# تقييم ونمذجة جودة مياه نهر دجلة في محافظة واسط

م.د. علي كريم حميد الشمري
ali.kareem@uowasit.edu.iq
م.م. انمار نوري خفيف القره غولي
anmar_noori@uowasit.edu.iq
قسم الجغرافية / كلية التربية الأساسية / جامعة واسط

**المستخلص:**
يُعدّ الماء أهم الموارد الطبيعية وأكثرها حيوية، إذ لا غنى عنه لبقاء الكائنات الحية وإنتاج الغذاء والتنمية الاقتصادية. ومع ذلك، تواجه مدن عديدة حول العالم نقصاً حاداً في المياه، خاصة وأن نحو 40% من الإمدادات الغذائية العالمية تعتمد على الري، كما تعتمد العمليات الصناعية بشكل واسع على الموارد المائية، فضلاً عن تأثر الحياة البرية والنظم البيئية بجودة المياه وتوافرها الإقليمي والموسمي وهو ما يشهد تدهوراً مستمراً نتيجة للتوسع الحضري، والنمو السكاني والنشاط الصناعي، وتغير المناخ، وللحد من هذه المشكلة، بات من الضروري تشخيص أسباب تلوث المياه والعمل على إيجاد حلول مستدامة عبر رفع الوعي بأهمية الحفاظ على الموارد المائية، علاوة على ذلك يهدف البحث إلى تقييم جودة مياه نهر دجلة في محافظة واسط، ضمن المقطع الممتد من مدينة الصويرة إلى مركز قضاء الكوت، حيث تم اختيار ستة مواقع لقياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية وتركيز بعض العناصر الثقيلة خلال شهري كانون الثاني وتموز، ومقارنة النتائج بالمحددات الوطنية والعالمية، حيث يُعد تقييم التغيرات الموسمية لجودة المياه السطحية جانباً جوهرياً لفهم التباين الزمني للتلوث الناتج عن المدخلات الطبيعية أو البشرية من مصادرها المختلفة، وقد وُزعت مواقع أخذ العينات بانتظام لتغطي مسار النهر في المحافظة، ومُثلت ملوثات المياه المقاسة بخرائط تدرج لوني باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS 10.9) عبر طريقة (Inverse Distance Weighting) لإظهار التغيرات المكانية وتحديد بؤر تركز الملوثات وعليه أظهرت النتائج ارتفاع تراكيز معظم الملوثات متجاوزةً الحدود البيئية المسموح بها، ويعزى ذلك إلى تصريف مياه الصرف الصحي الحضرية، والنفايات الصناعية، ومياه المبازل الزراعية مباشرة إلى النهر دون معالجة، مما أدى إلى تدهور جودة المياه وتراجع صلاحيتها للاستخدامات البشرية والبيئية .

**الكلمات المفتاحية :** التقييم البيئي، جودة المياه، النمذجة. الخصائص الفيزيائية والكيميائية

# Assessment and modeling of water quality in the Tigris River in Wasit Governorate

L.Dr. Ali Kareem Hameed
Ali.Kareem@uowasit.edu.iq
A.L. Anmar Nouri Khafif Al-Qarahghouli
Anmar_Noori@uowasit.edu.iq
Geography Department / College of Basic Education / Wasit University

**Abstract:**
Water is the most important and vital natural resource, essential for the survival of living organisms, food production, and economic development. However, many cities around the world face severe water shortages, especially since approximately 40% of the global food supply depends on irrigation. Industrial processes also rely heavily on water resources, and wildlife and ecosystems are affected by water quality and its regional and seasonal availability, which is experiencing continuous deterioration due to urbanization, population growth, industrial activity, and climate change. To mitigate this problem, it has become essential to identify the causes of water pollution and work towards finding

sustainable solutions by raising awareness of the importance of conserving water resources. Furthermore, this research aims to assess the water quality of the Tigris River in Wasit Governorate, specifically in the section extending from Al-Suwaira city to the center of Al-Kut district. Six sites were selected to measure the physical and chemical properties and the concentration of some heavy metals during January and July, and the results were compared with national and international standards. Assessing seasonal variations in surface water quality is crucial for understanding the temporal variability of pollution resulting from natural or human inputs from various sources. Sampling sites were distributed regularly to cover the course of the river in the governorate, and the measured water pollutants were represented by color gradient maps using GIS techniques (ArcGIS 10.9) via the Inverse Distance Weighting method to show spatial changes and identify pollutant concentration hotspots. The results showed that the concentrations of most pollutants were high, exceeding the permissible environmental limits. This is attributed to the discharge of urban sewage, industrial waste, and agricultural drainage water directly into the river without treatment, which led to the deterioration of water quality and a decline in its suitability for human and environmental uses.

**Keywords :** Environmental assessment, water quality, modeling of physical and chemical properties

**المقدمة**

يُعد تلوث المياه مشكلة عالمية خطيرة ناجمة عن الأنشطة الصناعية والزراعية والبشرية، مما يشكل تهديدات كبيرة للصحة العامة والحياة البرية والنظم البيئية، فتلوث المياه يعني وجود عناصر كيميائية أو فيزيائية أو بيولوجية تُسبب تدهورًا في مسطح مائي معين، وتختلف درجة التلوث اختلافًا كبيرًا بناءً على عدة عوامل منها نوع المسطح المائي وموقعه الجغرافي والاستعمالات المتنوعة التي يخدمها، وقد صُنفت ملوثات المياه إلى فئات متميزة، بما في ذلك الملوثات غير العضوية والملوثات العضوية ومسببات الأمراض والتلوث الحراري والملوثات المشعة، وغيرها مما يستدعي تقييمًا مستمرًا لسياسات موارد المياه لمواجهة هذا التحدي حيث تشير الأدلة المياه الملوثة أكثر عرضة لاحتواء نواقل الأمراض، ويُعتقد أن حوالي 80% من الأمراض المعدية على مستوى العالم مرتبطة بالمياه غير الآمنة، مما يؤدي إلى حقيقة مؤسفة تتمثل في وفاة حوالي 3.4 مليون شخص، معظمهم من الأطفال، سنويًا بسبب أمراض ناجمة عن المياه الملوثة. ومع ازدياد عدد السكان والتطور الاقتصادي، أصبحت المياه العذبة العالمية أولوية قصوى في استدامة الحياة اليومية . علاوة على ذلك، ارتفع الطلب العالمي على المياه بنسبة 600% خلال المئة عام الماضية، بمعدل زيادة سنوية قدره 1.8%، الأمر الذي تسبب في نقص المياه العذبة وتلوثها . لذا يشهد العالم الآن اهتماماً متزايداً بالموارد المائية وكيفية مجابهة الأخطار التي تهددها من نقص متزايد وتردٍ في نوعيتها، يقابل ذلك تنامي الطلب وازدياده عليها نتيجة التطور الحضاري في العالم حيث يأتي التوسع الحضري في المرتبة الثانية بعد الزراعة كسبب رئيسي لتدهور المياه .على ذلك تعد مشكلة تلوث المياه من المشكلات المهمة ومن المعتقد ان تكون سبب المشاكل بين الدول .

تعاني الأنهار العراقية ومن ضمنها نهر دجلة من زيادة الملوثات وخصوصاً في السنوات الأخيرة، إذ إن عدد المصانع والأرض المزروعة والأسمدة المستعملة ومياه الصرف الصحي وعدد السكان والتطور العمراني قد ازداد ازديادا ملحوظا، أدت هذه الزيادة إلى ارتفاع تراكيز الملوثات المطروحة وخصوصاً السائلة منها لذا بات من الضروري فهم أسباب تلوث المياه وعواقبه لوضع تدابير فعّالة للتخفيف من آثاره. علاوة على ذلك تمثلت **مشكلة البحث** : ما اهم مصادر تلوث مياه نهر دجلة في محافظة واسط، وهل اثرت على جودة المياه وزيادة تراكيز الملوثات فيها . **على افتراض** ان مصادر تلوث المياه في محافظة

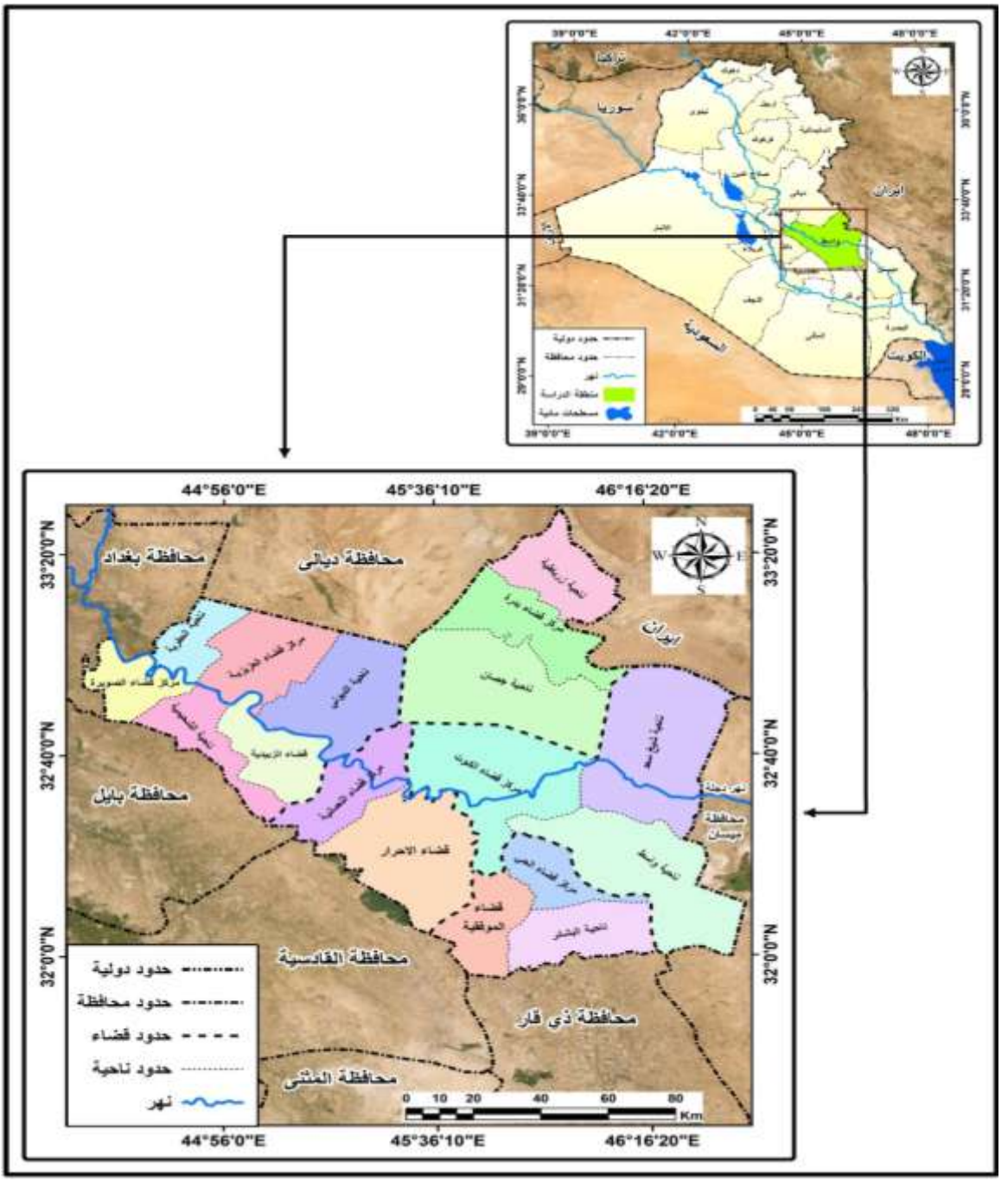
واسط تتعدد لتشتمل على مياه الصرف الصحي والمخلفات الصناعية والزراعية مما يؤثر في تغيير الخصائص النوعية المياه وزيادة تراكيز الملوثات فيها . ونظراً لاهميه المياه **يهدف البحث** الى الكشف عن اهم مصادر تلوث مياه نهر دجلة ضمن محافظة واسط وتقييم جوده المياه من خلال قياس تراكيز بعض الملوثات وتباينها زمانياً ومكانياً ومقارنتها مع المحددات البيئية المسموح بها ومن ثم دراسة الاثار الناجمة عنه والاجراءات الكفيلة للتخفيف من تلوث المياه في محافظة واسط . وذلك من خلال الاعتماد **المنهج النظامي** الذي يبحث في خصائص مصادر تلوث المياه واثرها في زيادة تراكيز الملوثات، فضلاً عن الاعتماد على **المنهج التحليلي** في إبراز التباين المكاني والزماني لتراكيز الملوثات في مياه نهر دجلة وتقييم مؤشرات التلوث .

**- حدود البحث**

تتمثل حدود البحث بالحدود المكانية والزمانية والموضوعية اذا تتمثل الحدود المكانية بالحدود الادارية لمحافظة واسط والواقعة بين خطي طول (30،44°) و (37،46°) شرقاً وبين دائرتي عرض (50-31°)، (27- ،33°) شمالاً وتحديداً في القسم الشرقي من وسط العراق ضمن منطقة السهل الرسوبي، تحدها من الشمال والشمال الغربي محافظتي بغداد وديالى ومن الجنوب والجنوب الشرقي محافظتي ذي قار وميسان ومن الغرب والجنوب الغربي محافظتي بابل والقادسية، اما من الشرق فحدودها سياسية مع إيران لذا، بلغت مساحتها (17153 كم$^2$) وهي بذلك تستأثر على نسبة (3,94%) من مساحة العراق البالغة (435052 كم$^2$) .[1] انظر الخريطة (1) . ينحصر البُعد المكاني بحدود نهر دجلة ضمن محافظة واسط وذلك للمقطع الممتد من شمال مدينة الصويرة الى سدة الكوت حيث يبلغ طوله (245 كم) وبمعدل عرض (427,25 م) .

خريطة (1) موقع محافظة واسط من العراق والتقسيمات الادارية فيها

Print ISSN 3006-3256 Online ISSN 3006-3264




المصدر : الباحثان بالاعتماد على جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، المديرية العامة للمساحة، خريطة العراق وواسط الادارية لعام 2024، مقياس 1: 1000000.

اما الحدود الزمانية فتمثلت بالدراسة الميدانية من خلال أجراء القياسات الميدانية والمختبرية لتراكيز الملوثات الرئيسة وتمثيلها بخرائط النمذجة وللموسمين الصيفي والشتوي لعام 2023 باستعمال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية Arc Gis 10.7، لإظهار التغييرات المكانية لتلك الملوثات وإبراز أهم المواقع التي تتركز فيها في مياه نهر دجلة فضلاً عن مراجعة الدوائر المعنية واخذ الصور الفوتوغرافية لمصادر التلوث . أما الحدود الموضوعية فتتمثل بدراسة مصادر تلوث مياه نهر دجلة في محافظة واسط وتحليل التباين المكاني والزماني لتراكيز الملوثات .

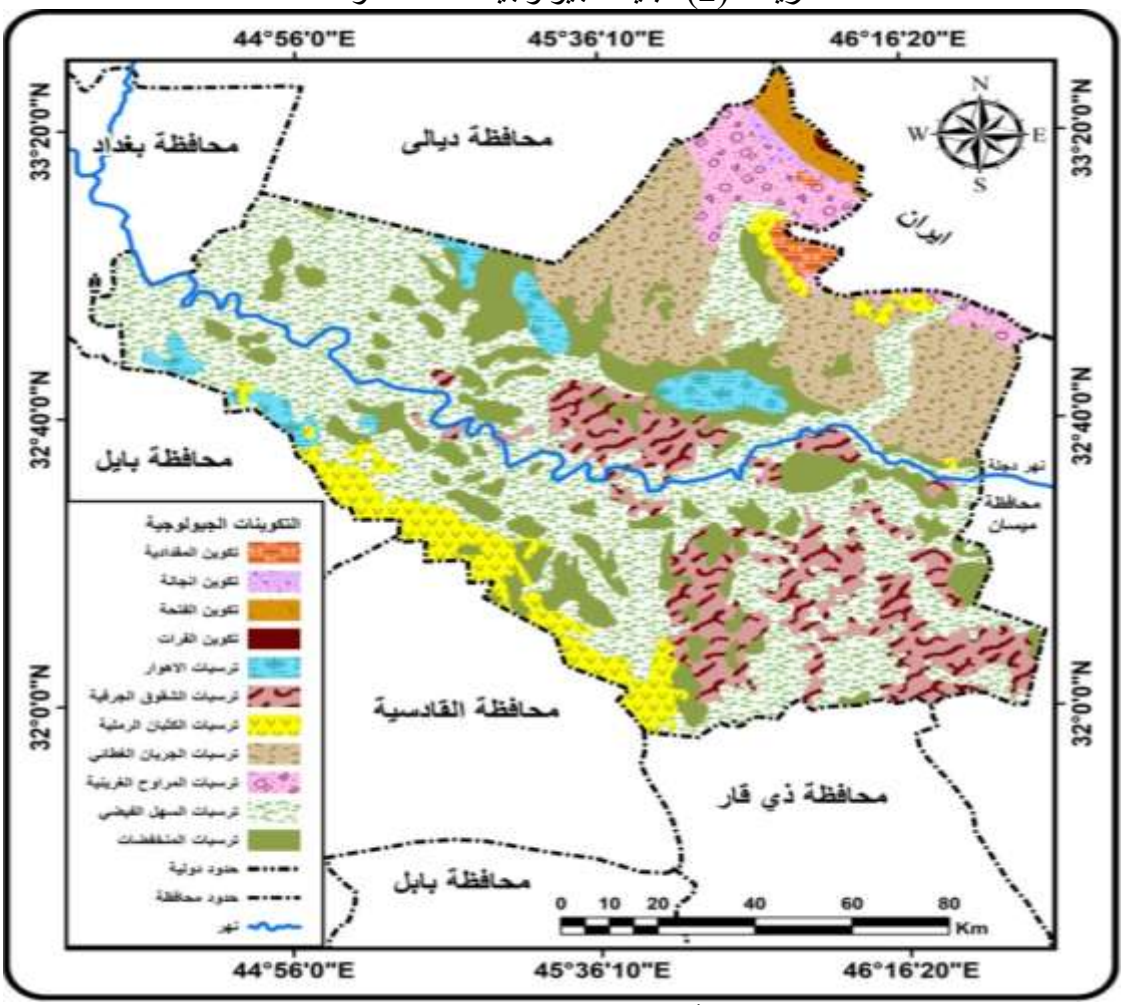
**أولا : خصائص العوامل الجغرافية الطبيعية المؤثرة في تلوث مياه نهر دجلة**

**1- التركيب الجيلوجي :**

تعد منطقة الدراسة جزءاً من السهل الرسوبي ضمن الرصيف غير المستقر، فقد هبطت أقسام كبيرة من هذا الالتواء المقعر الكبير، الأمر الذي ساعد على زيادة تجمع الترسبات الطينية والرملية التي يحملها كل من نهري دجلة والفرات وبصورة غير منظمة، هذا يعود إلى حركة أو انتقال المواد بوساطة عمليات ومؤثرات خارجية من التلال والمرتفعات التي تحيط أو تمتد من الشمال الشرقي أو في الجنوب الغربي لنهر الفرات ويتكون بصورة رئيسة من طبقات طينية ومالحة وطبقة رقيقة من المواد الرملية . وتغطي ترسبات العصر الرباعي معظم مناطق السهل الرسوبي بصورة عامة ومنطقة الدراسة بصورة خاصة ويتراوح سمك الرواسب ما بين 150-200 م .

