. K. P. and Gupta, S. (2016).** Water quality evaluation of Himalayan Rivers of Kumaun region, Uttarakhand, India. Appl. Water Sci. 6(2): 137–147.
- Sevda, S., Sreekishnan, T. R., Pous, N., Puig, S., & Pant, D. (2018).** Bioelectroremediation of perchlorate and nitrate contaminated water: a review. *Bioresource technology*, 255, 331-339.
- Shamsi, U. M. (2005).** GIS Applications for Water, Wastewater, and Stormwater Systems.1 ed. Boca Raton, London, New York, Washington, B.N.0-8493-2097-6.
- Sharma, Sh.; Jha,P. K.; Ranjan, M. R.; Singh, U. K. and Jindal,T. (2017).**Water Quality Monitoring of Yamuna River by Using GIS Based Water Quality Index in Delhi, India. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci. Vol.6 (2): pp1249-1263.
- Sharpley, A. N.; Daniel, T.; Sims, T.; Lemunyon, J.; Stevens, R. and Parry, R. (2003).** Agriculture phosphorus and Eutrophication. 2nd ed. U.S. Department of Agriculture, Agricultural research Service, ARS149.44.
- Shukla, K., A.; Ojha, C.S.P. and Garg, R.D. (2017).** Application of Overall Index of Pollution (OIP) for the Assessment of the Surface

- Water Quality in the Upper Ganga River Basin, India. Water Science and Technology Library 75, DOI 10.1007/978-3-319-55125-8_12.
- Sikorska, A. E.; Del Giudice, D.; Banasik, K. and Rieckermann, J. (2015).** The value of streamflow data in improving TSS predictions Bayesian multi-objective calibration. J. Hydr.
- Stark, J.R.; Hanson, P.E.; Goldstein, R.M.; Fallon, J.D.; Fong, A.L.; Lee, K.E.; Kroening, S.E.; & Andrews, W.J. (2000).** "Water Quality in the Upper Mississippi River Basin, Minnesota, Wisconsin, South Dakota, Iowa, and North Dakota, 1995-98." United States Geological Survey, Circular 1211, Reston, Virginia, 36pp. available on-line at. <Http://Pubs.USgs.Gov/Circ/Circ1211/Pdf/Circular1211.Pdf>.
- Strickland, J. D. H. and Parsons, T. R. (1972).** A practical hand book of seawater analysis. 2nd Ed. Bull. Fish. Res. Bd. Can., 167.
- Sundaray, S. K.; Nayak, B. B. and Bhatta, D. (2009).** Environmental studies on river water quality with reference to suitability for agricultural purposes: Mahanadi River estuarine system, India- a case study. Environ. Monit. Assess., 155: 227-243.
- Thakur, J. K.; Singh, S. K. and Ekanthalu, V. Sh. (2017).** Integrating remote sensing, geographic information systems and global positioning system techniques with hydrological modeling. Appl. Water Sci. Vol. 7(2017): pp1595–1608.
- Tiwari, A. K., Singh, P. K., & Mahato, M. K. (2014).** GIS-based evaluation of water quality index of ground water resources in West Bokaro Coalfield, India. *Current world environment*, 9(3), 843.

- Uddin, M. G., Nash, S., & Olbert, A. I. (2021).** A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*, 122, 107218.
- UNEP GEMS - United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System Water Programme (2006).** Water Quality Ecosystem and Human Health. UNEP GEMS / Water, Burlingtons, Ontario University of Waterloo. 382 pp. urban municipal wastewater effluent and its impact on the receiving.
- USGS (United States Geological Survey), (2015)** National field manual for the collection of water quality data, techniques of water resources, book 9, handbooks for water resources investigations, pp 1539.
- Van Vliet, M. T., Jones, E. R., Flörke, M., Franssen, W. H., Hanasaki, N., Wada, Y., & Yearsley, J. R. (2021).** Global water scarcity including surface water quality and expansions of clean water technologies. *Environmental Research Letters*, 16(2), 024020.
- Watson D .F,Philip G.M.A. (1985).**Refinementof inverse distance weighted interpolation. *Geoprocessing* 2:315–32.
- Weiner, E. R. (2000).** Application of environmental chemistry. lewis Puplshers. London. New York. Citeseer.,5 (9): 134-132
- Wen, X. P., & Yang, X. F. (2011).** Monitoring of water quality using remote sensing data mining. *Knowledge-Oriented Applications in Data Mining*.
- Weng, Q. (2010).** Remote Sensing and GIS Integration. New York Chicago San Francisco Lisbon London Madrid Mexico City Milan New Delhi San Juan Seoul Singapore Sydney Toronto.

