ISSN: 1812-0512 (Print) 2790-346X (online)

Wasit Journal for Human Sciences

Available online at: https://wjfh.uowasit.edu.iq

OPEN ACCESS

Original article

Hydrological Characteristics and Their Relationship to Sustainable Development: An Analytical Study of Water Resource Sustainability in Wasit District (Al-Dujaili)

Hanan Mahdi Hadi

University of Wasit Department of Geography

ABSTRACT

This study examines the hydrological characteristics and their relationship to the sustainable development of water resources in Wasit (Al-Dujaili) District, Wasit Governorate, using Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, and quantitative statistical analysis. The results indicate the dominance of floodplain deposits and clayey soils, leading to poor natural drainage, increased salinity, and waterlogging. Digital Elevation Model (DEM) analysis shows that medium elevation classes (11–14 m) cover about 62.5% of the study area, reflecting the flat nature of the alluvial plain. Slope analysis reveals that classes ranging from 0–1.9° account for 44.8% of the area, while slopes of 2–7.9° represent 48.5%, supporting gravity irrigation but limiting natural drainage. NDVI analysis from Sentinel-2 imagery (2024) demonstrates spatial variations in vegetation density related to surface water availability, especially near the Dujaili River. The study recommends improving irrigation and drainage systems, adopting modern irrigation methods, and implementing Integrated Water Resources Management (IWRM) to achieve sustainable water resource management under arid climatic conditions.

***Correspondence author*:**
halshawaily@uowasit.edu.iq

Received:21 **April** 2026
Accepted: 21 **May** 2026
Published: 25 August 2026

***DOI*:**
https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss3/Pt3.1892

1812-0512 /© 2026 The Author(s). Published by Wasit Journal for Humanities Sciences, Wasit University. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

***Cite*:**
Hadi, H. M. (2026). Hydrological Characteristics and Their Relationship to Sustainable Development: An Analytical Study of Water Resource Sustainability in Wasit District (Al-Dujaili(. Wasit Journal for Human Sciences, 22(3/Pt3).
https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol22.Iss3/Pt3.1892

Keywords: Hydrological Characteristics, Water Resources Sustainability, NDVI

الخصائص الهيدرولوجية وعلاقتها بالتنمية المستدامة: دراسة تحليلية لاستدامة الموارد المائية في ناحية واسط (الدجيلي)

م.م حنان مهدي هادي
جامعة واسط، قسم الجغرافية ، كلة التربية للعلوم الانسانية

المُستخلص

يتناول هذا البحث دراسة وتحليل الخصائص الهيدرولوجية للموارد المائية في ناحية واسط (الدجيلي) بمحافظة واسط، من خلال توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بُعد، إلى جانب التحليل الإحصائي الكمي. أظهرت نتائج الدراسة سيادة ترسبات السهل الفيضي والترب الطينية على أجزاء واسعة من منطقة الدراسة، الأمر الذي أدى إلى ضعف الصرف الطبيعي وارتفاع معدلات التملح والتغدق. كما بين تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) أن الفئات الارتفاعية المتوسطة (11–14 م) تستحوذ على النسبة الأكبر من مساحة المنطقة، إذ بلغت نحو (62.5%)، مما يعكس الطبيعة السهلية للسهل الرسوبي. وأوضح تحليل الانحدار سيادة الأراضي المنبسطة وذات التموج الخفيف، حيث شكلت فئة الانحدار (0–1.9°) نحو (44.8%) من مساحة المنطقة، في حين بلغت نسبة الأراضي ذات التموج الخفيف (2–7.9°) نحو (48.5%)، وهو ما يدعم كفاءة الري الانسيابي، لكنه يحدّ من كفاءة الصرف المائي الطبيعي. كما كشف تحليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) باستخدام مرئيات Sentinel–2 لعام 2024 عن تباين مكاني واضح في كثافة الغطاء النباتي، يرتبط بصورة مباشرة بتوفر المياه السطحية، إذ تتركز الكثافات النباتية المرتفعة بمحاذاة مجرى نهر الدجيلي. وخلص البحث إلى أن تحقيق الاستدامة المائية في المنطقة يتطلب تطوير شبكات الري والبزل، واعتماد تقنيات الري الحديثة، وتفعيل الإدارة المتكاملة للموارد المائية (IWRM)، بما يضمن تحقيق التوازن بين استغلال الموارد المائية والحفاظ عليها في ظل الظروف المناخية الجافة.

الكلمات المفتاحية: الخصائص الهيدرولوجية، استدامة الموارد المائية، مؤشر الغطاء النباتي (NDVI).

اولاً: المقدمة:

تُعد الموارد المائية من أهم المقومات الأساسية لاستمرار الحياة وتحقيق التنمية المستدامة، لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة. وتبرز أهمية دراسة الخصائص الهيدرولوجية لفهم سلوك المياه وتوزيعها المكاني والزماني وما ينعكس على النشاط الزراعي والبيئي. وتندرج ناحية واسط (الدجيلي) ضمن السهل الرسوبي العراقي وتعتمد بشكل رئيس على المياه السطحية. مما يجعلها حساسة لأي تغيرات هيدرولوجية أو مناخية. وفي ظل التحديات المناخية وتدهور التربة تبرز الحاجة إلى منهج علمي متكامل. يسعى هذا البحث إلى تحليل العلاقة بين الخصائص الهيدرولوجية واستدامة الموارد باستخدام التقنيات الحديثة.

ثانياً: مشكلة البحث:

1– هل تؤثر الخصائص الهيدرولوجية في تحقيق استدامة الموارد المائية وانعكاس ذلك على متطلبات التنمية المستدامة في ناحية واسط (الدجيلي)؟

2– إلى أي حد تسهم الخصائص الطبيعية للمنطقة، لاسيما العناصر المناخية والخصائص التضاريسية، في تحديد توافر الموارد المائية ونوعيتها؟

3- هل تسهم أساليب إدارة الموارد المائية المعتمدة حالياً في منطقة الدراسة، في تعزيز الاستدامة المائية أم تحدّ من تحقيقها؟

ثالثاً: فرضيات البحث:

1- توجد علاقة تأثير ذات دلالة إحصائية بين الخصائص الهيدرولوجية ومستوى استدامة الموارد المائية، بما ينعكس على تحقيق متطلبات التنمية المستدامة في ناحية واسط (الدجيلي).

2- تؤدي الخصائص الطبيعية للمنطقة، ولاسيما العناصر المناخية والخصائص التضاريسية، دوراً أساسياً في تحديد توافر الموارد المائية ونوعيتها.

3- تسهم أساليب الإدارة المستدامة للموارد المائية في رفع كفاءة استخدام المياه وتعزيز استدامتها على المدى البعيد في منطقة الدراسة.

رابعاً: أهداف البحث:

1- تحليل الخصائص الهيدرولوجية في ناحية واسط (الدجيلي)، من خلال دراسة عناصرها الأساسية وتبايناتها المكانية والزمانية.

2- تقييم دور الموارد المائية في دعم أو إعاقة تحقيق متطلبات التنمية المستدامة في منطقة الدراسة، عبر تحليل كفاءة استخدامها ومستوى استدامتها.

3- إبراز أهمية تبني الإدارة المتكاملة للموارد المائية في تعزيز كفاءة الاستغلال وضمان الاستدامة المائية على المدى البعيد.

خامساً-: المنهجية وأدوات الدراسة:

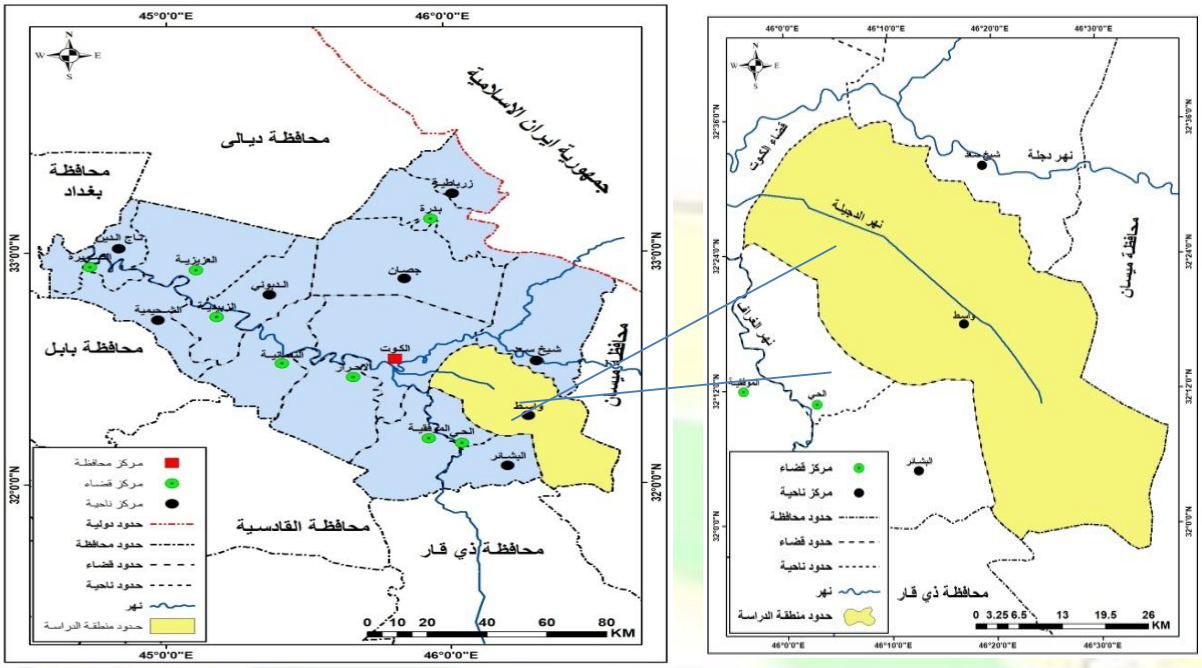
اعتمد البحث منهجاً جغرافياً تحليلياً مُدمجاً يجمع بين الأسلوب الوصفي التحليلي والأسلوب الكمي الإحصائي. وتمثلت أدوات الدراسة في: تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) المستخرج من بيانات SRTM بدقة 30 متراً، وتحليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) باستخدام مرئيات Sentinel-2 لعام 2024، والخرائط الجيولوجية وخرائط التربة، فضلاً عن بيانات التصاريف المائية لمحطتَي سدة الكوت وناظم الدجيلة الرئيسي للمدة (2011-2024) المُستقاة من مديرية الموارد المائية في محافظة واسط. وقد جرى تحليل جميع هذه البيانات باستخدام برنامج ArcGIS.

