RESEARCH ARTICLE

Hydrological characteristics of the Gharraf River, Al-Rafai-Shatra section, for the period (2015-2025)

Adnan Awda Falih Al-Taie*

Al-Muthanna University, College of Education for Humanities, Department of Geography, Iraq

ABSTRACT

The Gharraf River is located in Dhi Qar Governorate, southern Iraq. The section under study extends from Al-Rifai District to Al-Shatrah District, approximately between longitudes 45°45′–46°15′ east and latitudes 31°45′–32°15′ north. It forms an important part of the river network on which the region relies for irrigation and agriculture. The waters of this section experience significant hydrological fluctuations due to fluctuating water discharge, agricultural and industrial activities, and the effects of arid climate and high temperatures, leading to problems with water sustainability and quality.The research objectives focused on studying the hydrological characteristics of the Gharraf River, analyzing discharge and seasonal levels, assessing water quality, understanding the impact of human activities on the river, and proposing solutions to improve water management and ensure its sustainability. The research relied on collecting hydrological data from official measuring stations in Al-Rifai and Al-Shatrah, in addition to field monitoring and analyzing chemical water samples to determine the concentration of ions and dissolved solids, with the results compared to national specifications. The results showed seasonal variations in the river's discharge, with water quantities increasing during the rainy season and decreasing during the dry season. This affected the concentration of dissolved substances and ions, and water quality was linked to the amount of irrigation and its agricultural and industrial uses..

Keywords: **Hydrological characteristics, Al-Gharraf River, water discharge, irrigation, and agriculture.** .

مقالة بحثية

الخصائص الهيدرولوجية لمياه نهر الغراف من الرفاعي الى الشطرة للمدة (2015-2025)

عدنان عودة فليح الطائي

جامعة المثنى ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، قسم الجغرافيا ، العراق

الملخص:

يقع نهر الغراف في محافظة ذي قار جنوب العراق، ويمتد المقطع محل الدراسة من قضاء الرفاعي إلى قضاء الشطرة تقريبًا بين عرض("6 '27 °32 - "3 '2 °31) شمالاً وخطي طول ("91 '45 °45 - "71 '43 °46) شرقاً ويشكل جزءًا مهمًا من شبكة الأنهار التي تعتمد عليها المنطقة للري والزراعة. تواجه مياه هذا المقطع تقلبات هيدرولوجية ملحوظة نتيجة التذبذب في التصريف المائي، والأنشطة الزراعية والصناعية، وتأثيرات المناخ الجاف وارتفاع درجات الحرارة، مما أدى إلى مشاكل في استدامة المياه وجودتها. تركزت أهداف البحث على دراسة الخصائص الهيدرولوجية لنهر الغراف، تحليل التصريف والمنسوب الموسمي، تقييم جودة المياه، وفهم تأثير أنشطة الإنسان على النهر، واقتراح حلول لتحسين إدارة المياه وضمان استدامتها. واعتمد البحث على جمع البيانات الهيدرولوجية من محطات القياس الرسمية في الرفاعي والشطرة، بالإضافة إلى الرصد الميداني، وتحليل العينات الكيميائية للمياه لتحديد تركيز الأيونات والمواد الصلبة الذائبة، مع مقارنة النتائج بالمواصفات الوطنية. وأظهرت النتائج وجود تفاوت موسمي في تصريف النهر، حيث تزداد كميات المياه خلال مواسم الأمطار وتنخفض في مواسم الجفاف، ما أثر على تركيز المواد الذائبة والأيونات، وارتبطت جودة المياه بكمية الري واستخداماتها الزراعية والصناعية.

الكلمات المفتاحية : **الخصائص الهيدرولوجية، نهر الغراف، تصريف المياه، الري والزراعة ..**

Received 07-08- 2025; revised 17-08-2025; accepted 24-08- 2025. Available online 25-10- 2025

* Corresponding author.

E-mail addresses: adnanuda@mu.edu.iq **(A.A. Al-Taie).**

https://doi.org/xx.xxxxx/2572-5440.1045

2572-5440/© 2025 The Author(s). Published by Al-Muthanna University. This is an open-access article under the CC BY-NC-SA license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

المقدمة

يُعد نهر الغراف من الموارد المائية الحيوية في محافظة ذي قار، حيث يلعب دورًا رئيسيًا في دعم الزراعة، تربية المواشي، والصناعات المحلية. يمتد النهر ضمن حوضه من مناطق الرفاعي إلى الشطرة، ويتميز بموقع جغرافي استراتيجي ضمن السهل الفيضي لوادي الرافدين، ما يجعله مصدرًا رئيسيًا للمياه في المنطقة. اذ تعاني مياه النهر من تقلبات في التصريف والمنسوب نتيجة التغيرات المناخية، الاستخدامات الزراعية والصناعية، وإدارة الموارد المائية، وهو ما يؤثر على جودة المياه وكفاءة الري ونوعية الإنتاج الزراعي. من هنا تنبع أهمية هذه الدراسة، التي تهدف إلى تحليل الخصائص الهيدرولوجية لمياه نهر الغراف في مقطع الرفاعي – الشطرة، وتقييم تأثير التذبذب في الإطلاقات المائية على التصريف والمنسوب، واقتراح استراتيجيات لإدارة الموارد المائية بشكل مستدام. ويعتمد البحث على جمع وتحليل البيانات الهيدرولوجية والميدانية، بما يشمل قياسات التصريف، مستويات المنسوب، وخصائص المياه، بالإضافة إلى مراجعة الدراسات السابقة والمصادر الميدانية ذات الصلة. من المتوقع أن تسهم نتائج هذه الدراسة في تحسين إدارة المياه، تقليل آثار التلوث، وتعزيز استدامة النهر ودعم نظم الري في المنطقة.

اولاً: مشكلة البحث: تتمثل مشكلة البحث في:

"ما طبيعة الخصائص الهيدرولوجية لمياه نهر الغراف بين الرفاعي والشطرة، وكيف أثرت التغيرات في التصريف المائي والملوثات المختلفة في نوعية المياه وكفاءتها الزراعية والبيئية؟"

ثانياً: فرضية البحث:

إن التغيرات الهيدرولوجية لنهر الغراف في مقطع الرفاعي – الشطرة ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالتذبذب في الإطلاقات المائية من نهر دجلة، والأنشطة البشرية والزراعية على ضفاف النهر.

ثالثاً: اهمية البحث:

تنبع أهمية هذا البحث من كونه يتناول أحد أهم الموارد المائية في جنوب العراق، إذ يمثل نهر الغراف شريانًا حيويًا لتغذية الأنشطة الزراعية والسكانية والصناعية في محافظة ذي قار. ويسهم البحث في فهم الخصائص الهيدرولوجية للنهر وتحديد العوامل المؤثرة فيها، خاصةً في ظل التذبذب المستمر في الإطلاقات المائية القادمة من نهر دجلة وتزايد الضغوط البيئية والبشرية. كما تكمن أهميته في أنه يوفر قاعدة علمية يمكن الاستناد إليها في وضع خطط إدارة مائية مستدامة، وتحسين أساليب الري، والحفاظ على نوعية المياه وجودتها، بما يدعم التنمية الزراعية والاقتصادية والبيئية في المنطقة الواقعة بين الرفاعي والشطرة.