- Wetzel,R.G .(2001).** Limnology Lake and River Ecosystems. Third edition. Academic Press, An Elsevier Science Imprint, San Francisco, Newyork, London.,1006.
- WHO (World Health Organization) (2008).** Guidelines for drinking-water quality [electronic resource]: incorporating 1st and 2nd addenda, Vol.1, Recommendations. 3rd ed. World Health Organization, Geneva., 515.
- WHO (World Health Organization) (2017).** *A framework for malaria elimination: key points and Q&A* (No. WHO/HTM/GMP/2017.5). World Health Organization.
- WHO (World Health Organization). (2018).** A global overview of national regulations and standards for drinking – water quality :104.
- Zhang, W., Ma, L., Abuduwaili, J., Ge, Y., Issanova, G., & Saparov, G. (2019).** Hydrochemical characteristics and irrigation suitability of surface water in the Syr Darya River, Kazakhstan. *Environmental monitoring and assessment*, 191, 1-17.
- Zlatanovic L., Moerman A., van der Hoek J.P., Vreeburg J., Blokker M. (2017).** An experimental study on the influence of water stagnation and temperature change on water quality in a full-scale domestic drinking water system. *Water Research*.123:761-772.

الملاحق

Appendices

ملحق (1): قيم المتغيرات لمواقع الدراسة خلال (الصيف، الخريف، الشتاء) 2022-2023.

المغسيوم	الكالسيوم	العسرة الكلية	المواد العالقة الكلية	العكورة	الملوحة	المواد الصلبة الذائبة الكلية	التوصيلية الكهربائية	الاس الهيدروجيني	د.ح الماء	مواقع الدراسة	موسم الدراسة
34	98	415	107	31.5	373.5	1200	2539.5	7.95	30	1	الصيف
45	108	455	82	42	345	1259	2518	8.8	29	2	
60	115	550	115	47.5	350.5	1415	2861.5	7.1	28	3	
34	108	450	65	40.5	403.5	1242	2076	7.45	21.5	1	الخريف
45	109	460	86.5	52	363.5	1162	2278	7.25	22	2	
44	102	485	108	62	396.5	1281	2410.5	7.05	23	3	
52.5	195	401.5	113	23	246	1091	1686.5	7.65	15.25	1	الشتاء
58	180	480	120	30	249	1108	1855.5	7.4	14	2	
55	200	510	130	35	262.5	1171	2041	7.2	13.8	3	

تابع للملحق (1)

BOD ₅	DO	الفوسفات	النترات	الكبريتات	الكلوريدات	مواقع الدراسة	موسم الدراسة
6.2	5.5	0.178	5.4	361.5	325	1	الصيف
6.8	4.11	0.169	6.88	422	337.5	2	
11	3.5	0.518	11.64	391	355	3	
6.4	5.49	0.024	6.42	336	300	1	الخريف
6.33	5.22	0.199	6.945	342.5	315	2	
8.11	4.5	0.219	7.01	404	320	3	
6	6.41	0.103	8.6	332	385	1	الشتاء
6.5	6.32	0.185	11.68	357.5	253	2	
7.8	5.15	0.275	18.67	366	297.5	3	

ملحق (2) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري لدرجة حرارة المياه للفصول والمواقع .

درجة حرارة المياه					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
7.8512	A 22.917	1	3.9328	a30.333	الصيف
7.3121	A 21.667	2	1.6021	b22.167	الخريف
7.6230	A 22.267	3	1.6790	c14.350	الشتاء
	0.796	Sig.		0.000	Sig.

ملحق(3) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للأس الهيدروجيني للفصول والمواقع.

الاس الهيدروجيني					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
.4355	b7.683	1	.8240	A 7.950	الصيف
.7859	a7.817	2	.2881	C 7.250	الخريف
.1169	c7.117	3	.2639	B 7.417	الشتاء
	0.010	Sig.		0.010	Sig.

ملحق (4) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للتوصيلية الكهربائية للفصول والمواقع.

التوصيلية الكهربائية					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
247.780	c2100.67	1	399.365	a2631.00	الصيف
193.272	b2217.17	2	340.003	b2254.83	الخريف
178.410	a2429.00	3	380.510	c1861.00	الشتاء
	.032	Sig.		.000	Sig.

ملحق (5) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للملوحة للفصول والمواقع.

الملوحة					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
93.764	a340.83	1	29.757	b356.33	الصيف
58.779	a319.17	2	49.853	a387.83	الخريف
64.115	a336.50	3	35.138	c252.33	الشتاء
	.710	Sig.		.002	Sig.