خامساً- حدود منطقة الدراسة :

يتضح من الخريطتين (1) أن ناحية واسط (الدجيلي) تقع فلكياً بين دائرتي عرض (30″ 11′ 32° – 10″ 32′ 32°) شمالاً، وخطي طول (40″ 38′ 46° – 20″ 57′ 45°) شرقاً، ضمن الجزء الجنوبي الشرقي من محافظة واسط، وهو موقع يمنحها أهمية مكانية ضمن الإطار الجغرافي للمحافظة.

وتحتل الناحية موقعاً جغرافياً متميزاً ضمن نطاق السهل الرسوبي، إذ تحدّها من الشمال وحدة قضاء الكوت وناحية شيخ سعد، ومن الشرق محافظة ميسان، ومن الجنوب ناحية البشائر وأجزاء من محافظة ذي قار، فيما يحدّها من الغرب قضاء الحي. ويعكس هذا الموقع تداخلاً مكانياً واضحاً مع عدد من الوحدات الإدارية والزراعية، "مما يمنحها أهمية نسبية في تبادل الموارد المائية والتأثيرات البيئية المشتركة مع المناطق المجاورة، وبما ينعكس على ديناميكية النظام الهيدرولوجي وإمكانات تحقيق الاستدامة البيئية."

خريطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.



المصدر: 1-جمهورية العراق. وزارة الموارد المائية -هيئة المساحة العامة، الخريطة الادارية لمحافظة واسط 2025، 2- وزارة التخطيط هيئة التخطيط الإقليمي، الواقع التنموي لمحافظة واسط2025. / المقياس 1:1000000

المحور الاول الخصائص الهيدرولوجية وأثرها في استدامة الموارد المائية:

اولاً- الخصائص الهيدرولوجية للناحية:

تُعدّ الموارد المائية السطحية الركيزة الأساسية لمختلف الأنشطة التنموية في ناحية واسط (الدجيلي)، لما لها من دور محوري في دعم الاستخدامات الزراعية والاقتصادية. وتعتمد الناحية بشكل كبير على مياه "نهر الدجيلي" بوصفه المصدر الرئيس لتغذية الأراضي الزراعية وإدامة النشاط الزراعي فيها (متعب، 1996).

ويُعد نهر الدجيلي أحد التفرعات المهمة لنهر دجلة، إذ يتفرع من الضفة اليمنى عند مدينة الكوت من مقدم سدة الكوت عند الكيلومتر (517) من مصب النهر.

كما يمثل مشروعاً إروائياً استراتيجياً تم تطويره وتحديثه على مراحل زمنية متعددة لخدمة مساحات واسعة من الأراضي الزراعية، ويعكس هذا الامتداد الهيدرولوجي أهميته في تنظيم توزيع المياه وضمان استمرارية الإمدادات المائية مما يجعله عنصراً حاسماً في تحقيق الاستدامة المائية ودعم متطلبات التنمية المستدامة في منطقة الدراسة.

1- الخصائص المورفومترية والمكانية للنهر:

يتسم نهر الدجيلي بخصائص مورفومترية ومكانية تعكس طبيعة تصميمه الهندسي ووظيفته الإروائية، إذ يمتد بمسار منظم يهدف إلى تغذية شبكة من الجداول والقنوات الفرعية التي تخدم الأراضي الزراعية في ناحية واسط (الدجيلي). وتخضع هيدرولوجية النهر لنظام تحكم هيدروليكي دقيق عبر منشآت سدة الكوت، مما يتيح تنظيم كميات التصريف وتوزيع المياه وفق

الاحتياجات الزراعية، كما تؤثر الخصائص الطبوغرافية للمنطقة، المنتمية إلى السهل الرسوبي منخفض الانحدار، في ديناميكية الجريان المائي بشكل مباشر.

إذ يؤدي ضعف الانحدار إلى انخفاض سرعة الجريان وزيادة معدلات الترسيب في قاع النهر والقنوات الفرعية.

ويترتب على ذلك تحديات تشغيلية تتطلب تنفيذ أعمال كري وصيانة دورية للحفاظ على كفاءة المجرى. وذلك لضمان وصول التصاريف التصميمية إلى ذنائب الجداول ضمن عمق الناحية. ويعكس هذا التفاعل بين العوامل المورفومترية والهيدروليكية أهمية الإدارة المستمرة لشبكة الري. لما لها من دور أساسي في تحسين كفاءة توزيع المياه وتعزيز استدامة الموارد المائية.

2- التصاريف الموسمية:

تتسم التصاريف المائية لنهر الدجيلي بتذبذب موسمي واضح يعكس طبيعة النظام الهيدرولوجي لنهر دجلة، فضلاً عن تأثير السياسات المائية المعتمدة (الدزيي، 2020، ص34).

ويمكن تمييز حالتين هيدرولوجيتين رئيسيتين تحكمان سلوك التصريف خلال العام. تتمثل الحالة الأولى بفترة الوفرة المائية (السيح الشتوي والربيعي) التي تبدأ من كانون الأول وتبلغ ذروتها في نيسان. حيث تتزامن مع زيادة الطلبات المائية للمحاصيل الشتوية كالقمح والشعير، وتتسم بارتفاع واستقرار نسبي في التصاريف. كما تسهم في رفع مناسيب المياه الجوفية نتيجة زيادة التغلغل المائي ودعم التوازن المائي.

أما الحالة الثانية فهي فترة الشحة المائية (الصيهود الصيفي) الممتدة من تموز إلى تشرين الأول. وتنخفض خلالها التصاريف إلى أدنى مستوياتها مع ارتفاع الطلب على المياه للمحاصيل الصيفية. مما يفرض تطبيق أنظمة توزيع صارمة كالمراشنة لتحقيق العدالة في توزيع المياه. كما تتفاقم مشكلة الفواقد المائية بفعل التبخر المرتفع ودرجات الحرارة العالية. الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض الكفاءة الإروائية ويشكل تحدياً أمام استدامة الموارد المائية في ناحية واسط (الدجيلي).

3-كفاءة الإدارة الهيدرولوجية:

تُعد كفاءة الإدارة الهيدرولوجية عاملاً حاسماً في تحقيق استدامة الموارد المائية السطحية في ناحية واسط (الدجيلي)، إذ ترتبط بقدرة النظام على تحقيق توازن بين حجم التصريف المائي والاحتياجات الزراعية، ويشير التحليل إلى وجود اختلال نسبي يتمثل في فواقد مائية ناتجة عن التجاوزات على الحصص المائية واعتماد أساليب ري تقليدية منخفضة الكفاءة.

4- الموارد المائية السطحية:

تُعد الموارد المائية السطحية الركيزة الأساسية للمنظومة الهيدرولوجية في ناحية واسط (الدجيلي)، إذ تعتمد المنطقة على نهر الدجيلي كمصدر رئيس للإرواء.

ويتفرع النهر من الضفة اليمنى لنهر دجلة عند مدينة الكوت من مقدم سدة الكوت عند الكيلومتر (517) من مصب النهر.

ويُعد من المشاريع الإروائية الحيوية التي تخدم مساحات واسعة من أراضي السهل الرسوبي في محافظة واسط.

كما يسهم في دعم النشاط الزراعي وتنظيم توزيع المياه بما يعزز كفاءة الاستخدام المائي.

الخصائص الهيدروليكية والمورفومترية للنهر:

يتسم نهر الدجيلي بخصائص هيدروليكية ومورفومترية تعكس تصميمه الإروائي، إذ يخضع لنظام تحكم عبر بوابات سدة الكوت يحقق استقراراً نسبياً في المناسيب، إلا أن انخفاض انحدار السهل الرسوبي يؤدي إلى تباطؤ الجريان، خاصة في ذنائب الجداول، وينتج عن ذلك زيادة الترسيب الطيني وتراجع كفاءة نقل المياه إلى المناطق البعيدة، مما يستدعي تنفيذ أعمال كري وصيانة دورية لضمان كفاءة شبكة الري واستدامة الموارد المائية.

ثانياً– التقلبات والتصاريف الموسمية:

تخضع تصاريف نهر الدجيلي لتباين موسمي مرتبط بتصاريف نهر دجلة والسياسات المائية المعتمدة.

تتمثل فترة الوفرة (الشتاء والربيع) بارتفاع التصاريف وتلبية احتياجات المحاصيل الشتوية كالقمح والشعير (الساعدي، 2023، ص88).

كما تسهم بارتفاع المياه الجوفية نتيجة التغلغل، مما قد يسبب التغدق وزيادة الملوحة إذا لم يُدار بشكل صحيح، أما فترة الشحة (الصيف) فتتسم بانخفاض التصاريف وارتفاع التبخر، مما يقلل كفاءة الإرواء.

ويفرض ذلك تطبيق نظام المراشنة لضمان عدالة التوزيع رغم محدودية الموارد.

ويتضح من الجدول (1) قد بلغ متوسط التصريف السنوي (13.8 م³/ثا) للمدة (2012–2024)، مع مساحة حوض (768.6 كم²)، ونموذج تصريف (17.9 لتر/ثا/كم²).

كما بلغ الإيراد السنوي (43 مليون م³/كم²) وارتفاع الماء (5.594 ملم/سنة)، مما يعكس ضعف التغذية الطبيعية. ويشير ذلك إلى اعتماد النظام المائي على الإدارة الاصطناعية، مما يزيد الضغط على استدامة الموارد المائية.

جدول (1) متوسط التصريف السنوي (م3/ثا) ونموذج التصريف لتر/ثا/ك م2 ومتوسط ارتفاع الماء في منطقة الدراسة ملم/سنة لمحطة ناظم الدجيلة للسنوات المؤشرة إزاءها

المحطة	مدة القياس	مساحة منطقة الدجيلة(كم2)	متوسط التصريف العام (م3/ثا)	نموذج التصريف العام (لتر/ثا/كم2)	متوسط الإيراد(*) السنوي العام (مليا/كم2	متوسط ارتفاع الماء(* *)بمنطقة الدجيلة ملم/سنة
محطة ناظم الدجيلة	2012–2024	768,6	13,8	17,9	43	5,594

المصدر: مديرية الموارد المائية في محافظة واسط، قسم المشاريع وتوزيع المياه، (بيانات غير منشورة)، 2025.