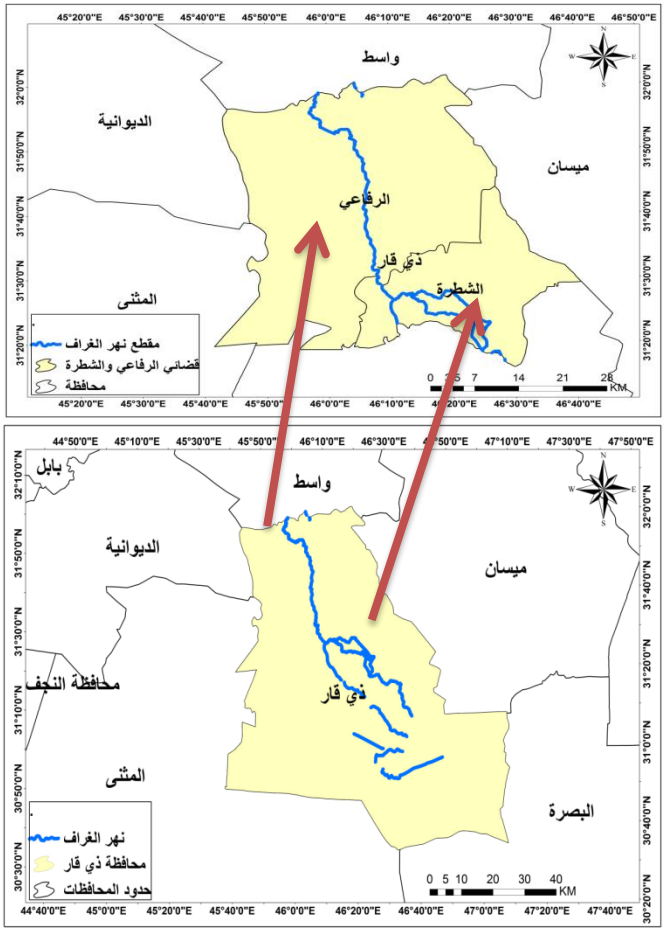
رابعاً: هدف البحث :

يهدف هذا البحث إلى تحليل الخصائص الهيدرولوجية لمياه نهر الغراف في المقطع الواقع بين قضائي الرفاعي والشطرة، من خلال تحديد اتجاهات التغير في التصريف والمنسوب والسرعة المائية، وتقييم نوعية المياه استنادًا إلى خصائصها الفيزيائية والكيميائية. كما يسعى إلى بيان أثر الأنشطة البشرية والزراعية في تغير النظام الهيدرولوجي للنهر، وصولًا إلى اقتراح حلول عملية تضمن إدارة مستدامة لمياه نهر الغراف وتحسين كفاءتها في الاستخدام الزراعي والبيئي.

خامساً: حدود البحث المكانية والزمانية والموضوعية:

1.الحدود المكانية: مقطع نهر الغراف الممتد بين قضاء الرفاعي وقضاء الشطرة في محافظة ذي قار.اذ يتفرع نهر دجلة بعد سدة الكوت إلى فرعين يتجه الأول باتجاه محافظة ميسان والثاني باتجاه مدينة الشطرة في محافظة ذي قار ويسمى شط الغراف الذي يقع في الجزء الجنوبي من العراق ضمن منطقة السهل الرسوبي, ويقل انحدار نهر دجلة وسرعة جريانه كلما تقدمنا من الشمال نحو الجنوب ويكون محملا بكميات كبيرة من الرواسب , يقع شط الغراف بين نهري دجلة والفرات بين دائرتي عرض(32° 27 '6" - 31° 2 '3") شمالاً وخطي طول (45° 45 '91" - 46° 43 '71") شرقاً, تنظر الخريطة (1)، بطول 230 كم ويستمر في جريانه باتجاه الجنوب الغربي من مقدم سدة الكوت ماراً بمدن الحي, الفجر, قلعة سكر, الرفاعي, ثم ناحية الغراف حتى مصبه في اهوار محافظة ذي قار .

الخريطة (1) موقع نهر الغراف مقطع الرفاعي – الشطرة



المصدر [23] .

.2الحدود الزمانية: التحليل يغطي المدة الزمنية (2015 – 2025) لتتبع التغيرات الهيدرولوجية.

3. الحدود الموضوعية : دراسة التصريف والمنسوب والسرعة والحِمل الرسوبي والخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه.

سادساً: منهج البحث:

يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي لدراسة الخصائص الهيدرولوجية لنهر الغراف، مع الاستعانة بالمنهج الكمي لتحليل البيانات الميدانية والمختبرية المتعلقة بنوعية المياه والتصريف. كما يستند البحث أيضًا إلى التحليل الإحصائي والجغرافي باستخدام نظم المعلومات المكانية (GIS) لتمثيل التغيرات المكانية بدقة وإظهار الاتجاهات الهيدرولوجية في النهر.

المبحث الأول: الخصائص الهيدرولوجية لنهر الغراف

1.تصريف مياه النهر ومنسوبها عبر المقطع

يتحدد نمط التصريف المائي في الأنهار تبعًا لطبيعة مناطق التغذية في أحواضها، من حيث الظروف المناخية والطبوغرافية والجيولوجية والنباتية، إضافةً إلى تأثير النشاط البشري في تنظيم واستثمار الجريان داخل هذه الأحواض. ونهر الغراف، كأحد الفروع الرئيسة لنهر دجلة، يعكس هذه العوامل بوضوح في تذبذب تصريفه ومنسوبه على امتداد مراحله المختلفة.

يمكن تحليل خصائص التصريف المائي لنهر الغراف بالاعتماد على البيانات الخاصة بمحطتي مؤخرة الناظم الصدري ومؤخرة ناظم رقم (2) الواقعتين عند الحدود الإدارية بين محافظتي واسط وذي قار خلال المدة (2015–2025). اذ تشير نتائج الجدول (1) إلى أن متوسط تصريف النهر في محطة مؤخرة الناظم الصدري بلغ نحو (192 م³/ثا) خلال مدة الدراسة. ويُعزى انخفاض التصريف النسبي إلى وجود النواظم والسدود التي تنظم كميات المياه المسموح بمرورها تبعًا للاحتياجات الزراعية والاستخدامات المحلية الأخرى، مثل مياه الشرب والصناعة.

الجدول (1) متوسط التصريف السنوي ومنسوب المياه في نهر الغراف (2015 – 2025)

المحطة	متوسط ارتفاع الماء (ملم/سنة)	مساحة الحوض (كم²)	نموذج التصريف (لتر/ثا/كم²)	متوسط التصريف المائي (م³/ثا)	ملاحظات رئيسة
مؤخرة الناظم الصدري	2111.59	565	0.34	192	أعلى تصريف نتيجة قربها من منبع الغراف وتغذيتها المباشرة من نهردجلة
مؤخرة ناظم رقم (2)	590.96	980	0.21	118	انخفاض التصريف بسبب كبر مساحة الحوض وتناقص الإيرادات المائية جنوباً

المصدر : [24] .

