



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية

كلية العلوم

(تقدير التلوث العضوي والتنوع الحيوي لمياه نهر الدغارة / العراق باستخدام بعض الدلائل الحيوية)

رسالة مقدمة الى مجلس كلية العلوم/ جامعة القادسية
وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم البيئة
تقدم بها الطالب

علاء حسن سلمان

بكلوريوس علوم بيئة – كلية العلوم

(2020 - 2021)

جامعة القادسية

بإشراف

أ.م.د. ختام عباس مرهون

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

((وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ
مُصْلِحُونَ ﴿١١﴾ أَلَا إِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِنْ لَا
يَشْعُرُونَ ﴿١٢﴾))

صدق الله العلي العظيم

الشكر والتقدير

لحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على نبينا محمد وآل بيته الطيبين الطاهرين وصحبه المنتجبين الاخيار. كما يسعدني أن أتقدم بجزيل الشكر والتقدير للمشرف الاستاذ المساعد الدكتورة ختام عباس مرهون لمجهودها وحرصها ومتابعتها طوال مدة البحث وسعة صدرها ونهجها الأخلاقي والعلمي الرفيع وروحها الأخوية الصادقة التي استقيت منها العلم والمعرفة وفقها الله وأنار دربها. كما أقدم شكري وتقديري إلى عمادة كلية العلوم والى رئاسة قسم علوم البيئة في كلية العلوم لتقديم كل الإمكانيات الضرورية لرفد المسيرة العلمية لطلبة الدراسات وأتقدم بالشكر والامتنان إلى جميع أعضاء الهيئة التدريسية في قسم علوم البيئة لما قدموه من دعم ومساندة

كما أقدم شكري وتقديري الى كل الزملاء لمساعدتهم ومد يد العون ل إتمام هذا العمل وخاصة الزميلة نور احمد التي زودتني ب مصدر اساسيات التحليل وأيضا الى الزميل قاسم العابدي لمساعدته لي في تصميم خريطة احذ العينات كما أقدم شكري وتقديري لعائلتي الكريمة التي تحملت مع الكثير ودعمهم المستمر لمسيرتي العلمية .

وفي الختام أتوجه الى الله العلي العظيم ان يحفظ الجميع ويوفقهم لخدمة المسيرة العلمية.

علاء حسن

الاهداء

الى نبينا الكريم محمد (صلى الله عليه وعلى آله وسلم)
الى بقية الله في الأرض صاحب الزمان (عجل الله تعالى فرجه الشريف)
الى حبيبتي وغاليتي اهدي كل طموحي
امي ثم امي ثم امي العزيزة (ربي يحفظها)
الى من علمني ان الاعمال الكبيرة لا تتم الى بل صبر والعزيمة
والدي العزيز
الى قناديل الدرب سندي في الحياة
إخوتي وأخواتي
الى من تذوقت معهم اجمل اللحظات
أصدقائي

علاء حسن

الخلاصة

تم اجراء هذه الدراسة على نهر الدغارة الذي يبدأ مجراه ابتداءً في منطقة صدر الدغارة (شمال غربي محافظة الديوانية) ويتجه إلى الجنوب الشرقي إذ يمر في مدينة الدغارة وناحية سومر وقضاء عفك وينتهي عند ناحية آل بدير حيث تم اختيار ثلاث مواقع من النهر لاختبار العينات . وقد تناولت هذه الدراسة تقدير التلوث العضوي والتنوع الحيوي لمياه النهر وذلك من خلال دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية وتشخيص بعض انواع الهائمات النباتية المتواجدة في مواقع الدراسة وتطبيق بعض الادلة الحيوية للتنوع والتلوث . أجريت الدراسة ابتداء من شهر أيلول 2025 ولغاية شهر شباط 2026 . حيث تناولت الدراسة الحالية قياس بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

كما شملت هذه الدراسة تشخيص بعض انواع الهائمات النباتية واستخدمت في الدراسة دلائل الهائمات النباتية لتقييم نوعية المياه في النهر وهذه الدلائل هي دلائل التلوث و دلائل التنوع وشملت: دليل التلوث العضوي Index Saprobic ودليل تحمل التلوث Pollution Tolerance Index و دليل بالمر للتلوث Palmer Pollution Index و دليل النسب المئوية للأنواع الحساسة للتلوث Precente Sensitive Species و دليل حساسية التلوث Index of Pollution Sensitivity و دليل الغنى Richness Index و دليل شانون و ويفر Shannon and Weaver Index و دليل تجانس ظهور الأنواع Evenness و دليل McIntosh Diversity Index ودليل التنوع Menhinicks Diversity Index و دليل سمبسون Simpson Index.

أظهرت نتائج الدراسة توافقاً واضحاً بين درجة حرارة هواء المحيط ودرجة حرارة الماء في كل المواقع اذ تراوحت بين (13-35.5م)(10.8-32.4م) على التوالي. وكانت قيم عمق المياه تتراوح بين (85-165.3) سم وسجلت سرعة الجريان قيماً تراوحت بين (0.13-0.57) م/ثا بينما تراوحت قيم نفاذية الضوء من (34.7-80.5)سم، وتراوحت قيم الأس الهيدروجيني ما بين (7.4-8.5) . وتراوحت قيم التوصيلية الكهربائية ما بين (1788-889) مايكروسيمنز / سم وتراوحت قيم الملوحة ما بين (0.57-1.14) وتراوحت قيم المواد الصلبة الذائبة ما بين (579-1200.2) ملغم\لتر وتراوحت قيم المواد الصلبة العالقة ما بين (20-70.6) ملغم\لتر وتراوحت قيم العكورة ما بين (15.7-47.6) NTU وتراوحت قيم الاوكسجين المذاب ما بين (6.6-10.6) ملغم\لتر وتراوحت قيم المتطلب الحيوي للاوكسجين ما بين (1.5-5.3) ملغم\لتر وتراوحت قيم العسرة ما بين (275-605) ملغم\لتر وتراوحت قيم الكالسيوم ما بين (75-120.6) ملغم\لتر وتراوحت قيم المغنيسيوم ما

بين (80-15.7) ملغم\تر وتراوحت قيم الكلوريدات ما بين (132-220.5) ملغم\تر وتراوحت قيم الكبريتات ما بين (210.6-408.74) ملغم\تر وتراوحت قيم النتريت ما بين (0.032-0.987) ملغم\تر وتراوحت قيم النترات ما بين (1.541-8.3) ملغم\تر وتراوحت قيم الفوسفات ما بين (0.016-0.21) ملغم\تر

شخصت الدراسة النوعية للهائمات ستة صفوف من الهائمات وهي Cyanophyta و Chlorophyta و Euglenophyta و Pyrrhophyceae و Chrysophyta و Bacillaroiphyceae حيث سجلت صفوف الهائمات النباتية عدد أنواع و نسب مئوية اجمالية متفاوتة حيث كانت السيادة للدايتومات حيث بلغ عدد الأنواع (120) نوع وبنسبة (61.20%) وبلغ عدد انواع الطحالب الخضراء في المواقع الثلاث (39) نوع بنسبة (19.90%) اما الطحالب الخضراء المزرقة فقد بلغ عدد أنواعها (27) نوع وبنسبة (13.80%) اما صف طحالب اليوجلينية والذهبية فقد بلغ عدد الأنواع لكل منهما (4) نوع وبنسبة (2%) اما صف طحالب البروفايثا بلغ عدد أنواعها نوعين فقط بنسبة (1%). وتراوحت اعداد الهائمات النباتية بالنسبة للدراسة الكمية ما بين (922.6-1325.4) خلية $\times 10^3$ /لتر

اما بالنسبة للدلائل الحيوية فقد تراوحت قيم دليل الغنى ما بين (1.48-6.73) ودليل شانون ويفر (1.86-3.41) ودليل تجانس ظهور الأنواع (0.51-0.98) ودليل مكنوتش (0.33-0.87) ودليل مينهنك (0.35-0.93) ودليل سمبسون (0.075-0.19) ودليل التلوث العضوي (1.33-2.44) ودليل تحمل التلوث (1.14-2.94) ودليل بالمر للتلوث (6-17) ودليل النسب المئوية الحساسية للتلوث (23.5%-76.73%) ودليل حساسية التلوث (7.51-14.53) .

وقد استنتجت الدراسة ان مياه نهر الدغارة ذات تنوع حيوي متوسط وتلوث عضوي معتدل الى ملوث عضويا حسب المؤشرات الحيوية

المحتويات

الرقم	العنوان	الصفحة
	الخلاصة	أ.ب
	قائمة المحتويات	ج.ط
	الصور	و
	الجداول	و
	الاشكال	ز
	الملاحق	ط
-1-	الفصل الأول	2-1
1-1	المقدمة	1
2-1	الأهداف	2
-2-	الفصل الثاني \ استعراض المراجع	16-3
1-2	تلوث المياه	3
2-2	التلوث العضوي	3
3-2	الخصائص الفيزيائية والكيميائية	4
4-2	الهائمات النباتية	7
5-2	التنوع الحيوي للهائمات	11
6-2	استخدام الهائمات النباتية كمؤشر حيوي للتنوع الحيوي و التلوث العضوي لتقييم نوعية للمياه	12
-3-	الفصل الثالث / المواد وطرق العمل	17
1-3	منطقة الدراسة	17
1-1-3	مواقع الدراسة	19
1-1-1-3	الموقع الأول (S1)	19
2-1-1-3	الموقع الثاني (S2)	19
3-1-1-3	الموقع الثالث (S3)	20
2-3	جمع العينات	23
3-3	الخصائص الفيزيائية والكيميائية	23
1-3-3	درجة حرارة الماء والهواء	23
2-3-3	عمق المياه	23
3-3-3	سرعة جريان المياه	23
4-3-3	نفاذية الضوء	24
5-3-3	الاس الهيدروجيني	24
6-3-3	التوصيلية الكهربائية والملوحة	24

24	المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة العالقة	7-3-3
25	العكورة	8-3-3
25	الاوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للاوكسجين	9-3-3
25	العسرة	10-3-3
26	الكالسيوم والمغنسيوم (ملغم/لتر)	11-3-3
26	الكلوريدات	12-3-3
26	الكبريتات	13-3-3
26	النترات	14-3-3
27	النترات	15-3-3
27	الفوسفات	16-3-3
27	الهائمات النباتية	4-3
27	الدراسة النوعية	1-4-3
28	الدراسة الكمية	2-4-3
28	الترسيب والحفظ	1-2-4-3
28	تحضير شرائح حساب عدد خلايا الهائمات النباتية الدايتومية	2-2-4-3
29	تحضير شرائح حساب عدد خلايا الهائمات النباتية غير الدايتومية	3-2-4-3
30	أدلة للتنوع الحيوي	5-3
30	دليل الغنى	1-5-3
30	دليل التنوع لشانون ويفر	2-5-3
30	دليل تجانس ظهور الأنواع	3-5-3
31	دليل مكنوتش	4-5-3
31	دليل مينهك	5-5-3
31	دليل سمبسون للتنوع	6-5-3
32	دلائل التلوث	6-3
32	دليل التلوث العضوي	1-6-3
33	دليل تحمل التلوث	2-6-3
33	دليل بالمر للتلوث	3-6-3
33	النسب المئوية للأنواع الحساسة للتلوث	4-6-3
33	دليل حساسية التلوث	5-6-3
34	التحليل الاحصائي	7-3
36	الفصل الرابع \ النتائج والمناقشة	-4-
36	الخصائص الفيزيائية والكيميائية	1-4
36	درجة حرارة الماء والهواء	1-1-4
39	عمق المياه	2-1-4
39	سرعة جريان المياه	3-1-4

