جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة ميسان

كلية العلوم

قسم الكيمياء

عنوان البحث:

التباين المكاني والتغير الموسمي للخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر دجلة في محافظة ميسان

بحث مقدم من قبل الطالبتين:

يقين تحسين راضي وفاطمة سامي كاظم

الى كلية العلوم/قسم الكيمياء

وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الكيمياء

بإشراف

أ. د بشار جبار جمعة

1446هـ

2025 م

بسم اللّه الرحمن الرحيم

"يرفع اللّه الذين آمنوا منكم والذين أوتوا العلم درجات"

(سورة المجادلة، الآية ١١)

شكر و تقدير

أتقدم بخالص الشكر و التقدير إلى مشرف هذا البحث، الدكتور (بشار جبار جمعة)، على ما قدّمه من توجيه علمي و ملاحظات بنّاءة ساهمت في تطوير هذا العمل.

كما أعبّر عن امتناني لإدارة القسم و كافة أعضاء الهيئة التدريسية على جهودهم المستمرة في دعم الطلاب و توفير بيئة تعليمية محفزة.

و لا يفوتني أن أشكر كل من ساعدني أثناء إعداد هذا البحث، سواء بالمعلومة أو الرأي أو التشجيع، سائلةً المولى أن يجزيهم عني خير الجزاء.

الإهداء

إلى من غرس فىّ حب التعلم، إلى
معلمى الأول(ابى) وإلى من كان
كلامها النور الذى انار طريقى (امى)
رمز العطاء و الدعم اللامحدود ، إلى
اساتذتى الذين لم يبخلوا بعلمهم
وتوجيهاتهم و إلى كل من شاركونى
رحلة البحث والتعلم ،عسى أن يجعلنا
اللّه فى بداية الطريق النافع والمثمر

الخلاصة

تم في هذا البحث اختيار تسعة مواقع ضمن محافظة ميسان هي (علي الغربي – كميت – مركز المحافظة – قلعة صالح – العزير – المشرح – الكحلاء – الميمونة – المجر الكبير) لغرض دراسة التباين والتغير في بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر دجلة في المحافظة للموسمين الشتوي والصيفي من العام 2024 , وهذه الخصائص هي (الاس الهيدروجيني، درجة الحرارة، الاوكسجين المذاب، العسرة الكلية، الاملاح العالقة الكلية، الاملاح الذائبة الكلية، التوصيل الكهربائي، القاعدية، الزيوت والشحوم والعكارة)، بينت النتائج ان هناك ارتفاعا في معدل قيم الاملاح الذائبة الكلية (TDS) لكلا الموسمين على التوالي (1085.37-1101.29) ملغم/ لتر عن الحدود المسموح بها (1000) ملغم/لتر حسب محددات منظمة الصحة العالمية , كذلك ارتفاع معدل قيم التوصيلية الكهربائية (1889.37-1996.92) ملموز/ سم لموسمي الدراسة عن الحدود المسموح بها حسب منظمة الصحة العالمية (1500) ملموز/سم , وأيضا وجد ان هناك ارتفاعا في معدل قيم القاعدية الكلية (177.4-183.03) ملغم/لتر والعكارة (32.81-49.7 NTU) خلال الموسمين عن الحدود المسموح بها وهي (150) ملغم/لتر و(5NTU) على التوالي في حين كانت معدلات القيم للخصائص الأخرى ضمن الحدود المسموح بها مما يعطي مؤشرا واضحا على تلوث مياه نهر دجلة وعدم صلاحيتها لأغراض الشرب وفقا للمواصفات والمحددات العراقية والعالمية.

المحتويات

الآية القرآنية.....أ
الشكر والتقدير.....ب
الاهداء.....ج
الخلاصة.....د
المحتويات..... ه
المقدمة.....1
استعراض المراجع.....3
المياه العذبة.....3
تلوث المياه العذبة.....3
الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه.....3
المواد وطرق العمل 11
وصف منطقة الدراسة.....11
جمع العينات.....11
الفحوصات الفيزيائية والكيمائية.....12
النتائج والمناقشة.....15
المصادر.....29

المقدمة

المقدمة Introduction

تعد المياه المصدر الطبيعي الأساسي لحياة الكائنات الحية المختلفة. فقد زادت في الآونة الأخيرة الحاجة في الاهتمام بمصادر المياه في القطر والمتمثلة بنهري دجلة والفرات وشط العرب، ويعد نهر دجلة المصدر الرئيسي الذي تعتمد عليه محافظة ميسان في تجهيز المياه واستخدامها لأغراض الزراعة والصناعة والبشرية المختلفة (Al-Ansari,2013)

يتعرض نهر دجلة الى حالات من التلوث في بعض الفترات بسبب ما يطرح فيه من ملوثات عضوية وغير عضوية في مصادر مختلفة كالمخلفات البشرية أو غير الفضلات الصناعية بمياه الصرف الصحي أو فضلات المعامل كمعمل الورق والزيوت ومحطات التوليد الطاقة الكهربائية وبعض المؤسسات الصحية كالمستشفيات بالإضافة الى مياه المبازل ومخلفات المطاعم والفنادق (Al-Faraj & Scholz,2014).

تعد هذه الفضلات بمصادرها المختلفة مصدراً للمواد الملوثة المائية وذلك لاحتواء هذه الفضلات على العديد من المواد الكيمائية العضوية وغير العضوية والتي تشمل مركبات الفوسفات والنترات والعناصر الثقيلة بصورة ذائبة أو عالقة في مركبات الفوسفات والنترات من المغذيات المهمة للأحياء المائية مسببة ظاهرة الاثراء الغذائي Eutrophication كما تحتوي هذه الميـــاه على أنواع عديدة من الأحيـــاء المجهرية كالبكتيريا والطفيليات التي لها القدرة على احداث العديـد من الامراض الضارة للإنســان (Smith, Tilman &Nekola,1999)

وبما ان العراق يقع ضمن المناطق القاحلة وشبه القاحلة لذا تظهر مشاكل نقص المياه بشكل واضح، إضافة الى تناقص تغذية نهري دجلة والفرات وبالتالي شط العرب، لذا أصبح الحفاظ على الموارد المائية أولوية مهمة تتطلب وجود برامج مراقبة لحماية مصادر المياه من التلوث، إذ تؤثر الأنشطة البشرية على كل جانب من جوانب الدورات الهيدرولوجية في الأنهار، مثل التبخير والتساقط والجريان السطحي، وان الأفراط في استخدام مصادر المياه أدت الى نضوب هذه المصادر، إضافة الى تدهورها وتلوثها. إذ يمر العراق بمرحلة تردي وانحدار بنوعية المياه وذلك تتجه لتعدد مصادر التلوث فيه مع عدم وجود استراتيجيات لتطوير وتعزيز الأسس الكفيلة لتوفير مياه نظيفة فقد تلوثت المياه السطحية والجوفية في عموم العراق لذا اتجهت هذه الدراسة لتحقيق الأهداف التالية:

1 ـ دراسة الخصائص الفيزيائية والكيمائية لمياه نهر دجلة وتحديد مستوى التلوث.
2 ـ تحديد نوعية مياه نهر دجلة وفق الخصائص الفيزيائية والكيمائية لهذه المياه.

الفصل الأول

استعراض المراجع

1.استعراض المراجع:- Literature Review

1.1. المياه العذبة Fresh water

المياه العذبة هي المياه التي تتكون بشكل طبيعي على سطح الأرض كما في المستنقعات والبرك والانهار والبحيرات والجداول، او تحت الأرض كما في المياه الجوفية والجداول تحت الأرض، وتتميز هذه المياه بشكل عام بوجود تراكيز منخفضة من الاملاح الذائبة وغيرها من المواد الصلبة الذائبة، ويستثنى من هذا المصطلح مياه البحر والمياه المالحة على الرغم من احتواءها على مياه غنية بالأملاح المعدنية كما في الينابيع (حمد ونظام 2008 , المثناني والسلمان 2009).

2.1. تلوث المياه العذبة

تشكل المياه العذبة حوالي 2% من المياه الموجودة على سطح الأرض. وعلى الرغم من قلتها بالنسبة الى المجموع الكلي للمياه الموجودة على سطح الأرض فإنها تتعرض الى التلوث باستمرار وبمختلف مصادره مما يؤدي الى التأثير على صلاحية هذه المياه للاستخدامات البشرية المختلفة والتأثر سلبا على الاحياء المائية التي تعيش فيها، على الرغم من ضرورتها واهميتها للحياة على الأرض الا ان الانسان مستمر في تلويثها وخاصة الأنهار والبحيرات القريبة من تجمعاته السكنية والمعامل والمنشئات الصناعية ، فهو بذلك يقوم بطرح مخلفاته الصناعية والعضوية الى هذه المصادر وبالتالي تلوث هذه المياه الى معدلات عالية تهدد الاحياء المائية والانسان (EPA, 1999). اذ تشير أحدث الاحصائيات الى ان نسبة استهلاك المياه في القرن العشرين تضاعفت عدة مرات بشكل أكبر من معدلات التزايد السكاني، ففي عام 2025 م سيواجه ثلث سكان العالم أزمات مائية كبيرة بسبب تزايد عدد السكان وتطور العمليات الصناعية والزراعية وما ينتج عنها من طرح النفايات وزيادة تلوث البيئة ولاسيما المصادر المائية العذبة (قداح،2001, حمد ونظام 2008)، مما يؤدي الى تلوث المياه بمواد عضوية وغير عضوية ومواد سامة كالعناصر الثقيلة التي تؤدي زيادة تراكيزها في الأنهار الى اضرار كبيرة في الاحياء المائية ضمن السلسلة الغذائية (السعدي 2006, , Wahab & Al-Zubaidi 2012). في الدراسة الحالية تم القيام بتطبيق ثلاثة مستويات من التطبيق الميداني والمختبري هي: دراسة لمنولوجية لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الأنهار لذلك نجد من المفيد استعراض الدراسات التي تناولت هذه التطبيقات.

3.1. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه: Physical and chemical properties of water

تؤثر الخصائص الفيزيائية والكيميائية بصورة كبيرة على الاحياء المائية وتنوعها وكثافتها (Sangpal et al.,2011,Hussein et al.,2000) كذلك أشار Mustapha& Omotosho (2005) الى ان الخصائص الفيزيائية والكيميائية تلعب دورا مهما في تكوين وتوزيع ووفرة الكائنات الحية المائية.

وقد درست الخصائص الفيزيائية والكيميائية من قبل العديد من الباحثين الأجانب منها دراسة الباحث(2011) ,Jayalakshmi, et al., في الهند لتقييم العوامل الفيزيوكيميائية للمياه ومياه الصرف الصحي لنهر كريشنا في مدينة Vijayawada حيث درست سبع مواقع للدراسة ووجد ان المواقع الثلاث الاولي كانت ملوثة قليلا اما المواقع الأربعة كانت شديدة التلوث وعزا ذلك الى تلوث المياه بالنفايات الصناعية والزراعية والمنزلية.

وفي دراسة قام بها Iqbal et al. (2004) التغيرات الفصلية للخصائص الفيزيوكيميائية لمياه نهر Soan في باكستان وجد ان مياه النهر كانت بصورة عامة ضمن المياه المواصفات القياسية.

كما درست العوامل الفيزيائية والكيميائية من قبل Prasad& Patil (2008) لمياه نهر Krishna وخصوصا غرب مهاراشترا في النهد ووجد ان مياه النهر ضمن المواصفات القياسية لمنظمة الصحة العالمية.

كذلك تناولت العديد من الدراسات في العراق الخصائص الفيزيائية والكيميائية منها دراسة سلمان (2006) في دراسة بيئية للتلوث المحتمل في نهر الفرات بين سدة الهندية ومنطقة الكوفة-العراق ووجد ان الاس الهيدروجيني والمواد الصلبة العالقة والذائبة والتوصيلية الكهربائية والاوكسجين المذاب كانت ضمن الحدود المسموح بها اما المتطلب الحيوي فتجاوز الحدود وكانت المياه عسرة جدا.

وتوصل محمود، (2010) في دراسة لبعض مصادر التلوث البيئي في مياه نهر الفرات بين مدينتي هيت والرمادي الى ان الصفات الفيزيائية كانت ضمن الحدود المسموح بها عدا التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة العالقة اذ تجاوزت هذه الحدود وان الصفات الكيميائية كالكلورايدات والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والفلوريد والكلوريدات كانت ضمن الحدود المسموح بها عدا الكبريتات والبيكربونات والفوسفات.

تؤثر درجة الحرارة على ذوبانية الغازات المتواجدة في المياه حيث تؤثر تأثيرا كبيرا على ذوبانية الغازات وخاصة غاز الاوكسجين وثنائي أوكسيد الكاربون حيث تقل ذوبانيتها بازدياد درجة الحرارة (Mellina et al. , 2002) وأوضح Hauer & Lamberti (2007) ان ارتفاع درجة الحرارة بمقدار 10 م° يضاعف من سرعة التفاعلات الكيميائية بصورة ملحوظة بمقدار (2-3) مرة.

