

Study of Hydrology and Geomorphology of the Lake Sawa, Al-Muthanna Province, Iraq

Falah Abed^{*1}, Sarhan Al-Khafaji², Marwah Hasan³

¹ Directorate of Scholarships and Cultural Relations, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Iraq.

² College of Education for Human Sciences, Al-Muthanna University, Iraq.

³ Middle Technical University, Technical Engineering College, Baghdad, Iraq.

<https://doi.org/10.35516/hum.v49i3.1357>

Received: 22/8/2020

Revised: 5/1/2021

Accepted: 27/4/2021

Published: 15/5/2022

* Corresponding author:
falah2020@yahoo.com

Abstract

The study intends to identify both the geomorphologic and hydrological characteristics of Lake Sawa regarding its water sources and the specific attributes of this water. The study focused on the impact of climate on lake surface water's physical and chemical properties. The analysis of both the data for a major climate cycle (30 years) for the period (1989- 2018) and the samples taken from Lake Sawa water depth (1-5) meters proved that the climate had changed the physical and chemical properties of lake water; besides, the extensive evaporation of its water and the lack of rain precipitation in the lake raised salts ratio to 22885 (mg/liter), as well as the rates of other physical and chemical elements.

Keywords: Lake Sawa; hydrology; low water levels; Iraq

دراسة هيدرولوجية وجيومورفولوجية بحيرة ساوة، محافظة المثنى، العراق

فلاح عبد^{1*}، سرحان الخفاجي²، مروه حسن³

¹ دائرة البعثات والعلاقات الثقافية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق

² كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة المثنى، العراق

³ الجامعة التقنية الوسطى، الكلية التقنية الهندسية، بغداد، العراق

ملخص

تتأثر بحيرة ساوة بتغيرات الظروف المناخية السائدة في المنطقة، الأمر الذي أثر على نظامها الهيدرولوجي سلباً. لذا جاءت أهمية هذه الدراسة لتوضيح تأثير المناخ على طبيعة النظام الجيومورفولوجي والهيدرولوجي لبحيرة ساوة من خلال تحليل المظاهر الجيومورفولوجية المستجدة للبحيرة. اعتماداً على تحليل بيانات دورة مناخية كبرى لـ 30 سنة، تمتد خلال الفترة 1989-2018، وتحليل عينات من مياه بحيرة للعمق ما بين 1-5 متر. وقد بينت الدراسة أن العناصر المناخية قد غيرت من الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه البحيرة، وأن ارتفاع الإشعاع الشمسي وزوايا السقوط التي تكون شبه عمودية خلال أشهر الصيف زادت من درجة حرارة المياه، ونسبة تبخر مياهها مما أدى إلى زيادة نسبة الأملاح ليصل إلى 22885 ملغم/لتر، وارتفاع معدلات العناصر الفيزيائية والكيميائية الأخرى. بالإضافة إلى ذلك، فقد أثر بشكل كبير على جيومورفولوجية والإشكال الجيومورفولوجية للبحيرة من حيث اختفاء بعضها، وظهور أشكال جديدة، وتغيير شكل بعضها الآخر. الكلمات الدالة: بحيرة ساوة، هيدرولوجية، انخفاض مناسيب المياه، العراق

المقدمة

بحيرة ساوة من البحيرات المغلقة التي تقع في المناطق الجافة في الجزء الجنوبي الغربي من العراق، حيث لا تمتلك البحيرة أي أنهار تصب فيها أو تخرج منها؛ إنما تزود بالمياه الجوفية من خلال عيون مائية جوفية، توجد تحت البحيرة، والتي ترشح إليها من نهر الفرات عبر الصدوع والشقوق (الخفاجي، 2016). يعيش في البحيرة نوع واحد من الأسماك، وهو سمك الجرو العربي (Aphanius) الذي يتصف بحجمه الصغير، وطوله الذي لا يتجاوز 10 سم، والعديد من الطيور المقيمة والمهاجرة التي تأتي إليها سنوياً فضلاً عن أنها تمتلك مقومات جذب سياحي لطبيعة تضاريسها، وبيئتها الحياتية والمائية (Ziyadi et al., 2015). تتأثر بحيرة ساوة بظروف المناخ السائدة في المنطقة الذي يتصف بأنه جاف حيث تتراوح درجات الحرارة فيها ما بين (27-40) درجة، وتقل فيها الأمطار، حيث لا تتجاوز 110 ملم في السنة، وأعلى درجة فيه، وصلت لـ 506 ملم، ويحصل ذلك في شهر تموز، وأقل درجة تبخر تصل لـ 89 ملم خلال شهر كانون الثاني، والرياح فيها شمالية غربية بسرعة 4.1 م لكل ثانية، الأمر الذي أثر على نظامها الهيدرولوجي سلباً من حيث التباين في الخصائص النوعية لمياهها بين فترة وأخرى أو من فصل لآخر، إضافة إلى التباين في مناسيب مياه البحيرة من حيث ارتفاعها وانخفاضها خلال فصول السنة، إذ يتراوح معدل منسوب المياه فيها في فصل الشتاء ما بين 10,5-12,5 متر وفي فصل الصيف تنخفض مناسيب المياه فيها حيث تتراوح ما بين 10-11 متر (Khayyun, 2018).

مشكلة الدراسة:

تتمحور مشكلة البحث حول سؤال رئيس يطرح نفسه، وبعض الاسئلة الثانوية، وهو: هل لعناصر المناخ والبنية الجيولوجية تأثير على الخصائص النوعية لمياه البحيرة، ودور في تباين المظاهر الجيومورفولوجية السائدة فيها، وهناك بعض الاسئلة الثانوية منها:

1. ما طبيعة الخصائص المناخية السائدة في منطقة الدراسة؟
2. هل تسجل الموازنة المائية المناخية عجز أم توازن أم فائض في المياه؟
3. هل أن العناصر الفيزيائية والكيميائية لمياه البحيرة مرتفعة النسب أم هي متوافقة مع الحدود المسموح بها وفق المؤشرات المحلية والعالمية؟
4. ما طبيعة الأشكال الجيومورفولوجية السائدة في البحيرة؟

مبررات الدراسة:

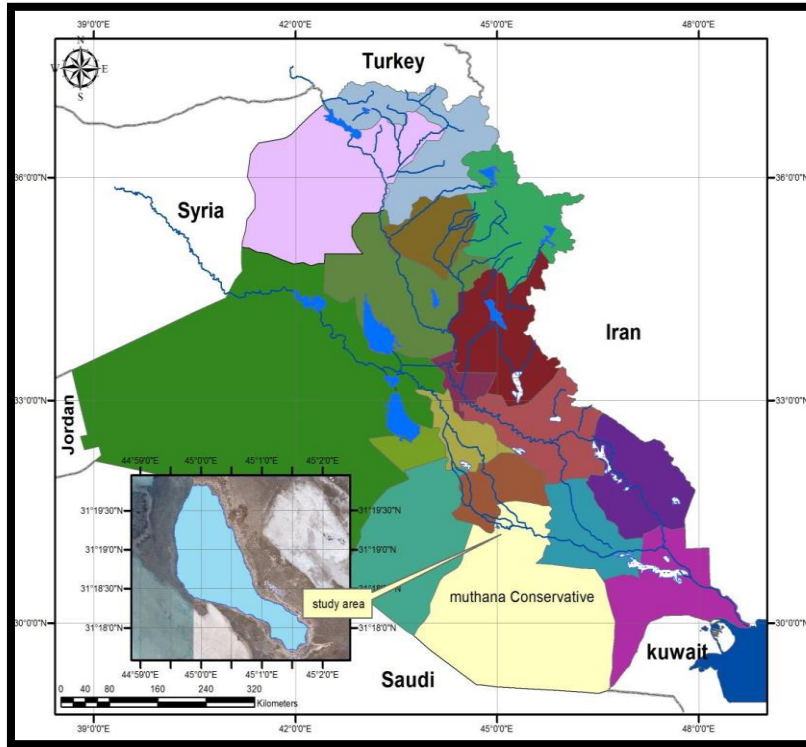
- 1- قلة الدراسات الهيدرولوجية والجيومورفولوجية التي تناولت بحيرة ساوة.
- 2- تباين أشكال السطح والمظاهر الناتجة عن العمليات الجيومورفولوجية السائدة في منطقة الدراسة.
- 3- أهمية دراسة مصادر مياه البحيرة والمكان المائية التي تغذيها.
- 4- دراسة الخصائص العامة (الفيزيائية والكيميائية) لمياه البحيرة.

هدف الدراسة:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير المناخ على طبيعة النظام الجيومورفولوجي والهيدرولوجي لبحيرة ساوة من خلال تحليل بيانات دورة مناخية كبرى لـ 30 سنة تمتد خلال الفترة 1989-2018 لمحطة السماوة، وتحليل عينات من المياه البحيرة للعمق (1-5) م، إضافة إلى تحديد وتحليل المظاهر والإشكال الجيومورفولوجية المستجدة في البحيرة.

