تقييم الخصائص البيئية للمياه وتاثيرها على الأحياء القاعية الكبيرة باستخدام الأدلة البيئية – بحيرة الرزازة إنموذجا (دراسة في الجغرافية الحياتية)

م. د. هالة محمود البغدادي

الايميل : arts.lect.105@avicenna.uobasrah.edu.iq

المستخلص : أوضحت الدراسة مفهوم الاحياء القاعية الكبيرة ودلائل التنوع الإحيائي فضلا عن السلامة البيئية. وإجراء القياسات الحقلية والمختبرية لبعض عينات المياه لمعرفة خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحياتية ومنها (درجة حرارة المياه، الاكسجين المذاب، pH، EC، المواد الصلبة الذائبة، المواد الصلبة الكلية العالقة، العسرة الكلية، آيونات الكالسيوم والكلوريد، النترات والنتريت الفعالة)،كمراقبة بيئية حول طبيعة التغيرات البيئية الناتجة عن عمليات التغذية والجفاف لموسمي (الشتاء والصيف)، لمعرفة مدى تأثيرها على تجمعات وتركيب مجتمع اللافقاريات القاعية الكبيرة وتنوعها الحيوي، ولمتابعة حالة الجسم المائي واتجاهات المراقبة وتحديد نمط ونوع التأثير الذي يمكن أن يحدثه بالمجتمعات القاعية، وذلك لاستجابة هذه الأحياء الواسعة للضغوطات البيئية، وتم حساب كثافتها ووفرتها النسبية والتغاير بالأنواع باستخدام بعض دلائل التنوع الحيوي.

1- **الادلة البيئية**
2- **السلامة العامة**
3- **اللافقاريات القاعية الكبيرة**

المقدمة

تعد بحيرة الرزازة جزء من وادي مائي يضم بحيرات الثرثار والحبانية وبحر النجف، تتاثر نوعية مياهها بصورة عامة بكمية ونوعية المياه المجهزة من البحيرات المتصلة معها ومياه العيون المالحة المجهزة لها، فضلا تساقط الامطار ومعدلات التبخر وتاثير النشاطات البشرية المتعددة .

وتتعرض البحيرة في الوقت الحاضرالى خطر الجفاف الحقيقي بسبب انخفاض مناسيب المياه,فضلا عن زيادة تاثير عمليات التبخر الناتجة عن ارتفاع درجات الحرارة وقلة الامطار المتساقطة والتأثيرات البشرية. مسببة تغييرا في خصائص المياه وتركيز الأملاح فيها وبالتالي التاثير على البيئة الحياتية للاحياء القاعية كما ونوعا.

- **المشكلة**: هل يرتبط تنوع وكثافة مجتمعات اللافقاريات القاعية الكبيرة بالتغاير في نوعية الخصائص البيئية

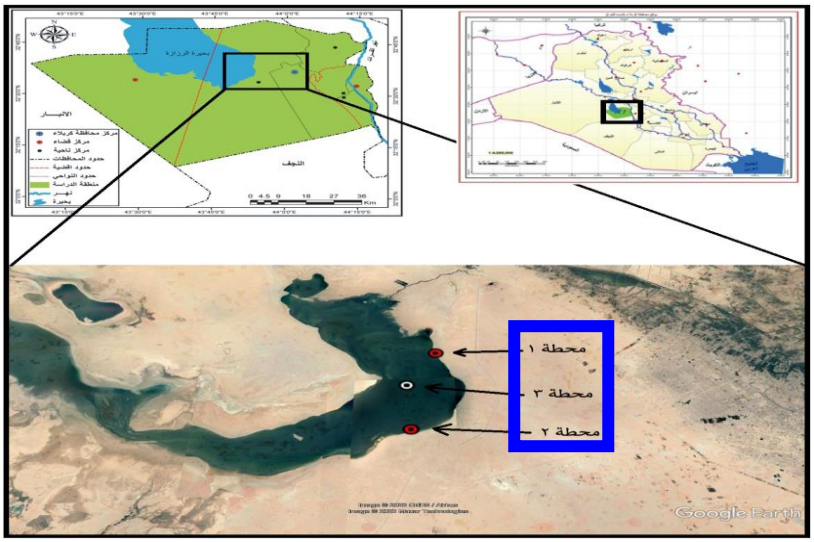
للمياه وكميتها في بحيرة الرزازة .

- **الفرضية**: تستجيب الأحياء القاعية الكبيرة بسرعة للتأثيرات المباشرة وغبر المباشرة لمختلف أنواع الضغوط البيئية ومنها التغاير في كمية ونوعية مياه الوسط الذي تعيش فيه .

- **الهدف**: التعرف على بعض الخصائص البيئية لمياه بحيرة الرزازة والعوامل الأكثر تأثيرا في التنوع الأحيائي للافقاريات القاعية الكبيرة باستخدام بعض دلائل التنوع الحيوي.

- **البعد المكاني والزماني لمنطقة الدراسة**: تقع بحيرة الرزازة فلكيا بين دائرتي عرض 26- 32 53 33 شمالا وخطي طول 22 43 – 53 43 شرقا(وزارة الموارد المائية،2020:بلا)، ،(شكل1)،أما زمانيا فتمتد حدود الدراسة بين العامين 2020-2021.

شكل(1) موقع محافظة كربلاء بالنسبة إلى العراق وموقع بحيرة الرزازة بالنسبة إلى محافظة كربلاء ومواقع إخذ عينات المياه والاحياء القاعية الكبيرة



المصدر:Earthexplorer.usgs.gov:2016

- إحداثيات مواقع أخذ عينات المياه والأحياء القاعية الكبيرة

1- 32° 38'10.15" "52.64'43° 52 أحياء قاعية كبيرة

2- "24.84'32° 35"16.71'43° 52 المياه

3- "57.29'32° 36"10.60'43° 52 أحياء قاعية كبيرة

- **مفاهيم عامة**

1 - الادلة البيئية Ecological indeces

تستخدم الدلائل البيئية بشكل واسع كمقاييس مهمة لتحليل وتقييم مجتمعات الأحياء، وتضم عدة أنواع من ادلة التنوع البيئي فضلا عن ادلة الغنى بالانواع والتكافؤ بين الانواع وافرادها. وتعمل دلائل التغايراو التباين الأحيائي على التقييم النوعي والكمي للتجمعات الاحيائية وبعدة طرق مختلفة تعكس تغاير استقرارية النظام البيئي، فكلما ارتفع التغاير زاد استقرار المجتمع (Burton, 1999:870).