كما تعد سرعة الجريان من العوامل المهمة في تأثيرها على التركيب الكيميائي والحياتي للقاع حيث تعمل سرعة الجريان الشديدة على حمل الجزيئات القاعية الدقيقة من والى أماكن أخرى بينما تبقى الجزيئات الكبيرة كالأحجار مترسبة اما عندما تكون سرعة الجريان واطئة فان حبيبات الرمل والطين سوف تترسب على القاع مما يسهل انبات بعض النباتات المائية لذلك تؤثر بشكل كبير على مكونات القاع وبالتالي على توزيع الكائنات الحية (Nielson, 1950) كما انها تلعب دورا كبيرا في التنقية الذاتية للنهر (صبري واخرون، 2001). بالإضافة الى ذلك فان سرعة الجريان تؤثر بشكل كبير على الاوكسجين المذاب (سعدي،2006)، وتسبب الزيادة في سرعة الجريان العديد من التغيرات الهيدرولوجية في النهر اذ ينتج عنها تغير في طبيعة الرواسب بفعل عمليات التعرية التي تحصل في ضفاف النهر ومن ثم تتسبب في تغير الموطن البيئي (Al-Saffar, 2006).

كما يلعب عمق المياه دورا مهما في تحديد عدد كبير من الخصائص وخاصة الفيزيائية منها كمقدار نفاذية الضوء والتوزيع الحراري وسرعة الجريان ومعدلات الترسيب وغيرها مما ينسحب على طبيعة الخصائص الكيميائية من ذوبان المواد ومستوى القاعدية والحامضية والاملاح والمغذيات تلك العوامل وسابقاتها تؤثر بشكل مباشر على الكتلة الحيوية للأحياء بمختلف مستوياتها وخاصة النباتية منها، وجميع هذه العوامل تتأثر بمستوى التلوث الموجود في المياه لان حجم الجسم المائي في النهاية هو محور حدوث جميع التداخلات في المياه بين العوامل الحية وغير الحية (الجنايني والفتياني , 1986, المثناني والسلمان , 2009, علكم والناشي 2012).

اما العكورة فهي مقياس لكمية الدقائق العالقة في المياه (APHA,2007) تتحدد كميتها في المصادر المائية بمجموعة من العوامل فصفات المنطقة مثل جيولوجيتها والتنمية البشرية (الأنشطة الزراعة والصناعية) القائمة فيها وطوبوغرافيتها الى جانب طبيعة غطائها النباتي وكمية الهواطل الساقطة عليها تؤثر جميعاً بدرجة كبيرة في تحديد كمية العكورة في المياه (1999. EPA).

وقد ذكر مشكور، (2002) ان طرح مياه الفضلات سبب زيادة في قيم العكورة في مياه نهر الفرات عند مدينة السماوة. وأشار الوتار، (2009) الى ان قيم العكورة ترتبط في بعض مناطق نهري دجلة والفرات مع روافدهما الى شط العرب مع كمية الامطار الساقطة وتصريف النهر وسرعة الجريان، أما (2010) Venkatesharaju et al.,فقد أشار الى ان العكورة ناتجة عن وجود الدقائق العالقة في الماء والمتكونة من دقائق الطين clay والغرين silt والرمل sandوالمواد العضوية وغير العضوية والهائمات والأحياء المجهرية.

تعد التوصيلية الكهربائية من العوامل المهمة في الدراسات البيئية لتحديد نوعية المياه. وهي تعني قابلة الماء على نقل التيار الكهربائي وتتأثر بصورة مباشرة بدرجة الحرارة والمواد الصلبة الذائبة والمواد العضوية الموجودة في المياه (Jayalakshmi et al. ,2011) وعند دراسة التوصيلة الكهربائيــة من قبل Maulood (1993) من خلال دراسة لمنولوجية على انهار دجلة والفرات وشط العرب، لاحظوا بان قيمة التوصيل الكهربائي كانت ترتفع باستمرار مع مجرى النهر, وقد عزوا ذلك الى خواص التربة لما لها من علاقة مباشرة مع الملوحة والمواد الصلبة الذائبة الكلية وكذلك الى الاستعمالات المتعددة للمياه خلال مسار هذه الأنهار. أما الزرفي (2009) فقد وجد في دراسته لمياه نهر الكوفة أن قيم التوصيلية ازدادت واوعز ذلك الى طرح مياه المجاري الى بيئة النهر.

ان المواد الصلبة الذائبة الكلية والمواد الصلبة العالقة الكلية هي في الغالب متكونة من مواد غير عضوية مثل (الكالسيوم، المغنيسيوم، البوتاسيوم، الصوديوم، الكربونات، البيكربونات، الكلوريدات والكبريتات) بالإضافة الى المواد العضوية الذائبة والأملاح (Mahananda et al.2010) أوضح اودم (1990) ان زيادة المواد العالقة تعمل عل التقليل من نفاذية الضوء مؤثرة بذلك على عملية البناء الضوئي. كما أشار القصير (2012) الطرح مياه الصرف الصحي الى المياه يؤدي الى زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة والعالقة. كذلك زيادة تركيزها في المواد العذبة يؤدي الى الإجهاد البيئي والفسلجي لهذه الأحياء مؤثرة بصورة سلبية على التنظيم الازموزي لها (McCulloh et al., 1993, سليمان واخرون 2009). كما وجد Gupta et al., (2013) من خلال دراسته لتقييم الخصائص الفيزيوكيميائية ان قيم المواد الصلبة العالقة قد تجاوزت محددات منظمة الصحة العالمية.

أوضح(1984) Munda إن للملوحة تأثيراً مباشراً في جاهزية وامتصاص بعض العناصر من قبل الأحياء القاعية والطحالب، وللأملاح تأثير على نسبة الاوكسجين المذاب في الماء إذ ان نسبة الاوكسجين المذاب تقل بزيادة الملوحة في المياه (السعدي وآخرون. 1986). وأشار مولود وآخرون. (1990) إن للملوحة دوراً كبيراً في كبح نمو البكتيريا حتى وان وجدت بتراكيز قليلة ويتم تحديد الملوحة عادةً من خلال التوصيلية الكهربائية للماء لاعتماد القياس على التركيز الملحي للأيونات الذائبة في الماء وتتنوع مصادر ملوحة المياه ويمكن أجمالها أهمها بما يلي:

1 ـ الأملاح الناتجة عن عملية التعرية والتجوية والموجودة اصلاً في مكونات ونسجه التربة والصخور والمعادن ووصولها الى المياه السطحية والجوفية.

2 ـ ارتفاع منسوب الماء الأرضي التراكمي نتيجة لعمليات الارواء المستمرة ولعدم وجود منظومة بزل، لاسيما وان معظم الأراضي العراقية تعاني من مشكلة الملوحة وتسبخ او تكوين (السبخات).

3 ـ طبيعة منظومة الري نفسها وسوء إدارة المشاريع الاروائية وترك المخلفات عند عمليات الكري وتنظيف الأنهر لفترات طويلة على جوانب الأنهر مما يسهل عودة كميات كبيرة من الأملاح بشكل تراكمي. بالإضافة الى عمليات التسميد غير المنتظمة واستخدام الأسمدة المعدنية بصورة غير دقيقة والتي تضيف وبشكل مستمر نسبة من الأملاح للتربة تتراكم نتيجة لظاهرة التبخر المستمرة من سطح التربة وعند سقيها وغسلها تعود نسبة من هذه الأملاح الى مجاري الأنهر ويزيد من قيم الايصالية والملوحة معاً (حمد والسلمان 2013، الجميلي وآخرون 2013).

يعد الاس الهيدروجيني (pH) من العوامل المهمة التي تؤثر في الاحياء المائية حيث تعتمد عليه معظم الفعاليات الايضية (Wang et al.,2002)، فان العديد من العناصر الذائبة ممكن ان تترسب الى هيدروكسيدات عندما يكون الاس الهيدروجيني مرتفعا, وتعود مرة ثانية بشكل ذائب عند الانخفاض الشديد لقيمه (Weiner,2000), كما ان اغلب الاحياء المائية تفضل قيم لاس الهيدروجيني بمدى (6.5-8) فخارج هذا المدى تكون الاحياء المائية معرضة للإجهاد، اذ يؤدي انخفاض الاس الهيدروجيني الى تحرير المركبات والعناصر السامة من الرواسب الى الماء والتي تؤثر فيما بعد في الحيوانات والنباتات المائية، (Addy et al. 2004. Iqbal et al..2004 وفي دراسة للباحث Venkatesharaju et al., (2010) أشار الى ان الاس الهيدروجيني احد العوامل المهمة التي تحدد مدى ملائمة المياه للأغراض المختلفة اذ وجد ان قيمه انخفضت في فصل الصيف وارتفعت في فصل الشتاء وعزا ذلك الى انخفاض معدل التحلية نتيجة لانخفاض العدد البكتيري في فصل الشتاء قياسا بفصل الصيف.

من الخصاص المهمة للمياه الاوكسجين المذاب وان انخفاضه عن 5 ملغم/لتر سوف يؤثر سلبا على وظيفة المجتمعات الحية وان انخفاضه عن 2 ملغم/لتر يؤدي الى موت معظم الأسماك (UNESCO/WHO/UNEP, 1996)، وفي دراسة اجراها الغانمي، (2011) على نهر الفرات ذكر فيها ان قيم الاوكسجين المذاب قد تراوحت من (6.63-11.5) ملغم/لتر، وذكر القصير (2012) في دراسته تأثير تصريف مشروع معالجة مياه الصرف الصحي على نوعية مياه الديوانية ان عملية طرح مياه الصرف الصحي أدت الى انخفاض في قيم الاوكسجين المذاب، اما السعدي (2013) في دراسته التنوع الاحيائي للنواعم وبعض العوامل البيئية المؤثرة عليه في نهر الفرات وسط العراق بين ان نتائج الاوكسجين المذاب قد تراوحت بين (6.63-11.5) ملغم/لتر. اما Jena et al., (2013) في درسته لتقييم نوعية المياه بواسطة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر Khroon وجد ان قيم الاوكسجين المذاب تراوحت بين (1.2-7.5) ملغم/لتر وقيم المتطلب الحيوي تراوحت بين (5.89-8.12) ملغم/لتر وعزا ذلك الى عدم معالجة النفايات السائلة ومياه الصرف الصحي وطرحها الى النهر مباشرة.

تعد كمية المتطلب الحيوي للأوكسجين في المياه مقياسا لمقدر التلوث العضوي في هذه المياه (Payment et al., 2003)، اذ يشير هذا المتطلب الى كمية الاوكسجين المستهلكة من قبل الاحياء المجهرية بعمليات الاكسدة الهوائية للمواد العضوية (Stirling,1985)، وفي دراسة للباحث Singha, et al. (2012) لتقييم الخصائص الفيزيائية والكيميائية لنهر Ramganga في الهند ذكر فيها ان قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين قد تجاوزت المحددات الدولية نتيجة لتأثير مياه الصرف الصناعي بالإضافة الى التلوث الزراعي للنهر. واكد علكم (2002) ان طرح مياه الصرف الصحي الى نهر الديوانية أدى الى رفع قيمة المتطلب الحيوي للأوكسجين لغاية 3.9 ملغم/لتر، اما القصير (2012) فقد أوضح ان طرح مياه الصرف الصحي من محطة المعالجة أدى الى ارتفاع قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين، وأشار مطلوب (2021) في دراسة تقييم بعض المؤشرات البيئية والبكتيرية لنهر (بني حسن) واحد فروعه في محافظة كربلاء المقدسة ان قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين تراوحت بين (0.66-4.2) ملغم/لتر.

1.3.1. الخصائص الكيميائية Chemical Characteristics

1.1.3.1. الاس الهيدروجيني (pH)

هو دليل لنشاط وفعالية ايون الهيدروجين في الماء ويمثل جهد ايون الهيدروجين ونشاطه، وله تأثير مباشر في خصائص المياه، فالارتفاع والانخفاض في قيمة الاس الهيدروجيني ناتج عن النشاطات الحيوية والتفاعلات الكيميائية التي تجري في المياه، وكذلك يعد مؤشرا مهما لمدى ملائمة المياه لأغراض متعددة من خلال تأثيره على الاحياء المائية والتي تكون حساسة لأي تغيرات في قيميته والتي تتحدد حسب كمية الغازات المذابة في الماء ونوع الايونات الموجبة والسالبة. كما يعد مؤشرا لمدى التوازن بين CO2الحر وبين (OH) و (HCO3) ومدى صلاحية المياه للعيش فيها من قبل الاحياء المائية والنباتات (WHO,2017). وفي دراسة أُجريت على نهر شط العرب، وُجد أن قيم pH تراوحت بين 6.14 و7.86، مما يشير إلى ميل المياه للقلوية، ويُعزى ذلك إلى تأثير مياه الخليج العربي المالحة التي تتدفق إلى النهر خلال المدّ، مما يؤدي إلى توازن كيميائي طبيعي في النظام المائي (Al-Asadi, 2016).

