

RESEARCH ARTICLE

Using digital indicators to determine water levels in Lake Sawa for the period (1972 - 2023) using RS and GIS**Hamza Abbas Hamad Hamza ***

Ministry of Education , Muthanna Education Directorate , Iraq

ABSTRACT

Sawa Lake is an important environmental and tourist landmark in Al-Muthanna Governorate, being a water lake about 14 meters above sea level filled with water in the middle of a desert, fed by water without any waterway supplying it. Major changes have occurred in this environmental landmark, leading to a significant decline in its water levels, leading to its drying up. This study aims to use satellite images resulting from remote sensing, analyze them with geographic information systems software using digital evidence for the period (1972-2023), and identify the environmental changes occurring in Sawa Lake and produce thematic maps for it. The study relied on space data represented by satellite images to study changes in Lake Sawa using spectral indicators after processing them with geographic information systems programs. The study concluded that the water levels in Lake Sawa have decreased significantly and dangerously, which is an indicator of the change in its aquatic environment, leading to a decrease in the amount of water by an area of 4.84 km² in the dry season and an area of 3.64 km² in the wet season. The water volume in Lake Sawa reached its highest level of (190.28) m³, while it decreased to (0) m³ in its lowest levels in 2023. This is a dangerous indicator of the extent of deterioration that the lake has reached and the interruption of its main sources of nutrition, especially since it is one of the most important environmental landmarks in Iraq and Muthanna in particular.

Keywords: Geographic information systems, remote sensing, maps, Lake Sawa..

مقالة بحثية

استخدام المؤشرات الرقمية في تحديد مستويات المياه في بحيرة ساوة للمدة (1972 - 2023) باستخدام GIS و RS**حمزه عباس حمد حمزه ***

وزارة التربية – مديرية تربية المثنى ، العراق

الملخص:

تمثل بحيرة ساوة معلماً بيئياً وسياحياً مهماً في محافظة المثنى ، كونها بحيرة مائية ترتفع عن مستوى سطح البحر بحوالي 14 متر مملوءة بالمياه وسط صحراء ، تتغذى من المياه من دون ان يكون هناك مجرى مائي مزود لها . وحدثت تغيرات كبيرة على هذا المعلم البيئي أدت الى اضمحلال مستويات المياه فيها الى مستويات كبيرة أدت الى جفافها ، وتهدف هذه الدراسة الى استعمال مرئيات الأقمار الصناعية الناتجة عن الاستشعار عن بعد تحليلها ببرامج نظم المعلومات الجغرافية باستخدام الأدلة الرقمية للمدة (1972 – 2023) ومعرفة التغيرات البيئية الحاصلة لبحيرة ساوة وإنتاج خرائط موضوعية لها . اعتمدت الدراسة على البيانات الفضائية المتمثلة بمرئيات الأقمار الصناعية لدراسة التغيرات في بحيرة ساوة باستخدام المؤشرات الطيفية بعد معالجتها ببرامج نظم المعلومات الجغرافية وتوصلت الدراسة ان البحيرة انخفضت مستويات المياه في بحيرة ساوة بشكل كبير وخطير وهذا يعد مؤشر في تغير بيئتها المائية مما أدى للانخفاض في كمية المياه بمساحة 4.84 كم² للموسم الجاف وبمساحة 3.64 كم² للموسم الرطب . وبلغ حجم المياه في بحيرة ساوة في اعلى مستوى له هو (190.28)م³ بينما انخفض الى (0)م³ في ادنى مستوياتها عام 2023 . وهذا يعد مؤشر خطير لمدى التدهور الذي وصلت اليه البحيرة وانقطاع مصادر التغذية الرئيسة عنها ، وخاصة وانها تعد واحدة من أهم المعالم البيئية في العراق والمثنى خاصة.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية ، الاستشعار عن بعد ، الخرائط ، بحيرة ساوة .

Received 05-08- 2025; revised 17-08-2025 ; accepted 17-09- 2025. Available online 25-10- 2025

* Corresponding author

E-mail addresses: hamzahamd2010@gmail.com (H.A. Hamza).<https://doi.org/xx/xxxxx/2572-5440.1043>

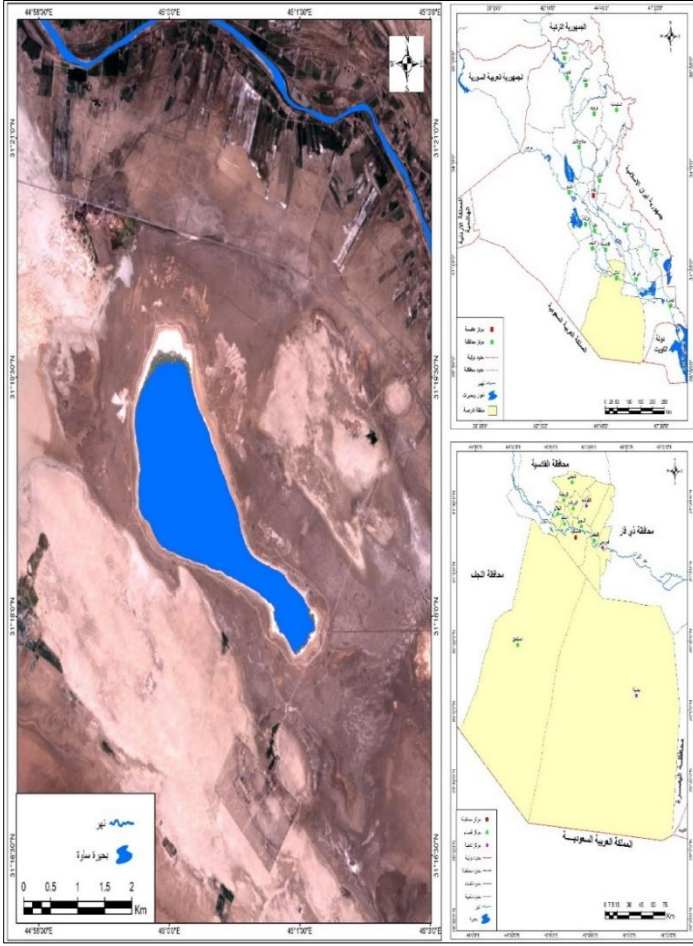
2572-5440/© 2025 The Author(s). Published by Al-Muthanna University. This is an open-access article under the CC BY-NC-SA

license(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

1-المقدمة

خريطة (1)

موقع منطقة الدراسة



المصدر: 1- [1] - [2] - [3].

7- مفاهيم عامة: يتناول البحث عدة مفاهيم أهمها :-

أ- نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information System): بحسب تعريف مؤسسة (ESRI) الأمريكية التي انشأها جاك دانجرود مود (Jack Dangremond) على انها مجمع متناسق يضم مكونات الحاسوب والبرامج وقواعد البيانات فضلاً عن الافراد وفي مجموعة يقوم بحصر دقيق للمعلومات المكانية وتخزينها وتحديثها ومعالجتها وتحليلها وعرضها (P. 15, [4]). وتبرز أهمية نظم المعلومات الجغرافية باعتمادها على تقنية عالية الأداء لتخزين ومعالجة البيانات او استرجاعها وتحديثها ، كما انه يوفر أدوات فعالة في تحليل الظواهر المكانية .