منطقة الدراسة:

تقع بحيرة ساوة في الجزء الشمالي الغربي من محافظة المثنى (جنوب غرب العراق والواقعة ضمن الهضبة الغربية) على بعد 25 كم من مدينة السماوة/ مركز محافظة (Mahdi at el., 2017). تقع فلكياً بين دائرتي عرض (31,7-31,20) شمالاً وخطي طول (44,59-45,11) شرقاً وتبلغ مساحتها (9 كم²)، وطولها (4,5) كم وعمقها يتراوح في الأطراف (2,5) م وفي الوسط (5,5) م. وتتخذ شكلاً أشبه بفاكهة الكمثرى، وترتفع عن مستوى الأراضي المجاورة لها حوالي (5) متر، لذلك لا يمكن رؤيتها من مكان بعيد، وترتفع عن نهر الفرات الذي يبعد عنها بمسافة (5) كم بـ (11) م لذلك يمكن تصريف مياهها إلى نهر العطشان الذي يبعد عنها بحدود (3,5) كم، ولكن لم يحصل ذلك بسبب وقوع البحيرة في جيب صخري، وتكوّن قاعها وساحلها من الصخور الصلدة، ينظر شكل (1).



شكل رقم (1) موقع بحيرة ساوة من محافظة المثنى والعراق

الدراسات السابقة

تعد بحيرة ساوة من البحيرات المهمة في العراق، ومن المسطحات المائية محدودة المساحة، والتي لم تحظَ بدراسات علمية وإقليمية، باستثناء بعض الدراسات المحلية التي تناولت البحيرة من جوانب عدة، ومنها دراسة Jamil (1977) هدفت الدراسة إلى معرفة الجوانب الجيولوجية والمائية في بحيرة ساوة، وتوصلت الدراسة أن بفعل النشاط البيوكيميائي لاختزال الكبريتات بواسطة البكتريا الموجودة مع الطحالب التي تغطي بعض الصخور في البحيرة تكونت الكتل الجبسي التي تحيط بالبحيرة. أجرى العبادي (2013) دراسة هدفت إلى الكشف عن طبيعة حركة المياه الجوفية في بحيرة ساوة التي تتميز بكونها معقدة نتيجة لعدم تجانس الوسط الذي تنتقل فيه، وبدوره يؤدي إلى تغير في الموصفات الهيدروليكية للطبقات الحاملة للمياه. دراسة Al Mosawi (2015) هدفت الدراسة إلى معرفة مصادر تغذية المائية للبحيرة، وتم استخدام أجهزة المسوحات جيوفيزيائية وتوصلت الدراسة إلى أن البحيرة تزود بالمياه من خلال عين مائية طولها 50 م وعرضها 29 م. قام الحسنوي (2016) بدراسة هدفت إلى الكشف عن أصل وتطور وتوسع بحيرة ساوة وفقاً لتكوينها الجيولوجي وظروفها المناخية باعتماد التحليل الجيومورفولوجي من أجل تقييمها لأغراض وضع مشاريع وخلق تنمية سياحية مستدامة في المنطقة. أجرى Salih (2016) دراسة هدفت إلى معرفة العوامل المؤثرة على الجرف الجبسي للبحيرة، وتوصلت الدراسة إلى إن حالة توازن بين ترسيب المواد الذائبة، وعمليات التبخر، هي التي كونت الحاجز الجبسي المحيط بالبحيرة. دراسة Ali and Ajeena (2016) هدفت الدراسة إلى دراسة التفاعل بين مياه نهر الفرات والعيون المائية في جنوب العراق وبحيرة ساوة. توصلت الدراسة إلى أنه لا تأثير واضح لمياه البحيرة على نهر الفرات. أجرى العبدان والعبادي (2018) دراسة هدفت إلى الكشف عن طبوغرافية والهيدرولوجية البحيرة وعيونها المائية باستخدام تقنيات المسح الطبوغرافي وتوصلت الدراسة إلى وجود اختلافات طبوغرافية بين التضاريس الأرضية التي تراوحت ما بين (9 – 18.6) م وأن منسوب مياه البحيرة قد تراجع من (15.77) م عام 2012 إلى (13.80) م عام 2017. وجدت دراسة الخفاجي (2016) إن التربة المحيطة بمنطقة بحيرة ساوة ملوثة بعنصر الكروم والنيكل والمولبدنم.

منهجية البحث:

أستخدم الباحثون نوعين من المناهج؛ تمثل المنهج الأول بالمنهج الوصفي الذي استخدم في أدبيات البحث النظرية، أما المنهج الثاني؛ فقد تمثل بالمنهج التحليلي، إذ استخدم في تحليل بيانات الجداول والأشكال الجيومورفولوجية للبحيرة، وتم تقسيم الدراسة إلى مبحثين إذ تناول المبحث الأول نشأة وجيولوجية بحيرة ساوة والخصائص المناخية لمحطة السماوة والموازنة المائية لها وهيدرولوجية البحيرة، أما المبحث الثاني فقد تناول جيومورفولوجية البحيرة وهم الإشكال الجيومورفولوجية السائدة فيها.

المبحث الأول:

أولاً: نشأة البحيرة:

إن أصل نشوء البحيرة يرجع إلى فاعلية التأثيرات الجيولوجية التركيبية في المنطقة. حيث تعد بحيرة ساوة من المنخفضات الازدائية ذات أصل تكتوني تكونت بفعل الحركات الأرضية التي انتابت الهضبة الغربية من العراق، إذ ولدت تلك الحركات جهداً على الصخور الجيرية، ونتج عنها الكثير من الصدوع والفوالق التي قطعت تلك الصخور إلى أجزاء كبيرة، ثم توسعت تلك الفوالق بفعل مياه الأمطار الساقطة في زمن العصور المطيرة (زمن البلايستوسين) قبل أكثر من مليون سنة، وهي تقع ضمن فالق أبو الجير (فالق الفرات) وعلى امتداد واحد مع كل من بحيرة الحبانية والرزازة التي تقع ضمن هذا الفالق أيضاً. تكتونياً تقع البحيرة ضمن نطاق التماس بين الرصيف المستقر (السهل الرسوبي) والرصيف الغير مستقر المتمثل بـ (الهضبة الغربية). وقد تأثرت المنطقة بالحركات التكتونية التي امتدت من عصور الزمن الثالث وحتى الهولوسين من الزمن الرباعي، وكان لتأثير هذه الحركات دور كبير في تكوين البحيرة، فضلاً عن تباين تأثير العوامل الأخرى المتمثلة بالبنية الجيولوجية والتضاريس والمناخ والتربة في تكوينه، وتعتبر البحيرة من الخزانات الطبيعية المهمة للمياه في المنطقة، إذ تمثل منخفضاً طبيعياً يقع في منطقة الوديان السفلى بالهضبة الصحراوية، وتبعد مسافة (3.5) كم عن نهر العطشان، وتشكل معه نظام التصريف المائي للمنطقة، ويحيط بها جرف ملحي تكوّن نتيجة ترسب الأملاح باستمرار على الشاطئ الذي يزداد سمكه بمرور الزمن وتنتشر فيها الكهوف والمكورات الملحية شكل (2).



شكل رقم (2) توضح ظاهرة المكورات الملحية (زهرة الكمثرى)

ثانياً: البنية الجيولوجية للبحيرة:

تشكل بحيرة ساوة جزءاً من الجزء الجنوبي من امتداد الجيوسكلاين المغطى بترسبات العصر الرباعي الغربانية (Quaternary Alluvial Deposits) التي تتألف من رواسب الأنهار الغربانية؛ وهي مزيج من الرمل والطين والحصى التي ترتفع فيها نسبة الملح. إلى أسفل هذه الترسبات تظهر تكوينات الفرات (Euphrates Formation) التي ترجع إلى عصر المايوسين الأسفل (Lower Miocene) ويتكون بصورة رئيسة من الحجر الجيري (Lim Stone) والمارل (Morel) كما يحتوي على الرمل، ثم تظهر إلى الأسفل من هذا التكوين تكوينات الدمام (Dammam Formation) الذي يرجع إلى أواسط الأيوسين (Middle of Eocene) وتتألف تكوينات الدمام من الحجر الجيري المختلط مع فئات المواد العضوية والدلوماتيت، كما تحتوي على صخور المارل والصخور الصلبة ويتراوح سمك تلك الطبقات بين (29-250) م. لقد انعكست البنية الجيولوجية تلك على طبيعة مياه البحيرة التي اتصفت مياهها بزيادة التركيز الملحي من ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والجبس، كما نتج عن ذلك تكوين أشكالاً ملحية ونشطت عملية التجوية الكيميائية التي نتج عنها تكون عدة أشكال أرضية ضمن نطاق البحيرة (AL-Naqash et al., 1977).

ثالثاً: الخصائص المناخية.

