مجلة علوم البحار والتقنيات البيئية
المجلد (6)، العدد (2) (ديسمبر-2020)

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

دراسة بعض المتغيرات البيئية وعلاقتها بالإنتاجية في بحيرة قبرعون، جنوب غرب ليبيا

فاطمة عبد الوهاب الإمام، بركة على الجيلاني، مسعود فرج ابوستة*، هالة يوسف ومصطفي سليمان

قسم علوم البيئة، كلية العلوم الهندسية والتقنية، جامعة سبها، براك الشاطئ، ليبيا.

*البريد الإلكتروني: ma.abusittah@sebhau.edu.ly

Study of Some Environmental Variables and Their Relationship to Productivity in Lake Qabroun, Southwestern Libya

Fatima A. Al Imam, Barkah Al-Jilani, Msaud F. Abuosetta*, Halh Youssef, and Mustafa Soliman

Environmental Sciences Department, Faculty of Engineering and Technical Sciences,
Sebha University, Brack, Libya.

Received: 05 November 2020; Revised: 19 December 2020; Accepted: 26 December 2020.

الملخص

أقيمت هذه الدراسة في بحيرة قبرعون التي تقع عند خط طول 13.33° شرقا، ودائرة عرض 26.18° شمالا. تهدف هذه الدراسة دراسة بعض المتغيرات البيئية او العوامل الفيزيائية وعلاقتها بالإنتاجية بحيرة. لقد أثبتت الدراسة وجود علاقة طردية لإنتاجية مع الأكسجين الذائب يبذو ذلك واضح في النتائج حيت تراوحت أعلى نتائج للمتوسطات الأكسجين الذائب O_2 حسب الجهات ومستويات المدروسة بالجهة الغربية بمستوى السطح في أوائل الصيف وأقلها بالجهة الجنوبية بمستوى العمق، كما سجلت الدراسة أعلى متوسطات للإنتاجية حسب الجهات والمستويات في أوائل الصيف بالجهة الغربية بمستوى السطح وأقلها بأواخر الربيع بالجهة الشرقية عند مستوى القاع. وأيضا أظهرت الدراسة أن بحيرة قبرعون من البحيرات الصحراوية ذات إنتاجية عالية، حيث سجلت أعلى مستوى للإنتاجية (32,266.66 مجم كربون/ .م^3.يوم) في فصل الربيع بمستوى السطح بالجهة الغربية. وتراوح أقصى عمق للبحيرة 7.10م بمركز البحيرة.

الكلمات الدالة: الانتاجية، الاكسجين الذائب، مقياس الشفافية، قبرعون، جنوب غرب ليبيا.

Abstract

This study was conducted in Lake Qabroun, which is located at the longitude of 13.33° East, and width of 26.18° North. This study aims at studying some environmental variables or physical factors and their relationship to productivity lake. The study has demonstrated the existence of a positive relationship between productivity with dissolved oxygen. This is evident in the results where the highest results ranged from the dissolved oxygen average O_2. According to the regions and the levels of study on the western side at the surface level in early summer, and the lowest on the southern side with the level of depth. The study also recorded the highest average productivity levels according to regions and levels in early summer on the western side at the surface level and the lowest in late spring on the eastern side at the bottom level. The study also showed that Lake Qabroun is one of the deserts lakes with high productivity, as it recorded the highest level of productivity (32,266.66 mg of carbon/m^3.day) in the spring season at the surface level of the western side. The maximum depth of the lake ranged to 7.10 m in the center of the lake.

Keywords: *Productivity, Dissolved oxygen, Transparency scale, Qabroun, Southwestern Libya.*

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

1. المقدمة

تعتبر صحراء فزان من أهم المناطق في الصحراء الكبرى التي تقع في جنوب غرب ليبيا، توفر هذه منطقة دراسة فريدة من نوعها بالنسبة للعلاقة بين المتغيرات المناخية واستغلال الإنسان لها، بالأخص البحيرات الواقعة في شرق منطقة أوباري. أهمها بحيرة قبرعون التي تقع وسط الكثبان الرملية الشاهقة، وتعتبر من الأنظمة البيئية المتطرفة التي تحد من قدرة الكائنات الحية على تحملها حيث تتفاوت الهوائم الحيوانية والنباتية في تحملها بتقديرات متفاوتة.

بحيرة قبرعون تعتبر من الأنظمة البيئية المتطرفة المناخ، والظروف البيئية قاسية المتمثلة بعامل الجفاف، وشدة الملوحة والمغذيات وارتفاع درجة الحرارة، وكمية الإضاءة الثابتة والرطوبة. وأيضا قلة كمية الإمطار عن 20 مم. رصدت أعلى درجة حرارة فيها بشهري يوليو وأغسطس حيث تراوحت بين 42 و 46 °م، تعتبر الدراسات البيئية الشاملة التي أجريت على بحيرة قبرعون شديدة الندرة، بسبب موقعها الجغرافي في بحر رمال فزان لصعوبة الوصول إليها، وقلة المختصين في دراستها. قام الباحث (المختار وآخرون، 2002) بدراسة بيئية تهدف لمعرفة العوامل الحية وغير حية التي تمتاز بها بحيرة قبرعون. ودراسة بعض التغيرات اليومية لبعض العوامل الفيزيائية والكيميائية لها، واستنتاج وجود تغيير واضح في الشفافية والملوحة وكمية الأيونات الذائبة في مياه البحيرة وأكدت الدراسة أن البحيرة تتزود بمياه جوفية قليلة الملوحة وصنفوها ضمن بحيرات الإذابة التي تكونت بفعل الرياح. وأكدت الدراسة أن البحيرة بظاهرة التطابق الحراري والملحي وتطابق في تركيز الأكسجين الذائب وانعدام CO_2 الحر، وصنفوا البحيرة بأنها ذات إنتاجية عالية. كما أشارت دراسة (Gonfianini & Burdon, 1991) إلى أن أقل درجه حرارة للبحيرة في شهري ديسمبر ويناير حيث تراوحت ما بين 1 و 4 °م ونتيجة لهذا فإن معدل التبخر والنتح تكون عالية. هذه الظروف البيئية السائدة أدت إلى قلة التنوع الحيوي في البحيرة وسيادة الأنواع المرنة فيها (الدوكالي وآخرون، 2019)، وكذلك ظهور عمليات الإجهاد البيئي والفسيولوجي للكائنات ذات النمو السريع والقدرة العالية على التكييف، سواء كانت منتجة من مصدر الطاقة الشمسية كالطحالب أو من العوامل البيئية المساعدة التي تساعد البحيرة على قدرة تحمل عالية فوق طاقتها الاعتيادية (Odum 1971; Stadiniski & Radinov, 1988; Colinvaux, 1993; Dessalegn, 2007; and Mohammed *et al.*, 2018).

