Derna Academy Journal for Applied Sciences

E-ISSN: 3006-3159

DAJAS

Volume 1, Issue 2, July 2023, Page No: 79-89

تقييم الأثراء الغذائي باستخدام مؤشر الحالة الغذائية (TSI) في وادي الهمسة في شمال شرق ليبيا

مسعود مصطفى زعطوط[1]، صالح محمد جاب الله[2]

[1,2]قسم علوم البيئة، كلية الموارد الطبيعية وعلوم البيئة، جامعة درنة، ليبيا

Assessment of Eutrophication Using Trophic State Index (TSI) in Wadi Al-Hamsa in The North East of Libya

Masoud Masoud Zatout [1], Saleh Mohammed Jaballah [2]

[1,2]Department of Environmental Sciences, College of Natural Resources and Environmental Sciences, University of Derna, Derna, Libya

*Corresponding author	marwan2004h@yahoo.co.uk	*المؤلف المراسل
تاريخ النشر: 2023\12\01	تاريخ القبول: 2023\11\20	تاريخ الاستلام: 2023\11\13

الملخص

تعتبر الأراضي الرطبة من السمات المهمة في المناظر الطبيعية التي توفر العديد من الخدمات المفيدة للناس وللنظم البيئية. يهدف هذا البحث إلى دراسة أهم المؤشرات المسببة للإثراء الغذائي باستخدام مؤشر الحالة الغذائية (TSI)، في النظم البيئية للأراضي الرطبة (وادي الهمسة بشرق ليبيا)، والذي يعتمد على تقييم المتغيرات: الكلوروفيل أ (Chl-a)، الفوسفور الكلي (TP)، وشفافية العمق (SD)، كذلك تم قياس بعض المتغيرات الفيزيائية والكيميائية الأخرى. حيث أظهرت النتائج ان درجات الحرارة للمياه بمجر الوادي تراوحت بين 19 - 32.4 م٥، في حين كان المتوسط 24.0 م٥. اما بالنسبة للملوحة فكانت بين 21333 - 32067 ppm، في حين قيمة الأكسجين الذائب تراوحت بين (10 – 5.31) ملغم/لتر، بينما اظهرت نتائج الدراسة ان العكوره تتراوح ما بين (6.26-0.6) Ntu وبمتوسط عام (3.1) Ntu، بينما كانت شفافية المياه منخفضة للغاية كما يتضح من قراءات قرص Secchi وبمتوسط عام بلغ 186 سم. اما المتوسط العام لتركيز للفسفور الكلي 0.48 ملغ/لتر. اما تركيز كلوروفيل أ فقد كان المتوسط العام 5.09 ميكروغرام/لتر. كما أن مجرى الوادي مخصب (Eutrophic) اضافه لوجود طحالب خضراء طافية، حسب تصنيف مؤشر TSI (66.6).

الكلمات المفتاحية: الأثراء الغذائي، الفسفور الكلي، الكلوروفيل أ وشفافية العمق.

Aabstract

Wetlands are important features of landscapes that provide many beneficial services to people and ecosystems. This research aims to study the most important indicators of water pollution that cause nutritional enrichment using the nutritional status

index (TSI) in wetland ecosystems (Wadi Al-Hamsa in eastern of Libya), which depends on the evaluation of the variables: chlorophyll a (Chl-a), total phosphorus (TP), and depth transparency (SD). Some other physical and chemical variables were also measured. The results showed that the water temperature ranged between 19 - 32.4 °C, while the average was 24.0 °C. The salinity, it was between 21333 - 32067 ppm. While the value of dissolved oxygen ranged between (10 - 5.31) mg/l, while the results of the study showed that the turbidity ranged between (0.6-6.26) Ntu, with a general average of (3.1) Ntu. While the water transparency was very low as evidenced by the readings of the Secchi disk with a general average of 186 cm. The general average concentration of total phosphorus was 0.48 mg/l. As for the concentration of chlorophyll a, the averagewas 5.09 µg/L. The valley stream is eutrophic, in addition to the presence of floating green algae, according to the classification of the TSI index (66.6).

Keywords: Eutrophication; total phosphorus; chlorophyll a; depth transparency.