تظهر العلاقة الطردية بين نموذج التصريف (لتر/ثا/كم²)[1 ، ص125] ومتوسط ارتفاع الماء في منطقة الغراف (ملم/سنة) [2 ، ص72]، حيث تزداد قيم التصريف بزيادة ارتفاع منسوب المياه، وذلك بتأثير عوامل التسرب والتبخر والاستهلاك البشري. في المقابل، توجد علاقة عكسية بين مساحة منطقة المحطة ومتوسط ارتفاع الماء فيها، إذ يؤدي اتساع مساحة الحوض إلى انخفاض ارتفاع الماء. فقد بلغ ارتفاع الماء في محطة مؤخرة ناظم الغراف الصدري نحو (2111.59 ملم/سنة)، في حين انخفض المعدل إلى (590.96 ملم/سنة) في محطة مؤخرة ناظم رقم (2) نتيجة لانخفاض الإيراد المائي من جهة، واتساع مساحة الحوض المائي من جهة أخرى. ونظرًا لكون نهر الغراف رافدًا من روافد نهر دجلة، فإن منطقة تغذيته تعتمد على حوض تغذية نهر دجلة الواقع ضمن الإقليم الذي يتلقى أمطاره خلال المدة الممتدة من شهر أيلول (سبتمبر) حتى نهاية شهر أيار (مايو). حيث تتراكم الثلوج في الأشهر الباردة على المرتفعات، وتبدأ بالذوبان تدريجيًا مع ارتفاع درجات الحرارة، مما يسهم في زيادة تصاريف نهر دجلة وبالتالي نهر الغراف. كما تسهم الأمطار المحلية المباشرة في تعزيز الجريان خلال هذه الفترة. وعليه، فإن تصريف نهر الغراف يصل إلى أعلى مستوياته خلال المدة من شباط إلى نيسان نتيجة ذوبان الثلوج وارتفاع كميات الأمطار، بينما يتراجع التصريف تدريجيًا خلال فصل الصيف بسبب قلة الإطلاقات المائية من نهر دجلةوازدياد الفواقد بالتبخر والاستهلاك الزراعي.

يتضح من ذلك أن نظام التصريف في نهر الغراف نظام موسمي متذبذب يعتمد بدرجة رئيسة على التغيرات المناخية في حوض نهر دجلة، وعلى الإدارة البشرية للموارد المائية من خلال تشغيل النواظم وتنظيم الإطلاقات بما يتناسب مع متطلبات الري والاستخدامات المحلية في محافظتي واسط وذي قار.

-التباين المكاني والموسمي للزيادة المائية في حوض نهر الغراف

يمثل الجدول (2) الموسوم بـ (الزيادة والنقصان المحتمل لحوض نهر الغراف في محطتي الحي والناصرية) دراسة تفصيلية للتغير الشهري في كميات الأمطار (Pi) وما يقابلها من الزيادة المائية الشهرية (Wsi) التي تعكس كمية المياه الصافية القابلة للاستفادة في الجريان السطحي أو تغذية المياه الجوفية. إذ يوضح العمود الأول (Pi) مقدار التساقط الشهري بالمليمتر لكل محطة، بينما يمثل العمود الثاني (Pi^2) قيمة مشتقة أو وسيطة تُستخدم في معادلة حساب الزيادة المائية الشهرية، في حين يعبّر العمود الثالث (Wsi) عن معدل الزيادة المائية الشهري الذي يعكس الفائض المائي الفعلي بعد طرح الخسائر الناتجة عن التبخر والتسرب. أما السطر الأخير في الجدول فيظهر المجموع السنوي للأمطار والزيادة المائية. اذ اعتمد إعداد هذا الجدول على معادلة H.A. Hassan الخاصة بحساب مؤشر الزيادة المائية (Water Surplus Index) الذي يحول كميات المطر الشهرية إلى قيم فعلية للزيادة المائية وفقًا للسلوك الهيدرولوجي للمنطقة. وعند مقارنة المحطتين، يتضح أن محطة الحي سجلت مجموع تساقط سنوي قدره نحو 151.86 ملم، بينما بلغت كمية التساقط في الناصرية حوالي 129.5 ملم، أي أن الحي أكثر مطرًا بنسبة ملحوظة. أما مجموع الزيادة المائية السنوية فقد بلغ في الحي 23.2 ملم/سنة وفي الناصرية 19.3 ملم/سنة، أي ما يعادل نحو 15% من مجموع المطر السنوي في كلتا المحطتين، وهو الجزء الذي يمكن أن يُستثمر في الجريان السطحي أو تغذية الخزان الجوفي، بينما يتبدد الباقي بالتبخر أو النفاذ.

تُظهر القيم الشهرية أن أشهر كانون الثاني وشباط وآذار ونيسان تمثل فترة الذروة المطرية والزيادة المائية؛ إذ سجلت أعلى قيم (Wsi مثلاً في كانون الثاني 6.66 ملم في الحي و6.4 ملم في الناصرية)، ما يشير إلى وفرة في المياه القابلة للتخزين أو الجريان خلال الشتاء والربيع المبكر. كما تسجل شهور تشرين الثاني وكانون الأول زيادات مائية متوسطة تمثل موسماً مطرياً ثانوياً، بينما تنعدم الزيادة المائية تماماً في شهور حزيران وتموز وآب وأيلول نتيجة غياب الهطول وارتفاع معدلات التبخر، ما يعكس مرحلة الجفاف السنوي.

ان قيم Wsi الصغيرة في شهور مثل أيار وتشرين الأول (0.1–0.2 ملم) تدل على أمطار محدودة لا تسهم فعليًا في الجريان، إذ تتبخر سريعًا أو تُمتص في التربة. من الناحية الهيدرولوجية، تشير النتائج إلى أن الجريان السطحي واحتمالات الفيضانات تتركز في الشتاء والربيع (يناير–أبريل)، وهي الفترة التي يجب مراعاتها عند تخطيط المنشآت المائية والدفاعية، كما تمثل هذه الأشهر الفرصة الرئيسة لتغذية المياه الجوفية. ويُستحسن استثمار مياه هذه الفترة عبر الخزن في السدود والخزانات لتغطية احتياجات موسم الجفاف وتقليل الفاقد بالتبخر أو الفيضانات المفاجئة.

يتضح مما تقدم إن محطة الحي تتفوق على الناصرية من حيث مجموع التساقط السنوي والزيادة المائية، ما يمنحها قدرة أفضل على توليد فائض مائي واستدامة نسبية في الموارد المائية. أما موسم الجريان الفعّال فيمتد من نوفمبر حتى أبريل، في حين تسود حالة الجفاف من يونيو إلى سبتمبر، الأمر الذي يبرز أهمية التخطيط المائي المتوازن واستثمار فائض الشتاء لتعويض عجز الصيف في حوض نهر الغراف.