2.1.3.1.الاوكسجين المذاب Dissolved Oxygen(DO)

يعد تركيز الاوكسجين المذاب في الماء من المتطلبات الضرورية للكثير من الاحياء المائية، وله تأثير كبير على نوعية المياه وجودتها، ويعد أحد اهم المعايير لإعطاء فكرة أولية عن طبيعة المصدر المائي، اذ يعمل الاوكسجين على تحليل المواد العضوية هوائيا الى نواتج غير ملوثة للبيئة، وان الانخفاض في مستويات الاوكسجين المذاب في المياه الى اقل من 5 ملغم/لتر، ويؤثر سلبا على النظام البيئي المائي ويعمل على زيادة نشاط الاحياء الدقيقة اللاهوائية وبالتالي تغير مسارات التفاعل للمواد العضوية وإنتاج مواد ضارة للبيئة , فالتراكيز العالية منه تشير الى صلاحية تلك البيئة لنمو الاحياء , بالإضافة الى دوره المهم كمنظم للأفعال الحيوية التي تقوم بها الاحياء المائية ولا يمكن الاستغناء عنه (Aboewi,2010) , ويساعد في التنقية الذاتية التي تحدث في المسطحات المائية بتسريع عمليات التحلل للملوثات العضوية والتخلص منها, وان انعدامه في النظام المائي يؤدي الى انطلاق الغازات الضارة مثل الميثان وكبريتيد الهيدروجين وغيرها (WHO/UNEP,1996).

3.1.3.1. المتطلب البيوكيميائي للأوكسجين Biochemical Oxygen Demand (BODD5)

يعتبر مصطلح المتطلب البيوكيميائي للأوكسجين عن نوعية المياه الملوثة عند تواجد مواد عضوية لها القدرة على التحلل البيولوجي، والذي يتم بفعل كائنات دقيقة هوائية متباينة التغذية محولة إياها الى مركبات ابسط غير مؤثرة في النظم المائية (APHA2017).

4.1.3.1.العسرة الكلية Total Hardness(TH)

تحدد عسرة الماء مدى صلاحيته للاستعمالات المدنية المختلفة ويعتبر مقياسا لأيونات الكالسيوم والمغنيسيوم في المياه، وبدرجة اقل املاح أخرى متعددة التكافؤ، مثل الحديد والمنغنيز والزنك والباريوم ولكن بتراكيز قليلة (APHA,2007)، وتعد العسرة كأحد العوامل المحددة لنوعية المياه، ويتم تصنيف المياه حسب تراكيز الكالسيوم والمغنيسيوم فيه الى:

-المياه الحساسة تتراوح بين 0-60 جزء في المليون

-المياه المعتدلة العسرة تتراوح بين 61-120 جزء في المليون

-المياه العسرة تتراوح بين 121-180 جزء في المليون

-الماء العسر جدا وغير المقبول > 180 جزء في المليون

5.1.3.1.التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity (E.C)

وهي قيمة عددية تعبر عن قابلية المياه على توصيل التيار الكهربائي، وتعتمد هذه القيمة على تكافؤ وتركيز الايونات الذائبة الموجودة في المياه فضلا عن تأثير درجة حرارة المياه خلال القياس (عليبي واخرون ,2020) وترتبط التوصيلية الكهربائية بعلاقة وطيدة مع الملوحة والمواد الصلبة الذائبة الكلية (المعموري ,2017) وعادة ما يستخدم قياس التوصيلية كدلالة لحدوث مشكلات تتعلق بنوعية المياه فارتفاع قيمتها بشكل مفاجئ دلالة على وجود مصدر ايونات في ذلك الوسط (الحسن والصمعاني ,2015).

6.1.3.1.القلوية (Alkalinity)

القلوية تمثل قدرة الماء على معادلة الأحماض، وغالبًا ما تكون نتيجة وجود البيكربونات، الكربونات، والهيدروكسيدات، تُعد مؤشرًا على التوازن الكيميائي في الماء، كما تساعد على استقرار درجة الحموضة وجود قلوية معتدلة ضروري لنمو الكائنات الحية المائية، القلوية المرتفعة قد تعيق بعض عمليات(PH) المعالجة، بينما القلوية المنخفضة تجعل المياه أكثر حامضية (Hassan,2019).

2.3.1.الخصائص الفيزيائية والنوعية للمياه Physical Characteristics and Quality of Water

تقاس هذه الخصائص بسهولة في عدة حالات وبعضها توصف مباشرة من قبل الأشخاص غير المختصين، اذ يتم تحديد الخصائص الفيزيائية للماء مثل (اللون، والطعم والرائحة، العكارة، الخ) بواسطة الحواس من البصر والشم والذوق، على سبيل المثال العكارة والمواد الصلبة العالقة بالنظر والطعم والرائحة، ومن هذه الخصائص التي تم قياسها في الدراسة ما يلي:

1.2.3.1.درجة الحرارة Temperature

درجة الحرارة تعتبر من العوامل البيئية الهامة التي تؤثر على جودة المياه وحياة الأحياء المائية. ارتفاع درجة الحرارة يمكن أن يقلل من تركيز الأوكسجين المذاب في الماء، مما يؤدي إلى تدهور جودة المياه وصحة الأحياء المائية. كما أن درجة الحرارة تؤثر على معدل التفاعلات الكيميائية في المياه، مثل تحليل المواد العضوية(Al-Saadi,2020).

2.2.3.1.المواد الصلبة العالقة الكلية Total suspended solids

تشمل المواد الصلبة العالقة الكلية جميع الجسيمات الصلبة غير الذائبة التي تبقى عالقة في عمود الماء، مثل الطين والغرين والمواد العضوية الدقيقة. ارتفاع مستويات المواد الصلبة العالقة يؤثر على نقاوة المياه وشفافيتها، ويُعد مؤشراً رئيسياً على التلوث البيئي. القيم المرتفعة من المواد الصلبة العالقة قد تؤدي إلى اختلال النظام البيئي المائي وتؤثر سلباً على الحياة المائية والاستخدامات البشرية. تُستخدم قياسات المواد الصلبة العالقة لتقييم جودة المياه ومدى ملاءمتها للاستهلاك البشري والأنشطة الزراعية والصناعية (Al-Maliki et al.,2021).

3.2.3.1.المواد الصلبة الذائبة الكلية Total Dissolved Solids

تشمل المواد الصلبة الذائبة الكلية جميع الأملاح غير العضوية وكمية قليلة من المواد العضوية الذائبة في الماء. ارتفاع المواد الصلبة الذائبة يؤثر على طعم المياه ويُعد مؤشرًا على ملوحتها، كما أن القيم العالية قد تؤثر سلبًا على صحة الإنسان والزراعة. تُستخدم TDS لتصنيف المياه حسب صلاحيتها للاستخدام البشري والزراعي(Al-Khateeb,2020).

4.2.3.1.الزيوت والدهون Oil & Grease

تمثل الزيوت والدهون مجموعة من المركبات العضوية التي تشمل الزيوت النباتية، الدهون الحيوانية، والزيوت الصناعية. وجودها في المياه يدل غالبًا على تلوث صناعي أو صرف صحي. ارتفاع تركيزها يؤثر سلبًا على البيئة المائية من خلال تقليل تركيز الأوكسجين المذاب وتشكيل طبقة على سطح الماء تمنع التبادل الغازي (Al-Mousawi,2021).

5.2.3.1.العكارة Turbidity

العكارة تُعبر عن كمية الجسيمات الدقيقة العالقة في الماء، مثل الطين، الغرين، المواد العضوية، الأحياء الدقيقة، وغيرها. تعد العكارة من المؤشرات المهمة لجودة المياه، لأنها تؤثر على تغلغل الضوء، وبالتالي على عملية التمثيل الضوئي للأحياء النباتية. كما أنها قد تشير إلى وجود ملوثات ميكروبية خطرة. قيم العكارة العالية قد تُعيق معالجة المياه وتزيد من تكلفة التنقية (Al-Shuwaili, 2022).

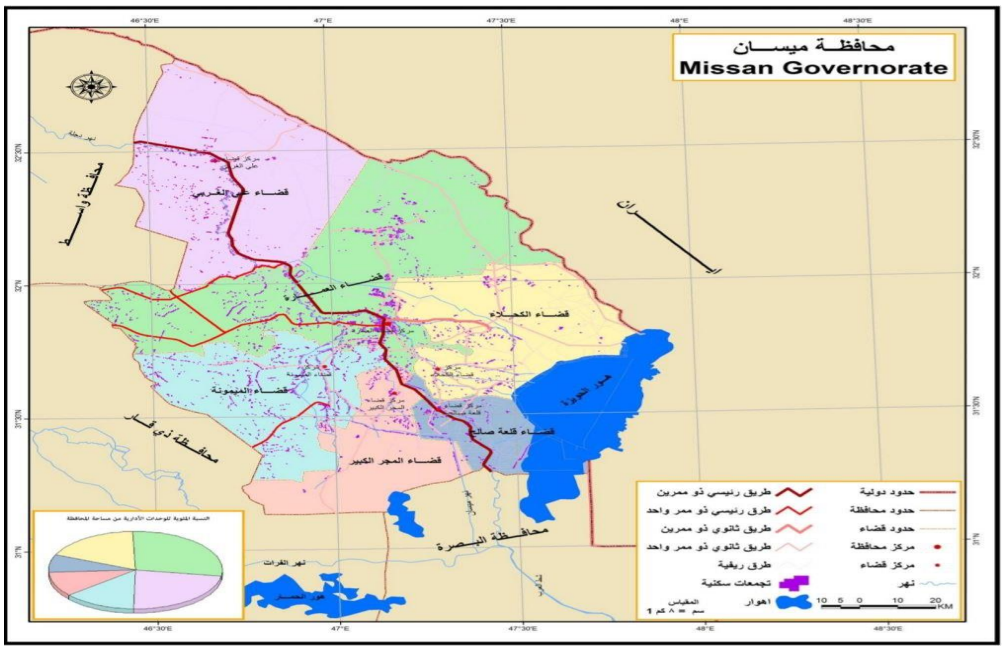
الفصل الثاني

المواد وطرائق العمل

2. المواد وطرائق العمل Materials and Methods

1.2. وصف منطقة الدراسة

أجريت هذه الدراسة لغرض معرفه التباين المكاني والتغير الموسمي في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر دجله في محافظة ميسان، تم اختيار تسعة مواقع من المحافظة على امتداد نهر دجله وهي من الشمال (علي الغربي، كميت، مركز المحافظة، المشرح، الميمونة، المجر الكبير، الكحلاء، قلعة صالح، العزير) كما موضح في الشكل رقم (1).



شكل (1) لمحافظة ميسان توضح مناطق الدراسة (Google picture)

2.2. جمع العينات

جمعت عينات المياه من المواقع التسعة المذكورة على موسمين، الشتوي للأشهر (كانون الثاني، شباط، اذار) والموسم الصيفي للأشهر (حزيران، تموز، اب) من العام 2024 بواقع (2 لتر) لكل عينة، جمعت عينات المياه في اوعيه بلاستيكية وحفظت في حاوية مبردة بعيدا عن الضوء وقدرت الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه العينات وفق الطريقة الموصوفة في (APHA,2017) وتم اجراء الفحوصات في مختبرات مديرية بيئة ميسان.

3.2. الفحوصات الفيزيائية والكيميائية Physical & Chemical Analysis

1.الاس الهيدروجيني pH

تم قياس الاس الهيدروجيني (pH) باستعمال جهاز قياس درجة الاس الهيدروجيني نوع (HANNA) مباشرة في الحقل بعد ان تم معايرته بالمحاليل القياسية.

2.درجة الحرارة Temperature

تم قياس درجة الحرارة للهواء والماء مباشرة في مواقع اخذ العينات وباستعمال المحرار الزئبقي المدرج من (0-100) درجة مئوية.

3.الاوكسجين المذاب Dissolved Oxygen (DO)

استعملت لذلك طريقة وينكلر Winkler(APHA,2003) وعبر عن النتائج بوحدات ملغم /لتر.

4.التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity

تم قياس التوصيلية الكهربائية بوساطة جهاز قياس التوصيلية الكهربائية نوع (HANNA) بعد معايرته بالمحاليل القياسية وعبر عن النتائج بالمايكروسيمنز/سم.

5.العسرة الكلية Total Hardness

قدرت العسرة الكلية بالتسحيح مع محلول (0.01) EDTA – 2 Naواستخدام Eriochrome Black T (EBT) كدليل وعبر عن النتائج بوحدات ملغم /لتر (Lind, 1979).

6.المواد الصلبة الذائبة الكلية Total dissolved solid (TDS)

تم قياس المواد الصلبة الذائبة الكلية مباشرة في الحقل باستعمال جهاز قياس المواد الصلبة الذائبة الكلية نوع (HANNA) بعد ان تم معايرته بالمحاليل القياسية وعبر عن النتائج بوحدات ملغم /لتر.

7.المواد الصلبة العالقة الكلية (T.S.S) Total suspended solid

تم قياس المواد الصلبة العالقة باتباع الطريقة الموضحة من قبل جمعية الصحة العامة الامريكية

(APHA ,2003) وذلك بترشيح 100 مل من العينة خلال ورقة ترشيح 0.45 مايكرومتر بعد ان تم وزنها بدقة (B) تم تجفف هذه الورقة في فرن درجة حرارته 10-105 مم لمدة 24 ساعة بعد ذلك تم وزنها (A) وعبر النتائج بوحدات ملغم/ لترمن خلال وزن الراسب الى حجم العينة.

