ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

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

Mayada Talib Kadhim Hamid Al-Rab

Wasit Governorate Directorate of Education

Email: mkadhimm@uowasit.edu.iq

Keywords:

Climate changes, water system , Structural change, Quantitative change, water bodies

CC BY

A r t i c l e i n f o

Article history:

Received 20. Dec.2025

Accepted 8. Feb.2026

Published 10.May.2026

Study of the impact of climate change on the fluctuation of water volume and level in the Al-Dalmaj Marsh Basin for the period from (2000-2025) based on modern geographical techniques

A B S T R A C T

Water bodies, including marshes, are among the landforms most sensitive to climate change. Variations in their qualitative, quantitative, and topographic characteristics provide clear evidence of climatic impacts observed globally and across different regions of Iraq in recent decades. Hor Al-Dalmaj represents one of the water bodies that has shown significant responses to climate change and environmental conditions during the period 2000–2025. Changes in water levels within Hor Al-Dalmaj Lake were monitored and quantified using remote sensing techniques and Geographic Information Systems through the analysis of Landsat satellite imagery for the years 2000, 2005, 2010, 2015, and 2025. This study aims to analyze the temporal and structural changes of the marsh using the Normalized Difference Water Index (NDWI) to extract water classes, assess change dynamics, and evaluate hydrological behavior under climate change. The results indicate a general trend toward shrinkage of the water surface area, accompanied by fluctuating change rates. Structural transformations were observed, including a decline in deep-water areas and an expansion of shallow water and dry land classes, reflecting hydrological responses to climate change and human pressures.

© 2026 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: https://doi.org/10.31185/eduj.Vol63.Iss1.4925

دراسة أثر التغيرات المناخية على تذبذب حجم المياه ومنسوبها في حوض هور الدلمج للمدة من (٢٠٠٠-٢٠٢٥) بالاعتماد على التقنيات الجغرافية الحديثة

م.د. ميادة طالب كاظم حميد الربيعي
مديرية تربية محافظة واسط

المستخلص:

تُعدّ المسطحات المائية، ولاسيّما الأهوار، من أكثر المظاهر الأرضية تأثّرًا بالتغيرات المناخية، إذ يمكن من خلال التغيرات التي تطرأ على خصائصها النوعية والكمية والتضاريسية تتبّع آثار التغير المناخي الحاصل خلال العقود الأخيرة على المستويين العالمي والمحلي في العراق. ويُعدّ هور الدلمج أحد هذه المسطحات المائية التي أظهرت استجابة واضحة للتغيرات المناخية والظروف البيئية خلال المدة الزمنية (٢٠٠٠-٢٠٢٥). هدفت الدراسة إلى تحليل التغيرات الزمنية والبنيوية لهور الدلمج من خلال رصد التغير في منسوب المياه ومساحة المسطح المائي، بالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وتحليل المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات للمستشعرين (OLI, ETM+) لسنوات مختارة ضمن السلسلة الزمنية. كما تم استخدام مؤشر الاختلاف المعياري للمياه (NDWI) لاستخراج الفئات المائية وتحليل ديناميكية السلوك الهيدرولوجي للهور. أظهرت نتائج الدراسة وجود اتجاه عام نحو تقلّص وانكماش المساحة المائية لهور الدلمج، مع تذبذب واضح في معدلات التغير بين الفترات الزمنية المختلفة. كما كشفت نتائج تصنيف المؤشر عن تحولات بنيوية تمثلت في تراجع فئة المياه العميقة، واتساع فئتي المياه الضحلة واليابس، مما يعكس تأثير التغيرات المناخية والضغط البشري. وتؤكد الدراسة أهمية دمج التحليل الطيفي مع التحليل الزمني لرصد هشاشة الأهوار وتعزيز الإدارة المستدامة للموارد المائية.

الكلمات المفتاحية: التغيرات المناخية، النظام المائي، التغير البنيوي، التغير الكمي، المسطح المائي.

المقدمة:

يمثل هور الدلمج الذي يسمى احياناً بهور عفك احد المسطحات المائية التي أظهرت هشاشة النظم البيئية الرطبة في العراق أمام التغيرات المناخية، حيث تعرضت تلك النظم خلال السنوات الأخيرة إلى تحديات متزايدة ناتجة عن التغيرات المناخية ولاسيما الارتفاع المتنامي في درجات الحرارة وتواتر موجات الجفاف في البلاد وزيادة معدلات التبخر التي ساهمت في تسارع عملية فقدان المياه السطحية، مقابل تراجع كبير في كميات التساقط المطري والتغذية المائية القادمة من الأنهار الرئيسة والفرعية المغذية للمسطحات المائية بما فيها هور الدلمج، مما أدى ذلك إلى تذبذبٍ كبير في الموارد المائية وانخفاض مناسيب البيئات الرطبة مع تقلص مساحاتها وتدهورها وعجزها عن أداء وظائفها البيئية، وقد وفرت تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية أدواتٍ كميةٍ عالية الكفاءة والدقة لرصد السلاسل الزمنية للمسطحات المائية باعتماد مؤشرات طيفية مثل مؤشر الاختلاف المائي المعياري NDWI الذي له قابلية التمييز بين الفئات المائية العميقة والضحلة وغير المائية (تغطية نباتية ومناطق عارية أي يابس)، وبما يسمح بتحليل الاتجاه (Trend) وتقدير معدلات التغير وتقييم سلوك النظام المائي في ظل ظروف التغير المناخي.

مشكلة البحث:

ما طبيعة التغير الزمني والبنيوي الذي تعرض له هور الدلمج خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠٢٥)، وما اتجاه هذا التغير؟ وما هو انعكاسه على السلوك الهيدرولوجي وقدرة المسطح المائي على التنظيم المائي؟ وهل يمكن اعتماد التقنيات الجغرافية الحديثة وأدواتها في كشف وتحديد تأثير التغيرات المناخية على النظم المائية وتقدير مدى حساسيتها لتلك التغيرات؟

فرضية البحث:

١. هناك تغير زمني وبنيوي ذو طبيعة تراكمية وليست موسمية لهور الدلمج، يشير إلى اتجاهٍ عام لانكماش المسطح المائي خلال مدة الدراسة (٢٠٠٠-٢٠٢٥).
٢. هناك تحول بنيوي بين الفئات المائية باتجاه الفئات غير المائية.
٣. يمكن اعتماد التقنيات الجغرافية الحديثة وأدواتها المختلفة والمتمثلة ببيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في كشف وتحديد أثر التغيرات المناخية وتقدير حجم التغير والتذبذب في مساحة ومناسيب وحجم مياه هور الدلمج الناتج عن التغيرات المناخية وبدقةٍ مقبولة، ومعرفة التحولات التي تعرضت لها الفئات المائية.

هدف البحث:

تحليل الاتجاه العام ومعدلات التغير البنيوي والكمي للفئات المائية لهور الدلمج خلال المدة (٢٠٠٠-٢٠٢٥) باعتماد مؤشر الاختلاف المائي المعياري NDWI وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لغرض الوصول إلى تفسير السلوك الهيدرولوجي للمسطح المائي.

أهمية البحث:

١. يوثق المسار الزمني وليس اللقطة الزمنية.
٢. يميز بين التحول البنيوي(التركيب الداخلي لفئات النظام المائي: من مياه عميقة ومياهٍ ضحلة ومناطق انتقال وأراضٍ رطبة وأراضي غير مائية) والكمي(حجم ومساحة ومنسوب) للنظام المائي المتمثل بهور الدلمج.
٣. يحسب معدلات التغير لكل مدة زمنية
٤. يستخرج الاتجاه العام للسلسلة الزمنية المدروسة.
٥. يزود الدراسات العلمية العراقية ببيانات ومقارنات جديدة حول مشكلة التغير المناخي وتأثيرها على مناطق الأهوار.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة المتمثلة بهور الدلمج بين خطي طول (٤٥° ٠٠′ – ٤٥° ٢٠′ ١٢″, ٣١′ ٤٥°)، ودائرتي عرض (٣٢° ٠٠′ – ٣٢° ١٢′ ١٨″, ٤٢′ ٤٢°) شمالاً، خريطة رقم (١)، أما موقعها الجغرافي فيقع ضمن منطقة السهل الرسوبي الذي يتصف بالانحدار التدريجي من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، إذ يحدها من الشمال قضاء النعمانية ومن الشمال الشرقي ناحية الأحرار ومن الشرق ناحية الموفقية، أما من جهة الشمال الغربي فتحدها محافظة بابل ومن الغرب محافظة القادسية ومن الجنوب ناحية الفجر، حيث إن بهور الدلمج مشتركةً إدارياً بين محافظيّ واسط والقادسية، حيث