كما تعدّ ترسبات البلايستوسين من أكثر الترسبات انتشاراً في المنطقة، وتتمثل هذه الترسبات بالمصاطب النهرية والمراوح الغرينية والترسبات النهرية القديمة . أما ترسبات الهولوسين فتشمل ترسبات بيئات مختلفة الأصل نهرية أو بحرية ومناطق مصبات الأنهار والترسبات الريحية والترسبات الناتجة من فعاليات الإنسان وأهمها الترسبات النهرية انظر الخريطة (2) والتي تشمل ترسبات السهل الفيضي والتي تعدّ أكثر الترسبات انتشاراً في نطاق وادي الرافدين والتي يبلغ سمكها من (10-15) م كما يشمل السهل الفيضي ترسبات أخرى، مثل ترسبات الشقوق الجرفية والأكتاف النهرية، فضلاً عن ترسبات البحيرات الهلالية .[2]

خريطة (2) البنية الجيولوجية لمحافظة واسط



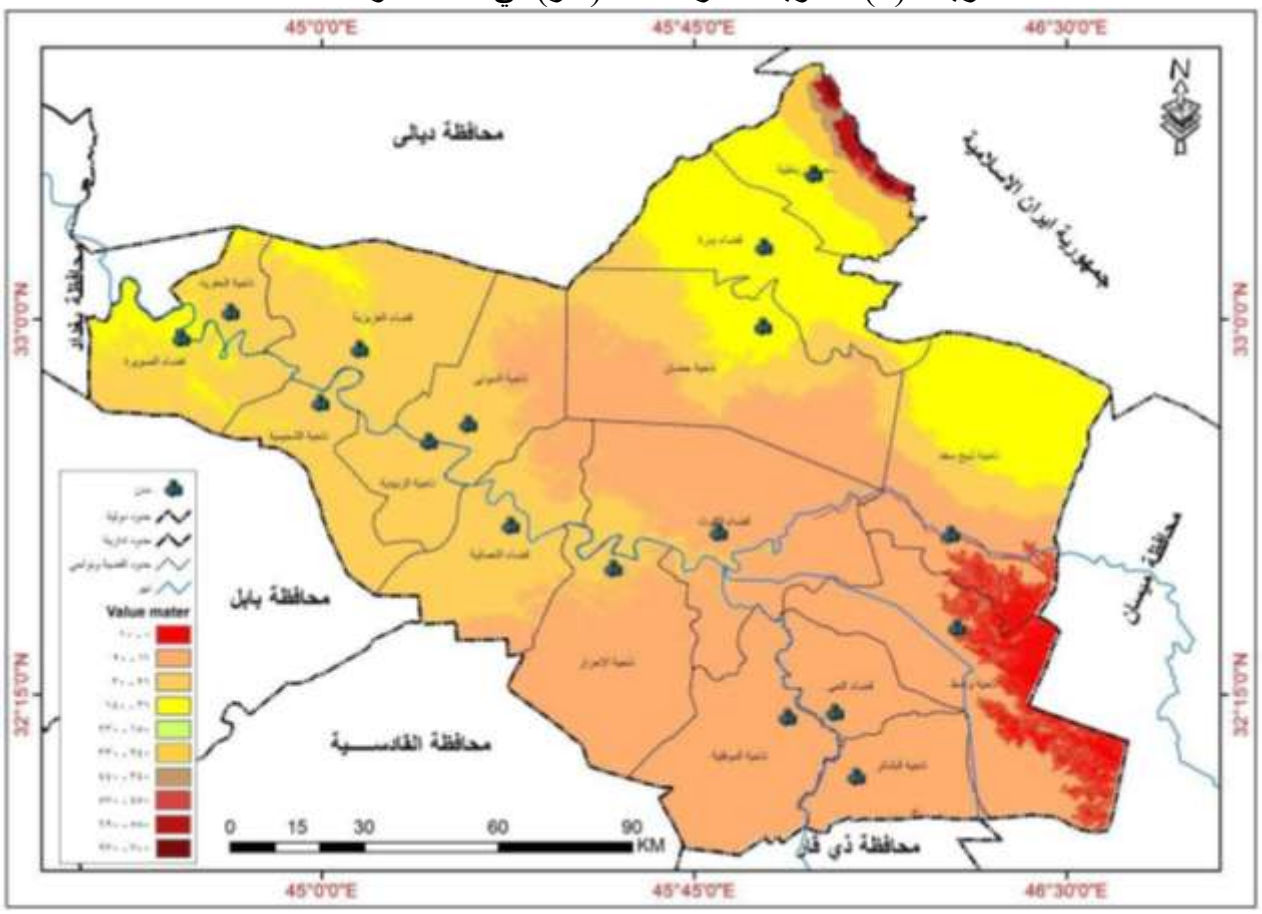

المصدر: وزارة الصناعة والمعادن، الهيأة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة جيولوجية العراق، مقياس 1: 250000 لسنة 2022، ومخرجات برنامج Arc Map 10.4.1.

وتظهر الأكتاف النهرية على جانبي نهر دجلة وتفرعاته وتتكون من الرمال والغرين والطين، كما ان طبيعة المنطقة الجيولوجية ساعدت على تجمع الرواسب الطينية في النهر وأرتفاع نسبة العكورة .[3] كما تحدد البنية الجيلوجية طبيعة صخورها ونوع الجريان فالصخور التي تتميز بوجود شقوق وفواصل عدة فان معدلات الترسب الباطني سوف ترتفع ويصبح الجريان جوفيا، اما في حالة الصخور صلبة وقليلة المسامية فان الترسب يقل ويزيد بذلك الجريان السطحي .[4]

**2. السطح**

يتصف السطح في منطقة الدراسة بالاستواء العام والانحدار التدريجي البسيط في معظم اجزائه، وما يؤكد هذا الانبساط ضآلة الفارق الانحداري اذ تنحدر منطقة الدراسة تدريجياً من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي وبمعدل (7,14 سم/ كم) حيث يمر خط الارتفاع المتساوي (30 م) عن مستوى سطح البحر في بداية منطقة الدراسة والذي يقطع ناحية الحفرية من الشمال الغربي، وخط الارتفاع المتساوي (14 م) عن مستوى سطح البحر في نهايتها عند قضاء الحي، من جهة الجنوب الغربي لاحظ الخريطة (3)، وعلى الرغم من هذا الانبساط نلاحظ أن الجهات الشرقية من المحافظة تبدو اكثر ارتفاعاً من جهاتها الغربية؛ وذلك بسبب الرواسب المنقولة بواسطة السيول المنحدرة من المرتفعات الشرقية والشمالية الشرقية للمحافظة اذ تتراوح بعض ارتفاعاتها المحاذية للحدود الإيرانية مابين (150 - 200 م) فوق مستوى سطح البحر في حين يصل ارتفاع قضاء بدرة حوالي (40م) فوق مستوى سطح البحر، ومن ثم يقل الانحـــــــدار تدريجياً باتجاه الجنوب الغربي حتى يصل الى (20م) فوق مستوى سطح البحر عند قضاء النعمانية .

خريطة (3) مستويات الارتفاعات (متر) في محافظة واسط




المصدر : الباحث بالاعتماد على بياناتSRTM-DEM باستخدام برنامج Arc Gis 10.4.1 .

ونظراً لقلة انحدار السطح فقد ترك ذلك أثره على تصريف المياه السطحية حيث جعل مجاريها متسعة وقليلة العمق وجيدة التصريف وذات مستوى قريب من مستوى الأراضي المحيطة بها الأمر الذي جعل

من الأراضي المحيطة بنهر دجلة أكثر عرضة لأخطار الفيضان في موسم الأمطار، وساهم في قيام مجموعة من الأهوار والمستنقعات الموسمية والدائمية في مناطق متفرقة من المحافظة .

توجد أيضاً في المحافظة أربع بحيرات هلالية تنحصر بين قضاء المدائن التابع لمحافظة بغداد والأجزاء الشمالية من المحافظة، الأولى تقع عند الحدود الغربية للمحافظة مع محافظة بغداد، وتعرف بأسم (شط القص) والثانية تقع في مقاطعة القطنية الشرقية في قضاء الصويرة والثالثة في مقاطعة الهمينية في قضاء العزيزية، وتعرف بأسم (الشط الأعمى) والأخيرة في قضاء النعمانية.[5] فضلاً عن وجود الكثبان الرملية المتحركة في مناطق محددة من المحافظة، كالكثبان الرملية المتحركة في الأقسام الجنوبية الشرقية من المنطقة ضمن ناحية واسط التابع إلى قضاء الكوت، وبعض المناطق الواقعة في قضاء الصويرة وتحديداً في منطقة الشحيمية بالقرب من الحدود الإدارية الفاصلة مع محافظة بابل .

### 3. المناخ

تصنف منطقة الدراسة ضمن المناخ شبه المداري – الصحراوي الجاف الذي يتميز بالمدى الحراري اليومي والسنوي الكبيرين نظراً لوقوعها بين دائرتي عرض (31,50°) و (33,27°) شمالاً وهذا يعني قلة الامطار واعتدال درجات الحرارة شتاءً مع انعدام المطر وارتفاع درجات الحرارة صيفاً فضلاً عن قصر الفصول الانتقالية .

وفي ظل المعطيات المناخية لمحطة الكوت نجد منطقة الدراسة تتصف بارتفاع درجات الحرارة لمعظم أيام السنة اذ يظهر من الجدول (1) ان المعدل السنوي لدرجات الحرارة الصغرى في محافظة واسط بلغ (17,4°م)، إذ سجل شهر آب أعلى معدل للحرارة الصغرى بلغ (27,7°م)، بينما سجل شهر كانون الثاني أدنى معدل بلغ (6,5°م)، ويُظهر هذا التباين الحراري الواضح الطبيعة القارية للمناخ في محافظة واسط، حيث ترتفع درجات الحرارة خلال فصل الصيف نتيجة شدة الإشعاع الشمسي وطول ساعات السطوع، في حين تنخفض شتاءً بسبب تأثر المنطقة بالكتل الهوائية الباردة .

جدول (1) المعدلات الشهرية والفصلية للخصائص المناخية في محافظة واسط لمحطة الكوت المناخية للسنوات (1993-2023)

| الأشهر | درجات الحرارة العظمى | درجات الحرارة الصغرى | مجموع الأمطار (ملم) | الرطوبة النسبية بـ (%) | سرعة الرياح (م / ثا) | اتجاه الرياح | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | اتجاه الرياح السائد | النسبة المئوية (%) |
| ك2 | 16,3 | 6,5 | 28,7 | 70,6 | 3,1 | الشمالية | 14,4 |
| شباط | 19,2 | 7,7 | 20,9 | 61,3 | 4,3 | الشمالية الشرقية | 7,1 |
| اذار | 23,5 | 11,6 | 20,3 | 55,7 | 3,5 | الشرقية | 4 |
| نيسان | 31,9 | 17,5 | 18 | 43,9 | 3,3 | الجنوبية الشرقية | 6,1 |
| أيار | 38,5 | 22,3 | 8,6 | 32,3 | 3,8 | الجنوبية | 2,2 |
| حزيران | 42,3 | 25,9 | 0 | 23,3 | 5,3 | الجنوبية الغربية | 13 |
| تموز | 45,5 | 27,6 | 0 | 23,8 | 5,3 | الغربية | 14 |
| أب | 45,6 | 27,4 | 0 | 23,9 | 5,3 | الشمالية الغربية | 27,6 |
| أيلول | 41,9 | 23,7 | 0,1 | 27,1 | 4,4 | السكون | 11 |
| ت1 | 34,3 | 18,4 | 3,5 | 39,1 | 3,2 | - | - |
| ت2 | 25,3 | 12,3 | 26,3 | 57,3 | 3,3 | - | - |
| ك1 | 19,5 | 8,3 | 35,8 | 70,9 | 3,2 | - | - |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المعدل السنوي | 32 | 17,4 | 13,5 | 44,1 | 3,9 | - | - |

المصدر : وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأنواء الجوية العراقية، قسم المناخ، بيانات غير منشورة ،2024 ,

في حين بلغت بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة العظمى نحو (32,0°م)، وقد سجل شهر آب أعلى معدل بلغ (45,6°م)، بينما سجل شهر كانون الثاني أدنى معدل بواقع (16,3°م)، ويُعد هذا الارتفاع الكبير في درجات الحرارة خلال أشهر الصيف من أبرز السمات المناخية في المنطقة، إذ يؤدي إلى زيادة معدلات التبخر من سطح نهر دجلة، وبالتالي ارتفاع التراكيز الملحية والملوثات الكيميائية نتيجة تناقص كمية المياه، كما أن ارتفاع حرارة المياه يسرّع التفاعلات الكيميائية والحيوية داخل النهر، ويزيد من احتمالية نمو الطحالب والأحياء الدقيقة، الأمر الذي قد يؤثر سلباً في نوعية المياه وصلاحيتها للاستعمالات المختلفة .

اما الرياح فعلى الرغم من اعتدال المعدل السنوي لسرعتها في محافظة واسط والذي بلغ (3,9 م/ ثا) الا ان سرعتها تزداد خلال أشهر الصيف حيث بلغت (5,3 م/ثا) لكل من (حزيران وتموز وآب)، بينما سجل شهر كانون الثاني أدنى سرعة بلغت (3,1 م/ثا)، وتؤدي الرياح دوراً مهماً في التأثير على البيئة المائية لنهر دجلة، إذ تسهم في زيادة معدلات التبخر خلال فصل الصيف، خاصة مع ارتفاع درجات الحرارة، مما يؤدي إلى تناقص كميات المياه وارتفاع تراكيز الأملاح والملوثات، كما تساعد الرياح في تحريك المياه السطحية وخلطها، الأمر الذي يؤثر في توزيع الرواسب والمواد العالقة داخل النهر .

كما يظهر من الجدول (1) إن هناك سيادة واضحة للرياح الشمالية الغربية على حساب الاتجاهات الاخرى أذ بلغت نسبة تكرارها وهي الأعلى (27,6 %) وهي بذلك لا تختلف عن الرياح السائدة التي تهب على العراق خلال اشهر السنة، ولهذه الرياح أثر هام في مناخ العراق ففي الشتاء تكون باردة جافة مصحوبة بسماء صافية خالية من الغيوم، أما في فصل الصيف فأنها تلطف الجو وتقلل من درجات الحرارة العالية، كما تهب الرياح الشرقية أو الشمالية الشرقية شتاءً مصحوبة ببرودة قارصة وسماء صافية، فضلاً عن الرياح الجنوبية الشرقية والتي تكون دافئة نسبياً ورطبة، وتجلب الغيوم والأمطار شتاءً، أما في فصل الصيف فأنها حارة مصحوبة بغبار وعواصف ترابية .[4] يؤثر تغير اتجاه الرياح في بعض أشهر السنة على نوعية مياه نهر دجلة في محافظة واسط من خلال تأثيره على حركة سطح الماء ونقل الغبار، فعندما لا يكون هناك اتجاه سائد، تقل حركة الخلط والتهوية، مما قد يزيد تركّز الرواسب والملوثات في بعض أجزاء النهر، كما تسهم في نقل الأتربة إلى مجرى النهر، خاصة مع الرياح الشمالية الغربية صيفًا، مما يزيد العكورة والمواد العالقة، كذلك يؤدي ضعفها أحيانًا إلى ارتفاع حرارة المياه، وهو ما قد يقلل الأوكسجين الذائب ويؤثر في جودة المياه .

اما الرطوبة النسبية في منطقة الدراسة فتتميز بانخفاض معدلاتها أذ يُشير الجدول (1) إن معدلها السنوي بلغ (44,1 %) وهو على العموم منخفض لوقوع المحافظة ضمن الإقليم الصحراوي، أذ تصل معدلات الرطوبة الشهرية في اكثر الشهور رطوبة وهو شهر كانون الثاني الى (70,9 %) في حين تصل الى أدنى مستوى لها في شهر حزيران (23,3 %) ويعود ذلك الى ارتفاع درجات الحرارة صيفاً وانعدام تساقط الامطار مما يؤدي الى ارتفاع معدلات التبخر ومن ثمَّ انخفاض الرطوبة النسبية . أن وجود الرطوبة في الهواء يساعد على حدوث التفاعلات الكيمائية بين الملوثات الغازية حيث يؤدي زيادتها إلى سرعة إذابة الملوثات الغازية لتكون الأحماض المختلفة التي تسبب المطر الحامضي، وعندما يقترن ارتفاع الرطوبة النسبية بارتفاع درجة حرارة الهواء تزداد سرعة التفاعلات الكيما- ضوئية بين الملوثات الغازية ولا سيما في حالة ارتفاع تركيز الجزيئات الصلبة فينتج عن ذلك مزيد من الملوثات .