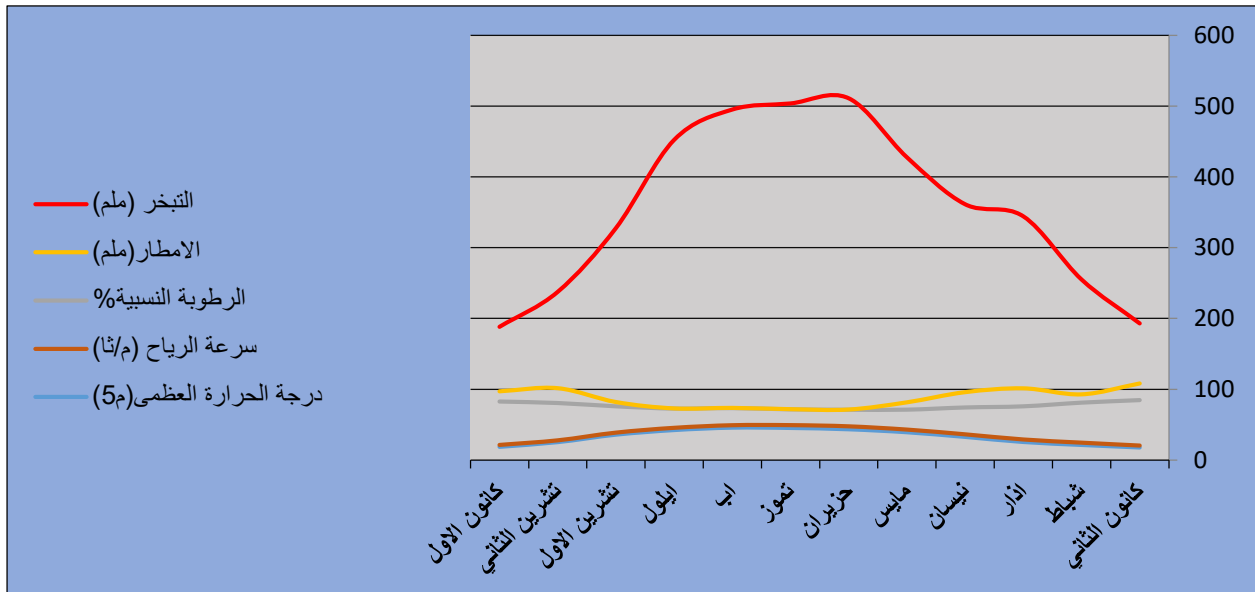
تباين عناصر المناخ فيما بينها خلال اشهر السنة وفق علاقة طردية وعكسية. وهو ما يمثله المناخ السائد في منطقة البحيرة. تم الاعتماد في دراسة مناخ المنطقة على بعض بيانات محطة السماوة المناخية التي تقع على مسافة 25 كم من موقع البحيرة. إذ ترتفع الحرارة مع ارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي مما يرفع من سرعة الرياح وجفافها الأمر الذي يتسبب بانخفاض نسبة الرطوبة في الجو وزيادة كميات التبخر وانعدام التساقط المطري وهذه العلاقة مجملها تأثر على خصائص مياه البحيرة الفيزيائية والكيميائية. يتضح من الجدول (1) والشكل (3) إن محطة السماوة قد سجلت معدلات مرتفعة لزوايا الإشعاع الشمسي خلال أشهر الصيف ودرجات شبه عمودية، وتصل لأعلى مستوياتها في شهر حزيران إذ تبلغ (82.2°م) إما اقل معدل لها؛ فقد سجل في شهر كانون الأول والبالغ (35.4°م) إما الإشعاع النظري (طول فترة النهار) أو ما تسمى بـ (فترة التشميس) فارتفعت هي الأخرى خلال الفصل الحار من السنة إذ سجلت أعلى معدل لها في شهر حزيران والبالغ (14.6 ساعة/يوم)، إما الإشعاع الفعلي والمقصود به الإشعاع الواصل فعلاً

إلى سطح الأرض فقد سجلت أشهر حزيران وتموز أعلى معدلات للإشعاع الفعلي حيث بلغت (11.6 – 11.8 ساعة\يوم) لكلاهما على التوالي، إما فيما يتعلق بدرجات الحرارة (العظمى والصغرى) فهي الأخرى تتأثر بارتفاع أو انخفاض الإشعاع الشمسي، وقد سجلت درجة الحرارة العظمى في محطة السماوة أعلى معدل لها في شهر آب والواصل إلى (45.6°م) يأتي بعده شهر تموز بمعدل يبلغ (45.2°م) إما أقل معدل للحرارة العظمى؛ فقد سجل في شهر كانون الثاني والبالغ (17.5°م)، وفيما يخص درجة الحرارة الصغرى؛ فقد سجل أعلى معدل لها في شهر تموز والبالغ (28.3°م)، إما أقل معدل لها فقد سجل في شهر كانون الثاني والبالغ (6.2°م)، ومع ارتفاع معدلات الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة تزداد سرعة الرياح معها حيث بلغت أعلى سرعة لها في شهر حزيران والبالغة (4.1 م\ثا) وتقل هذه السرعة مع ميلان محور الشمس الظاهري، وقلة عمودية زاويتها وانخفاض درجات الحرارة، إذ تبلغ أقل سرعة للرياح في شهر كانون الأول وكانون الثاني حيث بلغ المعدل (2.7 م\ثا) لكلاهما، إما فيما يتعلق بمعدلات الرطوبة النسبية فأنها ترتبط ارتباطاً عكسي مع العناصر المشار لها سابقاً حيث تقل خلال أشهر الصيف وترتفع شتاءً، وقد سجل شهر تموز أقل معدل للرطوبة النسبية والبالغ (22.6%)، إما أعلى معدل لها؛ فقد سجل في شهر كانون الثاني والبالغ (64.4%)، وهذا ينطبق على الأمطار أيضاً حيث تنعدم في الصيف بسبب سيطرة منخفضات حرارة قادمة من مناطق مرتفعة الحرارة كالمنخفض الهندي الموسمي الذي يتميز بارتفاع درجة حرارته ويسيطر على منطقة الدراسة بشكل مطلق لمدة لا تقل عن شهرين في الصيف (شهرين حزيران وتموز) إما في فصل الشتاء والربيع فتشهد المنطقة تساقط مطري مع سيطرة المنخفضات المتوسطة القادمة من البحر المتوسط والمحملة بكميات من التساقط لمطري خلال الشتاء والربيع، وقد بلغت أعلى كمية تساقط في شهر آذار إذ بلغت (25.2 ملم)، وفيما يخص التبخر؛ فيرتبط ارتباطاً طردي بعنصري الإشعاع الشمسي والحرارة إذ بلغ أعلى معدل له في شهر حزيران الذي وصل إلى (439.9 ملم) إما أقل معدل لهذا العنصر؛ فقد سجل في شهر كانون الثاني والبالغ (84.9 ملم)، وإن ارتفاع درجات الحرارة خلال فصل الصيف الطويل والجار الجاف وكميات الإشعاع الشمسي التي تؤدي إلى تبخر كميات كبيرة من مياه البحيرة، ولفترة تمتد من شهر نيسان، وحتى تشرين الأول الأمر الذي يؤدي إلى تغير كبير في خصائص مياه البحيرة الفيزيائية والكيميائية مع ارتفاع نسبة الأملاح في مياه البحيرة إلى أكثر من 3000 ملليموز.

جدول (1) المعدلات الشهرية لعناصر المناخ في محطة السماوة للمدة (1989-2018)

ت	العنصر المناخي الشهر	الإشعاع الشمسي			درجة الحرارة		سرعة الرياح (م\ثا)	الرطوبة النسبية (%)	الإمطار (ملم)	التبخر (ملم)
		زوايا السقوط (درجة)	الإشعاع النظري (ساعة\يوم)	الإشعاع الفعلي (ساعة\يوم)	الحرارة العظمى (م°)	الحرارة الصغرى (م°)				
1	كانون الثاني	38.9	10.3	6.5	17.5	6.2	2.7	64.6	23.3	84.9
2	شباط	45.8	10.5	7.6	21.1	8.7	3.2	56.9	11.5	162.4
3	آذار	56.7	12.6	8.6	25.3	12.3	3.5	47.2	25.2	243.1
4	نيسان	68.9	12.3	8.7	32.5	18.6	3.6	38.3	21.4	265.6
5	ايار	76.8	13.4	9.2	39.1	23.8	3.7	28.5	10.1	346.3
6	حزيران	82.2	14.6	11.8	43.3	25.9	4.1	23.8	0.0	439.9
7	تموز	78.5	12.4	11.6	45.2	28.3	3.9	22.6	0.0	432.1
8	آب	71.6	12.1	9.4	45.6	27.5	3.4	24.5	0.0	421.7
9	ايلول	62.9	11.3	8.8	42.2	24.1	3.1	27.5	0.0	379.5
10	تشرين الاول	48.5	10.3	7.6	35.7	18.9	2.8	37.5	5.8	245.9
11	تشرين الثاني	35.2	10.1	6.9	25.1	12.5	2.5	53.1	20.7	136.2
12	كانون الاول	35.4	10.2	6.4	18.4	7.7	2.7	61.7	14.2	91.2
	المعدل	58.5	11.7	8.6	32.6	17.9	3.3	40.5	11.1	270.7

المصدر: جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأمناء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بغداد، بيانات غير منشورة، 2019.



شكل رقم (3) يوضح المعدلات الشهرية لعناصر المناخ في محطة السماوة للمدة (1989-2018)

المصدر: الباحثان اعتماداً على الجدول (1).

رابعاً: الموازنة المائية المناخية:

تعرف الموازنة المائية بأنها علاقة كمية التساقط المطري مع تبخر، إذ عندما تزداد كميات التساقط المطري على كميات التبخر يكون هناك فائض مائي، إما في حال زيادة التبخر على كميات التساقط؛ فيمكن التعبير عنها بالعجز المائي، وتتكون الموازنة المائية المناخية من عدة عناصر، ومنها: درجة الحرارة التي ترتبط ارتباطاً طردياً بالتبخر، إذ ترتفع معدلات التبخر مع ارتفاع قيم درجات الحرارة، أما الرطوبة النسبية؛ فتتمثل قيم بخار الماء في الجو التي ترتبط بعلاقة عكسية مع درجات الحرارة، إذ تقل لأدنى مستوياتها خلال أشهر الصيف وترتفع شتاءً، وفي ما يخص معامل المطر فهو عبارة عن قيم ثابتة تسجل على دائرة عرض معينة، وتستخدم هنا للحصول على الأمطار الفعالة بعد ضربها بالمعدلات الشهرية للتساقط المطري في محطة الدراسة، أما التبخر فيعبر عن كمية المياه المفقودة من الموارد المائية المتوفرة في المنطقة بكافة أنواعها وهناك عدة معادلات للحصول على قيم التبخر الممكن، وقد تم اختيار معادلة أيفانوف (Evanon)، للحصول على قيم التبخر وكما يأتي:

$$E_o = 0.0018 (t + 25)^2 (100 - a)$$

حيث أن:

 E_o = مقدار التبخر (مم). t = معدل درجة الحرارة الشهرية (°م). a = معدل الرطوبة النسبية (%).