المقدمة

توفر الأراضي الرطبة ومجاري الوديان موطنًا غنيًا للعديد من الكائنات الحية، وفي الوقت نفسه تقدم العديد من الخدمات الهامة للمجتمع البشري (Engelhardt & Ritchie 2001)، بالمقابل يمكن أن تؤدي الأنشطة البشرية في كثير من الأحيان إلى بروز ظاهرة الأثراء الغذائي في النظم الإيكولوجية المائية كنتيجة لزيادة كبيرة في تركيزات المغذيات، خاصة النيتروجين والفوسفور، (Callisto *et al.* 2004). ففي منتصف القرن الماضي، تم التعرف على الأثراء الغذائي في النظم المائية كمشكلة بيئية علي مستوي، وعلى الرغم من أنها عملية طبيعية بطيئة، فعندما يتم تسريع عملية الأثراء الغذائي، فإنها تصبح مشكلة بيئية خطيرة تؤثر سلبيا على جودة ونوعية المياه والتنوع الحيوي للكائنات التي تعيش فيها (Khan & Mohammad 2014). ومنذ ذلك الوقت، عكف العلماء والبحاث على دراسته بتوسع لوقف المزيد من التدهور في المسطحات المائية حول العالم (Khan & Ansari 2005; Yang *et al.* 2008; Ansari *et al.* 2010). ويعكس نمو الجهود البحثية حول الأثراء الغذائي الساحلي في جميع أنحاء العالم زيادة حدوث الأثراء الغذائي كأحد التهديدات الرئيسية لسلامة النظم الإيكولوجية الساحلية (Nixon 1995).حيث، يُعرَّف الأثراء الغذائي بأنه زيادة الإنتاج الأولي للنظم البيئية والذي ينعكس غالبا من خلال الزيادة في معدل إدخال المواد العضوية لهذه النظم (Crouzet 1999). فقد يكون لتأثيرات الأثراء الغذائي على النظم البيئة عواقب صحية علي الحيوانات والبشر، حيث يمكن أن يؤدي إلى تعطيل التوازن في النظم البيئية المائية ويؤدي إلى عدم التوازن بين إنتاج واستهلاك وتحلل المواد العضوية (Assis Esteves 1998). ومن المعروف، فان الأثراء الغذائي عملية معقدة تحدث في المياه العذبة والمالحة سواء، أذ يؤدي ارتفاع معدل النمو لأنواع مختلفة من الطحالب إلى اختلال النظم البيئية المائية، وبالتالي ينتج عن موت وتحلل هذه النباتات المائية روائح كريهة تجعل الماء أكثر تعكرا، ويصبح تهديدا لجميع الكائنات الحية، كما يؤدي إلى زيادة في نفوق الأسماك (Organization 2002 ; Ansari 2005)، كذلك فأن إنتاج السموم من بعض الطحالب وخاصة الطحالب الخضراء المزرقة، يمكن أن تؤدي إلى انخفاض في التنوع البيولوجي (;Ansari 2004 Anderson 1994 Römermann *et al.* 2008; Ansari *et al.* 2010). كما ان التغيرات في بنية المجتمعات السمكية مرتبطة بتكاثر الطحالب الضارة وهي العامل الأكثر احتمالاً للتسبب في الوفيات (Richlen *et al.* 2010). مثل ارتباط معدلات نفوق جماعية مماثلة للمجتمعات السمكية بأحداث تكاثر الطحالب الضارة في البيئات الاستوائية (Guzmán *et al.* 1990)، كذلك تم تسجيل انخفاض وتغير سريع في بنية تجمعات الشعاب المرجانية داخل المحيط الهندي نتيجة لتكاثر الطحالب الضارة (Bauman *et al.* 2010). وغالبًا ما يكون الفسفور هو السبب الرئيسي للأثراء الغذائي، حيث يتم إدخال كميات كبيرة منه في البيئات المائية من خلال الاستخدام المكثف للسماد الزراعي (Carpenter *et al.* 1998)،

كما تعد المغذيات من أهم المكونات البيئية ذات التغيرات الكبيرة نتيجةً لعوامل مهمة منها أعادة الخلط المستمر للرواسب بفعل تيارات المد والجزر وسرعة الرياح وقلة الأعماق (Valdes & Real 2004). كذلك فأن العمليات الطبيعية داخل مصادر المياه لها آثار كبيرة على التحكم في الأثراء الغذائي في المسطحات المائية (Khan & Ansari 2005)، حيث تم اعتبار تأثير العوامل البيئية مثل الملوحة والمغذيات والأكسجين المذاب على حالة الأثراء الغذائي (Moncheva *et al.* 2002).اذ ترتبط مجموعة من العوامل بالأثراء الغذائي بالماء، لكن آليات التأثير على الطحالب ليست مفهومة تمامًا. فمثلا درجة الحرارة والملوحة هما العاملان المهمان للحث على نمو الطحالب. وهذا يحدث للطحالب دائمًا عند درجة حرارة تتراوح بين 23 درجة مئوية و28 درجة مئوية، والملوحة بين (28-23) ملغ/لتر (Wang *et al.* 2013). كما وجد ان الحد الأدنى والحد الأقصى في تركيز الأكسجين الذائب مرتبط بشكل مباشر مع الحد الأقصى والحد الأدنى للعوالق النباتية ، وقد لاحظ عدد من الباحثين العلاقة المباشرة بين العوالق النباتية ومحتوى الأوكسجين المذاب (Khan & Ansari 2005). لذلك تعتبر القياسات الفيزيائية والكيميائية لتكون عوامل بيئية مهمة تحدد توزيع مجتمع الطحالب الكبيرة في الكثير من الأراضي الرطبة (Baattrup-Pedersen *et al.* 2003). حيث تمت دراسة الدياتومات في بحيرة فيكتوريا، بأستراليا، ووجد أنها مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالملوحة. كذلك وجد ان مجتمع الدياتومات مرتبطًا ارتباطًا مباشرًا بتركيز الفوسفور والتوصيل النوعي (الملوحة) للماء (Blinn & Bailey 2001). كذلك أظهرت بيانات شفافية عمق Secchi أن المياه الساحلية الدنماركية كانت غنية بالمغذيات (Nielsen *et al.* 2002). كما زادت المغذيات من الأثراء الغذائي وعززت تطوير العوالق النباتية مما أدى بدوره إلى تقليل شفافية المياه ونمو النباتات ذات الجذور (Amoros & Bornette 1999). تهدف هذه الدراسة لتحديد مستويات الأثراء الغذائي بمجرى الوادي، بدلالة كلوروفيل (a)، الفسفور الكلي والعمق، بالاضافه لتقييم الوضع البيئي للمياه من خلال دراسة بعض الخصائص البيئية.