اما الامطار فقد بلغ معدلها السنوي نحو (13,5 ملم)، سجل شهر كانون الأول أعلى مقدار للتساقط المطري بلغ (35,8 ملم)، فيما سجل شهر أيلول ادنى معدل (0,1 ملم) ومن النادر سقوط الامطار في اشهر حزيران وتموز واب . يُظهر هذا التوزيع الموسمي أن الأمطار تتركز في الفصل البارد، في حين

يسود الجفاف خلال فصل الصيف، وهو ما يؤثر بصورة مباشرة في الموارد المائية السطحية، فقلة الأمطار وضعف التغذية المحلية لمياه نهر دجلة يؤديان إلى انخفاض قدرة النهر على تخفيف الملوثات، خاصة خلال موسم الصيف الذي يشهد ارتفاعاً في درجات الحرارة وزيادةً في التبخر، كما أن محدودية التساقط المطري تجعل النهر أكثر اعتماداً على الإيرادات المائية القادمة من أعالي الحوض، الأمر الذي يزيد من حساسية نوعية المياه تجاه التغيرات المناخية والبشرية .

## 4. هيدرولوجية نهر دجلة

يخترق نهر دجلة المحافظة من جهاتها الشمالية الغربية عند قضاء الصويرة، حتى حدودها الجنوبية الشرقية بأتجاه محافظة ميسان وبطول (345 كم)0 يتفرع من الضفة اليمنى للنهر عند سدة الكوت، فرعان الغراف والدجيلة . يتميز نهر دجلة بتباين واضح في كميات التصريف المائي حيث يلاحظ من الجدول (2) ان أعلى مجموع سنوي للتصاريف بلغ (٤٦٠٦ م³/ثا) وذلك في عام (٢٠١٨) وبمعدل سنوي بلغ (١٢,١ م³/ثا)، في حين سُجل أدنى مجموع سنوي (٣٦٢١ م³/ثا) وبمعدل (٩,٥ م³/ثا) في عام (٢٠١٠)، مما يعكس تأثر تصاريف النهر بالظروف المناخية وكميات الأمطار والسياسات المائية في أعالي الحوض داخل العراق وخارجه .

جدول (2) التصاريف الشهرية والمجموع السنوي (م3/ثا) لتصاريف خلف سدة الكوت (2009-2018)

| السنه | ك٢ | شباط | آذار | نيسان | مايس | حزيران | تموز | اب | ايلول | ت١ | ت٢ | ك١ | المعدل | المجموع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٢٠٠٩ | ٣٢١ | ٣١٥ | ٣٢٣ | ٣٤٥ | ٣١١ | ٣١٠ | ٢٧٦ | ٢٢٢ | ٢٥٠ | ٣٢٢ | ٣٨٩ | ٣٧٨ | ٩,٨٨ | ٣٧٦٢ |
| ٢٠١٠ | ٢٩٩ | ٣٤٢ | ٣٢١ | ٣١٢ | ٣١١ | ٣١١ | ٢٤٥ | ٢١٣ | ٢٢٢ | ٣٤٤ | ٣٧٨ | ٣٢٣ | ٩,٥ | ٣٦٢١ |
| ٢٠١١ | ٢٩٨ | ٣١٢ | ٣٧٨ | ٣٢٢ | ٣١٢ | ٣٢٢ | ٢٨٧ | ٢٤٧ | ٢٤٦ | ٣٢١ | ٣٦٦ | ٣٧٨ | ٩,٩٥ | ٣٧٨٩ |
| ٢٠١٢ | ٣١٥ | ٣١١ | ٣١٢ | ٣٢١ | ٣١٤ | ٣١١ | ٢٧٨ | ٢٣٧ | ٢٥٦ | ٣١١ | ٣٥٤ | ٣٨٧ | ٩,٧٤ | ٣٧٠٧ |
| ٢٠١٣ | ٣٤٢ | ٣٤٩ | ٣٤٥ | ٣٨٩ | ٣٧٦ | ٣٨٧ | ٢٥٦ | ٢٨٩ | ٢٩٦ | ٣٨٨ | ٣٩٩ | ٤٠١ | ١١,١ | ٤٢١٧ |
| ٢٠١٤ | ٣٩٨ | ٣٥٦ | ٣١٢ | ٣٤٤ | ٣٢١ | ٣٤٥ | ٢٨٧ | ٢٤٦ | ٢٣٣ | ٣٢١ | ٣٢١ | ٣٩٨ | ١٠,٢ | ٣٨٨٢ |
| ٢٠١٥ | ٣٢٢ | ٣٤٥ | ٣٢٣ | ٣٢٤ | ٣٣٣ | ٣٢١ | ٢٨٨ | ٢٣٤ | ٢١٣ | ٣٤٢ | ٣٤٥ | ٣٨٩ | ٩,٩ | ٣٧٧٩ |
| ٢٠١٦ | ٣٤٢ | ٣٢١ | ٣٢٢ | ٣٢١ | ٣١٨ | ٣١١ | ٢٩٨ | ٢٣٣ | ٢٥٦ | ٣٢٢ | ٣٦٥ | ٣٩٩ | ١٠ | ٣٨٠٨ |
| ٢٠١٧ | ٢٧٦ | ٣٢٨ | ٣٣٠ | ٣٣٧ | ٣١٥ | ٣١٩ | ٢٢٣ | ٢٤٠ | ٢٦٢ | ٣١٨ | ٣٨٠ | ٣٩٠ | ٩,٧٦ | ٣٧١٨ |
| ٢٠١٨ | ٤٨٧ | ٤٧٨ | ٤٨٧ | ٤٠٩ | ٤٠٠ | ٣٩٨ | ٣٢٠ | ٢٩٩ | ٢٩٨ | ٣١١ | ٣٢١ | ٣٩٨ | ١٢,١ | ٤٦٠٦ |

المصدر: حسين كريم الساعدي جامعة، عيون عبد المحسن جاسم، الاثر الهيدرولوجي على الاشكال الارضية الجيوموفولوجية في نهر دجلة لمؤخر سدة الكوت ( في محافظة واسط)، مجلة كلية التربية الاساسية الاساسية، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة واسط، المجلد2، العدد 37، 2019، ص 508 .

ومما تجدر الاشارة اليه أن أشهر الشتاء والربيع، ولاسيما كانون الثاني وشباط وآذار ونيسان، سجلت أعلى التصاريف المائية في أغلب السنوات، إذ بلغت في سنة (٢٠١٨) نحو (٤٨٧ م³/ثا) في كانون الثاني و(٤٧٨ م³/ثا) في شباط و(٤٨٧ م³/ثا) في آذار، ويعود ذلك إلى زيادة الأمطار الشتوية وذوبان الثلوج في المناطق الجبلية شمال العراق وتركيا، فضلاً عن زيادة الإطلاقات المائية من السدود لتلبية الاحتياجات الزراعية والبيئية، كما ارتفعت التصاريف أيضاً في بعض السنوات مثل (٢٠١٣) التي سجلت قيماً مرتفعة نسبياً بلغت (٤٢١٧ م³/ثا) كمجموع سنوي نتيجة تحسن الإيرادات المائية وزيادة الهطول المطري في المقابل انخفضت التصاريف خلال فصل الصيف، ولاسيما في أشهر تموز وآب وأيلول، إذ سجلت بعض السنوات قيماً منخفضة مثل (٢٢٣ م³/ثا) في تموز سنة (٢٠١٧) و(٢١٣ م³/ثا) في أيلول سنة (٢٠١٥)، ويرجع ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر وتوسع الاستهلاك الزراعي، فضلاً عن انخفاض الإطلاقات المائية من دول المنبع بسبب سياسات خزن المياه وتشغيل السدود، ما أدى إلى تراجع الإيراد المائي الواصل إلى محافظة واسط .

علاوة على ذلك يؤثر التذبذب في التصاريف الشهرية والسنوية لنهر دجلة بشكل مباشر في الخصائص النوعية للمياه، إذ تؤدي فترات ارتفاع التصريف إلى تحسين نوعية المياه عبر زيادة قدرة النهر على التخفيف الذاتي للملوثات وتقليل تراكيز الأملاح والمواد العضوية، بينما تؤدي فترات انخفاض التصريف، لاسيما في اشهر الصيف، إلى زيادة تراكيز الملوثات وارتفاع الملوحة والعكورة نتيجة ضعف الجريان المائي وقلة قدرة النهر على التنقية الطبيعية، إضافة إلى زيادة تأثير مياه الصرف الزراعي والمنزلي

المطروحة إلى النهر، كما يؤدي انخفاض التصاريف إلى تراجع كفاءة النظام البيئي النهري وتدهور نوعية المياه المستعملة للشرب والزراعة، الأمر الذي يجعل المحافظة أكثر عرضة للمشكلات البيئية والمائية، خصوصاً في المناطق ذات الكثافة السكانية والنشاط الزراعي المرتفع حول مجرى نهر دجلة.

**5. التربة**

وتعد التربة النتيجة النهائية لعميات تجوية صخور القشرة الارضية وبما فيها من معادن ومواد عضوية تمتزج مع بعض مكونة الهيكل العام للتربة ،بصورة عامة فإن تربة المنطقة تربة رسوبية عميقة حديثة التكوين تتمثل **بتربة اكتاف الانهار التي** تشغل النطاقات المرتفعة الواقعة على ضفاف الأنهار، حيث تظهر على شكل أشرطة ضيقة محاذية لمجاري الأنهار، يتموج سطحها قليلاً أو كثيراً بحسب موقعها من الأنهار الجارية كأنهار دجلة والغراف والدجيلة واهم مميزات هذا النوع من الترب ارتفاعها عن مستوى المناطق المحيطة بها بحوالي(2 – 3 متر) وتتكون هذه التربة من الطين (clay) والغرين (silt)والرمل (sand) وبنسب (30,7، 55,3 ، 14)،[6] على التوالي، وهي ذات نسيج مزيجي طيني غريني، اما **تربة احواض الانهار** التي تكونت بفعل الفيضانات الموسمية للأنهار التي كانت تلقي رواسبها على الجهات الجانبية التي تكثر فيها الانحناءات فتنتشر في منطقة الدراسة على الجهة اليمنى من نهر دجلة بسبب عامل الانحدار الذي تتصف به الجهة اليمنى عن الجهة اليسرى الاكثر ارتفاعا وتظهر هذه التربة على نطاق واسع في مختلف الوحدات الادارية ولاسيما حول نهر الغراف والدجيلة،[7] وتتميز هذه التربة بنسجة ناعمة وهي غرينية الى رملية، تبلغ نسبة الغرين والرمل فيها (28,2، 61,6 %) على التوالي في حين تنخفض نسبة الطين فيها الى (10,2 %) فضلا عن ارتفاع مستوى المياه الجوفية فيها [8] .

**6. النبات الطبيعي**

تنتشر اشجار القصب والبردي والطرفة ونباتات اخرى كالجولان والاسل والشمبلان من اكثر النباتات انتشارا في المنطقة والتي تتصف بفاعليتها العالية على تحمل الملوحة، فهي تقوم بعملية الفلترة في المياه ويكمن تاثيرها في تقليل سرعة التعرية النهرية على جانبي مجرى النهر، اذ تقلل من قدرة النهر على عملية الحت، كما تنمو بعض اشجار العوسج وعرق السوس وشجيرات الشوك وكذلك حشائش الحلفاء، اما نباتات الرغل والحميض والكبر فانها تستخدم علفاً للجاموس، ولاسيّما القصب والبردي اما نباتات السهل الفيضي، وهي من النباتات المعمرة التي تتصف بكونها عصارية أو شوكية بسبب نسبة الملوحة العالية في كثير من الأراضي لذا أصبحت هذه النباتات منتشرة في الأراضي التي تعرضت لظاهرة التغدق [9].

**ثانيا : العوامل البشرية**

**1. توزيع السكان**

ان زيادة اعداد السكان يعني زيادة الطلب على المياه في الشرب والاستخدامات المنزلية والزراعية والمصانع والمرافق الحيوية الاخرى في المياه كما تختلف حصة الفرد في الحضر عنه في الريف، وقد حددت حصة الفرد من المياه ٣٠٠ لتر/ يوم .

يُظهر من الجدول (3) تبايناً واضحاً في توزيع السكان والكثافة السكانية بين أقضية ونواحي محافظة واسط، إذ جاء قضاء الكوت بالمرتبة الأولى بعدد سكان بلغ (٥١٥٧٨٢) نسمة مسجلاً اعلى نسبة بين الوحدات الادارية التابعة للمحافظة (٣٢,٩٪) ويُعزى ذلك إلى كونه المركز الإداري والاقتصادي للمحافظة، الأمر الذي يزيد من الضغوط البيئية على مياه نهر دجلة نتيجة ارتفاع التصريفات المنزلية والصناعية . فيما انخفضت الكثافات السكانية في ناحية زرباطية إلى (١,٢ نسمة/كم²)، حيث بلغ عدد السكان حوالي (649) نسمة اما اعلى كثافة سكانية فقد سجلت في قضاء الصويرة حيث بلغت (٣٩٥,٨ نسمة/كم²) بعدد سكان (١٦٩٠١٧) نسمة، مما ينعكس على زيادة الضغط البشري على المياه وتلوثها اذ يتصف القضاء بالنشاط الزراعي الذي يؤدي إلى انتقال الأسمدة والمبيدات إلى نهر دجلة .

جدول (3) التوزيع الجغرافي لسكان محافظة واسط بحسب القضاء والناحية والبيئة لعام 2023

| الناحية | حضر | ريف | المجموع | النسبة | المساحة / كم2 | الكثافة |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| قضاء الكوت | 442486 | 73296 | ٥١٥٧٨٢ | ٪٣٢,٩ | ١٧٦١ | 292,8 |
| واسط | 20507 | 33880 | ٥٤٣٨٧ | ٪٣,٥ | ١٩٠٩ | 28,4 |
| شيخ سعد | 18549 | 26803 | ٤٥٣٥٢ | ٪٢,٩ | ١٨٠١ | 25,1 |
| قضاء النعمانية | 80665 | 51324 | ١٣١٩٨٩ | ٪٨,٤ | ١١٤٤ | 115,3 |
| قضاء الاحرار | 13408 | 49485 | ٦٢٨٩٣ | ٪٤,٠ | ١٢٢٦ | 51,2 |
| قضاء الحي | 97157 | 15493 | ١١٢٦٥٠ | ٪٧,٢ | ٣٢٤ | 347,6 |
| قضاء الموفقية | 20296 | 39063 | ٥٩٣٥٩ | ٪٣,٨ | ١١٢٤ | 52,8 |
| البشائر | 3546 | 37996 | ٤١٥٤٢ | ٪٢,٧ | ٦٤١ | 64,8 |
| قضاء بدرة | 9366 | 8710 | ١٨٠٧٦ | ٪١,٢ | ٩٤٠ | 19,2 |
| جصان | 5913 | 8069 | ١٣٩٨٢ | ٪٠,٩ | ١٩٢٧ | 7,2 |
| الذهب (زرباطيه) | 370 | 434 | ٨٠٤ | ٪٠,١ | ٦٤٩ | 1,2 |
| قضاء الصويرة | 87693 | 81324 | ١٦٩٠١٧ | ٪١٠,٨ | ٤٢٧ | 395,8 |
| قضاء الزبيدية | 22585 | 40420 | ٦٣٠٠٥ | ٪٤,٠ | ٤٧٩ | 131,5 |
| الشحيمية | 4851 | 36595 | ٤١٤٤٦ | ٪٢,٦ | ٩٢٠ | 45,05 |
| قضاء العزيزية | 63509 | 54730 | ١١٨٢٣٩ | ٪٧,٥ | ١٤٣١ | 82,6 |
| تاج الدين (الحفرية) | 47478 | 43970 | ٩١٤٤٨ | ٪٥,٨ | ٢٨٦ | 319,7 |
| الدبوني | 4588 | 22229 | ٢٦٨١٧ | ٪١,٧ | ٧٤٢ | 36,1 |
| **المجموع الكلي** | **923821** | **623821** | **١٥٦٦٧٨٨** | **٪١٠٠** | **١٧٧٣١** | **88,3** |

المصدر: جمهورية العراق، وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، تقديرات سكان العراق لعام 2023، بيانات غير منشورة، ص؛ المجموعة الاحصائية السنوي، ص16.

أن ارتفاع الكثافات السكانية وتمركز السكان في الأقضية الواقعة على مجرى نهر دجلة، ولاسيما الكوت والصويرة والحي وتاج الدين، يؤدي إلى زيادة الضغوط البيئية على المياه من خلال ارتفاع الاستهلاك المائي وزيادة التصريفات المنزلية والزراعية والصناعية، مما ينعكس على تدهور الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه، في حين تقل هذه التأثيرات نسبياً في المناطق ذات الكثافات المنخفضة مثل بدرة وجصان وزرباطية، وهو ما يؤكد وجود علاقة مباشرة بين التوزيع السكاني والتقييم البيئي لمياه نهر دجلة في محافظة واسط.

## 2. مخلفات النشاطات البشرية

### أ. النفايات الصلبة :

أدى ازدياد عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة والتقدم الصناعي والزراعي وعدم اتباع الطرائق الملائمة في جمع ونقل ومعالجة النفايات الصلبة الى زيادة كميتها بشكل هائل ومن ثمَّ زيادة مستويات التلوث لجميع عناصر البيئة .[10] حيث يقدر معدل تولد النفايات الصلبة للفرد الواحد في العراق بحوالي 1,3 كغم/ يوم، تتناسب هذه الكمية من النفايات ونسب مكوناتها بحسب درجة تقدم وتحضر المجتمع وحجم الكثافة السكانية وارتفاع مستوى المعيشة والوعي البيئي والفصل من السنة فضلاً عن الاوضاع الاقتصادية العامة ونمط الحياة .