ومن الجدول (2) والشكل (4) يتضح إن الموازنة تعاني من عجز مائي خلال أشهر السنة، لكن العجز يقل خلال الفصل البارد من السنة، إذ سجل شهر كانون الثاني أدنى قيم العجز المائي والبالغ (-71.7 ملم) حيث انخفضت درجات الحرارة في هذا الشهر لتسجل حوالي (11.9°م) وقيم رطوبة مرتفعة تبلغ (64.6%)، إذ تشهد المنطقة تساقط مطري يصل إلى (23.3 ملم) مع انخفاض قيم التبخر لأدنى مستوياته والذي لا يزيد عن (86.8 ملم)، يأتي بعده شهر كانون الأول بعجز مائي يصل إلى (-90.9 ملم).

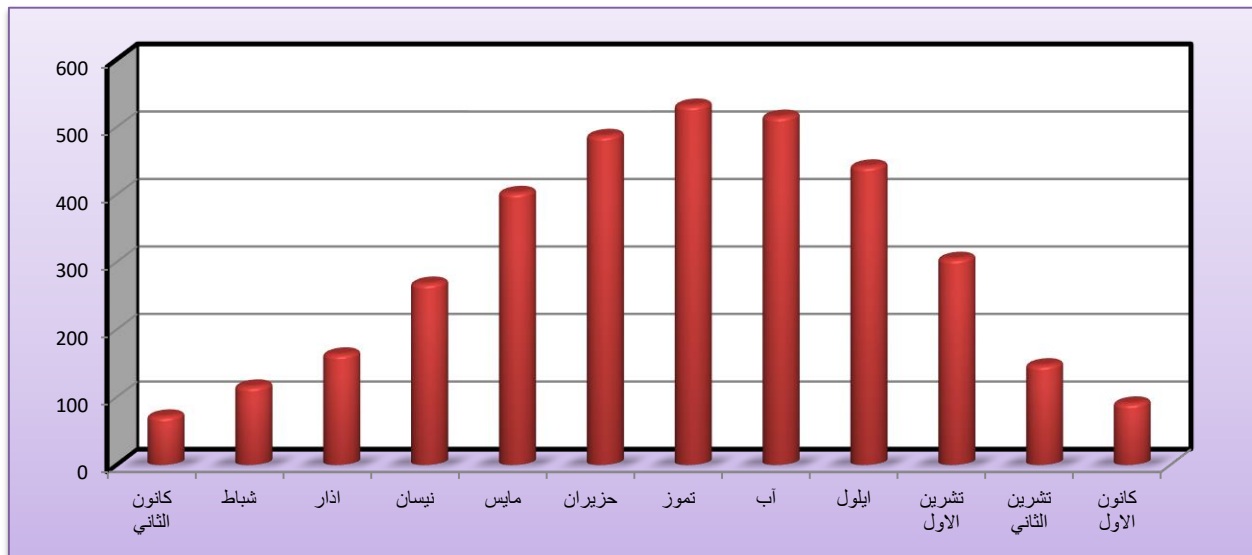
جدول (2) الموازنة المائية المناخية لمحطة السماوة وفق معادلة أيفانوف للمدة (1989-2018)

الأشهر	معدلات درجة الحرارة الشهرية (°م)	الرطوبة النسبية (%)	معامل المطر (*)	الأمطار (مم)	المطر الفعال	التبخر /النتج الممكن (مم)	العجز أو الفائض المائي (مم)
كانون الثاني	11.9	64.6	0.65	23.3	15.1	86.8	-71.7
شباط	14.9	56.9	0.65	11.5	7.5	123.5	-116
آذار	18.8	47.2	0.75	25.2	18.9	182.3	-163.4
نيسان	25.6	38.3	0.75	21.4	16.1	284.4	-268.3

الأشهر	معدلات درجة الحرارة الشهرية (°م)	الرطوبة النسبية (%)	معامل المطر (*)	الأمطار (مم)	المطر الفعال	التبخر /النتج الممكن (مم)	العجز أو الفائض المائي (مم)
ايار	31.5	28.5	0.80	10.1	8.1	410.8	402.7-
حزيران	34.6	23.8	0.0	0.0	0.0	487.2	487.2-
تموز	36.8	22.6	0.0	0.0	0.0	532.1	532.1-
أب	36.6	24.5	0.0	0.0	0.0	515.7	515.7-
أيلول	33.2	27.5	0.0	0.0	0.0	442	442-
تشرين الأول	27.3	37.5	0.70	5.8	4.1	309.2	305.1-
تشرين الثاني	18.8	53.1	0.70	20.7	14.5	161.9	147.4-
كانون الأول	13.1	61.7	0.65	14.2	9.2	100.1	90.9-
المجموع	303.1	486.2	5.7	132.2	93.5	3636	3542.5

(*) الجبوري، 2014.

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على معادلة أيفانوف وبيانات جدول (1).



شكل رقم (4) الموازنة المائية المناخية لمحطة السماوة وفق معادلة أيفانوف للمدة (1989-2018)

المصدر: الباحثان اعتماداً على الجدول (2).

خامساً: هيدرولوجية بحيرة ساوة:

تستمد بحيرة ساوة مياهها من خلال الشقوق والكسور والفوالق المنحدرة باتجاهها من الحوض الجوفي لنطاق شبكة – السلطان الذي يمتد لمساحة تصل إلى 20000 كم² إضافة إلى حوض الدمام الممتد في الأراضي السعودية خزان تكوين الفرات، وهذه الأحواض تتمتع بمستوى مياه جيد، وتدفق عالي مما يؤكد ويشير إلى ديمومتها. ويعتبر خزان الدمام الأكثر أهمية، وهو خزان جوفي إقليمي لسعة امتداده واحتوائه على كميات كبيرة من المياه، وهو يعد مصدر التغذية الرئيس للبحيرة، والعيون المائية التي تقع في محيطها وفي داخلها، ويمتاز تكوين الدمام باحتوائه على التشققات والتكسرات، وعلى الرغم من إنه خزان محصور إلا إنه يعمل على تغذية خزان تكوين الفرات الذي يعلوه من خلال وجود اتصال هيدروليكي بفعل تواجد مناطق الضعف، والتي تعتبر المسلك الرئيسي للمياه الجوفية، ولينتهي بنفاذ الجزء الأكبر منها على شكل عيون (الحسنائي، 2016). وبشكل عام توجد عدة مجاميع من الصدوع ذات الاتجاهات المختلفة، أهمها: فالق أبو جبر ونطاق صدع الفرات المسبب إلى حدوث منطقة ضعف جيولوجي تتركب من خلالها العيون والينابيع على طول امتداده بالاتجاه شمال غربي – جنوب شرقي، والفواصل بين نطاق السلطان (الرصيف المستقر) ونطاق ما بين النهرين (الرصيف غير المستقر)، ليكون نطاقاً واسعاً لتصريف المياه الجوفية المتأتية من الصحراء الغربية والجنوبية (منطقة التغذية)، باتجاه نهر الفرات والسهل الرسوبي (منطقة التصريف). لذلك فإن مياه بحيرة ساوة هو خليط من مياه عدة خزانات جوفية، ولكن يبقى أهمها خزان الدمام الجوفي.

أ. مكن الدمام Dammam Aquifer:

تعتبر طبقات تكوين الدمام الجبوري (العصر الثلاثي) من أهم خزانات المياه الجوفية والتي تلعب دوراً مهماً في خزن وحركة المياه الجوفية في منطقة

البادية وتعود أهمية هذا التكوين لما يلي:

- 1- الامتداد الواسع للتكوين إذ يغطي معظم مساحة الصحراء الجنوبية ومحافظة المثني خصوصاً، واحتواءه على عدد من الطبقات الجيرية والدولوميتية المتشققة والمتكهفة مما يساعد على حرية حركة الماء بشكل كبير.
 - 2- انكشافه السطحي بمساحات واسعة مما يسهل تغذيته من مياه الأمطار والسيول السطحية خصوصاً في الأجزاء الجنوبية من المحافظة.
 - 3- وقوعه بتماس مع طبقات هي الأخرى حاملة للماء مما يساعد على تكوين نظام جوفي واحد متعدد الطبقات كما هو الحال مع تكوين أم أرضمه أسفل في المناطق التي يختفي فيها تكوين الرص من وادي الخر، ومنطقة السلطان باتجاه الشمال، وتكوين الفرات الذي يعلوه في أجزاء ضيقة غرب مركز محافظة المثني.
 - 4- يحتوي على مياه بنوعيات متباينة، مما يتطلب تحديد انتشار وحركة المياه الجوفية، والتحري عن سبب هذا التباين.
 - 5- وقوعه بالقرب من سطح الأرض وعلى عمق قليل، وهو من التكوينات التي تخترقها غالبية الآبار المحفورة في الصحراء الجنوبية.
- لأسباب أعلاه اعتبر خزان تكوين الدمام من بين أهم الخزانات الجوفية المعروفة في البادية التي تقع ضمن حدوده بحيرة ساوة.
- ب. هيدرولوجية خزان الدمام:

إن انكشاف أجزاء واسعة من تكوين الدمام عند سطح الأرض يساعد على تجديد مياهه، ولو بكميات بسيطة مما يسمح بإدامة خزينه المغذي للعديد من العيون التي تصرف مياهها باتجاه حوض نهر الفرات، غير أن الخزان يكون مغلقاً في بعض أجزائه مما يسمح بتكوين ضغط مائي يدفع بالمياه الجوفية إلى سطح الأرض عبر الشقوق على شكل عيون، أو عبر الآبار المحفورة خلاله وتتغير طبيعة الخزان بين مناطق التغذية الواقعة إلى الغرب والجنوب الغربي ومناطق التصريف الواقعة بالقرب من نهر الفرات، ففي مناطق التغذية الواقعة خارج حدود المحافظة لا يمثل تكوين الدمام بكامله خزاناً مائياً؛ فالأجزاء العليا منه عند أقصى الغرب لا تحتوي على مياه بسبب وقوعها فوق منسوب المياه الجوفية في المنطقة، وحركتها المستمرة إلى الشمال الشرقي لتعويض ما يصرف من الخزان في مناطق تصريفه.