8.قياس القلوية (Alkalinity)

ويتم قياسها بمعايرة العينة مع حمض الهيدروكلوريك HClحيث يضاف مؤشر ميثيل اورانج تعاير العينة بHCl حتى نقطة نهاية اللون وتحسب القلوية بوحدة mg/L.

9.قياس الزيوت والدهون (Oil and Grease)

يتم رج العينة مع الهكسان. يفصل الطور العضوي ويبخر ثم يوزن الراسب الدهني وتحسب النتيجة بوحدة mg/l.

10.العكارة (Turbidity)

تم قياس العكورة باستعمال جهاز قياس العكورة Turbidity meter بعد معايرته بالمحاليل القياسية لقياس العكورة وعبر عن النتائج Nephlometric turbidity unit (NTU).

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

3. النتائج والمناقشة

1.3. الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه

1.1.3. الاس الهيدروجيني pH

يلاحظ من نتائج الدراسة الحالية كما في جدول (1) وجدول (2) ان قيم الاس الهيدروجيني قد تراوحت بين (7.2) في محطة كميت و (8.43) في محطة الكحلاء وبمعدل عام قدره (7.57) خلال الموسم الشتوي، بينما تراوحت بين (7.2) في محطة قلعة صالح و (8) في محطة كميت وبمعدل عام قدره (7.54) وهذا المعدل يقع ضمن الحدود الطبيعة حسب منظمة الصحة العالمية (WHO, 2007) كما موضح في الجدول رقم (3).

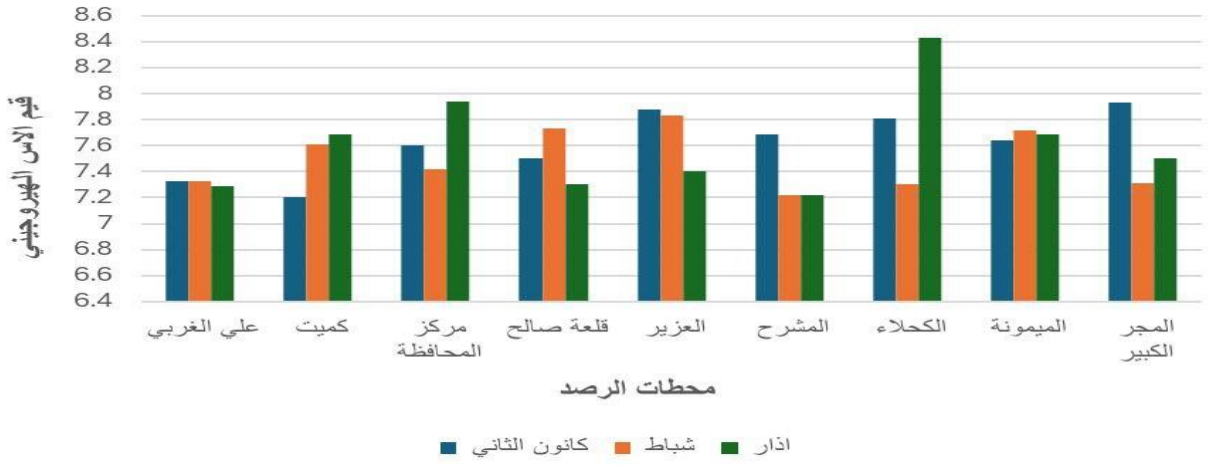
جدول (1) قيم ومعدل الخصائص الفيزيائية والكيميائية لموسم الشتاء

محطة الفحص / الخاصية	علي الغربي	كميت	مركز المحافظة	قلعة صالح	الغزير	المشرح	الكحلاء	الميمونة	المجر الكبير	الاشهر	المعدل الموسمي
pH	7.33	7.2	7.6	7.5	7.88	7.69	7.81	7.64	7.93	كانون الثاني	7.54
	7.33	7.61	7.42	7.73	7.83	7.22	7.3	7.72	7.31	شباط	
	7.29	7.69	7.94	7.3	7.4	7.22	8.43	7.69	7.5	آذار	
Temp	14.2	14.1	14	14	14.1	14.1	14	14	14	كانون الثاني	15.11
	15	14.8	14.22	14.8	14.9	15	15	15	15	شباط	
	16	16	16.2	16.2	16.3	16.8	16.9	17	16.5	آذار	
DO	3.22	3	2.88	2.21	2	3.67	2.93	2.1	4.97	كانون الثاني	4.62
	6.2	5.88	6.39	6.29	5.88	5.42	6.97	4.2	6	شباط	
	6.21	5.72	6.3	5.71	6.29	2.71	3.41	3.62	4.72	آذار	
TH	600	610	620	600	640	500	650	670	630	كانون الثاني	509.29
	480	450	490	500	530	550	535	600	520	شباط	
	328	332	340	340	368	620	400	500	348	آذار	
T.S.S	30	25	39	42	22	30	12	26	39	كانون الثاني	39.62
	76	34	15	19	29	52	59	21	36	شباط	
	62	58	67	50	47	46	40	35	59	آذار	
T.D.S	1234	1230	1260	1350	1272	1114	1388	1423	1298	كانون الثاني	1085.37
	1050	1088	1024	1114	1166	1224	1232	1206	1130	شباط	
	622	670	622	618	766	1496	876	1126	706	آذار	
E.C	2159	2162	2300	2428	2397	2168	2451	2330	2200	كانون الثاني	1889.37
	1753	1770	1797	1988	1973	2095	1987	2069	1892	شباط	
	1000	1129	1169	1155	1243	2497	1562	2100	1239	آذار	
ALK	200	197	200	200	200	180	200	200	210	كانون الثاني	183.03
	190	180	175	200	200	200	200	200	200	شباط	
	130	150	145	170	135	200	160	180	140	آذار	
O&G	0.88	0.92	1	1.25	0.88	0.66	1.8	1.5	0.97	كانون الثاني	1.03
	1.2	1.1	1	0.69	0.92	1.2	1.1	0.92	1.3	شباط	
	0.73	0.88	0.96	0.53	0.97	1.5	1.2	1	1	آذار	
TUR	20	17	22	27	16	17	9	19	23	كانون الثاني	32.81
	42	36	25	30	47	40	48	37	38	شباط	
	47	45	59	42	40	36	32	27	45	آذار	

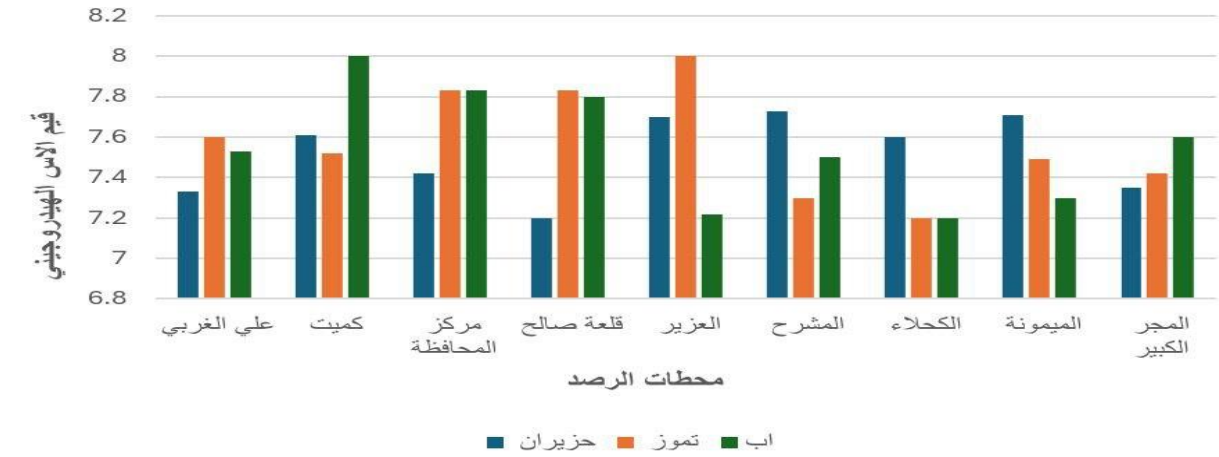
جدول (2) قيم ومعدل الخصائص الفيزيائية والكيميائية لموسم الصيف

محطة الفحص / الخاصية	علي الغربي	كميت	مركز المحافظة	قلعة صالح	العزير	المشرح	الكحلاء	الميمونة	المجر الكبير	الاشهر	المعدل الموسمي
pH	7.33	7.61	7.42	7.2	7.7	7.73	7.6	7.71	7.35	حزيران	7.54
	7.6	7.52	7.83	7.83	8	7.3	7.2	7.49	7.42	تموز	
	7.53	8	7.83	7.8	7.22	7.5	7.2	7.3	7.6	اب	
Temp	32.2	33	32	32	33	33	33	33	32	حزيران	34.78
	34	34	34	36	36	36	36	36	35	تموز	
	36	36	36	36	37	37	37	37	37	اب	
DO	4.29	4.7	5.25	5.6	4.71	4.6	3.51	4.69	3.92	حزيران	4.31
	6.69	5.88	4.82	4.29	3.92	4.69	5.62	2.93	4.15	تموز	
	3.8	3.4	4.76	3.92	4.33	3	3.2	2.91	2.97	اب	
TH	450	460	460	480	520	625	435	575	590	حزيران	495.92
	400	410	445	530	550	535	500	600	545	تموز	
	415	435	450	450	525	575	580	450	400	اب	
T.S.S	69	47	39	47	59	57	69	37	60	حزيران	66.77
	60	58	60	52	47	47	60	30	49	تموز	
	115	125	130	130	62	75	89	30	100	اب	
T.D.S	925	963	973	1073	1161	1470	1069	1122	1239	حزيران	1101.29
	782	800	976	1261	1279	1150	1000	1458	1160	تموز	
	1018	1032	1036	1018	1198	1260	1200	1056	1056	اب	
E.C	1739	1772	1812	1971	2000	2561	1979	1830	2100	حزيران	1996.92
	1364	1386	1638	2393	2380	2117	2000	2413	2281	تموز	
	2013	2000	2011	2033	2170	2100	1937	2000	1917	اب	
ALK	125	130	140	180	200	220	185	200	210	حزيران	177.4
	160	170	180	200	200	200	175	210	190	تموز	
	125	135	140	160	200	200	200	175	180	اب	
O&G	0.69	0.72	0.89	0.92	0.8	0.91	0.72	0.83	0.88	حزيران	1.2
	2	2.2	2.4	1.5	1.7	1.53	1.4	1.33	1.85	تموز	
	1.31	1.2	1.1	0.88	0.89	1.21	1.1	0.73	0.97	اب	
TUR	42	36	25	33	37	37	30	25	42	حزيران	49.7
	45	48	52	35	40	35	45	21	39	تموز	
	75	105	107	97	46	68	70	22	85	اب	

ويلاحظ ان هناك تغيرا طفيفا في معدل قيم الاس الهيدروجيني pHخلال موسم الشتاء عنها في موسم الصيف وقد يؤدي ذلك الى غسل العناصر القاعدية من التربة باتجاه الأنهار ومن ثم ارتفاع قيمة الاس الهيدروجيني pH(Al-Hamdani,2021)، وهذه التغيرات في قيم حpH يمكن ان يوضحها الشكلين (1, 2) خلال موسمي الدراسة.



شكل (1) قيم لاس الهيدروجيني خلال موسم الشتاء



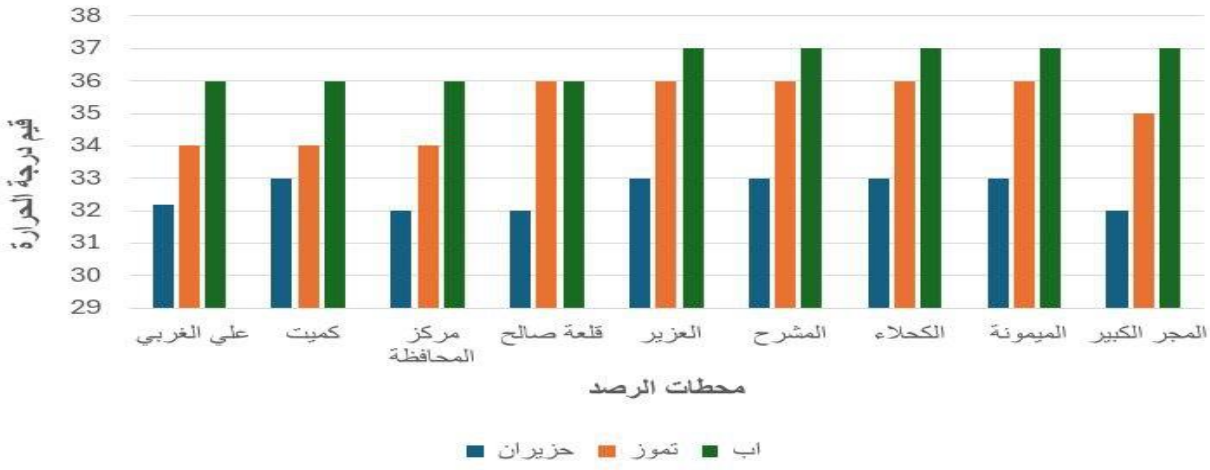
شكل (2) قيم الاس الهيدروجيني خلال موسم الشتاء

2.1.3. درجة الحرارة Temperature

يوضح الجدول (1) والجدول (2) ان قيم درجة الحرارة قد تراوحت بين (14-17) م° وبمعدل عام قدره (15.11) م° خلال الموسم الشتوي، بينما تراوحت بين (32-37) م° وبمعدل عام قدره (34.78) م° خلال الموسم الصيفي، معدل درجة الحرارة في فصل الشتاء يقع ضمن لحدود الطبيعية بينما في فصل الصيف يكون اعلى من الحدود الطبيعية لمنظمة الصحة العالمية (WHO,2007) كما موضح في الجدول (3).