40	نفاذية الضوء	4-1-4
41	الاس الهيدروجيني	5-1-4
42	التوصيلية الكهربائية والملوحة	6-1-4
44	المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة العالقة	7-1-4
46	العكورة	8-1-4
47	الاوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين	9-1-4
48	العسرة	10-1-4
49	الكالسيوم والمغنسيوم (ملغم/لتر)	11-1-4
51	الكلوريدات	12-1-4
52	الكبريتات	13-1-4
53	النترات	14-1-4
54	الفوسفات	15-1-4
55	الفوسفات	16-1-4
56	الهائمات النباتية	2-4
56	الدراسة النوعية للهائمات النباتية	1-2-4
59	الدراسة الكمية	2-2-4
60	الدلائل الحيوية	3-4
60	دلائل التنوع	1-3-4
60	دليل الغنى	1-1-3-4
63	دليل شانون ويفر	2-1-3-4
64	دليل تجانس ظهور الأنواع	3-1-3-4
64	دليل مكنوتش	4-1-3-4
65	دليل مينهك	5-1-3-4
66	دليل سمبسون	6-1-3-4
67	دلائل التلوث	2-3-4
67	دليل التلوث العضوي	1-2-3-4
69	دليل تحمل التلوث	2-2-3-4
70	دليل بالمر للتلوث	3-2-3-4
70	النسب المئوية للأنواع الحساسة للتلوث	4-2-3-4
72	دليل حساسية التلوث	5-2-3-4
73	الاستنتاجات والتوصيات	-
73	الاستنتاجات	-
74	التوصيات	-
75	المصادر	-
75	المصادر العربية	-
77	المصادر الإنكليزية	-
a-b	Summary	-

الصور

الصفحة	العنوان	الرقم	التسلسل
18	صورة تمثل نهر الدغارة ومواقع جمع العينات (GIS)	1	1
19	صورة الموقع الأول لأخذ العينات من مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة	2	2
20	صورة تمثل الموقع الثاني لأخذ العينات من مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة	3	3
20	صورة تمثل الموقع الثالث لأخذ العينات من نهر الدغارة خلال مدة الدراسة	4	4

الجداول

الصفحة	العنوان	الرقم	التسلسل
17	خطوط الطول والعرض لمواقع اخذ العينات لمياه نهر الدغارة	1	1
21	المواد الكيميائية المستخدمة في الدراسة	2	2
22	الأجهزة والأدوات المستخدمة في الدراسة	3	3
32	قيم دليل التلوث العضوي	4	4
33	قيم دليل بالمر للتلوث	5	5
34	قيمة دليل حساسية التلوث	6	6
38	المدى والمعدل والانحراف المعياري للخصائص الفيزيائية والكيميائية	7	7
58	صفوف واجناس وأنواع الهائمات المشخصة في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة	8	8
62	المدى والمعدل والانحراف المعياري لدلائل الحيوية لتنوع الحيوي	9	9
68	المدى والمعدل والانحراف المعياري لدلائل الحيوية لتلوث العضوي	10	10

الاشكال

الصفحة	العنوان	الرقم	التسلسل
36	التغيرات الشهرية في قيم درجات حرارة الهواء في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	1	1
37	التغيرات الشهرية في قيم درجات حرارة الماء في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	2	2
39	التغيرات الشهرية في قيم عمق المياه في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	3	3
40	التغيرات الشهرية في قيم سرعة جريان المياه في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	4	4
41	التغيرات الشهرية في قيم نفاذية الضوء المياه في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	5	5
42	التغيرات الشهرية في قيم الاس الهيدروجيني في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	6	6
43	التغيرات الشهرية في قيم التوصيلية الكهربائية في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	7	7
44	التغيرات الشهرية في قيم الملوحة في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	8	8
45	التغيرات الشهرية في قيم المواد الصلبة الذائبة في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	9	9
45	التغيرات الشهرية في قيم المواد الصلبة العالقة في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	10	10
46	التغيرات الشهرية في قيم العكورة في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	11	11
47	التغيرات الشهرية في قيم الأوكسجين المذاب في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	12	12
48	التغيرات الشهرية في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	13	13
49	التغيرات الشهرية في قيم العسرة في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	14	14
50	التغيرات الشهرية في قيم الكالسيوم في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	15	15
51	التغيرات الشهرية في قيم المغنسيوم في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	16	16
52	التغيرات الشهرية في قيم الكلوريدات في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	17	17

53	التغيرات الشهرية في قيم الكبريتات في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	18	18
54	التغيرات الشهرية في قيم النتريت في مواقع الدراسة	19	19
55	التغيرات الشهرية في قيم النترات في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	20	20
56	التغيرات الشهرية في قيم الفوسفات في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	21	21
59	النسب المئوية لأنواع الهائمات النباتية المشخصة في المواقع	22	22
59	النسب المئوية لصفوف الهائمات النباتية المشخصة في نهر الدغارة	23	23
60	التغيرات الشهرية في اعداد الهائمات النباتية (خلية $\times 10^3$ /لتر) في مواقع واشهر الدراسة	24	24
61	التغيرات الشهرية في قيم دليل الغنى في مواقع الدراسة	25	25
63	التغيرات الشهرية في قيم دليل شانون ويفر في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	26	26
64	التغيرات الشهرية في قيم دليل شانون ويفر في مواقع الدراسة	27	27
65	التغيرات الشهرية في قيم دليل مكننوش في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	28	28
66	التغيرات الشهرية في قيم دليل مينهك في مواقع الدراسة	29	29
67	التغيرات الشهرية في قيم دليل سمبسون في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	30	30
68	التغيرات الشهرية في قيم دليل التلوث العضوي في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	31	31
69	التغيرات الشهرية في قيم دليل تحمل التلوث في مواقع الدراسة	32	32
70	التغيرات الشهرية في قيم دليل بالمر لتلوث في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	33	33
71	التغيرات الشهرية في قيم النسب المئوية للانواع الحساسة للتلوث في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	34	34
72	التغيرات الشهرية في قيم حساسية التلوث في مياه نهر الدغارة خلا مدة الدراسة	35	35

الملاحق

الصفحة	العنوان	الرقم	التسلسل
I	التغيرات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في الموقع الأول لمياه نهر الدغارة ودلائل التلوث والدلائل التنوع للهائمات النباتية خلال مدة الدراسة من أيلول 2025 الى شباط 2026	1	1
II	التغيرات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في الموقع الثاني لمياه نهر الدغارة ودلائل التلوث والدلائل التنوع للهائمات النباتية خلال مدة الدراسة من أيلول 2025 الى شباط 2026	2	2
IV	التغيرات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في الموقع الثالث لمياه نهر الدغارة ودلائل التلوث والدلائل التنوع للهائمات النباتية خلال مدة الدراسة من أيلول 2025 الى شباط 2026	3	3
V	الانواع والعدد الكلي (خلية $\times 10^3$ / لتر) للهائمات النباتية في الموقع الأول خلال مدة الدراسة	4	4
VIII	الانواع والعدد الكلي (خلية $\times 10^3$ / لتر) للهائمات النباتية في الموقع الثاني خلال مدة الدراسة	5	5
XI	الانواع والعدد الكلي (خلية $\times 10^3$ / لتر) للهائمات النباتية في الموقع الثالث خلال مدة الدراسة	6	6
XIV	التحليل الإحصائية أقل فرق معنوي بين العوامل المدروسة	7	7
XVI	معامل الارتباط بين العوامل الفيزيائية والكيميائية والاحيائية	8	8
XIX	صورة توضح الجانب العملي لعملية الحفظ والترسيب للهائمات النباتية	9	9
XX	صورة توضح تشخيص الهائمات النباتية تحت المجهر	10	10

الفصل الأول المقدمة

(Introduction)

Introduction

1-1 المقدمة

تعد الموارد المائية من المصادر الطبيعية المهمة التي لا تقل قيمة عن الهواء إذ يعتمد الإنسان في مختلف جوانب حياته العملية على المياه التي لا يمكن الاستغناء عنها ومن بين تلك الموارد المائية المهمة هي الأنهار (الشجيري, 2021). تلعب الأنهار دورًا حيويًا في النظم البيئية والمجتمع البشري لأنها تمثل شريان الحياة للمناطق. جودة مياه الأنهار قد تدهورت بسبب الأسباب الناتجة عن النشاط البشري وتغير المناخ والعمليات الكيميائية الطبيعية حول العالم إذ تعد ضرورية جدًا لمختلف أنشطة حياة الإنسان مثل مياه الشرب والري والنشاطات البشرية الأخرى (Jamil & Shehab., 2021; Pak *et al.*, 2021; Shehab *et al.*, 2021). تتأثر نوعية المياه بالطبيعة الجيولوجية للنهر والمناخ وكذلك الأنشطة البشرية المختلفة مثل تصريف مياه الصرف الصحي ومياه المصانع ومياه المبالز الزراعية (Alam and Laishram., 2017) وبالتالي، فإن المراقبة المستمرة للنظم البيئية المائية ضرورية لتمييز تأثيرات الأنشطة البشرية والضغوط على الأنماط الطبيعية للتغيرات البيئية (Nasrollahzadeh, 2008).

تقييم نوعية المياه هي عملية تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية وتهدف الأدلة النوعية للمياه إلى إعطاء القيم الفردية لمعرفة نوعية المياه بشكل بسيط وتعبير أسهل لتفسير البيانات (Bhart and Katyal., 2011) لذا اهتم المختصين بتقييم نوعية المياه باستعمال الطرق المختلفة تمثلت بنوعين الطريقة الأولى استعمال الخصائص الفيزيائية والكيميائية والطريقة الثانية استعمال اللكائنات الحية المائية (panich-pat *et al.*, 2009) ومن الكائنات الحية التي أثبت أنها مناسبة كدلائل حيوية لتقييم لنوعية المياه (الهائمات النباتية والهائمات الحيوانية والنباتات المائية الكبيرة والاسماك) (Custodio *et al.*, 2020; Kuntke *et al.*, 2020).