- دلائل التغاير او التباين الاحيائي Diversity Index:-

تعتمد دلائل التغاير على عدد الأنواع في النموذج (العينة) وعدد افرادها, ولا يعتمد التنوع على الغنى وإنما على حجم المجتمع ولكل نوع موجود ومنها :

A - مؤشر الكثافة والوفرة النسبية Relative abundance index (Ra)

تعرف الكثافة أنها عدد الأفراد في وحدة مساحة معينة أو حجم معين، أما الوفرة النسبية فإنها تعبر عن عدد الأفراد العائدين لوحدة تصنيفية واحدة قياساً بتجمع الأفراد الكلي،"مؤشر الوفرة النسبية اعتمادا على" (Omori & Ikeda, 1984).

Ra = N *100 / Ns

إذ إن: N = عدد الافراد العائدين لكل وحدة تصنيفية في العينة

Total number of individuals of each taxon in sample

Ns= العدد الكلي للأحياء في العينة

Total number of individuals in the sample

ولقد عبر عن النتائج باستخدام النسبة المئوية وكما يأتي:

70 % < : أنواع سائدة Dominant species

40 % - 70 % : أنواع وفيرة Abundant species

10 % - 40 % : أنواع اقل وفرة Less abundant species

10 % > : أنواع نادرة Rare species

B - دليل سامبسون (Simpson, 1949) للتغاير Simpson Diversity Index

يستخدم دليل سامبسون لقياس التغاير الأحيائي في التجمع او المنطقة البيئية, وهو يعتمد على الوفرة النسبية للأنواع المختلفة ويأخذ بنظر الأعتبار عدد الانواع الموجودة وكذلك الوفرة النسبية لكل نوع ، ويعرف رياضيا :

- Simpson's Index: دليل سامبسون

$$D = \sum_{i=1}^{S} (p_i^2) \quad = \quad D = \sum_{i=1}^{S} \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

- D = قيمة دليل سامبسون للتغاير
- n_i = عدد أفراد أو كتلة للنوع i في العينة
- N = العدد الكلي لأفراد الأنواع أو الكتلة في العينة

C - دليل التغاير لشانون وويتر (1949) Shannon and Wiener Diversity Index

يستخدم هذا الدليل لقياس التغاير ويعتمد على نظرية المعلومات والتواجد النسبي للأنواع وهو أكثر الدلائل استعمالا لكن هذا الدليل يعطي وزنا أكبر للأنواع السائدة من الأنواع قليلة الأفراد والنادرة، يقيس الترتيب للأنواع في نظام معين او تجمع (العينة)، وهذا الترتيب مهم في الدراسات البيئية حيث أنه يفرز عدد الأفراد لكل نوع في العينة ويبرز أهمية الوفرة النسبية لكل نوع وعلى أساسه يمكن فهم التركيب النوعي للتجمع ويتشابه دليل شانون مع دليل سامبسون. يمكن أن يسمى بـ Shannon index أو Shannon & weaner index ويعرف رياضيا (Krebs,2014:745):

- Shannon-Wiener Index: دليل شانون و واينر

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \times \ln(p_i) \qquad H' = -\sum_{i=1}^{S}\left[\left(\frac{n_i}{N}\right) \times \ln\left(\frac{n_i}{N}\right)\right]$$

- H' = قيمة دليل شانون و واينر للتغاير
- n_i = عدد افراد أو كتلة لنوع i في العينة
- N = العدد الكلي لأفراد الأنواع في العينة
- ln = اللوغارتم الطبيعي(النابيري)
- s = عدد الأنواع في العينة

2- السلامة العامة (Ecological integrity) مجموعة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية القادرة على الدعم والمحافظة على توازن وسلامة وتكيف مجتمعات الأحياء، وتتضمن فحوصات تركيب الأنواع والتنوع الاحيائي في البيئة الطبيعية في منطقة الدراسة (Karr *et al.*,1986:ON).

3 - اللافقاريات القاعية الكبيرة Macrobenthic invertebrates

هي تلك الحيوانات التي يزيد حجمها عن 0.5-1مليمتر وغالبا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، وتعيش في الرواسب أو فوق قيعان الأنهار والمصبات والبحيرات، على الصخور والأخشاب والحطام وترتبط مع النباتات المائية خلال فترة من دورة حياتها، وتشمل أربع مجاميع رئيسة هي الديدان الحلقية Annelida والحشرات المائية Aquatic insects والقشرياتCrustacea والنواعم Mollusca(خلف،8:2016).

- **الموقع والمساحة** : يقع هذا المنخفض الواسع شمال غرب مدينة كربلاء وعلى بعد 20 كم من مركز المدينة، وتعد البحيرة ثاني أكبر بحيرة في العراق بعد بحيرة الثرثارمن حيث المساحة، إذ تبلغ مساحتها السطحية (1700) كم^2 عند منسوب الخزن الأعتيادي إلى حد منسوب (37) م، و(1810) كم^2 في حال إمتلائه عند منسوب (40) م فوق مستوى سطح البحر. أما طول البحيرة فيبلغ (70) كم ومعدل عرضها يبلغ (25) كم

وأعرض منطقة فيها تبلغ (40) كم ، ويترواح عمقها بين بضعة أمتار إلى (30) م، ويستوعب هذا المنخفض بحدود (20.736) مليار م^3(وزارة الموارد المائية، 2020: بلا).