ويرجع هذا الارتفاع في قيم درجة الحرارة خلال الموسم الصيفي الى طبيعة مناخ العراق (حار جاف صيفيا بارد ممطر شتاءً) إضافة الى التغيرات المناخية وموقع العراق الجغرافي هي عوامل ساهمت في ارتفاع درجات الحرارة (منظمة الأرصاد العالمية،2022). كما يوضح الشكلين (3,4) الاختلاف في درجات الحرارة خلال موسمي الدراسة.

شكل (3) قيم درجة الحرارة خلال موسم الشتاء

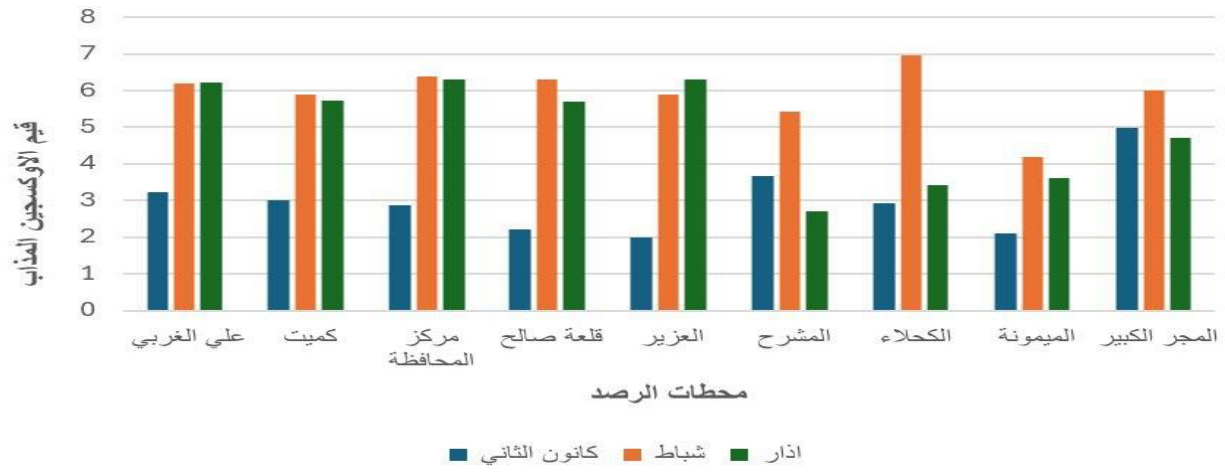


شكل (4) قيم درجة الحرارة خلال موسم الصيف

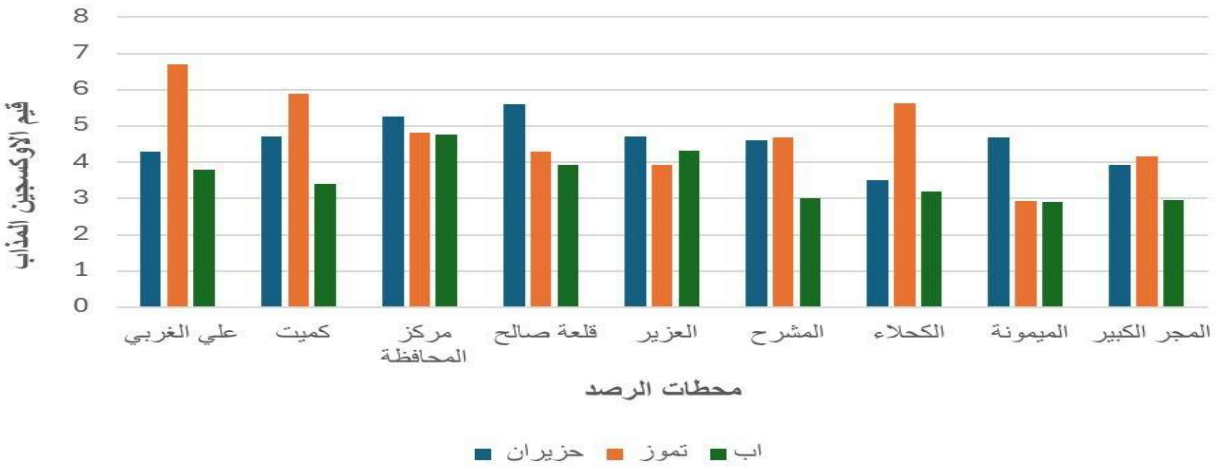
3.1.3. الاوكسجين المذاب Dissolved Oxygen (DO)

توضح النتائج في جدول (1) وجدول (2) ان قيم الاوكسجين المذاب قد تراوحت خلال موسم الشتاء بين (2-6.97) ملغم/لتر حيث كانت أدني قيمة في محط العزير (2) ملغم/لتر واعلاها (6.97) ملغم/لتر في محطة الكحلاء وبمعدل عام (4.62) ملغم/لتر، بينما تراوحت خلال الموسم الصيفي بين (2.91) ملغم/لتر في محطة الميمونة و (6.69) ملغم/لتر في محطة علي الغربي وبمعدل عام قدره (4.31) ملغم/لتر، وهذا المعدل في قيمة الاوكسجين المذاب يكون اقل من الحدود الطبيعية لمنظمة الصحة العالمية (WHO,2007) كما في الجدول رقم (3).

ويرجع سبب ارتفاع قيم DO خلال موسم الشتاء الى تساقط الامطار وارتفاع مستوى المياه في الأنهار وتنقية المياه من الملوثات وبالتالي زيادة تركيز الاوكسجين المذاب في المياه (الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية, 2024). كما يوضح الشكلين (6,5) الاختلاف في قيمة DO خلال موسمي الدراسة.



شكل (5) قيم الاوكسجين المذاب خلال موسم الشتاء

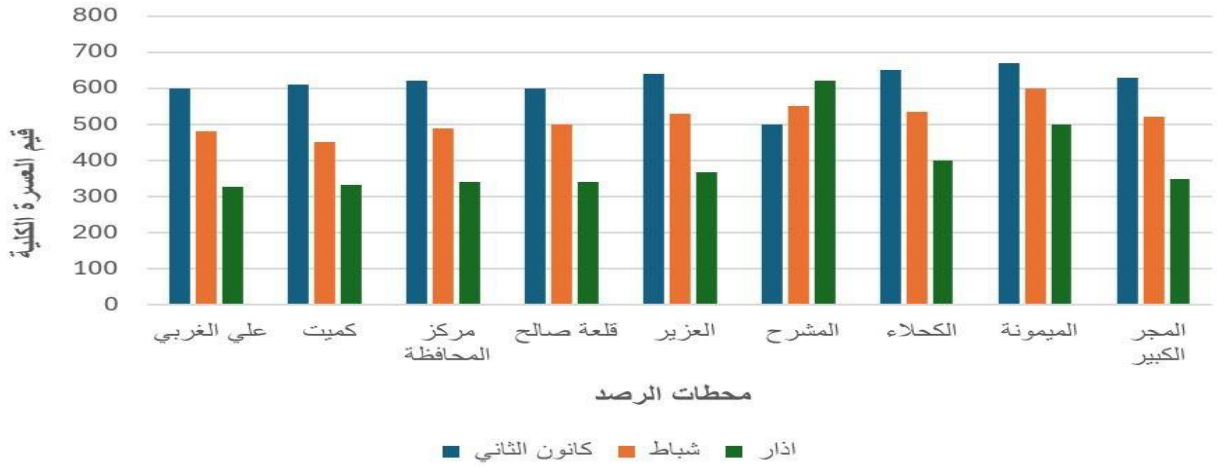


شكل (6) قيم الاوكسجين المذاب خلال موسم الصيف

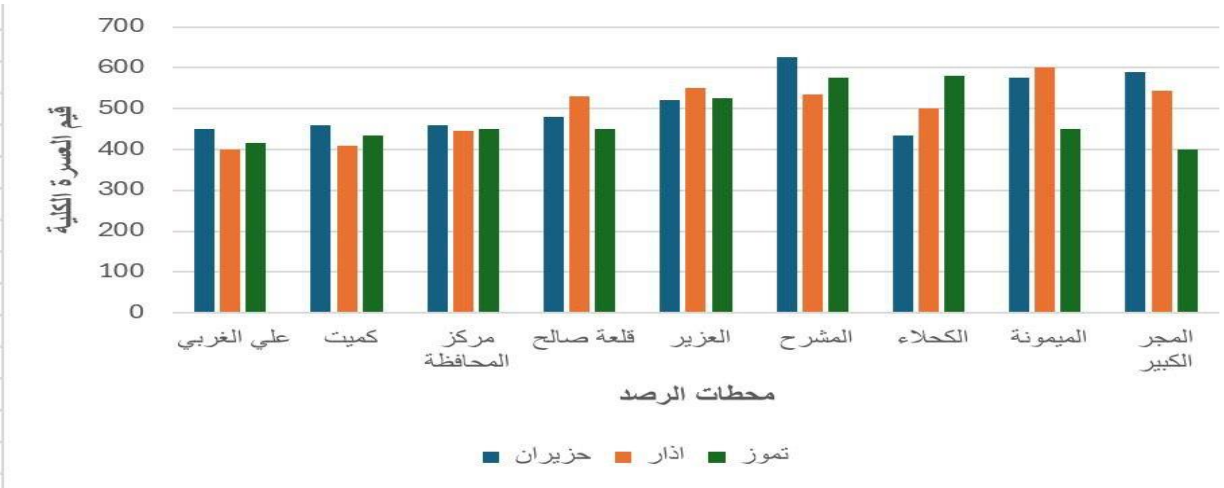
4.1.3. العسرة الكلية Total Hardness (T.H)

توضح النتائج في الجدول (1) وجدول (2) ان قيم العسرة الكلية تراوحت بين (328) ملغم/لتر في محطة علي الغربي و (670) ملغم/لتر في محطة الميمونة وبمعدل قدره (509.29) ملغم/لتر بينما تراوحت بين (400) ملغم/لتر في محطة علي الغربي و(625) ملغم/لتر في محطة المشرح وبمعدل قدره (459.92) وهذا المعدل اعلى من الحدود الطبيعية لمنظمة الصحة العالمية (WHO,2007) كما موضح في الجدول رقم (3).

ويرجع سبب ارتفاع قيم العسرة الكلية خلال موسم الصيف الى انخفاض معدل الامطار الساقطة مما يزيد من تركيز الاملاح الذائبة، او بسبب الاستخدام المفرط للأسمدة الكيميائية للمناطق الزراعية المجاورة لمحطات الدراسة (برنامج الأمم المتحدة للبيئة, 2023). كما يوضح الشكلين (8,7) الاختلاف في قيم العسرة الكلية بين موسمي الدراسة.



شكل (7) قيم العسرة الكلية خلال موسم الشتاء

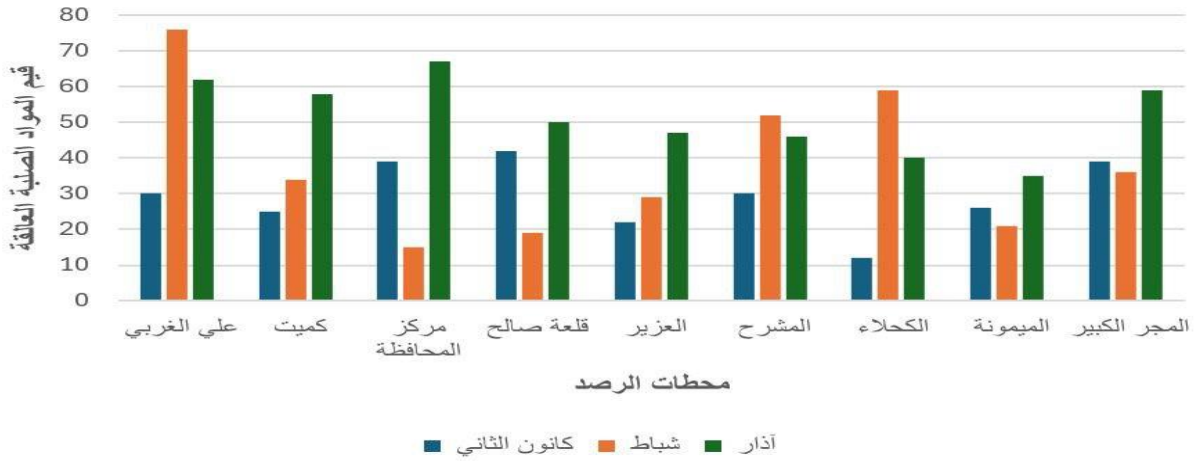


شكل (8) قيم العسرة الكلية خلال موسم الصيف

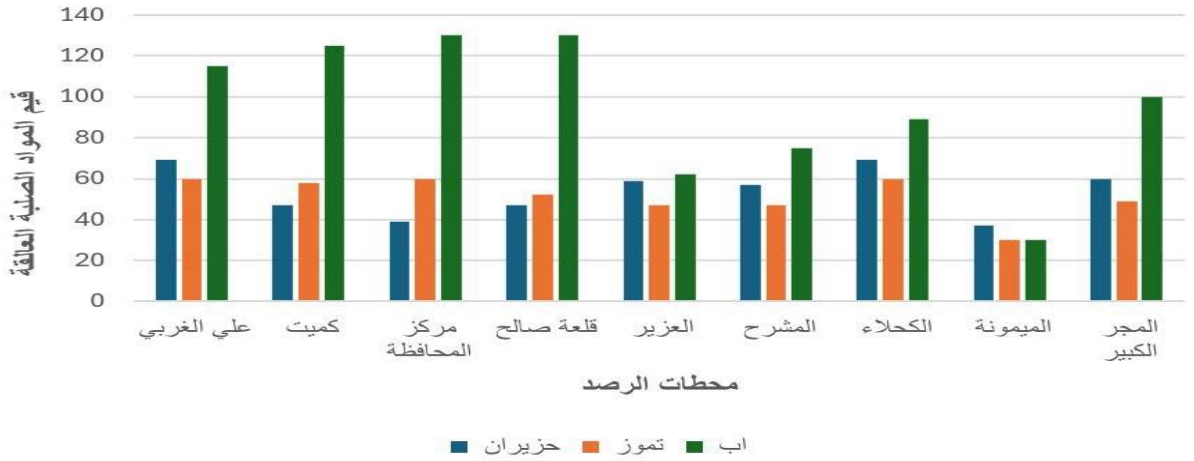
5.1.3. المواد الصلبة العالقة الكلية Total suspended solids (TSS)