المواد وطرق البحث MATERIALS AND METHODS

تقع منطقة الدراسة شرق مدينة درنة الساحلية بحوالي 50 كيلومتر، والذي يعرف باسم وادي الهمسة، ويمتد لمسافة ثمانية كيلومتر وصولا الى البحر. حيث تجمع عينات المياه من نقاط أخذ العينات المختلفة بثلاث مكررات في ثلاثة مواقع، حيث تم تحديد الموقع الأول (S1) في بداية الوادي والموقع الثاني (S2) في منتصف الوادي والثالث في نهاية الوادي قرب شاطئ البحر (S3). عينات المياه تؤخذ شهريا خلال موسمي الصيف والخريف، وهي تجمع من على عمق 0.5 متر، حسب الطرق المتبعة وفقًا: (Carranzo 2012). حيث تم تحليل العينات وحساب قيمة الفسفور الكلي من خلال قياس الفوسفات والكلوروفيل أ. اما القياسات البيئية فيتم قياسها حقليا في موقع الدراسة، حيث تم قياس، درجة الحرارة والأكسجين الذائب والملوحة والعكوره والعمق باستخدام جهاز محمول رقمي متعدد HACH HQd (Field Case) والعمق باستخدام قرص Secchi.

النتائج والمناقشة RESULTS AND DISCUSSION

اولاً: الخصائص الفيزيائية والكيمائية للمياه Physical and chemical properties of water

شملت الدراسة إجراء بعض القياسات الكيميائية والفيزيائية، منها درجة الحرارة والأكسجين الذائب والملوحة والعكوره والعمق والكلوروفيل وقياس المغذيات مثل الفسفور الكلي، لغرض بيان نوعية وحالة التشبع بالمغذيات للمياه الموجودة في كل موقع من المواقع المحددة في الدراسة باستخدام مؤشر الحالة الغذائية Trophic State Index (TSI). حيث أظهرت النتائج الفيزيائية والكيميائية تغيرات واضحة على مدار فترة الدراسة في الموقع الواحد باختلاف الفترة الزمنية وبين المواقع المدروسة، حيث تعتبر قياسات درجة الحرارة إحدى أهم الخواص الفيزيائية التي تبين الكثير من المعلومات والبيانات عن مصدر الماء وحالته ونوعه،

ويحدث التغير في درجة الحرارة من جراء التغيرات الموسمية أو التغيرات على مدار اليوم الواحد (Ahmed, 2002). كما أن الحرارة تؤثر على خصائص الماء الكيميائية من خلال تحكمها في معدل سرعة التفاعلات الكيميائية،

كذلك تؤثر في طعم ورائحة الماء من خلال ذوبان الغازات (Tebbutt 1997). ومن المعروف تأثر مجاري الوديان بالتغيرات الفصلية في درجات الحرارة اكثر مما هي عليه في البحار (Sundaramanickam 2008) ، أذ تعد درجة الحرارة من العوامل البيئية عالية التذبذب فيها (Mouillot *et al.* 2005). يتبين من النتائج للمحطات: S1 في بداية مجرى الوادي، S2 في منتصف الوادي وS3 في نهاية الوادي بالقرب من شاطئ البحر، درجات الحرارة للمياه، وقد تراوحت بين أقل درجة حرارة 19 م° سجلت خلال شهر نوفمبر وذلك في المحطة (S2) واعلى درجة حرارة سجلت خلال شهر يونيو في المحطة (S2) ايضا حيث بلغت 32.4 م°، في حين كان متوسط درجة الحرارة خلال فترة الدراسة في حدود 24.0 م°. وهذا مشابه لنتائج العديد من الدراسات مثل دراسة الباحث (Cigagna *et al.* 2016). كذلك مع دراسة (El-Serehy *et al.* 2018) في بحيرة التمساح بمصر، حيث سجلت درجة حرارة مياه بحيرة التمساح 19 درجة مئوية في الشتاء بينما ارتفعت فوق 29 درجة مئوية في الصيف. كما بينت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين المحطات الثلاثة، مما يعني أن أشعة الشمس هي السبب المتحكم بدرجات حرارة الماء كون المحطات تقع تحت تأثير مناخ واحد، رغم ظهور تغيرات طفيفة جدا بين المحطات خلال أخذ العينات والتي تعزى ربما إلى اختلاف وقت قياس درجة الحرارة لهذه المواقع خلال اليوم الذي تم أخذ العينات فيه، وهذا التباين الطفيف بين درجات الحرارة في المحطات يدل على عدم وجود تلوث حراري في مجرى الوادي.

جدول (1): متوسط قراءات القياسات الفيزيائية والكيميائية والغذائية في وادي الهمسة، خلال فصلي الصيف والخريف 2021.