ب- الاستشعار عن بعد (Remote Sensing): وهو علم وفن وتقنية للحصول على قياسات جسم معين او ظاهرة طبيعية عن بعد وبدون اجراء تماس مباشر معها (P. 16, [5]). عن طريق الاشعاع الكهرومغناطيسي لتسجيل البيانات الخاصة بالبيئة والتي يمكن تفسيرها وقياسها ، لاستنباط معلومات مفيدة منها دون وجود أي تلامس فيزيائي مع هذه الظواهر (P. 44, [6]).

ج- الأدلة الرقمية (Digital Index): وتعد احد الأساليب انتشاراً في تقنيات الكشف عن التغير الطيفي ، ويتم من خلال طرح او جمع او قسمة المصفوفات

يمثل الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) ونظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information System) أدوات علمية فعالة في رصد التغيرات وتحليلها رقمياً والبحث عن معالجة هذه التغيرات وتحديثها ، اذا بالإمكان مراقبة المجال الأرضي ببيانات الأقمار الصناعية ضمن مدة زمنية محددة بهدف معرفة مسببات التغير في مظاهر الأرض (Land Cover) ومنها بحيرة ساوة لما لها من أهمية سياحية وبيئية . إذ تعد بحيرة ساوة واحدة من المعالم البيئية المهمة والتي تبعد 28 كم عن مركز مدينة السماوة .

2- مشكلة البحث: تدور مشكلة البحث بالسؤال الاتي ، هل شهدت بحيرة ساوة تغيرات في مساحتها للمدة من (1972-2023) ؟ وما هي الطرق المتبعة للكشف عنها .

3- فرضية البحث : شهدت بحيرة ساوة تغيرات كبيرة في كمية مياهها وتمثل برامجيات نظم المعلومات الجغرافية و المراثيات الفضائية احد أساليب كشفها.

4- هدف البحث: يهدف البحث الى دراسة التغيرات في بحيرة ساوة (Sawa Lake) احد أهم المعالم السياحية والبيئية في محافظة المثنى ، وكشفها وإيجاد السبل لمعالجتها باستعمال نظم المعلومات الجغرافية ، بالاستعانة بالمراثيات الفضائية وبرامجيات نظم المعلومات الجغرافية بهدف التوصل الى النتائج وإيجاد الحلول والعقبات التي واجهتها منطقة الدراسة ، كما يهدف الى رسم خرائط توضيحية لسنوات الدراسة من (1972- 2023) ولموسمين الرطب والجاف وتحليل نتائج تلك الخرائط .

5- منهجية البحث: اعتمد البحث على المنهج التحليلي في تحليل نتائج المعالجة الرقمية للمراثيات الفضائية (Digital Imagery) وتحليلها ، بالاعتماد على المؤشرات الرقمية المتمثلة بمؤشرات (NDVI-NDWI) للكشف عن التغيرات المساحية والغطاء الأرضي فضلاً عن المنهج الوصفي في وصف التغيرات التي طرأت على بحيرة ساوة وتأثيراتها .

6- منطقة الدراسة: تقع حدود منطقة الدراسة خريطة (1) بين خطي طول (31.17 41.297، 44.59 31.607) شرقاً وبين دائرتي عرض (45.146 612، 31.19 52.732) شمالاً . اما جغرافياً فهي تبعد حوالي (28) كم عن مركز مدينة السماوة وتقع غرب مدينة السماوة ضمن قضاء الهلال ضمن بادية المثنى ، وتغطي مساحة (5.25) كم² ، يحدها من الشمال نهر الفرات وهي ضمن المنطقة البيئية بين البادية الجنوبية من الجنوب والسهل الرسوبي شمالاً ، اما حدود الدراسة الزمانية للمدة (1972-2023) ، وتعد بحيرة ساوة من المظاهر الطبيعية والسياحية المميزة من سطح البادية الجنوبية نظراً لما تحمله من تكوين فريد سوى كان من حيث النشأة والموقع المكاني او من التغذية المائية ، خاصة وان أغلب الترب التي تحيط بها هي من الصخور الكلسية والتي ساهمت الفواصل والصدوع فيها بتزويد مائي لها على مر العصور ، الا انها وخلال الفترة الأخيرة بدأت بالتناقص وبشكل كبير حتى وصلت الى الجفاف بشكل تام.

جدول (2)

خصائص مرئيات (OLI) في سلسلة القمر الأمريكي Landsat (1-2)

Band (L1- (L2)	Band (L3)	Band (L4- (L5)	uM	Resolution	L4/L5 TM Band Equivalent
1	4	4	0.5-0.6	68 m X 83 m	~ 2 (0.52-0.60 μm)
2	5	5	0.6-0.7	68 m X 83 m	~ 3 (0.63-0.69 μm)
3	6	6	0.7-0.8	68 m X 83 m	~ 4 (0.76-0.90 μm)
4	7	7	0.8-1.1	68 m X 83 m	~ 4 (0.76-0.90 μm)
N/A	8	N/A	10.4-12.6	68 m X 83 m	~ 6 (10.41-12.5 μm)

المصدر: [9]

جدول (3)

خصائص مرئيات (OLI) في سلسلة القمر الأمريكي Landsat (4-5 TM)

Band Number	uM	Resolution
Band 1	0.45-0.52	30
Band 2	0.52-0.60	30
Band 3	0.63-0.69	30
Band 4	0.76-0.90	30
Band 5	1.55-1.75	30
Band 6	10.41-12.5	120
Band 7	2.08-2.35	30

المصدر: [10]

ج- (4) Landsat : اطلق هذا القمر في (16-07-1982) بمستشعر من نوع (TM,MSS) وعلى مسافة 705 كم وبتغطية أرضية أقل من السلسلة الأولى خلال 16 يوم .

د- (5) Landsat: اطلق هذا القمر في (01-03-1984) بمستشعر من نوع (TM,MSS) وعلى مسافة 705 كم وبتغطية أرضية أقل من السلسلة الأولى خلال 16 يوم . وبعمر افتراضي لغاية 2013 .

الرقمية للحصول على نطاق واحد أو أكثر من نفس النطاقات لنفس المنطقة / وعادةً ما تحدد القيم عند الصفر أو بالقرب منه بوحدات البكسل (P. , [7] 88. وبعبارة أخرى يتم تطبيق العمليات الحسابية على وحدة الصورة وحساب التغير الحاصل من القيم الناتجة .

د-المرئيات الفضائية (Digital Imagery): تتكون المرئية الفضائية من مصفوفة من البكسلات ذات قيم رقمية (Digital Number) والتي تختلف دقتها بحسب الدقة المكانية للمتحمس فكلما صغر حجم البكسل زادت دقتها التمييزية والعكس صحيح ،ويحمل كل بكسل قيمة رقمية تختلف عن ما يجاورها كونه يدل على ظاهرة مكانية .

