تقييم بيئي للعناصر النزرة الملوثة لمياه نهر الفرات في مدينة الناصرية وتأثيراتها الصحية

ا.م.د. عباس زغير محيسن المرياني

كلية الآداب/جامعة ذي قار

قسم الجغرافيا

dr.abass.44@gmail.com

تاريخ الاستلام: ٢٨-٤-٢٠٢١

تاريخ القبول: ٢٦-٥-٢٠٢١

المستخلص:

للمياه أهمية وذلك لاستعمالاتها المتعددة أما بشكل مباشر أو غير مباشرة وتعد المياه أكثر العوامل اتصالاً بالأنشطة البشرية أضف الى ذلك تشكل خطراً على صحة الانسان واصابته بالعديد من الامراض مثل البكتريا والفايروسات، يتعرض نهر الفرات الى تلوث بيئي بفعل مخلفات الصرف الصحي والبزل الزراعي أضف الى ذلك المصادر الصناعية تسهم تلك المصادر في تباين تراكيز العناصر النزرة مكانيا وزمانياً بين مواقع الرصد المكاني وما يترتب عليها تأثير على صحة الانسان والبيئة.

ويلحظ ان اعلى تركيز للحديد سجل قرب محطة كهرباء الناصرية الحرارية بواقع (١٤٢٠) و (٩٥٢) (ميكروغرام) في فصلي الصيف والشتاء على التوالي ، وعند مقارنة نتائج الرصد المكاني مع المحددات البيئية العراقية يتضح بأن جميعها تجاوزت الحد المسموح به والبالغ (٣٠٠ ميكروغرام)وتبين ان تراكيز الخارصين اقلها قرب اكتاف بساتين الطليعة وبواقع (٢٨) (ميكروغرام) بسبب طبيعة المياه وابتعادها عن مصادر التلوث عدا بعض المخلفات الزراعية ، مع وجود النباتات التي تعمل على تصفية وتنقية المياه من الملوثات إذ كانت ضمن الحدود المسموح بها وأظهرت نتائج التحليل المختبري للرصاص وجود فروقات واضحة بين معدلات تركيز الشتاء والصيف ، مَعَ بَقائُها ضِمنَ المعايير البيئية الوطنية والعالمية واتضح ان تباين تركيز الكادميوم في مواقع الرصد المكاني تختلف مكانيا وزمانياً إذ سجل اعلى تركيز له قرب متنزه الناصرية العام بواقع (٦ ميكروغرام) صيفاً بسبب تراكم المخلفات تجاوز فصلي الصيف

في موقعي الطاقة ومتنزه الناصرية العام المحدد البيئي البالغ (٥ ميكروغرام) عدا ذلك كانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها ووجد ان تراكيز النيكل في جميع مواقع الرصد بأنها ضمن المحددات البيئية ولم تتجاوز المعايير البيئية العراقية ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، و لم تتجاوز نسب تركيز الكوبلت المحددَّات البيئية زمانياً ومكانياً في منطقة الدراسة ، مع وجود فارق في تركيز النسب مكانياً.

الكلمات المفتاحية : تلوث المياه، العناصر النزرة، التراكيز ،المحددات البيئية

Environmental Assessment of Trace elements polluting the Waters of the Euphrates River in Nasiriyah City and their Health Effects

Assist. Prof. Dr. Abbas Zeghair al- Meriani

College of Arts- University of Thi-Qar

dr.abass.44@gmail.com

Abstract

Water is important for its multiple uses, either directly or indirectly, and water is the factor most connected to human activities, in addition to that it poses a threat to human health and is infected with many diseases such as bacteria and viruses, the Euphrates River is exposed to environmental pollution by sewage waste and agricultural drainage, in addition to that sources. Industrial These sources contribute to the spatial and temporal variation of trace element concentrations between spatial monitoring sites and their impact on human health and the environment. It is noted that the highest concentration of iron was recorded near the Nasiriya thermal power station at (1420) and (952) (micrograms) in the summer and winter seasons respectively, and when comparing the spatial monitoring results with the Iraqi environmental determinants, it becomes clear that all of them exceeded the permissible limit of (300 micrograms). It was found that zinc concentrations are the lowest near the shoulders of the forefront orchards at (28) micrograms due to the naturea of the water and its distance from the sources of pollution except for some agricultural

wastes, with the presence of plants that work to filter and purify the water from pollutants as it was within the permissible limits and the results of the laboratory analysis of lead showed There are clear differences between the concentration rates of winter and summer, while remaining within the national and global environmental standards, and it became clear that the variation in cadmium concentration at the spatial monitoring sites differs spatially and temporally, as the highest concentration was recorded near the Nasiriyah public park by (6 micrograms) in the summer due to the accumulation of waste that exceeded the two summer seasons in The energy sites and Nasiriyah Public Park, the environmental determinant of (5 micrograms), in addition to that, the results were within the permissible limits, and it was found that the concentrations of nickel in all monitoring sites It is within the environmental determinants and did not exceed the Iraqi environmental standards and the World Health Organization (WHO), and the cobalt concentration ratios did not exceed the environmental determinants in time and place in the study area, with a difference in the spatial concentration of ratios.

Key words: water pollution, trace elements, concentrations, environmental determinants

١-**مشكلة البحث:** تتضمن مشكلة البحث بسؤال رئيس مفاده (هل يتعرض نهر الفرات في مدينة الناصرية الى تلوث بيئي بالعناصر الثقيلة النزرة؟ ومن هنا نطرح عدد من التساؤلات العلمية الآتية:

أ- ما مصادر تلوث مياه نهر الفرات في مدينة الناصرية؟

ب-هل هناك تبايناً مكانياً وزمانياً لتراكيز العناصر النزرة في مياه نهر الفرات؟

ت- هل تجاوزت تراكيز العناصر النزرة المحددات البيئية المسموح بها؟

٢-**فرضية البحث:** تتضمن فرضية البحث (يشهد نهر الفرات في مدينة الناصرية تلوث بيئياً بالعناصر الثقيلة النزرة ومن هنا نطرح عدد من الفرضيات العلمية:

أ- تسهم مخلفات الصرف الصحي والبزل الزراعي والصناعي في تلويث مياه نهر الفرات في مدينة الناصرية.

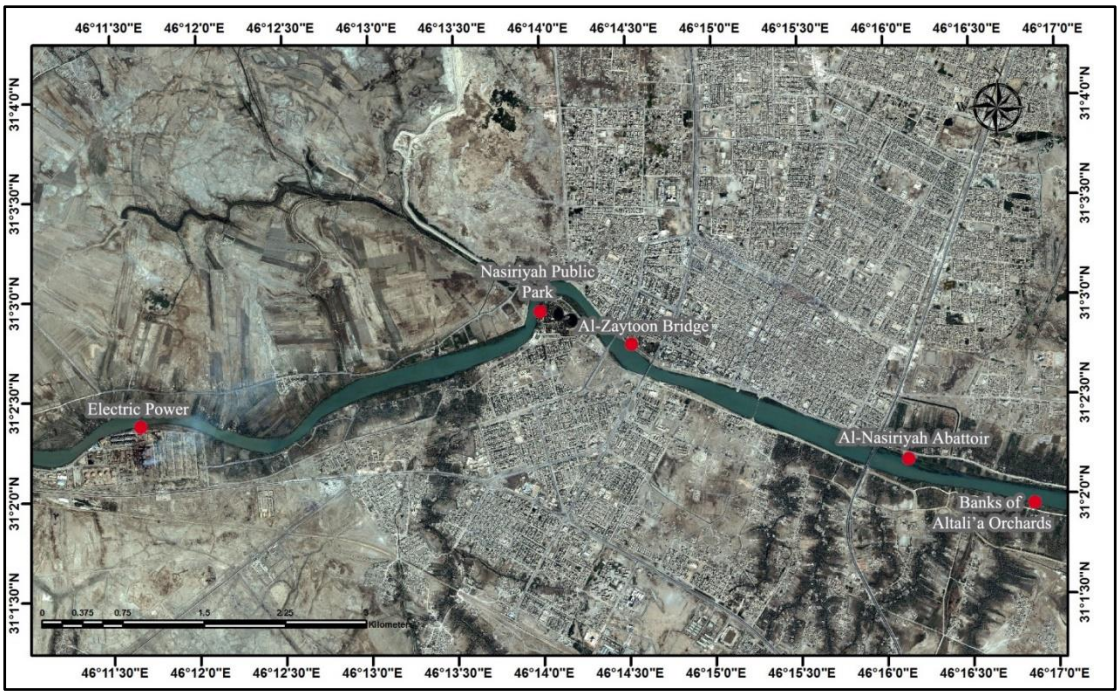
ب-يختلف تراكيز الملوثات الثقيلة مكانياً بين مواقع الرصد وزمانياً صيفاً عنها شتاءاً في مياه نهر الفرات .

ت- تجاوزت بعض العناصر النزرة المحددات البيئية المسموح بها محلياً وعالمياً؟

٣- **هدف البحث :** يهدف البحث العلمي الوقوف على الأسباب الحقيقية التي تؤدي الى تلوث مياه نهر الفرات بالعناصر النزرة وتباين تراكيزها مكانياً وزمانياً وما يترتب عليها من ضرر بيئي وخطر على النظام الايكولوجي على صحة الانسان والبيئة .

٤- **حدود البحث:** تتضمن حدود البحث تحليل عينات مياه نهر الفرات لعدد من مواقع الرصد المكاني صيفاً وشتاءاً عند حدود مدينة الناصرية ومقارنة نتائج الرصد مع المحددات المسموح بها للوقوف على أسبابها الحقيقية المرئية (١) .

مرئية (١) مواقع الرصد المكاني لتحليل عينات المياه في نهر الفرات



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الدراسة الميدانية وجهاز تحديد الموقع GPS.