ويتضح من جدول (2) وجود تباين واضح في الخصائص الهيدرولوجية بين الفترات الرطبة والمتوسطة والجافة في كل من محطة سدة الكوت ومحطة ناظم الدجيلة، مما يعكس التأثير المباشر للتغيرات المناخية والسياسات المائية على التصاريف.

ففي محطة سدة الكوت، سجلت السنوات الرطبة أعلى معدل تصريف بلغ (322.82 م³/ثا) بمعامل (1.56)، مقابل انخفاضه إلى (130.03 م³/ثا) في السنوات الجافة بمعامل (0.63)، وهو ما يدل على تذبذب كبير في الموارد المائية الواصلة إلى منطقة الدراسة، أما في محطة ناظم الدجيلة، فقد تراوحت التصاريف بين (10 م³/ثا) في الفترات الجافة و(17.21 م³/ثا) في الفترات الرطبة، مع معاملات تراوحت بين (0.7–1.2)، مما يشير إلى حساسية النهر للتغيرات في واردات نهر دجلة، ويؤكد هذا التباين أن النظام الهيدرولوجي في ناحية واسط (الدجيلي) غير مستقر نسبياً، ويتأثر بشكل مباشر بالتقلبات المناخية والتدخلات البشرية، مما ينعكس على كفاءة توزيع المياه واستدامتها.

جدول (2) المدد الزمنية الرطبة والمتوسطة والجافة لمحطة سدة الكوت ومحطة ناظم الدجيلة الرئيسي للمدة (2000–2023)

المحطة	المدة الزمنية	عدد السنوات الرطبة والجافة والمتوسطة 2000–2023	مميزات المدة	متوسط التصريف م3/ثا	نموذج المعامل لمتوسط التصريف
محطة سدة الكوت	2012–2000	8	جافة	130,03	0,63
	2023–2022	1	متوسطة	204,1	0,99
	2015–2014	4	رطبة	322,82	1,56
محطة ناظم الدجيلة الرئيسي	2020–2019	3	جافة	10	0,7
	2023–2022	4	متوسطة	12,86	0,9
	2018–2017	3	رطبة	17,21	1,2

المصدر: مديرية الموارد المائية في محافظة واسط، قسم المشاريع وتوزيع المياه، (بيانات غير منشورة)، 2025.

ويتبيّن من جدول (3) أن التصاريف الشهرية تتوزع بشكل غير متوازن على مدار السنة، حيث ترتفع نسب الجريان خلال أشهر الشتاء والربيع، ولاسيما (آذار–نيسان)، نتيجة زيادة الإطلاقات المائية وتزامنها مع موسم الأمطار.

في المقابل، تنخفض نسب الجريان خلال أشهر الصيف (تموز–آب–أيلول)، وهي الفترة التي تشهد أعلى درجات الحرارة، مما يؤدي إلى زيادة معدلات التبخر وانخفاض الكفاءة الإروائية.

كما يُلاحظ وجود تقارب نسبي في نسب الجريان بين الأشهر في بعض السنوات، وهو ما يعكس تدخل الإدارة المائية في تنظيم التصاريف، إلا أن هذا التنظيم لا يلغي التذبذب العام، بل يحدّ من حدّته فقط.

يتضح من التحليل المتكامل للجداول (1، 2، 3) أن النظام الهيدرولوجي لنهر الدجيلي يتسم بـ:

- محدودية التصريف السنوي.
- تذبذب زمني واضح (موسمي وسنوي).
- اعتماد كبير على الإدارة المائية المنظمة.

وهذه الخصائص مجتمعة تشير إلى أن استدامة الموارد المائية في ناحية واسط (الدجيلي) تواجه تحديات حقيقية، تتمثل في: عدم انتظام الإمدادات المائية، ارتفاع الفواقد بالتبخر، تزايد الضغط على الموارد خلال موسم الشحة، مما يؤثر بشكل مباشر في كفاءة استخدام المياه ويحدّ من إمكانية تحقيق تنمية مستدامة متوازنة في المنطقة.

جدول (3) خصائص التصريف الشهري لمحطة سدة الكوت ومحطة ناظم الدجلية الرئيسي للمدة (2011–2024)

المحطة	متوسط التصريف (م3/ثا)	نسبة الجريان الشهري إلى الجريان السنوي (%)											
		ت2	ك1	ك2	شباط	آذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1
محطة سدة الكوت	197,9	620	1,1	1,24	1,2	1,12	1	1,05	1,1	1,12	1,12	1,2	1,14
	130,03	8,5	5,3	7,3	8,7	9,7	8,5	8,2	8	8,2	9	8	8,5
	322,84	8	8,4	لايوجد	6	10,2	11,3	8,2	8,6	8	6,8	7,1	7,26
	204,1	8,2	10,	8,1	7,5	7,3	7,5	9,5	8,2	8,9	8,5	7,1	8,4
محطة ناظم الدجيلة الرئيسي	13,8	1,3	1	1	1,3	1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1
	10	6,6	8,6	12,3	10	6,6	7	8,6	7,6	8,6	8,6	8,3	8,3
	17,21	8,1	6,2	9,2	9,2	9,2	11,11	5,5	8,4	7,4	6,8	7	7,5
	12,86	9,5	10	12,5	7,5	8	7,75	5	6	7,5	8,5	8,2	8

المصدر: مديرية الموارد المائية في محافظة واسط، قسم المشاريع وتوزيع المياه، (بيانات غير منشورة)، 2025.

جدول (4) الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه منطقة الدراسة

ت	الموقع	PH	EC (ds/m)	TDS (ppm)	Na+ (mg/Kg)	Ca²+ (mg/Kg)	K+ (mg/Kg)	Cl− (mg/Kg)	SO4²− (mg/Kg)	NO_3− (mg/Kg)
1	بداية نهر الدجيلي	7.6	3.2	2100	70	85	5.3	140	220	8.5
2	وسط النهر	7.8	4.5	2800	95	140	3.3	165	367	9.2
3	قرب الأراضي الزراعية	8.1	5.8	3500	120	111	4.1	322	310	11.5
4	منطقة الدجيلي	7.9	6.3	5100	140	108	6.8	250	362	13.0
5	جنوب الناحية	8.2	8.0	3600	190	125	6.0	291	425	14.8
6	نهاية مجرى النهر	8.4	7.1	4500	165	92	7.5	211	480	16.2

المصدر: الباحثة بالاعتماد على التحاليل المختبرية في مختبر كلية الزراعة في جامعة واسط.

1- درجة الحامضية (PH)

تعد قيمة (PH) من المؤشرات المهمة في تحديد طبيعة التربة، إذ تعبر عن نشاط أيون الهيدروجين فيها، أظهرت النتائج أن تربة نهر الدجيلي تميل إلى القاعدية، إذ تراوحت القيم بين (7.6–8.4) إذ سجلت أدنى قيمة في الموقع (1) وأعلى قيمة في الموقع (6)، ويرجع ذلك إلى وجود كاربونات الكالسيوم والمغنيسيوم وطبيعة المناخ الجاف

2- التوصيلة الكهربائية (EC) (Electrical Conductivity)

تعد التوصيلية الكهربائية مؤشراً مهماً لملوحة التربة، وتعبر عن تركيز الأملاح الذائبة وتقاس بوحدة (dS/m) Richards, (1954,P60)، تراوحت قيمها في تربة نهر الدجيلي بين (3.2–8.0 dS/m) وتدل هذه القيم على ازدياد ملوحة التربة باتجاه مجرى النهر نتيجة تراكم الأملاح.

3- الاملاح الذائبة D.S.T (Total Dissolved Solids):

تراوحت قيم الـ TDS بين (2100–5100mg/L)، مع وجود تباين واضح بين المواقع المدروسة.

وسجلت أدنى قيمة في الموقع الأول وأعلى قيمة في الموقع الرابع، مع اتجاه عام للارتفاع. وتشير هذه القيم إلى زيادة ملوحة المياه من متوسطة إلى عالية في مواقع الدراسة.

5-الصوديوم (+Na) تباينت التراكيز بين (62.3–501.5 mg/L) مع تباين واضح بين مواقع الدراسة. سجلت أدنى القيم في المواقع (1، 2، 5، 6) بينما ارتفعت في الموقعين (3، 4) بشكل ملحوظ. ويعزى هذا التباين إلى اختلاف مصادر الإضافة مثل المخلفات المنزلية والزراعية والصناعية إضافة إلى عمليات الامتصاص الحيوي.

6-الكليسيوم (Ca^{2+}) اختلفت تراكيزه بين (85–140 mg/L) مع تباين واضح بين مواقع الدراسة.

سجلت أعلى قيمة في الموقع الثاني (140mg/L) وأدنى قيمة في الموقع الأول (85 mg/))، مع تذبذب في بقية المواقع، ويعزى هذا الاختلاف إلى عمليات التجوية ووجود المتبخرات ضمن طباقية المنطقة إضافة إلى تأثير العوامل المناخية وانخفاض مناسيب المياه.

7-البوتاسيوم (+K) تراوحت تراكيزه بين (3.3–7.5mg/L) مع تباين واضح بين مواقع الدراسة.، سجلت أعلى قيمة في الموقع الأخير (7.5 mg/L) وأدنى قيمة في المواقع (1، 2، 5، 6) بقيم متقاربة .ويعزى هذا الاختلاف إلى تأثير مياه المجاري واستخدام الأسمدة والمبيدات إضافة إلى ضعف تحرره من الصخور الحاوية له.

8-الكلوريدات (Cl^-) سجلت تراكيز الكلوريد (Cl^-) بين (140–322 mg/L) مع تباين واضح بين مواقع الدراسة. سجلت أعلى قيمة في الموقع الثالث (322 mg/L) وأدنى قيمة في الموقع الأول (140mg/L) ، مع تذبذب في بقية المواقع. ويعود ذلك إلى زيادة معدلات التبخر وإنسياب الأملاح من الأراضي الزراعية المجاورة.