الهائمات النباتية هي كائنات حية بسيطة، لا تتمايز إلى جذور وسيقان وأوراق، ولا تكون أعضاؤها التناسلية محمية بأغطية واقية. من الناحية الفسيولوجية، هي في الأساس ذاتية التغذية، حيث تحصل على جميع موادها من المصادر الضوئية واللاعضوية، وتنتج مركبات كربونية معقدة من ثاني أكسيد الكربون و طاقة الضوء. توجد الهائمات بشكل واسع في بيئة المياه العذبة مثل الأنهار والبحيرات، حيث تكون موجودة طبيعيًا ككائنات مجهرية يمكن رؤيتها تحت المجهر الضوئي (Bellinger and Sige., 2015) يتم استخدام الهائمات النباتية كمؤشرات حيوية لتقييم نوعية المياه في أنظمة المياه العذبة (Bellinger and Sige., 2010) حيث يشكل تنوع وكثافة الهائمات النباتية مؤشرات بيولوجية لتقييم جودة المياه ودرجات التغذية المفرطة (Shekhar and *et al.*, 2008). لذلك تُعد الهائمات النباتية أحد العناصر البيولوجية الرئيسية المستخدمة لتقدير الحالة البيئية لمساحات المياه السطحية، والتغير في المعايير البيولوجية يوفر مؤشرًا مثاليًا

لدوران الطاقة في البيئات المائية، نظراً لحساسيتها لأي تغير في البيئة (Reynolds.,2006). لكونها تستجيب بشكل واضح لتغير جودة المياه والتغيرات البيئية (Hassan *etal.*,2010; Gulecal and Temel., 2014)

تلعب الهائمات النباتية دوراً أساسياً في هيكل وعمل النظم البيئية للمياه العذبة. فهي مكون مهم في النظم البيئية المائية كمنتجين أوليين (Ligeza and Wilk-Woźniak., 2011). حيث تعتبر الهائمات النباتية هي أحد المكونات البيولوجية الأساسية التي يتم من خلالها نقل الطاقة إلى الكائنات العليا على طول السلسلة الغذائية (Saravanakumar and *etal.*,2008). وتعتبر المكون الرئيسي للسلسلة الغذائية المائية، ومصدراً للأكسجين ومنتجين أوائل أساسيين (Shams and *etal.*,2012). يمثل مجتمع الهائمات النباتية كنزاً بيولوجياً لمسطح الماء، ويلعب دوراً أساسياً في السلسلة الغذائية. فهو منتج أولي رئيسي في العديد من الأنظمة المائية ويعد مصدر تغذية مهم لمختلف الكائنات (Sukumaran *etal.*, 2008). يعتمد التغير النباتي في مجتمع الهائمات النباتية على شدة الضوء وتوافر المغذيات ودرجة الحرارة والعوامل الأخرى (Ghosh and *etal.*,2012). ومن العوامل التي تنظم وفرة وتغير الهائمات النباتية في الأنهار قد تكون بيولوجية (الرعي، التنافس)، كيميائية (تركيز المغذيات غير العضوية)، فيزيائية (الضوء، درجة حرارة المياه)، أو هيدرولوجية (التصريف، وقت بقاء الماء). يُعتقد أن العوامل الهيدرولوجية مثل التصريف أو مدة بقاء الماء لها أهمية أكبر لتطور الهائمات في الأنهار مقارنة بالبحيرات (Hamilton *etal.*, 2011). خلال فترات التصريف العالي للأنهار، تنخفض كتلة الهائمات النباتية، وتسيطر قلة من الأنواع على جماعات الهائمات، بينما يكون تنوع الأنواع والكتلة الحيوية أعلى في فترات التصريف المنخفضة (Tavernini *etal.*, 2011).

لذا تم دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية ومجتمع الهائمات النباتية وتحديد طبيعة التنوع الحيوي ومدى التلوث العضوي في مياه النهر باستخدام بعض الأدلة الحيوية

2-1 اهداف الدراسة

تهدف الدراسة الحالية الى دراسة التنوع الحيوي لمياه نهر الدغارة وتقدير مستوى التلوث العضوي لمياه النهر من خلال

- 1- دراسة بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر الدغارة.
- 2- دراسة كمية ونوعية للهائمات النباتية في مياه النهر.
- 3- تحديد التنوع الحيوي لمياه النهر باستخدام ادلة التنوع الحيوي .
- 4- تقدير مستوى التلوث العضوي باستخدام بعض الأدلة الحيوية للتلوث .

الفصل الثاني

استعراض المراجع

(Literature reviews)

Water Pollution

1-2 تلوث المياه

يُعرّف تلوث المياه بأنه تلوث المسطحات المائية، كالبحيرات والأنهار والمحيطات والمياه الجوفية، بفعل الأنشطة البشرية ويؤثر تلوث المياه سلبيًا على الكائنات الحية والنباتات التي تعيش في هذه المسطحات، وفي معظم الحالات يكون تأثيره ضارًا ليس فقط على الأنواع والمجموعات السكانية، بل أيضًا على المجتمعات البيولوجية الطبيعية. ويحدث التلوث عندما تُصرّف الملوثات إلى المسطحات المائية دون معالجتها بشكل كافٍ لإزالة الملوثات. (Zahoor and Mushtaq.,2023 ; Kordbacheh and Heidari.,2023)

يحدث تلوث المياه بأشكال عديدة، ومن مصادر متنوعة قد تُساهم الزراعة في تلوث المياه من خلال حظائر الماشية والمراعي والأراضي الزراعية. كما يُمكن أن تُشكّل عمليات التعدين وحفر آبار النفط ومدافن النفايات مصادر رئيسية لتلوث المياه. ومن مصادر تلوث المياه الأخرى المرتبطة بالبشر: شبكات الصرف الصحي، وشبكات تصريف مياه الأمطار، والصناعة، والإنشاءات (Chen,2024; Veerendra *etal.*,2026)

يؤدي تلوث المياه إلى تغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية التي تُستخدم كمؤشرات لتقييم جودة المياه حيث يؤدي دخول المواد العالقة والرواسب إلى زيادة العكورة وانخفاض نفاذية الضوء، مما يقلل من عملية البناء الضوئي للكائنات المنتجة داخل النظام المائي. كما قد تتغير درجة حرارة المياه نتيجة تصريف المياه الصناعية، ويحدث تغير في اللون والطعم والرائحة نتيجة وجود المواد العضوية أو المركبات الكيميائية المختلفة. (Chen *etal.*,2022 ;Laishram *etal.*,2025)

تحلل المواد العضوية بواسطة الأحياء الدقيقة يؤدي إلى استهلاك الأوكسجين الذائب، وبالتالي ارتفاع المتطلب الحيوي للأوكسجين كما تؤدي المخلفات الزراعية إلى زيادة تراكيز النترات والفوسفات، مسببة ظاهرة الإثراء الغذائي إضافة إلى ارتفاع التوصيلية الكهربائية والملوحة والمواد الصلبة الذائبة الكلية وقد تتغير قيم الأس الهيدروجيني والعسرة الكلية تبعًا لطبيعة الملوثات الداخلة إلى المياه (Tran *etal.*,2025)

Organic Pollution

2-2 التلوث العضوي

يُعرّف التلوث العضوي للمياه بأنه زيادة تركيز المواد العضوية القابلة للتحلل الحيوي أو غير القابلة للتحلل في المسطحات المائية نتيجة تصريف المخلفات المنزلية والصناعية والزراعية ومياه الصرف الصحي. وتعمل هذه المواد كمصدر غذائي للكائنات الحية الدقيقة، مما يؤدي إلى زيادة نشاطها الحيوي واستهلاك كميات كبيرة

من الأكسجين الذائب أثناء عمليات التحلل، وهو ما ينعكس سلباً على جودة المياه وصلاحياتها للاستخدامات المختلفة. (Adam *etal.*,2025)

ينتج التلوث العضوي من العديد من المصادر الطبيعية والبشرية حيث تمثل الأنشطة البشرية المصدر الرئيسي لزيادة الملوثات العضوية في المياه. وتشمل أهم هذه المصادر هي تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المعالجة جزئياً، ومخلفات الصناعات الغذائية والألبان والمجازر، والجريان السطحي الزراعي المحمل ببقايا النباتات والأسمدة والمخلفات الحيوانية، إضافة إلى مخلفات تربية الأسماك ، فضلاً عن تحلل الكائنات الحية والنباتات المائية بعد موتها. وتؤدي هذه المصادر إلى زيادة تركيز المواد العضوية والمواد المغذية (Miyah *etal.*,2024)

يؤثر التلوث العضوي بصورة مباشرة وغير مباشرة على التنوع الحيوي للمجتمعات المائية، إذ يؤدي زيادة الملوثات العضوية إلى زيادة استهلاك الأكسجين الذائب نتيجة النشاط الميكروبي، مما يسبب ظروفًا غير ملائمة للكثير من الكائنات الحساسة خاصة الهائمات النباتية. كما يؤدي تراكم المغذيات المصاحب للتلوث العضوي إلى ظاهرة الإثراء الغذائي (Eutrophication) ، التي تتسبب في ازدهار مفرط للطحالب ، وانخفاض نفاذية الضوء، وتغير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه (Du *etal.*,2022)

2-3 الخصائص الفيزيائية والكيميائية Physical and chemical properties

يمكن أن تؤثر الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء كدرجة الحرارة والتوصيلة الكهربائية والعمارة والحامضية وغيرها من الصفات الفيزيائية والكيميائية على جودة المياه ولها تأثير على التمثيل الغذائي للحيوانات المائية وقدرتها على المنافسة (Bjelić and *etal.*,2021).

تُعتمد هذه الصفات أيضاً كمعيار لتقييم جودة المياه، وبالتالي تحديد مدى ملاءمتها للاستخدامات المختلفة. يؤدي التخلص من مياه الصرف الصحي غير المعالجة أو المعالجة بشكل غير كافٍ إلى تلوث المسطح المائي مما يضر بصحة الإنسان والبيئة بسبب آثاره الضارة على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمجرى المياه المستقبل لهذه المياه الملوثة (Akpor and Muchie., 2011)

تناولت العديد من الدراسات العالمية والمحلية الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه. من الدراسات العالمية التي تناولت هذا المجال هي دراسة (Magadum *etal.*(2017)تقييم لمياه نهر Gujarat Vishwamitri في الهند وفقاً للخصائص الفيزيائية والكيميائية حيث أظهرت النتائج ان التوصيلية الكهربائية لها ارتباط وثيق وإيجابي مع المواد الصلبة الذائبة الكلية والمواد الصلبة العالقة الكلية و المتطلب الحيوي للأوكسجين والفسفات الكلية عند مستوى دلالة 0.01

بينما درس (Martinez-Tavera et al, 2017) التأثيرات الهائلة للمناطق الزراعية والصناعية والحضرية المجاورة لنهر Atoyac في المكسيك على الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه النهر حيث أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط ايجابية بين الأس الهيدروجيني والأوكسجين المذاب بينما وجدت علاقة ارتباط سالبة بين الأوكسجين المذاب والعكورة وظهرت أيضاً علاقة الارتباط العالية كانت بين العكورة والمتطلب الحيوي للأوكسجين والمواد الصلبة العالقة الكلية في جميع فصول السنة

كما قام (Amic and Tadic, 2018) بدراسة نوعية مياه نهري Karasica and Vucica في كرواتيا اعتماداً على الخصائص الكيميائية والفيزيائية للمياه وقد أظهرت النتائج ان مياه النهرين كانت قاعدية قليلاً بينما كانت نوعية المياه بين معتدلة إلى جيدة

كما قام (Abbaspour et al, 2019) بدراسة على مياه نهر Kor في ايران من خلال الخصائص الكيميائية والفيزيائية حيث بينت النتائج ان التوصيلية الكهربائية والمواد الصلبة الذائبة الكلية كانت متباينة بين مواقع الدراسة.