7-خطوات البحث : مر البحث بعدة مراحل منها جمع البيانات والمرئيات الفضائية مدة الدراسة ومن ثم معالجتها وتحليلها باستعمال صندوق أدوات (Arc Tools) لبرنامج (Arc GIS V.10. 8.2) بأداة (Raster Calculate) . وبالاعتماد على سلسلة أقمار (Landsat) وكما موضحة في الجدول (1) و(2) و(3) و(4) و(5).

أ- (1) Landsat : اطلق هذا القمر في (23-07-1972) بمستشعر من نوع (RBV,MSS) وعلى مسافة 900 كم وبتغطية أرضية خلال 18 يوم وتغطي كل لقطه مساحة (185) كم .

ب- (2) Landsat : اطلق هذا القمر في (22-01-1975) بمستشعر من نوع (RBV,MSS) وعلى مسافة 900 كم وبتغطية أرضية خلال 18 يوم .

جدول (1)

تاريخ وموقع المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة

Path	Row	Date	Satellite
168	38	1972-10-14	Landsat 1
168	38	1976-03-19	Landsat 2
168	38	1984-08-20	Landsat 5
168	38	1985-04-24	
168	38	1992-08-09	Landsat 4
168	38	1992-05-13	Landsat 5
168	38	2000-06-04	Landsat 5
168	38	2000-05-03	
168	38	2014-08-14	Landsat 8
168	38	2014-04-24	
168	38	2023-08-07	Landsat 8
168	38	2023-04-01	

المصدر: [8]

جدول (4)

خصائص مرئيات (OLI) في سلسلة القمر الأمريكي (Landsat MSS) (4-5)

Band	الوصف	الطول الموجي (ميكرومتر)	العرض (متر)	درجة الحرارة السطحية
Band 7 – SWIR 2	تحت الحمراء المتوسطة	2.11 – 2.29	30	درجة الحرارة السطحية
Band 8 - Panchromatic	البانكروماتية	0.50 – 0.68	15	رطوبة التربة والمعادن
Band 9 - Cirrus	السمحاق (السحب)	1.36 – 1.38	30	شحن الصورة
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 1	تحت الحمراء الحرارية	10.60 – 11.19	100	المعلق والغيوم
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	تحت الحمراء الحرارية	11.50 – 12.51	100	المعلق والغيوم

المصدر: [12]

هـ - (8) Landsat: اطلق هذا القمر في (11-02-2013) مزود بجهاز تصوير المسعى (جهاز تصوير الأرض التشغيلي) (OLI) و مستشعر الأشعة تحت الحمراء الحراري (TIRS) وعلى مسافة 705 كم وبتغطية أرضية خلال 16 يوم . ويزود مركز مراقبة موارد الأرض والعلوم (EROS) بمرئيات تصل دقتها الى 30 متر .

8: **المعالجة الرقمية:** تحتاج المرئيات الفضائية الى عمليات رقمية تعمل على معالجتها تبعاً للغرض او الهدف المطلوب ، ومن هذه العمليات ماياتي :-

أ-التصحيح الهندسي (Geometric Correction) : يمكن معالجة الأخطاء في المرئيات الفضائية الناتجة من عملية المسح الأرضي للمستشعرات وهذه تؤثر في تسجيل البيانات ضمن خلايا المرئية ومنها الانحراف او التقلبات في الارتفاع ، وهذه الأخطاء يتم تصحيحها بمعادلات رياضية باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية ومنها تغيير مسقط المرئية الفضائية (Re-Project) من (Geographic) الى (UTM) باستخدام برنامج (ERDAS 2015) تبعاً للنظام الجيوديسي (Datum WGS 1984) ومسقط ميركتور المستعرض العالمي (UTM) في نطاق (Zone 38 N) واقتصر التصحيح على المرئيات للسنوات القديمة كون المستشعرات في الأقمار الحديثة تلافيت هذا الاشكال .

ب-عملية الموزايك (Image Mosaic) : تشمل منطقة الدراسة على لوحة واحدة الا ان هذه العملية تم استخدامها في تجميع ملف الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (30 و 90)م بطريقة (Mosaic to New Raster) ببرنامج (Arc GIS 10.8) ومعالجة هذا الملف ليكون لوحة واحدة واستخدامها في اشتقاق خطوط الكنتور والتضرس لمنطقة الدراسة.

ج-عملية القطع (Clipping): تمثل واحدة من اهم مراحل الدراسة ، وتهدف الى تقليص عمليات التحليل ضمن منطقة الدراسة بهدف تسريع المعالجة الرقمية وتقليص الوقت .

9: **دليل أختلاف الماء الطبيعي (NDWI (Normalized Difference Water Index):** يمكن اشتقاق الأدلة من بيانات الاستشعار عن بعد باستخدام

Band (L1-L2)	Band (L3)	Band (L4-L5)	MSS Sensors	uM	Resolution	L4/L5 TM Band Equivalent
4	4	1	Visible green	0.5-0.6	68 m X 83 m	~ 2 (0.52-0.60 μm)
5	5	2	Visible red	0.6-0.7	68 m X 83 m	~ 3 (0.63-0.69 μm)
6	6	3	Near-Infrared	0.7-0.8	68 m X 83 m	~ 4 (0.76-0.90 μm)
7	7	4	Near-Infrared	0.8-1.1	68 m X 83 m	~ 4 (0.76-0.90 μm)
N/A	8	N/A		10.4-12.6	68 m X 83 m	~ 6 (10.41-12.5 μm)

المصدر: [11]

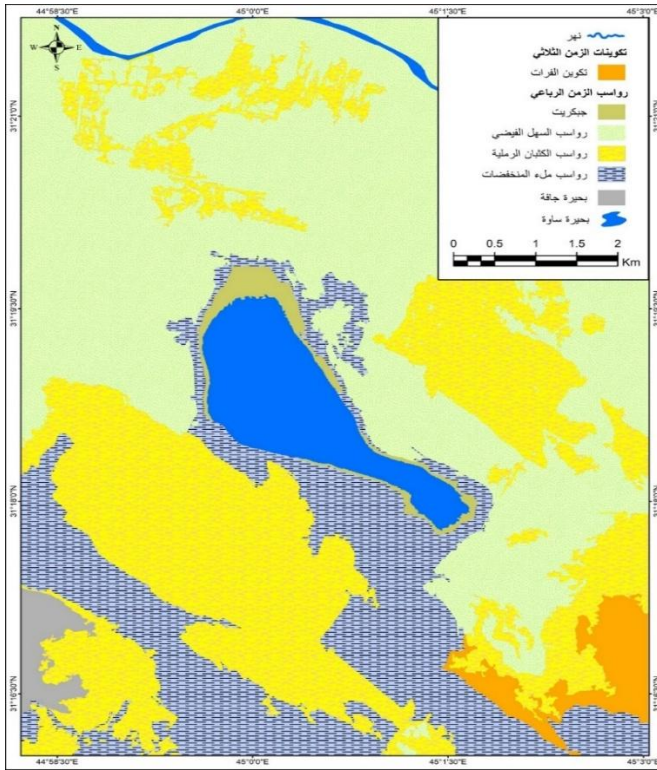
جدول (5)