بلغ عدد الحضر المشمولين بخدمة جمع النفايات الصلبة في محافظة واسط حوالي 63,8% من مجموع السكان وهي نسبة قليلة اذا ما قورنت بكميات النفايات الصلبة المرفوعة في عموم المحافظة والبالغة 358841,6 طن/ سنوياً .[*11] وبمعدل تولد 1,2 كغم/ شخص/ يوم، تتباين هذه الكمية حسب الوحدات الادارية للمحافظة فضلا عن تباينها حسب اشهر السنة اذ ترتفع كمية النفايات الصلبة في اشهر الصيف ولاسيما النفايات المنزلية وفضلات الطعام، ويتصدر مركز قضاء الكوت المركز الاول في كمية النفايات

الصلبة المرفوعة نتيجة لارتفاع عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة وتركز الاسواق والمراكز التجارية والطبية، فضلا عن وجود عدد كبير من المؤسسات والدوائر الحكومية والأهلية.
وعلى الرغم من وجود مطامر صحية لكل مدينة الا ان بعض المحلات والمراكز التجارية القريبة من النهر تلقي مخلفاتها الصلبة الى النهر او على جانبيه وعند ارتفاع مناسيب النهر ستجرف تلك النفايات الى النهر محدثة تغير في صفات المياه وارتفاع نسب الملوثات .

**ب . المخلفات الصناعية :**

تُعدّ النفايات الصناعية مصادر رئيسية لجميع ملوثات المياه حيث يُلقى أكثر من 70% من النفايات الصناعية في المسطحات المائية دون معالجة حيث تُساهم الصناعات التحويلية، مثل الصناعات الكيميائية وتكرير النفط والصلب، في العديد من الملوثات شديدة السمية، بما في ذلك المعادن الثقيلة شديدة التفاعل والسمية، بينما تُعد الصناعات ألاخرى، ذات تأثير محتمل أقل كالصناعات الغذائية والصناعات النسيجية ودباغة الجلود ولا يُمكن معالجة المواد الكيميائية الناتجة عن النفايات الصناعية إلا باستخدام محطات معالجة نفايات خاصة .[12]
تعد جميع محطات الطاقة تقريبًا، بغض النظر عن نوع الوقود المستخدم، مصادر رئيسية للتلوث الحراري،[13] فمحطة واسط (الزبيدية) الحرارية شمال محافظة واسط وتحديداً غرب ناحية الزبيدية على الجانب الأيمن لنهر دجلة من اكثر النشاطات الصناعية الملوثة لمياه نهر دجلة كونها من اكبر المحطات الكهروحرارية اذ تسهم بنسبة 30% من الطاقة المنتجة في العراق .[14]
لذا تعاني المناطق القريبة من المحطة من ارتفاع تراكيز الملوثات وزيادة نسبة الإصابة بالأمراض وخاصة أمراض الجهاز التنفسي والربو وتزداد اثأر هذه المحطة مع زيادة سرعة الرياح وخاصة الرياح الشمالية الغربية اذ تنطلق ملوثات الهواء باتجاه ناحية الزبيدية، ولا يقتصر تأثير المحطة في تلوث الهواء بل يمتد تأثيرها الى تلوث المياه ورفع درجة حرارتها بمقدار 8 درجات مئوية لاحظ الصورة (1) مما يؤدي الى تغير في نوعيتها خاصة في المناطق المحصورة بين موقع المحطة ومدينة النعمانية .[15] مما يؤثر في الأحياء المائية خاصة الأسماك فضلاً عن اثارها السلبية التي تركتها على الاراضي الزراعية المحيطة بها .
ومن مصادر تلوث المياه الاخرى هو معمل النسيج القديم وبالرغم من وجود وحدة تصفية مياه بطاقة 10000م$^3$/يوم والتي معظمها من مصادر الغسل والدباغة الا إنّ وحدة المعالجة للمعمل هي وحدة معالجة غير كاملة (معالجة اولية) انظر الصورة (1) لذا فإنّ الحمل البيولوجي يجب ان يؤخذ بنظر الاهتمام والتصريف المسموح به 10م$^3$/هكتار يوم .[16] فضلاً عن ذلك يعد معمل معالجة السوس في العزيزية من مصادر التلوث ايضا حيث تلقى المخلفات عبر اراضي زراعية (سيح) ومن ثم تتجه نحو النهر من دون معالجة .

صورة (1) تصريف مياه الصرف الصحي والصناعي من محطة واسط الحرارية الى نهر دجلة

المصدر : للاستزادة حول محطة كهرباء واسط راجع علي جويد جعيل، دراسة تقييم الأثر البيئي لمشروع محطة كهرباء واسط الحرارية، المكتب الاستشاري الهندسي، كلية الهندسة، جامعة واسط، 2013، ص 20.

**ت. المخلفات الزراعية والمبازل :**

تُعدّ الزراعة أكبر مستهلك للمياه العذبة ومساهماً رئيساً في تلوث المياه وذلك من خلال استعمال المبيدات والأسمدة والتي تعد من أكثر الملوثات الزراعية شيوعاً، حيث تحتوي المبيدات والأسمدة على معادن ثقيلة مثل الكادميوم والرصاص والزرنيخ، تتحلل آثار هذه المعادن الثقيلة في التربة، وتختلط بمصادر المياه، وتمتصها المياه الجوفية، وبذلك فأن وفرتها الزائدة تُهدد جودة إمدادات المياه .[17]

تحتوي الفضلات الزراعية على المبيدات والاسمدة الكيميائية التي تجرف بوساطه مياه السيول او البزل لتلوث مياه الانهار فضلا عن المبيدات الشائعة الاستعمال كالمبيدات العضوية المكلورة وهي مركبات ثابته تحتاج لتحللها سنوات عديدة ونتيجة للاستعمال المفرط او الخاطئ للمبيدات بانواعها لان المحاصيل لاتمتص الا وفق قدرتها وتحملها فان كميان كبيرة من الاسمدة والمبيدات تبقى في التربة مسببة في ذلك مشكلة بيئية لها اثارها السلبية الخطيرة، ولاسيما ان هذه الاسمدة والمبيدات تتفاعل بسرعة مع مياه الري او مياه الامطار مما يجعلها تتسرب الي اعماق التربة مسببة بذلك تلوث المياه السطحية والجوفية فضلا عن تلوث التربة،[18] وفي منطقة الدراسة تستعمل الاسمدة بكميات كبيرة جدا انظر الجدول (4)، مما يؤثر سلباً في تلوث مياه نهر دجلة .

جدول (4) توزيع الاسمدة حسب الاقضية والنواحي في منطقه الدراسة.

| الشعبة | المساحة الكلية (دونم) | سماد تربة (طن) | سماد سوبر فوسفات (طن) | سماد يوريا (طن) |
|---|---|---|---|---|
| الصويرة | 41200 | 945,320 | 76,430 | 1,954,050 |
| الحفرية | 80650 | 1,824,060 | 138,620 | 4,048,600 |
| العزيزية | 72923 | 1,564,240 | 112,670 | 3,504,900 |
| الزبيدية | 70100 | 1,878,150 | 83,760 | 3,533,600 |
| الدبوني | 75000 | 6,000 | 76 | 43,500 |
| النعمانية | 58000 | 1320 | 65 | - |
| الاحرار | 145000 | 3466 | 150 | - |
| الكوت | 30180 | 547 | 46 | - |

المصدر : الشركة العامة للتجهيزات الزراعية، فرع واسط .

**ث. النفايات السائلة :**

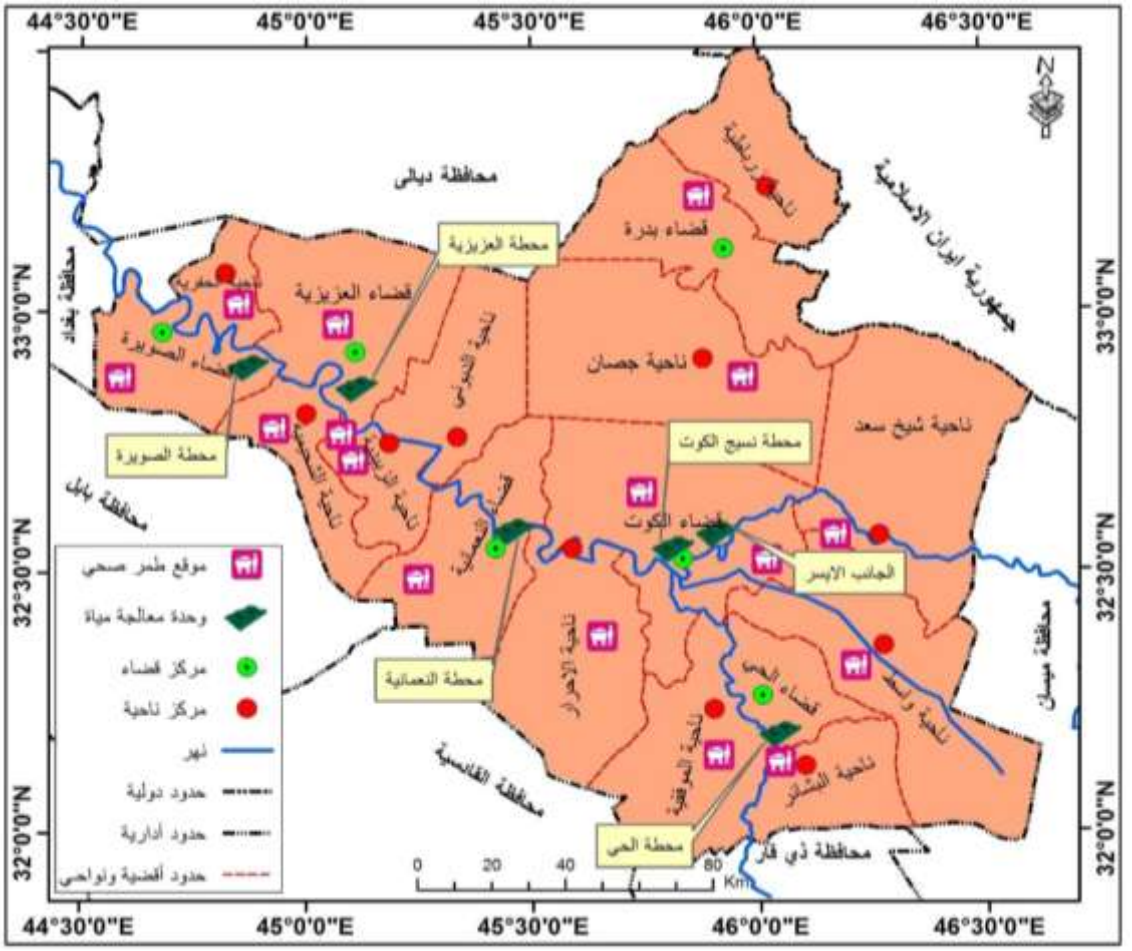
تصنّف مياه الصرف الصحي كمصادر نقطية، حيث يتم تجميع الملوثات عادةً بواسطة شبكة من الأنابيب أو القنوات، ونقلها إلى نقطة تصريف واحدة ولأن الأنهار غالبًا ما تكون مصادر المياه الخام لإمدادات مياه الشرب، حيث تكون لهذه الملوثات عواقب وخيمة إذا لم تُعالج بشكل كافٍ فقد تُثقل كاهل عمليات التنقية الذاتية للنهر كما قد تُلحق ضررًا بالغًا بالحياة النباتية والحيوانية في النهر عن طريق تقليل نسبة الأكسجين في الماء [19] .

تفتقر معظم مدن منطقة الدراسة الى شبكات للصرف الصحي ولكن توجد شبكات لتصريف مياه الامطار يصل طولها حوالي 262 كم تخدم حوالي 45,2 % من مجموع سكان المحافظة الحضر وبنسب متفاوتة في كل ناحية وقضاء [20] وبضمنها شبكات قديمة تكثر فيها الترسبات والانكسارات ومعظمها متجاوز عليها من قبل المواطنين اذ يتم تصريف مياه الصرف الصحي اليها ليتم بعد ذلك تصريفها الى منظومة المجاري بواسطة أحواض التفتيش الموزعة في الشوارع ومن ثم تصرف بعضها الى محطات معالجة مياه الصرف الصحي المنشرة في المحافظة انظر الخريطة (4)، فيما يصرف بعضها الى نهر دجلة

مباشراً عن طريق مذبات موزعة على عموم المحافظة يبلغ عددها (33) مذبا وبمعدلات تصريف تتراوح ما بين (150 م$^3$/ ساعة - 300 م$^3$/ ساعة) علماً أن ساعات تشغيل محطات دفع المياه لهذه المذبات تتراوح ما بين 6-12 ساعة/ يوم ،[21] انظر الصورة (2) .

اما النفايات السائلة للمستشفيات والمراكز الصحية فهي الاخرى تصرف مع مياه المجاري اذ لا تمتلك المستشفيات والمؤسسات الصحية في محافظة واسط جميعها وحدات معالجة للمخلفات السائلة المطروح (مياه الصرف الصحي والمخلفات الطبية السائلة) ومن ثم تُطرح تلك المخلفات مباشرة إلى نهر دجلة وعلى الرغم من أن كمياتها قليلة إلا أنها تحتوي على العديد من المركبات المعدية والخطيرة الناتجة عن العناية بالمرضى فضلا عن عدم إمكانية التخلص من تلك الملوثات بواسطة محطات معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استعمالها والاستفادة منها بالمقارنة مع مياه الصرف الصحي للمدينة أو مياه الصرف الصناعي أو الزراعي .

خريطة (4) مواقع طمر النفايات ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي في محافظة واسط




المصدر : علي كريم حميد الشمري، التحليل المكاني لتلوث الهواء واثره البيئية في المراكز الحضرية في محافظة واسط، اطروحة دكتوراه، كلية الاداب، جامعة القادسية، 2020، ص 74 .

صورة (2) تصريف المياه الثقيلة الى مجرى نهر دجلة مباشراً

المصدر : الدراسة الميدانية .

**ثالثاً: مؤشرات نوعية المياه والنمذجة المكانية لملوثات مياه نهر دجلة**

يعد الماء أحد شرايين الحياة التي لا غنى عنه لكافة المخلوقات من إنسان ونبات وحيوان فهو لا يقل أهمية عن الهواء بالنسبة لهذه الكائنات الحية حيث لا يوجد أبلغ وصفاً لأهمية المياه من قوله تعالى **(وَجَعَلْنَا مِنْ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ) .**

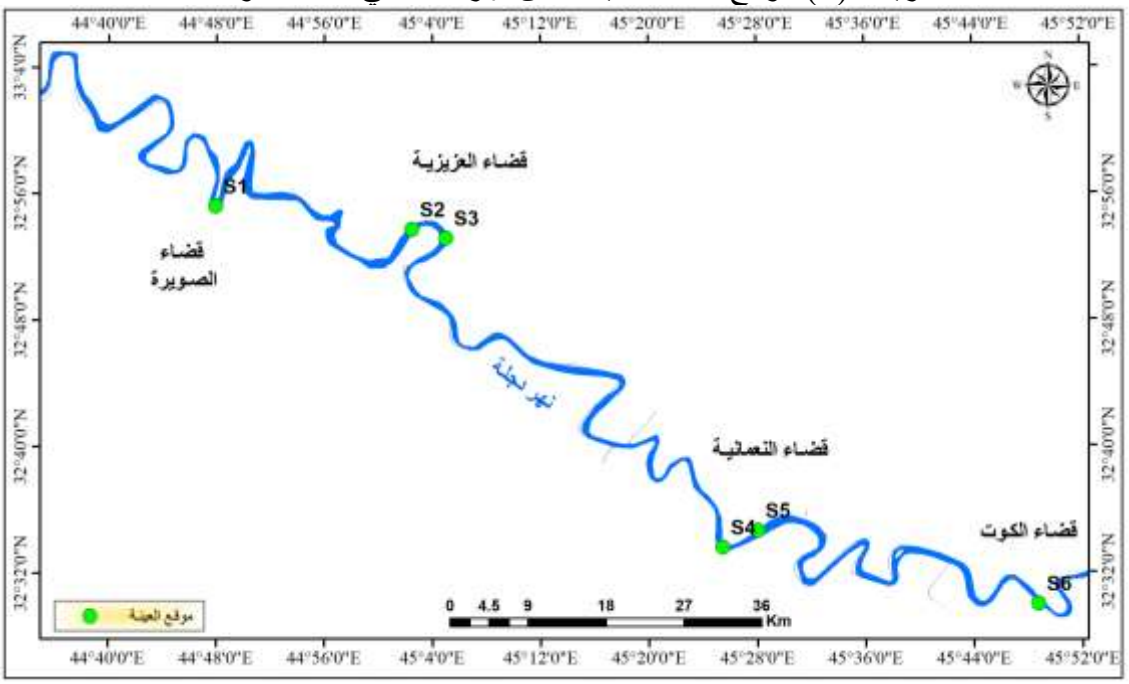
ولغرض معرفة ابرز الملوثات في مياه نهر دجلة تم تحديد (6) مواقع لاخذ العينات توزعت على طول نهر دجلة في محافظة واسط وفحصها مختبرياً انظر الخريطة (6) اذ تم فيها تحليل (10) خصائص من خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية والعناصر الثقيلة لشهري كانون الثاني وتموز ومقارنة النتائج مع المحددات الوطنية لنوعية المياه الصالحة للبيئة المائية حيث يعد تقييم التغيرات الموسمية في جودة المياه السطحية، جانباً مهماً في تقييم التغيرات الزمنية للتلوث الحاصل في النهر بسبب المدخلات الطبيعية أو الاصطناعية من مصادرها المختلفة وقد توزعت مواقع اخذ العينات بشكل منتظم لتغطي معظم نهر دجلة في محافظة واسط .