9-الكبرتات ($SO4^{2-}$) تباينت التراكيز بين (220–480 mg/L) مع تباين واضح بين مواقع الدراسة. سجلت أعلى قيمة في الموقع الأخير (480 mg/L) وأدنى قيمة في الموقع الأول (220mg/L) ، مع اتجاه عام للارتفاع في معظم المواقع. ويشير ذلك إلى زيادة تراكيز الكبريتات نتيجة العوامل الجيولوجية ومياه الجريان السطحي والأنشطة الزراعية.

10–النترات NO_3^- تراوحت تراكيز النترات بين (8.5–16.2 mg/L)مع تباين واضح بين مواقع الدراسة. سجلت أعلى قيمة في الموقع الأخير (16.2 mg/L) وأدنى قيمة في الموقع الأول (8.5mg/L)، مع اتجاه عام للارتفاع في بقية المواقع. ويشير ذلك إلى زيادة تراكيز النترات نتيجة الأنشطة الزراعية والمدخلات البشرية على طول مجرى النهر.

ثالثاً – التقييم الهيدرولوجي للاستدامة:

يكشف تحليل التصاريف الموسمية في ناحية واسط (الدجيلي) عن فجوة هيدرولوجية بين العرض المائي والطلب المتزايد، لاسيما مع التوسع الزراعي، ويُعزى ذلك إلى الاعتماد على الري بالغمر منخفض الكفاءة وارتفاع الفواقد المائية. إذ يؤدي هذا النمط إلى هدر المياه وتسربها إلى التربة، مما يرفع مناسيب المياه الجوفية ويزيد ملوحة التربة. وتبرز هذه المشكلات بشكل أوضح في ذنائب الجداول، مما يؤثر سلباً على الإنتاج الزراعي. وعليه، يتطلب تحقيق الاستدامة التحول نحو إدارة نوعية للمياه تركز على تحسين الكفاءة وتقليل الفواقد.

رابعاً: تقييم المياه الجوفية:

تُعد المياه الجوفية مورداً ثانوياً في ناحية واسط (الدجيلي)، لكنها تزداد أهمية خلال فترات الشحة.

وتنتشر ضمن ترسبات العصر الرباعي المكونة من الرمل والغرين والطين، مما يؤثر على حركتها ونوعيتها (بوغدة، 2025).

1- الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

تتسم المياه الجوفية بارتفاع الأملاح الذائبة الكلية (3000–7000) جزء/مليون، ويعود ذلك إلى الظروف المناخية الجافة وارتفاع التبخر وتأثير الخاصية الشعرية، كما تسود أيونات الكلوريدات والكبريتات والصوديوم، مما يمنحها طابعاً ملحياً واضحاً، ويؤثر ذلك سلباً على صلاحيتها للاستخدام دون معالجة أو خلط مائي.

2- تقييم الصلاحية:

وفق تصنيف (USSL)، تقع المياه ضمن الفئتين (C4–S2) و(C4–S3)، وهي عالية الملوحة وخطورة صعوديه متوسطة إلى مرتفعة، ويمكن استثمارها زراعياً عبر زراعة محاصيل متحملة للملوحة مثل الشعير.

كما يمكن خلطها مع مياه نهر الدجيلي لتقليل الأملاح وتحسين كفاءة البزل، أما للاستخدام البشري، فهي غالباً غير مطابقة للمعايير العراقية بسبب الملوحة العالية، بينما تعد مقبولة للاستخدام الحيواني ضمن حدود معينة.

3- التحديات ومتطلبات الاستدامة:

تواجه المياه الجوفية اختلالاً بين التغذية والسحب، مما يؤدي إلى ارتفاع مناسيبها، ويسبب ذلك ظاهرة التغدق وزيادة ملوحة التربة في المناطق الزراعية، ويتطلب ذلك اعتماد إدارة متكاملة، منها تقنيات الضخ المبرمج لخفض المناسيب، ويسهم ذلك في الحفاظ على الأراضي الزراعية وتحقيق استدامة الموارد المائية.

المحور الثاني: التحليل الجيومورفولوجي والتربوي:

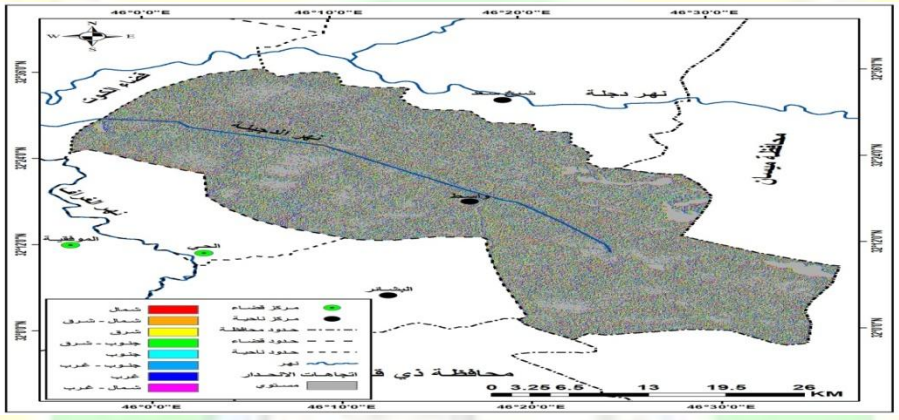
تُعد دراسة الانحدار من الأسس المهمة في تحليل الجريان السطحي وكفاءة الري، وتقع ناحية واسط (الدجيلي) ضمن السهل الرسوبي ذي الانحدار البسيط (الشمخي،2024، ص116).

ورغم ضعفه، إلا أنه يوجه حركة المياه من سدة الكوت نحو ذنائب الجداول، ويؤثر انخفاضه في تباطؤ الجريان وزيادة الترسيب، مما يقلل كفاءة نقل المياه، لذلك يتطلب إدارة دقيقة لضمان استدامة الموارد المائية.

1- تحليل اتجاهات الانحدار:

يُظهر نموذج (DEM) أن الانحدار العام يتجه من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، ويتوافق ذلك مع الاتجاه العام لحوض نهر دجلة، مما يؤثر في توزيع الجريان، كما يظهر الانحدار أحياناً بشكل مقعر نتيجة التراكمات الغرينية، وقد أدى ذلك إلى ظهور ارتفاعات نسبية ومنخفضات محلية داخل المنطقة، ويسهم هذا التباين في تحديد كفاءة نقل المياه والطاقة الهيدروليكية داخل الشبكة الإروائية.

خريطة (2) اتجاهات الانحدار (Aspect) لناحية واسط.



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مرئيات Sentinel-2 لعام 2024 باستخدام برنامج ArcGIS10.8

تُعد خريطة (2) الانحدار من الأدوات الأساسية في الدراسات الهيدرولوجية التطبيقية، إذ تمثل مدخلاً رئيساً لفهم ديناميكية حركة المياه السطحية وتوزيعها المكاني، كما أن تحقيق التنمية المستدامة للموارد المائية يرتبط بفهم مسارات انتقال المياه واتجاهاتها ضمن النظام الطبيعي بما يجيب عن التساؤل الجوهري: أين تتجه المياه وكيف تتوزع؟

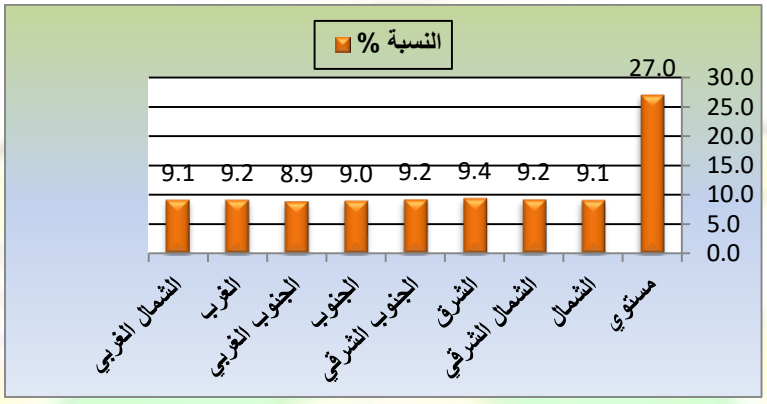
جدول (5) اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة

اتجاه الانحدار	درجات اتجاه الانحدار	المساحة كم2	النسبة %
مستوي	(-1)	549.5	27.0
الشمال	(337.5 – 360) - (0 – 22.5)	184.7	9.1
الشمال الشرقي	(22.5 – 67.5)	187	9.2
الشرق	(67.5 – 112.5)	191	9.4
الجنوب الشرقي	(112.5 – 157.5)	187.2	9.2
الجنوب	(157.5 – 202.5)	182.1	9.0
الجنوب الغربي	(202.5 – 247.5)	180.2	8.9
الغرب	(247.5 – 292.5)	186.2	9.2

الشمال الغربي	(292.5 – 337.5)	185.4	9.1
المجموع		2033.3	100

المصدر: اعتمادا على اشتقاق DEM مخرجات برنامج Arc map GIs V10.8.

شكل (1) اتجاهات الانحدار في منطقة الدراسة



المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات جدول رقم (4)

1- سيادة المناطق المستوية:(Level / Flat)

يتضح من الخريطة سيادة المناطق المستوية في معظم أجزاء ناحية واسط (الدجيلي)، مما يعكس طبيعة السهل الرسوبي المنبسط، ويؤدي ذلك إلى بطء الجريان السطحي وزيادة تسرب المياه إلى التربة، كما يسبب هذا الاستواء تجمع المياه في المناطق المنخفضة وحدوث ظاهرة التغدق (Waterlogging) عند ضعف كفاءة شبكات البزل، مما يؤثر في استدامة الموارد المائية والإنتاج الزراعي.

2- ارتباط الانحدار بمجرى نهر الدجيلي:

تُظهر الخريطة انحدارات محلية بمحاذاة مجرى نهر الدجيلي والجداول المتفرعة عنه، وهي التي توجه الجريان نحو الأراضي الزراعية، ويسهم هذا التدرج في تعزيز كفاءة الري بالسيح وتقليل الاعتماد على الضخ الميكانيكي ضمن الشبكة الإروائية.

3- التباين الطبوغرافي واتجاهات الانحدار:

تشير التباينات الطفيفة في الخريطة إلى تموجات بسيطة في سطح الأرض تؤثر في توزيع المياه داخل الحوض.