وتتألف من وحدتين الغربية الواسعة والتي تعرف بـ (بحر الملح) تقع أوطأ نقطة فيها بمستوى (18) م عند بحر الملح، أما الوحدة الثانية المسماة (هور أبي دبس) تقع جنوب شرق بحر الملح، ويبلغ مستوى أرتفاعها (22) م فوق مستوى سطح البحر وهي أصغر حجما من الوحدة السابقة (وزارة الموارد المائية، 2020: بلا).

الخصائص البيئية لمياه بحيرة الرزازة :

يعد التغير في التنوع الاحيائي مؤشراً مناسباً للتغيرات في صفات المياه، والتقييم البيئي لخصائص المياه باستعمال الطرائق البايولوجية لمعرفة مدى سلامتها البيئية أحد الجوانب المهمة لمراقبة التنوع الإحيائي ومنها مجتمع الأحياء القاعية الكبيرة.

1 - درجة حرارة المياه: تعمل درجة الحرارة على تنظم العمليات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية وايض الإحياء المائية، فضلا عن تنظيم معدل التفاعلات الكيميائية وذوبان الغازات (Stevens, 2000: ON) ، ولأغراض النمو والتكاثر تكيفت وتطورت أنواع الأحياء المائية مع درجات الحرارة المفضلة لها، وذلك لتأثيرها المهم في معدلات التنفس والتركيب الضوئي والفعاليات الأنزيمية فضلا عن تأثيرها على ذوبان الأوكسجين والغازات الأخرى في الماء(ابراهيم،75:2005)..

تراوحت حرارة المياه المسجلة في البحيرة ما بين اقل قيمة لها والبالغة (10.5 °م) شتاءا للعام 2021، وأعلى قيمة (29 °م) صيفا للعام 2020 (الجدول1)، لتأثر مياه البحيرة بدرجة حرارة الهواء المحيط وتغيرت قيمها تبعا لتغيراتها الفصلية.

جدول (1) (شكل (1) محطة (2) بعض الخصائص البيئية لمياه بحيرة الرزازة للأعوام من 2020-2021.

الخصائص البيئية	شتاءا	صيفا
درجة حرارة المياه/ م	10.5	29
الاكسجين المذاب ملغم/لتر	12	7
المتطلب الحيوي للاكسجين ملغم/لتر	3.5	0.9
pH	7.3	8.2
التوصيلية الكهربائية مايكروسيمنز/سم	687	998
الملوحة غرام/ لتر	0.8	1.03
المواد الصلبة الذائبة ملغم/ لتر	412	734
المواد الصلبة العالقة الكلية ملغم/ لتر	41.1	0.9

العسرة الكلية ملغم/ لتر	324	692
الكالسيوم ملغم/لتر	203	284
الكلوريد ملغم/لتر	211	252
النترات مايكروغرام/لتر	1502	189
النتريت الفعالة مايكروغرام/لتر	22.5	0.3

المصدر: نتائج تحليلات الخصائص الأحيائية للمياه في مختبرات جامعة بغداد، 2021.

2 -الأوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين

Dissolved oxygen & Biological oxygen demand

يتأثر تركيز الأوكسجين في الماء بدرجة حرارة المياه وعملية التركيب الضوئي والتنفس والملوحة والاضطرابات بالتيار المائي، فضلا عن وقت اخذ العينة إذ يحصل اختلاف في تراكيزه ما بين الليل والنهار بفعل عملية التركيب الضوئي نهارا، لذا تكون التراكيز على اقلها قبل شروق الشمس (Green *et al.*,2000:103).

وتعني قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين قياس كمية الأوكسجين المستهلكة من قبل الأحياء خلال عمليات تحلل المواد العضوية، وهو المؤشر المستخدم في تحديد قدرة المسطحات المائية على استيعاب مياه الصرف الصحي والملوثات، وعند انخفاض قيم الأوكسجين فان الأحياء غير المتحملة للتراكيز القليلة منه تصبح في حالة شد وتحل محلها أحياء ذات قدرة تحمل أعلى لتراكيز الأوكسجين الواطئة مما يؤدي الى تأثير مهم في تنوع الأحياء المائية (Levintion, 2001: 34).

تشير النتائج المبينة في (الجدول 1) و(للموقع2) الى ان قيم الأكسجين الذائب سجلت تراكيز عالية نسبيا في الشتاء (12 ملغم/لتر) مقارنة مع فصل الصيف (7 ملغم/لتر) على التوالي. وذلك لانخفاض درجات الحرارة شتاءا مما يسمح بإذابة اكبر للأوكسجين في الماء، فضلا عن زيادة حركات واضطراب الماء بفعل زيادة التغذية وازدهار العوالق والنباتات المائية وارتفاع عمليات التركيب الضوئي.

أما تراكيز المتطلب الحيوي للأوكسجين فقد أخذت مديات مختلفة إذ سجلت قيم تراوحت ما بين (3.5 -0.9) ملغم/لتر على التوالي في الشتاء والصيف (جدول1)، وقد يعود ذلك الى وصول المواد العضوية المتطلبة للأوكسجين بكميات جيدة أثناء وقت الأمطار، لتبدأ بالتحلل مع ارتفاع درجات الحرارة صيفا مما يقلل من كميات الأوكسجين الذائب في الماء،كما إن البحيرة تعاني من ارتفاع التلوث العضوي صيفا بفعل مياه الصرف الصحي وقلة التغذية (USGS, 2000:ON).

4- الآس الهيدروجيني pH

ويعبر عن نشاط وفعالية أيون الهيدروجين في الماء، وتميل مياه بحيرة الرزازة نحو القاعدية في اغلب الاحيان وهذا يعود الى الطبيعة الكلسية للترب والرواسب لمعظم الأنهار والبحيرات في العراق التي تؤثر بشكل مباشر في رفع قاعدية المياه (Puring,1960:3).