Parameter	Site 1	Site 2	Site 3	Average
Secchi disc transparency (cm)	197	293	67	186
Temperature (^{0}C)	24.3	23.8	23.8	24.0
(ppm) Salinity	26366	25440	29193	27000
Dissolved Oxygen (mg/L)	7.83	7.71	7.94	7.83
Turbidity (Ntu)	3.3	3.8	2.3	3.1
Total Phosphorus (PO_4^{3-}) (mg/L)	0.47	0.38	0.57	0.48
Chlorophyll a (mg/L)	4.78	5.37	5.11	5.09
TSI				66.6

بينما أظهرت النتائج وجود اختلاف واضح لدرجات الحرارة بين الشهور ($p<0.05$)، والذي يرجع إلى طبيعة مناخ ليبيا كما هو متوقع حيث التباين الكبير في درجات الحرارة بين الفصول ولقد ارتبطت التغيرات الزمانية لدرجة حرارة المياه بالدورة المناخية فارتفعت صيفاً وانخفضت شتاء.اما فيما يخص الملوحة والتي تعرف بالمواد الصلبة الذائبة في الماء وتنتج في المياه الطبيعية من الصخور والتربة التي تحتوي على الكلوريد، ومن المياه المالحة خاصة في المناطق الساحلية، ومن المعلوم تأثير الملوحة على نمو النباتات، فقد تكون سامة لبعض النباتات (Ahmed, 2002) . كما ان الملوحة في الوديان تتميز بكونها من العوامل البيئية المهمة ذات التذبذب الكبير لذلك فهي تسيطر بشكل واضح على انتشار الكائنات الحية التي تسكن تلك البيئة وعلى توزيعها (Sundaramanickam 2008). وتعد الملوحة من أهم المتغيرات البيئية التي تؤثر على الأحياء المائية وخصوصاً الطحالب في البيئات الساحلية (Mouillot *et al.* 2005; Franco-Herrera & Castro 2008).أما بالنسبة لقياسات الملوحة في مجرى الوادي فنلاحظ انخفاض مستوياتها 21333 ppm خلال شهر يوليو وعودتها إلى الارتفاع نسبياً خلال شهري اغسطس وسبتمبر حيث بلغت 32067 ppm. وفي دراسة أجريت على احد الوديان في جنوب فرنسا وجد انه ذو ملوحة قليلة إلى متوسطة واثراء غذائي عال وزيادة في نمو الطحالب الخضراء

المزرقة، وقد عزا سبب زيادة أعداد هذه الطحالب إلى ارتفاع تركيز المغذيات وقلة نفاذية الضوء وعمليات الخلط المستمر بواسطة الرياح (Chomérat *et al.* 2007). وبصورة عامة اظهرت نتائج التحليل الاحصائي، انه لا توجد فروق معنوية بين المحطات، رغم ذلك نلاحظ ارتفاع طفيف للملوحة في المحطة S3 ربما بسبب قربها من البحر. كما كانت التغيرات في قيم الملوحة بين الشهور قليلة نوعا ما ($p<0.05$) وعلى الرغم من عدم وجود علاقة ارتباط بين درجة الملوحة ودرجة الحرارة ($r=0.222$)، فقد ارتفعت خلال شهري اغسطس وسبتمبر حيث الحرارة اعلى نسبيا ويعود ذلك ربما إلى زيادة نسبة بخر المياه، فكما ذكر فقد لعبت درجة الحرارة خلال أشهر الصيف الحارة دوراً كبيرا في زيادة تراكيز الملوحة في مياه خور الزبير في العراق نتيجة لزيادة عمليات التبخر (Khalil & Shaltout 2006; Sahraoui *et al.* 2009).