إن تكوين الدمام يعلو تكوين أم أرضمه، ولا يوجد اتصال هيدروليكي بينهما في معظم مناطق الصحراء الجنوبية جنوب وادي الخر، وجنوب منطقة السلطان وكلما اتجهنا نحو الحدود السعودية العراقية، وذلك لترسيب تكوين الرص الذي يفصل بين الاثنين وهو ترسيب يحتوي على طبقات طينية عازلة، وتدل هذه الظروف الحدودية على أسلوب إدامة الخزين في تكوين الدمام التي تتحقق نتيجة للآتي:

1- التغذية المباشرة من خلال مكاشف التكوين الذي تمثله منطقة انتشار الخزان الحر؛ لتكوين الدمام وذلك من خلال مجاري الوديان والشقوق والحفر الهابطة.

2- الترشيح إلى الأسفل من رسوبيات أحدث التكوينات الزهرة، الفرات إلى حد ما والدبدبة.

ت. الخواص الهيدروليكية لخزان الدمام:

يغير خزان الدمام طبيعته وفقاً لظروفه الحدودية، وينعكس ذلك على خواصه الهيدروليكية، وخاصة معامل الخزن، أما معامل الناقلية؛ فهو متغير بشكل كبير نتيجة لوجود طبقات جيرية دولوميتية عالية الناقلية في حالة كونها متشققة وواطنة في حالة انعدام هذه التشققات واعتمادها على المسامية الأولية للصخور فقط. أما معامل الناقلية؛ فقد قدر في بعض المواقع إلى أكثر من 100000 م³/يوم وهي قيم تدل على وجود تكهفات مهمة مملوءة بالماء في بعض المواقع كما هو الحال في بعض مناطق السلطان والسلحوية وبعض الآبار المحفورة في قاع الوديان. وعندما يكون التكوين متماسكاً كما هو الحال في أبار أم الهشيم فإن الناقلية قد تقل عن 100 م³/يوم، علماً بأن هذه القيم لا تمثل طبيعة المناطق بأجمعها (البرنامج الوطني، 2002). أما معامل الخزن؛ فيعتمد على التكهفات في حالة الطبقة غير المحصورة، وعلى ضغط الطبقة في حالة الخزان المحصور، لذلك فإن قيم معامل الخزن للطبقة المحصورة هي أكثر تمثيلاً لواقع الحال، وهي قيم واطئة نسبياً، وبشكل عام تتراوح بين $(10^{-2} \times 1 - 10^{-3} \times 3)$ جدول (3) (البرنامج الوطني، 2002). يمتاز تكوين الدمام باحتوائه على التشققات والتكسرات، وعلى الرغم من إنه خزان محصور إلا إنه يعمل على تغذية خزان تكوين الفرات الذي يعلوه من خلال وجود اتصال هيدروليكي بفعل تواجد مناطق الضعف، والتي تعتبر المسلك الرئيسي للمياه الجوفية، ولينتهي بنفاذ الجزء الأكبر منها على شكل عيون (Al-Mosawi et al., 2015). إن انكشاف جزء من تكوين الدمام عند سطح الأرض يساعد على تجديد مياهه، ولو بكميات بسيطة مما يسمح بإدامة خزينه الذي يغذي البحيرة والعديد من العيون القريبة منها والتي تصرف مياهها باتجاه حوض نهر الفرات، وتباين طبيعة الخزان بين مناطق التغذية الواقعة إلى الغرب والجنوب الغربي ومناطق التصريف الواقعة بالقرب من نهر الفرات، ففي مناطق التغذية الواقعة خارج حدود البادية، لا يمثل تكوين الدمام بكامله خزاناً مائياً فالأجزاء العليا منه عند أقصى الغرب لا تحوي على مياه بسبب وقوعها فوق منسوب الماء الجوفي في المنطقة وحركتها المستمرة إلى الشمال الشرقي لتعويض ما يصرف من الخزان في مناطق تصريفية. يتفاوت عمق الخزان باختلاف المواقع في منطقة الدراسة بين (19-92) م، إما سمكه يتراوح بين (73-131) م. تُعد طبقات مكنم الدمام الجيري التي تعود إلى العصر الثلاثي، من أهم خزانات المياه الجوفية في البادية، والتي تلعب دوراً مهماً في حركة وخزن المياه الجوفية وتعود أهمية التكوين إلى الامتداد الواسع له واحتواءه على عدد من الطبقات الصخرية

الجيرية والدولوميتية المتشققة والمتكهفة التي تساعد على حركة المياه بشكل ممرات مائية تحت سطحية يصل قطرها إلى (3 ملم)، فضلاً عن انكشافه السطحي بمساحات واسعة مما يسهل على تغذيته من مياه الأمطار والسيول، ووقوعه بتماس مع طبقات هي الأخرى حاملة للمياه مما يساعد على تكوين نظام جوفي واحد متعدد الطبقات كما في تكوين أم أرضه في مناطق اختفاء تكوين الرص في وادي الخرم ومنطقة السلطان، فضلاً عن وقوعه على عمق قليل وتخرقه غالبية الآبار في منطقة الدراسة.

جدول (3) الوضع الهيدروجيولوجي لخزان تكوين الدمام في محافظة المثنى

أسم البئر	الموقع	السمك (متر)	حالة الخزان	سمك الخزان (متر)	منسوب الماء (متر فوق سطح البحر)	معامل الناقلية (م ³ \ يوم)	معامل الخزن	نصف قطر التأثير (متر)	معامل النضج
KH1	شبكة	132	غير محصور	91	226.88	484	1×10 ⁻³	402	-
KH3	أم الهشيم	71.5	شبه محصور	16	70	5.8	3×10 ⁻²	230	46
KH3	السلطان	98	غير محصور	84	191.51	16156	1×10 ⁻²	-	-
KH4	تخاديد	50	غير محصور	8	279.22	1235	3×10 ⁻³	1000	-
KH5	السلحوبية	81	غير محصور	23	50.18	138695	-	-	-
Sa-1	السماءة	120	غير محصور	-	-	-	-	-	-

المصدر: (البرنامج الوطني، 2002)

على الرغم من أن البحيرة تعيش ظروفاً مناخية شديدة الحرارة والتبخر، إذ تتصف بارتفاع نسبة الملوحة فيها مقارنة بباقي البحيرات والأنهار في العراق، إذ تبلغ هذه النسبة 1500 جزء بالمليون، وهي نسبة عالية جداً، وهي أعلى ملوحة من مياه الخليج العربي بمرة ونصف. وكمعدل يتراوح عمق المياه في البحيرة بين أربعة إلى خمسة أمتار، كما يتباين لون الماء بين الأخضر الداكن (قرب الضفاف) إلى اللون الأزرق في العمق. يتقلب مستوى المياه في البحيرة بين مواسم الجفاف والرطوبة لكنها لا تجف بسبب التوازن بين الكمية المضافة من المياه الجوفية وكمية الماء المتبخرة. تؤثر بحيرة ساوة على الآبار القريبة منها فقط من خلال تدفق مياه العيون المغذية لها، إذ تشارك معها بنفس الخصائص الكيميائية تقريباً ولا يصل تأثيرها إلى الآبار والعيون البعيدة بسبب نوع مكان المياه الجوفية في المنطقة، والتي هي من النوع المحصور، فضلاً عن حصول تغذية عكسية للمياه أي باتجاه الخزان الجوفي مما يؤدي إلى رفع ملوحة المياه الجوفية فضلاً عن تأثيرها على الأراضي المجاورة بزيادة الملوحة فيها، وبذلك يقتصر دور بحيرة ساوة للأغراض السياحية والطبية وليس كمورد مائي يمكن الاعتماد عليه في البادية. وقد ساعدت أنطقة الصدوع المتواجدة في المنطقة وخصوصاً نطاق صدع الفرات على نفاذ المياه الجوفية عبرها إلى الأعلى على شكل عيون داخل البحيرة. وتتغذى المياه الجوفية في المنطقة من مصادر عدة وهي:

- 1- الجريان تحت السطحي للمياه من الجنوب والجنوب الغربي حيث تكون حركة المياه الجوفية عبر الصدوع والقنوات تحت سطحية وهذه مصدرها المكنم الإقليمي الممتد داخل الأراضي السعودية وعلى امتداد حدودها مع العراق.
- 2- مياه الأمطار التي تساهم بنوعين من التغذية هما التغذية المباشرة من خلال الترشيح العمودي للأمطار عند سقوطها بشكل زخات مطرية كثيفة تتسرب تحت سطح الأرض عبر الطبقات الصخرية إلى أعماق مختلفة، والنوع الآخر هو تغذية السيول عندما تكون الأمطار على شكل زخات شديدة ينتج عنها سيول تجري عبر الوديان الموسمية التي تغذي البحيرة.