2. المواد والطرق

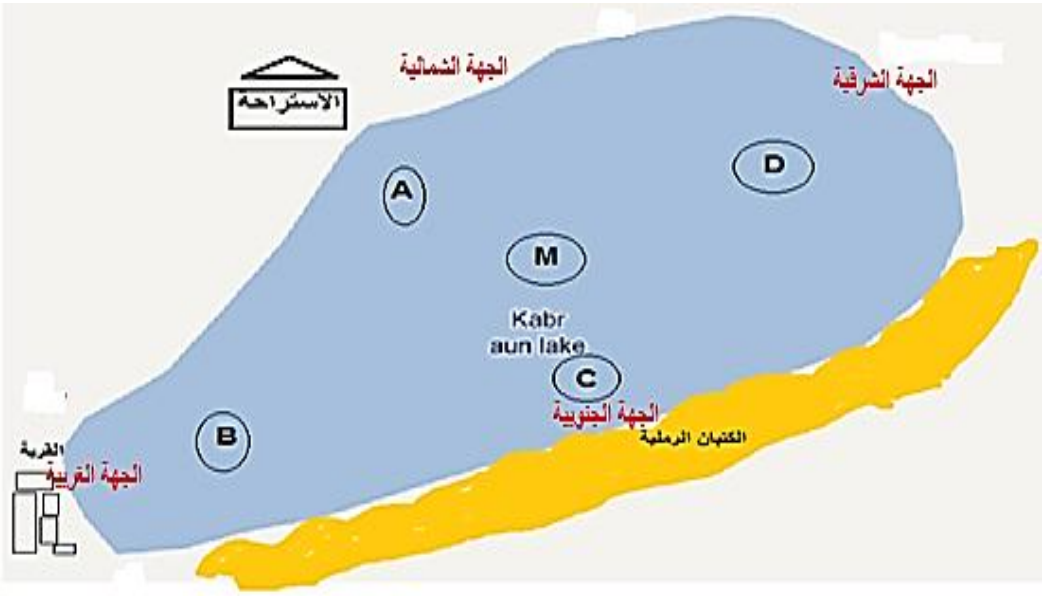
أقيمت هذه الدراسة في بحيرة قبرعون الواقعة في جنوب ليبيا، وهي بحيرة طبيعية من بين سلسلة من البحيرات الواقعة شرق أوباري بمسافة 100كم وغرب مدينة سبها بحوالي 90 كم، و39 كم غرب قرية الرقيبة، وسط كثبان رملية. وهي واحة منخفضة تقع عند خط طول °13.33 شرقا، ودائرة عرض °26.18 شمالا، وترتفع فوق سطح البحر 441.3 متراً. تم تحديد موقعها وارتفاعها بواسطة جهاز تحديد الموقع GPS نوعه (map 76S) Salem & Belaid, 1987; and Gonfianini & Burdon, (1991; وأقصى عمق حوالي 8 م، وتحفها أشجار النخيل وسيقان القصب والأثل (المختار وآخرون، 2002). بدأ جمع العينات في الفترة من شهر مارس، أبريل، مايو، يونيو على الترتيب. وقد تم تحديد خمسة مواقع داخل البحيرة لجمع العينات اللازمة للدراسة والموضحة بالشكل (1)، الموقع الأول (A) الجهة الشمالية المواجهة لساحل الاستراحة السياحية، والموقع (B) الجهة الغربية المواجهة لساحل القرية، ثم الموقع (C) الجهة الجنوبية المواجهة لحافة التلال الرملية. ثم يليه الموقع (D) بالجهة

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

الشرقية مقابل الساحل الشرقي. أما الموقع (M) يمثل مركز البحيرة. أُخذت العينات من المواقع على ثلاث مستويات من الأعماق وهي: السطح (20 سم) والوسط (3 م)، وعمق (قاع البحيرة).

استخدم لقياس الشفافية جهاز قياس نفاذية الضوء في الماء (بقرص ساكي؛ Secchi- disc). كما تم قياس درجة الحرارة وكمية الأكسجين الذائب بواسطة جهاز قياس الأكسجين الذائب Oxygen meter (نوع Hanna موديل Hi 9143) بشكل مباشر في مياه البحيرة. وتم قياس الأس الهيدروجيني pH باستخدام جهاز قياس الأس الهيدروجيني Ion meter، نوعه Jenway-3205 مزود بقطب زجاجي. بينما تم قياس الإيصالية والأملاح الذائبة الكلية TDS بواسطة جهاز Conductivity meter (نوع Hanna موديل Hi 9635).

تم ترشيح جميع العينات بواسطة ورق الترشيح (Whatman, No.1). تم قياس الإنتاجية الأولية باستخدام طريقة القناني الشفافة والمعتمة ولمدة ساعة واحدة (APHA, 1975)، وقياس الفوسفات في عينات الماء باستخدام جهاز المطياف اللوني Spectrophotometer عند الطول الموجي 470 nm (السلمان وآخرون،2007).

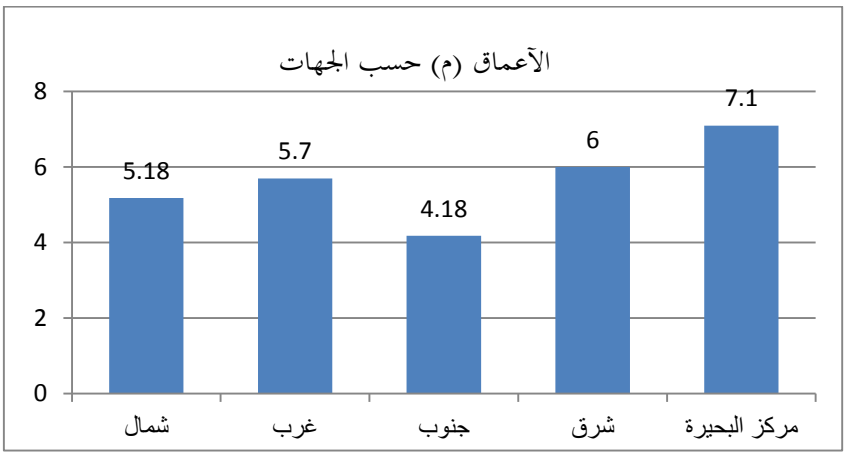


الشكل 1. يوضح مواقع جمع العينات من البحيرة

3. النتائج

يمثل مركز البحيرة أكثر المناطق عمقاً 7.10 م ويليها الجهة الشرقية ثم الغربية ثم الشمالية وأقلها الجهة الجنوبية بعمق قدره 4.18 م، والمبينة في الشكل (2).