من المعلوم ان الأحياء المائية تحتاج للأكسجين الذائب في المياه، كما يؤثر الأكسجين المذاب على معدلات التفاعلات الحيوية، غير أن درجة تركيز الأوكسجين المذاب في الماء يتأثر بعدة عوامل مختلفة تتداخل فيما بينها مثل درجة الحرارة ونقاوة الماء وكمية الشوائب (Howerton 2001؛ Ahmed, 2002). كذلك يتناقص تركيز الأكسجين المذاب ليس فقط بسبب ارتفاع درجة الحرارة، ولكن أيضًا نتيجة لزيادة معدلات التنفس، إما كاستجابة مباشرة لارتفاع درجة الحرارة أو بسبب زيادة مستوى المغذيات (Quevauviller *et al.* 2008). وبصورة عامة لا توجد فروق معنوية كبيرة للأكسجين الذائب بين المحطات، فقد تراوحت القيم بين (5.31 – 10) ملغم/لتر. وفي هذا السياق فقد وجد الباحث (Queiroz *et al.* 2019) ان الظروفً جيدة لمحتويات الأكسجين المذاب خلال دراسته، حيث كانت القيمة الدنيا 7.6 ملغم / لتر في موسم الجفاف و 4.4 ملغم / لتر في موسم الأمطار. كما كانت أعلى القيم المسجلة خلال أشهر الخريف نتيجة الى انخفاض درجات الحرارة ودور الرياح وهذا يتفق مع (Nassar & Shams El-Din 2006) ، كذلك النتائج المتحصل عليها توافقت مع دراسة (El-Serehy *et al.* 2018) في بحيرة التمساح بمصر، حيث تراوح تركيز الأكسجين المذاب بين 6.5 - 12.2، كذلك توافقت مع ما وجده الباحث (Mrkva *et al.* 2021). كما توافقت مع دراسة (Busobozi 2017) في بحيرات فوهة البركان الأوغندية. كذلك أظهرت النتائج اختلاف واضح لتركيز الأوكسجين بين الشهور، بينما لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين المحطات. فقد سجلت أدنى القيم في أشهر الصيف نتيجة الى ارتفاع درجات الحرارة ($r=-.811$)، وفي هذا السياق فقد ذكره Hamoud *et al.* (2014) ان ارتفاع تركيز الأوكسجين المنحل خلال فصل الشتاء وانخفاضه في الصيف، إذ ينخفض انحلال الغازات بارتفاع درجة حرارة المياه والعكس بالعكس، إضافة إلى زيادة استهلاكه من قبل الكائنات الحية الدقيقة التي تنشط صيفاً، أما ارتفاع تركيز الأوكسجين المنحل فيعود إلى غزارة العوالق النباتية وخاصة في أثناء الذروتين الربيعية والخريفية. لقد توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما وجده الباحثان (Hacısalihoğlu & Karaer 2018) في دراسة حول تقييم الأثراء الغذائي في بحيرة ULUABAT في تركيا. كذلك مع ما وجده الباحثان (Valdes & Real 2004) في دراسة في خليج المكسيك. كذلك توافقت مع ما وجدته الباحثة Jnad *et al.* (2013) في دراسة حول دراسة جودة مياه بحيرة سد 16 تشرين، وايضا مع دراسة الباحث Saeed (2018) .

ان سبب العكوره العالية في البيئات البحرية الساحلية إضافة الدقائق العالقة بواسطة جريان المياه أو نتيجة إعادة خلط الدقائق الموجودة في القاع (Greene 2002). كما تنتج العكوره في الماء بسبب وجود المواد العالقة مثل الطين والمواد الدقيقة سواء العضوية او غير العضوية والطحالب وغيرها من الأحياء المجهرية. ومن المعروف فأن العكوره تقلل من تغلغل الضوء مما يؤدي إلى انخفاض نمو النباتات المنتجة للأكسجين، وربما تؤثر سلباً على الأحياء المائية (Ahmed, 2002). لذا، تقتصر عملية البناء الضوئي عند المنطقة الضوئية العليا وتركيبة المجتمع يسيطر عليها بواسطة الضوء المتاح (Chomérat *et al.* 2007). وقد اظهرت نتائج الدراسة ان العكوره تتراوح ما بين (0.6-6.26) Ntu وبمتوسط عام (3.1) Ntu ، حيث توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما وجدته الباحثة Jnad *et al.* (2013)

في دراسة حول جودة مياه بحيرة سد 16 تشرين. ان الأختلاف في قيمة العكوره قد يعود الى سقوط الامطار وجرف التربة الى مجرى الوادي وبالتالي ترتفع قيم العكوره او الى عملية حجز الماء في الوادي اذ تعمل العملية على ترسيب نسبة كبيرة من الدقائق العالقة، وهذا يتفق مع ما ذكره Saeed (2018). وقد أظهرت المتغيرات البيئية تذبذبات معنوية في دراسة للباحث (Queiroz *et al.* 2019)، حيث تراوحت نتائجه لدرجة العكوره بين 88.6 و 3.6 Ntu في موسمي الأمطار والجفاف على التوالي. كما تبين وجود علاقة ارتباط قوية بين درجة العكوره مع الاملاح (r=-.855) في المياه، أضافة للعلاقة المتوسطة مع عمق المياه (r=.488). كما لوحظ من التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين المحطات، كذلك أظهرت النتائج اختلافا ضعيف لدرجات العكوره بين الشهور $p<0.05$ والذي يرجع إلى طبيعة مناخ ليبيا حيث التباين الكبير في الرياح وسرعة تيارات المياه بين الفصول. حيث يعزى سبب انخفاض نفاذ الضوء إلى زيادة سرعة التيارات البحرية وسرعة الرياح والعمل على أعادة خلط المواد او الدقائق العالقة وارتفاع عكارة الماء (Cloern 1987).

ثانيا: جودة مياه مجرى الوادي وفقا لحالة الأثراء الغذائي Trophic State of Wadi Alhamsa

تعتبر العناصر الغذائية، مثل النيتروجين والفسفور في البيئة المائية متطلبات أساسية للحياة ولا تشكل مشكلة بيئية. المغذيات ليست ملوثات ولكنها مانحة للحياة، وتصبح مشكلة عندما تؤثر المدخلات الكبيرة جدًا للمغذيات على الخصائص أو الوظائف الأساسية للنظام البيئي وهذا، يشار إليه باسم " الإثراء الغذائي (Andersen & Laamanen 2009). ويستند حساب مؤشرات الاثراء الغذائي إلى أهم المؤشرات التي تعتبر حاسمة لعملية الاثراء الغذائي: الفوسفور الكلي (TP)، الكلوروفيل أ ((Chl (a) وشفافية عمق المياه (SD). أذا يمكن تحديد مستوى الإثراء الغذائي في البحيرات عن طريق حساب مؤشر الحالة الغذائية Trophic State Index (TSI).