الجدول (2) التغيرات المحتملة في تصريف حوض نهر الغراف لمحطتي الحي والناصرية

الشهر	محطة الحي			محطة الناصرية		
	التساقط Pi (ملم)	Pi^2	Wsi	التساقط Pi (ملم)	Pi^2	Wsi
كانون 2	32.81	1012.5	6.66	28.9	835.2	6.4
شباط	25.63	558.3	3.6	19.6	384.1	2.9
آذار	27.07	732.8	4.8	21.2	449.4	3.4
نيسان	17.87	284.5	1.8	10.8	116.6	0.9
مايس	5.7	32.49	0.2	5.2	27.04	0.2
حزيران	-	-	-	-	-	-
تموز	-	-	-	-	-	-
آب	-	-	-	-	-	-
أيلول	-	-	-	-	-	-
تشرين الأول	4.57	20.8	0.13	5.8	33.6	0.25
تشرين الثاني	19.83	393.2	2.6	15.4	237.1	1.8
كانون الأول	23.03	530.3	3.5	21.5	462.2	3.5
المجموع	151.86		23.2	129.5		19.3

المصدر : [25] .

المبحث الثاني: التفاعلات مع المياه الجوفية والحِمل الرسوبي

1- أثر التبادل بين المياه السطحية والجوفية على نوعية المياه.

يعود أصل المياه الأرضية إلى المصادر السطحية، سواء كانت مياه أمطارٍ تتسرب عبر طبقات التربة لتصل إلى الطبقات الصخرية ضمن تكوينات القشرة الأرضية، أو من مياه الثلوج التي تتساقط شتاءً وتذوب تدريجيًا، مما يمنحها الوقت الكافي للترشح إلى باطن الأرض. كما يمكن أن يكون مصدر هذه المياه ناتجًا عن تسرب مياه الأنهار على امتداد مجاريها، أو من مياه الري الزائدة التي تتغلغل نحو الطبقات العميقة من التربة [3 ، ص151 - 152] . تُعدّ المياه الجوفية الجزء الخفي من الدورة الهيدرولوجية العامة، إذ تمثل مرحلة انتقال مياه الغلاف الجوي إلى باطن الأرض، وهي عملية تفاعل متبادل بين كلٍّ من الغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الصخري. وتمتاز الطبقات الحاملة للمياه بمجموعة من الخصائص الهيدرولوجية، أبرزها اختلاف الصخور في

درجتي النفاذية والمسامية (Permeability & Porosity)، مما يحدد قدرتها على تخزين المياه ونقلها داخل باطن الأرض [4 ، ص158] .

تتحرك المياه الجوفية بشكلٍ طبيعي ودائم وفق القوانين الهيدروليكية، إذ تسير في الأوساط ذات المسامية والنفاذية متجهةً من المناطق ذات الطاقة الكلية الأعلى نحو المناطق ذات الطاقة الكلية الأدنى، وذلك تبعًا لتدرج الضغوط والارتفاعات داخل النظام الجوفي (3) . كما تتأثر حركة المياه الجوفية بعدد من العوامل الطبيعية، من أبرزها: الانحدار العام للطبقات الصخرية الحاوية للمياه والتراكيب الجيولوجية مثل الثنيات والصدوع والفواصل، إضافةً إلى اتجاه محور التحدب، ومسامية الصخور وقدرتها على النفاذية. ويُلاحظ أن انحدار الطبقات الحاملة للمياه الجوفية يمتد من الشمال نحو الجنوب، ومن الغرب باتجاه الشرق، ليصل إلى أدنى مستوياته في جنوب منطقة الدراسة حيث يبلغ نحو (3م)، مما يدل على غنى المنطقة بالمياه الجوفية.

أما مستوى المياه الجوفية فيظهر قريبًا من سطح الأرض ضمن منطقة السهل الرسوبي، ويُعزى ذلك إلى تسرب مياه الفيضانات إلى الأعماق، مما أدى إلى إذابة الأملاح التي خلفها البحر وارتفاع مستوى المياه تدريجيًا حتى أصبح قريبًا من السطح.(4) لذلك، يتراوح عمق المياه الجوفية في المنطقة بين 1 و3 أمتار تقريبًا [5] .

تتجلى آثار ارتفاع مناسيب المياه الجوفية في تكوّن العديد من المستنقعات الضحلة، وخصوصًا في المناطق القريبة من النهر، وبشكل خاص في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة، وذلك نتيجة قلة انحدار مجرى النهر وانخفاض مستوى الأراضي، إلى جانب ارتفاع مستوى المياه الأرضية، مما يؤدي إلى تغطية الأراضي المنخفضة بالمياه عبر ظاهرة النَّزيز. ومن أبرز هذه المستنقعات التي رُصدت ميدانيًا تلك الواقعة جنوب مدينة الرفاعي، والتي ترتبط بها بشكل مباشر، وتبلغ مساحتها حوالي 4 كم^2.

كما تتفاوت درجة ملوحة المياه الجوفية داخل منطقة الدراسة، حيث تزداد تدريجيًا كلما اتجهنا نحو الجنوب والجنوب الشرقي؛ إذ بلغت قيمتها شمال المنطقة حوالي 23,000 ميكروموز/سم، بينما وصلت جنوب المنطقة إلى نحو 49,000 ميكروموز/سم. أما معدل الرقم الهيدروجيني (pH) فبلغ حوالي 6.9، في حين سجلت نسبة الكالسيوم 10,602 ملغم/لتر والمغنيسيوم 155.5 ملغم/لتر. وبالنسبة للأيونات السالبة، فقد بلغت قيمتها 13,239.5 ملغم/لتر للبيكربونات و17,317 ملغم/لتر للكبريتات، بينما سجل معدل امتزاز الصوديوم (S.A.R) حوالي 27.65 ملغم/لتر.

2- قياس وتحليل الحِمل الرسوبي وتأثيره على عمق النهر ونظام الري.