بينما استعمل (Khan et al, 2020) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر Kabul في باكستان حيث أظهرت النتائج ان درجة الأس الهيدروجيني منخفضة جداً.

اما دراسة (Liang et al, 2020) أجرت هذه دراسة تقييمًا فيزيائيًا وكيميائيًا لجودة المياه وتحليلًا للمعادن الثقيلة في روافد وأنهار رئيسية مختارة لنهر جوهور المتدفق عبر ولاية جوهور في ماليزيا. وكشفت النتائج أن درجة الحرارة، وتركيز المواد الصلبة العالقة، ودرجة الحموضة (pH) لعينات المياه تُلبي معايير الفئة الثانية المحددة في نموذج جودة المياه الوطني (NWQSM).

هدفت دراسة (Adubor et al, 2025) إلى دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه السطحية، ومستويات المعادن الثقيلة في الرواسب، ومجتمع اللاقاريات القاعية الكبيرة في نهر إكبوبا، مدينة بنين، ولاية إيدو، نيجيريا، باستخدام أساليب قياسية مناسبة. أظهرت البيانات المُحصلة أن الرقم الهيدروجيني (pH) في المياه السطحية تراوح بين 4.30 و8.90، بمتوسط 5.23.

اما الدراسات المحلية التي تناولت بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه

هي دراسة (Hassan et al, 2010) حيث قام بدراسة الخصائص الكيميائية والفيزيائية في مياه نهر الفرات في مدينة الحلة وتأثيرها عليه وبينت نتائج هذه الدراسة الى ان مياه النهر ذات قاعدية طفيفة والمتطلب الحيوي

للاوكسجين مرتفع وكذلك النتريت والنترات والفوسفات مرتفعة بسبب وجود مصادر التلوث المتعددة كمياه الصرف الصحي والمبيدات والنفايات

وقد أجرى (Al-Heetty *etal* (2011) دراسة تحليلية للخصائص الكيميائية والفيزيائية لتقييم مياه نهر الفرات بين مدينتي الرمادي وهيت حيث أظهرت النتائج وجود قيم عالية من المواد الصلبة العالقة الكلية والعكورة والفوسفات والمواد الصلبة الذائبة الكلية عند مواقع الدراسة اذ يعود السبب في ذلك الى تأثيرها بمياه الصرف الصحي عند مدينة الرمادي كما بينت ان وجود تقلبات موسمية في تركيزات الأوكسجين المذاب في فصلي الصيف والربيع.

درس مطلوب (2011) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية ومستويات بعض العناصر الثقيلة لمياه نهر الحسينية في محافظة كربلاء المقدسة ووجد بأن مياه النهر كانت عسرة جداً وعدت المياه مويحة وقاعدية بحيث تراوحت نتائج التوصيلية بين (910-1544) مايكروسمنز / سم.

بينما درس (Al-Fanharawi (2017) بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية في مياه نهر الصليبيات في محافظة المثنى ان اظهرت النتائج وجود فروق معنوية بالخصائص الكيميائية والفيزيائية جميعها بين أشهر السنة بمستوى معنوية ($p < 0.05$) بينما لم توجد فروق ذات دلالة احصائية بين مواقع الدراسة باستثناء عسرة الكالسيوم.

كما أجرى (Ayyal (2017) دراسة بينية لنهر الفرات في مدينة الناصرية معتمداً على بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية حيث بينت النتائج الى ان مياهه ضعيفة القاعدية والعسرة والتهوية والتوصيلية الكهربائية جيدة كما ان مياه النهر توجد فيها نترات فعالة وارتفاع في قيمة السليكا في الموقع الثالث بينما الفوسفات الفعالة ذات تراكيز واطئة.

وقد أجرى (Abbas and Hassan (2018) تقييماً لنوعية مياه نهر الفرات في الديوانية اذ بينت نتائج دراستهم تبين في مستويات قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية بين فترتي الدراسة كما اظهرت وجود ارتباط سلبي بين درجات الحرارة للماء والأوكسجين المذاب عند مستوى معنوية ($p < 0.01$) حيث اشارت قيمة الأوكسجين المذاب الى ان النهر عند منطقة الدراسة جيد التهوية بينما اشارت التراكيز المرتفعة في قيم النتريت بسبب وجود الملوثات العضوية نتيجة الى طرح مياه الصرف الصحي مباشرة الى مجرى النهر وبدون معالجة.

بينما الموسوي (2022) اجرى دراسة على نهر الفرات في مدينة السماوة للخصائص الفيزيائية والكيميائية وتم قياس كل من درجة حرارة الهواء والماء والعسرة والقاعدية والعكورة والكالسيوم والمغنيسيوم والاس

الهيدروجيني والملوحة واطهر النتائج ان مياه نهر الفرات المار في مدينة السماوة ذات تلوث عالي بسبب الانشطة الزراعية ومياه الصرف الصحي العائدة للنهر بدون معالجة وعسرة للغاية.

اجرى الطائي(2025) دراسة لمقطع من نهر الفرات بين الشناقية والسماوة حيث كشفت الدراسة أن مياه نهر الفرات تعاني من ارتفاع الملوحة ضمن مقطع النهر بين الشناقية والسماوة، كما وجد زيادة في تركيز الأيونات الذائبة المسببة للملوحة في مياه نهر الفرات دون معالجة مع الزيادة في انحدار النهر، هذا، وتعتبر مياه نهر الفرات مشكلة حادة ومتزايدة البعض صفات المياه حسب تصنيف منظمة الغذاء والزراعة الدولية وقد عزا زيادة ملوحة مياه النهر في منطقة البحث إلى تأثير الملوثات والفضلات الزراعية والمنزلية.

2-4 الهائمات النباتية: phytoplankton

وهي عبارة عن مجموعة ذات اشكال واحجام مختلفة من النباتات المائية المغمورة توجد الهائمات النباتية في البحار والمحيطات ، وتنمو في الأنهار والبحيرات والبعض الآخر ينمو في الأماكن الرطبة على الصخور وقلف الأشجار ، ويطلق على الجسم النباتي بغض النظر عن حجمه باسم الثالوس وهو بسيط حيث يفتقر الى الجذر والساق والأوراق والازهار . كما عرف الباحثون الهائمات النباتية على أنها كائنات نباتية دقيقة ميكروسكوبية، تنمو وتتكاثر في مختلف البيئات المائية كالبهار والمحيطات والأنهار والبحيرات وفي فترات زمنية طويلة تمكنوا من التعرف على خصائصها وطرق نموها ، وقسمها العلماء إلى فصائل واجناس وأنواع ومن سماتها انها لا تتحكم في انتقالها من موقع الى اخر في البيئة المائية وانما مرتبطة بحركة الرياح وتبعاتها من التيارات المياه ، وأن امتلكت بعضها القدرة على الحركة الرأسية المحدودة التي تمكنها من الأعلى إلى الأسفل أو في الاتجاه العكسي (المكدي ،2016).

تلعب الهائمات النباتية دورًا هامًا في النظام البيئي العالمي ووظائفه، كمجتمعات مهمة لإنتاج الأكسجين في البيئات المائية. بناءً على الموائل، يمكن تقسيم الطحالب إلى مجموعتين: الهائمات النباتية والطحالب القاعية. الهائمات النباتية كائنات ذاتية التغذية تعيش بالقرب من سطح الماء حيث يتوفر ضوء كافٍ لدعم عملية التمثيل الضوئي. من بين أهم مجموعات الهائمات النباتية: الدياتومات، والبكتيريا الزرقاء، والطحالب الخضراء، و *Euglenophyta* ، والسوطيات الدوارة. من ناحية أخرى، الطحالب القاعية هي تلك التي تلتصق بجميع أنواع الركائز، بما في ذلك الصخور، والطين، والجسيمات العضوية وغير العضوية، والنباتات الكبيرة، وغيرها من الكائنات الحية.(John et al., 2011).

تناولت العديد من الدراسات العالمية والمحلية الهائمات النباتية من الدراسات العالمية التي تناولت الهائمات حيث إشارة دراسة (Koekemoer et al. (2021 الى نوعية مياه نهر Mooi في جنوب افريقيا وبينت النتائج تحديد (7) صنف من الهائمات نباتية في النهر حيث كانت الدايتومات والطحالب الخضر هي الأكثر كثافة وتنوع بينما الطحالب الخضر المزرقه هي المسؤولة عن تسبب أكثر المشاكل وخصوصا في منطقة واسفورد لأنها أكثر سيطرة وذات كثافة عالية بينما أقل كثافة وتنوع لها في مصب النهر اذ كانت اقصى تنوع وكثافة لها في فصل الصيف في الروافد الوسطى

هدفت دراسة (Alprol et al, 2021) إلى دراسة وفرة الهائمات النباتية في ثمانية شواطئ مختارة على طول ساحل الإسكندرية، جنوب شرق البحر الأبيض المتوسط تميزت الهائمات النباتية بتنوعها العالي (228 تصنيفًا)، وكانت المجموعة الأكثر تنوعًا هي diatoms (136 تصنيفًا)، تليها مجموعة منخفضة بشكل ملحوظ من الطحالب Dinophyta (36 تصنيفًا). بلغت الدايتومات أقصى وفرتها في ديسمبر. وفي الوقت نفسه، شهدت بعض الشواطئ ازدهارًا كثيفًا للطحالب الدقيقة (*Chlorella marina*) في يونيو.

قام Liu (2021) بدراسة تنوع الهائمات النباتية في خزان Hongmen أظهرت النتائج وجود 75 نوعًا تنتمي إلى سبع مجموعات من الهائمات النباتية، بما في ذلك *Chlorophyta* (44 نوعًا)، *Bacillariophyta* (12 نوعًا)، *Cyanophyta* (9 أنواع)، وغيرها (10 أنواع). ينتمي تركيب مجتمع الهائمات النباتية إلى بنية الكلوروفيتا - العصويات - البكتيريا الزرقاء؛ وكانت أنواع *Microcystis*، و *Anabaena azotica* Ley، و *Aphanizomenon*، و *Melosira granulata* هي /المساهمات الرئيسية في اختلافات التوزيع الزمني لمجتمعاتها. تراوحت كثافة الهائمات النباتية بين 106×4.42 و 106×8.99 جسيم/لتر، بمتوسط 6.45×106 جسيم/لتر، وبلغت الكتلة الحيوية $106 \times 4.42 \sim 106 \times 8.99$ جسيم/لتر، بمتوسط 6.45×106 جسيم/لتر.