خصائص مرئيات (OLI) في القمر الأمريكي 8

الاستخدام الرئيسي	القوة التمييزية (متر)	الاطوال الموجية (ميكرومتر)	الوصف	النطاقات
المياه الضحلة والهيا	30	0.43 – 0.45	السواحل	Band 1-Coastal aerosol
المياه الضحلة وغطاء الارض	30	0.45 – 0.51	أزرق مرئي	Band 2 - Blue
الغطاء النباتي والغطاء الارضي	30	0.53 – 0.59	أخضر مرئي	Band 3 - Green
المعادن والتربة والغطاء الارضي	30	0.64 – 0.67	أحمر مرئي	Band 4 - Red
الغطاء النباتي , NDVI	30	0.85 – 0.88	تحت الحمراء القريبة	Band 5 – Near Infrared (NIR)
رطوبة التربة والمعادن	30	1.57 – 1.65	تحت الحمراء المتوسطة	Band 6 – SWIR 1

منطقة الدراسة باشكال مختلفة منها كثبان البرخان او صفائح رملية مستمرة او متقطعة ، وتغطي مساحة (22.17) كم² وبنسبة (26.90)% من مساحة الدراسة ، وهي اما رمال ناعمة من الطين او طين غربي مع أجزاء من الرخويات ، ويدل اتجاهها الى الرياح السائدة من الشمال الغربي. ومصدر هذه الرواسب هو رواسب الزمن الثلاثي بالإضافة الى الرواسب الغرينية في الصحراء الغربية (P. 289, [16]).

خريطة (2) جيولوجية بحيرة ساوة



المصدر: [17]

جدول (6)

مساحة التكوينات الجيولوجية لمنطقة الدراسة

الزمن	التكوين الجيولوجي	العصر الجيولوجي	المساحة كم ²	النسبة %
الثلاثي	تكوين الفرات	مايوسين الاسفل	1.77	2.15
الرباعي	جبكريت	بلايوسين - هولوسين	0.89	1.08
	رواسب السهل الفيضي	هولوسين	39.77	48.25
	رواسب الكثبان الرملية	هولوسين	22.17	26.90
	رواسب ملء المنخفضات	هولوسين	13.21	16.03
	المجموع		82.43	100

المصدر: [18]

علاقات بين النطاقات تشمل القسمة، الطرح والفرق المتعامد لتعمل هذه الأدلة على تعظيم الظواهر المطلوب تبيانها وتوضيحها في المرئية في حين تعمل على تقليل أثر ظواهر أخرى اعتماداً على قيم الأنعكاسية والقيم العددية للمرئية الفضائية . ويتم احتساب هذا المؤشر من خلال الفرق بين انعكاس الضوء الأخضر مع الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR) ، وتراوح قيمة مؤشر اختلاف المياه الطبيعي (NDWI) بين 1- إلى 1. وتشير قيمة مؤشر أكبر من 0.5 للمسطحات المائية بينما للغطاء النباتي عن المسطحات المائية بسهولة. وتراوح القيم الإيجابية على 0 إلى 0.2 (P. 3, [13]).

9-الخصائص الطبيعية: تبرز أهمية دراسة الخصائص الطبيعية لما لها من دور كبير في ابراز العناصر التي ساعدت على تكوين نوعية الصخور والنظام المائي المساهم في تكوين بحيرة ساوة ، وهي تلك العمليات التي رسمت الشكل النهائي لها ويمكن دراستها بما يأتي :-

أولاً: جيولوجية منطقة الدراسة: تعود أعمار التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة الى عصر الميوسين الأوسط ومن اهم هذه التكوينات ماياتي الخريطة (2) والجدول (6):-

أ-تكوينات الزمن الثلاثي: ويتمثل بتكوين الفرات (EuphratesFormation) الذي يعود الى عصر الميوسين الاسفل الذي يشغل الجزء الجنوبي الشرقي من بحيرة ساوة بمساحة (1.77) كم² وبنسبة (2.15)% من مجموع مساحة منطقة الدراسة وبسبب يتراوح بين (6-10) متر وهو عبارة عن حجر جيرى ورمل (P. 8, [14]).

ب-رواسب الزمن الرباعي (QuaternaryDeposits): تغطي رواسب الزمن الرباعي معظم منطقة الدراسة وهي كالآتي:-

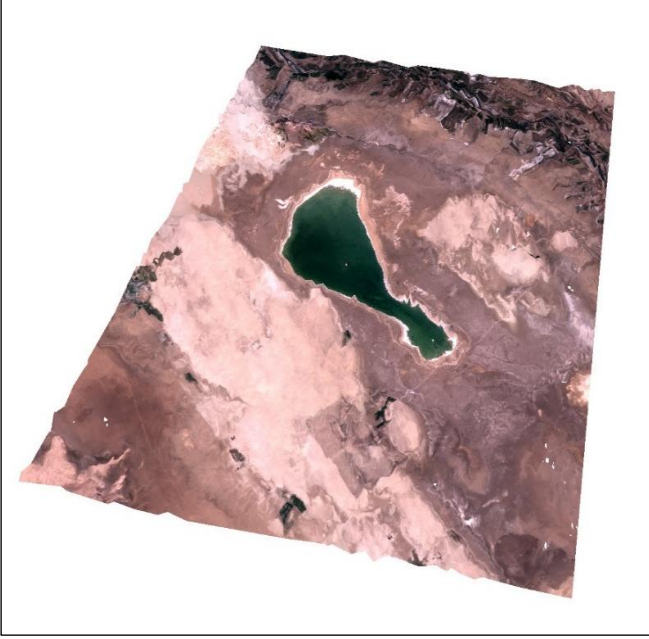
1-جبكريت (Gypcrete) (بلايوسين - هولوسين): وهو مسحوق ليفي سمكه بين (0.5 – 2.0) متر ، يشغل مساحة (0.89) كم² من مجموع مساحة منطقة الدراسة ، والذي يتكون بفعل ظاهرة الترسيب او نتيجة تقلبات المياه الجوفية في المناطق الصحراوية القاحلة وعادة مايتواجد ممزوجاً بمكونات أخرى.ومن الواضح ان الجبس يغطي اطراف حدود بحيرة ساوة وتتسع المساحة التي يغطيها منها في الجزء الشمالي منها .

2-بحيرة جافة: وهي من الاشكال الجيومورفولوجية وتوجد ضمن المنطقة الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة وهي منطقة منخفضة مغمورة برواسب طينية .

3-رواسب السهل الفيضي (Floodplaindeposits) (هولوسين): وتتألف من رواسب من الرمل والطين الغربي المترسبة من نهر الفرات نتيجة الفيضانات (P. 8, [15]). وتشغل أكبر مساحة اذ بلغت مساحة هذه الرواسب (39.77) كم² وبنسبة (48.25)% من مجموع مساحة منطقة الدراسة .