تؤدي المياه دور عامل طاقة رئيسي في نقل المواد على عدة أشكال، إذ يتم نقل الحطام الثقيل (Heavier debris) عبر عملية التدحرج (rolled) أو الدفع (pushed) على طول قاع المجرى، ويُعرف هذا النوع باسم حمولة القاع. أما المواد الخفيفة أو الناعمة (Light or Fine)، فتُنقل بشكل يُرى بالعين المجردة، ويُطلق عليها مصطلح الحمولة الظاهرية. بالإضافة إلى ذلك، هناك الحمولة الذائبة، وهي المواد التي تُذوَّب بالكامل في الماء وتنتقل معه على شكل محاليل.(6). بناءً على ذلك، يمكن تصنيف الحمولة النهرية إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

1. الحمولة العالقة(Suspended Loads)
2. حمولة القاع(Bed Loads)
3. الحمولة الذائبة(Solution Loads)

ويعتمد التمييز بين الحمولة العالقة وحمولة القاع بشكل أساسي على حجم الحبيبات وسرعة الجريان. فالمواد الخفيفة التي يحملها النهر تنتقل عبر التعليق في الماء دون تماس مباشر مع قاع النهر، وهذا ما يميزها عن حمولة القاع التي تتحرك على سطح القاع أو بالتماس المباشر معه [6 ، ص127]. وتتضمن الحمولة العالقة جسيمات الطين والغرين، حيث يتراوح حجم هذه الجسيمات بين أقل من (0.002 – 0.06) ملم، كما يوضح الجدول (3). أما حمولة القاع، فتتميز بأن حركة المواد فيها تكون على تماس مباشر مع قاع المجرى، وتتم هذه الحركة إما على شكل تدحرج (Rolling) أو انزلاق (Sliding) [7 ، ص232]. وتتكون المواد الخشنة من جسيمات الرمل، حيث يتراوح حجم هذه الجسيمات بين 0.06 و2 ملم.

الجدول (3) أحجام الرواسب الممكن نقلها بواسطة الأنهار

نوع الرواسب	حجم الراسب (ملم^3)
الجلاميد	أكثر من 256
الحصى	256 – 64
حصى صغير	64 – 2
الرمل	2 – 0.064
الغرين	0,064 – 0.002
الطين	أقل من 0.002

المصدر: [26] .

تم تقدير كمية الرواسب العالقة في مياه نهر الغراف استنادًا إلى تركيز الرواسب العالقة بالمليون جزء في مياه نهر دجلة عند سدة الكوت، ثم تحويل هذه الكمية إلى طن/يوم باستخدام المعادلة التالية [8 ، ص4] :

$$S = P.P.M\ (O.O864)\ Q$$

أذ ان

S = كمية الرواسب العالقة طن / يوم

P.P.M = الرواسب العالقة جزء / مليون

Q = الصرف المرصود م3 / ثا

من تطبيق المعادلة أعلاه، يتضح أن نهر الغراف ينقل في متوسط التصريف السنوي حوالي (227,278) طن من الرواسب العالقة عبر الناظم الصدري،

وفقًا للمتوسطات العامة للتصريف المائي للمدة من 2015 إلى 2025. ويستأثر شهرا نيسان ومايس بنسبة (45.7%) من إجمالي كمية الرواسب السنوية المارة عبر الناظم الصدري، في حين تنخفض كمية الرواسب إلى أدنى مستوياتها خلال الفترة الممتدة بين آب وتشرين الأول. ويُعزى ذلك إلى قلة قابلية الحت الناتجة عن بطء سرعة الجريان وانخفاض التصاريف في تلك الأشهر. أما في شهري نيسان ومايس، فتزداد سرعة الجريان نتيجة ارتفاع كمية التصريف، مما يؤدي إلى زيادة الحت وبالتالي ارتفاع كمية الرواسب العالقة. ويلاحظ من مشاهدة الجدولين (1) و(3) وجود علاقة طردية بين كمية الرواسب والتصريف النهري، حيث تزداد كمية الرواسب بزيادة التصريف، إذ يؤدي سقوط الأمطار وذوبان الثلوج إلى جرف التربة المعرضة للتعرية وزيادة كمية الرواسب المنقولة.

أما الحمولة الذائبة، فهي تتكون من عناصر كيميائية مختلفة يمكن أن تتحلل في الماء، وتعتمد كمية الحمولة الذائبة بشكل رئيسي على الطبيعة الصخرية لحوض التصريف [9 ، ص88] . لقد تفاوتت مقادير العناصر الكيميائية المذابة في مياه نهر الغراف بشكل ملحوظ، ويُعزى ذلك أساسًا إلى التباين الكبير في كميات التصريف المائي. كما تتأثر كمية الحمولة المذابة بارتفاع درجات الحرارة، إذ يؤدي ذلك إلى زيادة معدل التبخر، وبالتالي زيادة تركيز الأملاح، وهو ما ينعكس بدوره على نشاط التجوية الكيميائية. لذلك، يمكن القول إن علاقة تركيز الأملاح الذائبة بكمية التصريف المائي علاقة عكسية؛ إذ ترتفع نسبة تركيز الأملاح في السنوات الجافة وموسم الصهود، في حين تنخفض في السنوات الرطبة وموسم الفيضان. وقد سجلت نسبة المغنسيوم في محطة مقدم البدعة حوالي 44.4 ملغم/لتر، بينما بلغت العسرة الكلية لمياه نهر الغراف معدل 394.4 ملغم/لتر، مما يعكس ارتفاع صلابتها.

تباينت نسبة الرواسب الكيميائية أيضًا من فترة إلى أخرى، ويعتمد ذلك على كمية المياه المصروفة وسرعة الجريان. وقد لوحظ أن زيادة نسبة ملوحة المياه تؤدي إلى تملح التربة، وبالتالي تكوين ما يُعرف بالسبخات نتيجة الخاصية الشعرية للتربة.

وتُقاس قدرة المجرى المائي على نقل الجزيئات عادةً وفق معيارين رئيسيين: الأول هو الحمولة القصوى أو الاستيعاب، وهي كمية المواد الصلبة التي يمكن للنهر نقلها، وترتبط مباشرة بكمية التدفق؛ فكلما زادت كمية المياه المتدفقة، زاد استيعاب النهر. أما المعيار الثاني فهو كفاءة المجرى المائي، والتي تُحدد بأقصى حجم من الفتات الصخري يمكن نقله. وتحدد سرعة المجرى كفاءته، فكلما زادت قوة التدفق، زادت قدرة المجرى على نقل حمولته العالقة، وتزداد كفاءة المجرى المائي تقريبًا بمربع سرعته[10 ، ص238]. اذ تؤدي سرعة المياه المتدفقة في المجرى المائي دورًا مهمًا في عمليات التعرية والنقل والترسيب. فرفع جزيئات بحجم الطين يتطلب سرعة أكبر مقارنة بالسرعة اللازمة لتحريك حبيبات الرمل، ويعود ذلك إلى قوة التماسك التي تجعل جزيئات الطين تتجمع وتلتصق ببعضها البعض. ومع ذلك، تظل جزيئات الطين معلقة لفترة طويلة حتى في المياه ذات الحركة البطيئة. أما الجزيئات الأكبر حجمًا، مثل الرمل والحصى، فهي تتحرك بسرعة أقل بكثير، إذ يكفي مجال سرعة أقل للحفاظ على حركتها في المجرى.