أجريت دراسة لتنوع الهائمات النباتية في بحيرة كابيليشوار (أشتي)، الواقعة في مقاطعة واردها بولاية ماهاراشترا، بالقرب من منطقة أشتي تالوكا، لتقييم تنوع وتركيب الهائمات النباتية في البحيرة. وتم تحديد ٢٩ نوعًا تنتمي إلى أربع مجموعات رئيسية: *Chlorophyceae*، *Bacillariophyceae*، *Myxophyceae*، و *Euglenophyceae*. تُشكل هذه المجموعات من الهائمات النباتية مصادر غذائية أساسية للحشرات والأسماك المائية، مما يُشير إلى إنتاجية البحيرة وتوازنها البيئي. تُبرز هذه النتائج أهمية تنوع الهائمات النباتية في استدامة شبكات الغذاء المائية (Dorlikar et al., 2025)،

بينما (Sulastri et al, 2025) قام بدراسة وفرة الهائمات النباتية في نهر باتانغاري.. أظهرت النتائج أن وفرة الهائمات النباتية تتراوح بين 85 و 3264 فرداً/لتر، مما يشير إلى إنتاجية متوسطة إلى منخفضة. شمل مجتمع الهائمات النباتية سبعة أقسام هي: *Bacillariophyta* ، *Chrysophyta* ، *Chlorophyta* ، *Cyanophyta* ، *Pyrrophyta* ، *Euglenophyta* ، *Cryptophyta* . تُشكّل *Euglenophyta* , *Chlorophyta* , *Pyrrophyta* مجموعاتٍ سائدة، حيث تُساهم بنسبة 63.3% و 63.58% و 82.98% في محطة باتانغ تيبو وبحيرة تيلوك وبحيرة تومان على التوالي. وسُجِّل عددٌ إجماليّ مرتفعٌ من الأنواع (58 إلى 60 نوعاً) في بحيرتي سيغومباك وتيلوك

ومن الدراسات المحلية التي أشارت الى هذا الموضوع هي دراسة الخالدي (2019) حيث شخص خلال دراسته على نهر الديوانية حوالي (223) نوعاً من الهائمات النباتية تنتمي الى (65) جنس وكانت السيادة لصنف الهائمات النباتية الدايتومية بحوالي (120) نوع وتلتها الطحالب الخضر بحوالي (54) نوعاً والخضر المزرقّة بحوالي (42) نوع و (6) نوع للطحالب اليوجلينية ونوع واحد للطحالب البرواتية .

اما في دراسة (Salih and Hassan, 2020) تم اختيار خمسة مواقع على طول النهر دجلة داخل مدينة بغداد لدراسة الدايتومات من الناحيتين النوعية والكمية. وتم تحديد 186 نوعاً من الدايتومات تنتمي إلى 59 جنساً. تنتمي هذه الأجناس إلى الفصيلة العصوية (*Bacillariophyceae*) بنسبة انتشار نسبي (79-85.8%)، تليها الفصيلة *Fragilariophyceae* (8.61-12.7%)، ثم الفصيلة (*Coscinodiscophyceae*) (3.5-8.9%). ولوحظت اختلافات زمنية ومكانية. تم تسجيل وجود عدد كبير من خلايا *Achnanthisidium* و *minutissima* و *Cocconies placentula* و *Gomphonema parvulum* و *Aulacoseira* و *granulata* و *Nitzschia frustulum* و *Navicula radiosa* و *Ulnaria ulna* خلال فترة الدراسة. تنتمي الأنواع الأكثر وفرة إلى *Bacillariophyceae*، مما يعكس تأثير التلوث على جودة مياه النهر.

توصلت الخفاجي (2020) في دراستها على مجتمع الهائمات النباتية وعلاقتها بالخصائص البيئية في نهر الفرات بمدينة السماوة الى تشخيص حوالي (50) نوع من الهائمات النباتية وقد جاءت الدايتومات بالمرتبة الأولى وهي ظاهرة معروفة بالمياه العراقية ثم الطحالب الخضراء بحوالي (10) انواع والطحالب الخضر المزرقّة بحوالي (7) انواع والذهبية بنوعين فقط ووفقاً الى استعمال بعض الادلة الحيوية تبين ان مياه نهر الفرات في السماوة تتراوح من متوسطة الى مرتفعة التلوث.

درس (Ibrahium *etal* 2020) تأثير نفايات مياه الصرف الصحي غير المعالجة على وفرة وتنوع الهائمات النباتية في مياه نهر الفرات في مدينة سوق الشيوخ في الناصرية حيث تم تشخيص (96) نوع من الهائمات النباتية تنتمي الى (45) جنس بينما الهائمات النباتية التي تضررت بسبب مياه الصرف الصحي الغير المعالجة فقد بلغت انواعها (70) نوع ينتمي الى (37) جنس وكانت الطحالب الدايتومية هي السائدة على بقية الطحالب بسبب تحملها للظروف البيئية القاسية.

بينما درس (Al-Tamimi and Al-Jumaily, 2021) المؤشرات الحيوية لمياه نهر الفرات بين مدينتي الصقلاوية وعامرية الفلوجة في الانبار وشخص حوالي (82) نوع من الهائمات النباتية و التي تمتلك اعلى وفرة وأشاروا *Cocconeis pediaculus*, *C.placentula* انواع اخرى من الطحالب الى ان مياه النهر ذات تلوث متوسط اثناء فترة الدراسة حيث تراوحت مياه نهر الفرات من تلوث طفيف الى متوسط ودرس (2021) Ali et al., التنوع الحيوي للهائمات النباتية في مياه نهر الفرات في العراق و شخص خلالها سبعة انواع من الهائمات النباتية تعود الى ثلاثة صفوف هي *Chlorophyta*, *Xanhophyta* *Euglenophyta* وبينت الدراسة أن مياه النهر قليلة التلوث مما ساعدت على التنوع الحيوي لان الهائمات النباتية حساسة للتغيرات البيئية .

بينما اجرى (Al-Ghabban and Al-Asady, 2022) دراسة نوعية وكمية للهائمات النباتية في نهر الشافعية في مدينة الديوانية وقد شخص خلالها حوالي (147) نوع من الهائمات النباتية منها (81) نوع ينتمي للدايتومات و (32) للطحالب الخضر و (26) نوع للطحالب الخضر المزرق و ستة انواع للطحالب اليوجلينية ونوع واحد لكل من الطحالب الذهبية والدوارة.

اجرى (Jaffer and *etal*, 2023) دراسة لوفرة الهائمات النباتية في هور الحمار جنوب العراق في هذه الدراسة، تم تحديد 223 نوعاً من الهائمات النباتية، وهي كما يلي: 88 نوعاً من (*Bacillariophyta*) بنسبة 44%، و 70 نوعاً من (*Chlorophyta*) بنسبة 29%، و 39 نوعاً من (*Cyanphyta*) بنسبة 16%، و 12 نوعاً من (*Euglenozoa*) بنسبة 4%، وأربعة أنواع من (*Miozoa*) بنسبة 3%، أما شعبة الطحالب (*Charophyta*) و الطحالب الخضراء (*Ochrophyta*) فقد بلغ عددها ثمانية أنواع ونوعين فقط، على التوالي، بنسبة 2% لكل منهما. تشمل الهائمات النباتية الشائعة المسجلة في المواقع المدروسة: (*Nitzschia*), (*Scenedesmus quadricauda*), (*Oscillatoria princeps*), (*Peridinium bipes*).

بينما أجرى Jassim and etal.(2024) دراسة بيئية للهائمات النباتية لنهر دجلة في تكريت تم تشخيص 51 نوعاً من الدياتومات تنتمي إلى 18 جنساً. الأجناس السائدة خلال فترة الدراسة هي: *Cyclotella*, *Melosira*, *Achnathes*, *Cocconeis*, *Synedra*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Gyrosigma*, *Surirella*, *Cymatopleura*, *Amphora*, *Gomphonema*, *Cymbella*, *Aulacoseira*, *Cosinodiscus*.

2-5: التنوع الحيوي للهائمات النباتية

يُقصد بالتنوع الحيوي للهائمات النباتية تنوع الأنواع والأجناس والعوائل المكونة لمجتمع الهائمات النباتية في النظام المائي، إضافةً إلى توزيعها النسبي ووفرته وتفاعلها مع العوامل البيئية المختلفة. ويُعد هذا التنوع من أهم المؤشرات الحيوية المستخدمة في تقييم الحالة البيئية للمسطحات المائية (Norian et al., 2022; Munde et al., 2026)

إذ تعكس التغيرات في تركيب مجتمع الهائمات النباتية مدى استقرار النظام البيئي وجودة المياه. وتتميز النظم المائية ذات الجودة العالية بارتفاع تنوع الهائمات النباتية وتوازن توزيع أنواعها، في حين يؤدي تدهور نوعية المياه والتلوث إلى انخفاض التنوع الحيوي وسيادة عدد محدود من الأنواع القادرة على تحمل الظروف البيئية الغير ملائمة (Sharma et al., 2026; Malik et al., 2024)

تتأثر درجة التنوع الحيوي للهائمات النباتية بمجموعة من العوامل الفيزيائية والكيميائية، مثل درجة حرارة المياه، وشدة الإضاءة، ونفاذية الضوء، وسرعة الجريان، والأس الهيدروجيني (pH)، وتركيز الأكسجين الذائب، وتركيز المغذيات ولا سيما النترات والفوسفات، إضافة إلى الملوحة والتوصيلية الكهربائية والعكورة. وتؤثر هذه العوامل في معدلات النمو والتكاثر والانتشار، مما يؤدي إلى تغير تركيب المجتمع النباتي عبر الزمان والمكان (Shah et al., 2025; Kadhimi., 2014)

تُعد أدلة التنوع الحيوي من أهم الأدوات الإحصائية المستخدمة لتقييم تركيب مجتمع الهائمات النباتية وقياس مدى تنوعه واستقراره في النظم البيئية المائية، إذ تعكس هذه الأدلة تأثير العوامل البيئية ومستويات التلوث في جودة المياه. ومن الأدلة المستخدمة لقياس التنوع هي دليل شانون-وينر (Shannon–Wiener Index)، الذي يقيس التنوع الحيوي من خلال دمج عدد الأنواع وتوزيع أفرادها، ودليل سيمبسون (Simpson Index)، الذي يوضح درجة سيادة أو هيمنة نوع أو مجموعة قليلة من الأنواع داخل المجتمع الأحيائي، ودليل الغنى (Richness Index)، الذي يقيس الغنى النوعي اعتماداً على عدد الأنواع بالنسبة إلى العدد الكلي للأفراد، ودليل Evenness Index الذي يحدد مدى انتظام توزيع الأفراد بين الأنواع المختلفة. ويُسهّم استخدام هذه الأدلة بصورة متكاملة في تقديم تقييم شامل لحالة المجتمع النباتي، والكشف عن التغيرات البيئية الناتجة