توضح النتائج في الجدول (1) و (2) ان قيم المواد الصلبة العالقة الكلية تراوحت بين (12-76) ملغم/لتر وبمعدل عام (39.62) ملغم/لتر خلال موسم الشتاء وبين (30-130) وبمعدل (66.77) ملغم/لتر خلال موسم الصيف، وهذا المعدل في قيمة المواد الصلبة العالقة اعلى من الحدود الطبيعة لمنظمة الصحة العالمية (WHO,2007) كما موضح في جدول (3).

ويمكن ان يعزى الارتفاع في قيم المواد الصلبة العالقة الكلية خلال موسم الصيف الى انخفاض في نسب المياه نتيجة قلة الامطار وزيادة معدلات التبخر بسبب ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف مما يؤدي الى زيادة تحلل المواد العضوية وبالتالي زيادة تركيز المواد الصلبة العالقة في المياه (العبيدي، خ.، والربيعي، ع.2021). يوضح الشكلين (10,9) الاختلاف في معدل قيم المواد الصلبة العالقة الكلية خلال موسمي الدراسة.



شكل (9) قيم المواد الصلبة العالقة خلال موسم الشتاء

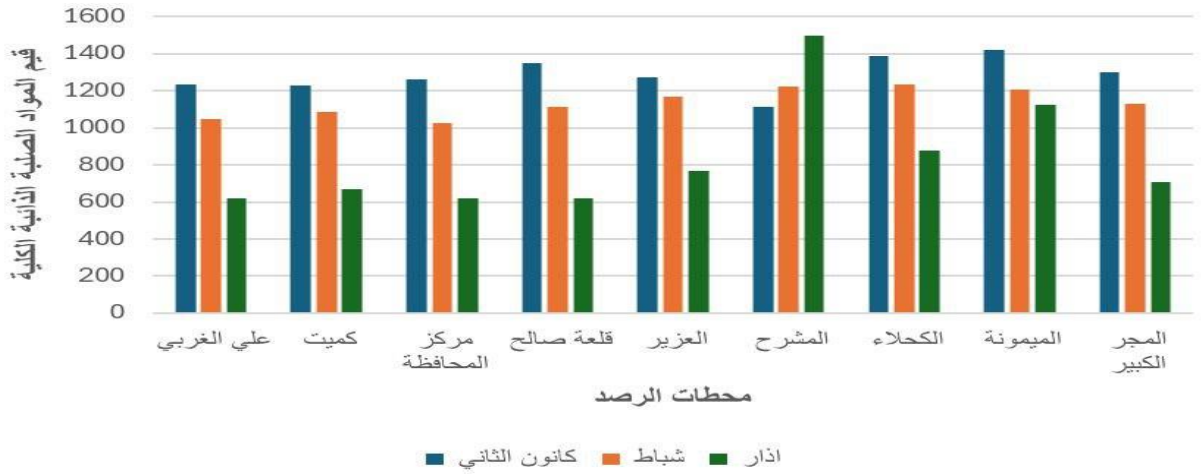


شكل (10) قيم المواد الصلبة العالقة خلال موسم الشتاء

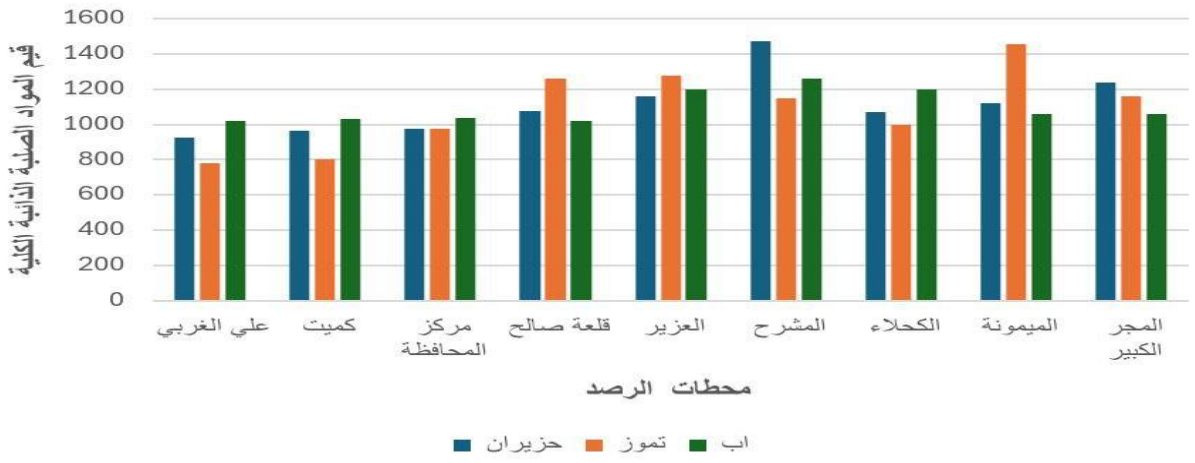
6.1.3. المواد الصلبة الذائبة الكلية Total Dissolved salt (TDS)

كما يظهر في جدول (1) وجدول (2) تراوحت قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية بين (618-1496) ملغم/لتر وبمعدل عام قدره (1085.37) ملغم/لتر خلال موسم الشتاء، بينما تراوحت القيم خلال موسم الصيف بين (782-1470) ملغم/لتر وبمعدل قدره (1101.29) ملغم/لتر، وهذا المعدل في قيم المواد الصلبة الذائبة اعلى من الحدود الطبيعة لمنظمة الصحة العالمية (WHO,2007) كما موضح في جدول (3).

ويرجع السبب في ارتفاع معدل قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية خلال موسم الصيف بالمقارنة مع موسم الشتاء الى ارتفاع معدلات درجات الحرارة خلال الصيف مما يؤدي الى زيادة معدل التبخر وبالتالي زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية، وكذلك قرب محطات الدراسة من الأراضي الزراعية واستخدام الأسمدة والمبيدات بالإضافة الى طبيعة التربة الملحية في جنوب العراق هي عوامل جميعها تؤدي الى زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية (وزارة الموارد المائية العراقية, 2024). يوضح الشكلين (12,11) الاختلاف في قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية خلال موسمي الدراسة.



شكل (11) قيم المواد الصلبة الذائبة خلال موسم الشتاء

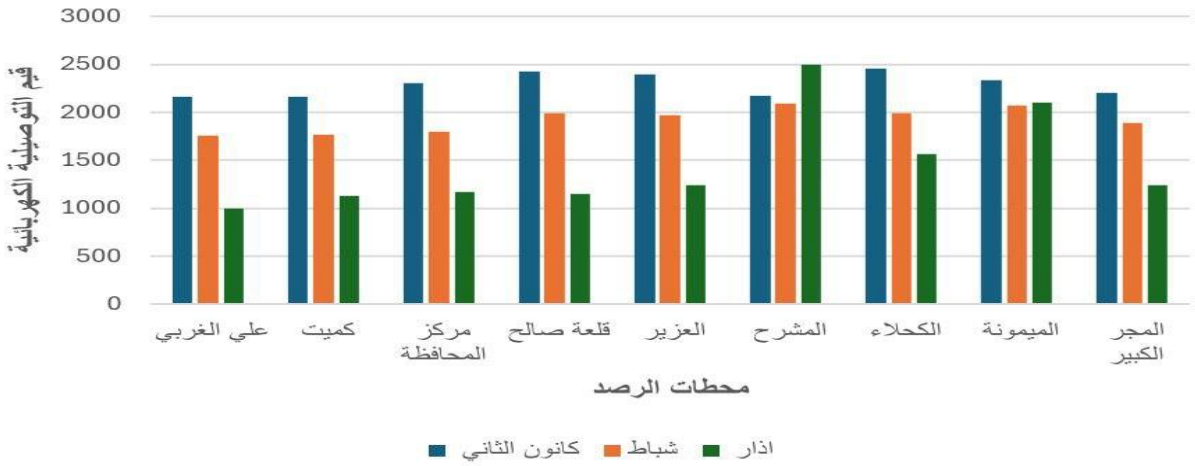


شكل (12) قيم المواد الصلبة الذائبة في فصل الصيف

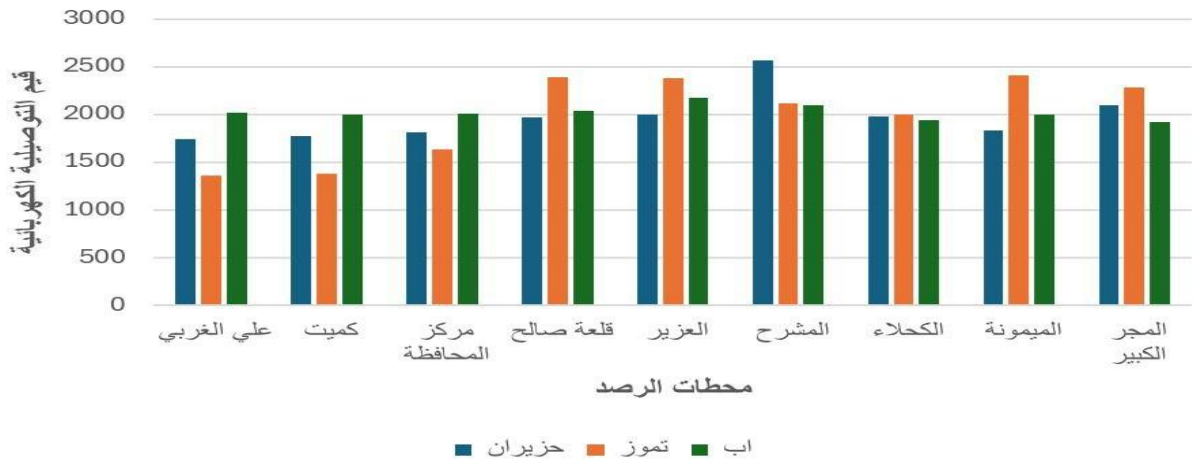
7.1.3. التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity (E.C)

يوضح الجدول (1) والجدول (2) التباين في قيمة التوصيلية الكهربائية بين موسمي الدراسة حيث تراوحت القيم بين (1000-2497) مايكروسيمنز/سم وبمعدل (1889.36) مايكروسيمنز/سم في موسم الشتاء، بينما تراوحت خلال موسم الصيف بين (1364-2561) مايكروسيمنز/سم وبمعدل عام (1996.92) مايكروسيمنز/سم، وهذا المعدل في قيم التوصيلية الكهربائية يكون اعلى من الحدود الطبيعية لمنظمة الصحة العالمية (WHO,2007) كما في موضح في الجدول رقم (3).

ويرجع السبب في ارتفاع معدل قيم التوصيلية التوصيلة الكهربائية خلال موسم الصيف مقارنة بموسم الشتاء الى ارتفاع معدلات درجات الحرارة وزيادة التبخر وبالتالي زيادة تركيز الاملاح وهذا واضح من خلال ارتفاع قيم الاملاح الذائبة الكلية (TDS) (Chapman,D,& Kimstach,V.1996). كما يوضح الشكلين (14,13) الاختلاف في قيم التوصيلي الكهربائية بين موسمي الدراسة.



شكل (13) قيم التوصيلية الكهربائية خلال موسم الشتاء



شكل (14) قيم التوصيلية الكهربائية خلال موسم الصيف

8.1.3. القلوية Alkalinity

كما موضح في الجدول (1) والجدول (2) ان قيم القلوية تراوحت بين (130-210) ملغم/لتر وبمعدل قدره (183.04) ملغم/لتر خلال موسم الشتاء، اما في موسم الصيف تراوحت القيم بين (125-220) ملغم/لتر وبمعدل (177.4) ملغم/لتر، وهذا المعدل في قيم القلوية يكون ضمن الحدود الطبيعية لمنظمة الصحة العالمية (WHO,2007) كما موضح في الجدول (3).