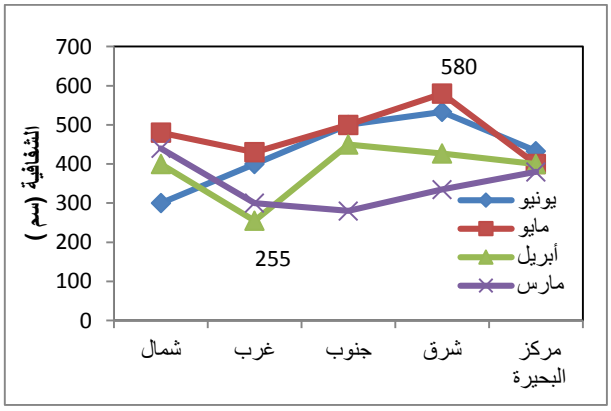
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



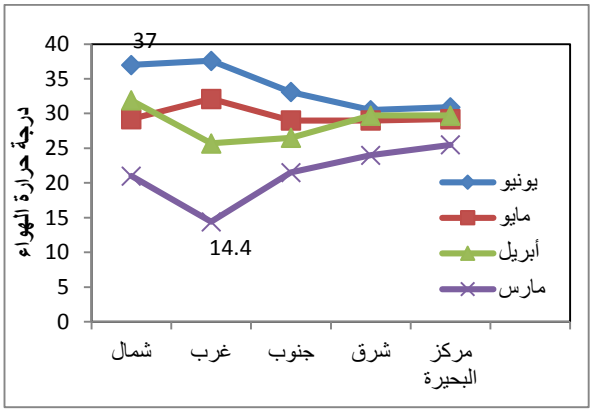
الشكل 2. يوضح الأعماق بالمتر حسب الجهات

يظهر أقل معدل للشفافية (Transparency) بالجهة الغربية في شهر أبريل (شكل 3) بينما أفضلها في الجهة الشرقية بشهر يونيو. أكدت نتائج التحليل الإحصائي بالنسبة للاتجاهات وجود فروق معنوية لجميع الجهات فيما عدا مركز البحيرة، بالنسبة للمستويات فتوجد فروق معنوية قوية بمستوى السطح ($P<0.000$, $F=9.352$).

لقد تراوحت درجة حرارة الهواء بين 14–37 °م للجهات المدروسة بالبحيرة أعلاها في الجهة الشمالية لشهر يونيو. وأقلها في الجهة الغربية لشهر مارس (شكل 4). أوضحت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية قوية ($F=10.820$, $P<0.000$) في كل الجهات ومركز البحيرة بجميع الأشهر.



الشكل 3. الشفافية حسب الجهات

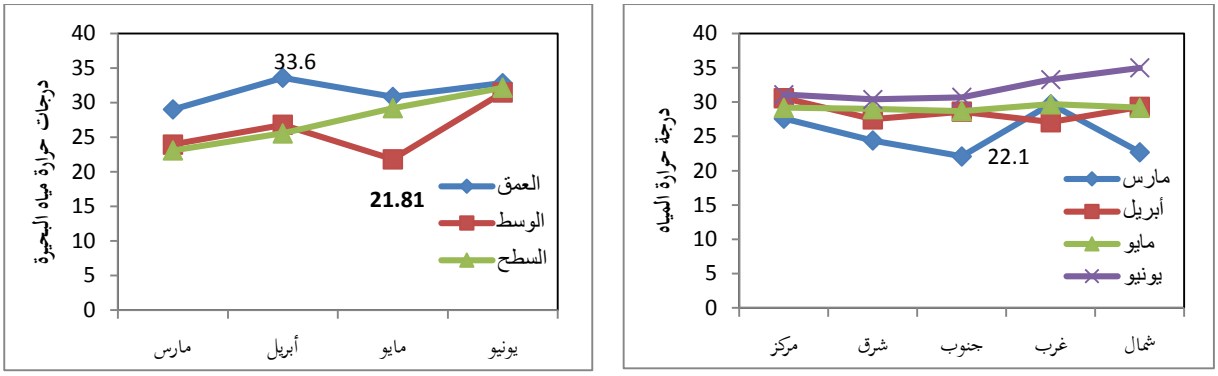


الشكل 4. درجة حرارة الهواء

رصد متوسط درجة حرارة المياه بالجهات المدروسة بقيم مغايرة حيث كانت أعلاها 35 °م في الجهة الشمالية لشهر يونيو وأقلها 22.1 °م بالجهة الجنوبية لشهر مارس. ورصدت حسب المستويات أعلاها 33.6 °م في العمق لشهر أبريل، وأقلها 21.81 °م في السطح لشهر مايو والمبينة في الشكل (5). كما أثبتت نتائج التحليل الإحصائي للاتجاهات وجود فروق معنوية حيث سُجلت عند ($F=5.786$, $P<0.021$; $F=2.979$, $P<0.007$) على التوالي في الجهة الشمالية والجنوبية، في حين

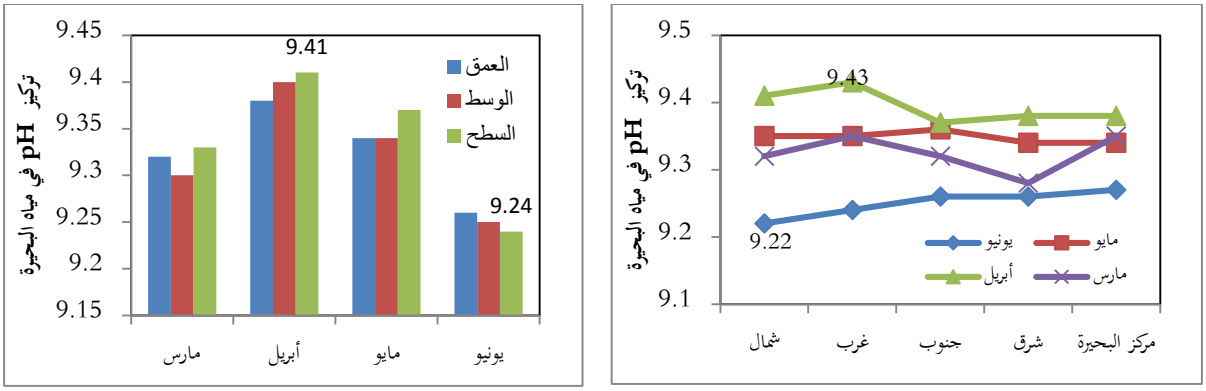
ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

توجد فروق معنوية قوية لكل من مستويي السطح والوسط (F=10.370, P<0.000; F=15.486, P<0.00) على التوالي لجميع الأشهر.