ملحق (6) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للمواد الصلبة الذائبة الكلية للفصول والمواقع.

المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
149.224	a1183.67	1	140.010	a1291.33	الصيف
138.237	a1176.33	2	147.015	a1228.33	الخريف
159.121	a1289.00	3	137.885	a1129.33	الشتاء
	.431	Sig.		.263	Sig.

ملحق (7) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للعكورة للفصول والمواقع.

العكورة					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
8.733	a31.67	1	11.622	a40.33	الصيف
26.621	a41.33	2	17.282	a51.50	الخريف
6.861	a48.17	3	22.982	a29.33	الشتاء
	.365	Sig.		.189	Sig.

ملحق (8) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للمواد الصلبة العالقة الكلية للفصول والمواقع.

المواد العالقة الكلية TSS					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
33.389	a95.00	1	25.997	b94.33	الصيف
22.013	a96.17	2	21.668	b86.50	الخريف
18.063	a110.67	3	13.342	a121.00	الشتاء
	.383	Sig.		.042	Sig.

ملحق (9) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للعسرة الكلية للفصول والمواقع.

العسرة الكلية T.H					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	mean	الفصول
108.684	a422.17	1	114.134	a473.33	الصيف
119.791	a465.00	2	167.780	a465.00	الخريف
121.285	a515.00	3	69.370	a463.83	الشتاء
	.573	Sig.		.993	Sig.

ملحق (10) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للمغنسيوم للفصول والمواقع.

أيون المغنسيوم					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	mean	الفصول
17.623	a40.17	1	23.551	a46.33	الصيف
14.261	a48.17	2	15.179	a41.00	الخريف
18.819	a54.17	3	8.864	a55.17	الشتاء
	.488	Sig.		.476	Sig.

ملحق (11) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للكالسيوم للفصول والمواقع.

أيون الكالسيوم					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	mean	الفصول
79.601	a133.67	1	24.650	a107.00	الصيف
65.707	a132.33	2	24.279	a112.33	الخريف
68.702	a145.00	3	94.322	a191.67	الشتاء
	.949	Sig.		.141	Sig.

ملحق (12) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للكلوريدات للفصول والمواقع.

الكلوريدات					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	mean	الفصول
39.200	a303.33	1	52.002	a339.17	الصيف
58.516	a310.83	2	68.532	a311.67	الخريف
65.147	a324.17	3	21.622	a287.50	الشتاء
	.855	Sig.		.420	Sig.

ملحق (13) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للكبريتات للفصول والمواقع.

الكبريتات					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
31.441	a343.17	1	60.481	a391.50	الصيف
58.886	a374.00	2	34.214	a360.83	الخريف
38.879	a387.00	3	36.301	a351.83	الشتاء
	.306	Sig.		.357	Sig.

ملحق (14) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للنترات للفصول والمواقع.

النترات					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
2.00726	c6.8067	1	3.12694	b7.9733	الصيف
2.85744	b8.5017	2	1.49799	c6.7917	الخريف
5.47326	a12.4400	3	4.92370	a12.9833	الشتاء
	.002	Sig.		.001	Sig.

ملحق (15) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للفوسفات للفصول والمواقع.

الفوسفات					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	Mean	الفصول
.106865	a.17217	1	.217129	a.28833	الصيف
.083361	a.18367	2	.031714	b.21783	الخريف
.232705	a.25183	3	.086350	c.10150	الشتاء
	.375	Sig.		.031	Sig.

ملحق (16) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للأوكسجين المذاب للفصول والمواقع.

الأوكسجين المذاب					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	mean	الفصول
.59850	a5.8000	1	1.10309	b4.3200	الصيف
1.35153	b5.2167	2	.60356	a5.0700	الخريف
.93310	b4.3333	3	1.07954	a5.9600	الشتاء
	.036	Sig.		.021	Sig.

ملحق (17) المتوسط الحسابي وقيم الانحراف المعياري للمتطلب الحيوي للأوكسجين للفصول والمواقع.

المتطلب الحيوي للأوكسجين					
Std.D	Mean	المحطات	Std.D	mean	الفصول
.48166	c6.2000	1	2.39165	a8.0000	الصيف
.66563	b6.5433	2	.99504	b6.9467	الخريف
1.65019	a8.9700	3	1.04626	b6.7667	الشتاء
	.000	Sig.		.024	Sig.

ملحق (18) جدول معامل الارتباط للصفات الفيزيائية والكيميائية.