ويرجع سبب ارتفاع معدل قيم القلوية في موسم الشتاء مقارنة مع موسم الصيف الى زيادة منسوب المياه بسبب الامطار السقاطة وبالتالي غسل الاملاح القلوية الى مياه الأنهار من الترب المجاورة لمحطات الدراسة وخاصة ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم (Al-Mamouri,S.A. et al.2017). ويوضح الشكلين (16,15) الاختلاف في قيم القلوية بين موسمي الدراسة.

شكل (15) قيم القلوية خلال موسم الشتاء

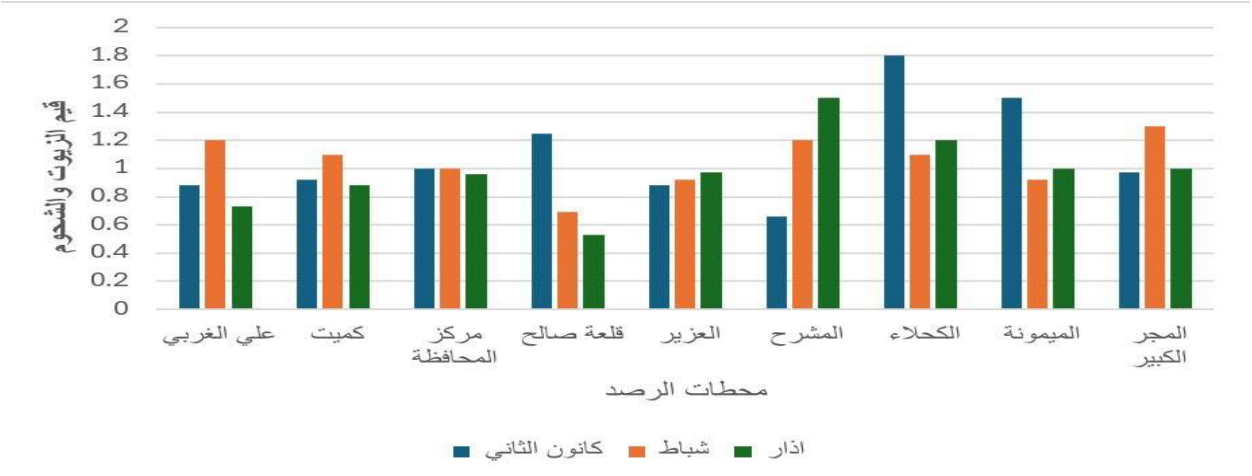
شكل (16) قيم القلوية خلال موسم الصيف

9.1.3. تركيز الزيوت والشحوم (O&G)

نلاحظ من جدول (1) وجدول (2) تراوحت قيم الزيوت والشحوم لموسم الشتاء بين (0.53-1.8) ملغم/لتر وبمعدل (1.03) ملغم/لتر في حين تراوحت بين (0.69-2.4) ملغم/لتر وبمعدل (1.2) ملغم/لتر لموسم الصيف، وهذا المعدل في قيم الزيوت والشحوم يقع ضمن الحدود الطبيعية لمنظمة الصحة العالمية كما موضح في الجدول (3).

ويرجع السبب في ارتفاع معدلات تركيز الزيوت والشحوم خلال فصل الصيف الى ارتفاع معدلات درجات الحرارة واستخدام المعدات والآلات الزراعية ومضخات الري والتي تعمل جميعها بزيت الغاز والذي يمكن ان يصل الى المياه وبالتالي تلوثها، في حين نلاحظ انخفاض تراكيزها خلال موسم الشتاء بسبب زيادة معدلات الامطار وبالتالي زيادة معدلات الغسل والتخفيف لهذه الملوثات من مياه الأنهار القريبة من محطات الدراسة الحالية (Al-Hamdani,A.et al. 2021). كما يوضح الشكلين (18,17) الاختلافات بين معدلات الزيوت والشحوم خلال موسمي الدراسة.

شكل (17) قيم الزيوت والشحوم خلال موسم الشتاء

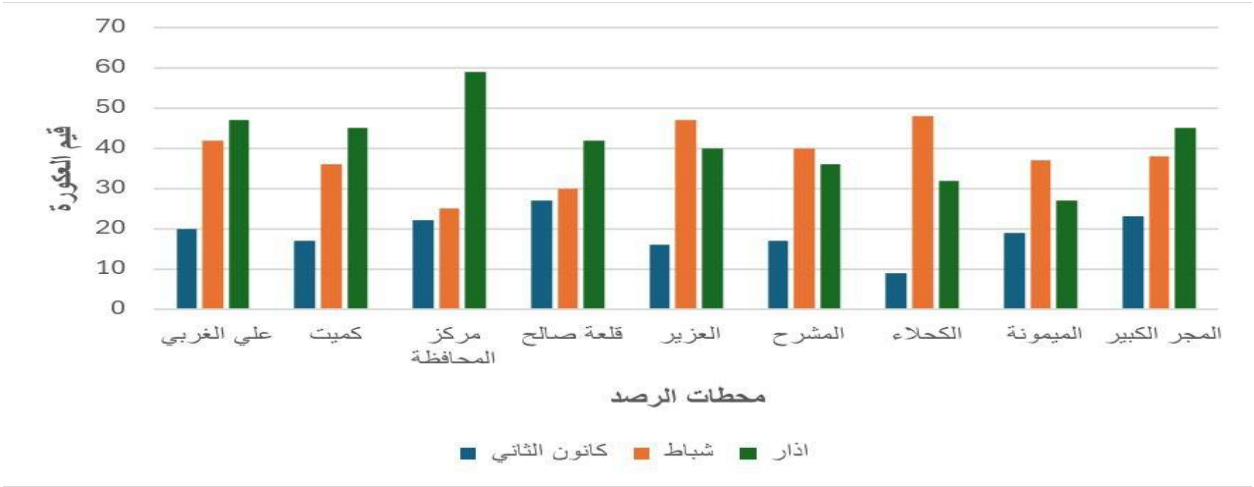


شكل (18) قيم الزيوت والشحوم خلال موسم الصيف

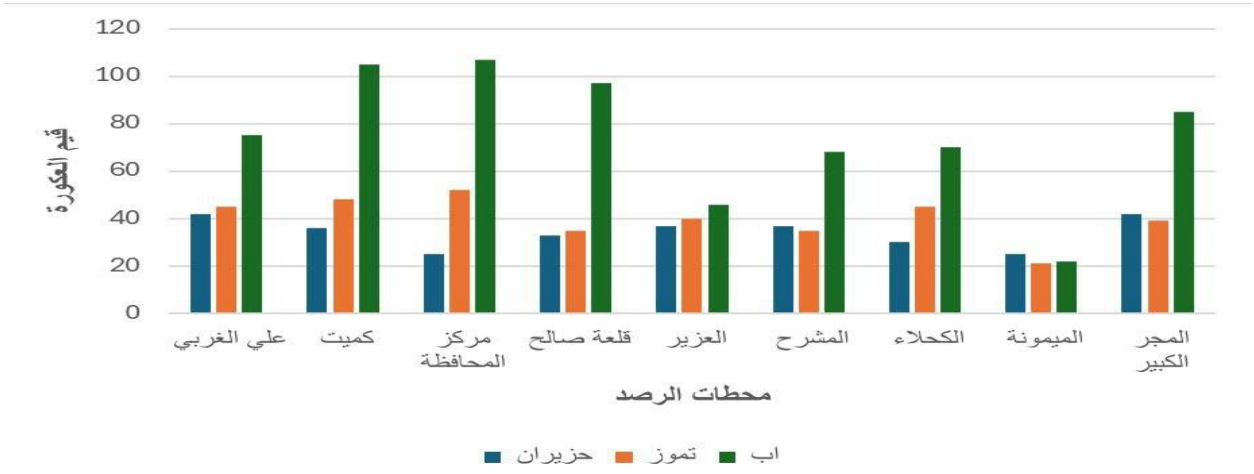
10.1.3. العكارة Turbidity

تراوحت قيم العكارة في محطات الدراسة كما في الجدول (1) والجدول (2) بين (9-59) NTu وبمعدل (32.81) NTu لموسم الشتاء وبين (21-107) NTu وبمعدل (49.7) NTu لموسم الصيف، وهذا المعدل في قيم العكارة يكون اعلى من الحدود الطبيعية لمنظمة الصحة العالمية (WHO,2007) كما موضح في الجدول رقم (3).

ويرجع سبب ارتفاع معدلات العكارة لموسم الصيف مقارنة بموسم الشتاء الى ارتفاع درجات الحرارة خلال الصيف وبالتالي زيادة معدل التبخر ومن ثم ارتفاع تركيز الاملاح والمواد الصلبة العالقة في الماء وهذا ما أشار اليه (Hassan,K. et al. 2021)، كذلك تصريف بقايا الأسمدة والمبيدات في الترب الزراعية الى النهر الذي بدوره يزيد من قيم العكارة فضلا عن زيادة سرعة تحلل المواد العضوية خلال موسم الصيف وتحرر المواد منها (Al-Zubaidy,Z.K, & Al-Taee,A.M. 2022). يوضح الشكلين (20,19) الاختلاف بين قيم العكارة خلال موسمي الدراسة.



شكل (19) قيم العكارة خلال موسم الشتاء



شكل (20) قيم العكارة خلال موسم الصيف

الاستنتاجات: -

-توجد مؤشرات على تدهور نوعية المياه في بعض المحطات خصوصا خلال موسم الصيف.
-العسرة الكلية، المواد الصلبة العالقة والذائبة، التوصيلية الكهربائية والعكارة تظهر تجاوزات للمعايير الطبيعية.
-القيم المرتفعة قد تؤثر على صلاحية المياه للاستخدام البشري والزراعي.

التوصيات: -

1. تعزيز الرقابة المستمرة على جودة المياه في مختلف المحطات.
2. نشر التوعية حول تأثير الأنشطة الزراعية واستخدام المبيدات على تلوث المياه.
3. تبني استراتيجيات للحد من تلوث المياه مثل انشاء محطات معالجة صغيرة قريبة من مصادر التلوث.
4. دراسة التأثيرات الموسمية بدقة أكبر وتوسيع فترات الرصد.

جدول رقم (3) الحدود الطبيعية للخصائص الفيزيائية والكيميائية حسب منظمة الصحة العالمية 2007

الخاصية	القيم المقاسة (شتاء)	القيم المقاسة (صيف)	القيم حسب منظمة الصحة العالمية 2007
الأس الهيدروجيني (pH)	8.43 - 7.2 (معدل 7.57)	8 - 7.2 (معدل 7.54)	8.5 – 6.5
درجة الحرارة (C°)	17 - 14 (معدل 15.11)	37 - 32 (معدل 34.78)	25 – 15
الأوكسجين المذاب (DO) (ملغم/لتر)	6.97 - 2 (معدل 4.62)	6.69 - 2.91 (معدل 4.31)	5 ≤
العسرة الكلية (T.H) (ملغم/لتر)	670 - 328 (معدل 509.29)	625 - 400 (معدل 459.92)	200 – 80
المواد الصلبة العالقة (TSS) (ملغم/لتر)	76 - 12 (معدل 39.62)	130 - 30 (معدل 66.77)	25 ≥
المواد الصلبة الذائبة (TDS) (ملغم/لتر)	1496 - 618 (معدل 1085.37)	1470 - 782 (معدل 1101.29)	1000 ≥
التوصيلية الكهربائية (E.C) (µS/cm)	2497 - 1000 (معدل 1889.36)	2561 - 1364 (معدل 1996.92)	1500 – 500
القلوية (ملغم/لتر)	210 - 130 (معدل 183.04)	220 - 125 (معدل 177.4)	200 – 20
تركيز الزيوت والشحوم (O&G) (ملغم/لتر)	1.8 - 0.53 (معدل 1.03)	2.4 - 0.69 (معدل 1.2)	0.1 ≥
العكارة (Turbidity) (NTU)	59 - 9 (معدل 32.81)	107 - 21 (معدل 49.7)	5 ≥

المصادر

- الجميلي، كريم خلف، مهدي، محمود صالح ومحمد، زينب بهاء (2013). الملوحة والمياه. مؤتمر أصالح التعليم العالي في العراق، أيار، بغداد – العراق.

- الجنايني، محمد عبد الرحمن، الفتياني، فاروق (1986). الهيدرولوجيا ومبادئ هندسة الري، ط2، دار الراتب الجامعية، بيروت- لبنان.

- الحسن، شكري إبراهيم والصمعاني، جاسم جبار (2015). تقييم جودة مياه الشرب المزالة الأملاح بتقنية (.R.O) في مدينة البصرة باعتماد مؤشر الملوحة. مجلة دراسات البصرة مجلد (12) 9:152-164.

- الزرفي، صادق كاظم لفته (2009). تأثير المياه الثقيلة على بعض الصفات الكيمياوية والبكتريولوجية لمياه نهر الكوفة. مجلة القادسية، 14 (1): 49 – 105. العراق.