ويمكن استثمارها في الحصاد المائي أو توجيه القنوات بما يتوافق مع الانحدار الطبيعي لتقليل كلف التشغيل.

وتؤكد هذه الخصائص أن الطبوغرافيا تتحكم بكفاءة النظام الهيدرولوجي، مما يتطلب إدارة مائية مستدامة في ناحية واسط (الدجيلي).

4- أثر الانحدار على هيكلية الشبكة المائية:

فرضت اتجاهات الانحدار الطبيعي في ناحية واسط (الدجيلي) محددات على تصميم شبكة الري، وفي الوقت نفسه وفرت فرصاً للاستفادة من الجريان بالجاذبية، إذ اعتمدت القنوات الرئيسة والفرعية على الري السيحي الذي أسهم في إيصال المياه لمسافات بعيدة دون الحاجة إلى محطات ضخ، مما يعزز كفاءة الطاقة، أما في المناطق التي ينخفض فيها الانحدار إلى أقل من (5 سم/كم)، فتتباطأ سرعة الجريان وتزداد الترسبات الغرينية داخل القنوات.

وينتج عن ذلك تضييق المقاطع المائية وظهور اختناقات هيدروليكية تؤثر على وصول المياه إلى ذنائب الجداول.

العلاقة بين الانحدار وكفاءة الصرف (البزل)، لا يقتصر دور الانحدار على الري، بل يشمل كفاءة الصرف، إذ تواجه المياه الزائدة صعوبة في الانسياب نحو المبازل في المناطق شديدة الانبساط.، مما يؤدي إلى تجمع المياه وارتفاع مناسيب المياه الجوفية، وبالتالي حدوث ظاهرة التغدق (Waterlogging).

ويترتب على ذلك زيادة ملوحة التربة وتدهور خصائصها الإنتاجية، مما يتطلب تصميم شبكات بزل تتناسب مع الانحدار البسيط.

التفسير الجيومورفولوجي–الهيدرولوجي العام:

يمثل فهم الانحدار أساساً في إدارة شبكة الري والبزل، إذ إن توزيعها يعكس استجابة مباشرة للخصائص الطوبوغرافية. لذلك فإن الحفاظ على الانحدارات التصميمية من خلال الصيانة والكري ضروري لضمان استدامة الموارد المائية. أثر استواء السطح: تتميز ناحية واسط (الدجيلي) بانحدار عام ضعيف جداً، مما يسهل الري السيحي لكنه يضعف الصرف الزراعي، وينتج عن ذلك بطء تصريف المياه داخل الشبكة وزيادة احتمالية تراكمها في التربة وارتفاع الملوحة. وتؤثر هذه الظروف سلباً على الإنتاج الزراعي والتوازن البيئي في المنطقة.

.8- تصنيف ترب منطقة الدراسة وعلاقتها بالاستدامة المائية:

يظهر الجول (6) والخريطة (3) أن التحليل المكاني لتربة ناحية واسط (الدجيلي) يبين تبايناً واضحاً في الخصائص الفيزيائية والهيدرولوجية، مما ينعكس على كفاءة استخدام الموارد المائية وإمكانات التنمية المستدامة. ويمكن تصنيف ترب المنطقة إلى ثلاثة أنماط رئيسة:

1- ترب أكتاف الأنهار:(River Levee Soils)

تظهر بمحاذاة مجرى نهر الدجيلي وتمثل مناطق مرتفعة نسبياً مقارنة بما يجاورها، وتتميز بنسجة مزيجية خشنة إلى متوسطة تمنحها نفاذية جيدة وقدرة عالية على الصرف الطبيعي، ومن الناحية الهيدرولوجية تسهم في تقليل تجمع المياه والحد من ظاهرة التغدق، مما يجعلها ملائمة للزراعة المستدامة، كما تتميز بانخفاض نسبي في الملوحة، ما يجعلها مناسبة للبساتين والمحاصيل الحساسة.

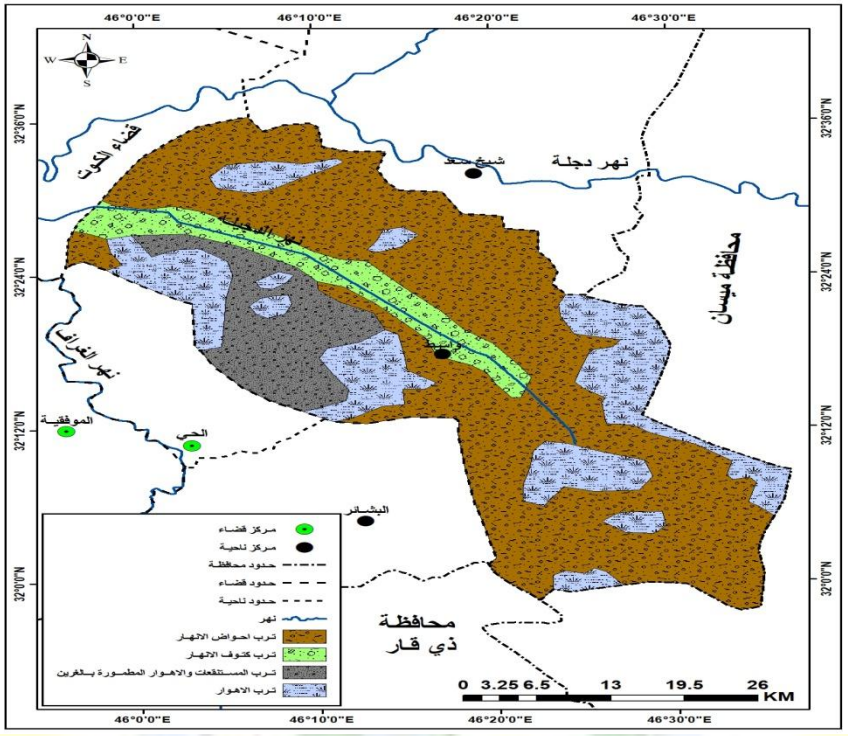
2- ترب أحواض الأنهار:(River Basin Soils)

تُعد الأكثر انتشاراً وتقع في مناطق منخفضة نسبياً، وتتميز بنسجة طينية أو غرين طيني ناعم، وتمتاز بقدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة، مما يجعلها مناسبة لمحاصيل الحبوب كالقمح والشعير، إلا أن ضعف نفاذيتها يسبب بطء حركة المياه وزيادة تراكم الأملاح عند سوء الإدارة، لذلك تعتمد استدامتها على تنظيم المقنن المائي ووجود نظام بزل فعال.

3- ترب الأهوار والمستنقعات والأراضي المطمورة بالغرين:

تنتشر في المناطق المنخفضة جداً وتمثل قاع الحوض الرسوبي، وتتميز بارتفاع الطين والمواد العضوية، وترتفع فيها مناسيب المياه الجوفية، مما يجعلها بيئات لتجمع المياه والأملاح، وتُعد محدودة الاستثمار الزراعي دون استصلاح، ويمكن استغلالها كمناطق بيئية أو لمحاصيل متحملة للملوحة، وتحتاج إلى تدخلات إصلاحية للحفاظ على التوازن البيئي، ويؤكد التحليل وجود تباين هيدرولوجي واضح بين أنماط التربة، حيث تمثل ترب الأكتاف بيئة مستقرة، بينما تتطلب الأحواض والأهوار إدارة مائية دقيقة، وعليه فإن تحقيق الاستدامة يتطلب تخصيصاً مائياً متكاملاً لغسل الأملاح في الأحواض والحفاظ على الأكتاف كأراضٍ إنتاجية مستقرة في ناحية واسط (الدجيلي).

خريطة (3) توزيع ترب منطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مرئيات Sentinel-2 لعام 2024 باستخدام برنامج ArcGIS10.8

الجدول (6) اصناف التربة في منطقة الدراسة حسب تصنيف بيورنك

ت	اصناف التربة	المساحة كم^2	النسبة %
1	ترب احواض الانهار	1190.4	58.5
2	ترب كتوف الانهار	171.4	8.4
3	ترب المستنقعات والاهوار المطمورة بالغرين	215.9	10.6

4	ترب الاهوار	455.6	22.4
المجموع		2033.3	100

المصدر: اعتمادا على اشتقاق DEM مخرجات برنامج Arc map GIs V10.8.

4- الترسبات الرباعية في منطقة الدراسة وعلاقتها بالاستدامة المائية:

يتضح من تحليل الخريطة (4) أن منطقة الدراسة تقع ضمن السهل الرسوبي العراقي وتخضع لترسبات العصر الرباعي (Quaternary Deposits)، الناتجة عن تفاعل العمليات النهرية والمناخية، ويُظهر التوزيع المكاني لهذه الترسبات تبايناً في خصائصها الفيزيائية والهيدرولوجية، مما يؤثر في كفاءة الموارد المائية وإمكانات التنمية المستدامة.

1-رواسب السهل الفيضي (Flood Plain Deposits):

تنتشر بمحاذاة نهر الدجيلي وتتكون من الغرين والطين والرمل الناعم الناتج عن الفيضانات المتعاقبة، وتتميز بخصوبة عالية ونفاذية معتدلة وقدرة جيدة على الاحتفاظ بالمياه، مما يجعلها ملائمة للزراعة المستدامة.

2- ترسبات الجريان السطحي الصفائحي (Sheet Run-off Deposits):

تتشكل بفعل نقل المواد الدقيقة من المرتفعات إلى المناطق المنخفضة، وتعد مناطق انتقالية ضمن السهل الفيضي.

وتتميز بضعف النفاذية وزيادة قابلية الانجراف وتراكم الأملاح، مما يتطلب إدارة زراعية وصرفاً دقيقاً.