4-رواسب الكثبان الرملية (Sand dunes)(هولوسين): تظهر الكثبان الرملية في

شكل (1) المجسم التضاريسي لبحيرة ساوة

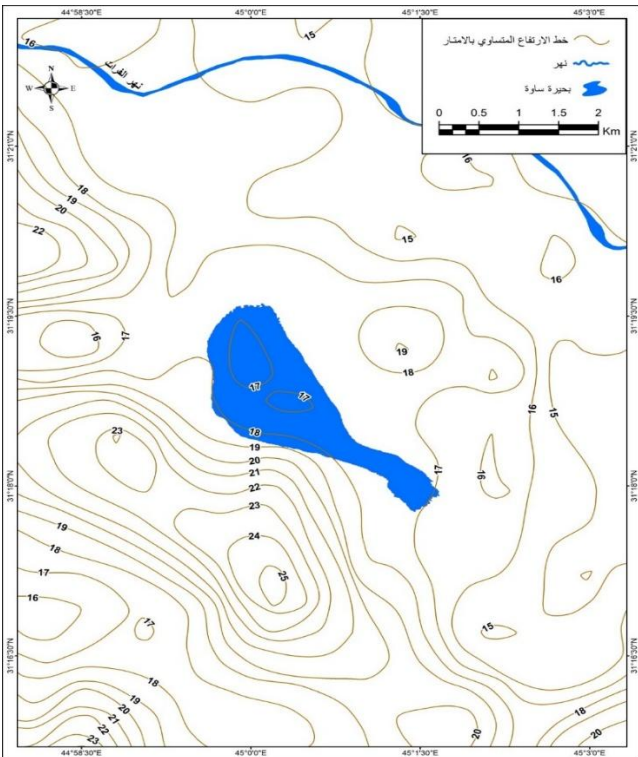


المصدر: [20]

ثالثاً: النتائج والتحليل: بعد اجراء عملية التحليل للمريثيات الفضائية ولست سنوات جافة ومثلها للموسم الرطب تبين ان التغيرات في مساحة المياه بين الموسمين طفيفة، كذلك ان البحيرة بدأت بنقصان واضح منذ عام 2022، كما ان بيانات مريثيات (Corona) التي تعود الى عام (1968) وكما مبينة في

خريطة (3)

مستويات الارتفاع المتساوية



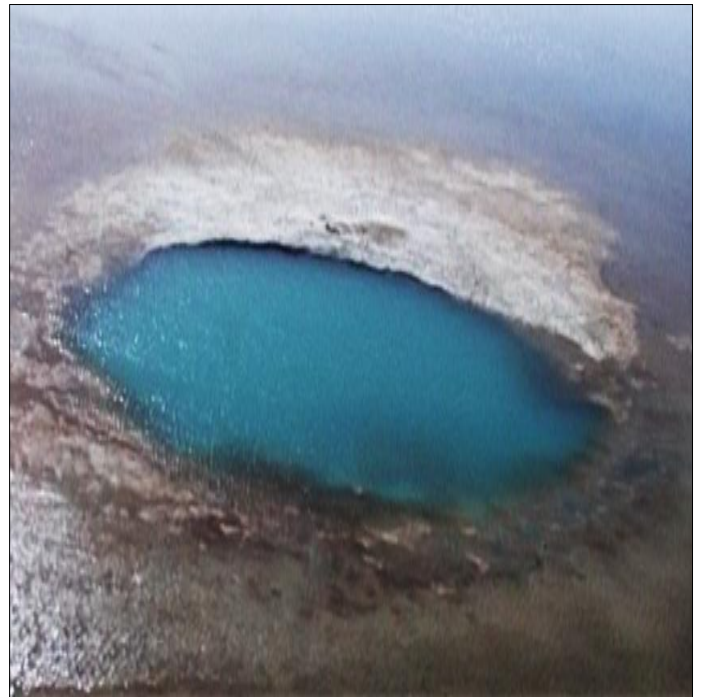
المصدر: [21]

5-رواسب ملء المنخفضات (Depression Fill Deposits) (هلوسين): وتغطي الأجزاء الوسطى والجنوبية من بحيرة ساوة، وهي احواض تطورت بفعل الظروف المناخية والجيومورفولوجية، تمتلئ بالمياه بشكل دائم او دوري ومغطاة بالطين والطين الطيني وعادة ماتكون مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بارتفاع رطوبة التربة وتختلف من مكان الى اخر تبعاً لنوع الصخور التي تشكلها فتختلف في اللون والملمس والتركيب او تكون محشوه بمواد غرينية او طينية ذات اصل نهري ممزوجة بالرمال ويتراوح سمكها (0.5 – 1.5) متر. وتشغل مساحة (13.21) كم² من مساحة الدراسة وبنسبة (16.03)% منها.

ثانياً: خطوط الارتفاع المتساوية (Contour Line): من الواضح من الخريطة (3) ان منطقة الدراسة تنحدر من الجزء الجنوبي الغربي ضمن منطقة الكثبان الرملية نحو الشمال الشرقي ضمن أحواض الانهار، ويتبين من ذلك ان بحيرة ساوة تقع المنطقة قليلة الارتفاع ويلاحظ ان المنطقة الجنوبية الغربية هي منطقة متضرسة نتيجة لوجود الكثبان الرملية، وتتباعد الخطوط في اجزائها الشمالية وصولاً لنهر الفرات، أما بحيرة ساوة فهي ضمن مستوى (17) متر من مستوى سطح البحر.

ومن خلال الخريطة الكنتورية لمنطقة الدراسة، نجد ان أخفض منطقة في حوض البحيرة يقع في الجزء الأوسط والشمال الغربي في مستوى 17 متر، بينما الجهات الشرقية ضمن مستوى الارتفاع 18 متر، وهي المنطقة الوحيدة التي احتفظت بالمياه كما هو موضح في خرائط عام 2023، وهي المنطقة القريبة من العين وكما موضحة في الصورة (1) والشكل (1).