- السعدي، احمد جوده نصار (2013). التنوع الاحيائي للنواعم وبعض العوامل البيئية المؤثرة عليه في نهر الفرات وسط العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم. جامعة بابل.

- السعدي، حسين علي (2006). اساسيات علم البيئة والتلوث. ط2، دار اليازوري. عمان-الاردن.

- السعدي، حسين علي، الدهام، نجم قمر والحصان، ليث عبد الجليل. (1986). علم البيئة المائية. ط2، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة البصرة. العراق.

- العبيدي، خ.، والربيعي، ع. (2021). تقييم جودة مياه نهر دجلة في جنوب العراق. مجلة علوم البيئة العراقية، 15(3): 45–60.

- الغانمي، حسين علاوي حسين (2011). استخدام النباتات المائية أدلة حياتية على التلوث بالعناصر الثقيلة في نهر الفرات – العراق. رسالة ماجستير. كلية العلوم – جامعة بابل. العراق.

- الفتياني، فاروق (1986). الهيدرولوجيا ومبادئ هندسة الري، ط2، دار الراتب الجامعية، بيروت- لبنان.

- القصير، محمد كاظم خوين (2011). دراسة التأثير البيئي لتصريف مشروع معالجة مياه الصرف الصحي على نوعية مياه نهر الديوانية – العراق. رسالة ماجستير. قسم علوم الحياة. كلية العلوم. جامعة الديوانية. العراق.

- المثناني، عبد السالم محمد، والسلمان، ابراهيم مهدي عزوز (2009). النظم البيئية، ط2، النظام البيئي المائي، إصدارات جامعة سبها، سبها- ليبيا.

- المعموري، شيماء عبيس حسين (2017). تقييم كفاءة محطة تصفية مياه الشرب في مجمع حي الحسين/قضاء الحمزة الغربي. مجلة جامعة بابل للعلوم الصرفة والتطبيقية. المجلد (25)6.

- الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية. (2024). تقارير حول مناخ ميسان.

- الوتار، مي طه (2009). دراسة بيئية وتصنيفية للجنس Potamogeton. L في نهر دجلة المار بمحافظة نينوى. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة الموصل – العراق ص442.

- اودم، اي بي (1990). اسس علم البيئة. ط2، ترجمة محمد عمار الراوي وأكرم خير الدين الخياط. جامعة بغداد، العراق.

- برنامج الأمم المتحدة للبيئة،(UNEP) (2023). تقرير عن التلوث المائي في العراق.

- حمد، ابتسام ونظام، عدنان أحمد علي (2008). بيئة الاحياء الدقيقة – الجزء النظري، ط2، منشورات جامعة دمشق، سوريا.242 ص.

- حمد، عقيل عباس والسلمان، ابراهيم مهدي عزوز (2013). دراسة لمنولوجية لبعض الخصائص الفيزيوكيميائية لمياه جدول بني حسن وعلاقاتها مع مستوى التلوث البكتيري، المؤتمر الدولي الخامس للعلوم البيئية- جامعة بابل – مركز بحوث البيئة 3-1 كانون الأول.

- سلمان، جاسم محمد (2006). دراسة بيئية للتلوث المحتمل في نهر الفرات بين سدة الهندية ومدينة الكوفة – العراق. اطروحة دكتوراه. كلية العلوم- جامعة بابل. العراق.

- سليمان، مصطفى، السلمان، ابراهيم مهدي، والسعيدي، محمد علي (2009). تقييم بعض الخواص الفيزيوكيميائية والحيوية لمياه بحيرات مشروع حميرة الزراعي – ليبيا، المؤتمر الدولي الاول للتنوع الحيوي،26-28 تشرين الثاني، جامعة سبها – ليبيا.

- صبري، انمار وهبي؛ يونس، محمد حسن وسلطان، حسن هندي (2001). التلوث البكتيري في نهر الفرات. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، 4 (1): 30 – 42.

- علكم، فؤاد منحر (2002). تركيز بعض العناصر النزرة في مياه ونباتات نهر الديوانية/ العراق. مجلة القادسية، 7(4):190-197. العراق.

- علكم، فؤاد منحر والناشي، ناصر حسين (2012). تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية على تنوع الطحالب القاعية في مبزل الفرات الشرقي (الحفار) في الديوانية- العراق، المؤتمر البيئي الرابع،1-6 كانون الأول، جامعة بابل- العراق.

- عليبي، سناء ومحمدي، سميحة وحسن، وفاء وبن منصور، الهادي (202). دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتيرية لمياه شاطئ البحر برجيش في مدينة المهديّة-تونس .المجلة العربية للبحث العلمي. المجلد (2)9.

- قداح، نعيم (2001). الادارة السليمة لموارد المياه. مجلة القافلة تصدرها آرامكو السعودية، المجلد 50: 33-39. المملكة العربية السعودية.

- محمود، بشار عبد العزيز، (2010). دراسة بعض مصادر التلوث البيئي في مياه نهر الفرات بين مدينتي هيت والرمادي، المجلة العراقية لدراسات الصحراء (2) 2: 131 – 142. العراق.

- مشكور، سامي كاظم (2002). تأثير المياه الثقيلة والصناعة لمدينة السماوة على تلوث مياه نهر الفرات. مجلة القادسية، 7(2): 29-40. العراق.

- مطلوب، طالب هاشم (2012). تقييم بعض المؤشرات البيئية والبكتيرية لنهر (بني حسن) واحد فروعه/كربلاء-العراق. مجلة جامعة كربلاء (10)1: 151-136. العراق.

- منظمة الأرصاد العالمية. (2022). تقرير المناخ العالمي 2022.

- مولود، بهرام خضر؛ السعدي، حسين علي والأعظمي، حسين احمد شريف (1990). البيئة والتلوث العملي. ط2، جامعة بغداد. العراق.

- وزارة الموارد المائية العراقية. (2024). تقارير رصد جودة المياه لعام 2024.

Reference

- Abowei, J. F. N., Davies, O. A., & Eli, A. (2010). Physico-chemistry, morphology and abundance of fin fish of Nkoro River, Niger Delta, Nigeria. International Journal of Pharma and Bio Sciences, 6(2).

- Addy, K., Green, L., & Herron, E. (2004). pH and Alkalinity. URI Watershed Watch, 3, 1-4.

- Al-Ansari, N. (2013). Management of water resources in Iraq: Perspectives and prognoses. Engineering, 5(8), 667-684. https://doi.org/10.4236/eng.2013.58080

- Al-Asadi, S. A. R. (2016). A study of pH values in the Shatt Al-Arab River (Southern Iraq). International Journal of Marine Science, 7(22). https://www.aquapublisher.com/index.php/ijms/article/view/2644

- Al-Faraj, F. A. M., & Scholz, M. (2014). What can wetland science do for water scarcity and pollution control in Iraq? Desalination and Water Treatment, 52(31-33),5556-5568. https://doi.org/10.1080/19443994.2013.808032

- Al-Hamdani, A., Ahmed, H., & Kareem, R. (2021). Seasonal impact on oil pollution in Tigris River. Journal of Environmental Science.

- Al-Khateeb, M. S. (2020). Evaluation of Total Dissolved Solids in Surface Waters of Iraq and Their Environmental Impacts. Iraqi Journal of Science, 61(4), 912-925.

- Al-Maliki, L. A., Al-Ansari, N., & Hussain, H. M. (2021). Assessment of Total Suspended Solids (TSS) in the Tigris River: Spatial and Temporal Variations. Journal of Environmental Hydrology, 29(5), 45-58.

- Al-Mamouri, S. A., Jasim, A. H., & Salman, M. T. (2017). Alkalinity and carbonate chemistry in Iraqi rivers. Journal of Hydrology, 553, 582-591. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.042.

- Al-Mousawi, T. K. (2021). Oil and Grease Pollution in Wastewater Discharges and Its Effect on Surface Water Quality in Southern Iraq. Iraqi Journal of Environmental Engineering, 9(1), 25-36.

- Al-Saadi, H. M. (2020). Temperature Variations and Their Impact on Water Quality and Aquatic Life in the Euphrates River, Iraq. Journal of Environmental Science and Technology, 15(3), 101-114.

- Al-Saffar, M. A. (2006). Interaction between the Environmental Variables and Benthic Macroinvertebrates Community Structure in Abu Zirig Marsh, Southern Iraq (Master's thesis). University of Baghdad, Iraq.

- Al-Shuwaili, A. H. (2022). Assessment of Turbidity Levels and Their Impacts on Water Quality in Iraqi Rivers. Journal of Environmental Studies, 14(1), 55-67.

- Al-Zubaidy, Z. K., & Al-Taee, A. M. (2022). Factors affecting turbidity in the Tigris River. Environmental Monitoring and Assessment, 194(3), 189. https://doi.org/10.1007/s10661-022-09812-0.

- APHA (2003). American public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater, 20th, Ed.Washington .DC, USA.

- APHA. (2007). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (21st ed.). American Public Health Association.

- Chapman, D., & Kimstach, V. (1996). Selection of water quality variables. In D. Chapman (Ed.), Water Quality Assessments (2nd ed., pp. 65-122). World Health Organization.

- EPA. European Psychiatric Association (1999). Manual Turbidity Provisions. EPA Guidance, April,7.1-7.13.

- Gupta, N., Yadav, K. K., Kumar, V., & Singh, D. (2013). Assessment of Physicochemical Properties of Yamuna River in Agra City. International Journal of Chemical Technology Research, 5(1), 528-531.

- Hassan, N. A. (2019). Chemical Characteristics of Alkalinity and Its Role in Aquatic Ecosystems. Basrah Environmental Research Journal, 17(2), 33-42.

- Hussein, S. A., Essa, S. A., & Al-Manshed, A. (2000). Limnological investigations to the lower reaches of Saddam River: Environmental characteristics. Basrah Journal of Agricultural Sciences, 13(2), 45-58.

- Iqbal, F., Ali, M., Salam, A., Khan, B. A., Ahmed, S., Qamar, M., & Umer, K. (2004). Seasonal Variations of Physico-Chemical Characteristics of River Soan Water at Dhoak Pathan Bridge (Chakwal), Pakistan. International Journal of Agriculture and Biology, 6(1), 89-92.

- Jayalakshmi, V., Lakshmi, N., & Singara, M. A. (2011). Assessment of Physico-Chemical Parameters of Water and Waste Waters in and Around Vijayawada. International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences, 2(3), 1205-1210.

- Jena, V., Gupta, G., & Matic, N. (2013). Assessment of Kharoon River Water Quality at Raipur By Physico-Chemical Parameters Analysis. Asian Journal of Experimental Biological Sciences, 4(1), 79-83.

- Lind, T. W (1979). Handbook of common methods in limnology. 2nd ed. London.UK.

- Mahananda, M. R., Mohanty, B. P., & Behera, N. R. (2010). Physicochemical analysis of surface and ground water of Bargarh district, Orissa, India. International Journal of Research and Reviews in Science, 2(3), 284-295.

- Maulood, B. K., Al-Saadi, H. A., & Hadi, R. A. (1993). A limnological study on Tigris, Euphrates and Shatt Al-Arab, Iraq. Mutah Journal for Research and Studies, 8(3), 53-68.

- Mustapha, M. K., & Omotosho, J. S. (2005). An assessment of the Physico-Chemical properties of Moro Lake, Kwara State, Nigeria. African Journal of Applied Zoology and Environmental Biology, 7, 73-77.

- Nielson, A (1950). The torrential invertebrate fauna. Oikos, 2: 176-196.

- Payment, P., Waite, M., & Dufour, A. (2003). Introducing parameters for the assessment of drinking water quality. In Assessing Microbial Safety of Drinking Water (pp. 47-77). World Health Organization.

- Prasad, N. R., & Patil, J. M. (2008). A study of physic-chemical parameters of Krishna river water particularly in western Maharashtra. Rasayan Journal of Chemistry, 1(4), 943-953.

- Sangpal, R. R., Kulkarni, V. D., & Nandurkar, Y. M. (2011). An assessment of physic-chemical properties to study the pollution potential of Ujjani reservoir, Solapur district, India. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science, 6(3), 34-38.

- Singh, J., Gangwar, R. G., Khare, P., & Singh, A. P. (2012). Assessment of physico-chemical properties of water: River Ramganga at Bareilly, U.P. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 4(9), 4231-4234.

- Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. Environmental Pollution, 100(1-3), 179-196. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00091-3

- Stirling, H. P. (1985). Chemical and Biological Methods of Water Analysis for Aquaculture (1st ed.). University of Stirling.

- UNESCO/WHO/UNEP. (1996). Water Quality Assessments: A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring (2nd ed.). Cambridge University Press.

- Venkatesharaju, K., Ravikumar, P., Somashekar, R. K., & Prakash, K. L. (2010). Physicochemical and bacteriological investigation on the river Cauvery of Kollegal stretch in Karnataka. Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology, 6(1), 50-59.

- Wahab, H. R., & Al-Zubaidi, F. (2012). Investigation of lead and chromium in phytoplankton and zooplankton at a section of Tigris River at Baghdad City. Proceedings of the First Scientific Conference, University of Baghdad, Iraq.

- Weiner, E. R. (2000). Applications of Environmental Chemistry. Lewis Publishers.