مُثلت ملوثات المياه التي تم قياس تركيزاتها بخرائط التدرج اللوني وللموسمين الصيفي والشتوي وذلك باستعمال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية Arc Gis 10,9 من خلال طريقة،( =Geostatistical) Deterministic= Inverse Distance Weighting = Dataset جيواحصائية = حتمية = وزن عكسي للمسافة = مجموعة البيانات، لإظهار التغييرات المكانية لتلك الملوثات وإبراز أهم المواقع التي تتركز فيها .

تتباين تراكيز الملوثات في مياه نهر دجلة تبعاً لتأثيرات العوامل الطبيعية والبشرية التي تساعد في التغيرات الزمانية والمكانية لملوثات النهر ودرجة تراكيزها، إذ يعد ذلك التغيير محصلة لتفاعل هذه العوامل ودورها منفردة أو مجتمعة في تغيير خصائص المياه لتعطي الصورة الأخيرة أو الحكم عما نحن بصدده والتعرف فيما إذا كان النهر ملوثاً أم لا مع مقارنة النتائج مع لائحة المحددات العراقية لنوعية المياه الصالحة للبيئة المائية، وعليه فأن أي محدد تقع تراكيزه خارج هذه الائحة سوف يحدث خللاً في

النظام البيئي المائي لنهر دجلة انظر الجدول (5) وقد شملت القياسات والتحاليل للمياه في منطقة الدراسة ما يأتي انظر الجدول (6) :

خريطة (5) مواقع سحب العينات من نهر دجلة في محافظة واسط




المصدر : بالاعتماد على الدراسة الميدانية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9.

جدول (5) المحددات العراقية لنوعية المياه الصالحة للبيئة المائية

| الخاصيـــة | اقصى تركز مسموح به ملغم/لتر عدا pH |
|---|---|
| الاس الهيدروجيني (pH) | 9 -6,5 |
| المواد الكلية الصلبة الذائبة (TDS) | 1500 |
| الكالسيوم (Ca) | 200 |
| البوتاسيوم (K) | 20 |
| الكلورايد (Cl) | 200 |
| الكبريتات ($So_4$) | 200 |
| النترات ($No_3$) | 50 |
| الفوسفات ($Po_4$) | 3 |
| المغنيز (Mn) | 0,05 |
| النيكل (Ni) | 0,2 |

المصدر : احمد ميس سدخان، تلوث نهر الفرات في محافظه ذي قار، رساله ماجستير، كليه التربية، جامعه البصرة، 2007، ص115 .

جدول (6) تراكيز الملوثات في مياه نهر دجلة في محافظة واسط لشهري كانون الثاني وتموز

| اسم العنصر | الرمز | كانون الثاني | | | | | | اسم العنصر | الرمز | تموز | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | الصورة S1 | مدخل العزيزية S2 | نهاية العزيزية S3 | مدخل النعمانية S4 | نهاية النعمانية S5 | الكوت S6 | | | الصورة S1 | مدخل العزيزية S2 | نهاية العزيزية S3 | مدخل النعمانية S4 | نهاية النعمانية S5 | الكوت S6 |

| الاس الهيدروجيني | Ph | 8,24 | 8,25 | 7,71 | 7,5 | 7,21 | 8,42 | الاس الهيدروجيني | Ph | 7,91 | 8,11 | 7,91 | 7,36 | 7,84 | 8,06 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المواد الكلية الصلبة الذائبة | T,D,S | 1159 | 846 | 470 | 4100 | 887 | 876 | المواد الكلية الصلبة الذائبة | T,D,S | 4690 | 5250 | 8420 | 3630 | 3560 | 4980 |
| الكالسيوم | Ca | 80,7 | 1113,6 | 328 | 250,4 | 123 | 120 | الكالسيوم | Ca | 285,9 | 3560 | 5842 | 2517 | 216 | 2440 |
| البوتاسيوم | K | 11 | 8 | 33 | 29 | 7 | 8 | البوتاسيوم | K | 31 | 86 | 519 | 241 | 19 | 145 |
| الكلورايد | Cl | 121 | 149 | 1471 | 1138 | 110 | 142 | الكلورايد | Cl | 1299 | 1246 | 2533 | 1121 | 982 | 3195 |
| الكبريتات | $So_4$ | 412 | 261 | 251 | 946 | 294,7 | 254 | الكبريتات | $So_4$ | 2222 | 1533 | 3917 | 1720 | 1679 | 1279 |
| النترات | $No_3$ | 6,1 | 5,36 | 15,39 | 12,1 | 5,8 | 7,27 | النترات | $No_3$ | 11,4 | 7,27 | 42,3 | 36,9 | 9,3 | 61,96 |
| الفوسفات | $Po_4$ | 0,021 | 0,130 | 0,09 | 0,074 | 0,387 | 0,22 | الفوسفات | $Po_4$ | 0,082 | 0,194 | 0,079 | 0,023 | 0,111 | 0,108 |
| المنغنيز | Mg | 82,6 | 52,7 | 336,7 | 220,6 | 52,7 | 53,6 | المنغنيز | Mg | 251,9 | 2049 | 5984 | 2578 | 190,3 | 1268 |
| النيكل | Ni | 14 | 22 | 65 | 56,7 | 18 | 19 | النيكل | Ni | 63 | 73 | 99 | 46 | 88 | 65 |

المصدر: نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية .

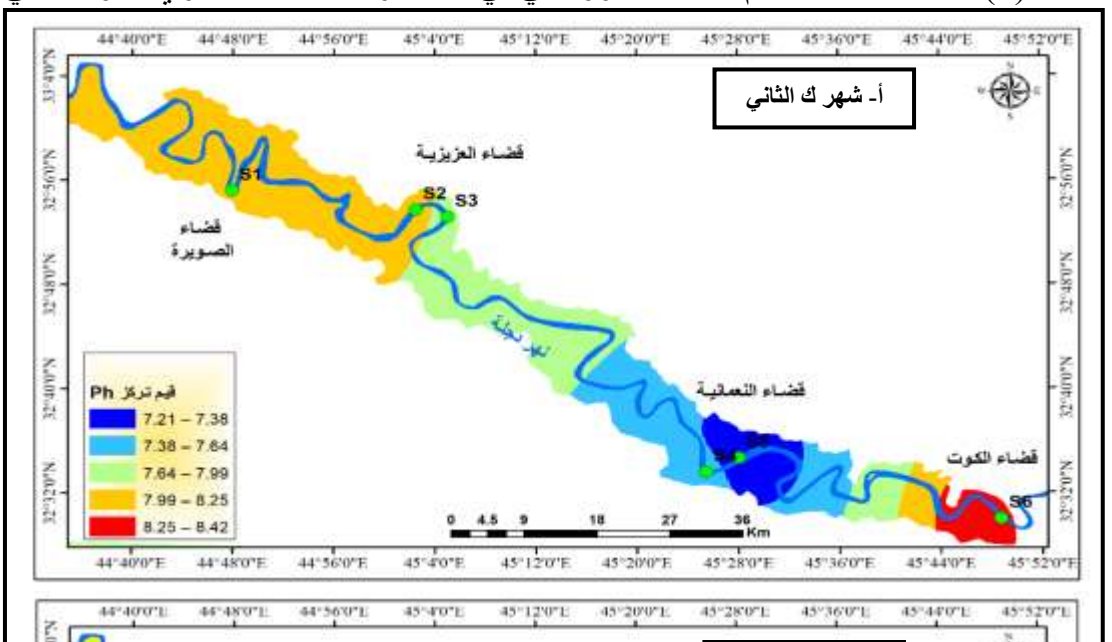
### 1. الاس الهيدروجيني (PH)

ويسمى بالدالة الحامضية أو الأس الهيدروجيني ويعرف بانه اللوغارتيم العشري السالب لنشاط أيون الهيدروجين، ويحدد تركيز أيون الهيدروجين بمدى يتراوح بين (1-14) وبدون وحدات ويكون الماء المقطر متعادل وتبلغ قيمته (7) وما زاد عنها يدل على وجود مواد قاعدية التفاعل، اما إذا انخفض عنها فيدل على وجود مواد حامضية التفاعل .

تتباين قيم الاس الهيدروجيني في مياه منطقة الدراسة تبايناً زمانيا ومكانياً، اذ يظهر من الجدول (6) ان اعلى قيمة سجلت في فصل الشتاء (8,42) وذلك في الموقع (S6) اما اقل قيمة فقد سجلها الموقع (S5) (7,21) فيما تراوحت قيمة PH في فصل الصيف بين (8,11 – 7,37) وذلك في المواقع (S2, S4) على التوالي وعليه فان جميع قيم الاس الهيدروجيني في مياه منطقة الدراسة تقع جميعا ضمن المحددات الوطنية المسموح بها والتي تتراوح ما بين (6-5,9) .

علاوة على ذلك يظهر من خرائط النمذجة في الشكل (1) ان مياه منطقة الدراسة تميل نحو القاعدية قليلا ويمكن ان يعود ذلك الى ارتفاع تراكيز عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكاربونات والبيكاربونات في المياه، فضلاً عن تحرر غاز $Co_2$ من بعض الملوثات لاسيما مياه الصرف الصحي والذي يمكن ان يضاعف من قيم الاس الهيدروجيني في المياه وذلك لقدرة هذا الغاز على الذوبان في الماء ولاسيما في فصل الشتاء، اذ يكون الـ (PH) محكوماً في الطبيعة بالتوازن ما بين تركيز غاز ثنائي أوكسيد الكاربون $CO_2$ والبيكربونات والكربونات.[22]

شكل (1) النمذجة المكانية لقيم الاس الهيدروجيني في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز



المصدر : نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9 ,

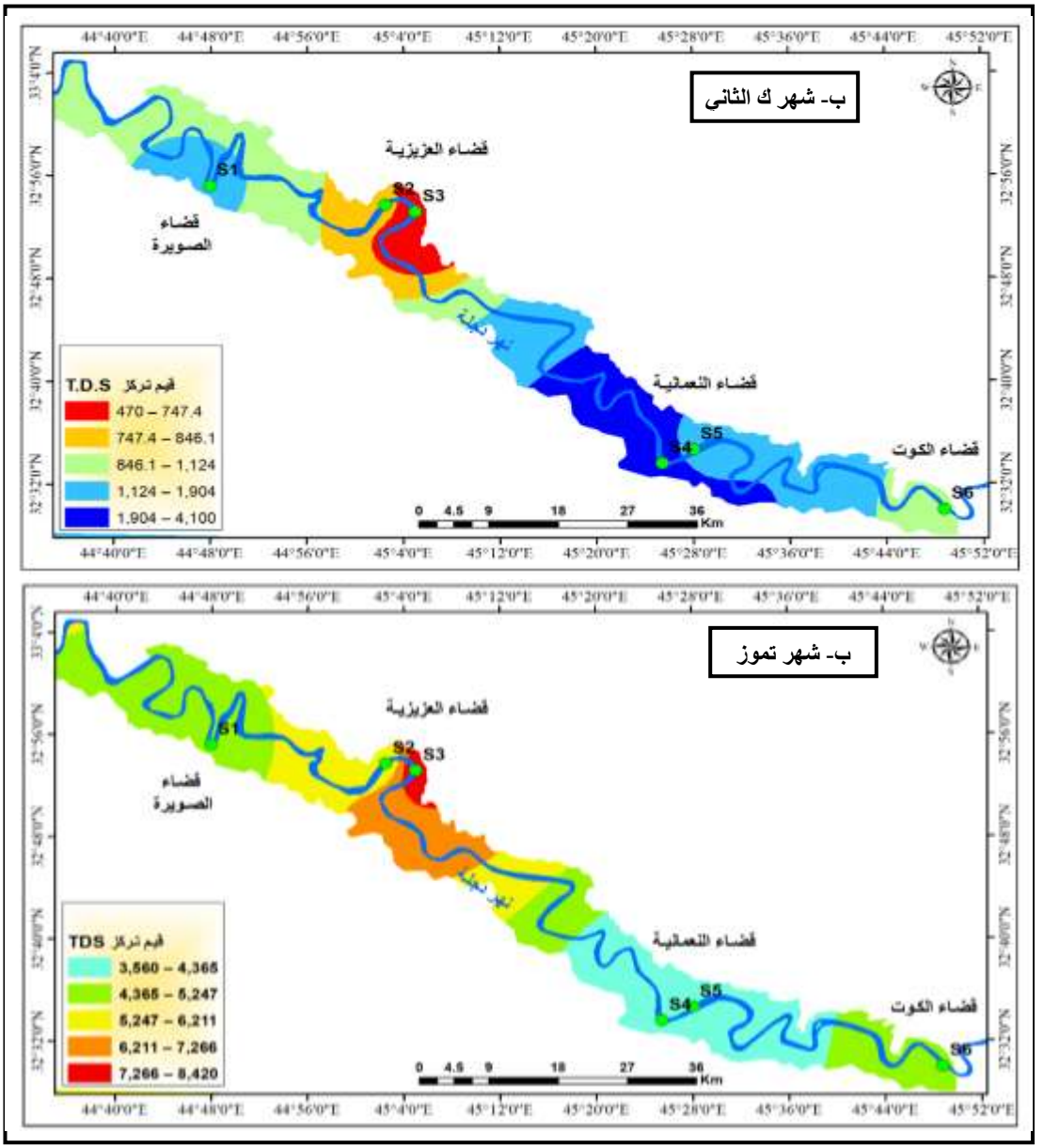
**2.المواد الكلية الصلبة الذائبة T.D.S :**

يقصد بها جميع المواد الصلبة الذائبة في الماء سواء كانت متأينة أم غير متأينة ولا تشمل المواد العالقة أو الغروية أو الغازات الذائبة في المحلول وهي قياس لنسبة ملوحة الماء .[23]

يبين الجدول (6) ان تركيز المواد الكلية الذائبة في مياه منطقة الدراسة في فصل الشتاء كانت جميعها ضمن المحددات البيئية المسموح بها في جميع المواقع بأستثناء الموقع (S4) الذي سجل (4100) ملغ/لتر، فيما تجاوزت المحددات الوطنية المسموح بها والبالغة (1500) ملغم/ لتر، ويرجع ذلك لزيادة كمية الملوثات في المنصرفة الى النهر وتراجع مناسيب المياه خلال الفصل الحار .

تميل تراكيز المواد الذائبة في مياه نهر دجلة المستخرجة من خلال خرائط النمذجة في كانون الثاني الى الانخفاض حيث تشغل التراكيز الاقل مساحات اكبر مقارنة بشهر تموز بسبب بطء سرعة المياه وزيادة مستويات الملوثات مما يزيد من المساحة المتعرضة للتراكيز الأعلى، انظر الشكل (2) .

شكل (2) النمذجة المكانية تركيز المواد الكلية الذائبة في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز



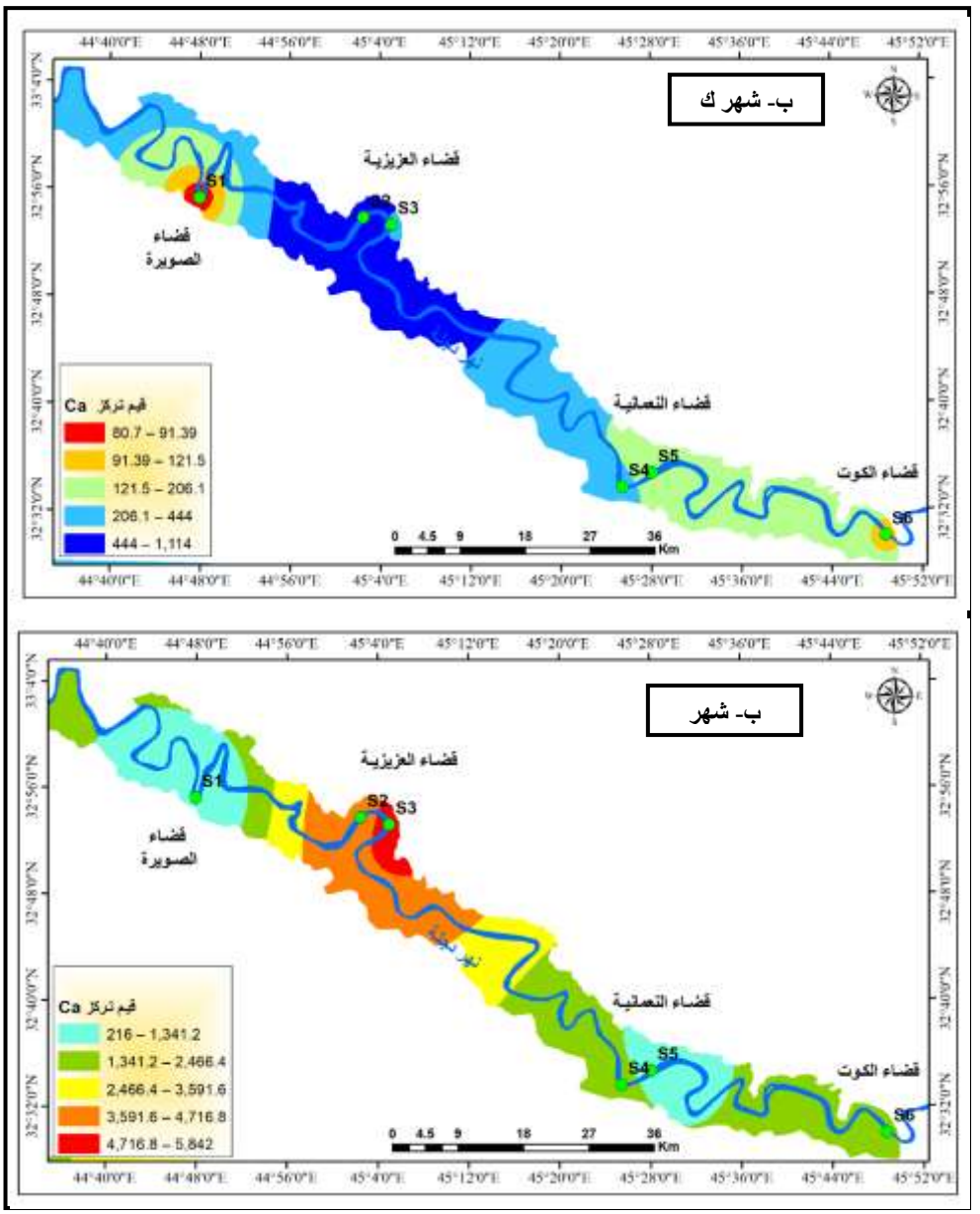
المصدر : نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9 .