تبين نتائج (الجدول 1) ان قيم الاس الهيدروجيني تغيرت بشكل طفيف خلال مدة الدراسة ما بين (8.2 - 7.3) على التوالي. ولوحظ ان القيم العليا قد سجلت في نهاية الموسم الصيفي، وهذه النتيجة يمكن ان تعزى الى الازدهار النسبي للعوالق والنباتات المائية في هذا الفترة من السنة لتوفر الظروف البيئية المناسبة من (زيادة الشفافية والهدوء العام للمياه والارتفاع في درجة حرارتها)، ما يؤدي الى استهلاك كميات كبيرة من غاز ثنائي أوكسيد الكاربون في الماء، وبدوره يزيد من تركيز أيون الهيدروجين. فيما يعزى النقص في القيم المسجلة شتاءا لزيادة العكارة بفعل التغذية المائية والنقص بدرجة حرارة المياه (أحمد، 2015: 94)

وبما ان درجة الاس الهيدروجيني لم تصل أبدًا الى قيم منخفضة او مرتفعة المدى والمفضلة لمعيشة الأحياء المائية عموماً والتي تتراوح ما بين (6 – 8.5) (USEPA, 2002: ON)، لذا يمكن القول ان لدرجة الاس الهيدروجيني تأثير محدود على الأحياء القاعية ضمن منطقة الدراسة.

4-التوصيلية الكهربائية والملوحة والمواد الصلبة الذائبة

يعرف التوصيل الكهربائي للماء بأنه قيمة عددية تشير الى قابلية الماء على حمل التيار الكهربائي، وتعتمد على تركيز ونوعية الأيونات الذائبة في الماء وعلى درجة حرارة الماء في أثناء القياس. فيما تعبر الملوحة عن تراكيز الأيونات الذائبة الكلية في عينة الماء بغض النظر عن طبيعتها.اما مجموع المواد الصلبة الذائبة فهي تتضمن مجموع المواد العضوية واللاعضوية الذائبة في عينة الماء (Bates & Jackson, 1984:ON)، وقد تكون كاربونات وبيكاربونات وكلوريد وفوسفات ونترات وكالسيوم وأيونات عضوية اخرى، وزيادتها الحادة او قلة تراكيزها قد يؤدي الى تحديد حياة بعض الأحياء المائية بفعل دورها الرئيسي في التأثير على تركيب وتجمعات الأحياء المائية ومنها الأحياء القاعية (James *et al.*,2003:709)

من ملاحظة الجدول(1) يتبين ان قيم التوصيلية الكهربائية والملوحة في بحيرة الرزازة تراوحت ما بين اقل القيم وبلغت 687 مايكروسيمنز/سم والملوحة (0.74) غرام/لتر على التوالي شتاءا، وأعلى القيم بلغت (1.039) مايكرو سيمنز/سم وملوحة (0.68) غرام/لترعلى التوالي.فيما تراوحت قيم المواد الصلبة الذائبة ما بين (412 – 734) ملغم/ لتر على التوالي. ولوحظ ان القيم العظمى للتوصيلية الكهربائية والملوحة والمواد الصلبة الذائبة سجلت في اشهر الصيف، وهذا يتوافق مع ارتفاع معدل درجات الحرارة المسجلة (37.5)م للأشهر من حزيران وحتى آيلول جدول (2) وموقع (2) فضلا عن قلة عمليات خزن المياه في البحيرة والذي

يؤدي مع زيادة التبخر إلى أرتفاع التراكيز الملحية بصورة عامة، فيما ساهم زيادة معدل تصريف المياه للبحيرة شتاءا إلى تخفيف التراكيز.

جدول (2) المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة والرطوبة النسبية والأمطار والتبخر في محطة كربلاء للمدة (1990-2020)

الأشهر	درجات الحرارة/ م	الرطوبة النسبية%	الأمطار/ ملم	التبخر/ ملم
كانون الثاني	11.6	67	20.6	88.5
شباط	12.3	57	15.2	125.4
آذار	16.6	49	14.3	215.2
نيسان	25.2	44	14.8	298.1
آيار	31.5	34	5.1	416.8
حزيران	38	27	0	546
تموز	38.4	24	0	583.6
أب	38.7	23	0	552.3
أيلول	35.2	30	0	394.2
تشرين الأول	26.1	42	3.9	275.6
تشرين الثاني	17.5	59	11.8	142.9
كانون الأول	11.9	69	17.3	93.7
المعدل	25.2	43.7	103	311

المصدر: الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي، قسم المناخ، بيانات غير منشورة، 2021.

5-المواد الصلبة العالقة الكلية Total Suspended Solids

تعد من أهم المواد المكونة لعكرة المياه ومصدرها الرئيسي هو ما يجرف عن طريق الأمطار من المناطق المجاورة فضلا عن النشاطات الزراعية، وتتكون من الطين والغرين والعوالق والأحياء الدقيقة. وتعمل زيادة مقاديرها على تقليل اختراق الضوء للماء وفقدان القدره على دعم تنوع الإحياء المائية وتأثيرها سلبيا على الفعاليات البايولوجية لمختلف أحياء البيئة المائية (USEPA, 2002: ON).

يوضح (الجدول 1) و(للموقع 2) ان هناك اختلاف واضح في قيم المواد الصلبة العالقة ما بين فصلي الشتاء والصيف اذ بلغت التراكيز(41.1) ملغم/لتر شتاءا بفعل تساقط الأمطار وجرف كميات من المواد الصلبة (الرواسب والدقائق العضوية) من المناطق المجاورة وزيادة تركيزها في البحيرة، بينما سجلت صيفا (0.9) ملغم/لتر.

6 - العسرة الكلية Total Hardness

تحتوي المياه العسرة على املاح الأيونات الموجبة الرئيسة المتعددة التكافؤ والمكونة لهذه العسرة (الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والألمنيوم) وغيرها، ويعبر عن قيم العسرة بكاربونات الكالسيوم لدورها المهم في التأثير على نظام الكاربونات الذي يحفظ قاعدية المياه (USEPA, 2002: ON)، ووجود قيم للعسرة تصل الى 90 ملغم/لتر يكفي الى حد بعيد الفعاليات الطبيعية للأحياء (Nordan, 2002: ON).