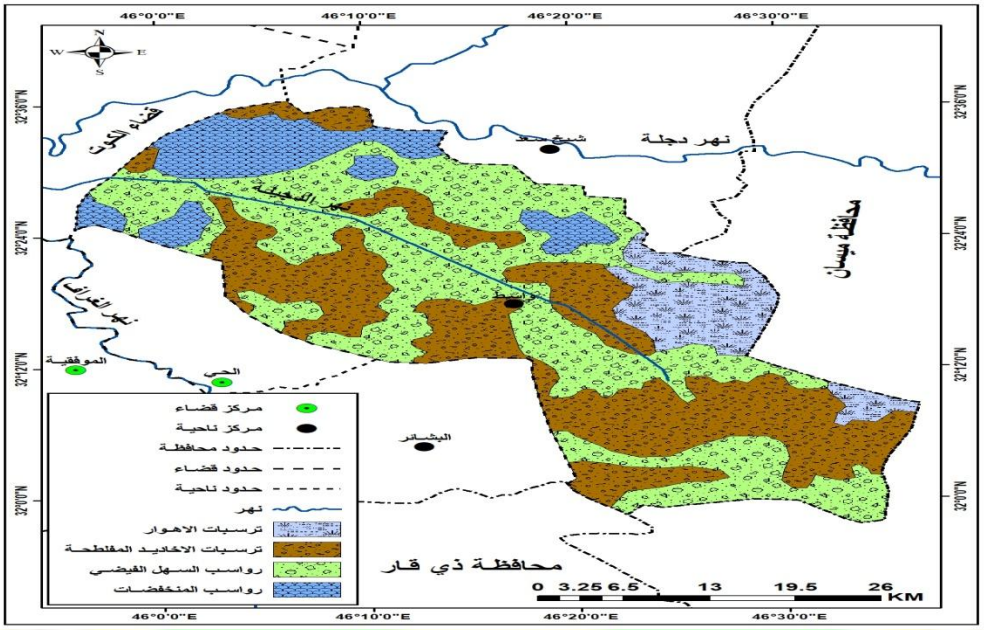
3-رواسب المنخفضات (Depression Deposits):

تنتشر في المناطق المنخفضة وتتكون من مواد طينية دقيقة نتيجة الترسيب في بيئات راكدة، وتعاني من ضعف التصريف الطبيعي وتكون عرضة للتغدق وتراكم الأملاح، مما يتطلب تطوير شبكات بزل أو استثمارها بمحاصيل متحملة.

4-رواسب الأهوار (Marsh Deposits):

توجد في الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية وتتسم بمواد عضوية وطينية عالية نتيجة بيئات مائية شبه دائمة. وتعمل كخزانات طبيعية ترفع منسوب المياه الجوفية، مما يجعل الحفاظ على رطوبتها ضرورة بيئية. يوجد تباين واضح في الترسبات الرباعية يستدعي إدارة مائية متباينة حسب كل نوع. وتتطلب رواسب السهل الفيضي تحسين الري، بينما تحتاج المنخفضات والأهوار إلى أنظمة بزل فعالة للحد من التملح والتغدق، بما يحقق استدامة الموارد المائية في ناحية واسط (الدجيلي). يؤكد التباين المكاني في الترسبات الرباعية في ناحية واسط (الدجيلي) الحاجة إلى تبني استراتيجية إدارة مائية متباينة، تراعي الخصائص الهيدرولوجية لكل نوع من هذه الرواسب. فبينما تتطلب رواسب السهل الفيضي تحسين تقنيات الري للحفاظ على خصوبتها، تحتاج رواسب المنخفضات والأهوار إلى تطوير أنظمة صرف فعالة للحد من التملح والتغدق. وعليه، فإن تحقيق التنمية المستدامة في المنطقة يرتبط بمدى القدرة على مواءمة الإدارة المائية مع الخصائص الجيولوجية والهيدرولوجية، بما يضمن الاستخدام الأمثل للموارد المائية والحفاظ على كفاءة النظام البيئي الزراعي.

خريطة (4) التكوينات الجيولوجية والترسبات الرباعية في منطقة الدراسة



المصدر: إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات هيئة المسح الجيولوجي العراقية، ومرئيات Sentinel-2 لعام 2024، ومعالجتها باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.

احدى عشر: مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) ودوره في تقييم استدامة الموارد المائية:

تظهر خريطة (5) مؤشر الفرق الطبيعي للغطاء النباتي (NDVI) من الأدوات التطبيقية الرئيسة في الدراسات الهيدرولوجية، إذ تمثل مؤشراً يعكس الحالة الصحية والكثافة النباتية اعتماداً على الاستشعار عن بعد، ويعد الغطاء النباتي مرآة مباشرة لتوفر الموارد المائية.

ويُظهر التحليل المكاني في ناحية واسط (الدجيلي) تبايناً في كثافة الغطاء النباتي يمكن تفسيره كما يأتي:

1- مناطق متوسطة الكثافة (الأخضر الداكن):

تتركز بمحاذاة نهر الدجيلي وأكتاف الأنهار، وترتبط بوفرة المياه وسهولة الري بالسيح وخصوبة التربة ونفاذيتها الجيدة.

تمثل هذه المناطق النواة الزراعية المستقرة وتعكس كفاءة الإدارة المائية في تحقيق التوازن والاستدامة.

2- مناطق قليلة الكثافة (الأخضر الفاتح):

تشغل معظم الأراضي الزراعية الموسمية مثل القمح والشعير، وترتبط بشبكات الري البعيدة ونهايات الجداول.

وتتأثر بانخفاض وصول المياه، مما يقلل من كثافة الغطاء النباتي ويجعلها أكثر حساسية للتغيرات الهيدرولوجية.

3- مناطق انعدام الغطاء النباتي (الأبيض):

تنتشر في المناطق البعيدة أو المتدهورة المتأثرة بالملوحة أو ضعف الإمدادات المائية أو الاستخدامات الحضرية.

وتعد مناطق تحدٍ بيئي تتطلب استصلاح الأراضي أو توجيهها لاستخدامات بديلة مستدامة.

يُظهر تحليل NDVI أن الغطاء النباتي يرتبط ارتباطاً مباشراً بمجرى نهر الدجيلي وشبكة الري، مما يؤكد الاعتماد على الموارد المائية السطحية.

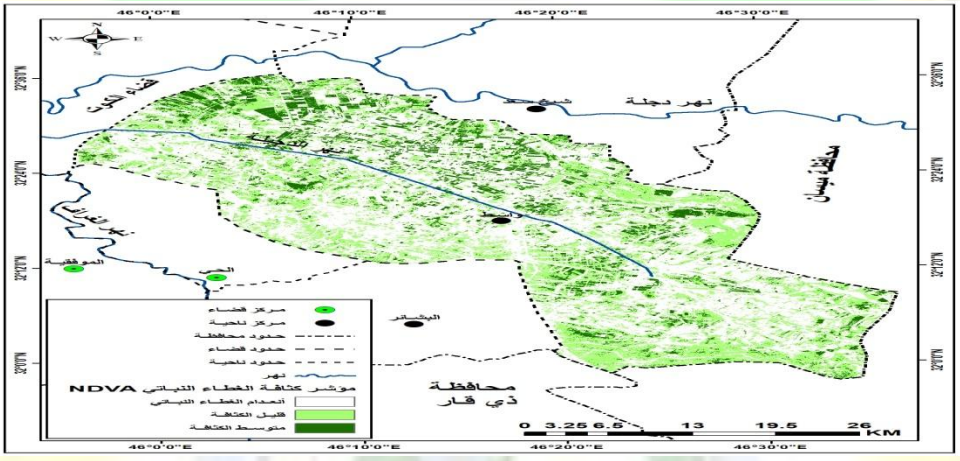
وعليه، تتطلب الاستدامة توسيع الغطاء النباتي، وتحسين توزيع المياه، وتقليل الفجوة بين المناطق المختلفة لضمان الأمن الغذائي ومكافحة التصحر.

الجدول(7) مؤشر كثافة الغطاء النباتي NDVA في منطقة الدراسة

ت	مؤشر كثافة الغطاء النباتي	المساحة / كم2	النسبة %
1	أنعدام الغطاء النباتي	1136.1	55.9
2	قليل الكثافة	672.6	33.1
3	متوسط الكثافة	224.6	11.0
4	المجموع	2033.3	100

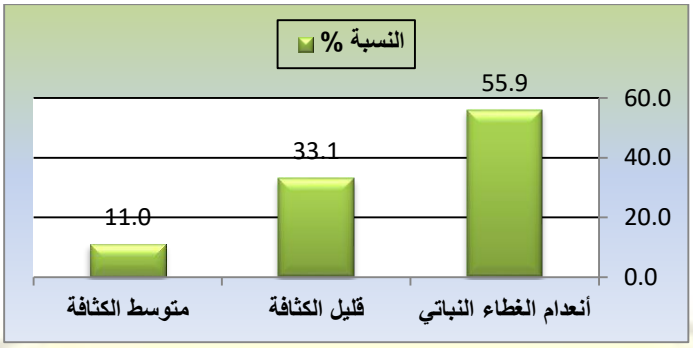
المصدر: اعتمادا على اشتقاق DEM مخرجات برنامج .Arc map GIs V10.8

خريطة (5) مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) في منطقة الدراسة.



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مرئيات Sentinel-2 لعام 2024 باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

شكل (3) النسب المئوية لمؤشر كثافة الغطاء النباتي NDVA في منطقة الدراسة



المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات جدول رقم (7)

تحليل الارتفاعات (DEM) وأثرها في الخصائص الهيدرولوجية واستدامة الموارد المائية:

تُظهر خريطة (6) الارتفاعات الرقمية (DEM) في ناحية واسط (الدجيلي) تبايناً طفيفاً في مناسيب السطح بين (10–15 متراً) فوق مستوى سطح البحر، مما يعكس طبيعة السهل الرسوبي. وعلى الرغم من محدودية هذا التباين، إلا أنه يؤثر بشكل مباشر في العمليات الهيدرولوجية وتوزيع المياه (الاسدي، 2021) ويمكن تقسيم المنطقة اعتماداً على (DEM) إلى ثلاث فئات رئيسة:

1- الفئة المرتفعة (15–40 م) – اللون البني:

تتركز في الأجزاء الغربية والشمالية الغربية، وتمثل مناطق تغذية وانحدار، تنطلق منها حركة المياه نحو المناطق الأدنى. وتعد الأقل عرضة للفيضانات والتغدق، وتوفر ضغطاً هيدروليكياً طبيعياً يسهم في نقل المياه بالجاذبية وتقليل الاعتماد على الضخ.

2- الفئة المتوسطة (11–14 م) – الألوان البيج والأخضر الفاتح:

تشكل المساحة الأكبر وتنتشر في قلب الناحية بمحاذاة نهر الدجيلي، وتمثل السهل الفيضي الأكثر استقراراً.