عن التلوث العضوي والإثراء الغذائي، إذ تشير القيم المرتفعة لمؤشرات التنوع والغنى والانتظام إلى استقرار النظام البيئي وارتفاع جودة المياه، في حين تدل القيم المنخفضة وارتفاع الهيمنة على تدهور البيئة المائية وتأثرها بالضغوط البيئية المختلفة. (Priya and Kumar.,2025; Vijaya Krishna.,2024; Ratnam) (etal.,2022; Al-Tamimi etal

2-6: استخدام الهائمات النباتية كمؤشر حيوي للتنوع والتلوث العضوي لتقييم نوعية المياه

يلعب التنوع البيولوجي للهائمات النباتية دورًا رئيسيًا في النظم البيئية المائية باعتباره المنتج الرئيسي ومكونًا من مكونات شبكات الغذاء، مساهمًا في إنتاج الأوكسجين واحتجاز الكربون ودورة المغذيات (Tucong et al.,2024). تتميز هذه الكائنات باستجابة عالية للتغيرات البيئية، مما يجعلها مؤشرات حيوية مثالية لجودة المياه (Tang et al., 2024).

إن حساسية الهائمات النباتية للملوثات التي تطرح إلى المسطحات المائية، وخاصة في مصبات الأنهار، تسمح بإجراء تغييرات في بنية مجتمعها والذي يمكن من خلال هذه التغيرات تقييم نوعية المياه وتحديد درجة التلوث و التأثيرات البشرية. (Febriansyah et al. ,2023).

ومن الدراسات العالمية التي تناولت استخدام الهائمات النباتية كأدلة حيوية لتقييم نوعية المياه هي دراسة Soetignya et al. (2021) استخدم تنوع الهائمات النباتية لتقدير التلوث لمصب نهر كاكاب غرب كاليمانتان وقد رُصد 34 نوعًا من الهائمات تنتمي إلى 18 فئة من جميع مواقع أخذ العينات. وتراوح قيم مؤشر تنوع الهائمات (H') بين 2.33 و 3.11. وتتراوح قيمة مؤشر تساوي الهائمات بين 0.79 و 0.89، مما يشير إلى مستويات عالية من تساوي الهائمات في جميع المحطات، ويدعمه انخفاض قيمة مؤشر السيادة في جميع المحطات، حيث تراوحت بين 0.06 و 0.16. وقد سجلت المحطة 1 درجة عالية في مؤشر تنوع شانون-وينر، بينما سجلت المحطات 2 و 3 و 4 درجات متوسطة. بشكل عام، يؤكد مؤشر تنوع الهائمات من جميع مواقع أخذ العينات أن جودة المياه في مصب نهر كاكاب تراوحت بين انعدام التلوث ومستوى التلوث الخفيف.

قام Hussain. (2024) بدراسة الهائمات النباتية كمؤشرات حيوية لجودة المياه في خزان كازوري، ولاية جيجاوا، نيجيريا.. وُجد ثلاثون (30) نوعًا من الهائمات النباتية، تُمثل أربعة (4) أنواع رئيسية: *Euglenophyta*, *Chlorophyta*, *Bacillariophyta*, *Cyanophyta* وعلى الرغم من عدم ملاحظة أي حالة من التخثث في الخزان، إلا أن مؤشر تلوث بالمر كشف عن وجود نوعي (*Anabaena*) (*Microcystis*) من بين أنواع أخرى، وهو ما يُشير إلى علامات تحذيرية من التخثث في النظام المائي

للمياه العذبة. ولذلك، قد تتدهور مؤشرات التلوث أكثر. كما أن مياه خزان كازوري مُهددة أيضًا بالتلوث العضوي المرتفع، استنادًا إلى قيمة مؤشر التلوث المسجلة البالغة 29. ويُقدر وجود نوعي (2.64%) *Anabaena* و (*Microcystis* 2.20%) و من بين أنواع أخرى لم تكن علاماتٍ مُطمئنةٍ على جودة المياه، وترتبط بمشاكل الروائح الكريهة المرتبطة بانبعاث الغازات من الأنشطة الأيضية. تُشير الدراسة إلى ضرورة التحكم في التنظيف والغسيل.

اجرى Hutabarat et al.(2024) دراسة لوفرة الهائمات النباتية في مياه جزيرتي باغوك وبانجانغ حيث تراوحت بين 31.11 و 55.56 خلية/لتر، وتتألف من 28 جنسًا من الهائمات النباتية، مقسمة إلى 5 فئات، وهي: *Bacillariophyceae* (16 جنسًا)، *Cyanophyceae* (4 أجناس)، *Dynophyceae* (4 أجناس)، *Oligotrichea* (جنسان)، *Zygnematophyceae* (جنسان). يتكون المؤشر البيئي في مياه جزيرتي باغوك وبانجانغ من مؤشر التنوع (H') الذي يقع ضمن الفئة المتوسطة، ومؤشر التجانس (E) الذي يقع ضمن الفئة العالية، ومؤشر الهيمنة (D) الذي يقع ضمن الفئة المنخفضة. بناءً على الوفرة، يُصنف مستوى الحالة الغذائية للمياه على أنه قليل التغذية (منخفض). وتُصنف مياه جزيرتي باغوك وبانجانغ ضمن فئة المياه متوسطة التلوث.

كما قامو Shofiana et al.(2025) ، بدراسة تكوين الهائمات النباتية في مياه شاطئ كيتسينان حيث تألفت من 3 فئات، و 21 عائلة، و 30 جنسًا، و 56 نوعًا، بإجمالي وفرة تبلغ 126,667 إند/لتر. يقع مؤشر تنوع أنواع الهائمات النباتية في مياه شاطئ كيتسينان ضمن الفئة المتوسطة ($H' = 2.503$)، مما يدل على أن مياه شاطئ كيتسينان غير ملوثة.

اجرى Lestari et al.(2025) دراسة لتنوع الهائمات النباتية في المياه الساحلية لمانداليكا. وقد كشفت الطريقة المجهرية (التقليدية) بفعالية عن الوفرة الفعلية للعوالق النباتية، مع هيمنة فصيلة العصويات (*Bacillariophyceae*) باستمرار في جميع المواقع. تعكس هذه الهيمنة ظروفًا تتراوح بين متوسطة التغذية وقليلة التغذية، مما يشير إلى مستويات إنتاجية معتدلة. قد يُمثل وجود فصيلة *Cyanophyceae* وزيادة فصيلة *Dinophyceae* في مواقع معينة مؤشرات مبكرة على الضغط البشري، مثل مدخلات المغذيات من السياحة أو تربية الأحياء المائية.

اجرى Husen et al.(2025) دراسة لتنوع الهائمات النباتية ووفرتها خلال موسمي ما قبل الرياح الموسمية وما بعد الرياح الموسمية في ثمانى بحيرات رئيسية بوادي بوكارا في نيبال. سُجِّل 56 جنسًا من الهائمات النباتية تنتمي إلى ثمانى فئات، حيث تهيمن (*Bacillariophyceae*) و (*Chlorophyceae*). تراوح

مؤشر تنوع شانون-فينر (H') بين 1.48 و 3.17، مما يشير إلى مستويات تلوث معتدلة في هذه البحيرات. كان مؤشر تساوي بيلو (J) منخفضًا بشكل عام، مما يشير إلى وجود إجهاد بيئي. تُبرز النتائج أهمية الهائمات النباتية كمُنتج رئيسي ومؤشرات حيوية فعّالة لتقييم جودة مياه هذه البحيرات. كما تُشير النتائج إلى أن وفرة الهائمات النباتية في جميع البحيرات تُناسب تربية الأسماك.

قِيمَت دراسة Kotingo.(2025) تنوع الهائمات النباتية في أنظمة بيئية مائية مختارة متأثرة بالنفط الخام في ولاية بايلسا، نيجيريا.. وحُلِّل التنوع باستخدام مؤشرات قياسية مثل سيمبسون، وشانون-وينر، ومارجاليف. وأظهرت النتائج ارتفاعًا ملحوظًا في تنوع الهائمات النباتية ووفرتها خلال موسم الجفاف، وخاصةً في أياماسا، مقارنةً بموسم الأمطار. كانت الطحالب الخضراء (*Chlorophyta*) والطحالب العصوية (*Bacillariophyta*) أكثر الشُعَب انتشارًا، حيث أظهرت الطحالب العصوية قدرة عالية على تحمل التلوث. ويشير وجود أنواع من مؤشرات التلوث، مثل (*Euglena sanguinea*) و (*Anabaena spiroides*)، في المناطق المتأثرة إلى استمرار الضغط البيئي. وبشكل عام، أثر تلوث النفط الخام على بنية مجتمعات الهائمات النباتية، حيث تُبرز التغيرات الموسمية الطبيعة الديناميكية لهذه النظم البيئية المائية. وتُبرز النتائج أهمية الهائمات النباتية كمؤشرات حيوية لرصد جودة المياه والصحة البيئية في المناطق المتأثرة بالنفط.

ومن الدراسات المحلية في العراق التي تناولت هذا الجانب هي دراسة

Ali and Al- Mahdawi.(2015) حيث تم في هذه الدراسة تحديد ستة محطات مختارة بواقع ثلاث محطات في مجرى النهر وثلاثة أخرى ضمن خزان حديثة. اتسمت المحطات داخل الخزان ارتفاعا في التنوع أدى إلى ارتفاع قيم معامل شانون- ويفر للتنوع مقارنة بالمحطات الأخرى. صنفت مياه المحطات وفق معامل التنوع المذكور وكذلك معامل بالمر للتلوث Pollution sIndex'Palmer ، وكانت مياه المحطة 1 التي تقع في مجرى النهر قبل دخوله الخزان ذات مستويات متدنية للتلوث، أما المحطات 2 و 3 و 4 التي تقع داخل الخزان فكانت مياهها من المحتمل أن تكون ملوثة وكذلك المحطة 5، كان مؤكدا الصرف الصحي، كماً المحطة 5، بينما المحطة 6 فإن تلوثها العضوي كان مؤكدا لموقعها القريب من مياه الصرف الصحي. ومن خلال نتائج هذه الدراسة يمكن الاستنتاج بأن معامل بالمر للتلوث هو الأدق في تقييم مستويات التلوث مقارنة بمعامل التنوع.