الشكل 5. متوسطات درجة الحرارة (°م) حسب الجهات والمستويات

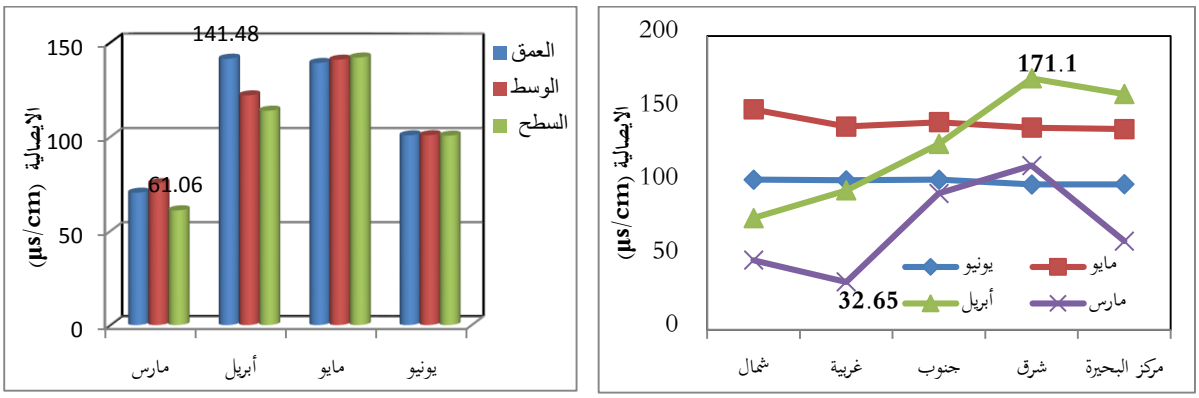
سجلت نتائج متوسطات الأس الهيدروجيني ما بين (9.22-9.43) أعلاها بالجهة الغربية لشهر أبريل وأقلها بالجهة شمالية لشهر يونيو بالنسبة للجهات، وتراوحت متوسطات الأس الهيدروجيني بالنسبة للمستويات ما بين (9.24-9.41) أعلاها بمستوى السطح لشهر أبريل وأقلها بسطح لشهر يونيو (شكل 6). أثبتت نتائج التحليل الإحصائي للأس الهيدروجين pH وجود فروق معنوية قوية في كل الجهات للبحيرة وبجميع المستويات. وأظهرت نتائج معامل الارتباط وجود علاقة عكسية له مع درجة حرارة والأكسجين الذائب وفوسفات (P<0.001, 0.002, 0.001) على التوالي.



الشكل 6. يوضح متوسطات تركيز pH في مياه البحيرة حسب الجهات والمستويات

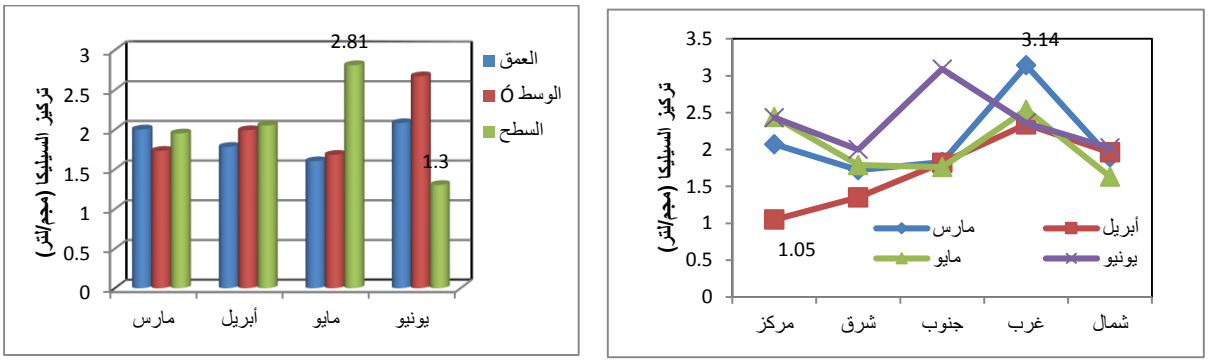
أظهرت متوسطات نتائج الإيصالية ما بين (32.65-171.1 µs/cm) أعلاها بالجهة الشرقية لشهر أبريل وأقلها بالجهة الغربية لشهر مارس بالنسبة للجهات. وتراوحت متوسطات الإيصالية بالنسبة للمستويات ما بين (12.142-61.06 µs/cm) أعلاها بمستوى العمق لشهر مايو وأقلها بالسطح لشهر مارس (شكل 7)، وسجلت نتائج التحليل الإحصائي فروق معنوية في كل الجهات ومركز البحيرة والمستويات أيضا بجميع الأشهر.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



الشكل 7. يوضح متوسطات الايصالية (µs/cm) حسب الجهات والمستويات

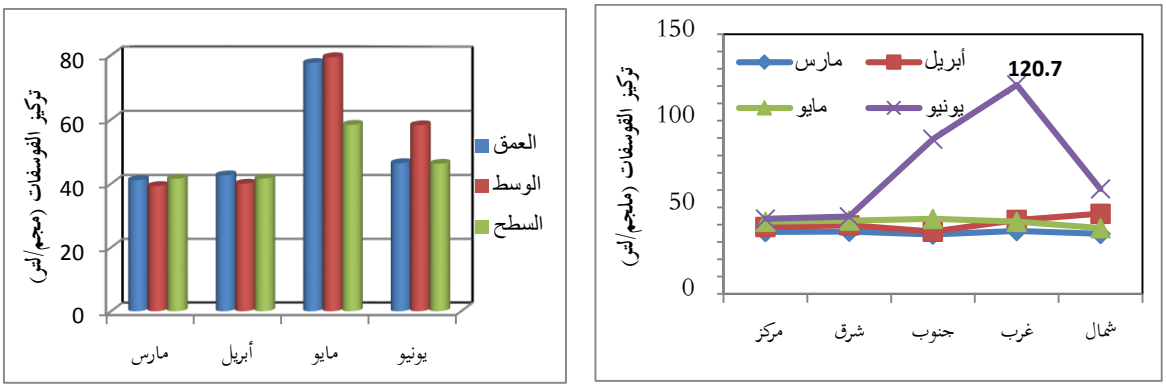
سجلت نتائج متوسطات السليكا ما بين (1.05-3.14مجم/لتر) أعلاها بالجهة الغربية لشهر مارس وأقلها بمركز البحيرة لشهر أبريل بالنسبة للجهات. أظهرت متوسطات السليكا بالنسبة للمستويات ما بين (2.81، 1.60مجم/لتر) أعلاها بمستوى السطح لشهر مايو وأقلها بالعمق لشهر مايو (شكل 8). كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي للجهات عدم وجود فروق معنوية بالجهة الغربية خلال فترة الدراسة، في حين توجد فروق معنوية في مستوى الوسط (P=0.002, F=5.455). كما سجلت نتائج معامل الارتباط وجود علاقة طردية للسليكا مع المواد العالقة (P<0.000).