المبحث الثالث: الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه

1- قياس الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه النهر

يوضح الجدول (4) القراءات الفصلية لقيم المحددات المدروسة في مياه شط الغراف، حيث بلغ متوسط قيمة الأس الهيدروجيني (pH) نحو 7.8، وهو ضمن المواصفات العراقية لنظام صيانة الأنهار من التلوث. ويشير هذا إلى أن مياه شط الغراف تميل إلى القاعدية، نتيجة وفرة أيونات الكربونات (CO_3^{2-}) والبيكربونات (HCO_3^-)، بالإضافة إلى وجود ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الذي يرتبط بعلاقة عكسية مع تركيز أيون الهيدروجين (H^+). كما يسهم الخلط المستمر لمياه النهر الجاري في رفع قيم الأس الهيدروجيني باتجاه القاعدية. ويُلاحظ أن أعلى قيمة لـ pH بلغت 7.9 خلال فصل الشتاء، في حين سجل أدنى تركيز 7.7 في فصل الخريف.

الجدول (4) تركيز بعض العناصر الفيزيائية والكيميائية في مياه شط الغراف (ملغم/لتر) للمدة 2015-2025

الفصول	PH	TDS	CL	TH	Ca	Mg	SO4	PO4	NO3	TUR	G&O
الصيف	7,8	550	123	460	115	44	123	0,22	1,7	84	31
الخريف	7,7	587	102	366	90	35	98	0,21	1,5	76	19,7
الشتاء	7,9	666	153	460	113	43	184	0,17	2,2	62	12,3
الربيع	7,8	668	133	485	114	45	187	0,21	2,2	52	12
المعدل	7,8	606,5	127,8	442,8	108	41,8	148	0,20	1,9	68,5	18,8
المحدد البيني	-6 9,5	1500	200	-160 480	200	50	200	3	50	-10 18	10

المصدر[27] .

أما بالنسبة للمواد الصلبة الذائبة(TDS) ، فقد بلغ متوسط تركيزها في مياه شط الغراف نحو 606.5 ملغم/لتر، وهو ضمن المواصفات العراقية. إلا أن أعلى قيمتها سجلت خلال فصلي الربيع والشتاء بواقع 668 ملغم/لتر و666 ملغم/لتر على التوالي، ويرجع ذلك إلى سقوط الأمطار في هذين الفصلين، إضافة إلى استخدام مياه النهر لري الأراضي الزراعية، بينما سجل أدنى تركيز لها 550 ملغم/لتر خلال فصل الصيف.

وبالنسبة لأيونات الكلوريد (Cl^-)، فقد بلغ متوسط التركيز 127.8 ملغم/لتر، ويقع أيضًا ضمن الحدود المسموح بها وفق المحددات الوطنية. وقد سجل أعلى تركيز له خلال فصل الشتاء 153 ملغم/لتر، ويعود ذلك إلى الأمطار التي تسهم في جرف الأملاح من التربة، بالإضافة إلى مياه الصرف الصحي الملقاة في مجرى النهر، في حين سجل أدنى تركيز 102 ملغم/لتر خلال فصل الخريف.

أما العسرة الكلية(TH) ، فقد بلغ متوسطها 442.8 ملغم/لتر، ما يجعلها ضمن المواصفات الوطنية، إلا أن أعلى تركيز سجل خلال فصل الربيع 485 ملغم/لتر، ويُعزى ذلك إلى تصريف مياه بزل الأراضي الزراعية وطبيعة التربة الغنية بالكالسيوم، بينما سجل أقل تركيز خلال فصل الخريف 366 ملغم/لتر.

وفيما يتعلق بأيونات الكالسيوم(Ca^{2+}) ، فقد بلغ متوسط التركيز 108 ملغم/لتر، ويقع ضمن الحدود البيئية المسموح بها (200 ملغم/لتر). ويُلاحظ من الجدول (4) تقارب قيم التركيز خلال فصول الصيف والربيع والشتاء بواقع 113، 114، 115 ملغم/لتر على التوالي، ويُعزى ذلك إلى المخلفات البشرية، واستخدام مياه النهر لري الأراضي الزراعية، إضافة إلى ذوبان الكالسيوم في التربة، بينما سجل فصل الخريف أدنى قيمة 90 ملغم/لتر.

اما أيونات المغنيسيوم (Mg^{2+})، فقد بلغ متوسطها 41.8 ملغم/لتر، وهو ضمن الحدود البيئية، ويتضح من الجدول (4) تقارب قيمها خلال فصول الربيع والصيف والشتاء بواقع 43، 44، 45 ملغم/لتر على التوالي، نتيجة النشاطات البشرية وذوبان الصخور الجيرية، بينما سجل فصل الخريف أدنى تركيز 35 ملغم/لتر.

2- تأثير الأنشطة البشرية والزراعية والصناعية على نوعية المياه.

تؤدي الزراعة دورًا أساسيًا في حياة الإنسان كمصدر غذائي ومصدر اقتصادي مهم، وقد مارس سكان العراق الزراعة منذ العصور القديمة نظرًا لما توفره البيئة الطبيعية في بلاد وادي الرافدين من أراضٍ خصبة، ومناخ ملائم، وموارد مائية كافية. وتعكس العمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية اختلاف نوع الرواسب قرب مجرى نهر الغراف، ما أثر على تنوع الإنتاج الزراعي وتوزيعه. ولذا، تركزت الزراعة على ضفاف الأنهار لتوفر المياه وقلة الملوحة، كما تُزرع محاصيل الخضروات في الجوانب المحدبة للالتواءات النهرية ذات التيار البطيء للاستفادة من التربة الرسوبية الخصبة [11] .

وتباينت المساحات المزروعة بالمحاصيل الشتوية والصيفية والبساتين عبر الوحدات الإدارية في حوض الغراف لعام 2015، اذ احتل قضاء الشطرة المرتبة الأولى في مساحة زراعة الحنطة (8000 دونم)، فيما كانت ناحية الدواية الأولى في زراعة الشعير، وناحية الإصلاح في البساتين (1040 دونم) [12 ، 191]. وفي محافظة واسط، تصدرت منطقة الحي إنتاج الشلب (300 دونم) والدخن (1800 دونم) والذرة البيضاء (1540 دونم). كما تشكل الثروة الحيوانية أهمية كبيرة كمصدر للمعيشة، إذ بلغ عدد المواشي في المنطقة نحو 977,535 رأسًا.

ومع ذلك، يواجه الإنتاج الزراعي تحديات عدة، أبرزها تردي كفاءة الأراضي نتيجة إنشاء سد الكوت (1939) لتنظيم مياه نهر دجلة وفرعيه، ما أدى إلى ارتفاع مناسيب المياه في الغراف وتوزع التربة على اكتاف النهر وتدهورها بسبب قلة الانحدار، وصعوبة تصريف المياه، وارتفاع درجات الحرارة، وعدم انتظام الري، بالإضافة إلى الترسيب المستمر للنهر وكثافة الغطاء النباتي. كل هذه العوامل حدت من التوسع الزراعي وزادت من ملوحة التربة.