حيث يعتبر من أكثر الطرق فائدة لتصنيف البحيرات بناءً على درجات التشبع (الاخصاب) الغذائي او مؤشر الحالة الغذائية، بالاعتماد على متوسط تراكيز TP, CHL-a, SD كالتالي (Carlson 1977):

$$TSI\ (CHL\text{-}a, \mu gL\text{-}1) = 10 \times [6 - (2.04 - 0.68 \ln (CHL\text{-}a))/\ln 2]$$

$$TSI\ (TP, \mu gL\text{-}1) = 10 \times [6 - \ln (48/TP)/\ln 2]$$

$$TSI\ (SD, m) = 10 \times [6 - \ln (SD)/\ln 2]$$

$$TSI = 1/3\ (TSI_{TP} + TSI_{Chl\ a} + TSI_{SD})$$

ومن خلال هذا البحث تم استخدام طريقة قياس مؤشر الحالة الغذائية (TSI). ومن الجدول (1) نجد ان مجرى الوادي مخصب (Eutrophic) اضافه لوجود طحالب خضراء طافية، جدول (2)، حسب تصنيف مؤشر TSI (66.6) (Carlson 1977). بمقارنة نتائج TSI المتحصل عليها لهذه الدراسة مع ما توصل اليه الباحثان (Bekteshi & Cupi 2014) نجد انها متقاربة. كما توافقت النتائج مع دراسة للباحث (El-Serehy *et al.* 2018) ، حيث أظهر تطبيق مؤشر الحالة الغذائية (TSI) أن بحيرة التمساح بها مؤشرات تغذية تبلغ 60 TSI. المؤشر يعكس حالة الاثراء الغذائي في مياه البحيرة ويؤكد أن التشبع المتدفق يمثل تهديدًا رئيسيًا في بحيرة التمساح. وفي دراسة للباحث (Wojtkowska & Bojanowski 2021) وجدا ان مؤشر TSI في بحيرة Służewiecki Stream، كان 83 بينما كانت المياه الراكدة (البحيرة والبرك) 87، أذ أشار المؤشر إلى حالة غذائية عالية.

جدول (2): درجات جودة المياه وفق مؤشر مع الوصف المناسب لها (Carlson 1977)

الوصف	TP (µg/l)	SD (m)	Chl a µg/l	TSI
قليلة الأخصاب	<6	8<	0.95>	30>
قاع البحيرات الضحلة فقط منعدمة الأكسجين	6-12	4-8	0.95-2.6	30-40
معتدلة الأخصاب	12-24	2-4	2.6-7.3	40-50
مخصبة	24-48	1-2	7.3-20	50-60
طحالب خضراء طافية	48-96	0.5-1	20-56	60-70
شديدة الأخصاب	96-192	0.25-0.5	56-155	70-80
كثافة في الطحالب	192-384	<.0.25	155<	80<

جدول (3): درجات جودة المياه وفق مؤشر الحالة الغذائية (TSI) Trophic State Index.

	TP (µg/L)	Chlorophyll a (µg/l)	SD (cm)	TSI
Carlson, 1977	93.2	55.5	51	66.6

كذلك يمكن تحديد مستوى الإثراء الغذائي TSI في المسطحات المائية باعتبار المؤشرات الفردية وبالاعتماد على متوسط تراكيز الفسفور الكلي، ومؤشر الكلوروفيل أ ومؤشر شفافية العمق وفق مؤشر (Carlson 1977)، وبمقارنة نتائج هذه الدراسة والموضحة في الجدول (3) مع بعض المؤشرات الفردية في الجدول (2)، نجد ان مجرى الوادي توصف بان مياهه بها طحالب خضراء طافية حسب كلا من مؤشر الفسفور الكلي ومؤشر الكلوروفيل أ ومؤشر شفافية العمق. وهذا يتفق مع نتائج العديد من الدراسات مثل الباحثة Salman *et al.* (2011) في دراسة حول مؤشرات الإثراء الغذائي في بحيرة سد الثورة أنها مخصبة بحسب المؤشر TP ومتوسطة الإخصاب تبعاً للمؤشرين الكلوروفيل وشفافية العمق، وفي دراسة على بحيرة سد الباسل للباحثة Kabbas (2018) وجدت إن جودة البحيرة في مستوى شديد الإخصاب بالنسبة للفوسفور الكلي وفق مؤشر (Carlson).