الشكل 8. يوضح تركيز السليكا (مجم/لتر) في مياه البحيرة حسب الجهات والمستويات

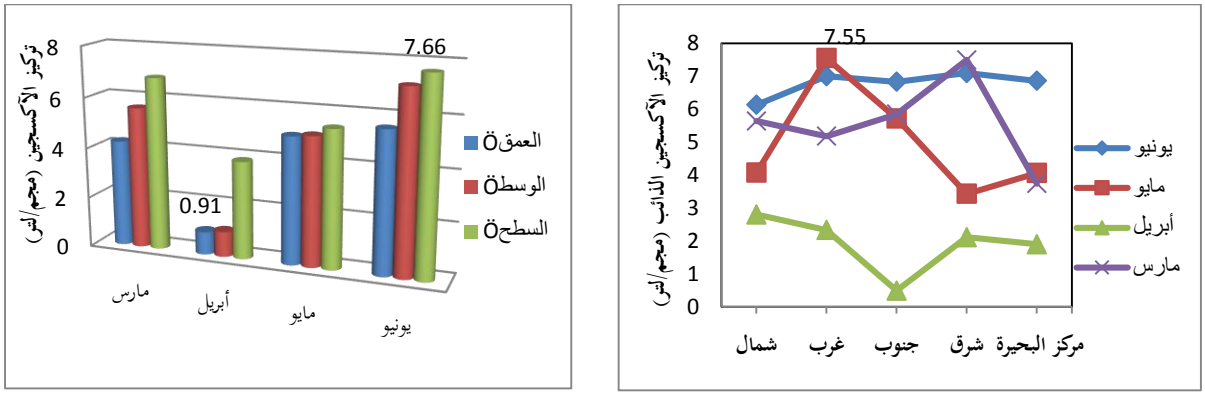
أظهرت متوسطات نتائج الفوسفات ما بين (34.3-120.7 مجم/لتر) أعلاها بالجهة الغربية لشهر يونيو وأقلها بالجهة الجنوبية لشهر مارس بالنسبة للجهات. وسجلت متوسطات الفوسفات بالنسبة للمستويات ما بين (33.2، 79.4 مجم/لتر) أعلها بمستوى الوسط لشهر يونيو وأقلها بمستوى الوسط لشهر مارس (شكل 9). وأثبتت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية (F=3.793 P<0.020; F= 534.236, P<0.001. F= 127.129, P< 0.001 على التوالي في الجهة الشمالية والغربية والجنوبية في كل الأشهر، وتوجد أيضا فروق معنوية للفوسفات في مستوى الوسط والعمق (F=28.137, F=15.801, P<0.000. P<.0.000).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966



الشكل 9. يوضح متوسطات تركيز الفوسفات (مجم/لتر) في مياه البحيرة حسب الجهات والمستويات

تراوحت متوسطات الأكسجين الذائب O_2 أعلاها (7.55 مجم/لتر) بالجهة الغربية لشهر مايو وأقلها (1.9مجم/لتر) الجهة جنوبية لشهر مارس. كما سجلت متوسطات حسب مستويات أعلها (7.66 مجم/لتر) في السطح لشهر يونيو وأقلها (0.91 مجم/ لتر) في الأعماق (شكل 10). من التحليل الإحصائي يتضح وجود فروق معنوية في معظم الجهات المدروسة ومركزها في جميع الأشهر فيما عدا الجهة الشمالية كما توجد فروق معنوية في كل مستويات. وبينت نتائج معامل الارتباط وجود علاقة طردية مع إنتاجية البحيرة($P<0.002$,0.035 ,0.001) على التوالي.



الشكل 10. يوضح متوسطات الاكسجين الذائب (مجم/لتر) حسب الجهات والمستويات

1.3. إنتاجية البحيرة Productivity of the lake

سجلت الدراسة أعلى متوسط للإنتاجية بالنسبة لجهات في شهر مايو في الجهة الغربية وأقلها في شهر أبريل بالجهة الشرقية. وسجل أعلى متوسط إنتاجية للمستويات في شهر مايو عند السطح وأقلها شهر أبريل عند العمق (شكل 11). وأثبتت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية لكل الجهات ولكل الأشهر ما عدا الجهة الغربية $P<0.002$، بينما سجلت نتائج التحليل الاحصائي بالنسبة للمستويات وجود فروق معنوية بمستوى الوسط ($P<0.004$) بجميع الأشهر. أثبتت الدراسة أن البحيرة فبرعون تعتبر بحيرة عالية الإنتاجية خلال فترة الدراسة (جدول 1). كما أظهرت نتائج معامل ارتباط الإنتاجية مع العوامل البيئية المدروسة وجود علاقة طردية لإنتاجية البحيرة مع الأكسجين الذائب ($P< 0.001$) خلال فترة الدراسة.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

الشكل 11. متوسطات إنتاجية البحيرة حسب الجهات والمستويات

4. المناقشة

سجلت نتائج دارسة البحيرة أكثر المناطق عمقاً هو مركز البحيرة ويليها الجهة الشرقية ثم الغربية ثم الشمالية وأقلها الجهة الجنوبية بسبب زحف الكثبان الرملية إليها. فعلى الرغم من وجود أشجار النخيل التي تعمل كمصد لزحف الرمال ووجود استراحات السواح وإقامة السكان والحركة التي تعيق جميعها زحف الرمال، لم تؤثر على عمق البحيرة مقارنة بالجهة الجنوبية، واتجاه الرياح أيضا.