ويتضح من الجدول (1) الى ان التراكيز تراوحت ما بين (280-685) ملغم/لتر على التوالي شتاءا وصيفا، وقد يعود إنخفاضها شتاءا بصورة أساسية الى تخفيف تراكيز الاملاح المسببه للعسرة خلال وقت التغذية المائية للبحيرة، فيما يعزى الارتفاع في قيمها المسجلة صيفا الى تفكك الكاربونات لتعويض النقص في قيم ثنائي اوكسيد الكاربون المأخوذة من قبل النباتات المائية والطحالب (Lutz, 2000: ON). وربما لانخفاض منسوب المياه في السنة الأخيرة مما أدى إلى تخفيف أملاح العسرة. والتي تجاوزت قيم المحددات العراقية للمياه الطبيعية والبالغة (500) ملغم/لتر.

7 - أيونات الكالسيوم والكلوريد Chloride, Calcium Ions

لأيون الكالسيوم دورًا رئيسيًا في التأثير على تراكيز العسرة الكلية (Lutz, 2000: ON). وهو الأيون الموجب الأكثر وفرة في المياه العذبة وله دورًا مركزيًا في معادلة قيم الاس الهيدروجيني مع ثنائي أوكسيد الكاربون والبيكاربونات في المياه العذبة(Reynolds, 1984: ON). فيما يعد ايون الكلوريد من الأيونات السالبة الموجودة في المياه وعلى الرغم من انه يذوب جدا في الماء الا ان كمياته في المياه الطبيعية اقل من الكبريتات وتحتاجه الأحياء بكميات قليلة، وهوغير فعال نسبيًا لا كيميائيًا ولا إحيائياً، لذا فان تراكيزه تكون متقاربة في المياه غير المعرضة للتأثيرات والفعاليات البشرية (Al-Hijuje, 2014: 243).

تبين نتائج الدراسة الموضحة في (الجدول 1) ان تراكيز الأيونات الرئيسية في منطقة الدراسة لم تتخذ نمطًا منتظماً في تغيراتها الفصلية،إذ سجل أيون الكالسيوم أعلى التراكيز مقارنة باالكلوريد وتراوحت تراكيزه بين (141-254) ملغم / لتر شتاءاعلى التوالي، وبين (149-274) ملغم/ لتر على التوالي صيفا. فيما تراوحت تراكيز أيون الكلوريد ما بين(81 – 190) ملغم/لتر على التوالي في الشتاء و(106- 230) ملغم/لتر على التوالي في الصيف.

ويتطابق وجود هذه الأيونات بتراكيز عالية ضمن منطقة الدراسة مع ما أشار اليه (Talling, 1980: 73) من أن تراكيز الصوديوم والكلوريد والكبريتات تزداد بالاتجاه جنوبا بسبب تأثير المياه الجوفية التي تكثر في مناطق وسط وجنوب العراق، بينما تكثر تراكيز الكالسيوم والبيكاربونات في المناطق الشمالية من العراق بسبب طبيعة التربة.

8 - النترات والنتريت الفعالة Reactive Nitrate & Nitrite

تعد الفعاليات الزراعية وعمليات تثبيت النيتروجين بوساطة بعض المحاصيل الحقلية ورمي ملوثات الفضلات الثقيلة والغلاف الجوي مصادر للمغذيات النباتية (Jordan & Weller, 1996:661)

تراوحت تراكيز النترات والنتريت(الجدول 1) ما بين اقل قيمة للنترات وبلغت 189 مايكروغرام/لتر صيفا، وسجلت أعلى قيمة (1502)مايكروغرام/لتر شتاءا، بينما تراوحت قيم النتريت ما بين (0.3 - 22.5) مايكروغرام/لتر. وهذه التغيرات الفصلية والتراكيز العالية تزداد خلال فصل الشتاء مع هطول الأمطار ووصول مركبات النيتروجين الموجودة في الفضلات الزراعية مع مياه الأمطار، كما انه يعود الى تحرر النترات من الرواسب الى المياه نتيجة زيادة حركة المياه.اما الانخفاض في تراكيز النترات صيفا فقد يعود الى زيادة معدلات التمثيل الضوئي بواسطة النباتات المائية فضلا عن الزيادة في اختزال النترات قرب القاع، كما إن العلاقة ما بين الانتاجية الأولية والمغذيات في البحيرات تكون مرتبطة بعدد من العوامل الأخرى المؤثرة (الحرارة والضوء ومعدل الجريان وطبيعة القاع وتكرار الفيضان والرعي)، (التميمي، 143:2004).

- الأدلة البيئية - الفحوصات الإحيائية Biological tests

يعود استخدام الأحياء في مجال المراقبة لكون مجتمعاتها تمثل انعكاس للسلامة البيئية كيميائياً وفيزيائياً وبايولوجياً، وعليه فان وجود هذه الأحياء يعطي تقييماً مباشراً لحالة الجسم المائي، وتوضح مؤشرات التنوع الاحيائي الى عدد الأنواع في العينة وتوزيع الأفراد ما بين هذه الأنواع، وصحة أي مجتمع بيئي هي انعكاس للتنوع في هذا المجتمع او لعدد الأنواع الذي يحويه، وعند تواجد نوع أو أكثر من الضغوط البيئية على النظام البيئي فأن هذه الأحياء تكون حساسة لهذه الضغوط وينعكس ذلك على قلة واختزل التنوع، مما يؤدي الى الإخلال في ثباتية المجتمع ككل (USEPA, 2005:ON).

- الكثافة ومؤشر الوفرة النسبية Density & Relative abundance index(Ra)

يجهز مقياس الوفرة النسبية معلومات عن التجمع الاحيائي ومدى المساهمة النسبية لكل مجموعة من السكان ضمن الأحياء الموجودة في العينة، ويبين مدى مساهمة الأفراد في المجموع الكلي للأحياء (USEPA, 2005:ON).