المتطلب الحيوي للأوكسجين	المذاب الأوكسجين	الفوسفات	النترات	الكبريتات	الكوريدات	الكالسيوم	المغنيسيوم	العصرة الكلية	TSS المواد العالقة	العكورة	TDS المواد الصلبة	الملوحة	التوصيلية الكهربائية	الهيدروجيني الأس	درجة حرارة المياه
1															
	1														
		1													
			1												
				1											
					1										
						1									
							1								
								1							
									1						
										1					
											1				
												1			
													1		
														1	
															1

* ارتباط معنوي عند مستوى 0.05
** ارتباط عالي المعنوية عند مستوى 0.01

ملحق (19) المعادلات الرياضية لـ OIP لمنحنيات دالة القيمة.

Parameters	Values	Mathematical equations
Turbidity	5-10	$x = (y/5)$
	10-500	$x = (y + 43.9)/ 34.5$
Hardness	75-500	$x = \exp(y + 42.5)/ 205.58$
	>500	$x = (y + 500)/125$
Ph	≤ 7	$x = \exp ((7 - y)/ (1.082)), y < 7$
	>7	$x = \exp ((y - 7.0)/ (1.082)), y > 7$
TDS	≤ 500	$x = 1$
	500-1500	$x = \exp((y - 500)/ 721.5)$
DO%	<50	$x = \exp(-(y-98.33)/36.067)$
	50-100	$x = -(y-107.58)/14.667$
	$100 \geq$	$x = (y-79.543)/19.054$
BOD5	<2	$x = 1$
	2-30	$x = y/1.5$
SO4	≤ 150	$x = 1$
	150-2000	$x = ((y/50) + (0.375))/ 2.5121$
Cl	≤ 150	$x = 1$
	150-250	$x = \exp ((y/50) - 3)/ 1.4427)$
	>250	$x = \exp ((y/50) + 10.167)/ 10.82$
NO3	≤ 20	$x = 1$
	20-50	$x = \exp ((y - 145.16)/ 76.28)$

الملحق (20): المعايير والمواصفات القياسية المستخدمة لمعرفة نوعية المياه وملائمتها للاستخدامات المختلفة.

العوامل	الشرب	معيشة الاحياء المائية	الري
الهيدروجيني الاس pH	*8.5 – 6.5	## 9-6.5	** 6.5 - 8.4
الأوكسجين المذاب (ملغم/لتر)	*>5	-	-
المتطلب الحيوي لأوكسجين (ملغم/لتر)	*<5 ##0-5	-	-
العكورة (NTU)	##5	-	-
المواد الصلبة الذائبة الكلية (ملغم/لتر)	*1000	-	*1000
العسرة الكلية (ملغم/لتر)	*500>	##500	-
الكالسيوم (ملغم/لتر)	*150>	-	-
المغنسيوم (ملغم/لتر)	*100>	-	-
الكلوريدات (ملغم/لتر)	*250>	##250	**145
الفوسفات الفعالة (ملغم/لتر)	-	##0.10	-
النترات الفعالة (ملغم/لتر)	*10000	*10000	-
الكبريتات الفعالة (ملغم/لتر)	*250>	-	**250

- المواصفات العراقية لمياه الشرب (417) التحديث الثاني لسنة 2009##

- (WHO,2018) *

- (Ayers & Westcot) (1985) **

Abstract

The study included the use of some guides to assess the water quality of the AI-Msharrah River in Misan Governorate, where the General Pollution Guide OIP-WQI and the National Sanitation Guide (NSF-WQI) were used for the purpose of knowing the water quality of the AI-Msharrah River in Misan Governorate for three sites along the river, for the period from July 2022 to January 2023 by three seasons, in addition to satellite images (Landsat-8 OLI) and geographic information systems (GIS) in order to find color maps that can be used to predict water quality in any A point along the slice river.

The current study included the identification of 16 variables related to water quality (water temperature, pH, electrical conductivity, salinity, total dissolved solids, turbidity, total suspended solids, total hardness, calcium ion, magnesium ion, chlorides, sulfates, phosphates, nitrates, dissolved oxygen and Biological Oxygen Demand) in three sites along the slice river during the study period.