**3. آيون الكالسيوم Ca :**

يعد آيون الكالسيوم أكثر العناصر القلوية الأرضية شيوعاً، وهو عنصر أساس للكائنات الحية ومصدره ناتج عن عمليات التجوية الكيميائية للصخور والمعادن المتضمنة لهذا الآيون، يحتل آيون الكالسيوم المرتبة الخامسة من حيث وفرته في المياه الطبيعية وعادةً ما يتواجد في المياه نتيجة لذوبان مكونات القشرة الأرضية الكلسية فضلاً عن تفكك حامض الكاربونيك ($H2CO_3$) للصخور الجيرية بمساعدة ($CO_2$) يعد أحد المصادر المعروفة لزيادة آيونات الكالسيوم والبيكاربونات في المياه .[24]

تتباين قيم وتراكيز آيون الكالسيوم في مياه نهر دجلة حيث تجاوت تراكيزه المحددات البيئية والبالغة (200) ملغم/لتر في فصل الشتاء في موقعين فقط (S3 , S4)، اما في فصل الصيف فيبين الجدول (6) ان تراكيزه قد تجاوزت المحددات البيئية المسموح بها في جميع المواقع حيث تساهم المخلفات البشرية الناتجة من العمليات الصناعية وبزل الأراضي والأسمدة ومياه الصرف الصحي زيادة في تركزه اذ يمتاز الكالسيوم بسرعة تفاعله مع الماء مكوناً اوكسيد الكالسيوم ويتحد مع البيكاربونات مكوناً بيكاربونات الكالسيوم وعندها يكون أحد الأسباب في تكوين عسرة المياه وان اتحاده مع الكبريتات والبيكاربونات والسليكا يساعد على تكوين راسب غير قابل للذوبان في الماء مما يجعله يترسب على جدران السطوح الداخلية للأنابيب والخزانات والمراجل عند استخدام مثل هذه المياه للأغراض الصناعية، ونظراً لتعدد مصادر التلوث بأيون الكالسيوم فقد اظهر خرائط النمذجة في الشكل (3) تشتاً واضحاً في قيمها تماشى مع مصادر التلوث لاسيما في فصل الصيف .

شكل (3) النمذجة المكانية لتركيز آيون الكالسيوم في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز



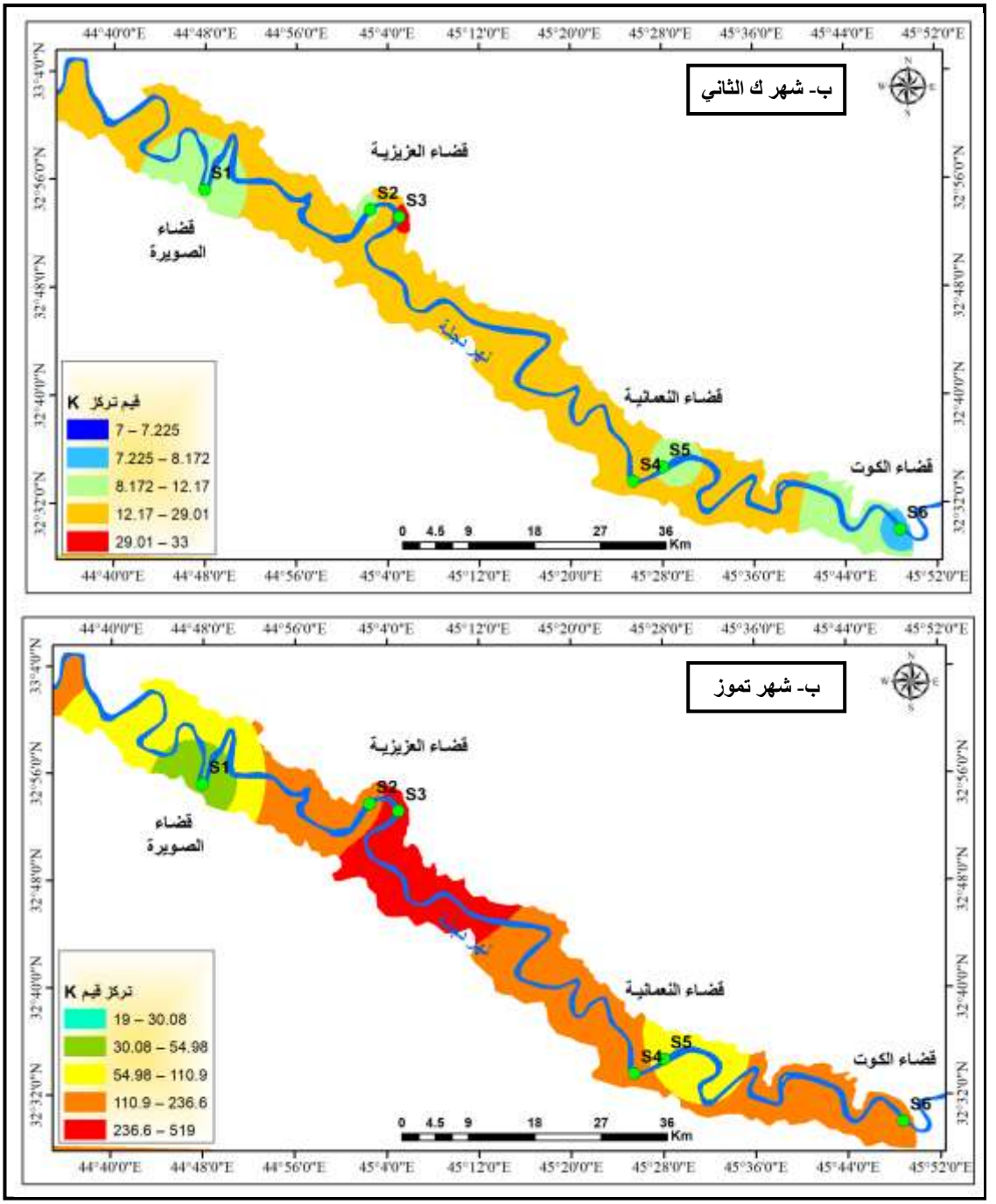

المصدر : نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9 .

**4.آيون البوتاسيوم $K^+$ :**

يلاحظ من الجدول (6) ان اعلى تركيز لايون البوتاسيوم سجل خلال فصل الشتاء بلغ (33, 29) ملغم/لتر في الموقعين (S4 , S3) على التوالي متجاوزاً بذلك المحددات البيئية المسموح بها، فيما كانت تراكيزه في المواقع الاخرى ضمن الحدود المسموح بها بيئياً، بينما سجلت تراكيزه خلال فصل الصيف ارتفاعاً واضحاً تجاوزت المحددات البيئية المسموح بها والبالغة (20) ملغ/ لتر في جميع المواقع .

ووفقاً لما تقدم يظهر من الشكل (4) تباين محدود لتراكيز ايون البوتاسيوم في مواقع القياس خلال شهر كانون الثاني فيما اظهرت تشتتاً ملحوظاً خلال شهر تموز ويعود سبب زيادة تركيز هذا العنصر الى حصول حالات تلوث في النهر نتيجة للمطلقات الصناعية والمبازل وهذا ما لوحظ في الدراسة الميدانية .

شكل (4) النمذجة المكانية تركيز آيون البوتاسيوم في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز



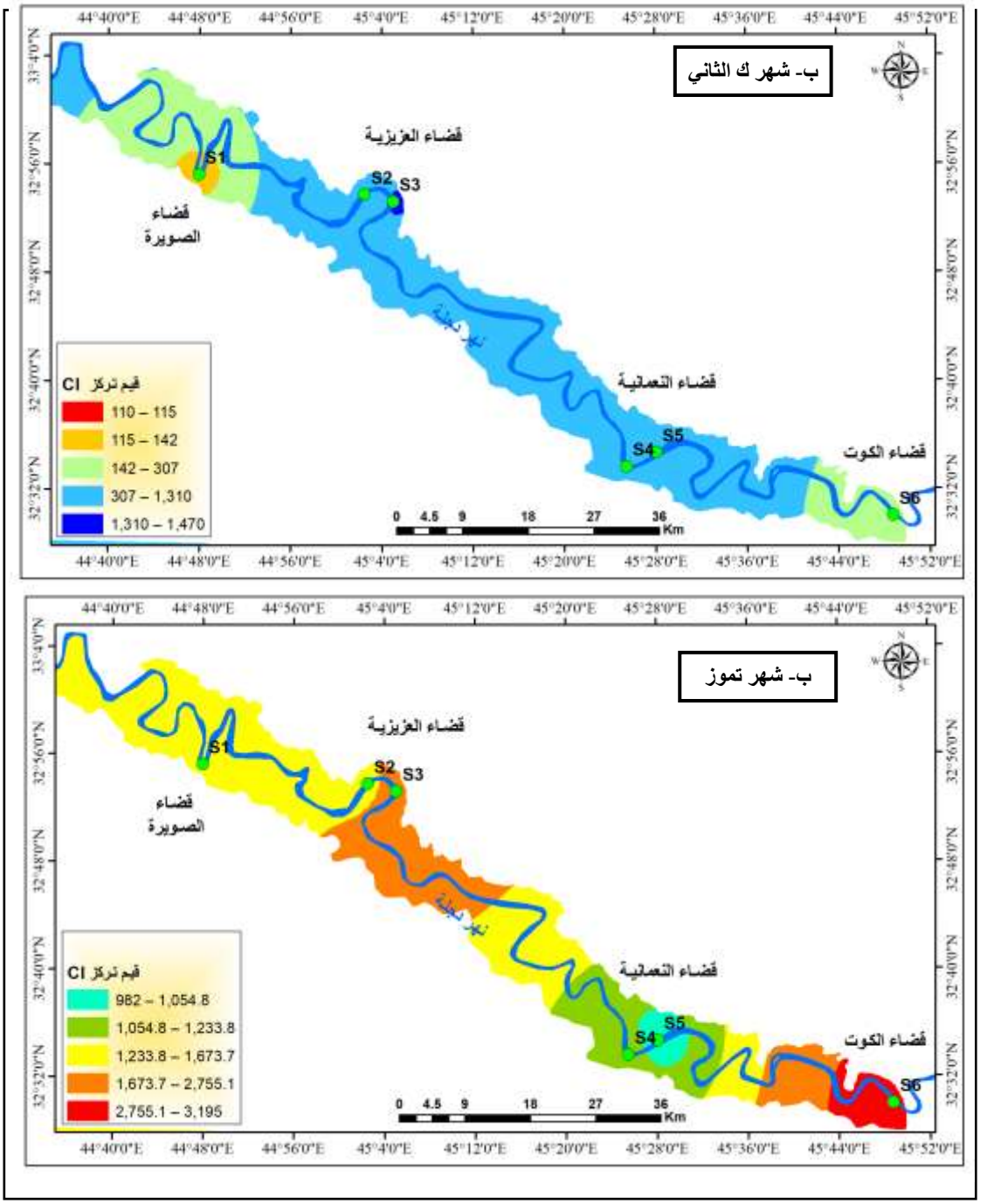

المصدر : نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9 .

**5.ايون الكلورايد $Cl^{-1}$ :**

يظهر من جدول (6) ان تراكيز الكلورايد في مياه منطقة الدراسة تتباين زمانيا ومكانيا كما انها قد تجاوزت المحددات الوطنية المسموح بها والبالغة (200 ملغم/ لتر)، في موقعين فقط وهما (S3 , S4) خلال فصل الشتاء فيما تجاوزت تراكيزه المحددات البيئية خلال فصل الصيف ولجميع المواقع .

يتولد ايون الكلوريد في الطبيعية نتيجة لذوبان الصخور الرسوبية والنارية في الماء أو قد يكون مصدره الفضلات البشرية والمتمثلة بالنفايات الصناعية ومن مياه المبازل أو مخلفات الصرف الصحي كما هو الحال في مياه منطقة الدراسة، وعليه اظهرت خرائط النمذجة في الشكل (5) ان قيم تراكيز ايون الكلورايد تاخذ امتداداً مساحياً اكثر اتساعاً خلال فصل الشتاء اذا ماقورن بفصل الصيف الذي اظهر تشتت وتباين واضح على طول مجرى النهر.

شكل (5) النمذجة المكانية تركيز آيون الكلورايد في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز




المصدر : نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9 .

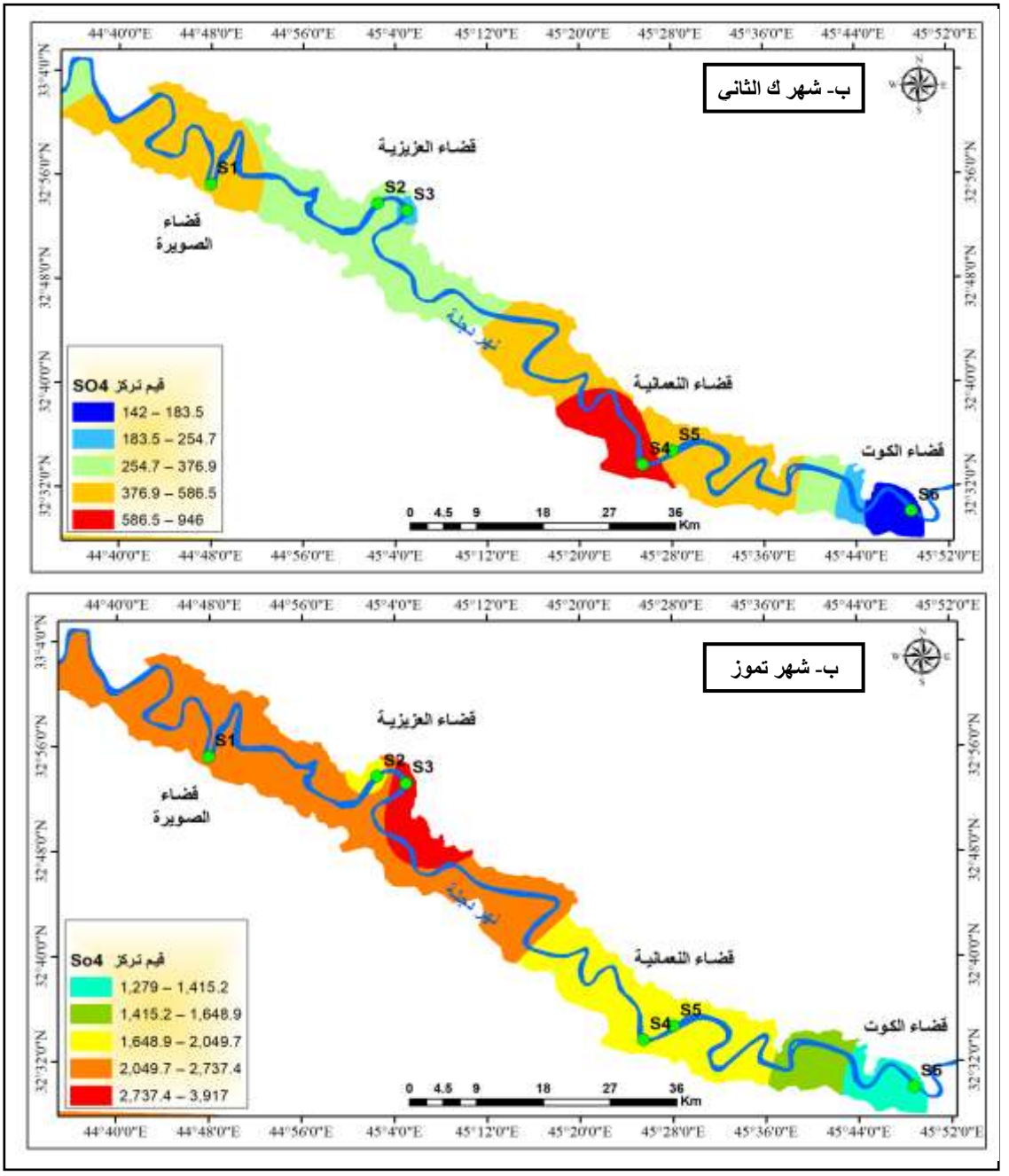
**6.ايون الكبريتات $So_4^{-2}$ :**

الكبريتات من أكبر الأيونات الموجودة في المياه الطبيعية ويعتبر الجبس والأنهيدرايت في الصخور الرسوبية هي المصدر الرئيسي للكبريتات الذائبة في المياه، فضلاً عن تأكسد خامات الكبريتيد والفضلات الصناعية ،[25] ومن ثاني اوكسيد الكبريت ($SO_2$) الموجود في الجو .[26]

يبين الجدول (6) قيم ومعدلات تراكيز الكبريتات في مياه منطقة الدراسة بحسب الفصول والمواقع حيث يلاحظ انه معدلاتها قد تجاوزت المحددات الوطنية المسموح بها جميعها والبالغة (200 ملغم/ لتر)، فيما

اظهرت خرائط النمذجة في الشكل (6) تباين اقل خلال فصل الشتاء مقارنة بفصل الصيف الذي اظهر تباين وتشتت اكثر وضوحاً ويعزى ذلك الى اثر المخلفات البشرية والتي تطرح مباشراً الى المياه، والتي تمثل في اغلب المواقع مياه مبازل مياه الري فضلاً عن مياه الصرف الصحي والتي هي الاخرى ترفع من تراكيز الكبريتات .