وتعد المنطقة الزراعية الرئيسة لسهولة وصول المياه، إلا أن استدامتها تعتمد على كفاءة إدارة التصاريف لتجنب التملح والتغدق.

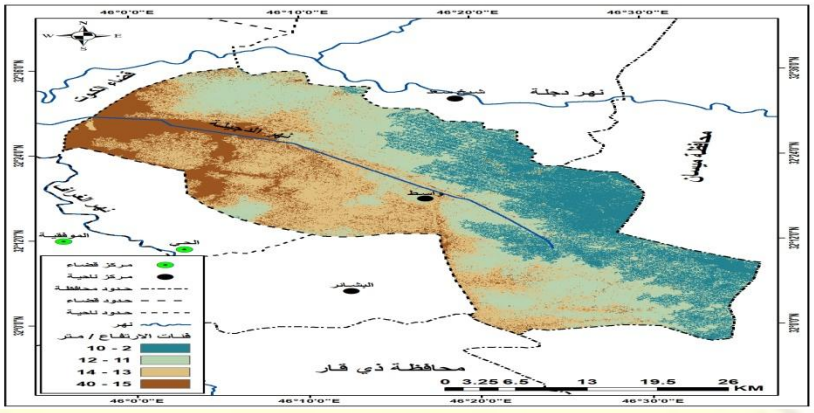
3- الفئة المنخفضة (2–10 م) – اللون الفيروزي/الأزرق الداكن:

تتركز في الأجزاء الشرقية والجنوبية الشرقية، وتمثل منخفضات طبيعية ومناطق تجمع للمياه والأملاح.

وتعد الأكثر عرضة للتغدق وارتفاع الملوحة، مما يتطلب تطوير شبكات البزل أو استثمارها كمخازن مائية أو زراعات متحملة للملوحة.

يؤكد تحليل (DEM) أن الانحدار العام يتجه من الغرب نحو الشرق والجنوب الشرقي، مما يتحكم في حركة الجريان السطحي، وعليه، تتطلب الاستدامة توظيف المرتفعات للري الانسيابي، وتحسين الصرف في المنخفضات، لتحقيق توازن هيدرولوجي مستدام في ناحية واسط (الدجيلي).

خريطة (6) الارتفاعات الرقمية (DEM) وأثرها في الخصائص الهيدرولوجية واستدامة الموارد المائية في ناحية واسط



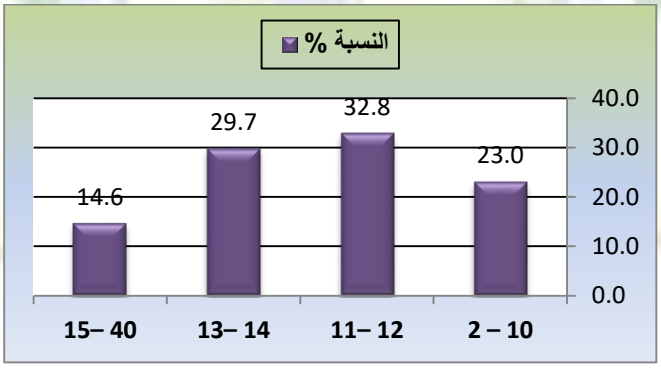
المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مرئيات Sentinel-2 لعام 2024 باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

جدول (8) فئات الارتفاع في منطقة الدراسة

ت	فئات الارتفاع	المساحة / كم	النسبة %
1	10 – 2	466.9	23.0
2	12 –11	666.7	32.8
3	14 –13	603.5	29.7
4	40 –15	296.2	14.6
المجموع		2033.3	100

المصدر: اعتمادا على اشتقاق DEM مخرجات برنامج .Arc map Gls V10.8

شكل (4) فئات الارتفاع في منطقة الدراسة



المصدر: الباحثة بالاعتماد على جدول (8).

التحليل الهيدرولوجي المكاني وعلاقته بالاستدامة المائية:

يتضح وجود كثافة مرتفعة لشبكة الجداول والمراوي في الأجزاء الشمالية والوسطى من ناحية واسط (الدجيلي)، مع تناقصها جنوباً، وتعكس هذه الكثافة محاولة لتعويض ضعف الانحدار الطبيعي، حيث تعتمد الاستدامة على إيصال المياه إلى الذنائب بكفاءة، وعليه يتطلب تحسين الشبكة تبطين القنوات للحد من الرشح وضمان عدالة التوزيع المائي.

دور التربة في تحديد السلوك الهيدرولوجي:

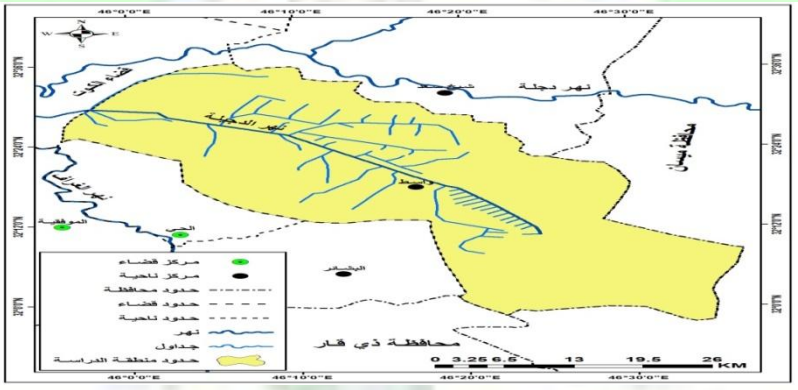
تنتشر ترب أكتاف الأنهار بمحاذاة نهر الدجيلي وتتميز بصرف جيد وملاءمة للزراعة المستدامة.

أما ترب أحواض الأنهار فهي طينية ثقيلة ضعيفة النفاذية، مما يؤدي إلى تراكم المياه والحاجة إلى شبكات بزل فعالة للحد من التملح.

تأثير الانحدار على كفاءة الري والصرف:

تؤكد سيادة الانحدار البسيط (0–1.9 درجة) طبيعة المنطقة المنبسطة، مما يدعم الري السيحي لكنه يعيق تصريف المياه الزائدة، كما أن تشتت اتجاهات الانحدار يجعل الجريان معتمداً على التدخل البشري عبر تسوية الأراضي وتوجيه القنوات.، يتبين أن النظام الهيدرولوجي في ناحية واسط (الدجيلي) يعتمد على الإدارة الاصطناعية للمياه بسبب ضعف الانحدار والترب الثقيلة، وعليه، تتطلب الاستدامة اعتماد الري الحديث (الرش والتنقيط) أو تطوير نظم ري مغلقة لتقليل الفواقد ومنع التملح والتغدق، ويمثل ذلك أساس التنمية المستدامة عبر تحقيق توازن بين استغلال الموارد المائية والحفاظ على النظام البيئي الزراعي.

خريطة (7) شبكة مشاريع الري وانعكاسها على كفاءة النظام الهيدرولوجي في ناحية واسط (الدجيلي)



المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مرئيات Sentinel-2 لعام 2024 باستخدام برنامج ArcGIS10.8

المحور الثالث: التنمية المستدامة للموارد المائية

تُعد التنمية المستدامة للموارد المائية في ناحية واسط (الدجيلي) ضرورة استراتيجية لتحقيق التوازن بين الاحتياجات الحالية وحفظ الموارد للأجيال القادمة. ولا تقتصر الاستدامة على توفير المياه فقط، بل تشمل الإدارة المتكاملة للموارد المائية (IWRM) التي تركز على الكفاءة والحماية والاستدامة الزراعية (الخياط، 1986، ص7).

أولاً: كفاءة الاستخدام المائي (البعد الاقتصادي والتقني)

تحقق الكفاءة عبر التحول من أنظمة الري التقليدية، خصوصاً الري بالغمر، إلى تقنيات الري الحديثة مثل الري بالرش والتنقيط التي تقلل الفواقد الناتجة عن التبخر والتسرب. وتعمل هذه التقنيات على إيصال المياه بكفاءة أعلى إلى منطقة الجذور مما يساهم في رفع الإنتاج الزراعي وتقليل الهدر المائي. كما يخفف ذلك الضغط على نهر الدجيلي ويزيد المساحة المزروعة بنفس كمية المياه.

ثانياً: الحماية النوعية ومعالجة التملح (البعد البيئي):

تمثل مشكلة الملوحة وتدهور التربة أحد أبرز التحديات البيئية في منطقة الدراسة، مما يجعل معالجتها شرطاً أساسياً لتحقيق الاستدامة. ويتطلب ذلك تطوير شبكات البزل بما يتلاءم مع طبيعة الانحدار المنخفض، لضمان تصريف المياه المالحة ومنع تراكمها في منطقة الجذور (الماجدي، 2023).

كما تشمل الحماية النوعية الحد من تلوث المياه السطحية والجوفية الناتج عن الاستخدام المكثف للأسمدة والمبيدات، بما يحافظ على جودة المياه واستدامتها ويحمي التوازن البيئي

. ثالثاً: الحوكمة المائية والمشاركة المجتمعية (البعد المؤسسي):

يتطلب ذلك تفعيل دور جمعيات مستخدمي المياه وتنظيم التوزيع المائي بشكل عادل مع تعزيز مشاركة المزارعين والحد من التجاوزات وتطبيق نظام المراشنة. كما تسهم الحوكمة المائية الرشيدة في رفع كفاءة إدارة الموارد المائية وتقليل الهدر، من خلال تعزيز التنسيق بين الجهات المعنية والمجتمعات المحلية. ويؤدي إشراك السكان المحليين في اتخاذ القرارات المتعلقة بإدارة المياه إلى زيادة الوعي بأهمية ترشيد الاستهلاك وتحقيق قدر أكبر من الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي في المنطقة.

رابعاً: التكيف مع التغيرات المناخية:

في ظل وقوع منطقة الدراسة ضمن مناخ جاف وشبه جاف تبرز أهمية تبني استراتيجيات تكيفية مثل زراعة أصناف مقاومة للجفاف والملوحة، وإنشاء منشآت خزن مائية صغيرة لاستثمار فائض المياه في فترات الوفرة واستخدامها أثناء الشحة، ويهدف ذلك إلى تقليل التذبذب المائي وضمان استمرارية الإنتاج الزراعي في ظل التغيرات المناخية المتسارعة. وتُمثل التنمية المستدامة في الدجيلي منظومة متكاملة تجمع بين الكفاءة التقنية والعدالة الاجتماعية والحماية البيئية.