اولاً: مفهوم ومصادر تلوث المياه (concept & sources of water pollution)

يعد التلوث المائي من اكبر التحديات التي تواجه البشرية ، لأنه يدخل في كل مجالات الحياة ولا يمكن الاستغناء عنه في الشرب والصناعة والزراعة ، إذ تتعرض المياه للتلوث من عدة مصادر تؤثر في خصائصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية ،وان اتلوث المياه يؤدي الى خلل في التوازن البيئي وضرراً بحياة الكائنات الحية ، فالمكون الأساس للبيئة هو الماء، انبثقت من تحت قبة الأمم المتحدة (United Nation) العديد من المنضمات للحد من هذا الخطر العالمي الذي يستهدف سائل الحياة وعماد البيئة الحياتية ، فظهرت منظمة الصحة العالمية (WHO) والمنظمة الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) والمنظمة الدولية للاستشارات البحرية (IMCO) واليونسكو (UNESCO) ومنظمة الغذاء والزراعة (FAO) والمنظمة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) [١] . والعديد من المؤتمرات العالمية التي تهدف الى وضع المعالجات الناجعة من خلال توحيد جهود العالم تجاه هذه المشكلة ، وتحديد المعايير البيئية التي لا يسمح بتجاوزها ،لقد اتفق عدد من العلماء على تعريف التلوث المائي بأنه عبارة عن إضافة مواد او طاقة من الانسان الى البيئة المائية كافية لإحداث ضرر في صحة الانسان او الموارد الحية والأنظمة البيئية او التداخل بين الاستعمالات الشرعية للبيئة بضمنها نواحي الراحة والاستجمام إذ ان هذا

التعريف واسع وشامل ويؤكد بان الإنسان عنصر أساسي في تلويث بيئته ٢) .أما مصادر تلوث المياه (Sources Of Water Pollution) فانها متعددة وتتباين في حجم تأثيراتها من منطقة إلى أخرى و سيتم دراسة مصادر تلوث مياه نهر الفرات في مدينة الناصرية وفق الآتي :

١- مياه الصرف الصحي (Sewage)

تعدُّ مخلفات الصرف الصحي من أبرز مصادر تلوث مياه الأنهار ، لِما تحتويهِ مِنْ موادٍ كيميائيةٍ وبايولوجيةٍ (Chemical & biological) ضارة ومواد سامة صعبة التحلل ، وتجري هذه المخلفات عبر شبكات الصرف الصحي (الثقيلة والأمطار) فِي المدنِ والّتي تشتمل على مخلفاتِ مياهِ المنازلِ ، والأسواق وما تحتويهِ مِن المجازر والمطعام ، والمستشفيات ، والغسل العام في المدن من شوارع وغسل السيارات وغيرها ، إذ أنّ معظم نواتج هذه المخلفات تتكون من مواد سامة ومعادن ثقيلة ومركبات كيميائية وعضوية وجراثيم (Germs) ، وفيروسات (Viruses) ، ومواد التنظيف المستعملة في المنازل ، فهيَّ غنية بالأملاح ، ولاسيما ملح البرووون[*٣] (Boron) المستخدم في مساحيق الغسيل ومواد التنظيف المستعملة في المنازل ، فضلاً عن احتوائها على المغذيات وبخاصة مركبات النيتروجين والمعادن الثقيلة السامة (Heavy metals) ، والمركبات الهيدروكاربونية[**] (Hydrocarbon)[٤] .

٢- المصادر الزراعية (Agricultural Sources)

إنّ بعض المواد الكيميائية التي تُستخدَمُ كأسمدة زراعية تؤثر بشكل مباشر أو غير مباشر في المياه عن طريق تسربها مع مياه البزل الى الأنهار ، ويؤدي تسريبَ تلك المواد بكميات كبيرة إلى مياه الأنهار إلى فقدان التوازن الطبيعي، والقضاء على العديد من الكائنات الحية، فتسريب كميات كبيرة من الفوسفات يؤدي إلى تسريع نمو الطحالب التي تتكدس بالقرب من السّدود بوجه خاص ، وتؤدّي البكتريا الناتجة عن تحلل تلك الطحالب إلى استهلاك كميات ضخمة من الأكسجين، الأمر الذي يؤدي إلى موت الأسماك، وغيرها من الكائنات بسبب الاختناق ، كما إنَّ المبيدات الحشرية[***٥] (Insecticides) تؤدي الى تسممٍ عندَ الانتقال إلى المياه ، فهي تحتوي على مركبات سامة تتفاعل مع المياه وتنتقل بمياه البزل الى الأنهار[٦] .

٣-المصادر الصناعية (Industrial Sources)

تعد المخلفات الصناعية من اكثر المصادر المؤثرة على تلوث المياه ، وذلك لكون الماء يدخل في الصناعة ، اما كمادة خام أو في عمليات التنظيف ، أو التبريد وغيرها ، مع عدم التزامها بضوابط الصرف الصحي يجعلها ذات تأثير كبير على الكائنات المائية ، مع أن اغلب المخلفات ذات تأثير سام لا تتحلل بفترات وجيزة ويبقى أثرها فترة طويلة ، وتأتي خطورتها في عدم قدرة النهر على التخلص منها ذاتياً ، فضلاً عن تراكمها في أنسجة الكائنات الحية وعدم تحللها بواسطة الأحياء ويمكن أن تتضاعف تراكيزها لتصل الى الانسان بواسطة السلسلة الغذائية[٧].

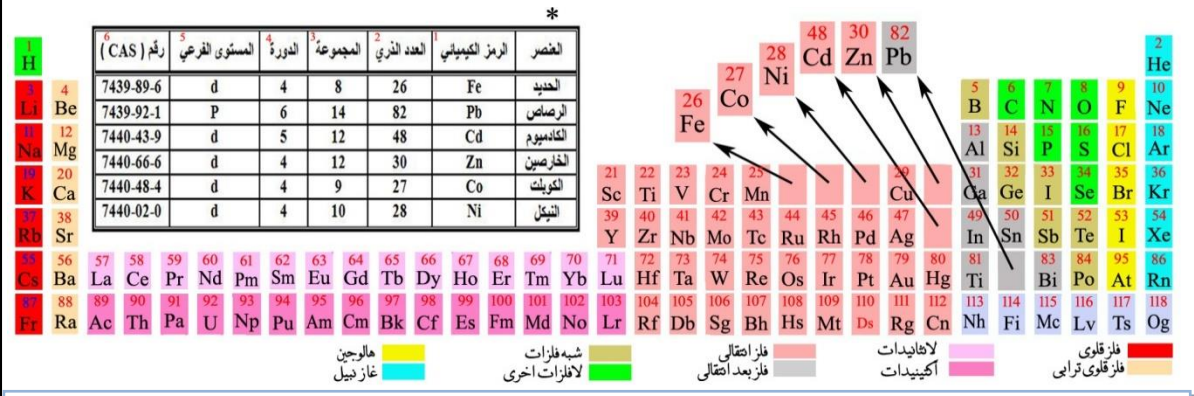
ثانياً: مفهوم العناصر الثقيلة(Heavy Elements) النزرة وخطورتها.

تعرف العناصرُ الثقيلة علَى أنها عَناصر كيميائية فلزية ذات وزن ذري مرتفع ، وكثافة تزيد عن (٥) مرات مِن كثافة الماء ، ويقدر المعدل العام لتركيزها في المياه الطبيعية بأقل من (١) ملغم / لتر ، ويطلقُ عليها بالعناصر النزرة (trace elements)[٨] ، وأنَ مصطلحَ العناصر النزرة يطلق على العناصرِ الانتقالية والعناصر الواقعة ما بين الزمرة الثانية والسادسة من الجدول الدوري ، حسب ما أشارت اليه وكالة حماية البيئة الامريكية* (USEPA) [٩] ، شكل (١) .

شكل (١)

العناصر الثقيلة المشمولة بالدراسة ضمن الجدول الدوري للعناصر الكيميائية

العنصر	الرمز الكيميائي [1]	العدد الذري [2]	المجموعة [3]	الدورة [4]	المستوى الفرعي [5]	رقم (CAS) [6]
الحديد	Fe	26	8	4	d	7439-89-6
الرصاص	Pb	82	14	6	P	7439-92-1
الكادميوم	Cd	48	12	5	d	7440-43-9
الخارصين	Zn	30	12	4	d	7440-66-6
الكوبلت	Co	27	9	4	d	7440-48-4
النيكل	Ni	28	10	4	d	7440-02-0



١- الرمز الكيميائي هو اختصار أو تمثيل أصغر لأسماء العناصر الكيميائية .
٢- العدد الذري مصطلح يستخدم في الكيمياء والفيزياء ، لتمثيل عدد البروتونات الموجودة في نواة الذرة ، وهو في نفس الوقت يمثل العدد الكلي للإلكترونات في الذرة المتعادلة .
٣- مجموعة الجدول الدوري والتي تمثل الأعمدة الرأسية في الجدول الدوري للعناصر ، ويوجد (١٨) مجموعة في الجدول الدوري القياسي .
٤- الدورة في الجدول الدوري تعني الصف الأفقي في الجدول .
٥- المستوى الفرعي في الجدول الدوري هو عناصر بعض المجموعات المتجاورة ، وتكون الإلكترونات التي لها أعلى طاقة تنتمي الى نفس المستوى الفرعي ، وكل مستوى فرعي تم تسميته طبقاً للمدار المميز له .

المصدر : الباحث بالاعتماد على

١- مارك ج. هامر جونيور ، الماء وتقنية مياه الصرف ، ترجمة يوسف رضون ، منشورات مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والقنية ، بلا تاريخ ، ص ٢٨ – ٢٩ .

٢- الشبكة العنكبوتية العالمية الأنترنت https://ar.wikipedia.org/wiki .

وتلعب العناصر الثقيلة دوراً حيوياً أنْ لَم تتجاوز الحدود المسموح بها في واحدةٍ أو أكثر مِن العَمليات البيولوجيةِ ، لِذا فهيَّ ضرورية بمقدارِ الحاجة ، وسامة عند التراكيز العالية ، والبعض منها سامة حتى في التراكيز المنخفضة [١٠] .

تتعرض المياه للتلوث بالعناصر الثقيلة من مصادر مختلفة طبيعية وبشرية ، كتلوث الأنهار بتعرية الصخور بفعل الجريان طبيعياً ، أما العامل البشري فتلوثها بفضلات مياه الصرف الصحي ، والأسمدة والمبيدات الزراعية ،والمخلفات الصناعية ،والترسيب الجوي لما يحمله الهواء من الملوثات والهباب والجسيمات المتطايرة من مداخن المصانع ومحطات توليد الكهرباء ،وتسبب هذه العناصر أضراراً حادة ومزمنة لمختلف الأحياء حتى بتراكيزها القليلة ، فهي غير قابلة للتحلل وتتراكم في النباتات والإحياء المائية وبدورها تصل الإنسان عن طريق السلسلة

الغذائية (food chain)[١١]. ولها القابلية للتحول الى مركبات سمية بمرور الزمن[١٢] ، فبعض العناصر تكون سامة في حالة زيادتها عن الحد المسموح بهِ ، كالحديد والخارصين والكوبلت والمنغنيز والنّحاس ، وبعضها يكون ساماً حتى في التراكيز الواطئة كالرصاص والكادميوم والنيكل والزئبق[١٣] . وتختص الدراسة التالية بتحليل تراكيز مجموعة تم اختيارها من العناصر الثقيلة، وهي كالتالي :

ثالثاً: المواد وطرائق العمل الحقلي والمختبري :

تشتمل طرائق وادوات موضوع البحث الحالي على مايلي:.