صورة (1) العين المائية المغذية في بحيرة ساوة



المصدر: [19]

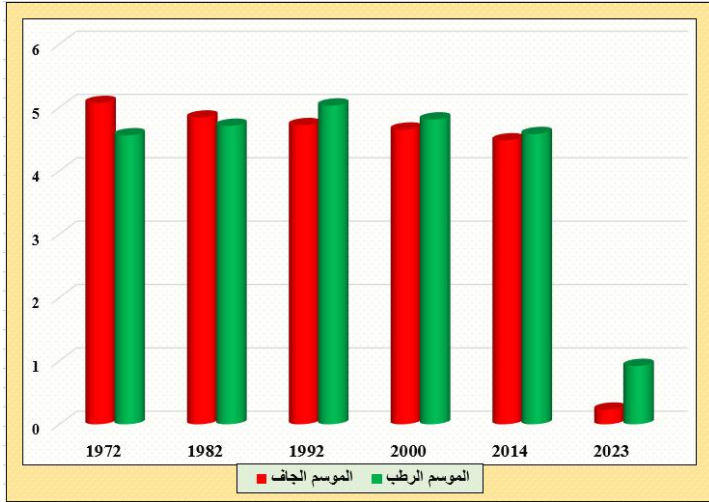
4.81	4.65	2000
4.58	4.48	2014
0.92	0.23	2023

المصدر: [23]

2 - الموسم الرطب: وتوصلت نتائج التحليل الشبكي لمريثيات منطقة الدراسة للموسم الرطب ان مساحة بحيرة ساوة بلغت (4.56) كم² عام 1972 أي بانخفاض بلغ (0.51) كم² عن الموسم الجاف لنفس السنة ، وزادت مساحتها عام 1992 الى (5.03) كم² وبدأت بالتناقص حتى بلغت (0.92) كم² عام 2023 . يتبين من ذلك ان بحيرة ساوة بقيت محافظة على منسوب مياهها للمدة من 1972 الى 2014 وهذا يدل على ان مستوى مياهها مرتبط بمياه تتدفق من شقوق وصدوع في اسفلها معتمدة على حركة المياه الجوفية في أعماق من (12-16) متر (9-8 P, 24). وكما هو واضح من خلال الخريطة الكنتورية التي توضح ان مستوى الماء عند 17 متر هو فقط الذي تبقى من حوضها المائي في سنة 2023 .

شكل (2)

يوضح مستويات مساحة المياه للموسمين الجاف والرطب



المصدر: [25]

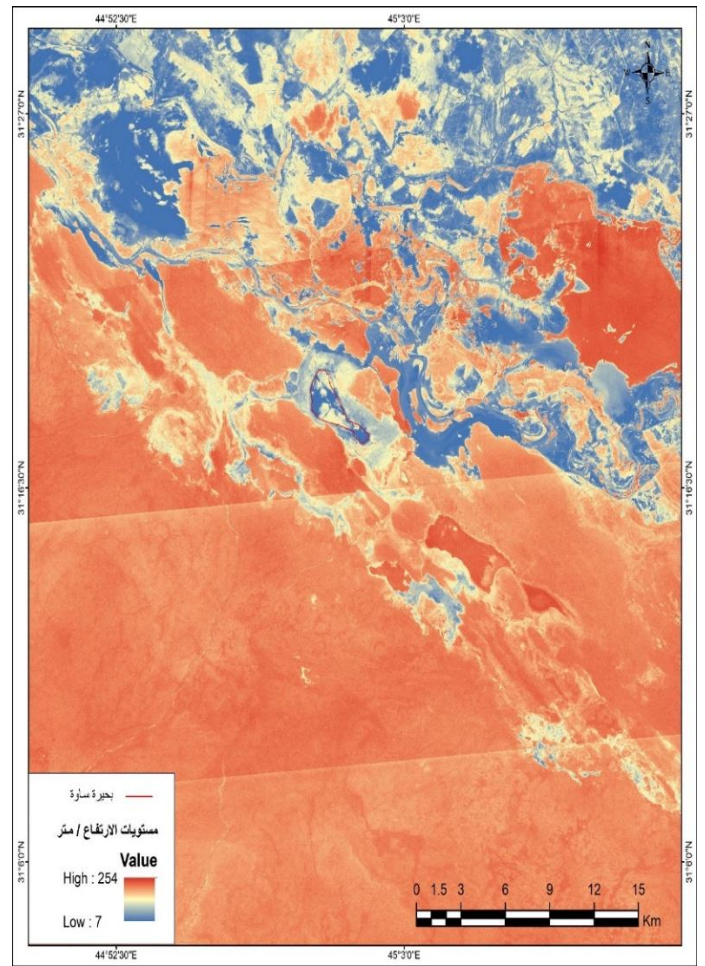
ومن الملاحظ من الشكل (2) ان مستويات المياه كانت متقاربة للمدة (1972-2014) الا ان سنة (2023) تبين ان مستويات المياه انخفضت بشكل كبير ، وترجع أسباب انحسار المياه الى الظروف المحيطة ببحيرة ساوة والمتمثلة بالمناخ الصحراوي وقلّة التساقط المطري . ونظراً لكون جدار البحيرة جبسي ناتج من عمليات التبخر والترسيب أدى الى تكون كهوف بسبب عمليات الاذابة الامر الذي ادى الى امهيارات سببت انسداد مصادر تغذيتها للمياه (33 P, 26).

الخريطة (4) ان المناطق الشمالية من بحيرة ساوة كانت مناطق مغمورة بالمياه وتنحدر نحو الجنوب من منطقة الدراسة ولدراسة هذه التغيرات قسمت الى موسمين وكما ياتي :-

1-الموسم الجاف : بعد اجراء عملية الحاسبة الشبكية (Map Algebra) للمريثيات المنتخبة للموسم الجاف في منطقة الدراسة الخرائط (4) تبين ان مساحة بحيرة ساوة بلغت عام 1972 (5.07) كم² كما هو موضح في الجدول (7) والشكل (2) وان المساحة بدأت بالانحسار التدريجي حتى بلغت مساحتها (0.23) كم² عام 2023 . أي ان نسبة التغير بلغت (4.84) كم² .

الخريطة (4)

مستويات المياه في المناطق القريبة من منطقة الدراسة سنة 1968



المصدر: [22]