المبحث الثاني: الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه بحيرة ساوة ومناسيبها:

أولاً: الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه البحيرة:

تختلف مياه بحيرة ساوة عن باقي الموارد المائية في محافظة المثنى كونها لا تملك مصدر تغذية دائمي الجريان منها والها وهذا ما جعل مياه البحيرة شبه راكدة تتأثر في نوع المناخ السائد فيها بالإضافة إلى نوع الصخور المكونة لحوضها التي تؤثر على خصائصها الفيزيائية كزيادة الأملاح وغيرها،

ويوضح الجدول (4) الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه السطحية لبحيرة ومقارنتها مع مواصفات المياه الطبيعية المسموح بها للاستخدام البشري محلياً وعالمياً للظفر بتقييم أكثر دقة، وقد اتضح إن درجة الحرارة Temperature التي تقاس باستخدام جهاز محرار زئبقي مدرج من 0-100°م (مدلول وعبد المنعم، 2013)، قد بلغت (32.7°م) للعمق (1-5 متر) مما يدل على ارتفاع درجة حرارة المياه مؤثراً بذلك على الخصائص النوعية والكمية للمياه من خلال تفاعل خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية مع هذا المعدل من الحرارة، وفيما يخص عنصر الأس الهيدروجيني (PH) يدل هذا العنصر على حموضة او قاعدية المياه إذ عندما تكون المياه أعلى من 7 فإن ذلك يدل على قاعدية المياه اما عندما يكون أقل من 7 فذلك يدل على ان المياه حامضية (أبراهيم، 2008). ويعد مؤشر مهم لنوعية المياه إذ يؤثر على المواد العضوية فيها وعملية البناء الضوئي فضلاً عن تأثيره في درجة حرارة المياه (فرمان، 2001)، الذي يقاس باستخدام جهاز (Pocket-sized PH meter) صنع شركة ((HANNA وقد بلغت نسبة هذا العنصر في مياه البحيرة (PH 10-7) وهذه معدل مرتفع أيضاً عندما قرنته بالمؤشر الوطني والمؤشر العالمي البالغ (PH 8.5-6.5) لكلاهما وهذا يدل على ارتفاع معدلات الهيدروجين في مياه البحيرة الأمر الذي يجعل المياه غير قابلة للاستخدامات البشرية.

جدول (4) تركيز العناصر الفيزيائية والكيميائية لمياه بحيرة ساوة ومقارنتها بالحدود المسموح بها للاستخدام البشري وفق المواصفات القياسية

العرفاقية والعالمية لعام 2018

ت	العناصر	رمز العنصر	وحدة القياس	قيم العنصر في مياه البحيرة	المواصفات القياسية العراقية(*)	المواصفات القياسية العالمية(**)
1	درجة حرارة المياه	Temp	درجة مئوية	32.7	-	-
2	الأس الهيدروجيني	PH	-	10-7	8.5-6.5	8.5-6.5
3	التوصيلة الكهربائية	EC	ميسنم\سم	33655	1.21	1.60
4	المواد الصلبة العالقة	T.S.S	ملغم\ لتر	16.5	9.5	9.5
5	العكورة	Turb	NTU	6.61	5	5.5
6	مجموعة الاملاح الذائبة	TDS	ملغم\ لتر	22885	1500-500	1500-500
7	الكالسيوم	Ca	ملغم\ لتر	1760	150	200
8	المغنيسيوم	Mg	ملغم\ لتر	1801	100	150
9	الصوديوم	Na	ملغم\ لتر	5150	200	200
10	البوتاسيوم	K	ملغم\ لتر	480	100	120
11	الكلوريدات	Cl	ملغم\ لتر	3946	350	250
12	الكبريتات	So4	ملغم\ لتر	5948	390	400
13	الأوكسجين المذاب	DO	ملغم\ لتر	6.3	لا يقل عن 4	لا يقل عن 4

المصدر: الباحثان اعتماداً على: نتائج الفحوصات المختبرية لعينات مياه بحيرة ساوة التي أجريت في مديرية بيئة المثنى، شعبة التحليلات البيئية، 2019.

(*) جمهورية العراق، وزارة الصحة والبيئة، شعبة الإحصاء، بيانات غير منشورة، 2019.

World Health Organization, Drinking Water Guidelines and Standard, Geneva, 2002 (**)

وفي ما يتعلق بالتوصيلة الكهربائية Electrical conductivity والتي يرمز لها بـ(EC) وهي قابلية انتقال الشحنة الكهربائية من موقع لآخر وتعتمد في ذلك على الأيونات الذائبة والتي تتأثر في انتقالها بحجم المواد العالقة ودرجة عكورة المياه (Sangpal, 2009)، فأنها تقاس باستخدام جهاز Conductivity meter Portable فيلاحظ أنها مرتفعة جداً بسبب وجود معادن بنسب عالية وعوالق مختلفة، إذ بلغت نسبتها في مياه البحيرة بحوالي (33655 ميسنم\سم) وإن الحدود المسموح بها عالمياً لنسبة هذا العنصر في المياه لا تزيد عن (1.21 ميسنم\سم) اما المؤشر المحلي فهو قليل ايضاً لا يزيد عن (1.60 ميسنم\سم) اي ان الفارق بين نسبة التوصيلة الكهربائية في مياه البحيرة والمؤشر العالمي تبلغ (33653.8 ميسنم\سم) اما الفارق مع المؤشر العراقي فيبلغ (33653.4 ميسنم\سم) وهذه معدلات مرتفعة جداً تؤثر ايضاً في استخدامات البحيرة للاستعمالات البشرية والزراعية والحيوانية، وفيما يخص المواد الصلبة العالقة (T.S.S) فأنها تبلغ (16.5 ملغم\لتر) بينما حدد المؤشر العالمي حوالي (9.5 ملغم\لتر) اي زيادة تركيز لهذه العناصر تصل إلى (6 ملغم\لتر). اما في ما يتعلق بعكورة المياه Turbidity meter التي تقاس باستخدام جهاز Turbidity meter وقد بلغت نسبتها في مياه البحيرة (NTU 6.61) وهذا معدل مرتفع عند مقارنتها مع الحدود المسموح بها في العراق والبالغة (NTU 5.5) اي زيادة تصل إلى (NTU 1.11) اما عند مقارنتها مع المؤشر العالمي الذي يبلغ (NTU 5) فإن الزيادة تصل إلى (NTU 1.61) مما يدل على ارتفاع معدل العكورة في المياه مما يجعلها غير