الخلاصة

درجات الحرارة للمياه تراوحت بين أقل درجة حرارة 19 م° خلال شهر نوفمبر واعلى درجة حرارة سجلت خلال شهر يونيو 32.4 م°، في حين كان المتوسط 24.0 م°. بالنسبة للملوحة فنلاحظ انخفاض مستوياتها 21333 ppm خلال شهر يوليو وعودتها إلى الارتفاع نسبياً خلال شهري اغسطس وسبتمبر حيث بلغت 32067 ppm. اما الأكسجين الذائب تراوحت قيمه بين (5.31 – 10) ملغم/ لتر كما كانت أعلى القيم المسجلة خلال أشهر الخريف. كما اظهرت نتائج الدراسة ان العكورة تتراوح ما بين Ntu (0.6-6.26) وبمتوسط عام (3.1) Ntu. بينما كانت شفافية المياه منخفضة للغاية كما يتضح من قراءات قرص Secchi المسجلة خلال هذه الدراسة وبمتوسط عام بلغ 186 سم.كما وقد بلغ المتوسط العام لتركيز للفسفور الكلي لجميع المواقع 0.48 ملغ / لتر. اما بخصوص تركيز كلوروفيل أ فقد كان المتوسط العام 5.09 ميكروغرام / لتر. كما أن مجرى الوادي مخصب (Eutrophic) اضافه لوجود طحالب خضراء طافية، حسب تصنيف مؤشر TSI (66.6).

قائمة المراجع:

Ahmed A.M.A. (2002). Pollution: risks and solutions. Arab Organization for Education, Culture and Science, Tunisia

Amoros C. & Bornette G. (1999). Antagonistic and cumulative effects of connectivity: a predictive model based on aquatic vegetation in riverine wetlands. *Arch. Hydrobiol*, 11, 311-327.

Andersen J. & Laamanen M. (2009). Eutrophication in the Baltic Sea–an integrated assessment of the effects of nutrient enrichment in the Baltic Sea region. In. Baltic Marine Environment Protection Commission–Helsinki Commission.

Anderson D.M. (1994). Red tides. *Scientific American*, 271, 62-68.

Ansari, A. A. (2005). Studies on the role of selected household detergents in the eutrophication of freshwater ecosystem. Ph.D. diss., Aligarh Muslim UnivAnsari A.A., Singh G.S., Lanza G.R. & Rast W. (2010). *Eutrophication: causes, consequences and control*. Springer.

Assis Esteves F. (1998). *Fundamentos de limnologia*. . 2ª ed. Rio de Janeiro: **Interciência**.

Baattrup-Pedersen A., Larsen S.E. & Riis T. (2003). Composition and richness of macrophyte communities in small Danish streams–influence of environmental factors and weed cutting. *Hydrobiologia*, 495.

Bauman A.G., Burt J.A., Feary D.A., Marquis E. & Usseglio P. (2010). Tropical harmful algal blooms: An emerging threat to coral reef communities? *Marine pollution bulletin*, 60, 2117-2122.

Bekteshi A. & Cupi A. (2014). Use of trophic state index (Carlson, 1977) for assessment of trophic status of the Shkodra Lake. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 15, 359-365.

Bendschneider K. & Robinson R.J. (1952). A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water.

Blinn D.W. & Bailey P.C. (2001). Land-use influence on stream water quality and diatom communities in Victoria, Australia: a response to secondary salinization. *Hydrobiologia*, 466, 231-244.

Busobozi E. (2017). Eutrophication in Ugandan crater lakes: a case study of six crater lakes located in Kabarole district Western Uganda.

Callisto M., Goulart M., Medeiros A., Moreno P. & Rosa C. (2004). Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 64, 743-755.

Carlson R.E. (1977). A trophic state index for lakes 1. *Limnology and oceanography*, 22, 361-369.

Carpenter S.R., Caraco N.F., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N. & Smith V.H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological applications*, 8, 559-568.

Carranzo I.V. (2012). Standard Methods for examination of water and wastewater. In: *Anales De Hidrología Médica*. Universidad Complutense de Madrid, p. 185.

Chomérat N., Garnier R., Bertrand C. & Cazaubon A. (2007). Seasonal succession of cyanoprokaryotes in a hypereutrophic oligo-mesohaline lagoon from the South of France. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 72, 591-602.

Cigagna C., Bonotto D.M., Camargo A.F.M. & Sturaro J.R. (2016). Trophic state index (TSI) and physico-chemical characteristics of a shallow reservoir in southeast Brazil. *Environmental Earth Sciences*, 75, 1-11.

Cloern J.E. (1987). Turbidity as a control on phytoplankton biomass and productivity in estuaries. *Continental shelf research*, 7, 1367-1381.

Crouzet P. (1999). Nutrients in European ecosystems.

El-Serehy H.A., Abdallah H.S., Al-Misned F.A., Al-Farraj S.A. & Al-Rasheid K.A. (2018). Assessing water quality and classifying trophic status for scientifically based managing the water resources of the Lake Timsah, the lake with salinity stratification along the Suez Canal. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25, 1247-1256.

Engelhardt K.A. & Ritchie M.E. (2001). Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. *Nature*, 411, 687-689.

Franco-Herrera A. & Castro L. (2008). Seasonal Variations in Grazing of the Copepod Eucalanus in the Continental Shelf of the South Central Caribbean Sea, Colombia. *Caribbean Journal of Science*, 44, 361-374.

Greene K. (2002). Beach nourishment: a review of the biological and physical impacts.

Guzmán H.M., Cortés J., Glynn P.W. & Richmond R.H. (1990). Coral mortality associated with dinoflagellate blooms in the eastern Pacific (Costa Rica and Panama). *Marine Ecology Progress Series*, 299-303.