أما الجانب الصناعي، فالأحواض النهرية توفر المواد والمياه اللازمة للعديد من الصناعات، وأبرزها معامل الطابوق، والتي تستفيد من التربة الرسوبية في السهل الفيضي. ويوجد في الحوض نحو 11 معمل طابوق. كما تعتمد بعض الصناعات في مدينة الناصرية مثل معمل الغزل والنسيج، ومعمل الألمنيوم، ومعمل الكابلات على مياه نهر الغراف عبر مشروع الماء الصناعي في البدعة لتوفير مياه الشرب والصناعة، حيث تُنقل المياه بعد المعالجة إلى مدينة الناصرية لمسافة 54 كم عبر أنبوب قطره 75 سم وبمضخات بقدرة تصريف 2280 م³/ساعة [13] .

المبحث الرابع: التغيرات الهيدرولوجية وأثرها على الاستخدامات المختلفة للنهر

1- تأثير التذبذب في الإطلاقات المائية على التصريف والمنسوب.

يُعد التذبذب في الإطلاقات المائية من العوامل الأساسية التي تؤثر مباشرة على التصريف النهري ومنسوب المياه في شط الغراف بمحافظة ذي قار. يحدث هذا التذبذب نتيجة التغيرات الموسمية أو التشغيلية للسدود والنواظم، وينعكس على التصريف والمنسوب بطرق متعددة. فعند ارتفاع كميات الإطلاقات لفترات قصيرة، يحدث تصريف مفرط يؤدي إلى انجراف التربة وانخفاض خصوبة الأراضي الزراعية المجاورة للنهر، بينما يؤدي انخفاض الإطلاقات إلى تصريف منخفض يعيق الري ويؤثر سلبًا على إنتاج المحاصيل، كما يقلل من قدرة النهر على نقل الرواسب الطبيعية. على منسوب المياه، حيث أن ارتفاع المنسوب قد يؤدي إلى غمر الأراضي المنخفضة وزيادة مخاطر الفيضانات المحلية، في حين أن انخفاض المنسوب يمنع وصول المياه إلى نهايات المشاريع الزراعية والجداول المتفرعة، ما يفرض الاعتماد على المضخات أو طرق الري الاصطناعي. ويؤثر التذبذب في الإطلاقات على إدارة الموارد المائية، إذ يزيد من صعوبة التخطيط الزراعي ويؤثر على ترسيب الرواسب داخل المجرى؛ فالتصريف المرتفع ينقل الرواسب بعيدًا، بينما التصريف المنخفض يزيد من ترسيبها، ما قد يغير عمق وقنوات النهر على المدى الطويل.

ومن الناحية البيئية، يؤدي انخفاض التصريف إلى زيادة تركيز الملوحة والملوثات وتقليل جودة المياه للشرب والري، كما ينعكس سلبًا على الثروة السمكية والحياة المائية نتيجة التغير المفاجئ في مستوى المياه وسرعة الجريان. ويظهر هذا التأثير بوضوح في شط الغراف، حيث تؤدي التغيرات الموسمية

للإطلاقات من سدود المحافظة أو المشاريع المائية الأخرى إلى تفاوت منسوب المياه بين الصيف والشتاء، فتتمتع المناطق القريبة من المجرى الرئيسي بتصريف أعلى ومنسوب مستقر، بينما تعاني المناطق البعيدة أو المرتفعة من نقص المياه وجفاف بعض الجداول الفرعية.

2 -أثر التغيرات على الري الزراعي، البيئة، والصيد.

ارتبط ظهور الحضارات القديمة ارتباطًا وثيقًا بنشوء وتطور الري، إذ نشأت حضارة وادي الرافدين على ضفاف الأنهار واعتمدت على مياهها لسقي المزروعات [14 ، ص5] ، نظرًا لكون منطقة السهل الفيضي جافة وتتسم بقلة الأمطار وارتفاع الحرارة، مما دفع الإنسان القديم للاعتماد على الري لتعويض نقص مياه الأمطار في إنتاج المحاصيل [15 ، ص2]. ويعرف الري بأنه عملية تزويد الأرض بالماء لتلبية حاجة النبات [16 ، ص276] .

يتم إيصال المياه في منطقة الدراسة بطريقتين:

أ- الري السيحي: يعتمد على الجداول والقنوات التي تنقل المياه من الأنهار الرئيسة إلى الحقول والمزارع بشكل طبيعي، مستفيدًا من اختلاف مستويات الماء أو وجود السدود والنواظم. ويعد مشروع نهر الغراف أحد أهم المشاريع السيحية، حيث يروي نحو 3,730,000 دونم منها 1,147,186 دونم في ذي قار و2,583,186 دونم في واسط [17 ، ص101]، ومن أبرز الجداول اليمنى: صخية، المدليل، مريزيحة، وأبو جوري، ومن أبرز الجداول اليسرى: الشيب الشمالي، وجنابية الحي. وفي محافظة ذي قار، أقيمت عدة نواظم لتنظيم الري مثل ناظم قلعة سكر، وناظم الرفاعي، وناظم الشطرة، وناظم البدعة.

ب- الري بالواسطة: يُستخدم عندما يكون مستوى مياه النهر أقل من الأراضي الزراعية، ويعتمد على المضخات الزراعية التي بلغ عددها 10,620 مضخة بقدرة إجمالية 334,334 حصانًا، موزعة حسب ارتفاع الأراضي ومسافات الري [18] .

تساهم هذه الأنظمة في توفير المياه الضرورية للمحاصيل، إلا أن طبيعة الأرض ومسامية التربة تؤدي إلى فقدان كميات كبيرة من المياه، خاصة في الصيف ومع زراعة محاصيل تحتاج كميات كبيرة من الماء مثل الخضروات والشلب، ما يجعل توفر المياه أحد أهم التحديات الزراعية في حوض الغراف.

اما التغيرات المائية على البيئة والصيد: فتؤثر التذبذبات في الإطلاقات المائية على النظم البيئية للنهر، بما فيها جودة المياه ومستوى تدفقها، ما ينعكس مباشرة على تنوع الحياة المائية وكثافة الأسماك. فالفائض المائي أو النقص الحاد يؤدي إلى تدهور المواطن البيئية، وتقليل أماكن تكاثر الأسماك، ويؤثر على الصيد المحلي كمصدر غذائي واقتصادي للسكان القاطنين على ضفاف النهر. كما أن الترسبات والتلوث الناتج عن الري الصناعي والزراعة يزيد من التأثير على التنوع البيولوجي ويحد من إنتاجية الصيد.

الاستنتاجات والمقترحات:

أولاً: الاستنتاجات

1. يُعد شط الغراف مصدرًا حيويًا للمياه في محافظة ذي قار، وهو يتأثر بشكل مباشر بالأنشطة البشرية والزراعية والصناعية، حيث تؤثر الاستخدامات المكثفة للري والصرف الصناعي على جودة المياه وخصائصها الفيزيائية والكيميائية.
2. التذبذب في الإطلاقات المائية من السدود والنواظم يؤدي إلى تفاوت منسوب المياه وتصريفها، ما يؤثر على الري وإنتاج المحاصيل، ويسهم في زيادة ترسيب الرواسب أو انجراف التربة على ضفاف النهر.
3. ارتفاع تركيز الملوثات مثل الكلوريدات والمواد الصلبة الذائبة خلال مواسم معينة يعكس تأثير مياه الصرف الزراعي والصناعي على نوعية المياه، وهو ما يؤثر على الاستخدامات المختلفة للنهر، بما في ذلك الشرب والزراعة والصناعة.
4. الأراضي الزراعية المجاورة للنهر تتأثر بشكل كبير بالفيضانات أو انخفاض مناسيب المياه، ويظهر تأثير ذلك على خصوبة التربة وفعاليتها الزراعية، ما يحد من القدرة على التوسع في الزراعة.
5. المشروعات الصناعية المحلية، مثل معامل الطابوق والغزل والنسيج، تعتمد على مياه النهر، ما يجعل الحفاظ على نوعية المياه أمرًا ضروريًا لاستمرارية النشاط الاقتصادي والصناعي في المنطقة.