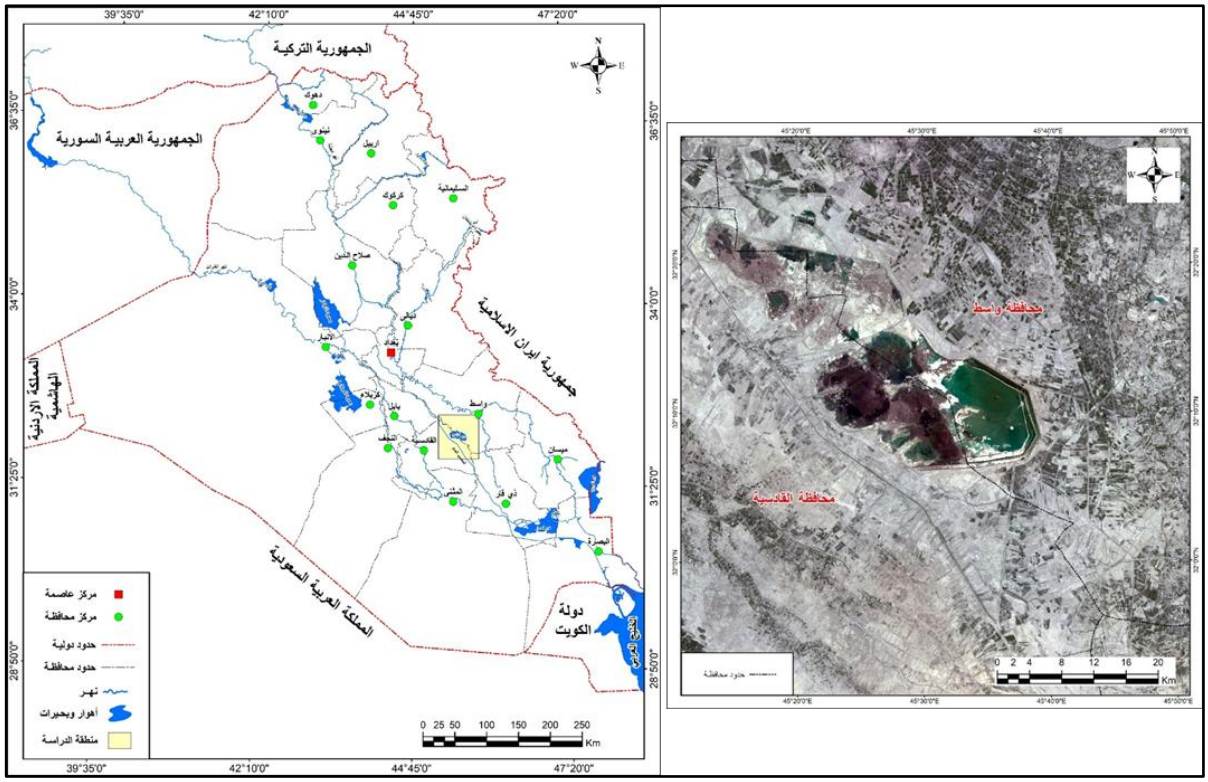
يمتد من الجزء الشمالي الشرقي من محافظة القادسية إلى الجزء الجنوبي الغربي من محافظة واسط، تبلغ مساحة الهور (٦٨١.١٢٣كم٢)، أي (١٢٠ الف دونم).

١- خصائص منطقة الدراسة

١-١ الخصائص الطبيعية:

١-١-١ جيولوجية منطقة هور الدلمج: تعود نشأة التكوينات الجيولوجية لبحيرة هور الدلمج إلى عصر الهولوسين ضمن الزمن الرباعي، وهي تتمثل بأحواض فيضية طولية واسعة نتجت بفعل انهار اقدام التلال ومن نهر دجلة خلال الشق الجرفي المكسور والمغمور بالمياه خلال فصول السنة، تتراوح سمك ترسباته بين بضعة سنتمترات إلى ٢ متر وهذه الترسبات إما أن تكون مترسب على السطح أو مطمورة أسفل الترسبات الأقدم منها بعملية الترسيب(الساعدي، ٢٠١٤، ص٢٥)، لا يعد هور طبيعي وإنما يمثل منخفضاً جيولوجياً، ونتيجةً لسعته وانخفاضه تم تحويض هذا المنخفض في ثلاثينيات القرن الماضي واستُغل كخزان ينظم المياه الواصلة إليه من المصب العام والمياه المتبخرة منه والمياه المطلقة ثانياً إلى المصب العام من الجهة الأخرى، وذلك لتقليل تصريف ذروة المياه الواصلة للمصب العام من ظاهرة التبخر الطبيعي في المنطقة التي يقع فيها الهور، حيث أصبح الهور بحيرة تبخيرية يطلق عليها احياناً بمملحة الدلمج(جوير والسراي، ٢٠١٥، ص٢٥١٤).

خريطة (١) موقع هور الدلمج في العراق



المصدر: ١. وزارة الموارد المائية، الهيأة العامة للمساحة، قسم إنتاج الخرائط، خريطة العراق الإدارية، بمقياس ١: ١٠٠٠٠٠٠، بغداد، ٢٠١٦.

٢. القمر الأمريكي (Landsat 8) مرئية (OLI)، الحزم (2، ٣، ٤)، ٢٠١٨.

١-١-٢ **السطح:** يقع هور الدلمج ضمن منطقة السهل الرسوبي المعروف بالانحدار البسيط من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي، حيث يصل انحدار منطقة البحث عند هور الدلمج إلى (١٠ متر)، فكان لهذا الانحدار وقلة العمق وسعة مساحة الهور الأثر البالغ على منسوب المياه في الهور وعلى كمية التصريف السطحي نتيجة التبخر، تميل أراض هور الدلمج إلى الانحدار في المناطق الواقعة ضمن محافظة واسط، وتتراوح نسبة الغمر بالمياه فيها بين ٥-١٠٪ من مجموع مساحة الهور، وتعتمد نسبة الغمر على كمية المياه الواصلة إلى المنخفض من الذراع المغذي من نهر المصب العام، إذ إن استمرار تدفق المياه إليه جعله من المنخفضات الدائمة(علكم ٢٠١٠).

١-١-٣ **الخصائص المناخية:** تقع منطقة البحث ضمن إقليم المناخ الجاف الذي ترتفع فيه درجات الحرارة خلال فصل الصيف إلى (٤٧.٢، ٤٦.٢ مْ) في كل من محطة الحي والديوانية التابعة إلى منطقة الدراسة خلال المدة المحددة، في حين تصل إلى (١٦.٢، ١٦.٣ مْ) شتاءً في كلتا المحطتين على التوالي الجدول (١)، وبلغ مجوع الأمطار السنوي للمدة من ٢٠٠٠-٢٠٢٥ في محطة الحي (١٤٤.٥ ملم)، وفي محطة الديوانية (١٤٩.٢ ملم) الجدول (٢)، ووصل معدل التبخر السطحي في محطة الحي والديوانية للمدة نفسها إلى (٢٩٥.٩، ٢٩٥.٢ ملم) الجدول (٣)، لاسيما وإن معدل سرعة الرياح الجافة التي من شأنها زيادة معدلات التبخر وصلت إلى (٤.٣، ٤.٠ م/ثانية) في كل من محطة الحي والديوانية على التوالي الجدول (٤)، وسجلت محطتي الحي والديوانية معدلات عامة للرطوبة النسبية بلغت (٤٤.٩, ٤٤.٠ %) لكلٍ منهما على التوالي، بحسب الجدول (٥).

جدول (١) معدل درجة الحرارة العظمى (مْ) لمحطتي (الحي والديوانية) للمدة ٢٠٠٠-٢٠٢٥

المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
الحي	16.2	20.5	25.3	32.5	39.4	43.8	45.8	47.2	43.1	35.4	25.7	19.4	32.9
الديوانية	16.3	21.1	24.6	33.2	38.1	44.5	45.4	46.2	43.4	36.1	25.3	18.1	32.7

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات (غ. م) لسنة ٢٠٢٥.

جدول (٢) المجموع السنوي للأمطار (ملم) لمحطتي (الحي والديوانية) للمدة ٢٠٠٠-٢٠٢٥

المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المجموع السنوي
الحي	30.5	20.1	19.2	15.7	5.1	0	0	0	0.1	2.1	25.3	26.4	144.5
الديوانية	30.1	19.4	17.7	17.2	4.1	0	0	0	0	3.2	27.3	30.2	149.2

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات (غ. م) لسنة ٢٠٢٥.

جدول (٣) معدل التبخر السطحي (ملم) لمحطتي (الحي والديوانية) للمدة ٢٠٠٠-٢٠٢٥

المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
الحي	75.1	121.2	194.2	285.5	424.8	562.1	541.4	539.6	376.5	247.1	117.2	66.4	295.9
الديوانية	78.9	133.5	187.2	274.1	420.4	554.1	550.2	535.4	364.1	251.1	125.1	68.7	295.2

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات (غ. م) لسنة ٢٠٢٥.