اما في دراسة Hassan and Shaawiat.(2015) طُبِّق خمسة عشر مؤشراً على النظام البيئي المسطحي في العراق لتقييم جودة المياه. اختير نهر الشامية . وشملت هذه المؤشرات (التلوث، والتغذية، والتنوع): مؤشر (S)، وتحمل التلوث (PTI)، ومؤشر بالمر للتلوث، ونسبة الأنواع الحساسة (%SS)، ومؤشر سيمبسون،

ومؤشر الحالة الغذائية، ومؤشر الدياتومات الغذائية (TDI)، ومؤشر الدياتومات (Id)، ومؤشر الدياتومات العامة (GDI)، ومؤشر حساسية التلوث (IPS)، وجودة المياه البيولوجية (BWQI)، ومؤشر الثراء (D)، ومؤشر شانون-ويفر ('H)، ومؤشر التساوي (E)، ومؤشر مأكنتوش للتنوع (Mc). بالإضافة إلى الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنهر. أظهرت النتائج أن جودة مياه النهر تراوحت بين مياه أقل تلوثاً ومياه متوسطة التلوث. وقد دلّ وجود بعض الأنواع الدايتمية على الحالة الغذائية للنهر، وقد توافقت هذه النتيجة مع استخدام المؤشرات الدايتمية في هذه الدراسة.

اما دراسة (Mahmoud Falih and Kadhim, 2019). على نهر الديوانية حيث سُجِّلَت أعلى كثافة للعوالق النباتية خلال شهر أبريل، حيث بلغت 310×2918.4 خلية/لتر، بينما سُجِّلَت أدنى كثافة في الموقع (3) خلال شهريناير، حيث بلغت 310×278.3 خلية/لتر. أظهر مؤشر شانون-وينر للتنوع أعلى قيمة في الموقع (1) عند 3.66 خلال شهر أبريل، وأدنى قيمة في الموقع (3) في شهر فبراير، حيث بلغت 1.19.

هدفت دراسة (Albueajee and Douabul, 2020) إلى دراسة الوضع الغذائي للأهوار من خلال تنوع الهائمات النباتية. درست مجتمعات الهائمات النباتية وأربعة مؤشرات للتنوع البيولوجي في هور عودة جنوب العراق وتم تحديد 146 نوعاً تنتمي إلى 8 فصائل، وهي: *Bacillariophyceae* (85 تصنيفاً)، *Euglenophyceae* (26 تصنيفاً)، *Cyanophyceae* (16 تصنيفاً)، *Chlorophyceae* (11 تصنيفاً)، *Mediophyceae* (3 تصنيفات)، *Coscinodiscophyceae* (تصنيفان)، *Conjugatophyceae* (تصنيف واحد)، *Trebouxioophyceae* (تصنيف واحد)، *Dinophyceae* (تصنيف واحد). ووفقاً لمؤشرات التنوع البيولوجي، يتميز مستنقع عودة بتنوع عالٍ. أظهرت النتائج أن مستنقع عودة متوسط التغذية وفقاً لتركيبية أنواع الهائمات النباتية.

بينما دراسة (Shihab and Kannah, 2023) شملت الدراسة استخدام الهائمات النباتية كمؤشر لتقييم جودة مياه نهر دجلة في قضاء وانا وتجاوزت الكثافة الكلية للعوالق النباتية عتبة نصف مليون خلية/لتر. عند تطبيق مؤشر بالمر للتلوث (مؤشر الأنواع المقاومة للتلوث)، وهو أحد المؤشرات البيولوجية للتلوث، أظهر أن المياه ربما كانت ملوثة بدرجة متوسطة خلال فترة الدراسة. في جميع المواقع قيد الدراسة، بلغت قيمة المؤشر في الموقعين الأول والرابع (14)، بينما سجل الموقع الثاني أقل قيمة له، حيث بلغت (13)، بينما بلغت قيمة المؤشر في الموقعين الثالث والخامس (15). خلال الدراسة، تم اكتشاف (43) نوعاً من الطحالب، غلبت فيها طحالب العنصوية (*Bacillus algae*).

أُجريت دراسة (Jasim and Ali, 2024) باستخدام الهائمات النباتية لتقييم جودة نهر الزاب السفلي في محافظة كركوك. وتم تحديد 74 نوعاً من طحالب العسويات (*Bacillariophyceae*) تنتمي إلى 18 جنساً. وطُبقت خمسة مؤشرات لتقدير الوضع البيئي في نهر الزاب السفلي. واستُخدمت أنواع الدياتوم كمؤشرات حيوية بيئية. واعتمدت هذه الدراسة على عدة مؤشرات، منها مؤشر بالمر للتلوث (PPI)، ومؤشر حساسية التلوث (IPS)، ومؤشر الدياتوم الغذائي (TDI)، ومؤشر الدايومات (DI)، ومؤشر شانون وويفر (H). أشارت النتائج إلى أن الوضع البيئي للمياه يُشير إلى احتمال وجود تلوث عضوي مرتفع، يتراوح بين حالة قليلة التغذية متوسطة التغذية وحالة غنية بالمغذيات، وأن جودة مياه نهر الزاب السفلي متوسطة.

أما دراسة (Sharqi et al, 2024). تناولت تنوع الهائمات على نهر الفرات في الرمادي حيث كشفت عن تنوع كبير في أنواع ومجموعات الهائمات النباتية. فقد وُجد 45 جنساً من الطحالب الخضراء في جميع المحطات، بينما لم يُعثر إلا على 4 أجناس من اليوجلينوفيسيا والدينوفيسيسيا. وأكدت الدراسة أن جودة مياه نهر الفرات متوسطة، وتتميز بتلوث عالٍ بالمواد العضوية، وفقاً لمؤشر تلوث المياه. وخلصت الدراسة إلى أن مجموعات الهائمات النباتية مؤشر حساس ومفيد لصحة المجاري المائية.

أما دراسة (Al-Tamimi and Al-Obeidi, 2025) في مدينة الرمادي لمياه نهر الفرات خلال الدراسة، تم تحديد 137 نوعاً تنتمي إلى خمسة طوائف رئيسية. كانت الطحالب الخضراء (*Chlorophyceae*) سائدة بنسبة 55%، تليها الطحالب الزرقاء (*Cyanophyceae*) بنسبة 34%، ثم الطحالب اليوجلينية (*Euglenophyceae*) بنسبة 4%، ثم الطحالب الخضراء (*Pyrrophyceae*) بنسبة 4%، ثم الطحالب الذهبية (*Chrysophyceae*) بنسبة 1%، حيث سُجلت أعلى كثافة. أما خلايا الهائمات النباتية (غير الدياتومات) في الموقع 1 (البغدادي) فقد بلغت 2,438.8 خلية/لتر، بينما سُجلت أقل كثافة في الموقع 4 (سد الرمادي) حيث بلغت 1,761.2 خلية/لتر. أظهرت نتائج مؤشرات التنوع البيولوجي أن مياه نهر الفرات تتميز بتنوع بيولوجي يتراوح بين منخفض ومتوسط، وتلوث ضئيل إلى متوسط، وثراء متوسط في الأنواع، مع تجانس كبير في توزيعها بين المواقع.

الفصل الثالث

المواد وطرق العمل

Materials and Methods

Materials and Methods

3- المواد وطرق العمل

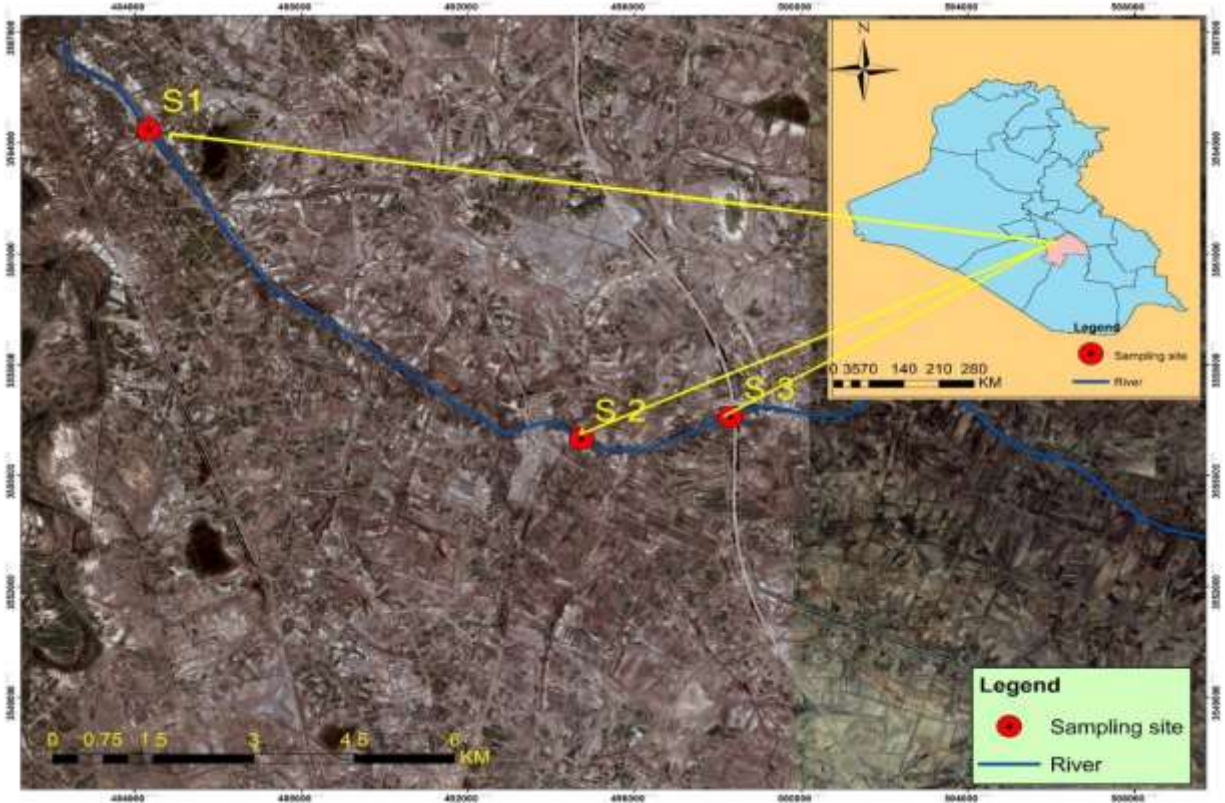
Study Area Description

1-3 وصف منطقة الدراسة

نهر الدغارة وهو احد فرعي شط الحلة المتفرع من شط الفرات حيث يمثل نهر الدغارة الفرع الأيسر من فرعي نهر الحلة عند نهايته. ويستمر في مجراه ابتداءً في منطقة صدر الدغارة (شمال غربي محافظة الديوانية) ويتجه إلى الجنوب الشرقي إذ يمر في مدينة الدغارة وناحية سومر وقضاء عفاك وينتهي عند ناحية آل بدير (إبراهيم, 2006)، يمتد نهر الدغارة بين خطي عرض $31^{\circ}90'$ – $32^{\circ}15'$ شمالاً وبين خطي طول $44^{\circ}49'$ – $45^{\circ}25'$ شرقاً ويبلغ طول نهر الدغارة 64 كم جميعها داخل الحدود الإدارية لمحافظة الديوانية وتبلغ الطاقة التصريفية للنهر 45 م³/ثا، يتراوح عرض النهر بين 15-25 م ومعدل عمق الماء فيه 1.5-2.5 م حسب التغيرات الفصلية وكمية المياه الواردة إلى النهر (مديرية بيئة الديوانية, 2025)

جدول (1) : يوضح خطوط الطول والعرض لمواقع اخذ العينات لمياه نهر الدغارة

المواقع	خطوط الطول	خطوط العرض
S1	44°.833784	32°.215790'
S2	44°.944069'	32°.140269'
S3	44°.982001'	32°.145666'



صورة (1) تمثل نهر الدغارة ومواقع جمع العينات (GIS)

Study Sites

1-1-3 مواقع الدراسة

1-1-1-3 الموقع الأول (S1):

يقع الى شمال من قضاء الدغارة بعد تفرع النهر من شط الحلة عند مدخل النهر الى قضاء الدغارة يمتاز هذا الموقع عن بقية المواقع بكونه مبطن وتنتشر على جانبيه قرى وخاصة في الجانب الأيمن للنهر ومحاط النهر في هذا الموقع ب الأراضي الزراعية الخصبة(صورة 2).