أ- الزيارات الميدانية لجمع عينات المياه التي يتراوح حجم العينة(١-١,٥ لتر) وبمسافة ٥ متر من ضفاف نهر الفرات وتحليلها مختبرياً في مركز علوم البحار جامعة البصرة وكلية العلوم جامعة ذي قار .

ب- استخدام المرئيات الفضائية في تحديد موقع العينات وتتبع مناسب نهر الفرات ورسم الاشكال البيانية ومقارنتها مع المحددات البيئية.

وللضرورة العلمية تم دراسة العناصر النزرة وتتبع التغاير في خصائصها مكانياً وزمانياً وفق الآتي: -

١- الحديد Iron (Fe^{+3})

يعد مِنَ العناصرِ الثقيلة وأقدمها اكتشافاً ، ويُعتبرُ رابع العناصر الّتي تَدخل في تكوين القشرة الأرضية مِنْ حيثِ الوزنِ ، وهو نشط كيميائياً يذوب بالأحماض ويَصدأُ في الهواءِ الرَطبِ ، وعددهُ الذري (٢٦) ، ووزنهُ الذري*[١٤] (٥٥,٨٤٧) ، وهو ضروري لحياةِ الإنْسانِ والحيوانِ بتراكيز معينةٍ لأنهُ يدخل في تركيب خِضاب الدم ، كما أنه مُهم لحياةِ النباتات لكونه أحد العناصر الضرورية لتكوين الكلوروفيل*[١٥](Chlorophyll)[١٦].

وتعد المخلفات الصناعية من اكثر مصادر تلوث المياه بالحديد ، ويترسب في الماء مع وجود الأوكسجين على هيئة هيدروكسيد الحديديك الأصفر(FeO(OH)) ، أو أوكسيد الحديديك الأحمر (Fe_2O_3) الّذي يضران في الأحياءِ المائية ولاسيما الأسماك بتكوين كِتلاً هلاميةً أو شمعية تكسو خَياشيم الأسماك وتسببُ اختناقها[١٧].

ويتضح من الجدول (١) والمرئية (٢) ، بأن اعلى تركيز للحديد سجل قرب محطة كهرباء الناصرية الحرارية بواقع (١٤٢٠) و (٩٥٢) (ميكروغرام) في فصلي الصيف والشتاء على التوالي ، والسبب يعود الى فضلات المياه العائدة من محطة كهرباء الناصرية الحرارية بعدَ أجراءُ

التبادل الأيوني (Ion Exchange) لغرضِ تنقيةِ المياهِ مِنَ الشوائبِ ومِنها الحديد ، والّتي تسببُ في رفع تركيز نسبة الحديد صيفاً وشتاءً ، في حين سجلت مجزرة لحوم الناصرية الترتيب الثاني وبواقع (١٣٢١) (ميكروغرام) صيفاً بسبب كمية الملوثات الملقاة في النهر دون معالجة بيئية التي تتزامن مع ارتفاع درجات الحرارة صيفاً في حين حل في الترتيب الثاني شتاءاً قرب منتزه الناصرية العام وبواقع (٨٢١) (ميكروغرام)

جدول (١)

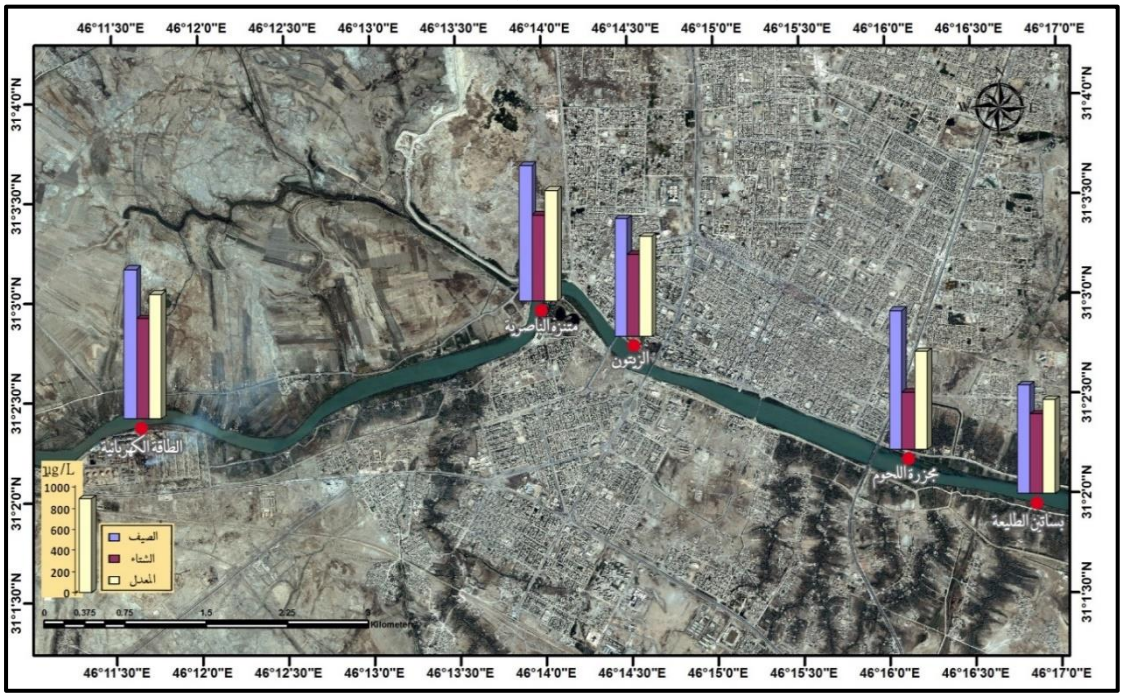
معدلات تراكيز الحديد في مواقع الرصد المكاني (ميكروغرام / لتر) للعام ٢٠٢٠

مواقع الرصد المكاني	Iron (Fe^{+3}) (µg / L)		المعدل المكاني	المحددات البيئية
	الصيف	الشتاء		
الطاقة الكهربائية	١٤٢٠	٩٥٢	1186	(٣٠٠) ميكروغرام / لتر العراقية
متنزه الناصرية العام	١٢٩٠	٨٢١	1055.5	
جسر الزيتون	١١٢٢	٧٨٠	951	
مجزرة لحوم الناصرية	١٣٢١	٥٤٣	932	
اكتاف بساتين الطليعة	١٠٣١	٧٥٤	892.5	
المعدل الكلي	1236.8	770	1003.4	

المصدر : الباحث بالاعتماد على تحليل النتائج المختبرية في مركز علوم البحار ومختبر كلية العلوم جامعة ذي قار.

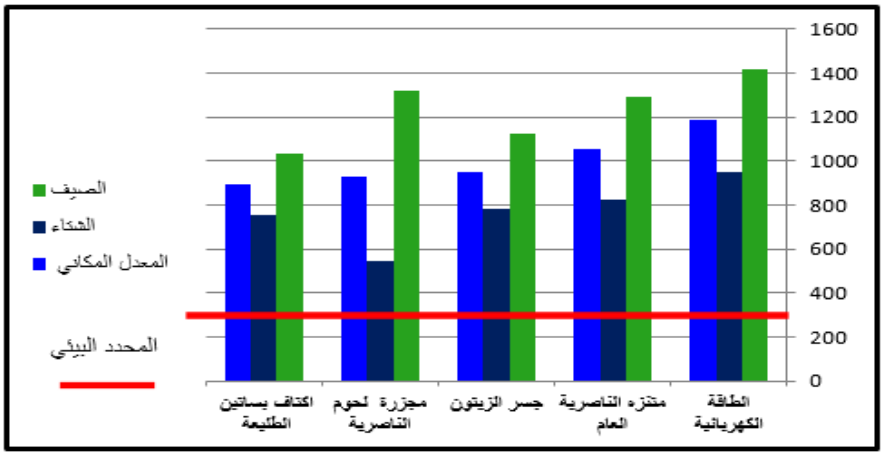
وعند مقارنة نتائج الرصد المكاني مع المحددات البيئية العراقية يتضح بأن جميعها تجاوزت الحد المسموح به والبالغ (٣٠٠ ميكروغرام) الشكل (٢) وتأسيساً على ما تقدم فأن التأثيرات الصحية للحديد فأنه غَير مرغوب فيهِ بمياه الشرب والمياه الصناعية ،لأنَّ هيدروكسيد الحديد يسبب عكوره المياه ويكسبها لوناً بنياً عندما يتجاوز الحدود المسموح بها ، فيؤدي الى مذاقاً كريهاً بطعم صدأ الأواني[١٨]، كما يؤدي الى مشاكل صناعية وتأكل الأنابيب المعدنية الناقلة للمياه ويسبب انسداد وترسبات في الأنابيب عند الاستعمال[١٩]. وله تأثيرات صحية على الإنسان أذا تجاوز المعايير البيئية ، ونقصه يسببُ الأنيميا (Anemia) – فقر الدم – ، وهو يساعد على انتقالِ الاوكسجينِ فِي الدم[٢٠] .

المرئية (٢) المعدلات المكانية والزمانية لتراكيز الحديد في محطات الدراسة (ميكروغرام / لتر) لمياه نهر الفرات في مدينة الناصرية



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١)

شكل (٢)



مقارنة تراكيز الحديد**(ميكروغرام / لتر)** مع المحددات البيئية

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١).

٢- الخارصين (الزنك) Zinc (Zn)

وهوَ مِنَ العناصرِ الثقيلةِ ، ويعد العنصر (٢٤) مِنْ حيثِ الانتشارِ في القشرةِ الأرضيةِ ، مِن عناصر السلسلة الأولى في الفلزات الانتقالية ، عدده الذري (٣٠) ، ويوجد التلوث في

الزنك بصورة شديدة في مناطق التعدين والصهر وفي المواقع التي تتعرض لتصريف المجاري والإطلاقات الصناعية ، وكذلك المناطق التي تتعرض للمطر الحمضي (Acid rain) والناتج عن التلوث بدخان المصانع ومحطات توليد الكهرباء ، الذي يؤدي الى الترسيب في التربة أو مياه الجريان السطحي[٢١].