- الكثافة الكلية والوفرة النسبية للافقريات القاعية في بحيرة الرزازة

تراوحت الكثافات الكلية للافقريات القاعية في البحيرة ما بين 398- 754 فرد / م^2 على التوالي في موسمي الصيف والشتاء و(للمواقع 1,3)، وتعود الزيادة الكلية المسجلة لهذه الكثافة إلى تلائمها مع الانخفاض في درجات الحرارة وتوافر المغذيات لوفرة التغذية المائية. كما تساهم زيادة عمق الماء شتاءا وطبيعة التربة وتوافر النباتات بتوفير بيئة مناسبة لوجود كثافة اكبر من اللافقريات القاعية مقارنة بفصل الصيف، إذ إن الكثافة

العالية للافقريات مرتبطة مع وجود النباتات لان هذه النباتات مصدر الغذاء ومأوى لعيش هذه الأحياء (Rader & Richardson, 1992:129).

أمـــا مؤشـــر الـــوفرة النســـبية (جـــدول 3) فقـــد أوضـــح ان يرقـــات مزدوجـــة الأجنحـــة *Chironomidae* بلغت نسبتها 39% من الكثافة الكلية، تبعها في ذلك الديدان قليلة الاهلاب من العائلة *Tubificidae* ، تتبعها الديدان قليلة الاهلاب العائدة للعائلة *Tubifisidae* بنسبة بلغت 38% من الكثافة الكلية. وغالبا ما تسجل هذين النوعين الجزء الأكبر من اللافقريات القاعية في المياه العذبة.

جدول (3) الوحدات التصنيفية للاحياء القاعية الكبيرة المسجلة في بحيرة الرزازة ووفرتها النسبية حسب مؤشر الوفرة النسبية (Ra index)

Taxa	شتاءا	صيفا
ROTIFERA		
B.calyciflorus	××	××
***Brachionus angularis* Gosse**	×	×
***B.plicatilis* Mull.**	×	×
***Asplanchna priodonta* Gosse**	×	×
***K.valga* Her.**		×
C.intuta	×	×
***B.quadridentatas* Hern.**	×	×
***B.urceolaris* Mull.**	×	×
***Keratella cochlearis* Gosse**	×	
C.gibba	×	
Cephalodella auriculat	×	×
Cephallodella sp.	×	
Colurella adriatica	×	×
Euchlanis deltata	××	
***B.leydigi* Cohn**	×	×
Epiphanus sp.	×	×
***K.quadrata* Mull.**	×	×
***Hexarthera mira* Hud.**	××	××
***Filinia longiseta* Her.**	×	
***K.hiemalis* Carl.**	×	×
Lecane sp	×	×
L.elasma	×	×
Philodina roseola	×	
***L.luna* Mull.**	×	×
P.euryptera	×	×
Squtinella sp.	×	×
L.patella		×
***Monostyla bulla* Her.**	×	×
P.vulgaris	×	
***Notholca acuminata* Her.**	×	
Synchyta sp.	×	
Monostyla sp.	×	×
M.clostercerca	×	×
***Polyarthera dolichoptera* Ide.**	××	××
Synchyta oblonga		×
N.labis	×	×
L.ludwigii	×	×
M.lunaris	×	
Lepadella ovalis	×	×
Testudinella patina	×	
***Alona guttata* Sars**	×	×
T.cylindrica		×
***Bosmina longirostris* Mull.**	×	×
A.intermedia	×	
***Ceriodaphnia rigaudi* Rich.**	×	

***A.guttata* Sars**	×	
		×
Halicyclop sp.	××	×××
***B.coregoni* Baird**	×	
***Cerodaphnia reticulata* Jur.**	×	×
Diaptomus sp.	×	×
***Moina affinis* Birge**		×
***Chydorus spharicus* Mull.**	×	×
Schapholioberis kingi	×	×
Cyclopoida	×	×
D.pulex	×	
***Trichotria tetractis* Bory**	××	
Paracyclop sp	××	××
Leptadora kindtii	×	
Harpacticoida	×	×
***D.leavis* Birge**		×
Calanoida	××	×
Nematoda	××	××
***Diaphanosoma brachyurum* Lei.**	×	×
Corbicula flumna		××
***Trichcerca similis* Wle.**	×	×
Macrocyclop sp.	×	×
Naididae.		××
Copepoda nauplii	××××	××××
Cyclop sp.	×	×
Other insecta larva	××	××
Corbicula fluminalus	××	
Chironomidae		××
***Daphnia galeata* Sars**	××	×
Gastropoda	×	
Tubificidae	××	××
Other oligocheata	×	×
Leeche	××	

المصدر:تصنيف عينات الاحياء القاعية في مختبرات جامعة بغداد لموسمي الصيف والشتاء 2020-2021

× = أنواع نادرة (اقل من 10%)، ×× = أنواع قليلة (10– 40 %) ، ××× = أنواع وفيرة (40 – 70%) ، ×××× = أنواع سائدة (أكبر من 70 %)

مؤشر شانون وينر ومؤشر سمبسون للتنوع الاحيائي

- Shanon – Weiner diversity index (H), Simpson diversity index (D)تعد القيمة العالية لمؤشر شانون وينر دليل على التنوع العالي، بينما يحدث العكس في مؤشر سمبسون، حيث كلما زادت قيمته قل التنوع (Burton, 1999:875) .

تراوحت قيم شانون وينر لتنوع اللافقريات القاعية في البحيرة بين اقل قيمة حسب هذا المعيار وبلغت 0.8 بت/فرد شتاءا، وأعلى قيمة سجلت صيفا وبلغت 1.97 بت /فرد، فيما أختلفت القيم في مؤشر سمبسون ما بين اقل قيمة للتنوع وبلغت 0.36 ومسجلة في فصل الصيف واعلى قيمة للتنوع وبلغت 0.16 في الشتاء، وتبين الدراسة ان قيم التنوع للافقريات القاعية المسجلة تراوحت ما بين قليلة الى جيدة التنوع .

وهذه الزيادة يتوافق مع ظهور وحدات تصنيفية جديدة في هذا الفصل حيث سجل وجود للأنواع *Corbicula flumnulis, C. flumena, leeche, Gastropoda*. وقد يعود تواجدها إلى حدوث تداخل ما بين العوامل الهيدرولوجية من (انخفاض المناسيب) ومواد القاع لاعتماد كل جزء على الآخر، للتأثير الكبير

لحجم الطين على تركيب الوحدات التصنيفية للافقريات القاعية، ولكن حجم هذه الدقائق يتحدد بكمية المياه في البحيرة مما يشجع على ظهورها(Reece & Richardson, 2000:82).