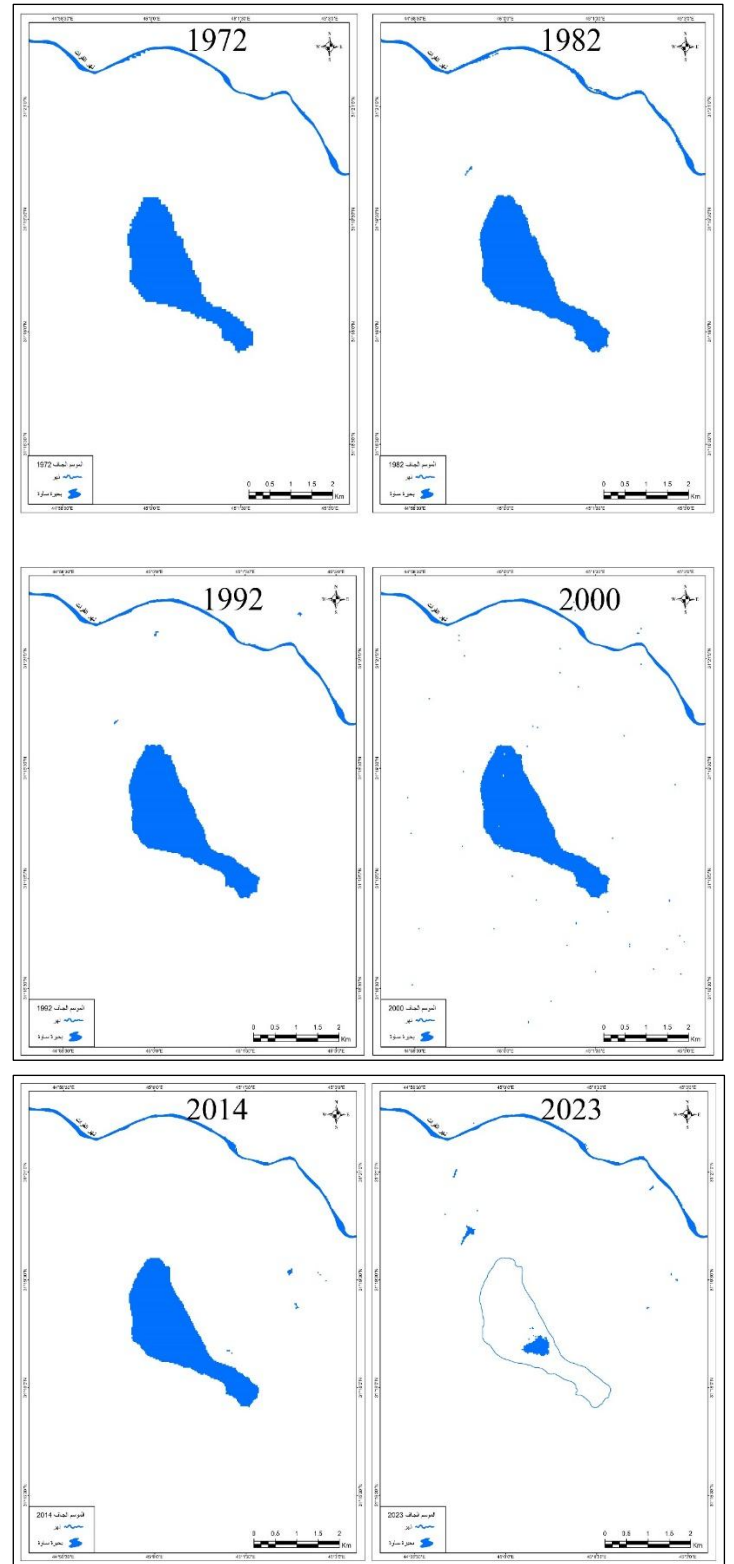
جدول (7)

مساحة بحيرة ساوة للمدة (1972-2023) للموسم الجاف حسب مؤشر IDWI

السنة	الموسم الجاف	الموسم الرطب
1972	المساحة كم ² 5.07	المساحة كم ² 4.56
1982	المساحة كم ² 4.84	المساحة كم ² 4.71
1992	المساحة كم ² 4.72	المساحة كم ² 5.03

خرائط (4)

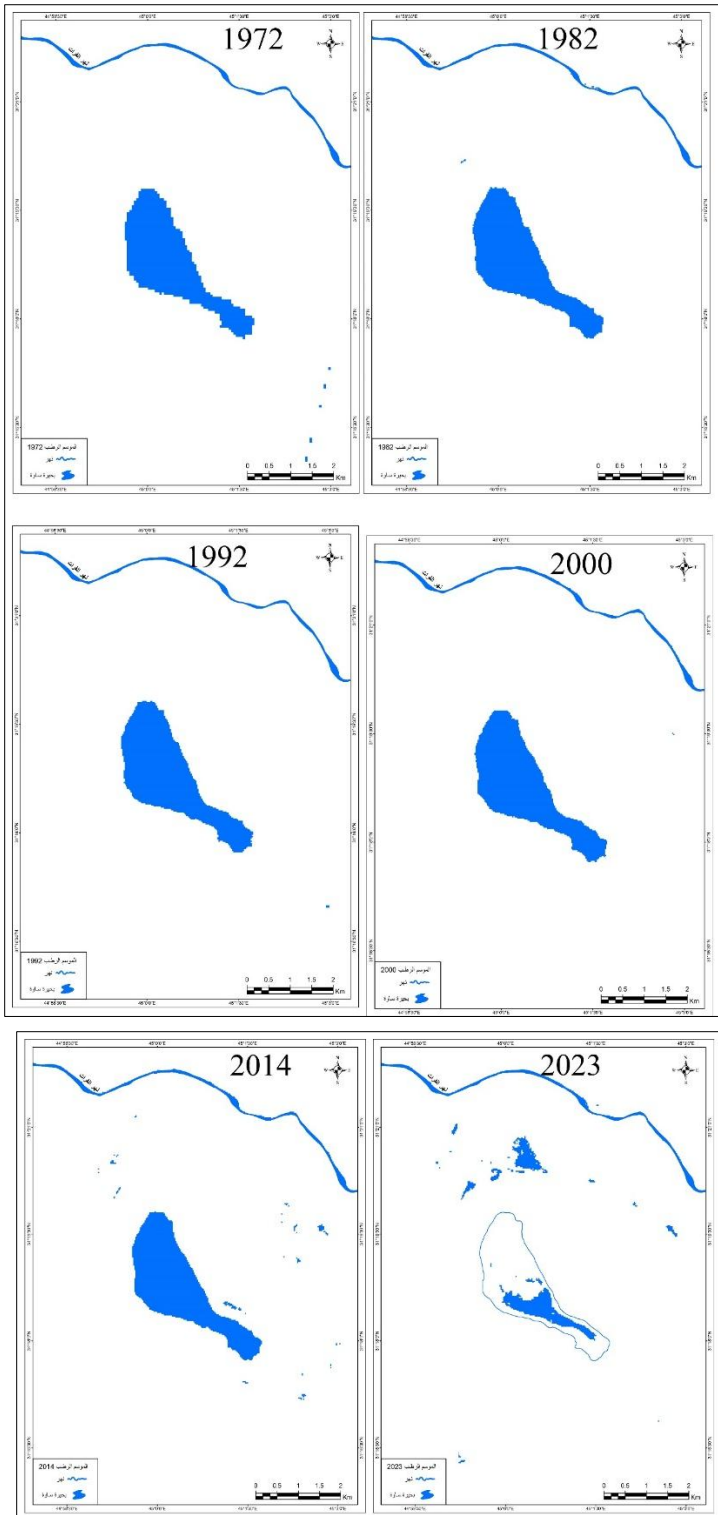
مساحة بحيرة ساوة للمدة (2023-1972) للموسم الجاف حسب مؤشر IDWI



المصدر: [27]

خرائط (5)

مساحة بحيرة ساوة للمدة (2023-1972) للموسم الرطب حسب مؤشر IDWI



المصدر: [28]

3-حجم المياه في بحيرة ساوة (Calculate Volume of Water in Sawa Lake) :
 يمكن حساب مستويات المياه وتقدير كمياتها من خلال الاستعانة بخطوط
 الكنتور المستخرجة من ملفات الارتفاع الرقمي (DEM) لمستويات المياه ضمن

الجوفية لها.

4- ضرورة الاهتمام بالوضع البيئي لبحيرة ساوة كونها عنصراً بيئياً وتاريخياً مهماً في العراق ، وضرورة مراقبة التغيرات عليها وباستمرار ، والاهتمام الإعلامي بها لجذب السياح لما له من مورود مادي للمحافظة .

5- برزت الدراسة أهمية المرئيات الفضائية والتحليل الشبكي في دراسة حالة المسطحات المائية ، وقياس نسبة التغير في كميات المياه.