ويؤثر الخارصين في الإحياء المائية عندما يتجاوز الحد المسموح به (٥٠٠) ميكروغرام \ لتر ، فيُعد ساماً للأسماك والطحالب ، وزيادته على (٣٠٠٠) ميكروغرام \ لتر في مياه الشرب يؤدي إلى أمراض معوية والتهابات الأمعاء.

ويتضح من الجدول (٢) والمرئية (٣) ،ان اعلى تركيز للزنك سجل قرب محطة كهرباء الناصرية بواقع (٣٩) ميكروغرام صيفاً و(٧،٤) ميكروغرام شتاءاً بسبب مخلفات الزيوت والشحوم التي تختلط بالمياه وتعمل على تغير خصائصها وما يرافق ذلك من تدهور كبير في النظام البيئي وحل في الترتيب الأخير اكتاف بساتين الطليعة وبواقع (٢٨) (ميكروغرام) بسبب طبيعة المياه وابتعادها عن مصادر التلوث عدا بعض المخلفات الزراعية ، مع وجود النباتات التي تعمل على تصفية وتنقية المياه من الملوثات .

ويلحظ من الشكل (٣)عدم تجاوز الزنك المحددات البيئية في جميع محطات الدراسة ، مع وجود فرق في ارتفاع معدل الزنك بين مواقع الرصد المكاني ، كما أنَّ معدلات الصيف سجلت ارتفاعاً أعلى من الشتاء ، ويُعزى سببُ ذلك إلى ما تطرحه مياهِ بَزل المزارع القريبة مِنْ نهرِ الفرات والّتي تَجرفُ الأسمدة مما تسهم في تباين تركيزه مكانياً وزمانياً.

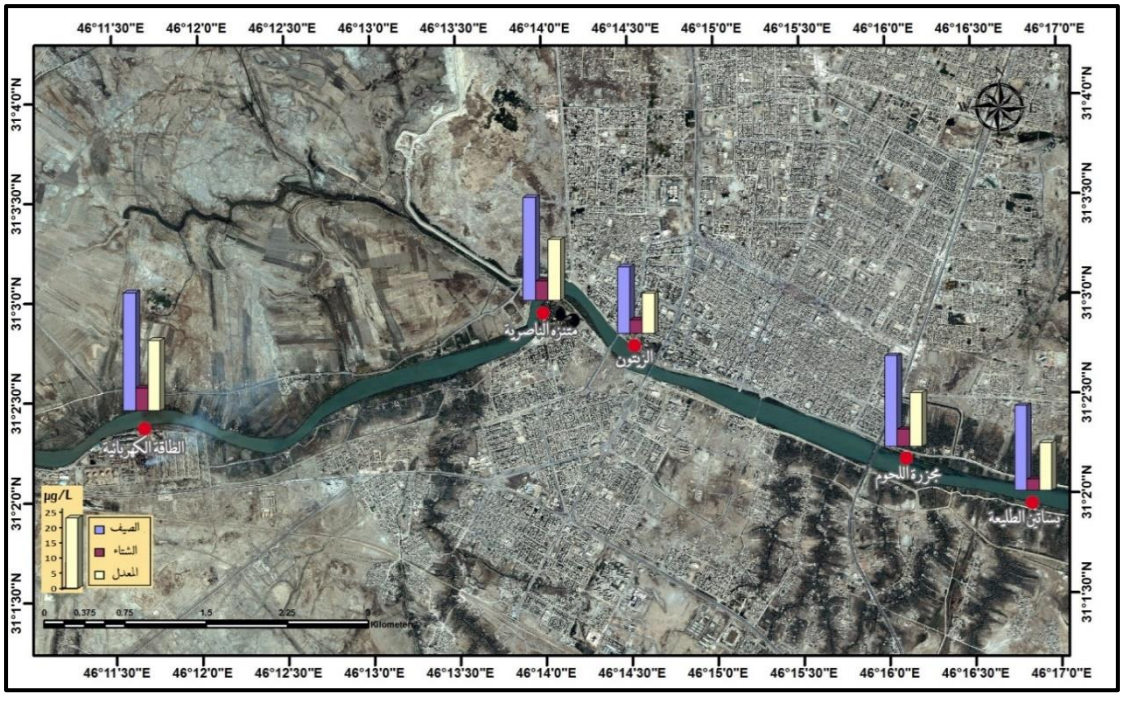
الموقع	Zinc (Zn) (µg / L)		المعدل المكاني	
	الصيف	الشتاء		
الطاقة الكهربائية	٣٩	٧,٤	23.2	المحددات البيئية (٥٠) ميكروغرام العراقية
متنزه الناصرية العام	٣٤	٦,٣	20.15	
جسر الزيتون	٢٢	٤,٥	13.25	
مجزرة لحوم الناصرية	٣٠	٥,٦	17.8	
اكتاف بساتين الطليعة	٢٨	٣,٧	15.85	
المعدل الكلي	30.6	5.5	18.05	

جدول (٢)

معدلات الزنك (ميكروغرام / لتر) في مواقع الرصد المكاني (ميكروغرام / لتر) للعام ٢٠٢٠

المصدر : الباحث بالاعتماد على تحليل النتائج المختبرية في مركز علوم البحار ومختبر كلية العلوم جامعة ذي قار.

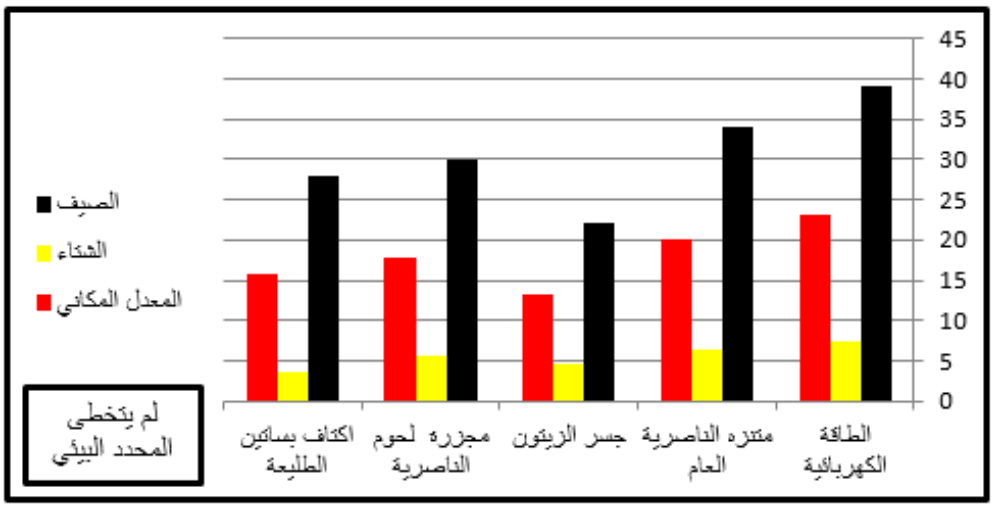
المرئية (٣) المعدلات المكانية والزمانية لتراكيز الزنك في محطات الدراسة (ميكروغرام /



لتر) لمياه نهر الفرات في مدينة الناصرية

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٢)

شكل (٣) مقارنة تراكيز الزنك (ميكروغرام / لتر) مع المحددات البيئية



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٢)

٣- الرصاص Lead (Pb)

يُعد أيون الرصاص مِن العناصرِ الثقيلةِ ، عددهُ الذري (٨٢) ، ووزنهُ الذري (٢٠٧,١٩) ، ويقعُ في الجدولِ الدوري ضَمنَ مجموعة الكربون (المجموعة الرابعة عشر) ، ويصنف كيميائياً من الفلزات بعد الانتقالية (الفلزات الضعيفة) ، ويتفاعل الرصاص وأكسيده مع الأحماض والقواعد ، ويؤثر في التسبب بإضرار الجهاز العصبي وتعطيل الأداء الوظيفي لبعض الإنزيمات الحيوية مسبباً اضطرابات عصبية وحركية[٢٢].

وتتعد مصادر التلوث بالرصاص في البيئة المائية ، ومنها مياه الصرف الصحي ، والمياه الصناعية ، ومياه بزل الأراضي الزراعية ، والترسبات مركبات الرصاص الهوائية ، وتعد مركبات أثيلات الرصاص (Tetra Ethyl Lead) الموجودة في الهواء والمنبعثة من مداخن المصانع

ومحطات توليد الكهرباء من أخطر مركبات الرصاص لقدرتها على الاتحاد مع دقائق الماء الموجودة في الهواء ، ومن ثم ترسبها الى النهر من خلال الضباب الدخاني (Smog)[٢٣] ، إذ يتراكم ما يقارب من (٣٠) % منه الى المياه ، في حين يترسب ما تبقى على سطح اليابسة[٢٤].

ويسبب تلوث الماء بالرصاص مشاكل صحية عديدة للإنسان ، فعندما تبدأ تراكيزه تدخل جسم الإنسان تظهر عليه أعراض الهزل وفقدان الشهية ، ومن ثم تبدأ مع ارتفاع التراكيز إلى الفشل الكلوي (Kidney failure) ، وكذلك تلف الدماغ (Encephalopathy) وخاصة للأطفال[٢٥] ، إذ أن جسم الطفل يمتص الرصاص بمعدلات تفوق امتصاص جسم البالغ بمقدار يتراوح بين (٤– ٥) أضعاف[٢٦] ، كما أن الرصاص يؤثر على إنتاج الهيموغلوبين (Hemoglobin) وخصوبة الذكور[٢٧].

ويلحظ مِنَ الجَدولِ (٣) والمرئية (٤) أَنَّ أعلى تَركيز للرصاص سُجل قرب محطة كهرباء الناصرية الحرارية (٥١,٦) ميكروغرام / لتر في فصلِ الصيف و(١٥) (ميكروغرام) في فصل الشتاء، إذ بلغ المعدل المكاني للفصلين (٢٣،٢٨ ميكروغرام) وحل في الترتيب الأخير موقع اكتاف بساتين الطليعة أذ سجلت (٢٣،٢ ميكروغرام) صيفاً و (٤،٢ ميكروغرام) شتاءاً وبأقل معدل مكاني (١٣،٧ ميكروغرام) بسبب بعدها عن مصدر التلوث فضلاً عن طبيعة النهر الذي يعالج نفسه من خلال التنقية الذاتية بعد مسافة(٣ كيلو متر) فقد أظهرت نتائج التحليل المختبري وجود فروقات واضحة بين معدلات تركيز الشتاء والصيف ، مَعَ بَقائُها ضِمنَ المعايير البيئية الوطنية والعالمية الشكل (٤).