قابلة للاستخدامات البشرية وحتى الحيوانية والزراعية، وان ارتفاع قيم العكورة في المياه ينتج عن وجود المواد العالقة والدقائق المختلفة والاحياء المجهرية (Venkatesharaju, 2010) وبالنسبة لمجموعة الاملاح الذائبة (TDS) فتؤثر في تقليل الجهد الأوزموزي وبالتالي تؤثر على صلاحية المياه للزراعة والاستعمالات البشرية (Train, 1979)، في مياه البحيرة فأنها تشكل معدل (22885 ملغم\لتر) وعند مقارنه هذه المعدلات مع المؤشر الوطني (العراقي) والمؤشر العالمي فنجد انها تتراوح ما بين (500-1500 ملغم\لتر) اي بفارق يتراوح فيما بين (21385-22385 ملغم\لتر) وهذا يدل على ارتفاع معدلات الأملاح الذائبة في مياه البحيرة بشكل كبير جداً. اما العناصر الكيميائية كالكالسيوم (Ca) والمغنيسيوم (Mg) والصوديوم (Na) والبوتاسيوم (K) والكلوريدات (Cl) والكبريتات (So4) فيلاحظ انها جميعاً مرتفعة عن المؤشرات العراقية والعالمية إذ بلغت نسبة الكالسيوم في مياه البحيرة بحوالي (1760 ملغم\لتر) وهذا معدل مرتفع كثيراً عند مقارنته مع الحدود المسموح بها عالمياً من الكالسيوم في المياه بحوالي (200 ملغم\لتر) ومحلياً تبلغ (150 ملغم\لتر) اي بفارق (1560 ملغم\لتر) مع المؤشر العالمي و(1610 ملغم\لتر) مع المؤشر المحلي، اما المغنيسيوم فيبلغ معدله في مياه البحيرة بحدود (1801 ملغم\لتر) اما الحدود المسموح بها لمعدلات احتواء المياه على هذا العنصر تبلغ (100 ملغم\لتر) محلياً و (150 ملغم\لتر) عالمياً اي بفارق يصل إلى (1701 ملغم\لتر) عند المقارنة مع مؤشر المحلي و(1651 ملغم\لتر) عند المقارنة مع المؤشر العالمي مما يدل على ارتفاع معدل تواجد هذا العنصر بشكل كبير جداً في مياه البحيرة الامر الذي يجعلها غير قابلة للاستخدامات المختلفة سواء كانت بشرية أو زراعية أو حيوانية. وفيما يتعلق بعنصر الصوديوم (Na) فتحتوي مياه البحيرة على نسبة من الصوديوم تبلغ (5150 ملغم\لتر) إما الحدود المسموح بها عالمياً ومحلياً فتبلغ (200 ملغم\لتر) اي بفارق يصل إلى (4950 ملغم\لتر) وهذه نسبة مرتفعة ايضاً، وقد بلغت نسبة البوتاسيوم (K) في مياه البحيرة بحوالي (480 ملغم\لتر) اما المؤشر العالمي فقد حدد نسبة لا تزيد عن (100 ملغم\لتر) والمؤشر المحلي حدد نسبة (120 ملغم\لتر)، إذ تزيد تراكيز هذا العنصر بحوالي (380 ملغم\لتر) عن المؤشر العالمي و(360 ملغم\لتر) عن المؤشر المحلي، ورغم ان ارتفاع تركيز هذا العنصر قليل عن المقارنة مع المؤشر العالمي والمؤشر المحلي إلا انها تبقى مرتفعة تؤثر على استخدامات مياه البحر للإنسان والزراعة والحيوانات، وتبلغ تراكيز الكلوريدات (Cl) في مياه البحيرة بحوالي (3946 ملغم\لتر) وهذا معدل مرتفع عند المقارنة مع المؤشر العالمي البالغ (350 ملغم\لتر) ومع المؤشر المحلي البالغ (250 ملغم\لتر)، إذ يصل الفارق إلى (3596 ملغم\لتر) عند المقارنة مع المؤشر العالمي و(3696 ملغم\لتر) عند المقارنة مع المؤشر المحلي، اما الكبريتات (So4) فقد بلغت تراكيزه بحدود (5948 ملغم\لتر) إما الحدود المسموح بها عالمياً، فأنها تبلغ (390 ملغم\لتر) والحدود المسموح بها محلياً فتبلغ (400 ملغم\لتر)، إذ تزيد تراكيز هذا العنصر بحوالي (5558 ملغم\لتر) عند المقارنة مع المؤشر العالمي، وتزيد بحوالي (5584 ملغم\لتر) عند المقارنة مع المؤشر المحلي، وفي ما يتعلق بالأوكسجين المذاب في مياه البحيرة؛ فقد بلغ (6.3 ملغم\لتر)، أما المؤشر العالمي والمحلي؛ فقد حدد معدل لكمية الأوكسجين المذاب لا تقل عن (4 ملغم\لتر)، وهذا يدل على ان نسبة هذا العنصر مثالية جداً.

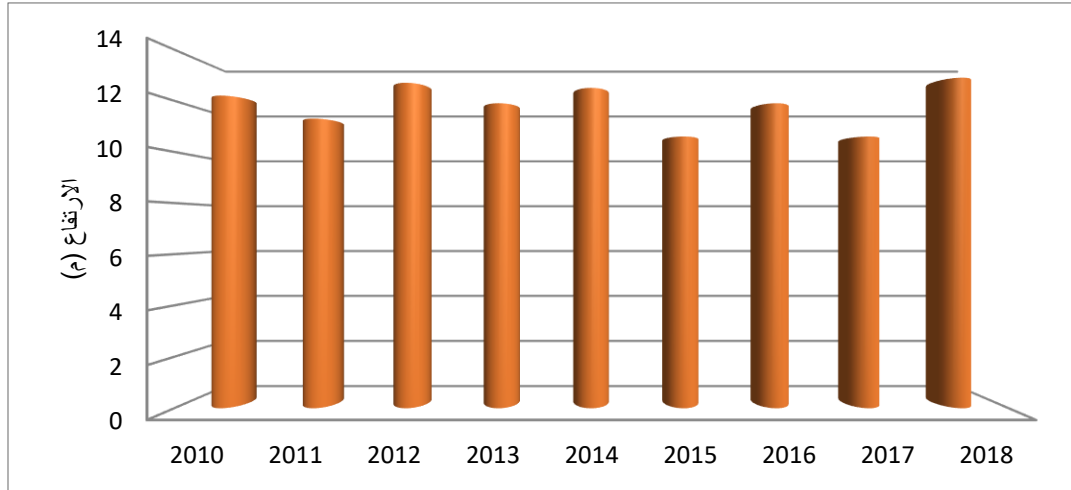
ثانياً: مناسيب مياه البحيرة:

تختلف مياه بحيرة ساوة في مناسيبها من سنة إلى سنة اعتماداً على كميات التساقط المطري خلال السنة إذ توجد هناك سنوات جافة واخرى مطيرة وهذا يعتمد على عدد المنخفضات المتوسطة المسؤولة على التساقط المطري في العراق ومنطقة الدراسة وموجات الحر التي تشهدها المنطقة حيث تزيد تلك الموجات من كميات التبخر من مياه البحيرة، ويوضح الجدول (5) والشكل (5) أن أعلى منسوب بلغته البحيرة في سجل في عام (2018) إذ بلغ المنسوب حوالي (12.9 م) يأتي بعده سنة (2012) والبالغة (12.7 م) ثم بعد ذلك سجل سنة (2018) مناسيب مياه تصل إلى (12.1 م) وهذه الارتفاعات عائد إلى ارتفاع كميات التساقط المطري على البحيرة، أما أقل معدلات لمناسيب المياه، فقد سجلت أدناها في كل من سنة (2015، 2017) والبالغة (10.6 م) لكلاهما على التوالي تأتي بعدها سنة (2011) والبالغة (11.3 م) أما في كل من عامي (2013 - 2016) فقد بلغت مناسيب المياه بحوالي (11.9 ، 11.9 م).

جدول (5) مناسيب مياه بحيرة ساوة للمدة (2010-2018)

مناسيب المياه	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
الارتفاع(م)	12.2	11.3	12.7	11.9	12.5	10.6	11.9	10.6	12.9

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على وزارة الموارد المائية، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية، قسم التخطيط والمتابعة، المدلولات المائية، بيانات غير منشورة. 2019.



شكل رقم (5) مناسيب مياه بحيرة ساوة

المصدر: الباحثان اعتماداً على الجدول (4)

أما في ما يتعلق بالمناسيب الشهرية؛ فقد تم قياس منسوب مياه البحيرة خلال عام 2018 حيث يوضح كل من الجدول (6) أن كل من شهر آذار ونيسان وأيار سجلوا أعلى معدلات لمناسيب المياه والبالغة (12.9، 13.1، 12.9) م، أما أقل معدلات مناسيب المياه؛ فقد سجل شهر أيلول أدنى منسوب للمياه والبالغ 12.1 متر، وهذا عائد لارتفاع كميات التبخر خلال الفصل الحار من السنة.

جدول (6) المناسيب الشهرية لمياه بحيرة ساوة لعام 2018

الشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول
منسوب المياه	12.9	12.7	12.9	13.1	12.9	12.4	12.2	12.2	12.1	12.3	12.3	12.3

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على وزارة الموارد المائية، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية، قسم التخطيط والمتابعة، المدلولات المائية، بيانات غير منشورة، 2019.

ثالثاً: جيومورفولوجية البحيرة:

تبعث الدراسة طريقة البحث العلمي الجيومورفولوجي المعتمد في العمل والمسح الميداني. فمن أهم ما يميز البحيرة ما يحيط بها من جرف ملحي تكون نتيجة ترسيب الأملاح باستمرار على الشاطئ الذي يزداد سمكه بمرور الزمن كما تعد ظاهرة الكهوف الملحية التي تنتشر تقريباً على طول الساحل المحيط بالبحيرة، وهي من الظواهر الجيومورفولوجية التي تتميز بها البحيرة. إن مدى استجابة جروف البحيرة لتأثير التعرية البحرية يتوقف على عدة أمور منها: ما يختص بطبيعة الصخور المكونة لها، وصلابتها، ومقدار ما فيها من شقوق وفواصل، ومدى قابليتها للتأثير بالتجوية الكيميائية، وعلى ضوء ذلك فإن الأشكال الأرضية في بحيرة ساوة تكون متنوعة، وانعكست البنية الجيولوجية للبحيرة على طبيعة العمليات الجيومورفولوجية السائدة فيها وعلى عمليات الهدم والبناء في جميع أجزاء البحيرة، وقد انعكست البنية الصخرية للبحيرة أيضاً على مياه البحيرة التي اتصفت مياهها بزيادة التركيز الملحي من أيونات الصوديوم والبوتاسيوم والجبس، كما نتج عن ذلك تكوين أشكالاً ملحية ونشطت عملية التجوية الكيميائية (Chemical Weathering) التي نتج عنها تكون عدة أشكال أرضية. إن الترسبات الموجودة في المنطقة هي الترسبات الملحية (Salt Deposits) والتي تتكون أساساً من الجبس (Gypsum) والكلس (Calcite) والدولومايت (Dolomite) وهذا يعني إن هذه الرواسب تعود في الأصل إلى طبيعة ذلك التكوين فضلاً عن زيادة كمية التبخر وعدم وجود روافد نهريّة أو وديان تزود البحيرة بمياه عدا الأمطار التي تكون قليلة في العادة لكون المنطقة تقع ضمن النطاق الصحراوي الجاف. وعلى ضوء ذلك فإن الأشكال الأرضية في بحيرة ساوة تكون متنوعة.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1- تتباين عناصر المناخ في منطقة الدراسة الأمر الذي يؤثر في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه السطحية في بحيرة ساوة حيث ترتفع قيم