جدول (٤) معدل سرعة الرياح (م/ ثانية) لمحطتي (الحي والديوانية) للمدة ٢٠٠٠-٢٠٢٥

المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
الحي	3.6	3.7	4.1	4.6	4.2	6.4	5.4	5.3	4.3	3.6	3.2	2.8	4.3
الديوانية	3.4	3.5	4.3	4.8	4.1	6.3	4.9	4.1	4.7	3.2	2.7	2.3	4.0

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات (غ. م) لسنة ٢٠٢٥.

جدول (٥) معدل الرطوبة النسبية (%) لمحطتي (الحي والديوانية) للمدة ٢٠٠٠-٢٠٢٥

المحطة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	آيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل السنوي
الحي	73	63	55	46	31	25	24	25	29	38	59	71	44.9
الديوانية	76	61	53	41	30	22	23	24	27	38	60	73	44.0

المصدر: بالاعتماد على وزارة النقل والمواصلات، الهيأة العامة للأنواء الجوية، قسم المناخ، بيانات (غ. م) لسنة ٢٠٢٥.

١-١-٤ النبات الطبيعي: تظهر في هور الدلمج كغيره من الأهوار تجمعات كثيفة من النباتات المائية البارزة والمعروفة بالقصب والبردي التي تبدو أحياناً تشبه الغابات لكثافتها ولامتدادها إلى مسافات بعيدة فضلاً عن نباتات الجولان، كما تنتشر فيه النباتات المائية الغاطسة كالشنبلان، كما تحيط به نباتات برية متنوعة مثل الطرطيع والطرفة، وحقيقة إن النبات الطبيعي في منطقة هور الدلمج لا تعاني من التغيرات المناخية كثيراً، إذ لا توجد هناك أنواع نباتية مهددة بسبب طبيعة المنطقة كونها تمثل بيئة مائية، يستفاد سكان هذه المنطقة من هذه النباتات في بناء مساكنهم البسيطة وأيضاً باعتمادها علفاً لحيواناتهم، فضلاً عن كونها تضفي جمالاً طبيعياً للمنطقة، وبيئة مناسبة لمعيشة الحيوانات البرية والمائية والطيور (RF., M., K., & O., 2010).

١-١-٥ الموارد المائية: يستلم هور الدلمج مياهه من المصب العام (النهر الثالث) ويعيده إليه مرة ثانية، إذ تحدد وظيفته كخزانٍ تنظيمي للمصب العام، حيث يستفاد من عملية الخزن في هور الدلمج في تقليل تصريف ذروة المياه المحمولة إلى المصب العام من ظاهرة التبخر الطبيعي للمياه السطحية، وتتفاوت كميات المياه المغذية له من فصلٍ إلى أخر وبحسب شهور السنة، حيث تبدأ كميات المياه المستلمة بالارتفاع خلال أشهر الخريف، ثم تزداد أكثر خلال أشهر الشتاء والربيع، لتنخفض بعد ذلك خلال أشهر فصل الصيف، مع وجود تذبذب واضح في كمية المياه المستلمة من سنة إلى أخرى، وذلك تبعاً لكمية التساقط المطري السنوي والشهري المؤثرة على ارتفاع مناسيب نهري دجلة والفرات وفروعهما، يُلحظ في جدول (٦) أن معدلات مياه المصب العام الواصلة إلى هور الدلمج خلال شهر كانون الثاني للموسم الشتوي الرطب للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢٥) بلغت (٤٧ م^3/ثانية)، في حين وصلت أدناها خلال شهر تموز من الموسم الصيفي الحار فبلغت (٩ م^3/ ثانية) للمدة نفسها.

جدول (٦) المعدل الشهري للمياه الداخلة لهور الدلمج (م^3/ ثانية) للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢٥)

الشهر / السنة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
2000	77.1	70.4	20.4	24.1	7.5	8.5	4	6.8	6.7	8.6	8.1	9.2	21.0
2001	84	75	33.1	36.1	8.1	8.7	5.3	6.6	9.5	10.1	12.2	14.6	25.3
2002	89.4	88.2	25.3	32.1	7.5	7.7	5.5	5.7	8.9	9.3	10.2	13.3	25.3
2003	75.1	71.2	22.1	30	8.4	8	5.1	4.2	5.4	8.2	7.8	8.8	21.2
2004	70	65	20.1	25.3	8.7	7.1	3.1	5.4	5	9.6	10.1	11.1	20.0
2005	50.1	24.3	36.2	40.1	10.2	6.1	6.2	9.5	15	18.2	18.8	20.2	21.2
2006	80	75.2	41.1	43	11.2	12.3	6	8	5	9	22.1	25.1	28.2
2007	55	50	25.1	30.1	6.6	5.4	4.4	3.2	7.1	7.2	18.4	9.3	18.5
2008	65	67	33.4	36.7	8.7	7.1	6.9	5.1	7.4	9.4	12.3	10.2	22.4
2009	68.3	80	16	23.3	7.7	8.3	5	5.5	5.3	7	5.8	9	20.1
2010	17.6	19	15.8	23	10.5	6	9.5	4	10.6	19.3	20	23.2	14.9
2011	23.3	20.8	10.2	11	26.7	8.3	5	4.7	6.7	6.8	7	10	11.7
2012	11.5	13.5	15	13.5	11.8	9.5	11.7	6.7	8.7	15	19	27.5	13.6
2013	20	14	22.5	40.7	36.2	20.1	15	47.4	51.5	53.1	75.8	53	37.4
2014	50	46.2	22	28	31.5	26.2	15	10	13.3	26.6	16.6	24.2	25.8
2015	24	24	14.3	19.5	17.2	15	11.6	9.2	9.1	9.4	16.5	13.9	15.3
2016	32.3	30	26.3	31	18	16.1	12	12	19	17	11.7	43.5	22.4
2017	24.6	15.1	22.3	34	22.4	19.3	13.8	10.9	14.5	17.4	12	11	18.1
2018	30.2	29.2	18.3	24.9	20.2	14.3	10.9	12.2	15.4	20.6	18.5	23.9	19.9
2019	33.4	30.1	19.1	22.1	21.1	15	14.2	25.1	10.2	26.5	18.2	11.2	20.5
2020	54.1	26.7	21.3	19	31	8.7	11.2	15.4	9.9	22.3	30.2	15.6	22.1
2021	51.3	19.5	18.9	25.1	12.2	8.7	9.4	6.8	10.4	27.1	17.5	26.1	19.4
2022	35.6	22.4	10.7	14.9	24.1	9.5	7.9	11.4	9.8	19.7	15.3	28.1	17.5
2023	42	14.4	20.4	29.1	35.1	15.3	12.4	8.9	16.1	31	18.9	24.3	22.3
2024	36.2	35.2	23.4	34	18.7	20.1	13.4	9.9	17.1	41.1	14.1	17.5	23.4
2025	30.1	28.7	18.1	19.1	20	17.3	9.5	13.2	9.4	20	17.2	22.5	18.8
المعدل	47	41	22	27	17	12	9	10	12	18	17	19	21

المصدر: اعتماداً على وزارة الموارد المائية، دائرة المصب العام، القسم الفني، شعبة المدلولات المائية، بينات (غ. م) لسنة ٢٠٢٥.

كما يُظهر الجدول (٧) التباين الكبير في كميات ومعدلات المياه الشهرية المطلقة من هور الدلمج خلال قناة التصريف للمدة من (٢٠٠٠-٢٠٢٥)، حيث سجل شهر شباط أعلى معدلات التصريف المطلقة من الهور بواقع (٢٠ م^3/ثانية)، وسجل شهر شباط أدنى معدلات الإطلاقات المائية من هور الدلمج بمقدار (٣ م^3/ثانية)، كما يكون لعملية التبخر السطحي من الهور أعلاها خلال هذا الشهر مما يؤثر سلباً على كمية المياه لهور الدلمج.