جدول (٣)

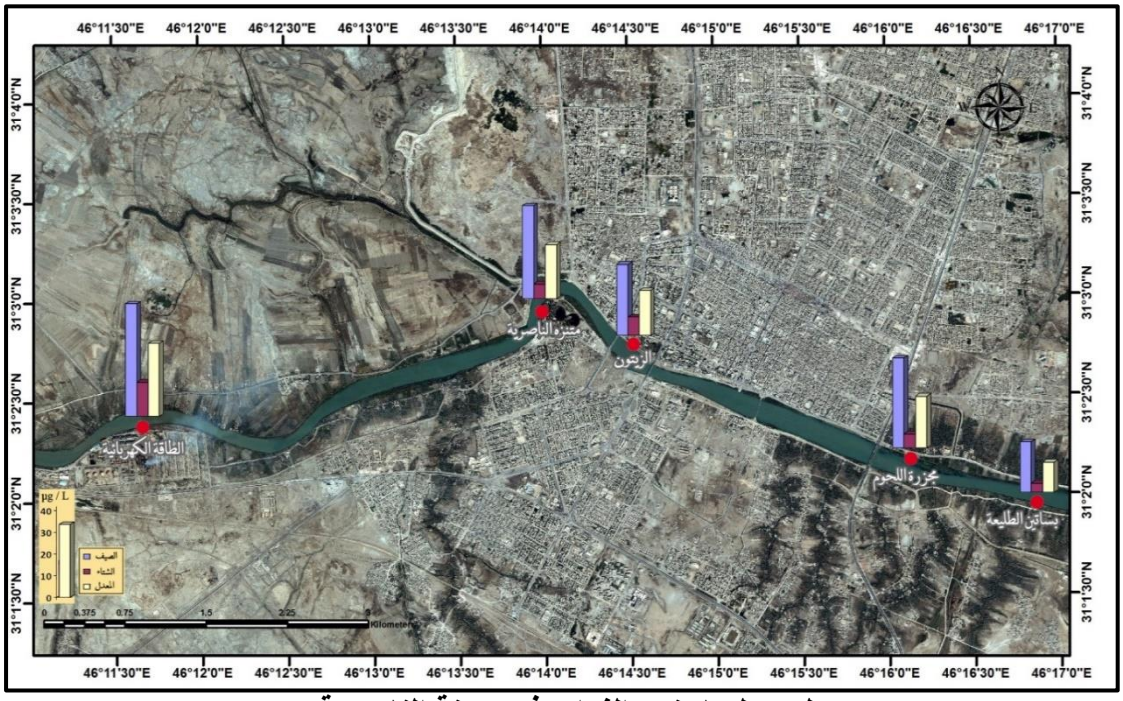
معدلات الرصاص محطات الدراسة (ميكروغرام / لتر) في مواقع الرصد المكاني (ميكروغرام / لتر) للعام ٢٠٢٠

الموقع	الصيف	الشتاء	المعدل المكاني	المحددات البيئية (٥٠٠) ميكروغرام العراقية ٥٠٠)
الطاقة الكهربائية	٥١,٦	١٥,٦	33.6	
متنزه الناصرية العام	٤٢,٨	٦,٧	24.75	
جسر الزيتون	٣٢,٦	٨,٥	20.55	

مجزرة لحوم الناصرية	٤١,٣	٦,٣	23.8	ميكروغرام/ WHO
اكتاف بساتين الطليعة	٢٣,٢	٤,٢	13.7	
المعدل الكلي	38.3	8.26	23.28	

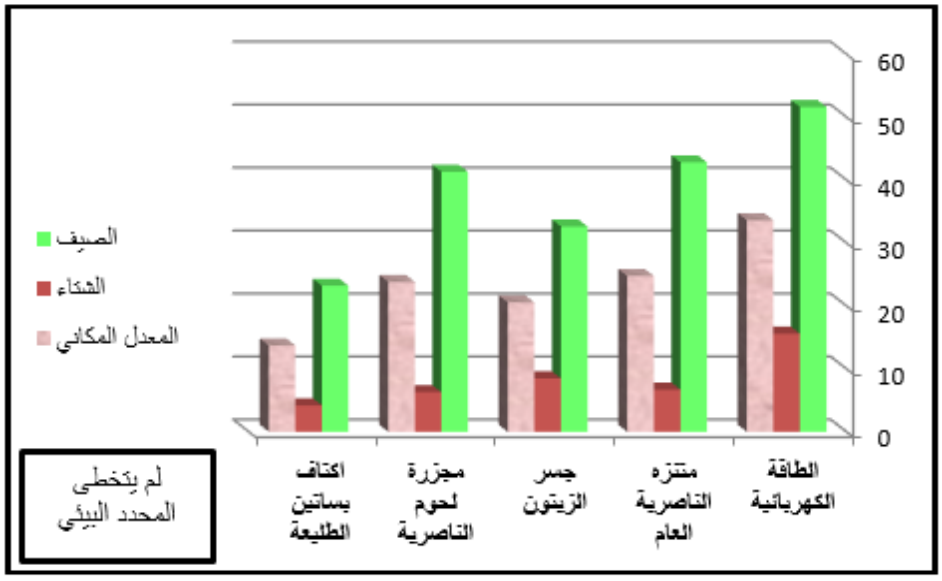
المصدر : الباحث بالاعتماد على تحليل النتائج المختبرية في مركز علوم البحار ومختبر كلية العلوم جامعة ذي قار.

المرئية (٤) المعدلات المكانية والزمانية لتراكيز الرصاص محطات الدراسة (ميكروغرام / لتر) لمياه نهر الفرات في مدينة الناصرية



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٣)

شكل (٤) مقارنة تراكيز الرصاص (ميكروغرام / لتر) مع المحددات البيئية



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٣)

٤- الكادميوم Cadmium (Cd)

هو عنصر فلزي طري ، عدده الذري (٤٨) في الجدول الدوري للعناصر ، ويوجد في الطبيعة مع النحاس والزنك ، ويعد عنصراً ساماً والتعرض له يسبب السرطان ويشكل خطراً مهنياً في العمليات الصناعية[٢٨].

ويسبب الكادميوم هشاشة العظام ، وفقر الدم ، والفشل الكلوي ، وتصلب الشرايين ، وارتفاع ضغط الدم ، والتهاب الأنف المزمن[٢٩] ، كما أنه يسبب أمراض تظهر بعد عدة سنوات من التراكم في الجسم فتسبب التسمم بمرض يسمى (إيتاي_ إيتاي)[٣٠*] ، وهو مرض يهاجم العظام ويجعلها هشة قابلة للكسر[٣١] .

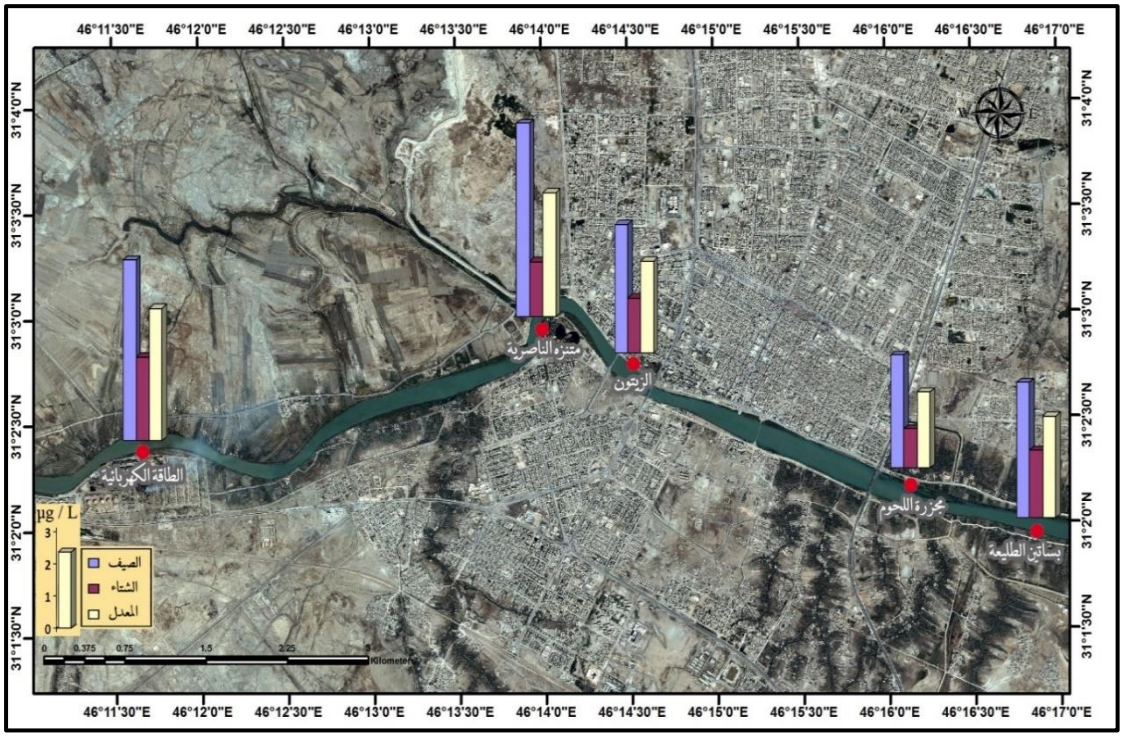
ويعتبر العاملون في المصانع والتي يكون الكادميوم في مخلفاتها اكثر عرضة لترسب تلك المادة ، فقد وجد اثناء اجراء عملية جراحية لأحد اليابانيات العاملات بتحضير الكادميوم لمدة عشرة سنوات ، بان الكادميوم يشكل (٤) % من كبدها و (٢٢,٤) % في الكليتين[٣٢]. ومن الجدول (٤) يتضح ان تباين تركيز الكادميوم في مواقع الرصد المكاني تختلف مكانيا وزمانياً إذ سجل اعلى تركيز له قرب متنزه الناصرية العام بواقع (٦ ميكروغرام) إذ يلاحظ ارتفاع تراكيز الكادميوم صيفاً بسبب قلة تصريف مجرى النهر و تراكم المخلفات لوجود مصدات من النباتات الطبيعية وبقايا البلاستك والنفايات الطافية في حين سجل اعلى تركيز في فصل الشتاء وبواقع (٢،٦ ميكروغرام و ١،٧ ميكروغرام) على التوالي في موقعي الطاقة ومتنزه الناصرية إذ لم يتجاوز فصل الصيف للموقعين السابقين صيفاً بسبب زيادة تصريف مجرى النهر لذلك تجاوزا المحدد البيئي البالغ (٥ ميكروغرام) عدا ذلك كانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها يلحظ الشكل (٥).