شكل (6) النمذجة المكانية تركيز آيون الكبريتات في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز



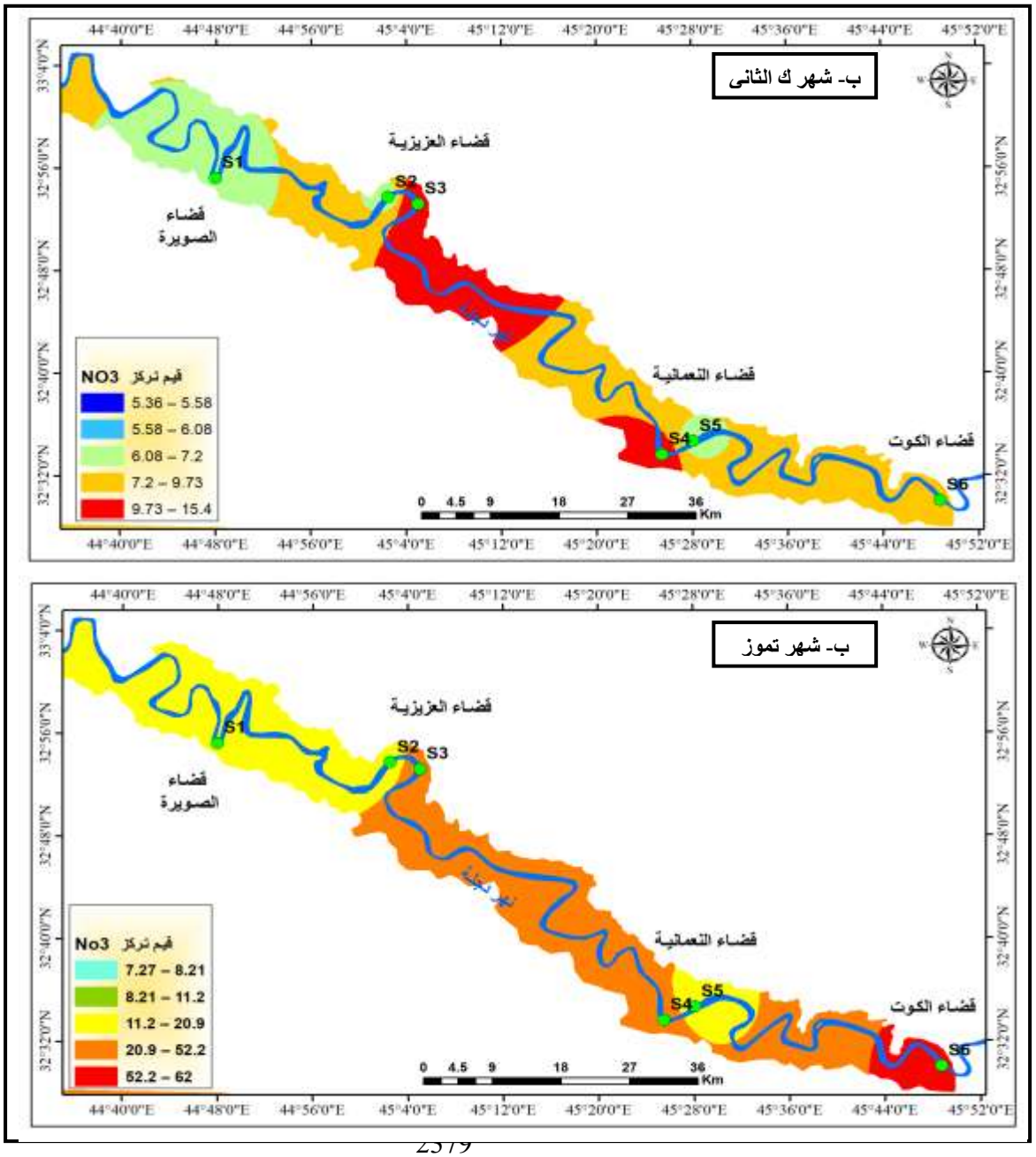
المصدر : نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9 .

**7. ايون النترات $No_3^{1-}$ :**

النترات هي احدى اشكال دورة النتروجين في الطبيعة وتتولد من تأكسد النتروجين العضوي في التربة ومن الفضلات الصناعية أو من خلال غاز ثنائي أوكسيد النتروجين ($NO_2$) الموجود في الجو والناتج من عوادم السيارات والانشطة الصناعية والأسمدة الكيمياوية اذ ان الاخير يمثل المصدر الرئيسي لهذا الايون [27].

تتباين قيم ومعدلات تراكيز النترات في مياه منطقة الدراسة تباينا زمانيا ومكانيا الا انه تراكيزها كانت ضمن المحددات المسموح بها والبالغة (50 ملغم/لتر) في جميع المواقع باستثناء الموقع (S6) الذي سجل تراكيزه (61,96) ملغم/ لتر وذلك خلال فصل الصيف، وبالرغم من ان تركيز ايون النترات تقع معظمها ضمن المحددات البيئية في معظم مواقع القياس الا انه اظهر مستوياته تميل الى التشتت لاسيما في فصل الشتاء انظر الشكل (7) .

شكل (7) النمذجة المكانية تركيز آيون النترات في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز



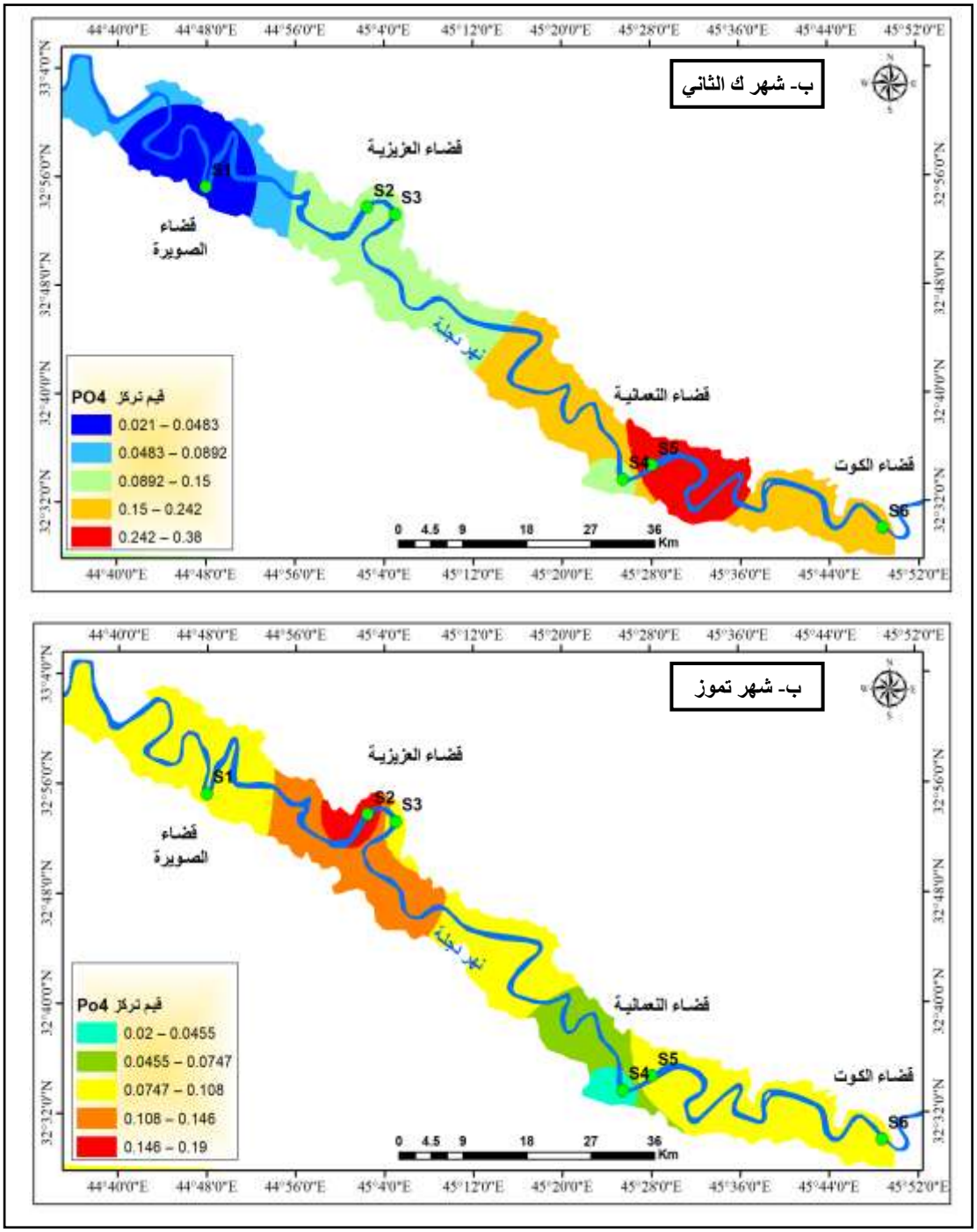
المصدر : نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9 .

**8. ايون الفوسفات $Po^{3-}_4$ : Phosphate**

تكون بعض مصادر الفوسفات طبيعية وهي اذابة الصخور الرسوبية والبركانية والترسبات الحاوية على العظام الحيوانية في المياه الطبيعية واخرى بشرية تنتج عن الفضلات الصناعية والمنزلية فضلاً عن مياه الأراضي الزراعية والمبازل وتكون اما بصورة ذائبة او عالقة .[28]

يبين الجدول (6) قيم وتراكيز الفوسفات في مياه منطقة الدراسة حسب الفصول والمواقع حيث يلاحظ انها ضمن المحددات الوطنية المسموح بها والبالغة (3 ملغم/ لتر) في جميع المواقع، الا انها تميل الى التشتت في مياه منطقة الدراسة وذللك للفصلين الشتوي والصيفي وهذا ما تظهره خرائط النمذجة في الشكل (8) .

شكل (8) النمذجة المكانية تركيز آيون الفوسفات في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز



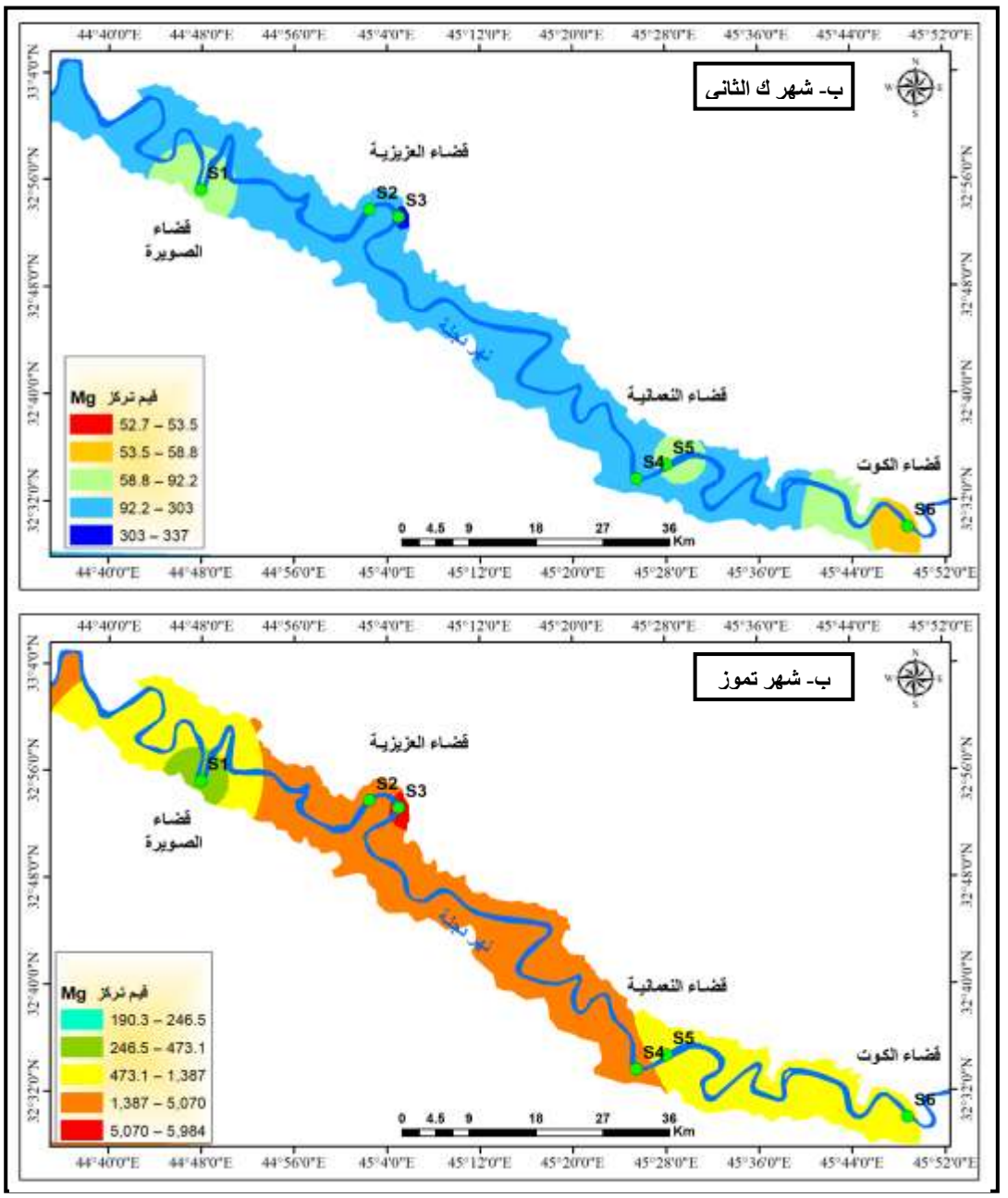
المصدر : نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9 .

**9. المنغنيز : $Mn^{+2}$**

تتصدر المعادن الثقيلة قائمة الملوثات غير العضوية ذات التأثيرات السلبية الواسعة النطاق على الكائنات المائية والنباتات والإنسان، تُطلق المعادن الثقيلة في البيئة عبر مسارات مختلفة، مثل الصناعات والتعدين والزراعة وغيرها، قد تمتص النباتات المعادن المتاحة بيولوجيًا الموجودة في التربة . [29]

تتباين قيم ومعدلات تراكيز عنصر المنغنيز في مياه منطقة الدراسة حسب الفصول والمواقع حيث يلاحظ من جدول (10) ان جميع التراكيز قد تجاوزت المحددات الوطنية المسموح بها والبالغة (05,0 ملغم/ لتر)، ويمكن ايعاز ذلك للأسباب السابقة الذكر . ووفقاً لذلك يتضح من خلال خرائط النمذجة في الشكل (9) ان المستويات الأعلى تركيزا سجلت خلال فصل الصيف وعادة ما تكون بألقرب من مصدر التلوث وبمسافات متقاربة ولا يكاد يتضح التغير خلال شهر كانون الثاني عن شهر تموز .

شكل (9) النمذجة المكانية لتركيز عنصر المنغنيز في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز



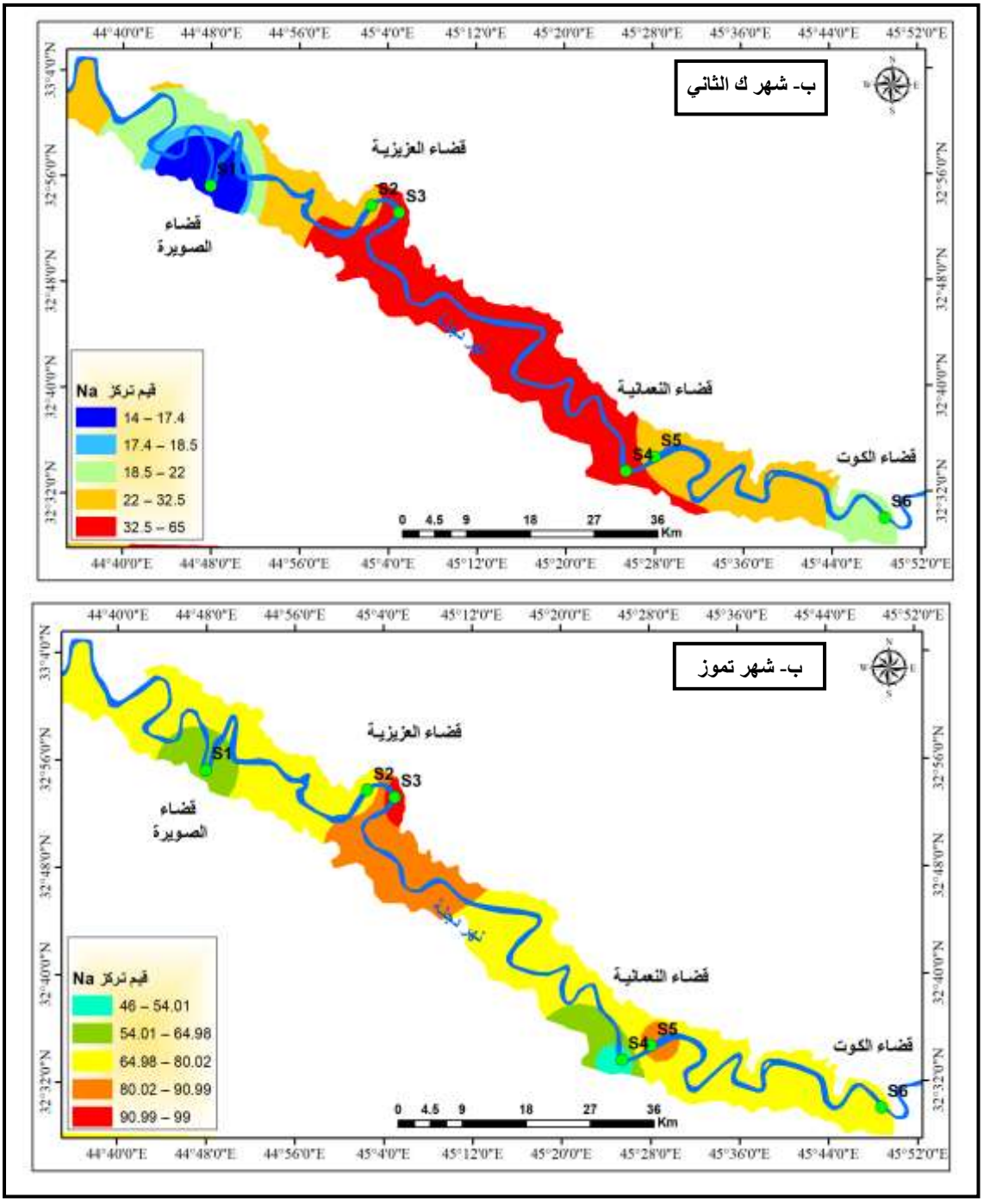
المصدر : نتائج التحاليل المختبرية. مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج Arc GIS 10,9 .