جدول (٧) المعدل الشهري للمياه الخارجة من هور الدلمج (م^3/ ثانية) للمدة (٢٠٠٠-٢٠٢٥)

الشهر / السنة	ك٢	شباط	آذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت١	ت٢	ك١	المعدل
2000	77.1	70.4	20.4	24.1	7.5	8.5	4	6.8	6.7	8.6	8.1	9.2	21.0
2001	84	75	33.1	36.1	8.1	8.7	5.3	6.6	9.5	10.1	12.2	14.6	25.3
2002	89.4	88.2	25.3	32.1	7.5	7.7	5.5	5.7	8.9	9.3	10.2	13.3	25.3
2003	75.1	71.2	22.1	30	8.4	8	5.1	4.2	5.4	8.2	7.8	8.8	21.2
2004	70	65	20.1	25.3	8.7	7.1	3.1	5.4	5	9.6	10.1	11.1	20.0
2005	50.1	24.3	36.2	40.1	10.2	6.1	6.2	9.5	15	18.2	18.8	20.2	21.2
2006	80	75.2	41.1	43	11.2	12.3	6	8	5	9	22.1	25.1	28.2
2007	55	50	25.1	30.1	6.6	5.4	4.4	3.2	7.1	7.2	18.4	9.3	18.5
2008	65	67	33.4	36.7	8.7	7.1	6.9	5.1	7.4	9.4	12.3	10.2	22.4
2009	68.3	80	16	23.3	7.7	8.3	5	5.5	5.3	7	5.8	9	20.1
2010	17.6	19	15.8	23	10.5	6	9.5	4	10.6	19.3	20	23.2	14.9
2011	23.3	20.8	10.2	11	26.7	8.3	5	4.7	6.7	6.8	7	10	11.7
2012	11.5	13.5	15	13.5	11.8	9.5	11.7	6.7	8.7	15	19	27.5	13.6
2013	20	14	22.5	40.7	36.2	20.1	15	47.4	51.5	53.1	75.8	53	37.4
2014	50	46.2	22	28	31.5	26.2	15	10	13.3	26.6	16.6	24.2	25.8
2015	24	24	14.3	19.5	17.2	15	11.6	9.2	9.1	9.4	16.5	13.9	15.3
2016	32.3	30	26.3	31	18	16.1	12	12	19	17	11.7	43.5	22.4
2017	24.6	15.1	22.3	34	22.4	19.3	13.8	10.9	14.5	17.4	12	11	18.1
2018	30.2	29.2	18.3	24.9	20.2	14.3	10.9	12.2	15.4	20.6	18.5	23.9	19.9
2019	33.4	30.1	19.1	22.1	21.1	15	14.2	25.1	10.2	26.5	18.2	11.2	20.5
2020	54.1	26.7	21.3	19	31	8.7	11.2	15.4	9.9	22.3	30.2	15.6	22.1
2021	51.3	19.5	18.9	25.1	12.2	8.7	9.4	6.8	10.4	27.1	17.5	26.1	19.4
2022	35.6	22.4	10.7	14.9	24.1	9.5	7.9	11.4	9.8	19.7	15.3	28.1	17.5
2023	42	14.4	20.4	29.1	35.1	15.3	12.4	8.9	16.1	31	18.9	24.3	22.3
2024	36.2	35.2	23.4	34	18.7	20.1	13.4	9.9	17.1	41.1	14.1	17.5	23.4
2025	30.1	28.7	18.1	19.1	20	17.3	9.5	13.2	9.4	20	17.2	22.5	18.8
المعدل	47	41	22	27	17	12	9	10	12	18	17	19	21

المصدر: اعتماداً على وزارة الموارد المائية، دائرة المصب العام، القسم الفني، شعبة المدلولات المائية، بينات (غ. م) لسنة ٢٠٢٥.

١-٢ الخصائص البشرية: تشير البيانات الإحصائية للسكان إلى استقرار حوالي ٢٥٠٠ عائلة في منطقة هور الدلمج، تغلب البساطة على حياة هؤلاء السكان، حيث تظهر بيوتهم المبنية من المواد المتوفرة ضمن بيئة الأهوار كالقصب والبردي، وتفتقر إلى الخدمات والبنى التحتية الرئيسة كالمياه الصالحة للشرب والكهرباء، وأن أغلب سكان هذه المنطقة يمتهنون النشاط الزراعي والرعي والصيد، حيث يسهم منخفض هور الدلمج في توفير فرص العمل الملائمة للسكان وامتصاص البطالة والحد من الهجرة الداخلية بين الأرياف والمدن، وتعد تربية حيوان الجاموس من أهم الأنشطة الاقتصادية في تلك المنطقة، لما يوفره منخفض هور الدلمج من بيئة مائية ملائمة جداً لتربية الجاموس، فضلاً عن استغلال نبات القصب والبردي كمواد أولية مهمة لبناء المساكن وصناعة الحصران وبعض أنواع الأثاث البسيطة، كما يزاول سكان منطقة هور الدلمج عمليات الصيد سواء أكان صيد الطيور التي تعيش في تلك البيئة، أو صيد الأسماك(علكم ٢٠١٠، ص١)، كما تعد منطقة منخفض الدلمج بما تتمتع به من خصائص بيئية طبيعية منطقةٍ سياحية يفد إليها السواح

للتمتع ببيئة الأهوار، فضلاً عن كونها من المواقع الأثرية الغنية قبل غمرها بالمياه ومع ذلك ما زال هناك العديد من التلول الأثرية، إذ إنها تمثل امتدادٍ لمدينة نيبور الأثرية، لذلك فإن لقطاع النقل والمواصلات الدور الكبير في تطور ونجاح إي منطقة سياحية أو اقتصادية، وبالنسبة لهور الدلمج فهناك طريقين رئيسين ممكن الاعتماد عليهم في الوصول إلى منطقة منخفض هور الدلمج، الطريق الأول في محافظة واسط باعتماد مسار (كوت–نعمانية) وهو طريق ترابي غير معبد، أما الطريق الثاني فهو طريق معبد بمسارين من محافظة القادسية والواصل بين (الديوانية–عفك)،(صادق، ٢٠٢٠، ٣٠٥).

٢– مراقبة أثر التغير المناخي على تغير مساحة وحجم المياه في بحيرة هور الدلمج باعتماد تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد (GIS & RS) للمدة (٢٠٠٠–٢٠٢٥)

تم رصد التغيرات الحاصلة في مساحة المسطح المائي هور الدلمج ومتابعتها وتقدير حجم المياه في هذه البحيرة عند منسوب معين للمدة من (٢٠٠٠–٢٠٢٥) وذلك من خلال توظيف تطبيقات برنامج نظم المعلومات الجغرافية GIS وتقنيات الاستشعار عن بعد RS في تحليل بيانات المرئيات الفضائية، وإعداد الخرائط لدرجات التغير في بيحرة هور الدلمج، باعتماد مؤشر الاختلاف الطيفي (NDWI) (مؤشر فرق المياه المعياري) ومن خلال استخدام برامج (ERDAS IMAGINE 2015), (ARC GIS v. 10.8) لغرض معالجة وتحليل بيانات المرئيات الفضائية وإخراج النتائج (الخرائط) للسنوات (٢٠٠٠، ٢٠٠٥، ٢٠١٠، ٢٠١٥، ٢٠٢٥) في شهر نيسان من مواسمهم الرطبة، لكونه يمثل أكثر شهور السنة رطوبةً، لمعرفة مدى تأثير التغيرات المناخية على مساحة المسطح المائي في هور الدلمج، الخريطة (٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧).

إن مؤشر الاختلاف المعياري للمياه NDWI من المؤشرات الطيفية الهيدرولوجية الذي يمكن من خلاله مراقبة ومتابعة المسطحات المائية وتحديد حالتها وتمييزها عن المظاهر الأرضية الأخرى وتعزيز تواجدها في الصور الرقمية المستشعرة عن بُعد عن طريق الإشعاع المنعكس بالقرب من الأشعة تحت الحمراء القريبة والضوء الأخضر المرئي (C., 1996, p. 257)، إذ إن من المستحسن استخدام النطاقات الطيفية الخضراء وتحت الحمراء لدراسة مسطح مائي معين وإيجاد مساحته أو مستوى المياه فيه أو متابعة التغير في مساحته أو منسوب المياه فيه خلال الزمن، حيث إن للمياه قابلية انعكاس شديدة ضمن مدى الضوء المرئي الأخضر وبعكس ذلك قابليتها على انعكاس الأشعة تحت الحمراء القصيرة، ومما يسهل عملية الكشف عن التجمعات المائية السطحية وتمييزها عن الظواهر السطحية الأخرى(الربيعي، ٢٠٢٣، ص١٦١)، كما يمكن بتطبيق هذا المؤشر دراسة الغطاء النباتي في منطقة المسطحات المائية ومراقبة التغيرات التي تحصل فيه خلال الزمن، يُمثل هذا المؤشر بالمعادلة الأتية (Ozelkan, 2019, p. 1762):

$$\boldsymbol{NDWI} = \frac{\boldsymbol{Band\ Green - Band\ (NIR)}}{\boldsymbol{Band\ Green + Band\ (NIR)}}$$