جدول (٤)
معدلات الكادميوم في محطات الدراسة (ميكروغرام / لتر) في مواقع الرصد المكاني (ميكروغرام / لتر) للعام ٢٠٢٠

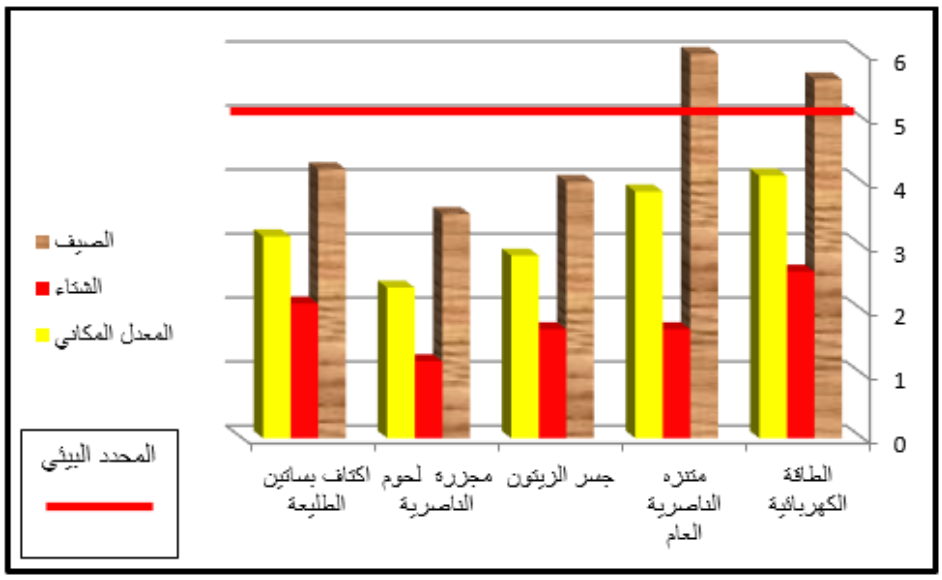
الموقع	Cadmium (Cd) (µg / L)		المعدل المكاني	
	الصيف	الشتاء		
الطاقة الكهربائية	٥,٦	٢,٦	4.1	المحددات البيئية (٥ ميكروغرام) العراقية وWHO
متنزه الناصرية العام	٦	١,٧	3.85	
جسر الزيتون	٤	١,٧	2.85	
مجزرة لحوم الناصرية	٣,٥	١,٢	2.35	
اكتاف بساتين الطليعة	٤,٢	٢,١	3.15	
المعدل الكلي	4.66	1.86	3.26	

المصدر : الباحث بالاعتماد على تحليل النتائج المختبرية في مركز علوم البحار ومختبر كلية العلوم جامعة ذي قار.

المرئية (٥) المعدلات المكانية والزمانية لتراكيز الكادميوم (ميكروغرام / لتر) لمياه نهر الفرات في مدينة الناصرية



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٤)



شكل (٥) مقارنة تراكيز **الكادميوم (ميكروغرام / لتر) مع المحددات البيئية**

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٤)

٥- النيكل (Nickel (Ni

يعد النيكل من العناصر الثقيلة ، عدده الذري (٢٨) ، ووزنه الذري (٥٨,٧١)[٣٣]، وهو عنصر غير نشط كيميائياً بشكله الحر ، ويعد الثاني والعشرين من حيث الوفرة في القشرة الأرضية ، والسابع بالنسبة لوفرة العناصر الانتقالية .

ووفقاً لتصنيف المركز الدولي لبحوث السرطان[٣٤*] (CIRC) بأن النيكل من المواد المسببة للسرطان عند الإنْسان ، وأنَ التعرضَ المستمر له يسبب مرض سرطان الرئة (Lung Cancer)[٣٥].

ويحتاج جسم الإنسان إلى كميات قليلة من النيكل لإنتاج خلايا الدم الحمراء ، في حين تؤدي الكمية المرتفعة منه الى التسمم ، كما أن الكميات القليلة المستمرة يمكن أن تصبح سامة على المدى الطويل ، ويسبب تراكمه في الجسم انخفض الوزن، وامراض القلب وتلف الكبد[٣٦].

ويتضح من الجدول (٥) والمرئية (٦) انخفاض نسب تركيز النيكل في فصل الشتاء عن

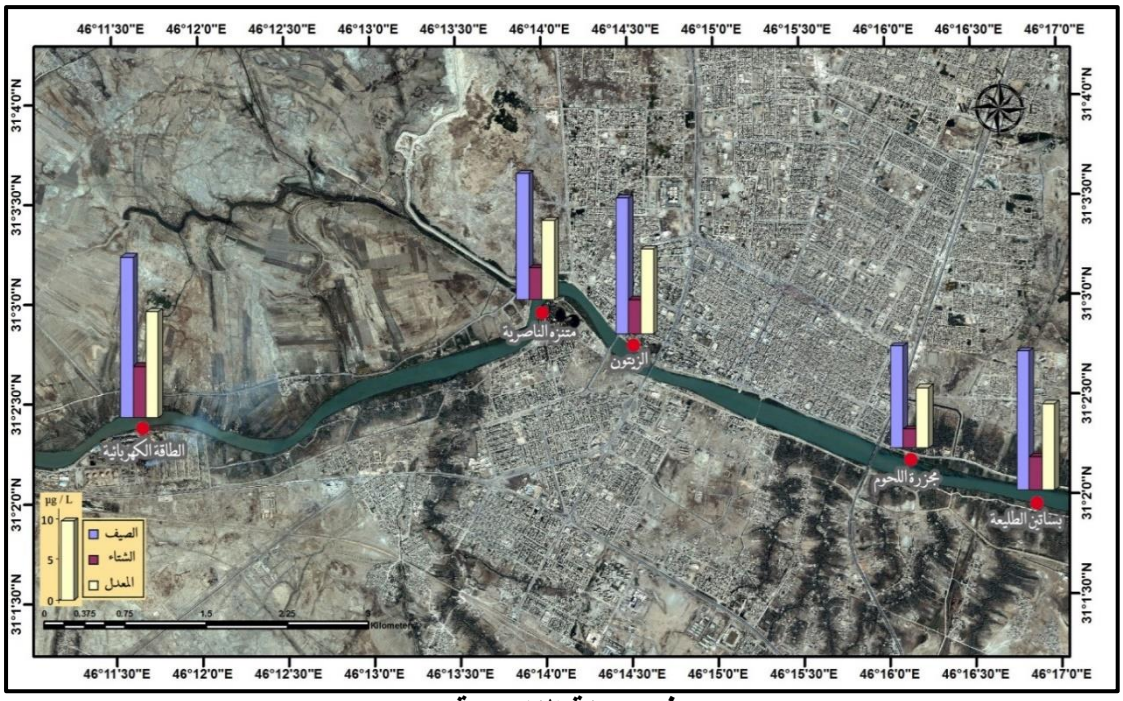
فصل الصيف بفارق (١٢،١٤ ميكروغرام) ، وأن جميع مواقع الرصد المكاني سجلت تراكيز منخفضة، وقد كان أعلى تركيز له في فصل الصيف بواقع (١٩,٧) ميكروغرام / لتر في موقع الطاقة الكهربائية ، في حين أن سجلت أقل تراكيز في موقع الرصد قرب مجرة اللحوم بواقع (٢,٣) ميكروغرام / لتر شتاءاً، وعند مقارنتها مع المحددات البيئية يتضح من الشكل (٦) بأن جميع مواقع الرصد لم تتجاوز المعايير البيئية العراقية ومنظمة الصحة العالمية (**WHO**).

جدول (٥)
معدلات النيكل في محطات الدراسة (ميكروغرام / لتر) في مواقع الرصد المكاني (ميكروغرام / لتر) للعام ٢٠٢٠

الموقع	Nickel (Ni) (µg / L)		المعدل المكاني	المحددات البيئية
	الصيف	الشتاء		
الطاقة الكهربائية	١٩,٧	٦,٣	13	(١٠٠ ميكروغرام) العراقية
متنزه الناصرية العام	١٥,٥	٣,٩	9.7	
جسر الزيتون	١٦,٧	٤,٢	10.45	(٢٠٠ ميكروغرام) WHO
مجزرة لحوم الناصرية	١٢,٥	٢,٣	7.4	
اكتاف بساتين الطليعة	١٧,١	٤,١	10.6	
المعدل الكلي	16.3	4.16	10.23	

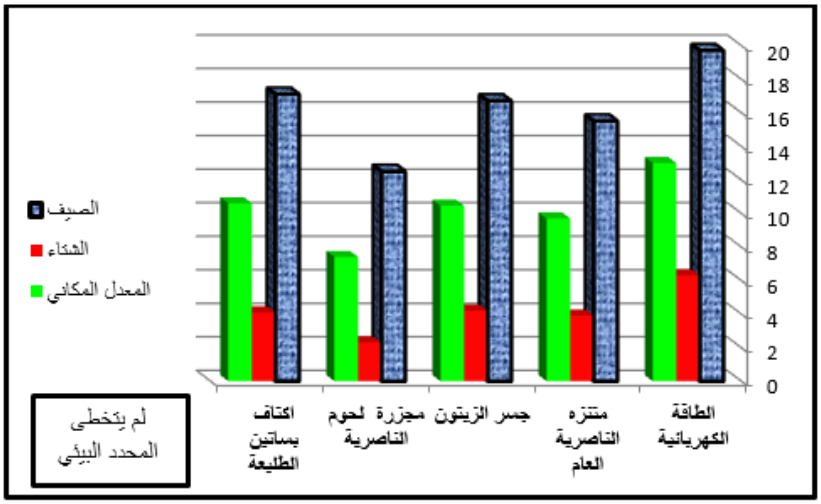
المصدر : الباحث بالاعتماد على تحليل النتائج المختبرية في مركز علوم البحار ومختبر كلية العلوم جامعة ذي قار.