جدول(4) المعدل السنوي للمؤشرات الإحيائية للافقريات القاعية في بحيرة الرزازة للاعوام **2020 - 2021**

المؤشرات المدروسة	المعدل السنوي في بحيرة الرزازة
معيار شانون وينر	**1.5**
عدد الوحدات التصنيفية	**9**
نسبة الوحدة التصنيفية السائدة %	**–**
نسبة الديدان قليلة الاهلاب %	**% 38**
نسبة اللافقريات القاعية غير الديدان والحشرات %	**% 7.9**

المصدر: بالاعتماد على نتائج دلائل التنوع الإحيائي المستخدمة ضمن المعادلات.

من ملاحظة (الجدول4) يتبين ان مياه البحيرة تتمتع بقدر متوسط من السلامة البيئية، اذ سجل معيار شانون وينر قيماً جيدة للتنوع في معدلاته العامة طوال مدة الدراسة وتجاوزت 1 بت/ فرد. ان معظم الأنواع متكيفة للظروف البيئية الموجودة في بيئتها وتقل عدد الوحدات التصنيفية للافقريات مع زيادة الملوثات العضوية لكون معظم الأنواع حساسة للضغوط البيئية (Kalender *et al.*,2002:ON).

إن صحة وسلامة مياه البحيرة تبينه نسبة الأنواع الغالبة كميًا التي لم تستطع ان تصل الى تحقيق سيادة كاملة على الأنواع الأخرى في العينات، إذ إن اتجاه المياه السطحية نحو الإغناء الغذائي او التلوث يؤدي الى زيادة كبيرة في الأنواع المتحملة للضغوط الجديدة مؤدية الى قلة التنوع الاحيائي لهذه الأحياء، كما ان زيادة نسبة الوحدات التصنيفية المتحملة للتلوث ووصولها الى شكل سائد دليل على وجود ضغط بيئي وتلوث.

إن المؤشرات الإحيائية السابقة تشير الى وجود عوامل فيزيائية وكيميائية تحدد حياة الأحياء القاعية التي تعيش في البحيرة لكون تنوعها قليل. منها قلة قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين المسجلة والتي لم تتجاوز في معدلاتها الـ5 ملغم/ لتر، لان المياه التي تملك قيم اقل من 5 ملغم/ لتر تعتبر مياه نظيفة بيئيا (Hynes, 1972:ON)، كما تؤيده طبيعة التهوية الجيدة التي تتمتع بها البحيرة إذ سجلت تراكيز الأكسجين الذائب (12-7) ملغم/لتر على التوالي. وان عملية استهلاك الأوكسجين من قبل الأحياء تؤدي الى تقليل التنوع الاحيائي في البحيرة.

ان هذه القيم هي انعكاس حقيقي للظروف البيئية التي تتصف بها بحيرة الرزازة من الشفافية وقلة مجموع المواد الصلبة العالقة، وانخفاض قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين فضلا عن التذبذب في الظروف الهيدرولوجية للتصريف المائي والذي ينعكس على عمق البحيرة وخصائص مياهها مقارنة بالسنوات السابقة.

الاستنتاجات Conclusions

- تميل مياه البحيرة نحو القاعدية قليلا إذ سجلت (7.3-8.2)على التوالي، وذات تهوية جيدة إذ بلغت تراكيز للاكسجين المذاب (12-7)ملغم/لتر على التوالي لفصلي الشتاء والصيف.

- سجلت التوصيلية الكهربائية (998)مايكروسيمنز/سم، والملوحة(1.03)غرام/لتر والمواد الصلبة الذائبة (734)ملغم/لتر، والعسرة الكلية(692)ملغم/لتر ، وأيونات الكالسيوم(284)ملغم/لتر، والكلوريد (252)ملغم/لتر على التوالي تراكيز أعلى في الصيف. بينما سجلت المواد الصلبة العالقة(41.1)ملغم/لتر، والنترات(1502)مايكروغرام/لتر، وقيم المتطلب الحيوي للأوكسجين(3.5)ملغم/لتر، والنتريت الفعالة (22.5)مايكروغرام/لتر على التوالي تراكيز اعلى شتاءا.

- بين مؤشر الوفرة النسبية أن الانواع *Brachionus calyciflorus* و*B. urceolaris* *Bosmina longirostris* و*Daphnia leavis* و *lecane luna* و *polyarthera dolichoptera* و*Diaphanosoma brachyurum* ويرقات مجدافية الأقدام (nuaplii) ويرقات مزدوجة الاجنحة (Chironomidae) والديدان قليلة الاهلاب العائدة للعائلة Tubificidae هي الوحدات التصنيفية الأكثر وفرة نسبية في بيئة منطقة الدراسة.

- سجلت الكثافة الكلية (754) فرد/م^2 وكل من مؤشرات سمبسون (0.16) وشانون وينر (0.8) بت/فرد لتنوع اللافقاريات القاعية الكبيرة كقيم اعلى في فصل الشتاء.

- يعد التلوث البيئي والتذبذب الهيدرولوجي لمياه البحيرة السبب المباشر لقلة قيم التنوع الاحيائي للافقريات القاعية المسجلة.

التوصيات Recommendations

1 - نشر التربية البيئية بين المواطنين والتوضيح بان إدارة التنوع الاحيائي بشكل سليم هو حاجة وضرورة ملحة، وهي التزام اتجاه الجيل الحالي والأجيال اللاحقة. والتوعية بعدم رمي الفضلات المدنية والزراعية في المياه.

2- وضع معايير خاصة وحديثة لقياس مدى تلوث المياه من خلال إعتماد تنوعها الحيوي وقياس للانواع السائدة.

3 - إنشاء قاعدة بيانات للأنواع اللافقرية الموجودة بالمنطقة وربطها بالمناطق الأخرى تمهيدا لتقديم قائمة موحدة بالأنواع التي تعيش في البيئة المائية العراقية، من خلال إجراء الدراسات البيئية لتحديد المراقب البيئي الأفضل لمعرفة مدى صحة البيئة المائية.