الاستدامة الزراعية: استراتيجيات تعظيم الإنتاجية بموارد مائية محدودة

تمثل معادلة "إرواء مساحات أكبر بمياه أقل" التحدي الرئيس لتحقيق الاستدامة الزراعية في ناحية واسط (الدجيلي)، في ظل محدودية الموارد المائية وارتفاع الطلب عليها. وقد أدى الاعتماد على الري بالغمر إلى فقدان نسبة كبيرة من المياه نتيجة التبخر والتسرب، فضلاً عن تأثيره السلبي في زيادة ملوحة التربة.

أولاً: التحول نحو أنظمة الري الحديثة:

تُعد تقنيات الري بالرش والتنقيط من أهم الحلول لتحقيق كفاءة استخدام المياه، إذ تتيح إيصال المياه مباشرة إلى الجذور بكميات محسوبة، مما يقلل من الفواقد ويحسن إنتاجية المحاصيل. كما تسهم هذه التقنيات في توسيع الرقعة الزراعية باستخدام نفس الموارد المائية المتاحة.

ثانياً: تبطين القنوات وتحسين النقل المائي:

تعاني شبكة الري من فواقد كبيرة أثناء نقل المياه، نتيجة النفاذية العالية والتبخر. لذا، فإن تبطين القنوات أو استخدام الأنابيب الناقلة يسهم في تقليل هذه الفواقد، ويضمن وصول المياه بكفاءة إلى نهايات المشروع، مما يعزز عدالة التوزيع المائي.

ثالثاً: الإدارة المائية المبنية على الاحتياج الفعلي:

تعتمد الاستدامة على الانتقال إلى نظام ري مبني على الاحتياجات الفعلية للمحاصيل، من خلال حساب التبخر–نتح (ETc) وجدولة الري وفق مراحل النمو. كما تسهم التقنيات الحديثة، مثل مستشعرات رطوبة التربة، في منع الري الزائد وتحقيق كفاءة استخدام المياه.

رابعاً: اختيار المحاصيل الملائمة:

يمثل اختيار المحاصيل عاملاً حاسماً في تقليل الضغط على الموارد المائية، إذ تسهم زراعة الأصناف المقاومة للجفاف والملوحة في تقليل الاحتياجات المائية وتحقيق استقرار الإنتاج الزراعي، خاصة خلال فترات الشحة.

يتضح أن تحقيق الاستدامة الزراعية في ناحية واسط (الدجيلي) يتطلب تحولاً منهجياً في إدارة الموارد المائية قائماً على التكامل بين التقنيات الحديثة والإدارة العلمية والوعي المجتمعي، ويُعد هذا التحول السبيل الأمثل لضمان استمرارية الإنتاج الزراعي وتعزيز الأمن الغذائي في المنطقة.

الاستنتاجات:

1– يتضح أن النظام الهيدرولوجي في ناحية واسط (الدجيلي) يعتمد اعتماداً شبه كلي على الموارد المائية السطحية، ولاسيما نهر الدجيلي، في ظل مناخ جاف وشبه جاف يتسم بارتفاع معدلات التبخر وندرة الأمطار، مما يجعل الإدارة المائية العامل الحاسم في تحقيق الاستدامة.

2– أظهرت التحليلات الجيولوجية والتربوية سيادة الترسبات الطينية والغرينية ذات النفاذية المنخفضة، الأمر الذي يحدّ من كفاءة الصرف الطبيعي ويؤدي إلى ارتفاع مناسيب المياه الجوفية، مما يزيد من مخاطر التغدق والتملح ويؤثر سلباً في الإنتاجية الزراعية.

3– بيّن التحليل المكاني لنموذج الارتفاعات (DEM) والانحدار أن المنطقة تتسم بانبساط واضح وانحدار ضعيف، وهو ما يدعم الري الانسيابي (السيحي)، لكنه في المقابل يمثل عائقاً أمام تصريف المياه الزائدة، مما يعزز الحاجة إلى شبكات بزل كفوءة.

4– كشف تحليل مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) عن ارتباط واضح بين كثافة الغطاء النباتي وتوزيع الموارد المائية، حيث تتركز الكثافات العالية بالقرب من مجرى نهر الدجيلي، في حين تنخفض تدريجياً في المناطق البعيدة، مما يؤكد عدم عدالة التوزيع المائي وتأثيره المباشر في الاستدامة الزراعية.

5- يتبين أن تحقيق التنمية المستدامة للموارد المائية في ناحية واسط (الدجيلي) يتطلب تحولاً متكاملاً في إدارة المياه، يقوم على تحسين كفاءة الاستخدام، وتطوير شبكات الري والبزل، واعتماد تقنيات حديثة، إلى جانب تفعيل الحوكمة المائية والمشاركة المجتمعية، لضمان التوازن بين استغلال المورد والحفاظ عليه.

التوصيات:

1- ضرورة التحول التدريجي من أنظمة الري التقليدية (الغمر) إلى تقنيات الري الحديثة، مثل الري بالرش والتنقيط، لما لها من دور فعّال في تقليل الفواقد المائية وتحسين كفاءة استخدام المياه، بما يسهم في توسيع الرقعة الزراعية بنفس الموارد المتاحة.

2- تطوير وتعزيز شبكات البزل في منطقة الدراسة، ولاسيما في المناطق المنخفضة ذات الترب الطينية، لضمان تصريف المياه الزائدة وخفض مناسيب المياه الجوفية، والحد من ظاهرتي التغدق والتملح التي تهدد استدامة الإنتاج الزراعي.

3- تبطين القنوات الإروائية وتحسين كفاءة نقل المياه داخل شبكة الري، بهدف تقليل الفواقد الناتجة عن التسرب والتبخر، وضمان وصول الحصص المائية إلى نهايات الجداول (الذنائب) بشكل عادل ومستدام.

4- اعتماد إدارة مائية متكاملة قائمة على الاحتياج الفعلي للمحاصيل، من خلال جدولة الري وفق معادلات التبخر–نتح (ETc)، واستخدام تقنيات الاستشعار لقياس رطوبة التربة، بما يقلل من الري الزائد ويحافظ على التوازن الهيدرولوجي.

5- تعزيز الحوكمة المائية والمشاركة المجتمعية عبر تفعيل دور جمعيات مستخدمي المياه، وتنظيم توزيع الحصص المائية وفق أسس عادلة (مثل نظام المراشنة)، إلى جانب نشر الوعي بأهمية ترشيد استخدام المياه، لضمان استدامة المورد وتقليل النزاعات المائية.

المصادر:

الشمخي، حبيب لفتة، أثر العمليات الجيومورفولوجية في خصائص تربة السهل الرسوبي في محافظة النجف الاشرف باستعمال نظم المعلومات الجغرافية، جامعة الكوفة،2024.

بوغدة، نور الهدى، دور الكفاءة الاستخدامية لموارد المياه في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي، حالة الجزائر، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم والاقتصاد والتجارة وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس،2025.

الساعدي، طالب عباس كريم، التغيرات الهيدرو مناخية وتأثيراتها البيئية في جنوب العراق، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة واسط، 2023.

الماجدي، ايوب حاكم حسن، مستويات ومصادر الاملاح الرئيسة في مياه هور الحمار ضمن محافظة ذي قار، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة البصرة، 2023.

الخياط، عبد الحسين، نباتات الاهوار في العراق واهميتها بالنسبة لسكان الاهوار، مركز بحوث النبات وتصديق البذور، 1986.

الخفاجي، سرحان نعيم، التحليل الجيوب مورفولوجي لمراحل تكون السهل الرسوبي، مجلة الجمعية الجغرافية، العراقية، المجلد 61، ال عدد16، 1980.

الدزيي، سالار على خضي، انهار العراق وأهواره في الخرائط القديمة والحديثة، دار الكتب والوثائق، ط1، بغداد، 2020.

الاسدي، محمد عبد الوهاب حسن، نور الهدى جبار شنيت المالكي، تحليل المتغيرات الهيدرولوجية لأحواض التصريف غرب محافظة البصرة باستخدام التقانات الجغرافية الحديثة، مجلة واسط للعلوم الانسانية، جامعة واسط، مجلد 17، ال عدد1، https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol16.Iss.131.2021

المصادر الاجنبية

Richards, L. A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook No. 60.

References:

Al-Shamkhi, Habib Lafta. (2024). *The Impact of Geomorphological Processes on Soil Properties of the Alluvial Plain in Najaf Governorate Using Geographic Information Systems (GIS).* University of Kufa.

Bougheda, Nour El Huda. (2025). *The Role of Efficient Use of Water Resources in Achieving Sustainable Agricultural Development and Food Security: The Case of Algeria.* Unpublished Master's Thesis, Faculty of Economics, Commerce and Management Sciences, University of Ferhat Abbas.

Al-Saadi, Talib Abbas Karim. (2023). *Hydro-Climatic Changes and Their Environmental Impacts in Southern Iraq.* Unpublished PhD Dissertation, College of Education for Human Sciences, University of Wasit.

Al-Majidi, Ayoub Hakim Hassan. (2023). *Levels and Sources of Major Salts in the Waters of Al-Hammar Marsh within Dhi Qar Governorate.* Unpublished Master's Thesis, College of Education for Human Sciences, University of Basrah.

Al-Khayyat, Abdul Hussein. (1986). *Marshland Plants in Iraq and Their Importance to Marsh Inhabitants.* Center for Plant Research and Seed Certification.

Al-Khafaji, Sarhan Naeem. (1980). *Geomorphological Analysis of the Formation Stages of the Alluvial Plain.* Iraqi Geographical Society Journal, Vol. 61, No. 16.

Al-Dazyi, Salar Ali Khudhi. (2020). *Rivers and Marshes of Iraq in Ancient and Modern Maps.* Dar Al-Kutub and Documents, 1st Edition, Baghdad.

Al-Asadi, Mohammed Abdul Wahab Hass; Al-Maliki, Nour Al-Huda Jabbar Shanit. (2021). *Analysis of Hydrological Variables of Drainage Basins West of Basra Governorate Using Modern Geographic Techniques.* Wasit Journal for Human Sciences, University of Wasit, Vol. 17, No. 1. https://doi.org/10.31185/wjfh.Vol16.Iss.131