المرئية (٦) المعدلات المكانية والزمانية لتراكيز النيكل (ميكروغرام / لتر) لمياه نهر الفرات



في مدينة الناصرية

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٥)



شكل (٦) مقارنة تراكيز النيكل **(ميكروغرام / لتر) مع المحددات البيئية**

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٥)

٦- الكوبلت Cobalt (Co)

وهو من العناصر الفلزية الانتقالية ، رمزه الذري (٢٧) ووزنه الذري (٥٨,٩٣٣) ، ويعد

معدن صلب ، يتواجد الكوبالت بشكل مركب في النحاس ومعادن النيكل[٣٧].

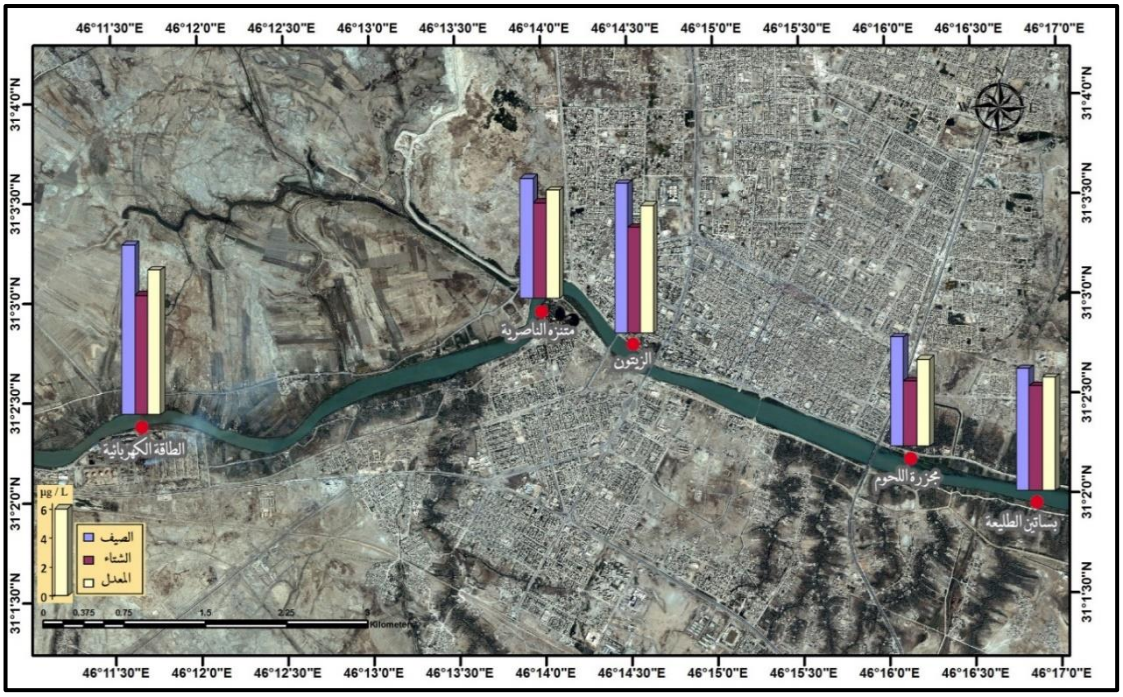
ويظهر من الجدول (٦) والمرئية (٧) أَنَّ تراكيّزَ عنصر الكوبلت سجلت تبايناً مكانياً وزمانياً بين مواقع الرصد المكاني ، إذ سجل أَعلاها في فصل الصيف قرب الطاقة الكهربائية بواقع (١١,٧) ميكروغرام / لتر، واقلها قرب مجرة لحوم الناصرية في فصل الشتاء بواقع (٤,٥) ميكروغرام / لتر ، ويلحظ من الشكل (٧) لم تتجاوز نسب تركيز الكوبلت المحددَّات البيئية زمانياً ومكانياً في منطقة الدراسة ، مع وجود فارق في تركيز النسب مكانياً ، ويعود السبب الى ما تطرحه محطَّة كهرباء الناصِرية الحراريّة ، مع وجود للنباتات المائية بكثرة في المحطة الأولى والثالثة ودورها في التراكم الحيوي للعناصر الثقيلة داخل أَنسِجَتُها .

جدول (٦)
معدلات الكوبلت في محطات الدراسة (ميكروغرام / لتر) في مواقع الرصد المكاني (ميكروغرام / لتر) للعام ٢٠٢٠

الموقع	Cobalt (Co) (µg / L)		المعدل	المحددات البيئية ٥٠) (ميكروغرام) العراقية ٥٠٠) (ميكروغرام) WHO
	الصيف	الشتاء		
الطاقة الكهربائية	١١,٧	٨,٢	9.95	
متنزه الناصرية العام	٨,٣	٦,٦	7.45	
جسر الزيتون	١٠,٣	٧,٣	8.8	
مجزرة لحوم الناصرية	٧,٥	٤,٥	6	
اكتاف بساتين الطليعة	٨,٤	٧,٢	7.8	
المعدل الكلي	16.3	4.16	10.23	

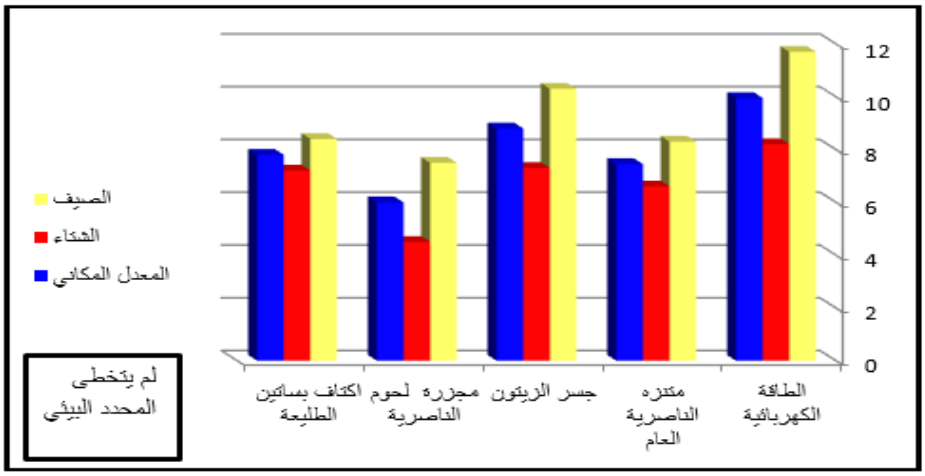
المصدر : الباحث بالاعتماد على تحليل النتائج المختبرية في مركز علوم البحار ومختبر كلية العلوم جامعة ذي قار.

المرئية (٧) المعدلات المكانية والزمانية لتراكيز الكوبلت (ميكروغرام / لتر) لمياه نهر الفرات في مدينة الناصرية



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٦)

شكل(٧)
مقارنة تراكيز الكوبلت (ميكروغرام / لتر) مع المحددات البيئية



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٦)

نتائج البحث :-

١- يتعرض نهر الفرات الى تلوث بيئي بفعل مخلفات الصرف الصحي والبزل الزراعي أضف الى ذلك المصادر الصناعية تسهم تلك المصادر في تباين تراكيز العناصر النزرة مكانيا وزمانياً بين مواقع الرصد المكاني وما يترتب عليها تأثير على صحة الانسان والبيئة.

٢- يلحظ ان اعلى تركيز للحديد سجل قرب محطة كهرباء الناصرية الحرارية بواقع (١٤٢٠) و (٩٥٢) (ميكروغرام) في فصلي الصيف والشتاء على التوالي ، وعند مقارنة نتائج الرصد المكاني مع المحددات البيئية العراقية يتضح بأنه تجاوز الحد المسموح به والبالغ (٣٠٠ ميكروغرام)

٣- تبين ان تراكيز الخارصين اقلها قرب اكتاف بساتين الطليعة وبواقع (٢٨) (ميكروغرام) بسبب طبيعة المياه وابتعادها عن مصادر التلوث عدا بعض المخلفات الزراعية ، مع وجود النباتات التي تعمل على تصفية وتنقية المياه من الملوثات إذ كانت ضمن الحدود المسموح بها.

٤- أظهرت نتائج التحليل المختبري للرصاص وجود فروقات واضحة بين معدلات تركيز الشتاء والصيف ويعود ذلك الى قلة التصاريف ، مَعَ بَقائُها ضِمنَ المعايير البيئية الوطنية والعالمية

٥- اتضح ان تباين تركيز الكادميوم في مواقع الرصد المكاني تختلف مكانيا وزمانياً إذ سجل اعلى تركيز له قرب متنزه الناصرية العام بواقع (٦ ميكروغرام) صيفاً بسبب تراكم المخلفات تجاوز فصلي الصيف في موقعي الطاقة ومتنزه الناصرية العام المحدد البيئي البالغ (٥ ميكروغرام) عدا ذلك كانت النتائج ضمن الحدود المسموح بها

٦- وجد ان تراكيز النيكل في جميع مواقع الرصد بأنها ضمن المحددات البيئية ولم تتجاوز المعايير البيئية العراقية ومنظمة الصحة العالمية (WHO)، و لم تتجاوز نسب تركيز الكوبلت المحددَّات البيئية زمانياً ومكانياً في منطقة الدراسة ، مع وجود فارق في تركيز النسب مكانياً

المقترحات :

١- معالجة مياه الصرف الصحي والزراعي والصناعي قبل القاءها في مياه نهر الفرات من خلال نصب محطات تصفية وتنقية بمواصفات مناسبة.

٢- تبريد المياه الخارجة من محطة كهرباء الناصرية الحرارية لأنها تسهم في تغيير الخصائص البيئية للنهر أضف الى ذلك تخفض من نسب التلوث الحراري.

٣- معالجة التلوث الناجم عن مجزرة لحوم الناصرية باختيار الموقع الأنسب لها فضلا عن نقل المخلفات الى أماكن بعيدة عن تلوث نهر الفرات.

٤- وضع لوائح تعريفية للمزارعين باستخدام مبيدات واسمدة مناسبة وعمل احواض لترسيبها وعدم اطلاقها في نهر الفرات.