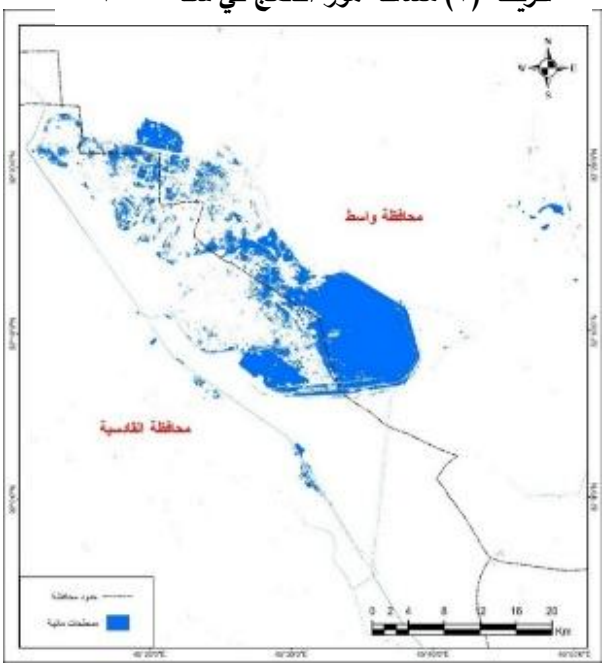
إن تطبيق المعادلة سيكون على بيانات مرئيات القمر الصناعي لاند سات (٧) لسنة ٢٠٠٠ في المتحسس (ETM+) ولاند سات (٨) لسنة ٢٠٢٥ في المتحسسات (OLI_TIRS) لذلك ستكون المعادلة بالشكل التالي (Ozelkan, 2019, p. 1762):

$$\boldsymbol{NDWI(2000)} = \frac{\boldsymbol{Band\ 2 - Band\ 4}}{\boldsymbol{Band\ 2 + Band\ 4}}$$

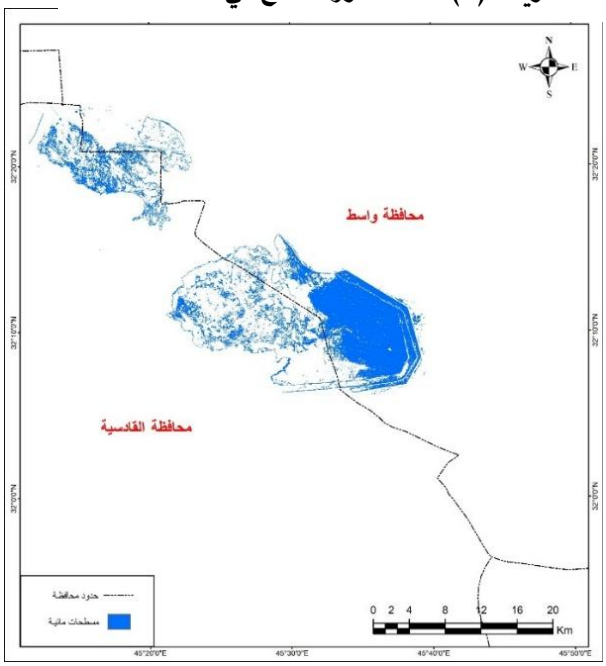
$$\boldsymbol{NDWI(2025)} = \frac{\boldsymbol{Band\ 3 - Band\ 5}}{\boldsymbol{Band\ 3 + Band\ 5}}$$

من خلال تطبيق مؤشر اختلاف المياه NDWI على بيانات المرئيات الفضائية لهور الدلمج، يتبين من الخريطة (٢)، (٣)، (٤)، (٥)، (٦)، والجدول (٨) والشكل (١) نتائج تطبيق المؤشر على السلسلة الزمنية، حيث أظهرت بيانات السلسلة الزمنية للسنوات (٢٠٠٠، ٢٠٠٥، ٢٠١٠، ٢٠١٥، ٢٠٢٥) أن الهور نظاماً ديناميكياً عالي الحساسية للتغيرات البيئية، فالاتجاه العام لمساحة الهور خلال تلك السنوات كان يشير إلى وجود اتجاه تنازلي واضح في مساحة المسطح المائي، إذ تناقصت المساحة بمعدل انخفاضٍ مستمر(253.18، ١٦٩.٢٧، 176.64، 150.51، 165.13كم^{٢}) خلال تلك السنوات على التوالي، وهو ما يشير إلى تعرض النظام المائي لهور الدلمج إلى انكماشٍ، مع ذلك نلاحظ من خلال البيانات أن هناك تذبذب مرحليّ خلال تلك المدة، فالمرحلة بين (٢٠٠٠–٢٠٠٥) عانت من تناقص وانكماش كبير في المساحة يعكس ضحالة المسطح المائي وقابليته للتراجع تحت تأثير العجز الهيدرولوجي، تبعتها مرحلة من (٢٠٠٥–٢٠١٠) شهدت اتساع طفيف في المساحة نتيجة التغذية المائية خلال تلك المدة، ثم مرحلة انكماشٍ حاد خلال المدة من (٢٠١٠–٢٠١٥) ثم زيادة ملحوظة في المساحة للمدة من (٢٠١٥–٢٠٢٥)، مما يؤكد ذلك على أن الأهوار تعد نظاماً بيئياً حساساً وشديد الارتباط بتذبذب الأمطار ودرجات الحرارة والتغذية النهرية فضلاً عن النشطة البشرية، فالزيادة في مساحة الهور خلال السنوات الرطبة تعكس قدرة النظام على الاتساع والاستجابة للتغذية المائية، في حين تعكس ضحالة المسطح المائي وتقلصه على قابليته على تراجع البنية الهيدرولوجية للهور، وتعد مؤشراً على تغيرات تشمل النظام البيئي وفي مقدمتها التغيرات المناخية.

خريطة (٢) مساحة هور الدلمج في سنة ٢٠٠٠

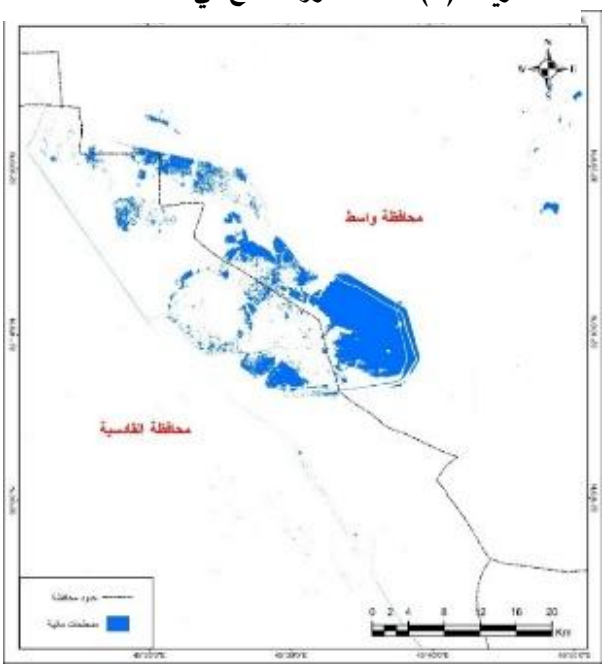


خريطة (٣) مساحة هور الدلمج في سنة ٢٠٠٥

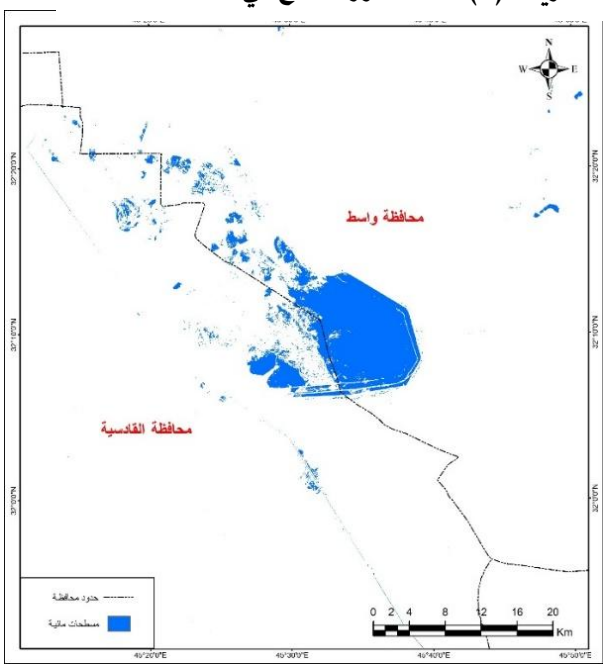


المصدر: اعتماداً على بيانات القمر الأمريكي (Landsat 7)، الحزم (٢، ٤)، بدقة (٣٠ م)، لسنة ٢٠٠٠، ٢٠٠٥.

خريطة (٤) مساحة هور الدلمج في سنة ٢٠١٠

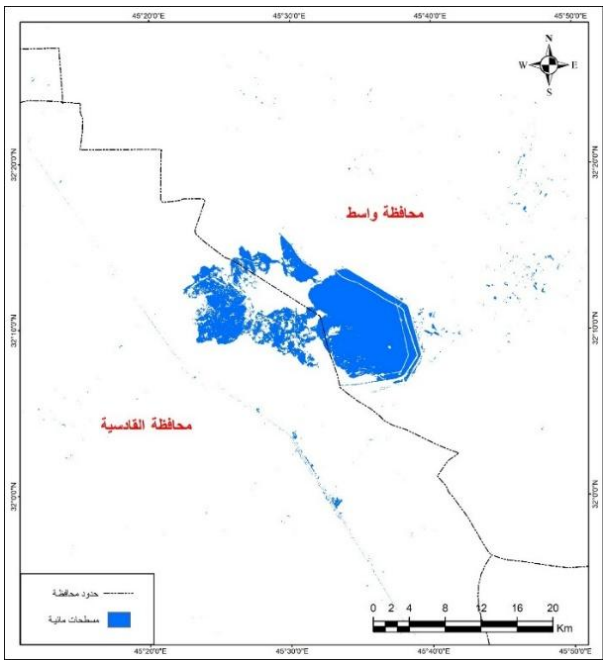


خريطة (٥) مساحة هور الدلمج في سنة ٢٠١٥



المصدر: اعتماداً على بيانات القمر الأمريكي (Landsat 8)، الحزم (٣، ٥)، بدقة (٣٠ م)، لسنة ٢٠١٠، ٢٠١٥.