6- ضرورة رصد التغيرات بشكل مستمر للبحيرة من خلال البيانات الفضائية لسهولة استخدامها وتوفيرها بشكل دوري ، مما يساهم في وضع سياسات للنظام الهيدرولوجي والبيئي فيها وبالتالي التوصل الى حلول جذرية للمنظومة المائية فيها .

7- إمكانية استخدام مؤشر (NDWI) في تقدير نسبة الجفاف الذي يهدد بحيرة ساوة من خلال النتائج لمعرفة مساحة المحيط المائي للمواقع وقياس نسبتها من المساحة الكلية .

8- اعتماد وسائل الاعلام لتسليط الضوء على بحيرة ساوة ، بما يضمن التفات الجهات ذات العلاقة على المستوى العالمي ومنها منظمات مكافحة التصحر وتغير المناخ لدراسة التغيرات البيئية لها.

المصادر:

1- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة العراق الإدارية ، بمقياس 1:1000000، بغداد ، 2023.

2- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة المثني الإدارية ، بمقياس 1:500000، بغداد ، 2023.

3- القمر الاوربي (Sentinel 2A) ، الحزم (4،3،2) ، بدقة (10 متر) ، 2023 .

4- الخزامي ، عزيز محمد ، نظم المعلومات الجغرافية أسس وتطبيقات للجغرافيين ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، 1998.

5- الداغستاني ، نبيل صبيحي ، الاستشعار عن بعد الأساسيات والتطبيقات ، دار المناهج للنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، الأردن ، 2003 .

6- المومني ، لطفي راشد ، الاستشعار عن بعد في الهيدرولوجي دراسة هيدرولوجية حوض وادي الموجب الرئيسي في الأردن ، المكتبة الوطنية ، 1996.

7-James B.Campbell and Randolph H.Wynne•Introduction to Remote Sensing •Part6•Guilford Press e-book•NewYork •London•2023

8-<http://landsat.usgs.gov/index.php>.

9-landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satelites.

10-landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satelites.

11-landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satelites

سنوات الدراسة ، ومن الواضح ان مستوى اعلى ارتفاع وصلت اليه بحيرة ساوة هو (17) متر، سيتم اعتماد هذا الارتفاع في تحديد مستوى الماء فيها ضمن سنوات (1972 ، 1992، 1982) عن طريق الأداة (Volume Surface) وبعد تطبيق متطلبات الأداة تبين ان كمية الماء في البحيرة هو (190.28)م³ عن انشغال مساحة البحيرة البالغة (5.07) كم². بينما بلغ مستوى الماء عند خط ارتفاع (8) متر (0) م³ والذي وصلت فيه مستوى البحيرة في سنة 2023 مساحة مياه بلغت (0.23) كم² في الموسم الجاف وكما موضح في الشكل (3) و (4).

شكل (3)

مستوى ماء بحيرة ساوة 1972

Plane_Height	Reference	Z_Factor	Area_2D	Area_3D	Volume
17	BELOW	1	4043162.074774	4043163.894678	190.279538

المصدر: [29]

شكل (4)

مستوى ماء بحيرة ساوة 2023

Plane_Height	Reference	Z_Factor	Area_2D	Area_3D	Volume
17	BELOW	1	545897.356708	545897.356708	0

المصدر: [30]

النتائج والتوصيات:

1- تبين من خلال تطبيق مؤشر (NDWI) للفترة من 1972 – 2023 بمساحة 4.84 كم² للموسم الجاف وبمساحة 3.64 كم² للموسم الرطب ، انخفاض مستويات المياه في بحيرة ساوة بشكل كبير وخطير وهذا يعد مؤشر في تغير بيئتها المائية مما أدى للانخفاض في كمية المياه .

2- بلغ حجم المياه في بحيرة ساوة في اعلى مستوى له هو (190.28)م³ بينما انخفض الى (0)م³ في ادنى مستوياتها عام 2023. وهذا يبين مدى التدهور الذي وصلت اليه البحيرة وانقطاع مصادر التغذية الرئيسة عنها .

3- بلغ مستوى ارتفاع بحيرة ساوة (17) م عن مستوى سطح البحر بالنسبة للأراضي القريبة لها ومنها نهر الفرات في الشمال عند مستوى (16) متر ، بينما ترتفع الأراضي تدريجياً في الجزء الجنوبي الغربي حتى تصل الى (23) م. مما يساهم في تغذية البحيرة بالمياه من الوديان الواقعة ضمن هذه المنطقة والتي تزود بالمياه خلال سنوات المطر من جهاتها الجنوبية والتي تساهم في تدفق المياه

21-German Space Agency ،DLR's TerraSAR-X and TanDEM-X Satellites،TanDEM-X 90m،2015.

- 22-الباحث بالاعتماد على (Corona Imagery) ، بدقة 2 متر ، 1968 .
 23-الباحث بالاعتماد على الخرائط (5.4) .
 24-سلسلة أقمار (Landsat) الامريكية ، الحزم (6،5،2) ، بدقة (30) متر ،
 1972- 2023 .
 25-الباحث بالاعتماد على الجدول (7) .
 26-سلسلة أقمار (Landsat) الامريكية ، الحزم (6،5،2) ، بدقة (30) متر ،
 1972- 2023 .
 27-الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc GIS 10.8.2) .
 28-الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc GIS 10.8.2) .
 29-محمد ،صفاء جاسم ، بحيرة ساوة جغرافياً ، بيئياً ، سياحياً ، مجلة أوروک
 للأبحاث الانسانية، العدد الأول ، 2008 .
 30-راضي ،عبدالمحسن عبدالله و علاوي ، حسين قاسم ، تأثير تذبذب مناسيب
 ونوعية المياه الجوفية المحيطة ببحيرة ساوة في مياه البحيرة ، مجلة المثني للعلوم
 الزراعية ، المجلد (5) ، العدد (1) ، 2017 .

Ilites.

- 12-landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.
 13-Stuart K.McFeeters ،Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a Geographic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquito Abatement: A Practical Approach. Remote Sensing 2013 .
 14-Remote sensing،ISSN 2072-4292
 15-Anwar M.Barwary and Naseira A.Slewa،Al-Najaf Quadrangle NH-38-2،Iraq Geological Survey،Geology Department،Baghdad ،1994.
 16-العبدان ،رحيم حميد و غريب ،دعاء محمد ، الكشف الطبوغرافي والهيدروولوجي لبحيرة ساوة وعيونها المائية في العراق باستعمال تقنيات المسح الطبوغرافي ونظم المعلومات الجغرافية ، مجلة الاداب ، العدد 127 .
 17-وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، لوحات جيولوجية (النجف ، الناصرية) ، بمقياس 1:250000 ، بغداد ، 2013 .
 18-الباحث بالاعتماد على بيانات الخريطة (2) .
 19-الدراسة الميدانية بتاريخ (2023/5/5) .
 20-الباحث بالاعتماد على برنامج (Arc Scene 10.8.2) .