ثانياً: المقترحات

1. تحسين إدارة المياه: من خلال:

أ- وضع نظام رقابة دوري على إطلاقات السدود والنواظم لضمان توازن التصريف مع احتياجات الري والصناعة.

ب- إنشاء محطات قياس لمستويات المياه والتدفق لضبط تصريف المياه وتقليل الفيضانات أو نقص الإمداد.

ت- تحديث شبكات الري القائمة وتغطية الجداول بالممرات المغطاة لتقليل الفاقد من المياه نتيجة التبخر والتسرب.

2. تقليل التلوث وحماية جودة المياه :

أ- فرض معايير صارمة لمياه الصرف الزراعي والصناعي قبل تصريفها في النهر.

ب- إنشاء محطات معالجة صغيرة للمياه في المناطق الزراعية والصناعية قبل دخولها المجرى.

ت- تعزيز الزراعة العضوية واستخدام الأسمدة الطبيعية لتقليل الملوحة والملوثات الكيميائية في مياه النهر.

3. استدامة النهر وتطوير نظم الري:

أ- استثمار تقنيات الري الحديثة مثل الري بالتنقيط والري بالرش لتقليل استهلاك المياه.

ب- صيانة الجداول والنواظم بانتظام لمنع الانسداد والترسيب المفرط وتحسين توزيع المياه.

ت- زيادة الرقابة على استخدام المياه في المناطق البعيدة عن المجرى الرئيسي لضمان وصول الحصص المائية لجميع المزارعين.

ث- دراسة خطط إعادة تأهيل الأراضي المتضررة من الفيضانات أو الملوحة لتحسين الإنتاجية الزراعية دون زيادة الضغط على النهر.

المصادر :

1- علي مصطفى القيسي ، هور الحمار دراسة في الجغرافية الطبيعية ، أطروحة دكتوراه (غير منشوره) مقدمة الى كلية الاداب ، جامعة بغداد, 1996 ، ص125.

2 - كاظم موسى محمد ، الموارد المائية في حوض نهر ديالى في العراق واستثمارها ، أطروحة دكتوراه (غير منشوره) مقدمة الى كلية الآداب ، جامعة بغداد , 1986 ، ص72.

3 - حسن أبوسمور وحامد الخطيب, جغرافية الموارد المائيه, الطبعه الأولى, دار الصفاء للنشر والتوزيع, عمان,1999,ص151-152.

4 - محمد خلف بني رومي ، المدخل الى الجغرافية الطبيعية ، جامعة اليرموك ، 2001 ، ص158..

5 - مهدي الصحاف واخرون . الموارد المائية في العراق وصيانتها من التلوث. بغداد: وزارة الإعلام، 1976.، ص246

6 - سحر نافع شاكر ، جيومورفولوجية العراق في العصر الرباعي ، مجلة الجمعية الجغرافية العراقية ، العدد 23 ، مطبعة العاني / بغداد / 1989 ص210.

7 - الجمهورية العراقية ، وزارة الري ، خارطة العمق التقريبي للمياه الجوفية بمقياس 1/ 1000000 الهيأة العامة للمساحة ، بغداد ، 1987.

8 - CarlaW.Montgomery , Environmental Geolgy , 5 th Ed . , Mc Graw - Hill , Boston , 1997 , p . 127 .

9 - David Smith & petter stopp , The river basin , 1 sted . , cam bridge vniversity press , 1978 , p. 91.

10 - Clifford Embleton & John Thornes , process in geomorphology , Edward Arnold Itd. London , (1979) P 232 .

11- M.F.Fathulla , Suspended sediments of lower Tigris river , second international nivigtion & harbour engineering , University of Basrah , 1980 , p . 4 .

12 - Cuchlaine A. M. King , Technigues in geomorophology , 5 th ed . , Edward Arnold publisheres , London, 1978 , p. 88

13 - تاربوك ولوتجنز ,الأرض مقدمه للجيولوجيا الطبيعيه,ترجمة عمر سليمان حموده والهلول علي اليعقوبي ومصطفى جمعه سالم,منشورات مجمع الفاتح للجامعات,طرابلس,1989, ص238.

14 -وزارة الصحة , التشريعات البيئية لنظام صيانة الأنهار من التلوث , دائرة حماية وتحسين البيئة رقم 25 لسنة 1998.

15 - وزارة الزراعة، مديرية زراعة محافظة ذي قار، قسم التخطيط والمتابعة، بيانات غير منشورة، 2025.

16 - ا لجبوري، محمد سلمان، دراسة حول تأثير النشاط البشري على جودة المياه في الأنهار العراقية، دار النشر، بغداد، 2005، ص.191.

17 - الدراسة الميدانية، مقابلات مع مدير الموارد المائية في الشطرة، 15-2025/2/19.

18 - بدر جاسم علاوي وزميله ، الري الزراعي ، مطبعة جامعة الموصل ، 1984 ، ص5

19 - فتحي ابراهيم مسعود ، اساسيات الري الزراعي ، دار المطبوعات الجديدة ، الاسكندرية ، 1976 ، ص2

20 - نجيب خروفة وزملاؤه، الري والبزل في العراق والوطن العربي، مطبعة المنشأة العامة للمساحة، بغداد، 1984، ص267.

21- ناصر والي فريح الركابي ، مشاريع الري والبزل في محافظة واسط وعلاقتها بالانتاج الزراعي ، دراسة في الجغرافية الزراعية ، رسالة ماجستير مقدمة الى مجلس كلية الآداب ، جامعة بغداد 999 ، ص101.

22 - مديرية الموارد المائية في محافظة واسط ، القسم الفني ، بيانات غير منشورة ، 2025.

23 – وزارة البلديات والاشغال العامة, دائرة بلدية الشطرة, قسم تخطيط المدن, 2024.

24 – وزارة الموارد المائية / مديرية الموارد المائية في محافظتي واسط وذي قار، للمدة (2015–2025).

25 – اعتمادا على نتائج معادلة الزيادة المائية Wsi.

26 - Clifford Embleton & John Thornes , process in geomorphology , Edward Arnold Itd. London , (1979) P 232.

27 - اعتماداً على نتائج التحليلات المختبرية في مديرية بيئة محافظة ذي قار, قسم المختبرات,2025.