The values and indicators of water quality ranged as follows: the lowest water temperature value was 13.8 °C in the third location during winter, the highest temperature value during the summer in the first location was 30 °C, the lowest pH value was 7.05 in the third location during the autumn, the highest pH value was 8.8 in the second location in the summer, the lowest conductivity value 1686.5 $\mu\text{S ms}$ at the first location during the winter, the highest electrical conductivity value was 2861.5 $\mu\text{S ms}$ in the third location during the summer, and the lowest salinity value 246ppt in the first location during winter, the highest salinity value 403.5ppt in the first location during autumn, the lowest turbidity value 23 mg/l in the first location during winter, the highest turbidity value 62 mg/l in the third location during autumn, the lowest value for total TDS 1108 mg/l in the second location during winter, and the highest value for total TDS in the third location 1415 mg/L. The

highest total suspended solids value is 130 mg/l in the third location during winter. The lowest total suspended solids value is 65 mg/l in the first location during autumn. The lowest total hardness value is 401.5 mg/l in the first location during the fall, the highest total hardness value is 550 mg/l in the third site during the summer, the lowest calcium ion value is 98 mg/l in the first location during the summer, the highest value is 200 mg/l in the third site during the winter, the lowest magnesium ion value is 34 mg/l in the first site during the summer, the highest magnesium ion value is 60 mg/l in the third site during the summer, and the lowest chloride ion value is 253 mg/l in the second location during the winter, and the highest chloride ion value of 385 mg/l in the first location during the winter. The lowest sulfates value is 332 mg/l at the first site during winter, and the highest sulfates value is 422 mg/l at the second site during the summer. The lowest nitrate value is 5.4 mg/l in the first location during the summer, and the highest nitrate value is 18.67 mg/l in the third site during the winter. The lowest phosphate value is 0.024 mg/l in the first site during the fall, and the highest phosphate rate is 0.518 mg/l in the third site during the summer. The lowest dissolved oxygen value is 3.5 mg/l in the third site during the summer, and the highest dissolved oxygen value is 6.41 mg/l in the first location during the winter. The lowest value for the Biological Oxygen Demand is 6 mg/l in the first location during winter, and the highest value for the Biological Oxygen Demand is 11 mg/l in the third site during the summer, and the following factors (electrical conductivity, total dissolved solids, turbidity, total suspended solids, chloride ion, sulfates, phosphates and dissolved oxygen) have exceeded the limits allowed locally and globally.

Some environmental evidence used OIP-WQI and NSF-WQI for the purpose of assessing the water quality of the AI-Msharrah river. According to the OIP-WQI Guide, water is classified as slightly contaminated into polluted and

unfit for human use. Their values ranged between (3.08-4.51) during the summer, and slightly polluted (3.6-3.72) during the autumn and winter.

Water using GIS maps based on OIP-WQI values was classified as slightly polluted to polluted (4.51-4.08) during the summer. It is slightly polluted during autumn (3.4-3.72) and ranged from slightly polluted to polluted (3.46-3.71) during winter.

Based on the results obtained through our study using the OIP-WQI General Pollution Index, the water of the Mufallah River was classified as slightly polluted to polluted due to the effect of variables on water quality and making it unfit for human use without prior treatment.

As for the second guide (NSF-WQI), the water quality of the Al-Mashrah River during the summer was classified as medium pollution in the first and second sites and its values ranged between (52-59), and in the third site the values were recorded (47) and the water was classified as poor, and when creating predictive maps during the summer, it was noted that the values of the index ranged from poor to medium pollution (47-59). In the autumn and winter seasons for the three sites, the river water was classified as medium in relation to the degree of pollution, according to this guide.

Predictive GIS maps were created for the autumn and winter seasons, and the values ranged in the autumn in the studied sites and nearby sites between

(55-62), and in the winter the values ranged (56-64), and the water was classified according to the guide during the fall and winter as medium pollution, and the results were identical to what was described by the General Pollution Guide OIP in the fall and winter seasons in the three current study sites. It was noted that there was a convergence in the results obtained from the two guides used in the study.

It was found through the analysis of variables by the statistical analysis program that there are significant differences between the study sites and the seasons, as there are significant differences between the study sites and significant differences between the seasons of the year in terms of temperature, pH, electrical conductivity, nitrates and the vital requirement for oxygen, while there are no significant differences between the study sites and the seasons of the year for total dissolved solids, total hardness, turbidity, magnesium, calcium, chlorides, sulfates and salinity. And that there is a positive moral correlation between turbidity and salinity, and a high moral correlation between phosphates and electrical conductivity and total dissolved solids respectively.

The Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Misan
College of Science
Department of biology



**Applying some environmental indicators and
geographic information systems (GIS) in assessing
the water quality of the Al-Msharrah River in
Misan Governorate/southern Iraq**

A thesis

Submitted to the council of the college of science / university of
Misan as partial fulfillment of the requirements for the master's
degree in Biology

BY

Narjes Fadhil Abbas

B.Sc. Biology (2008)

Supervised

Assist. Prof. Dr. Salih Hassan Jazza

Assist. Dr. Neran Adnad Abbas

2023 AD

1445 AH