خريطة (٦) مساحة هور الدلمج في سنة ٢٠٢٥



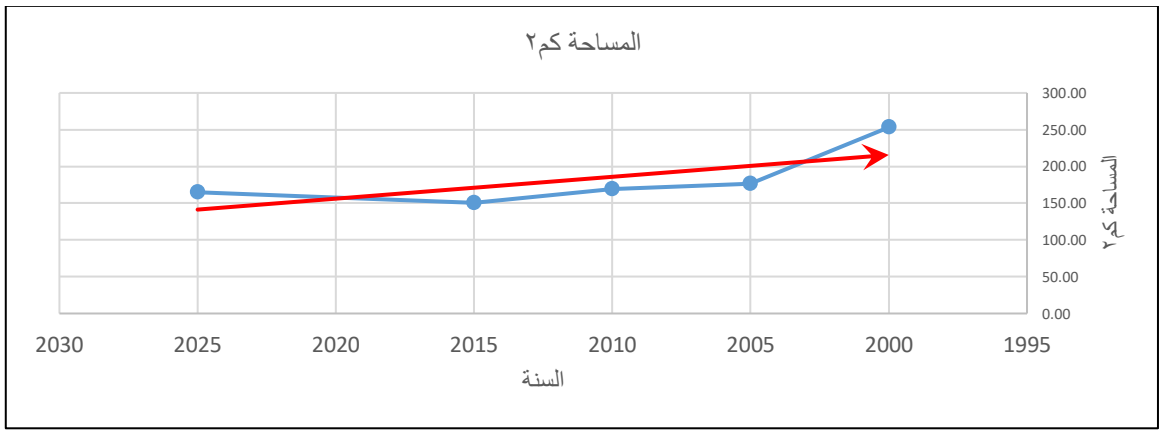
المصدر: اعتماداً على بيانات القمر الأمريكي (Landsat 8)، الحزم (٣، ٥)، بدقة (٣٠ م)، لسنة ٢٠٢٥.

جدول (٨) التغير في مساحة هور الدلمج خلال السنوات (٢٠٠٠، ٢٠٠٥، ٢٠١٠، ٢٠١٥، ٢٠٢٥)

السنة	المساحة كم٢
2000	253.18
2005	176.64
2010	169.27
2015	150.51
2025	165.13

المصدر: اعتماداً على خريطة (٢، ٣، ٤، ٥، ٦).

شكل (١) اتجاه التغير في مساحة هور الدلمج خلال السنوات (٢٠٠٠، ٢٠٠٥، ٢٠١٠، ٢٠١٥، ٢٠٢٥)



المصدر: اعتماداً على بيانات الجدول (٨).

٢-١ التغير الكمي (منسوب وحجم ومساحة) لهور الدلمج خلال سنتي ٢٠٠٠ و٢٠٢٥ بحسب نتائج مؤشر الاختلاف المعياري للمياه NDWI

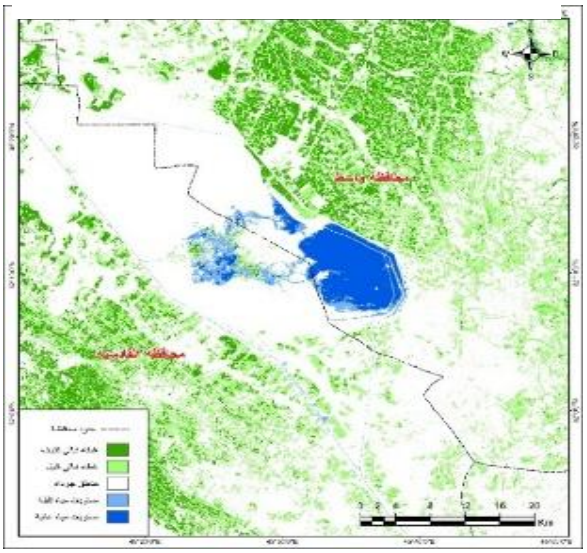
تُظهر الخريطة (٧) و(٨) الفرق والمقارنة بين سنتيّ ٢٠٠٠ و٢٠٢٥ لهور الدلمج من خلال متابعة العلاقة الطردية بين المنسوب والحجم المائي والمساحةِ المائية، إذ أظهر الجدول (٩) والشكل (٢) اتجاهاً سالباً للميل السنوي لمنسوب المياه في هور الدلمج بين سنتيّ ٢٠٠٠ و٢٠٢٥ بواقع (-٠.٢)، حيث بلغ المنسوب المائي لسنة ٢٠٠٠ (١٨م) والمنسوب المائي لسنة ٢٠٢٥ (١٣م).

ارتبط حجم المياه بالمنسوب المائي ونظراً لانخفاض المنسوب للهور من سنة ٢٠٠٠ إلى سنة ٢٠٢٥ فقد تغير الحجم المائي لهور الدلمج خلال هاتين السنتين بمقدار (٨٢٢٥.٨، ١٠٦.١ م٣) لكل منهما على التوالي وبنسبة تغير بلغت (-٩٨.٧٪)، إذ إن حجم المياه يعكس الوضع الهيدرولوجي للهور في ظل التغيرات المناخية، وخسارة الحجم المائي تعكس تأثيراً مُركباً (لانخفاض المساحة، وانخفاض العمق، وزيادة التبخر)، مما يدل على أن هور الدلمج أصبح أقل استقراراً هيدرولوجياً وأكثر هشاشة أمام موجات الجفاف، جدول (٩)، شكل (٣).

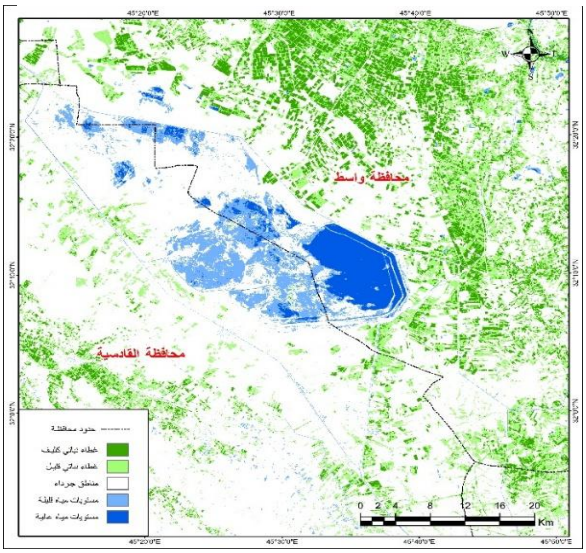
أظهرت الخريطة (٧) و(٨) الفرق بين سنة ٢٠٠٠ و٢٠٢٥ في مساحة الهور، إذ أشار الاتجاه السنوي للمساحة إلى تراجع ملحوظ في مساحة هور الدلمج وانكماشٍ واضح في الامتداد المائي للهور بمعدل(3.52- كم٢) فتراجعت من (253.18-165.13 كم٢) خلال سنة ٢٠٠٠ و٢٠٢٥ على التوالي، وبنسبة تغير بلغت (-34.78%)، وبمعدل انكماش

سنوي للهور بلغ (٣.٥٢ كم٢)، ونسبة اكماشٍ بلغت (٣٤.٧٨٪)، إن مؤشر فقدان المساحة لا يعد إمراً عابراً، وإنما يشير إلى عمليةٍ طويلة الأمد ناتجة عن التغيرات المناخية، إذ تعكس المساحة التغيرات الأفقية المتولدة عن العوامل المناخية، فسبب انخفاض الإمداد المائي السنوي هو تراجع المعدلات المطرية وتذبذب أوقات تساقطها وتدني معدلات الرطوبة النسبية، وزيادة تعرض المنطقة لدورات الجفاف، وارتفاع درجات الحرارة خلال العقدين الأخيرين، مع زيادة تكرار الموجات الحارة لاسيما خلال أشهر الصيف، مما أدى إلى ازدياد معدلات التبخر السنوي، وبالتالي أدى إلى معدلات فقدان مائي أكبر، أو يشير إلى عوامل بشرية (زيادة الطلب على الماء)، وفي الحقيقة ممكن أن يرتبط هذا التراجع في كل من المنسوب والحجم المائي والمساحة لهور الدلمج بالتغيرات المناخية، وممكن أيضاً أن يكون للجوانب الإدارية تأثيراً كبيراً عليه من خلال التغير في الإطلاقات المائية سواء أكانت بالمياه الواصلة للهور أو المسحوبة منه الجدول (٩)، الشكل (٤).