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي للشفافية (Transparency) عدم وجود فروق معنوية بمركز البحيرة مقارنتا بالجهات الأخرى، بسبب تعرض الجهات الأربعة للمتغيرات البيئية المختلفة مثل الغطاء النباتي وحركة السكان والرياح مما سبب اختلاف مركز البحيرة عنها لبعده عن كل هذه المؤثرات. وبينما أفضل معدل متوسطات شفافية بالجهة الشرقية لشهر يونيو بسبب وجود غطاء نباتي عند الحافة الشرقية الذى سبب قلة تسرب التربة الرملية إليها وقلة الهوائم الحيوانية، وأيضا بسبب ارتفاع درجة الحرارة في شهر يونيو، و أقل شفافية بالجهة الغربية لشهر أبريل بسبب حدوث ظاهرة الانقلاب الربيعي (Spring turnover) بهذه الجهة خلال فترة الدراسة، وهذه تتفق مع نتائج (Ajaili *et al.*, 1984) الذى أشار لأن التطابق الحراري في البحيرة هو سبب اختلاف معدل الشفافية بالبحيرة، أيضا بسبب حركة الرياح المحلية الجنوبية الغربية.

تتميز البحيرة بنظام بيئي ترتفع فيه درجات الحرارة هواء أكثر من 40 °م، حيث ترتفع أثناء النهار وتنخفض ليلا، وقد رصدت درجات حرارة الهواء خلال أشهر الدراسة أقلها بالجهة الغربية لشهر مارس بسبب انسياب التيار الهوائي من الجهة الشرقية إلى الغربية ووجود المنطقة السكنية الذي يعيق استمرار حركة التيار إلى غرب البحيرة مما ساهم في خفض درجة الحرارة الجهة الغربية، في حين رصد أعلى معدل لحرارة الهواء بالجهة الشمالية لشهر يونيو بسبب بُعد الغطاء النباتي عن الحافة الشمالية الذي جعل هذه الجهة تتعرض إلى تيارات حارة مباشرة لأن البحيرة تقع ضمن الحزام الصحراوي.

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

جدول 1. يبين حساب إنتاجية البحيرة Productivity of lake خلال فترة الدراسة

الإنتاجية الأولية (ملجم كربون/ م^3.يوم)					
الجهات	المواقع	يونيو	مايو	أبريل	مارس
الشمالية	السطح	1,866.66	4,266.66	12,000.0	4,000.00
	الوسط	2,666.66	1,333.33	5,066.66	3,700.33
	العمق	1,333.33	1,333.33	3,200.00	5,600.00
الغربية	السطح	3,200.00	5,600.00	32,266.66	2,400.00
	الوسط	2,400.00	1,333.33	14,400.0	2,666.66
	العمق	2,133.00	1,600.00	21,600.0	4,266.66
الجنوبية	السطح	13,333.33	20,000.0	2,400.00	6,666.66
	الوسط	2,400.00	2,400.00	16,266.66	1,866.66
	العمق	1,333.33	1,600.00	4,533.33	3,733.33
الشرقية	السطح	26,133.33	3,200.00	3,200.00	2,133.33
	الوسط	1,333.33	1,066.66	5,066.66	3,733.33
	العمق	1,600.00	1,333.33	8,000.00	2,133.33
مركز البحيرة	السطح	2,133.00	5,866.66	2,133.33	17,866.66
	الوسط	4,000.00	1,600.00	5,333.33	6,400.00
	العمق	1,066.66	1,333.33	8000.00	6,133.33

أكدت نتائج التحليل الإحصائي لدرجة حرارة المياه وجود فروق معنوية بالجهتان الشمالية والجنوبية بسبب وجود علاقة طردية بين درجات حرارة المياه السطحية ودرجة حرارة الهواء واختلاف أعداد الهوائم والتي سببت وجود فروق معنوية بالجهتين وهذا يتفق مع نتائج (Wetzel, 1983) الذي أشار إلى الظاهرة العامة التي تحصل لجميع المياه السطحية في الظروف العادية وهذا يبدو واضح من نتائج المتوسطات أعلاها في الجهة الشمالية لشهر يونيو وأقلها بالجهة الجنوبية لشهر مارس، وهذا يتفق مع (حدود وآخرون، 2006) في سبخة التميمي الغربية. بينما أشارت الدراسة بوجود فروق معنوية بين مستوى السطح والوسط وأكده الباحثون (Wetzel,1983؛ المختار وآخرون، 2002)، أن السبب يعود لظاهرة التطابق الحراري الوسطي (Mesothermel profile)، ولاحظ ذلك أيضا (Ashton & Schoemam, 1983) اللذان أكدا على أن التطابق الحراري يوجد في العديد من البحيرات الصحراوية. ويفسر عدم وجود فروق معنوية في مستوى العمق لاستقرار منطقة العمق وعدم تعرضها للتيارات الهوائية مما سبب ارتفاع درجة الحرارة في الأعماق وهذا يتفق مع نتائج رصد متوسطات درجات حرارة مياه البحيرة للمستويات حيث سجلت أعلى درجة الحرارة في الأعماق.

رصدت نتائج التحليل الإحصائي للأس الهيدروجيني وجود فروق معنوية بكل الجهات والمستويات للبحيرة، بسبب تعرض مياه البحيرة لمتغيرات بيئية كدرجة الحرارة والملوحة والأكسجين التي بدورها تؤثر في معدل الأس الهيدروجيني. بينما سجلت متوسطات الأس الهيدروجيني أعلاها بالجهة الغربية لشهر أبريل بسبب ارتفاع معدل القلوية ووجود العوالق وأقلها بالجهة الشمالية بشهر يونيو بسبب زيادة درجة الحرارة والملوحة وهي نفس القيمة التي سجلها (دكالي وآخرون، 2019) في شهر يونيو، والذي يتفق مع ما أشار إليه الباحثان (Brown & Lars ,1971).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

سجلت نتائج التحليل الإحصائي للإيصالية وجود فروق معنوية لكل الجهات والمستويات البحيرة بسبب تعرض البحيرة لتغيرات المواد الذائبة الكلية (TDS) ويبدوا ذلك واضح في نتائج معامل ارتباط العوامل البيئية المدروسة، بوجود علاقة طردية بين المواد الذائبة الكلية والايصالية الأمر الذي سبب في وجود أعلى متوسط بمستوى العمق واقل متوسط بمستوى السطح. بينما ظهرت متوسطات الإيصالية أعلاها بالجهة الشرقية لشهر أبريل بسبب زيادة (TDS) فيها وأقلها بالجهة الغربية بشهر مارس بسبب انخفاض درجة الحرارة و (TDS)، وهي اقل من القيمة التي سجلها (الدوكالى وآخرون، 2019) بسبب وجود عوامل أخرى ككثرة الطحالب والهوائم الحيوانية في المياه السطحية للبحيرة وحدوث عملية التمثيل الضوئي.