- **المصادر**
- **المصادر العربية:**

1- وزارة الموارد المائية، بيانات غير منشورة،2020.

2- الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي،قسم المناخ، بغداد،2021.

3- التميمي، عبد الفتاح شراد، دراسة بيئية وبكتريولوجية لمياه نهر دجلة وديالى جنوب بغداد. رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة بغداد،2004.

4- ابراهيم، صاحب شنون، التنوع الإحيائي للافقاريات القاعية في نهري الدغارة والديوانية- العراق، إطروحة دكتوراه، غير منشورة، كلية التربية، جامعة القادسية،2005.

5- أحمد، رشاد عبد الزهرة، تقييم مستوى التلوث العضوي وتأثيره في تنوع الطحالب الخيطية القاعية وإصابة الأسماك بمجذافية الأقدام في ثلاث محطات في محافظة البصرة، العراق، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الزراعة، جامعة البصرة،2015.

6- خلف، رغد زيدان، دراسة مجتمعات اللافقريات القاعية الكبيرة في ثلاث بيئات مائية مختلفة في جنوب العراق، إطروحة دكنوراه، غير منشورة، كلية العلوم، جامعة البصرة،2016.

- **المصادر الأجنبية**

Krebs, C. J. Ecological methodology. 3rd ed. Addison Wesley Educational Publishers, Inc. 2014.

Burton, T. M.; Uzarski, D. G. and Genet, J. A.1999. Development preliminary invertebrate index of biotic integrity for Lake Huron coastal wetlands. Wetlands J. 19 (4),1999.

Levintion. J. S. Genetics, Poleontology, and Macroevolution, 2nd. Cambridge. University Press. UK.2001.

Green, B. W.; David, R. and Cland, E. Water exchange to rectify low dissolved oxygen. Annual Technical Report, 2000.

Jordan, T. E. and Weller, D. E. Human contribution to terrestrial nitrogen flux: assessing the sources and fates of anthropogenic fixed nitrogen. *Bio Sci.* 46,1996.

Kalender, E. S.; Emlek, E. and Yilmaz, F. Determination of water quality with microorganisms and micro invertebrates bio indicators. Department of Biology, Abant Izzet Baysal University, Bolu , Turkey, 2002.

Lutz, D. S. Water quality studies Red Rock and Saylorville reservoirs Desmiones river, Lowa. Annual Report, Department of The Army, Rock Island, Illinois, 2000.

James, K. J.; Cant, B. and Ryan, T. Response of freshwater biota to rising salinity levels and implications for saline water management: a review. Australian Journal of Botany 51.2003.

Nordan, R. L. Water softening. Missouri Rural Water Association, 2002

Reece, P. R. and Richardson, J. S. Benthic macroinvertebrate assemblages of coastal and continental streams and large rivers of southern British Columbia, Canada. *Hydrobiol.* 439, 2000.

Sawyer, C. N. and McCarty, P. L. Chemistry for environmental engineering 3rd ed. McGraw-Hill - Companies. United States of America, 1978.

Stevens, M. R. Water quality and trend analysis of Colorado –Big Thompson System reservoirs and related conveyances 1996 through. Water Resources Investigations Report. 2000.

Talling, J. F. Water chemistry in Euphrates and Tigris. Mesopotamian ecology and density. *Ed. J. Rzoska Monographiae Biol.* 38, 1980.

U. S. Environmental Protection Agency (U. S. EPA). Summary of biological assessment programs and bio criteria. Office of Water, Washington, D. C. 2005.

US EPA. Vermilion river TMDLS for dissolved oxygen and nitrogen Environmental Technology division. Water Quality Protection Division, Office of Water, Washington, D. C, 2002

U. S. Geological Surveys (USGS). Water Quality, Biological and Habitat assessment of the Boeuf river Basin, south eastern Arkansas 1996. Water Resources Investigations Report 2. 2000.

Rader, R. B. and Richardson, C. J. The effects of nutrient enrichment on algae and macro invertebrates in the Everglades: A review. *Wetlands J*.12(2),1992.

Karr, JH. R.; Fansch, K. D. and Yant, P. R. Assessing biological integrity in running water. Special Publications, Illinois National History Survey,1986.

Bates, R. L.; and Jackson, J. A. Dictionary of geologic term, New York, 1984.

Hynes, H. B. N. The ecology of running waters. Liverpool Univ. Press,1972.

Reynolds, C. S. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge, University Press,1984.

Ishaq, F. & Khan, A. Diversity Pattern of Macrozoobenthos and their Relation with Qualitative Characteristics of River Yamuna in Doon Valley Uttarakhand. American-Eurasian. J. Toxico. Sci., 5(1), 2013.

Al-Hejuje, M. M. "Application of Water Quality and Pollution Indices to Evaluate the Water and Sediments Status in the Middle Part of Shatt Al-Arab River". PhD. Thesis. University of Basrah, college of science, biology department.2014.

Buring, soil and condition in Iraq, Baghdad. 1960.

Eml: arts.lect.105@avicenna.uobasrah.edu.iq

Abstract: The study clarified the concept of benthic macro organisms and biodiversity evidence as well as environmental safety. Conducting field and laboratory measurements of some water samples to know their physical, chemical and biological properties, including (water temperature, dissolved oxygen, pH, EC, dissolved solids, total suspended solids, total hardness, calcium and chloride ions, effective nitrate and nitrite), as an environmental monitoring on the nature of Environmental changes resulting from the feeding and drought processes of the two seasons (winter and summer), To find out the extent of their impact on the assemblies and composition of the large benthic invertebrate community and their biodiversity, and to follow up on the state of the water body and monitoring trends, and to determine the pattern and type of impact that it can have on benthic communities, in order for these large organisms to respond to environmental pressures, and their density, relative abundance and species variance were calculated using some biodiversity indicators.

1- Ecological indeces

2- Ecological integrity

3- Macrobenthic invertebrates