المصادر والهوامش:

(١) محمد خليل عبيد العجرش، تقييم بيئي لتلوث محطة كهرباء الناصرية الحرارية، رسالة ماجستير (غير منشورة)،جامعة ذي قار، كلية الآداب، ٢٠٢٠،ص٨٤.

(٢) حسين علي السعدي، نجم قمر الدهام،ليث عبد الجليل الحصان ، علم البيئة المائية،البصرة، مطابع جامعة الموصل ،١٩٨٦، ص٤٢٥.

٣ *البورون (Boron) هو عنصر كيميائي في الجدول الدوري يرمز له بالرمز(B) وعدده الذري (٥) ، وهو عنصر فلزي ثلاثيّ التّكافؤ ، ويتواجد بوفرة عالية في ملح بورات الصوديوم (NaBO3) .

** الهايدروكربونات : وهي من ابسط المركبات العضوية وتتكون من ذرتي الكربون والهيدروجين وحدها ، وتقسم الهايدروكربونات بصورة عامة الى مجموعتين هما الهيدروكربونات الأليفاتية (Aliphatic hydrocarbons) والأروماتية (Aromatic hydrocarbons) ؛ للمزيد ينظر : فرانك ر. سبيلمان و نانسي إ. وايتنغ ، علم تقانة البيئة ، ترجمة عمر الصّديق ، مركز دراسات الوحدة العربية ، الطبعة الأولى ، ٢٠١٢ ، ص ١٣٦ .

(٤) رافد موسى عبد حسون ، مخلفات الصرف الصحي وأثرها في تلوث مياه نهر الديوانية ، مجلة مركز دراسات الكوفة ، العدد ، ٤٨ ، ٢٠١٨ ، ١٦١ .

٥*** المبيدات الحشرية هي مواد كيميائية يتم رشها على المحاصيل لقتل الحشرات التي تأكل المحاصيل ، كمادة (DDT) والتي تسبب عند مستويات معينة خطورة بالغة على الإنسان ، فـ (DDT) عند مستوى (١٠) ملغم / كغم = عند استخدامه في رمش المحاصيل الزراعية ، يسبب الدوخة والقيئ والتشنجات عند الإنسان في حالة تناوله لتلك المحاصيل ، كما انه يؤثر في نمو الأطفال وقد يسبب السرطان . للمزيد ينظر: الشبكة العنكبوتية العالمية الأنترنت (http://www.waterwise.co.za/site/water/environment/substances.html)

(٦) http://www.waterwise.co.za/site/water/environment/substances.html "Substances Causing Pollution in Rivers" , Retrieved , 8 / 1 / 2020 .

(٧) آيات سعيد حسين العامري ، التحليل المكاني لتلوث مياه جداول نهر الفرات (أبي غريب – الرضوانية – اليوسفية – اللطيفية) وآثاره البيئية ، أطروحة دكتوراه ، (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، ٢٠١٨ ،

ص ٨٠ – ٨٣ .

(٨) نور الهدى عبد الرحمن حبيب الخليفة ، تقييم التلوث بالمعادن السامة في مياه و رواسب نهر شط العرب (جنوب العراق) ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، جامعة البصرة ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، ٢٠١٩ ، ص ٣٠ .

(٩) مي حميد محمد الدهيمي ، دراسة بعض الملوثات البيئية في نهر الحلة وامكانية استخدام بعض الأحياء المائية كدلائل حيوية ، رسالة ماجستير (غير منشورة) ، كلية العلوم ، جامعة بابل ، ٢٠٠٦ ، ص ٥ .

* هي وكالة تابعة للحكومة الاتحادية للولايات المتحدة والمكلفة بحماية صحة الإنسان والبيئة، عن طريق كتابة وإنفاذ الأنظمة القائمة على القوانين التي يقرها الكونغرس ، واقترحت وكالة حماية البيئة من قبل الرئيس ريتشارد نيكسون في ٣ ديسمبر عام ١٩٧٠ ، يوجد حالياً في الوكالة ما يقرب من ١٨٠٠٠ موظف بدوام كامل .

(١٠) مقداد حسين علي وخليل ابراهيم محمد ، السمات الأساسية المائية ، الطبعة الأولى ، دار الشؤون الثقافية العامة ، بغداد ، ١٩٩٩ ، ص ٢٥٧ .

(١١) كامل كاظم فهد ، دراسة تركيز العناصر الثقيلة للمياه السطحية والجوفية في مياه جنوب العراق ، مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية ، العدد ٢ ، المجلد ٤ ، ٢٠١٥ ، ص ٢٦١ .

(١٢) شكري ابراهيم الحسن ، التلوث البيئي في مدينة البصرة ، أطروحة دكتوراه ، (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة البصرة ، ٢٠١١ ، ص ٤٠ .

(١٣) حسنين علي الكناني وباسم يوسف الخفاجي ، تأثير مطروحات معمل النسيج في تراكيز بعض العناصر النزرة في مياه نهر الفرات عند مدينة الناصرية – جنوب العراق ، مجلة علوم ذي قار ، العدد ٣ ، المجلد ٥ ، ٢٠١٥ ، ص ٣٣.

١٤ * الوزن الذري : هو وزن عنصر ما بالنسبة إلى وزن الهيدروجين والذي له الوزن الذري لوحدة القياس ، وهذا الوزن الذي يعبر عنه بالغرام يدعى غرام واحد وزن ذري للعنصر ؛ للمزيد ينظر : مارك ج. هامر جونيور ، الماء وتقنية مياه الصرف ، ترجمة يوسف رضون ، الطبعة الأولى ، المنظمة العربية للترجمة ، سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدّمة ، ٢٠١١ ، ص ٢٨ .

[١٥] * صبغة خضراء ، موجودة في جميع النباتات الخضراء ، وهي المسؤولة عن امتصاص الضوء لتوفير الطاقة لعملية التمثيل الضوئي .

(١٦) Koenig R. & Kuhns M. , Control of Iron Chlorosis in Ornamental and Crop Plants , Utah State University , 1996 , p 3 ; https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1040&context=extension_histall

(١٧) نبيلة سعيد بشارة محمد ابراهيم وآخرون ، إزالة الحديد من الماء عن طريق أكسدته بالهواء والكلور ، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا ، كلية العلوم ، ٢٠١٦ ، ص ٢ .

(١٨) كامل كاظم فهد ، دراسة تركيز العناصر الثقيلة للمياه السطحية والجوفية في مياه جنوب العراق ، مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية ، العدد ٢ ، المجلد ٤ ، ٢٠١٥ ، ص ٢٧٠ .

(١٩) عصام عيسى عمران وآخرون ، الفحوصات التحليلية للمياه والتربة ، الطبعة الأولى ، مطبعة احمد الدباغ ، بغداد ، ٢٠١١ ، ص ١٨٣ .

(٢٠) الشبكة العالمية الانترنت .https://www.annajah.net /الحديد-في-المياه-الأسباب-و-المعالجة-article-5696

(٢١) محمود فاضل الجميلي وسلوى هادي احمد ، تلوث التربة والمياه ، الطبعة الأولى ، ٢٠١٨ ، ص ١٨٠ .

(٢٢) الشبكة العنكبوتية العالمية الأنترنت https://ar.wikipedia.org/wiki/رصاص

(٢٣) هبة صاحب دخيل عودة الحسناوي ، الخريطة الهيدرولوجية لمدينة الناصرية وتأثيراتها البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير ، (غير منشورة) ، كلية الآداب ، جامعة ذي قار ، ٢٠١٩ ص ١٥٨ .

(٢٤) فهد احمد فرحان العامود ، التحليل المكاني للعوامل المؤثرة في تلوث مياه الري والتربة في قضاء سوق الشيوخ ، رسالة ماجستير ، (غير منشورة) ، كلية التربية ، جامعة البصرة ، ٢٠١٠ ، ص ١٥٥ .

(٢٥) خلف حسين علي الدليمي ، جغرافية الصحة ، الطبعة الأولى ، دار صفا للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٩ ،ص ٣٢

(٢٦) World Health Organization (WHO) , https://www.who.int/ar/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health .

(٢٧) محمود فاضل الجميلي وسلوى هادي احمد ، تلوث التربة والمياه ، مصدر سابق ، ص ١٨٣ .

(٢٨) الشبكة العالمية الأنترنت https://ar.wikipedia.org/wiki/كادميوم

(٢٩) Mahmood B. , Investigating the influence of emitted Cadmium from crude oil combustion on glutathione level in workers at Al- Qudis power plant, Baghdad , Iraqi Journal of Science, Vol 55, No.4B, 2014 , p 1794 .

[٣٠]* سمي المرض نسبة لظهوره اول مره في مقاطعة إيتاي (Itai) اليابانية ، والذي نتج بسبب مخلفات المصانع والمناجم بما وصل من ارتفاع تركيز الكادميوم في الماء من (٥ – ١٨٠) ppm ؛ للمزيد ينظر محمد اسماعيل عمر ، كيمياء البيئة ، الطبعة الأولى ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة ، ٢٠٠٩ ، ص ٣٨٤ .

(٣١) محمد اسماعيل عمر ، كيمياء البيئة ، الطبعة الأولى ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، القاهرة ، ٢٠٠٩ ، ص ٢٨٣ .

(٣٢) حسين علي السعدي ، البيئة المائية ، دار اليازوري، الأردن،٢٠٠٥ ، ص ٢٢٩ .

(٣٣) مارك ج. هامر جونيور ، الماء وتقنية مياه الصرف ، ترجمة يوسف رضون ، الطبعة الأولى ، المنظمة العربية للترجمة ، سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدّمة ، ٢٠١١ ، ص ٢٩ .

[٣٤] * هي وكالة دولية مختصة بالأبحاث عن مرض السرطان ، وهي تابعة لمنظمة الصحة العالمية ، ويقع مقرها الرئيسي في مدينة ليون الفرنسية ، هتم هذه الوكالة بإجراء أو تنسيق الأبحاث عن أسباب مرض السرطان، كما أنها تقوم بدراسات وبائيّة حول هذا المرض في جميع أنحاء العالم

(٣٥) https://www.lenntech.ae/processes/heavy/heavy-metals.htm .

(٣٦) الشبكة االعالمية الانترنت (الموسوعة الحرة ويكيبيديا) https://ar.wikipedia.org/wiki/نيكل

(٣٧) مارك ج. هامر جونيور ، الماء وتقنية مياه الصرف ، مصدر سابق ، ص ٢٨ – ٢٩