- الإشعاع الشمسي مما يرفع من درجة الحرارة وقيم التبخر في المياه وبالتالي اختلال في الموازنة المائية المناخية لمياه البحيرة.
- 2- تسجل الموازنة المائية عجز مائي طوال السنة ذلك بسبب زيادة المفقود من المياه بسبب ارتفاع قيم الحرارة والتبخر وقلة التساقط المطري الذي يمثل مصدر التغذية الرئيسي للبحيرة.
- 3- ارتفعت تركيزات العناصر الفيزيائية والكيميائية في مياه البحيرة عن الحدود المسموح بها بالمقارنة مع مؤشرات الصحة العالمية WHO والمؤشرات العراقية IQR مما جعل مياهها غير قابلة للاستخدامات البشرية والزراعية.
- 4- تباينت مناسيب المياه السطحية للبحيرة سنوياً وشهرياً حيث إن مياهها ترتفع في السنوات المطيرة وتنخفض في السنوات الجافة، أما شهرياً فترتفع المياه في فترات سقوط المطر، وقلة التبخر ثم تبدأ بعد ذلك بالانخفاض بشكل تدريجي مع ارتفاع درجات الحرارة، وانعدام التساقط المطري وزيادة قيم التبخر.
- 5- تباين الأشكال الجيومورفولوجية للبحيرة، وهذا ناتج عن اختلاف أحوال المناخ، وكذلك تباين وتذبذب مستويات مياه البحيرة.
- 6- كثرة الانهيارات الجرفية في البحيرة نتيجة عملية الذوبان المستمر لصخور الأساس.
- 7- سيادة ظاهرة النخب الجوفي للجروف سيما في جهات البحيرة الجنوبية الشرقية الأمر الذي يجبر البحيرة في الزحف على هذه الجهات على حساب أكتاف البحيرة الأمر الذي أدى إلى تقويض هذه الأكتاف.

التوصيات:

- 1- إجراء تحليلات دورية لمياه البحيرة مرة واحدة كل شهر على الأقل مرة ذلك لمراقبة التغيرات التي تحصل في الخصائص الكمية والنوعية للمياه وعلى أعماق مختلفة.
- 2- محاولة إنشاء حزام أخضر من الأشجار والشجيرات على جوانب البحيرة لتخفيف كمية الملوثات القادمة مع الرياح للبحيرة، والحد من زحف الكثبان الرملية على جهاتها الشمالية الغربية.
- 3- الحد من الحفر العشوائي للآبار الارتوازية بالقرب من البحيرة من قبل الأهالي وشركة الملح وتقنين تصريف البعض من الآبار للحد من التأثير على مناسيب مياه البحيرة.
- 4- حماية البحيرة من التجاوزات الحاصلة على جهاتها ولاسيما الجهة الجنوبية الشرقية، وإغلاق مقالع الصخور بالقرب منها.

المصادر والمراجع

- أبراهيم، اسماعيل خليل، (2008). القاموس الحيواني-الزراعي (إنكليزي-عربي)، دار الكتب العلمية، لبنان، بيروت.
- الجبوري، سلام هاتف احمد، (2014). علم المناخ التطبيقي، الطبعة الأولى، جامعة بغداد، بغداد.
- جمهورية العراق، وزارة الصحة والبيئة، شعبة الإحصاء، بيانات غير منشورة، 2019.
- جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية، قسم التخطيط والمتابعة، المدلولات المائية، بيانات غير منشورة، 2019.
- جمهورية العراق، وزارة النقل والمواصلات، الهيئة العامة للأبناء الجوية والرصد الزلزالي، (2019). قسم المناخ، بغداد، بيانات غير منشورة.
- الحسناوي، زينب وناس، (2015). التحليل الجيومورفولوجي لأصل وتطور بحيرة ساوة وتقييمها لأغراض المشاريع التنموية السياحية، مجلة البحوث الجغرافية، جامعة الكوفة، العدد 22، ص 393.
- الخفاجي، علي خليل عبد الكاظم، (2016). الكشف عن حالة التلوث لترب ومياه منطقة بحيرة ساوة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. رسالة ماجستير، كلية الزراعة جامعة المثنى.
- الراوي، عادل سعيد وقصي عبد المجيد السامرائي، (1990). المناخ التطبيقي، دار الحكمة، بغداد.
- العبادي، دعاء محمد غريب، (2013). هيدروجيومورفية بحيرة ساوة باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، رسالة ماجستير، جامعة ذي قار، كلية الآداب، قسم الجغرافية، ص 195.
- عبدان، رحيم حميد ودعاء محمد غريب العبادي، (2018). الكشف الطبوغرافي والهيدرولوجي لبحيرة ساوة وعيونها المائية في العراق باستعمال تقنيات المسح الطبوغرافي ونظم المعلومات الجغرافية، مجلة الآداب، جامعة ذي قار، العدد 127، ص 287.
- فرمان، محمد وكاع، (2001). فيزياء الإلكترونيات، مطبعة جامعة الموصل، كلية الهندسة.
- مدلول، ثائر عبد الباري، وابتهال عقيل عبد المنعم، دراسة ميكروبية وبيئية لمياه بحيرة ساوة وفحص الحساسية الجرثومية تجاه المضادات الجرثومية، مجلة المثنى للعلوم الزراعية، جامعة المثنى، المجلد الأول، العدد الثاني، 2013.

References

- Al-Hasnawi, Z. (2016). *Geomorphological analysis of the origin and evolution of Sawa Lake and evaluated for the purposes of tourism development projects*, Issue 22, University of Kufa , Najaf, Iraq.
- Ali, K.K. and Ajeena, A.R., Arab J. Geosci, (2016). Assessment of interconnection between surface water and groundwater in Sawa Lake area, southern Iraq, using stable isotope technique , *Arab J Geosci* ,9,648.
- Al-Mosawi W.M., Al-Tememi, M.K., Ghalib, H.B. and Nassar, N.A. (2015). Sub-Bottom Profiler and Side Scan Sonar investigations, with the assistance of hydrochemical and isotopic analysis of Sawa Lake, Al-Muthana.
- Alraawi , E. & Al-Samarrai Q. (1990). *The Applied Climate*, Dar Al-Hikma, Baghdad, Iraq.
- Farman, M. (2001). *Electronics Physics*, Mosul University Press, College of Engineering, Mosul, Iraq.
- Governorate, Southern Iraq. *Mesopot. J. Mar. Sci.*, 30(1), 81 - 97
- Ibrahim, A. (2008). *The Animal-Agricultural Dictionary (English-Arabic)*, Dar Al-Kutub Al-Ilmiyya, Beirut: Lebanon.
- Jamil, A. K. (1977). Geological and hydrochemical aspects of Sawa Lake- S. Iraq, *Bull. Coll. Sci.* 18 (1), 221-253.
- Jubouri, S. (2014). *Applied Climatology*, (1st), University of Baghdad, Baghdad, Iraq.
- Khayyun, T. (2018), Groundwater Flow and Hydrologic Budget for Sawa Lake in Iraq, *International Journal of Scientific and Engineering Research*.9(6), 425-430
- Madlul , N. & Moneim, I. A. A. (2013). A microbial and environmental study of Sawa Lake water and examination of microbial sensitivity to antimicrobials, *Al-Muthanna Journal of Agricultural Sciences*, 1(2), Al-Muthanna University, Al-Muthanna, Iraq.
- Mahdi, M., Al-Whaely U., & Shareef, N. (2017). Study of Sawa lake fauna, Holocene deposits, Al-Muthanna Province, Southern Iraq, *Mesopotamian Journal of Marine Science*, 32 (2), 104-114.
- Naqash, A. and Al-Shamee, F. 1977. Geological and hydrochemical sediment petrographical study of Sawa Lake. *Bull. Coll. Sci.*, 18(1), 199-220.
- Republic of Iraq, (2019). Ministry of Health and Environment, Statistics Division, unpublished data.
- Republic of Iraq, (2019). Ministry of Transport and Communications, General Authority for Meteorology and Seismic Monitoring, Climate Division, Baghdad, unpublished data.
- Republic of Iraq, (2019). Ministry of Water Resources, National Center for Water Resources Management, Planning and Follow-up Department, Water Implications, unpublished data.
- Salih Muhammad Awadh, (2016). Outstanding universal values of the sawa lake as a world natural heritage, *Bull. Iraq nat. Hist. Mus.* 14 (1), 1-11.
- Sangpal, R. (2011). Upendra Kulkarni, Yogesh M. Nandurkar, An assessment of physic-chemical properties to study the pollution potential of Ujjani reservoir, Solapur district, India, *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, Asian Research Publishing Network (ARPN).
- Train R. (1979). *Quality criteria for water*, U.S. Environmental Agency, Washington D.C., Castlehe House publication Ltd.
- Venkatesharaju, K. (2010). Ravikumar, P.; Somashekar, R., Prakash, K.L., Physico-Chemical and Bacteriological Investigation on the River Cauvery of Kollegal Stretch in Karnataka, Kathmandu University. *Journal of Science, Engineering and Technology*, 6(I), 50-59.
- World Health Organization, (2002). *Drinking Water Guidelines and Standard*, Geneva.
- Ziyadi, M., Jawad L. A. Almukhtar M., & Pohl T., (2015). Day's goby, *Acentrogobius dayi* Koumans, 1941 (Pisces: Gobiidae) in the desert Sawa Lake, south-west Baghdad, Iraq, *Marine Biodiversity Records*, Cambridge University Press.