خريطة (٧) مؤشر اختلاف المياه المعياري لسنة ٢٠٠٠



خريطة (٨) مؤشر اختلاف المياه المعياري لسنة ٢٠٢٥



المصدر: اعتماداً على بيانات القمر الأمريكي (Landsat 7)، الحزم (٢، ٤)، بدقة (٣٠ م)، لسنة ٢٠٠٠، وبيانات القمر الأمريكي (Landsat 8)، الحزم (٣، ٥)، بدقة (٣٠ م)، لسنة ٢٠٢٥.

جدول (٩) معدل واتجاه التغير الكمي لهور الدلمج لسنة (٢٠٠٠ و٢٠٢٥) بحسب نتائج مؤشر الاختلاف المعياري للمياه NDW

القياسات	سنة ٢٠٠٠	سنة ٢٠٢٥	الفرق بين السنتين	نسبة التغير (*) (%)	حساب الاتجاه السنوي(**)	معدل الانكماش في المساحة (كم٢)(***)	نسبة الانكماش (%)
المنسوب (م)	18	13	-5	-27.8	-0.2		
الحجم (م٣)	8225.8	106.1	-8119.7	-98.7	-324.8		
المساحة (كم٢)	253.18	165.13	-88.05	-34.78	-3.52	3.52+	34.78

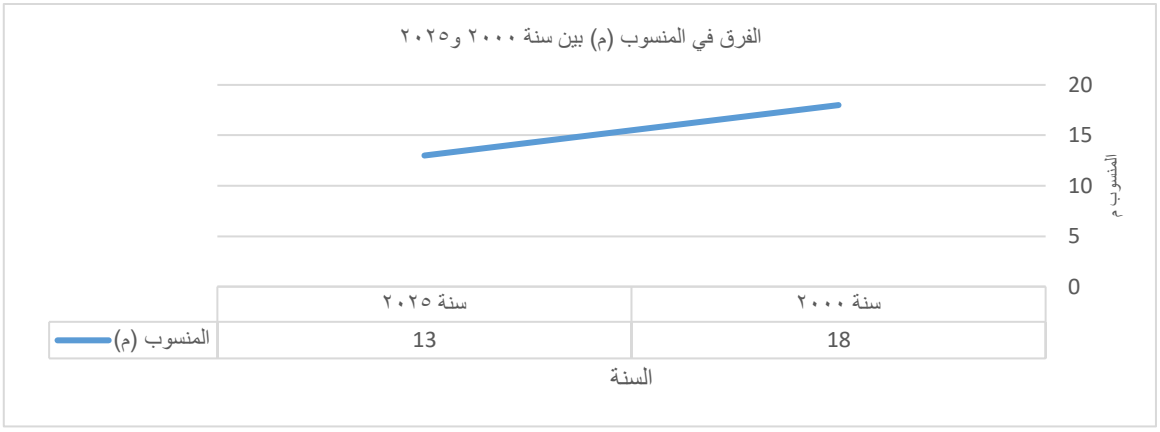
المصدر: اعتماداً على خريطة (٧، ٨).

(*) نسبة التغير= فرق التغير في القياس (المساحة، العمق، الحجم،...الخ) بين تاريخين مختلفين/القياس الأكبر (للمساحة، العمق، الحجم،...الخ) من التاريخين x١٠٠ (الربيعي، ٢٠٢٣، صفحة ٢٢٩).

(**) حساب الاتجاه السنوي=الفرق بين قيمة السنتين /عدد السنوات بينهما.

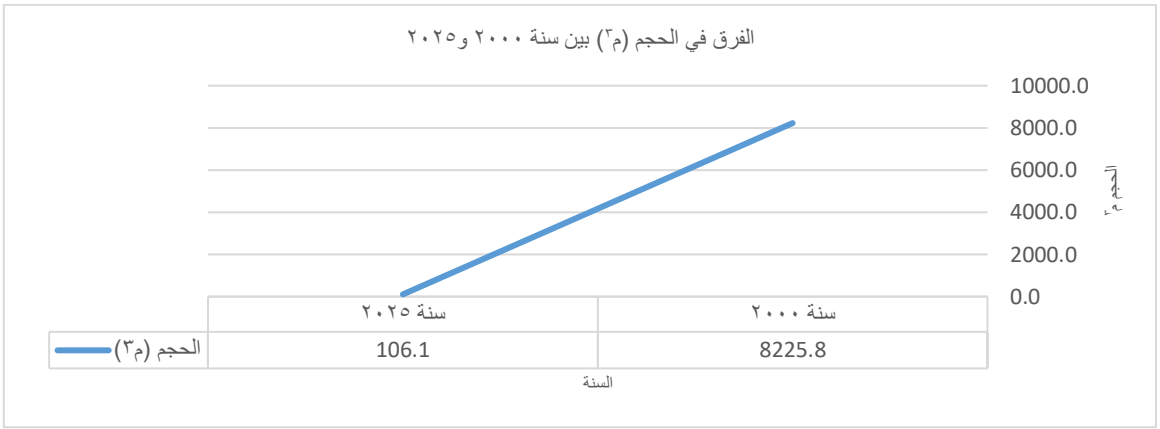
(***) حساب معدل الانكماش = مساحة السنة الأولى–مساحة السنة الثانية/ مساحة السنة الأولى x١٠٠(Pekel, 2016).

شكل (٢) الفرق في المنسوب المائي (م) لهور الدلمج بين سنة ٢٠٠٠ و٢٠٢٥



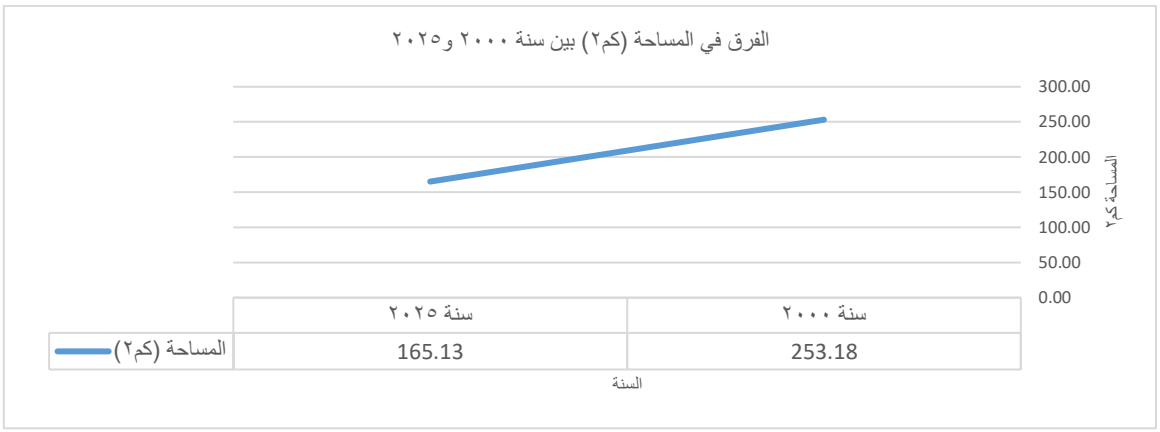
المصدر: اعتماداً على بينات جدول(٩).

شكل (٣) الفرق في الحجم المائي (م^{٣}) لهور الدلمج بين سنة ٢٠٠٠ و٢٠٢٥



المصدر: اعتماداً على بينات جدول (٩).

شكل (٤) الفرق في مساحة هور الدلمج (كم^{٢}) بين سنة ٢٠٠٠ و٢٠٢٥



المصدر: اعتماداً على بينات جدول (٩).