بينت نتائج التحليل الإحصائي للسليكا عدم وجود فوارق معنوية لكل الجهات ماعدا الجهة الغربية بسبب وجود الغطاء النباتي وحركة السكان والرياح الجنوبية الغربية المحلية والتي سببت في اختلاف هذه الجهة عن بقية الجهات لتأثرها بهذه المؤثرات. لذا سجلت أعلى متوسطات (3.14 مجم/لتر) بالجهة الغربية في شهر مارس وأقلها كانت بمركز البحيرة لشهر أبريل (1.05 مجم/لتر) لبعد هذه الجهة عن المؤثرات وتداخل العمليات البيولوجية والجيوكيميائية. بالنسبة للمستويات، بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق المعنوية بمستوى الوسط، لهذا تراوحت متوسطات مستويات ما بين (2.81-60.1مجم/لتر) أعلاها بمستوى السطح لأنه يتأثر بشكل مباشر بحركة السكان والرياح المحملة بحبيبات الرملية والمواد العالقة في المياه وقلة الشفافية واقلها بمستوى العمق لأنه يعتبر منطقة مستقرة بعيدة عن حركة التيارات الهوائية وتتواجد به الرواسب.

يعتمد التركيب الكيميائي للفوسفات PO_4^{-3} في البيئية المائية على نوعية الفضلات المطروحة، لذلك تصنف مركبات الفسفور فيه إلى فوسفات عضوي وفوسفات غير عضوي. وأهمها بيئيا هي الفوسفات الذائبة (Reactive phosphate) التي تستفيد منها الكائنات المائية وتحدد إنتاجيتها (Hosomi & Sudo, 1986). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي بالنسبة للجهات وجود فروق معنوية للفوسفات في الجهة الشمالية والجنوبية والغربية، بسبب ارتفاع معدل الفضلات المطروحة من البحيرة وأيضا بسبب العلاقة الطردية الموجودة بين درجة حرارة المياه والفوسفات. لذا تراوحت متوسطات الفوسفات حسب الجهات ما بين (34.33-120.7 مجم/لتر) أعلاها بالجهة الغربية لشهر يونيو يعود السبب لتبخر المياه وارتفاع عدد الهوائم وارتفاع معدل تعفن بقاياها بهذه الجهة لشهر يونيو، كان أقل متوسط بجهة الجنوبية بسبب التأثير المشترك للعمليات البيولوجية والجيولوجية لأنها تعتبر منطقة معزولة. بالنسبة للمستويات، أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية للفوسفات بمستوى الوسط بسبب ظاهرة الإثراء الغذائي وبمستوى العمق بسبب وجود الفوسفات في الرواسب القاعية مختلفة الأعماق (السعدي، 2002).

يكون مستوى **الأكسجين الذائب** DO في المياه الطبيعية عند درجة حرارة من 20-25 °م بحدود 8-10مجم/لتر، ولكنه يخضع لعوامل عديدة منها درجة الحرارة ومستوى التلوث العضوي وتركيز الأملاح وتفاعلات الأكسدة والاختزال (Sheshkena, 1974). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في الجهة الشمالية مقارنة مع الجهات الأخرى بسبب تأثير درجة الحرارة في الأكسجين الذائب بعلاقة عكسية (Round 1986; Green & Lelly 1997) وأشار الباحثين إلى أن زيادة درجة الحرارة في فصل الربيع تؤدى لزيادة معدل النشاط الأيضي في النباتات والحيوانات المائية وتؤدي إلى زيادة في CO_2 ونقص في O_2، حيث أن ازدياد نسبة CO_2 ودرجة حرارة الماء إلى نقطة محدودة يزيد من سرعة البناء الضوئي للوصول إلى درجة الاتزان البيئي في الجهة الشمالية، كما تساهم أسباب أخرى كبعد حافة الجهة الشمالية عن الغطاء

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

النباتي. أما بالنسبة للمستويات، فسجلت الدراسة وجود فروق معنوية للأكسجين الذائب بجميع المستويات خصوصا في مستوى السطح ثم الوسط ثم العمق، بسبب وجود ظاهرة التطابق الحراري وهذا يتفق مع ما أشار إليه (المختار وآخرون، 2002)، هذه الظاهرة بدورها تسبب قلة اختلاط الطبقات السفلية قليلة الأكسجين مع الطبقات السطحية جيدة الأكسجين. بينما سجلت نتائج متوسطات الأكسجين الذائب أعلاها بالجهة الغربية لشهر مايو بسبب ارتفاع نسبة البناء الضوئي ودرجة الحرارة التي كانت29.7 °م، وأقلها بالجهة الجنوبية لشهر مارس لأنها تعتبر منطقة معزولة بسبب قلة النشاط الأيضي فيها ودرجة الحرارة كانت (22.1 °م).

1.4. إنتاجية البحيرة (Productivity)

ترتبط الإنتاجية بالبناء الضوئي أو الكيميائي في توفير الطاقة وتخزينها على شكل مواد عضوية في أنسجة الكائنات الحية المنتجة تسمى (Primary productivity). يعتبر الضوء والعناصر المغذية النتروجين والفوسفور من أهم العوامل المحددة للإنتاجية في البحار (بوران وأبوديه، 1996).

أوضحت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بمستوى السطح لأنه يعتبر أكثر المستويات تشبعا بالأكسجين، كما يتعرض أيضا لمؤثرات خارجية كالضوء والتبخر والعواصف الرملية المستمرة، ووجود فروق معنوية بمستوى العمق لكونه منطقة بعيدة عن المؤثرات الخارجية، بينما توجد فروق معنوية في مستوى وسط البحيرة لأنها منطقة الخلط بين المستويات ولاستقرار العوامل البيئية الحية والغير الحية. كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي للإنتاجية عدم وجود فروق معنوية بالنسبة للجهات لجميع الأشهر ماعدا الجهة الغربية.