**9. النيكل :** $Ni^{+2}$

يظهر من الجدول (6) قيم وتراكيز عنصر النيكل في مياه منطقة الدراسة بحسب الفصول والمواقع، حيث يلاحظ انها جميعها تجاوزت المحددات الوطنية المسموح بها والبالغة (2,0 ملغم/ لتر) .

تظهر خرائط النمذجة في الشكل (10) ان مستويات النيكل هي الاخرى سجلت اعلى القيم خلال فصل الصيف عكس فصل الشتاء الذي اظهر تقارب نسبي في مستويات التركيز ويعزى السبب في ارتفاع تراكيز النيكل الى اثر الملوثات البشرية ومياه الصرف الصحي والمخلفات الصلبة والتي يتم تصريفها الى المياه والتي من شأنها رفع نسبة تراكيزه في المياه .

شكل (10) النمذجة المكانية لتركيز عنصر النيكل في مياه نهر دجلة خلال شهري كانون الثاني وتموز



المصدر : نتائج التحاليل المختبرية، مديرية بيئة الديوانية، شعبة التحاليل البيئية واستعمال برنامج . Arc GIS 10,9

ووفقاً لما تقدم فان اعتماد نماذج تشتت الملوثات في المياه يمكن ان يعطي صورة عن مساهمة مصدر التلوث في رفد النهر بالملوثات ومدى تركزها على وفق الظروف المحيطة بالمصدر اذ تتباين تلك التراكيز بالابتعاد عن ذلك المصدر وتتباين كذلك بالمساحة التي تغطيها، وبذلك فالنموذج يمكن ان يشير بوضوح لقيم تراكيز الملوثات على شكل مستويات من التراكيز، مما يسلط الضوء على إمكانية تحديد مواقع نقاط القياس تلوث مياه نهر دجلة على وفق نماذج مستويات التراكيز .

**اولاً : الاستنتاجات**

١. تقع منطقة الدراسة ضمن السهل الرسوبي وتتسم بارتفاع محلي بسيط الامر الذي جعل النهر يتخلل العديد من المنعطفات والالتواءات النهرية وتطورها على هيئة بحيرات هلالية، مما يؤثر على حركة الملوثات في النهر وضعف قدرته على التنقية الذاتية .

٢. تؤثر الترب الزراعية في وادي النهر على تلوثه بالأسمدة والمبيدات من خلال عمليات الغسل والجريان السطحي من احواض الاودية المحلية المحيطة بالنهر والمبازل الزراعية ونوع الترب ويمكن الاستدلال على ذلك من خلال التحاليل التي اجريت على عينات المياه التي بينت التلوث بمياه الصرف الزراعي .

٣. بينت نتائج الفحوصات النوعية لمياه نهر دجلة ارتفاع نسبة الملوثات في شهر تموز ويعزى ذلك الى زيادة النشاط الزراعي وارتفاع نسبة العكورة بفعل الانجراف الطيني والجريان السطحي الذي ينقل العناصر الكيمياوية من الاراضي المحيطة بالنهر أو من مصادرها في الطبقات الصخرية للحوض الرئيسي للنهر من خارج منطقة الدراسة .

٤. اوضحت نتائج التحاليل والفحوصات النوعية لمياه نهر دجلة أنَّ جميع المواقع تتأثر بالملوثات بحسب قربها من مصدر التلوث والذي يمتد الى عدة مواقع والذي يتحكم به سرعة تيار النهر وعامل الانحدار وطبيعة الملوث . اذ تجاوزت تراكيز الملوثات المحددات العالمية والمحلية المسموح بها في معظم المواقع .

٥. انتشار الملوثات بسبب الانشطة البشرية عند مصبات مياه الصرف الصحي للمدن، مع عدم وجود تنقية لتلك المياه قبل تصريفها الى النهر ويمكن ملاحظة ذلك من خلال تغير لون المياه في المواقع القريبة من تلك المصبات .

**ثانياً: التوصيات**

١. التوقف عن صرف الملوثات الى نهر دجلة من المذبات والمبازل عن طريق انشاء محطات تصفية ومعالجتها قبل تصريفها الى النهر.

٢. فرض القيود امام الانشطة البشرية التي تسبب تلوث النهر بفرض الغرامات ومعاقبة المخالفين وتقيد المزارعين بنوع الاسمدة والمبيدات المستخدمة وكمياتها ومراقبة طرائق استعمالها، كونها تؤثر على تلوث البيئة النهرية .

٣. تعزيز التعاون بين دوائر الدولة في المحافظة للنهوض بالواقع البيئي النهري واستثمار افضل السبل لتخليص النهر من الملوثات .

٤. نشر الوعي لدى السكان للاهتمام بالبيئة المائية وصيانتها من الملوثات وتجنب استخدام مياه النهر للشرب المباشر من دون معالجة من المزارعين والقصبات المنتشرة حول مجرى النهر لعدم صلاحيتها

٥. المراقبة الدورية من مديرية البيئة في المحافظة لمتابعة التغييرات في النظام البيئي للنهر ومتابعة الانشطة البشرية ضمن حوض وادي النهري المحلي .

**الهوامش**

(1) وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية السنوية، 2010 – 2011، جدول 5/1، ص15 .

2() للاستزادة عن جيلوجيا محافظة واسط راجع ضياء خرباط، التقرير الجيولوجي عن محافظة واسط، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة لممسح الجيولوجي، 2008، ص 22 .

(3) استبرق كاظم شبوط، الخصائص البيئية لمياه نهر دجلة في محافظة واسط، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، الجامعة المستنصرية، 2013، ص26-27 .

4() جودة فتحي التركماني، جغرافية الموارد المائية – دراسة معاصرة في الأسس والتطبيق، ط1، الدار السعودية للنشر والتوزيع، جدة، 2005، ص 157-158 .

(5) ميادة كاظم عبد كمبر، المقومات الطبيعية والبشرية في محافظة واسط، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد، 2009، ص21 – 22 .

(4) عدنان هزاع البياتي وكاظم موسى، المناخ والقدرات الحتية للرياح فوق العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد 23، 1989، ص 67 – 113 .

(6) زينة خالد حسين، تغير استعمالات الارض الزراعية في محافظة واسط، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، 2006، ص 65 .

(7) مجيد كاظم عبيد القريشي مجيد كاظم عبيد عريبي القريشي، الملاءمة البيئية وأثرها في التباين المكاني لزراعة محاصيل الحبوب في محافظة واسط (باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS)، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة بابل، 2011، ص 64-65

(8) زينة خالد حسين، مصدر سابق، ص 66 .

(9) استبرق كاظم شبوط، مصدر سابق، ص36 .

(10) سامح الغرايبة ويحيى الفرحان، المدخل الى العلوم البيئية، ط4، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008، ص184.

(*) لا تمثل كمية النفايات المرفوعة واقع جميع النفايات المتولدة في المدن اذ تتعرض بعضها الى الحرق او التكدس في بعض الساحات والاراضي السكنية الفارغة فضلاً عن الانقاض ونفايات السكراب التي ترفع على انفراد مما يزيد من نسبة التلوث داخل الأحياء السكنية.

) 12(Humaira Qadri et al, Fresh Water Pollution Dynamics and Remediation, Springer, 2020, p 5

(13)Gambhir, R. S. et al, Pollution: Impact of pollutants and new promising techniques in purification process. Journal of Human Ecology, 37(2),2012, 105 .

(14) علي جويد جعيل، دراسة تقييم الأثر البيئي لمشروع محطة كهرباء واسط الحرارية، المكتب الاستشاري الهندسي، كلية الهندسة، جامعة واسط، 2013، ص22- 23 .

15() خالد جواد سلمان، الآثار السلبية لغياب دراسات تقيم الأثر البيئي على التنمية المستدامة في محافظة واسط (الطاقة الكهربائية في ناحية الزبيدية انموذجاً، مجلة كلية التربية الأساسية، جامعة بابل، العدد38، 2018، ص1771 .

(16) مديرية محافظة واسط، تقرير عن معالجة مياه الصرف الصناعي في معمل نسيج الكوت، غير منشور، 2022 .

) Mohamed Elzagheid, Water Chemistry, Analysis and Treatment Pollutants, Microbial 17 ( Contaminants, Water and Wastewater Treatment, CPI books GmbH, Leck,2024, p 36 – 37 .

18() احمد ميس سدخان، مصدر سابق، ص 113 .

(19) Edited by Suresh T. Nesaratnam, Water pollution control, John Wiley & Sons Ltd Chichester, 2014, p 60 .

(20) وزارة التخطيط، دائرة التنمية الإقليمية والمحلية، مديرية تخطيط واسط، خطة التنمية المكانية لمحافظة واسط لغاية عام 2020، 2012 .

21() إستبرق كاظم شبوط، الخصائص البيئية لمياه نهر دجلة في محافظة واسط، أُطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، الجامعة المستنصرية، 2013، ص 39 .

(22) علي عبد الوهاب مجيد محمد رشيد، تأثير النشاطات البشرية على تلوث ذراع نهر دجلة في ناحية التاجي، رسالة ماجستير (غ . م)، كلية التربية ـ ابن رشد، جامعة بغداد، 2010، ص60 .

(23) علي عبد الوهاب مجيد محمد رشيد، مصدر سابق، ص58 .

(1) زاهد عمر مصطفى إبراهيم الهسنياني، هيدرولوجية منطقة المشراق المحصورة بين نهري دجلة – الزاب الأعلى، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، 2003، ص82.

(25) حسين علي السعدي، البيئة المائية، ط2، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الاردن، 2006، ص351 .

(26) كريم حسين خويدم، دراسة في الواقع البيئي لمحافظة البصرة، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، 2007، ص99 .

(27) كريم حسين خويدم، مصدر سابق، ص101 .

(28) سرور عبد الأمير حمزة الباهلي، التباين الفصلي و المكاني لتلوث مياه شط العرب في محافظة البصرة وبعض تأثيراته البيئية، أطروحة دكتوراه (غ .م)، كلية الآداب، جامعة البصرة، 2006، ص84 .

(29) Edited by Nuray Balkis WATER POLLUTION, Printed in Croatia,2012 , p 69 .

**المصادر:**


١. إستبرق كاظم شبوط، الخصائص البيئية لمياه نهر دجلة في محافظة واسط، أُطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية، الجامعة المستنصرية، 2013.

٢. جودة فتحي التركماني، جغرافية الموارد المائية – دراسة معاصرة في الأسس والتطبيق، ط1، الدار السعودية للنشر والتوزيع، جدة، 2005.

٣. حسين علي السعدي، البيئة المائية، ط2، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الاردن، 2006.

٤. خالد جواد سلمان، الآثار السلبية لغياب دراسات تقيم الأثر البيئي على التنمية المستدامة في محافظة واسط (الطاقة الكهربائية في ناحية الزبيدية انموذجاً، مجلة كلية التربية الأساسية، جامعة بابل، العدد38، 2018.

٥. زاهد عمر مصطفى إبراهيم الهسنياني، هيدرولوجية منطقة المشراق المحصورة بين نهري دجلة – الزاب الأعلى، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة الموصل، 2003.

٦. زينة خالد حسين، تغير استعمالات الارض الزراعية في محافظة واسط، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية ابن رشد، جامعة بغداد، 2006 .

٧. سامح الغرايبة ويحيى الفرحان، المدخل الى العلوم البيئية، ط4، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.

٨. سرور عبد الأمير حمزة الباهلي، التباين الفصلي و المكاني لتلوث مياه شط العرب في محافظة البصرة وبعض تأثيراته البيئية، أطروحة دكتوراه (غ .م)، كلية الآداب، جامعة البصرة، 2006، ص84 .
٩. عدنان هزاع البياتي وكاظم موسى، المناخ والقدرات الحتية للرياح فوق العراق، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، العدد 23، 1989.
١٠. علي جويد جعيل، دراسة تقييم الأثر البيئي لمشروع محطة كهرباء واسط الحرارية، المكتب الاستشاري الهندسي، كلية الهندسة، جامعة واسط، 2013.
١١. علي عبد الوهاب مجيد محمد رشيد، تأثير النشاطات البشرية على تلوث ذراع نهر دجلة في ناحية التاجي، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية ـ ابن رشد، جامعة بغداد، 2010 .
١٢. كريم حسين خويدم، دراسة في الواقع البيئي لمحافظة البصرة، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد، 2007 .
١٣. للاستزادة عن جيلوجيا محافظة واسط راجع ضياء خرباط، التقرير الجيولوجي عن محافظة واسط، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة لممسح الجيولوجي، 2008 .
١٤. مجيد كاظم عبيد القريشي مجيد كاظم عبيد عريبي القريشي، الملاءمة البيئية وأثرها في التباين المكاني لزراعة محاصيل الحبوب في محافظة واسط (باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS)، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة بابل، 2011.
١٥. مديرية محافظة واسط، تقرير عن معالجة مياه الصرف الصناعي في معمل نسيج الكوت، غير منشور، 2022.
١٦. ميادة كاظم عبد كمبر، المقومات الطبيعية والبشرية في محافظة واسط، رسالة ماجستير، كلية التربية للبنات، جامعة بغداد، 2009.
١٧. وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي، الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، المجموعة الإحصائية السنوية، 2010 – 2011 .
١٨. وزارة التخطيط، دائرة التنمية الإقليمية والمحلية، مديرية تخطيط واسط، خطة التنمية المكانية لمحافظة واسط لغاية عام 2020، 2012 .
19. Edited by Nuray Balkis WATER POLLUTION, Printed in Croatia,2012
20. Edited by Suresh T. Nesaratnam, Water pollution control, John Wiley & Sons Ltd Chichester, 2014.
21. Gambhir, R. S. et al, Pollution: Impact of pollutants and new promising techniques in purification process. Journal of Human Ecology, 37(2),2012 .
22. Humaira Qadri et al, Fresh Water Pollution Dynamics and Remediation, Springer, 2020.
23. Mohamed Elzagheid, Water Chemistry, Analysis and Treatment Pollutants, Microbial Contaminants, Water and Wastewater Treatment, CPI books GmbH, Leck,2024.

Sources:

1. Istabraq Kadhim Shaboot, Environmental Characteristics of the Tigris River Water in Wasit Governorate, PhD dissertation, College of Education, Al-Mustansiriya University, 2013.
2. Jawdat Fathi Al-Turkmani, Geography of Water Resources - A Contemporary Study in Foundations and Application, 1st ed., Saudi Publishing and Distribution House, Jeddah, 2005.
3. Hussein Ali Al-Saadi, Aquatic Environment, 2nd ed., Al-Yazouri Scientific Publishing and Distribution House, Amman, Jordan, 2006.
4. Khalid Jawad Salman, The Negative Effects of the Absence of Environmental Impact Assessments on Sustainable Development in Wasit Governorate (Electrical Power in Al-Zubaidiya District as a Case Study), Journal of the College of Basic Education, University of Babylon, Issue 38, 2018.
5. Zahid Omar Mustafa Ibrahim Al-Hasniani, Hydrology of the Al-Mashraq Area Between the Tigris and Upper Zab Rivers, Master's Thesis, College of Science, University of Mosul, 2003.
6. Zeina Khalid Hussein, Changes in Agricultural Land Use in Wasit Governorate, Doctoral Dissertation , Ibn Rushd College of Education, University of Baghdad, 2006.
7. Sameh Al-Gharaybeh and Yahya Al-Farhan, Introduction to Environmental Sciences, 4th ed., Dar Al-Shorouk for Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 2008.
8. Sorour Abdul-Amir Hamza Al-Bahli, Seasonal and Spatial Variation of Shatt Al-Arab Water Pollution in Basra Governorate and Some of its Environmental Impacts, PhD Dissertation , College of Arts, University of Basra, 2006.
9. Adnan Hazzaa Al-Bayati and Kadhim Musa, "Climate and Wind Erosion Capabilities over Iraq," Journal of the Iraqi Geographical Society, Issue 23, 1989.
10. Ali Jawad Ja'il, "Environmental Impact Assessment Study of the Wasit Thermal Power Plant Project," Engineering Consulting Office, College of Engineering, University of Wasit, 2013.
11. Ali Abdul Wahab Majeed Mohammed Rashid, "The Impact of Human Activities on Pollution of the Tigris River Branch in Al-Taji District," Master's Thesis , College of Education - Ibn Rushd, University of Baghdad, 2010.
12. Karim Hussein Khwaidem, "A Study of the Environmental Reality of Basra Governorate," Doctoral Dissertation , College of Science, University of Baghdad, 2007.
13. For further information on the geology of Wasit Governorate, see Diaa Kharbat, Geological Report on Wasit Governorate, Ministry of Industry and Minerals, General Company for Geological Survey, 2008.
14. Majid Kadhim Ubaid Al-Quraishi, Environmental Suitability and its Impact on the Spatial Variation of Grain Crop Cultivation in Wasit Governorate (Using Geographic Information Systems - GIS), Master's Thesis , College of Education, University of Babylon, 2011.
15. Wasit Governorate Directorate, Report on Industrial Wastewater Treatment at the Al-Kut Textile Factory, unpublished, 2022.
16. Mayada Kadhim Abdul Kamber, Natural and Human Resources in Wasit Governorate, Master's Thesis, College of Education for Women, University of Baghdad, 2009.
17. Ministry of Planning and Development Cooperation, Central Statistical Organization and Information Technology, Annual Statistical Abstract, 2010-2011.

18. Ministry of Planning, Department of Regional and Local Development, Wasit Planning Directorate, Spatial Development Plan for Wasit Governorate until 2020, 2012.