٣-٢ التغير البنيوي (تحول الفئات المائية) لهور الدلمج خلال سنتي ٢٠٠٠ و٢٠٢٥ بحسب نتائج مؤشر الاختلاف المعياري للمياه NDWI

أظهر تصنيف مؤشر الاختلاف المعياري للمياه NDWI للسنوات ٢٠٠٠ و٢٠٢٥ وجود تباين زمانياً ومكانياً في توزيع الفئات المائية ضمن منطقة الدراسة، ولوحظ من خلال المقارنة بين السنتين حصول تغير نوعي في تركيب الفئات المائية، وتحول بعضها وانتقاله من حالةٍ مائية ثابتة إلى حالةٍ مائية أكثر هشاشة، مما يعكس طبيعة الوضع الهيدرولوجي ومدى تأثره بالعوامل المناخية، فبالنسبة إلى فئة المياه بمستويات عالية أو ما يمكن تسميتها بفئة المياه العميقة، سجلت سنة ٢٠٠٠ مساحةً بلغت (97.63كم٢)، في حين انخفضت في سنة ٢٠٢٥ إلى (94.14كم٢) بمعدل انكماش بلغ (2.72كم٢)، ومعدل تغير سلبي بلغ (14.68-%)، مما يشير هذا التراجع إلى انخفاضٍ في حجم التخزين المائي الفعلي نتيجة التغيرات المناخية فضلاً عن سياسة الاستخدام المائي، إن هذه الفئة من المؤشر تمثل قدرة نظام المسطحات المائية على الحفاظ على مخزونه لفترةٍ طويلة الأمد، وأي انخفاضٍ في مساحتها يعد مؤشراً على تراجع الوظيفة التنظيمية للمسطح المائي، أما الفئة المائية الأخرى من تصنيف المؤشر وهي فئة المياه قليلة المستوى أو ما تعرف بالمياه الضحلة، فقد أفادت النتائج بأن مساحتها ارتفعت من (57.63كم٢) لسنة ٢٠٠٠ إلى (196.54كم٢) لسنة ٢٠٢٥ بنسبة تغير إيجابية مقدارها (+70.68%)، إن هذه الارتفاع يشير إلى انتقال وتحول جزء من المياه العميقة إلى مياهٍ ضحلةٍ بسبب الانكماش وتذبذب مناسيب المياه وشح مائي نسبي، ويدل على حساسية النظام الهيدرولوجي للتغيرات المناخية، إن هذه الفئة المائية من التصنيف تُعبر عن الهشاشة فهي مرحلة انتقالية تمثل المنطقة الأكثر تعرضاً للانحسار او الاندثار خلال مدد الجفاف المحتمل.

أما الفئات غير المائية والتي يُقصد بها (المناطق الجرداء، ومناطق التغطية النباتية بمختلف كثافتها) فقد أظهرت الخريطة (٧) زيادة المناطق العارية (الجرداء) من (2837.2كم٢) لسنة ٢٠٠٠ إلى (3089.84كم٢) لسنة ٢٠٢٥، بنسبة تغير إيجابية مقدارها (+8.18%)، مما لا شك فيه أن هذا الارتفاع مؤشر على توسع اليابس على حساب المسطح المائي وتراجعه أمام التأثيرات المناخية.

كما يمكن من خلال مؤشر NDWI متابعة التغيرات الزمنية للغطاء النباتي، وقياس الإجهاد البيئي الناتج عن الجفاف أو التغير المناخي أو عن النشاط البشري، وأشارت النتائج إلى إن التغيرات المناخية أدت دوراً جداً مؤثر في تغير وانكماش الغطاء النباتي ضمن حوض هور الدلمج لاسيما عند المناطق الهامشية وأطراف الهور، بل إن تأثيره يظهر حتى على النباتات المائية والقصبية التي تعتمد في نموها وتواجدها على الفيضانات الموسمية للهور مما يعكس حساسية النظم البيئية الرطبة مثل هور الدلمج إلى التغيرات المناخية وتذبذب عناصره الحرارية والمطرية، إذ تراجعت مساحة الغطاء النباتي الكثيف والذي يمثل النباتات المائية والقصبية من (463.54 إلى 395.48 كم٢) لسنة ٢٠٠٠ و٢٠٢٥ على التوالي، وبمعدل انكماش بلغ (2.72كم٢)، ونسبة تغير سالبة بلغت (14.68-%)، كما انخفضت مساحة الغطاء النباتي القليل من(969.01 إلى 649.01 كم٢) للسنتين على التوالي نفسه، وبمعدل انكماش بلغ (12.80كم٢)، وبلغت نسبة التغير بالمساحة (33.02-%) بين السنتين، وهذه النتائج جميعها تتوافق علمياً مع تأثيرات التغيرات والتذبذبات المناخية الملموسة من حالاتِ جفافٍ طويل الأمد، وارتفاعٍ شديد في درجات الحرارة، وزيادة معدلات التبخر السطحي مع انخفاض معدلات الرطوبة والأمطار، فضلاً عن تراجع التغذية المائية للهور، مما تسبب في حالة إجهاد نباتي كبير أدى إلى انكماش الغطاء النباتي وتدهور نوعيته، الخريطة (٧) و(٨)، والجدول (١٠).

الجدول (١٠) التغير البنيوي (تحول الفئات المائية) لهور الدلمج خلال سنتي ٢٠٠٠ و٢٠٢٥ بحسب نتائج مؤشر الاختلاف المعياري للمياه NDWI

التصنيف	المساحة كم٢ لسنة ٢٠٠٠	المساحة كم٢ لسنة ٢٠٢٥	معدل الانكماش كم٢	فرق المساحة بين السنتين	نسبة التغير %
غطاء نباتي كثيف	463.54	395.48	2.72	-68.06	-14.68
غطاء نباتي قليل	969.01	649.01	12.80	-320	-33.02
مناطق جرداء	2837.2	3089.84	-10.11	+252.64	+8.18
مستويات مياه قليلة	57.63	196.54	-5.56	+138.91	+70.68
مستويات مياه عالية	97.63	94.14	0.14	-3.49	-3.57
المجموع	4425.01	4425.01	0.00	0	0.00

المصدر: اعتماداً على بيانات خريطة (٧) و(٨).

الاستنتاجات:

١. أظهرت السلسلة الزمنية لهور الدلمج اتجاهاً عاماً لانكماش المساحة الكلية للهور خلال مدة الدراسة.

٢. أظهرت معدلات التغير للمدد الزمنية الخمس المدروسة تبايناً كبيراً، مما يشير إلى ان الانكماش لم يكن ذا نمط ثابت وإنما كان ذا نمط متفاوت مع فترات تباطؤ وأخرى تسارع، ينعكس فيا حساسية النظام المائي للعوامل المناخية والبشرية على المدى الطويل.

٣. التحول البنيوي للفئات المائية أشار إلى انتقالٍ من فئة المياه العالية المنسوب (العميقة) إلى المياه قليلة المنسوب (الضحلة) إلى الفئة غير المائية (اليابس).

٤. السلوك الهيدرولوجي للنظام المائي (الهور) يميل إلى فقدان السعة التنظيمية.

٥. أثبت مؤشر اختلاف الماء المعياري (NDWI) فعاليته في التحليل طويل الأمد.

التوصيات:

١. اعتماد تحليل السلاسل الزمنية لرصد المسطحات المائية في المستقبل.
٢. تعزيز دمج بيانات المناخ وشدة التبخر والإيراد المائي مع التحليل الطيفي للمرئيات الفضائية.
٣. دعم المراقبة البيئية المستمرة للأنظمة المائية الهشة.
٤. إنشاء قاعدة بيانات محدثة لدعم عمليات اتخاذ القرار في إدارة الموارد المائية.

المصادر :

1. E. Ozelkan .(٢٠١٩ ,٠٧ ١٧) .Water Body Detection Analysis Using NDWI Indices Derived from Landsat- ٨OLI. Polish .*Journar of Environmental Studies ،NO)(٢).*VOL.٢٩, p- p(1759-1769).
2. G. B. C .(١٩٩٦) .NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space .*Remote Sensing of the Environment*, VOL(58), p-p(257- 266).
3. Pekel, J.-F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature, 540(7633), 418–422. https://doi.org/10.1038/nature20584.
4. Poter RF ،.Salim M ،.Ararat K و.Fadel O .(٢٠١٠) .A provisional checklist of the birds .*Marsh Bulletin,* NO. (1), p-p(56-95).

٥. الربيعي، ميادة طالب كاظم، (٢٠٢٣)، أثر التغير المناخي في تغير المسطحات المائية أمام السدود الرئيسة في العراق في السنوات الجافة والرطبة باستخدام التقنيات الجغرافية الحديثة، أطروحة دكتوراه (غ. م)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة البصرة.

٦. الساعدي، حسين كريم حمد، (٢٠١٤)، هيدرولوجية أهوار الدلمج والشويجة والسعدية وبيئاتها الحيوية (دراسة مقارنة)، أطروحة دكتوراه (غ. م)، كلية الآداب –جامعة بغداد.

٧. جوير، هيفاء جواد والسراي، ميسون حسن مشجل، (٢٠١٥). دراسة مجتمع لا فقريات القاع في بحيرة الدلمج وسط العراق، *المجلة العراقية للعلوم، العدد (٣).*

٨. صادق، زينب مصطفى، (١ ١٢, ٢٠٢٠)، أهمية الموقع الجغرافي لهور الدلمج في نمو الطلب السياحي –دراسة ميدانية، *مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية مجلة علمية محكمة، العدد (٦)*، الصفحات ٢٩٩–٣١٩.

٩. علكم، فؤاد منحر، (٢٠١٠)، دراسة بيئية للهائمات النباتية في هور الدلمج–الديوانية، *مجلة القادسية للعلوم الصرفة، العدد ٣* .