سجلت الدراسة وجودة علاقة طردية لإنتاجية البحيرة مع الأكسجين الذائب بسبب الظروف المناخية والحياتية للبحيرة والتي تؤثر بشكل كبير على كمية الأكسجين الذائب في المياه. كما تلعب ظاهرة التطابق الحراري وعملية تدوير العناصر المغذية النباتية والكيميائية جميعها دور كبير في التأثير على نسبة الأكسجين وتغيير قيم إنتاجية البحيرة، كما أشار (Wetzel, 1983) الذي قام بحساب الأكسجين الذائب، و CO_2 في مياه البحيرات المالحة وعلاقتهما بعملية التمثيل الضوئي وأكد أن ظاهرة التطابق الحراري التي تحدث في البحيرات توثر في توزيع الغازات فيها، مسببة استهلاك سريع O_2 ونقص لغاز CO_2 في المنطقة المنتجة غذائيا (Trophogenic zone). وأوضحت دراسة (Round, 1986) أن درجة الحرارة لها تأثيرات غير مباشرة على ذوبانية غازات الغلاف الجوي في الماء، وأكثر الغازات التي تؤثر في نمو وانتشار هوائم الحيوانية هما CO_2 & O_2 وتتناسب مع ذوبانيتها العكسية. وأشارت الدراسة إلى أن تركيز الأكسجين يسبب في تنوع بيولوجي للكائنات المحبة للملوحة ومنها الارتيميا (مصطفي وآخرون، 2014) والطحالب (الدوكالي وآخرون، 2019). كما أشار Cole (1968) إلى أن بعض البحيرات الصحراوية مرتفعة جدا في انتاجها أكثر من البحيرات الغنية غذائياً في المناطق المعتدلة. هذا يتفق مع نتائج هذه الدراسة والتي بينت أن بحيرة قبرعون الصحراوية تعتبر من البحيرات ذات الإنتاجية العالية (Eutrophic) لأن قيم الإنتاجية في جميع المواقع كانت أكثر من 1,000 مجم كربون/ م^3.يوم، وهذا يتفق أيضاً مع أساس التصنيف الذي وضعه (Wetzel, 1983)، ومع دراسة المختار وآخرون (2002).

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

5. الاستنتاجات

تعتبر درجة الحرارة والأس الهيدروجيني من العوامل الرئيسية في البيئة التي يعتمد عليها الكثير من العوامل الأخرى كالرطوبة وشدة التبخر وحركة الرياح وأيضا كمية الملوحة في بحيرة قبرعون، وتُعد بحيرة قبرعون كنظام بيئي صحراوي يتعرض كغيره من النظم البيئية إلى العديد من التغيرات البيئية. من خلال هذه الدراسة نجد أن البحيرة ذات أس هيدروجيني قلوي والمواد الذائبة الكلية TDS عالية. كما أن الظروف البيئية في الجهات المدروسة في حالة تبدل وتفاعل مع مصادر التلوث القابلة للتغير والتبادل النوعي والكمي التي توثر في إنتاجية البحيرة. تعتبر بحيرة قبرعون ذات إنتاجية عالية (Eutrophic). وأظهرت نتائج الدراسة بان تركيز الأكسجين الذائب أهم العوامل البيئة مؤثرة في معدل إنتاجية البحيرة.

المراجع

أولاً: المراجع باللغة العربية

الدوكالي، سليمة ابوبكر؛ محمد، ابوبكر ابراهيم؛ شاهد، أحمد محمد (2019). التنوع الحيوي للطحالب في بحيرة قبرعون فزان، ليبيا. *المؤتمر الدولي الثاني للعلوم والتكنولوجيا*، أكتوبر 16-17، جامعة سبها، كلية العلوم التطبيقية والهندسية براك الشاطئ، ليبيا.

مصطفي؛ سليمان مصطفي؛ الإمام، فاطمة عبد الوهاب؛ فراج، أمل محمد (2014). دراسة دورة حياة الأرثيميا وعلاقتها بالإنتاجية بحيرة قبرعون، جنوب غرب ليبيا. مجلة جامعة سبها (العلوم البحثية والتطبيقية). 13(1).

السلمان، إبراهيم مهدي؛ المثناى، عبد السلام محمد؛ السعيدي، محمد على (2007). *أساسيات علم البيئية*، الطبعة الأولى. منشورات جامعة سبها، ليبيا.

حدود، ضوء أبو القاسم؛ المقصودى، محمد عمر، دقدق، الزهراء محمد؛ وعبد البارئ، رمضان (2006). تواجد الأرتيميا ببعض السبخ المنتشرة بالساحل الشرقي، ليبيا. منشورات *مجلة الأحياء البحرية*، الجمعية الليبية لعلوم البحار، طرابلس، ليبيا.

المختار، مصطفي احمد؛ جواد، على الفلاح؛ حسنى، جاسر محمد (2002). دراسة بيئية لبحيرة قبرعون الصحراوية فائقة الملوحة في إقليم أوباري جنوب ليبيا. *مجلة جامعة سبها (العلوم البحثية والتطبيقية)*، 1(2).

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية

Ajaili A.J. E, Furet & J. Tanti (1984). Diatoms of Hypersaline Lake in the Libyan Sahara. In: *8th Diatom -Symposium*: 645-653.

Ashton P.J., and Schoeman F.R. (1983). Limnological studies on the Pretoria Salt Pan, a hypersaline maar lake. *Hydrobiologia*, 99(1): 61-73.

Colinvaux P. (1993). *Ecology*, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc. USA.

Cole G.A.(1968). *Desert Lake immunology*, Ch IX. In Brown (1074) :424- 486.

Gonfianini S.D., and Burdon L.A. (1991). Field ezperiments in biomonitori, In: *Benthic invertebrates and biomonitoring* (Eds. Resh V.H., and Rosenberg D.R.). Chapman and Hall, New York

ISSN (Print): 2413-5267
ISSN (Online): 2706-9966

Dessalegn Z. (2007). Temporal Dynamics of Biomass and Primar Production of Phytoplankton in Relation to Some Phsico-Chemical Factors in Lake Koriftu. *Ethiopia*, 28-57.

Green L., and Lelly A. (1997). *Dissolved Oxygen and Temperature-Natural Resources Science*, University of Rhode Island. Natural Resources Facts, Fact Sheet No. 96-3: 1-4.

Hosomi M., and Sudo R. (1986). Simultaneous determination of total nitrogen and phosphorus in freshwater samples using persulphate digestion. *International Journal of Environmental Studies*, 27: 267 -275.

Mohammed A.K., Abdulrahim A.H., and Abdulhadi S.M. (2018). Preliminary Study of Phytoplankton of The Surface Layer of Wadi Gan Water Dam Basin. *Journal of Marine Science and Environmental Technologies* (JMSET), 4(1):1-10.

Odum E.P. (1971). *Fundamental of Ecology*, 3rd ed., Sanders Company, USA .

Round F.E. (1986). *The ecology of algae*. Cambridge Univ. Press, London New York. Melbourne, Sydney, pp. 653.

Salem M.J., and Belaid M.N. (1987). The Geology of Libya, Vol. V. *Third Symposium on the Geology of Libya*, September 27-30, held at Tripoli, Libya.

Sheshkena L.A. (1974). *Hydrochhmstry*,1st ed., press of Hydrology Leann grad, USSR (in Russian).

Stadiniski G.V., and Radionov A.E. (1988). *Ecology for Technical*. *Institutes*, 1st ed., Press Higher Schoo1, Moscow-USSR .

Wetzel R.G. (1983). *Limnology*, 2nd ed., GBC College publishing.