Hacısalihoğlu S. & Karaer F. (2018). Evaluation of water quality in eutrophic shallow lakes: case study on lake Uluabat, Turkey. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 2, 18-28.

Hamoud N., Mayhoub H. and Allan T. (2014). Study distribution of Phytoplankton Species in Field under Effecting of Some Environmental Factors. Tishreen University Journal-Biological Sciences Series, Vol. (36) No. (5) 2

Howerton R. (2001). *Best management practices for Hawaiian aquaculture*. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture.

Jnad H., Harba K. and Mannaa R. (2013). Studying of the quality of the water of Dam Lake, 16 October. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, 35.

Kabbas. R. (2018). Study of the quality of Al-Basel Dam lake according to the nutrient load. Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series, 40.

Khalil M.T. & Shaltout K.H. (2006). Lake Bardawil and Zaranik protected area. *Publication of biodiversity unit*, 15 : 594 pp.

Khan F.A. & Ansari A.A. (2005). Eutrophication: an ecological vision. *The botanical review*, 71, 449-482.

Khan M. & Mohammad F. (2014). Eutrophication: Challenges and Solutions (In: Eutrophication: Causes, Consequences and Control, Vol. II, Eds: AA Ansari, S. Gill, S.). In. Springer, Dordecht, Heidelberg, London, New York.

Moncheva S., Dontcheva V., Shtereva G., Kamburska L., Malej A. & Gorinstein S. (2002). Application of eutrophication indices for assessment of the Bulgarian Black Sea coastal ecosystem ecological quality. *Water Science and Technology*, 46, 19-28.

Mouillot D., Gaillard S., Aliaume C., Verlaque M., Belsher T., Troussellier M. & Do Chi T. (2005). Ability of taxonomic diversity indices to discriminate coastal lagoon environments based on macrophyte communities. *Ecological Indicators*, 5, 1-17.

Mrkva L., Janský B. & Šobr M. (2021). Eutrophication of the Mastník bay of the Slapy Reservoir, Czechia. *AUC Geographica*, 56, 65-78.

Nassar M.Z. & Shams El-Din N. (2006). Seasonal dynamics of phytoplankton community in the bitter lakes and temsah lake.

Nielsen S.L., Sand-Jensen K., Borum J. & Geertz-Hansen O. (2002). Phytoplankton, nutrients, and transparency in Danish coastal waters. *Estuaries*, 25, 930-937.

Nixon S.W. (1995). Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns. *Ophelia*, 41, 199-219.

Organization W.H. (2002). Eutrophication and health. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. *Geneva: WHO*.

Queiroz M.T.A., Queiroz C.A., Queiroz F.A. & Benigno G.F. (2019). Evaluation of the Trophic State Index and water quality parameters in the reservoir of the Sá Carvalho Hydroelectric Power Plant, Minas Gerais, Brazil. *Systems & Management*, 14, pp 1-12.

Quevauviller P., Borchers U., Thompson K.C. & Simonart T. (2008). *The water framework directive: ecological and chemical status monitoring*. John Wiley & Sons.

Richlen M.L., Morton S.L., Jamali E.A., Rajan A. & Anderson D.M. (2010). The catastrophic 2008–2009 red tide in the Arabian gulf region, with observations on the identification and phylogeny of the fish-killing dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides. *Harmful algae*, 9, 163-172.

Römermann C., Tackenberg O., Jackel A.-K. & Poschlod P. (2008). Eutrophication and fragmentation are related to species' rate of decline but not to species rarity: results from a functional approach. *Biodiversity and Conservation*, 17, 591-604.

Saeed, H K, (2018). Environmental study on algae species and water quality in Lake of Mosul Dam /Mosul. International Journal of Environment & Water.

Sahraoui I., Hlaili A.S., Mabrouk H.H., Leger C. & Bates S.S. (2009). Blooms of the diatom genus Pseudo-nitzschia H. Peragallo in Bizerte lagoon (Tunisia, SW Mediterranean). *Diatom Research*, 24, 175-190.

Slaman, H, Adel A and Randa K. .(2011)Study of Eutrophication Indicators in Althawrah Lake. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (33) No. (1).

Sundaramanickam A. (2008). A Comparative Study of Physico-Chemical Investigation along Parangipettai and Cuddalore Coast A. Sundaramanickam, T. Sivakumar, R. Kumaran, V. Ammaiappan and R. Velappan Centre of Advanced Study in Marine Biology, Annamalai University. *Journal of Environmental Science and Technology*, 1, 1-10.

Tebbutt T.H.Y. (1997). Principles of water quality control. Elsevier.

Valdes D.S. & Real E. (2004). Nitrogen and phosphorus in water and sediments at Ria Lagartos coastal lagoon, Yucatan, Gulf of Mexico.

Wang X., Wang Y., Liu L., Shu J., Zhu Y. & Zhou J. (2013). Phytoplankton and eutrophication degree assessment of Baiyangdian Lake Wetland, China. *The Scientific World Journal*, 2013.

Wojtkowska M. & Bojanowski D. (2021). Assessing trophic state of surface waters of Służewiecki Stream (Warsaw). *Applied Water Science*, 11, 1-8.