صورة (2):الموقع الأول لاختذ العينات من مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

2-1-1-3 الموقع الثاني(S2):

يقع الموقع الثاني في قضاء الدغارة بعد مرور النهر ب مجموعة من القرى والمناطق السكنية ويبعد (15) كم عن الموقع الأول حيث يكون عرض النهر في هذا الموقع اقل من بقية المواقع ويتميز بكثرة النشاطات البشرية في هذا الموقع (صورة 3)



صورة(3): الموقع الثاني لأخذ العينات من مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

3-1-1-3 الموقع الثالث(S3)

يقع الموقع الثالث بعد قضاء الدغارة وقبل دخول النهر الى مدينة سومر ويتميز هذا الموقع بوفرة نباتات القصب على جانبي النهر وتنتشر على جانبي النهر العديد من القرى والبيوت السكنية تكون قريبة على النهر في هذا الموقع مقارنة ببقية المواقع ويبعد حوالي (10) كم عن الموقع الثاني



صورة(4): الموقع الثالث لأخذ العينات من نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

جدول (2): المواد الكيميائية المستخدمة في الدراسة

ت	اسم المادة	الصيغة الكيميائية
1	Phenolphthalein	C ₂₀ H ₁₄ O ₄
2	Methyl orange	(CH ₃) ₂ C ₁₄ H ₁₄ N ₃ NaO ₃ ·5
3	sulphanil amide	
4	Starch	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n
5	Iodine Crystal	I
6	Sodium thiosulphate	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O
7	Sulphuric acid	H ₂ SO ₄
8	Glacial acetic acid	CH ₃ COOH
9	Nitric acid	HNO ₃
10	Hydrochloric acid	HCl
11	Canada balsam	-
12	Barium Chloride	BaCl ₂
13	Distilled water	H ₂ O
14	Lugal's solution	-
15	Sodium hydroxide	NaOH
16	Potassium Iodide	KI
17	Ethylene Diamine Tetra acetic Acid	-

جدول (3) الأجهزة والأدوات المستخدمة في الدراسة

ت	اسم الجهاز	الشركة المصنعة	بلد المنشأ
1	Mercuric thermometer المحرار الزئبقي	Hanna	Europe
2	Milipore filter paper اوراق الترشيح	Germany-GF/F	Germany
3	Centrifuge جهاز الطرد المركزي	Universal	China
4	EC meter جهاز قياس التوصيلة الكهربائية	WTW	Germany
5	PH meter جهاز قياس الاس الهيدروجيني	Lovi bond	Germany
7	TUR meter جهاز قياس العكورة	Lamotte	USA
8	Spectrophotometer جهاز المطياف الضوئي	Shimadzu	Japan
9	Compound Light microscope مجهر مركب	Olympus	Germany
10	Incubator حاضنة	Daihan	Germany
11	Slides سلايدات	Witeg	China
12	Phytoplankton net شبكة جمع الهائمات النباتية	Iraq	Iraq
13	Haemocytometer شريحة	Witeg	China
14	Hot plate صفحة تسخين	Retsch	Germany
15	Cover slide غطاء سلايد	Witeg	China
16	Micropipette ماصة	Dragon	Korea

2-3 جمع العينات Collection of samples

تم جمع عينات شهريا ولمدة ستة اشهر ابتداء من شهر أيلول (2025) ولغاية شهر شباط (2026) حيث جمعت عينات المياه من الطبقة السطحية العليا وبعمق (20-30) سم من وسط مجرى النهر بواسطة علب بلاستيكية من البولي اثيلين سعة 5 لتر بعد ان تم غسلها بواسطة الهيدروكلوريك للتخلص من المواد العضوية والشوائب وبعد ذلك غسلت بالماء المقطر وبماء العينة عدة مرات لأجل اخذ العينات بعد ذلك ملئت بمياه النهر من مواقع الدراسة ثم تم نقلها للمختبر الأجراء التحاليل الكيميائية والفيزيائية وجمعت عينات الاوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للاوكسجين بواسطة قناني زجاجية معتمدة وأخرى شفافة سعة 250 مل (قناني ونلكر)

اما بالنسبة للهائمات النباتية فقد جمعت العينات الخاصة بالدراسة الكمية باستخدام علب من البولي اثيلين سعة 1.5 لتر بينما استخدمت شبكة جمع الهائمات النباتية قطر فتحاتها (20) مايكرومتر لا اجراء الدراسة النوعية حيث تم سحب الشبكة لمدة 15 دقيقة عكس اتجاه مجرى النهر

3-3 الخصائص الفيزيائية والكيميائية Physical and Chemical Factors

1-3-3: درجة حرارة الماء والهواء Air and Water Temperature

تم قياس درجة حرارة الهواء والماء حقليا باستعمال المحرار الزئبقي المدرج من (0 – 100) °م في جميع محطات الدراسة وعبر عن النتائج بوحدة (م)

2-3-3: عمق المياه Water Depth

تم قياس عمق المياه بواسطة عصا طويلة مثبت عليها شريط قياس وعبر عن النتائج بوحدة (سم)

3-3-3: سرعة جريان المياه Water Flow

تم قياس سرعة جريان الماء بواسطة كرة منضدة اذ أخذت مسافة معينة 15 متر باستخدام شريط قياس اذ قذفت الكرة الى الماء وتم حساب الزمن اللازم لقطع هذه المسافة وتم حساب سرعة الجريان وكانت وحدة القياس (م/ثا) وتم حسابها من خلال القانون

سرعة جريان الماء = المسافة المقطوعة (م)/الزمن (ثا)

Light Penetration

3-3-4: نفاذية الضوء

تم قياس النفاذية باستخدام قرص ساكي (Secchi disc) ذات قطر 25 سم ملون بلونين ابيض واسود ومثبت على حديدة مدرجة اذ يتم اخذ القراءة الأولى عند اختفاء القرص والثانية عند ظهور القرص وتم قياس النفاذية (Welch, 1952) وعبر عن الناتج بل سم وفق المعادلة

$$L.P = D1 + D2/2$$

D1: تمثل العمق الأول عند اختفاء القرص

D2: تمثل العمق الثاني عند ظهور القرص

pH

3-3-5: الاس الهيدروجيني

تم قياس الاس الهيدروجيني باستخدام جهاز pH meter بعد معايرته بالمحاليل المنظمة القياسية (Buffer solutions) ذات pH (9,7,4) قبل البدء بالعمل .

3-3-6: التوصيلية الكهربائية والملوحة Electrical Conductivity and Salinity

تم قياس التوصيلية الكهربائية بواسطة جهاز قياس التوصيلية الكهربائية (EC meter) بعد معايرته بالمحاليل القياسية وعبر عن النتائج بوحدات مايكروسيمنز / سم.

اما الملوحة تم حسابها بالاعتماد على قيم التوصيلية الكهربائية معبرا عنها جزء بالالف

$$Salinity = E.C * 0.64 / 1000 \text{ (Mackereth et.al., 1978) } . \text{ وحسب المعادلة:}$$

3-3-7 المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة العالقة Total Dissolved Solids and Total

Suspended Solids

تم تقدير المواد الذائبة الكلية T.D.S. بالطريقة الوزنية اعتماداً على الطريقة الموضحة من قبل (APHA, 2003) , اذ تم ترشيح (100) مل من العينة باستعمال ورقة ترشيح قطر فتحاتها (0.45) مايكروميتر وجمع الراشح في جفنة ذات وزن معلوم , اذ يبخر الراشح في فرن درجة حرارته (103-105)°م لمدة ساعة وبعد ذلك وزنت مرة اخرى وعبر عن الناتج بوحد ملغم/لتر. اذ تحسب قيمة المواد الذائبة الكلية من المعادلة الاتية:

$$T.D.S = (A - B) \times 1000 / \text{volume of sample (ml)}$$

حيث ان: A = وزن الجفنة مع المواد الذائبة بالملغرام.

B = وزن الجفنة وهي فارغة بالملغرام.

تم تقدير المواد الصلبة العالقة الكلية اعتماداً على الطريقة الموضحة من قبل (APHA, 2003), بترشيح (100) مل من العينة باستعمال ورقة ترشيح (0.45) مايكروميتر معلومة الوزن , بعد ذلك تجفف الورقة في فرن درجة حرارته (103-105)°م لمدة ساعة ثم توزن مرة أخرى، وعبر عن الناتج بوحدة ملغم/لتر. اذ تحسب قيمة المواد العالقة الصلبة الكلية من المعادلة الآتية

$$T.S.S (mg/L) = (A - B) \times 1000 / \text{volume of sample (mL)}$$

حيث أن:

A = وزن ورقة الترشيح مع المواد العالقة بالملغرام.

B = وزن ورقة الترشيح وهي فارغة بالملغرام

Turbidity

8-3-3: العكورة

استعمل جهاز قياس العكارة Turbidity Meter بعد معايرته بالمحاليل القياسية لقياس العكورة وعبر عن النتائج بوحدة (Nephelometric Turbidity unit (NTU

9-3-3: الاوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين Dissolved Oxygen and Biological Oxygen Demand

اتبعت طريقة تحويل الازايد Azid Modification إذ تم تثبيت الاوكسجين حقلياً باستخدام محلول MnSO₄. H₂O ومحلول Alkali-Iodide Azide وحامض الكبريتيك المركز ثم ينقل الى المختبر وسحق مع Sodium thiosulphate باستخدام النشأ كدليل . (APHA , 2003) وعبر عن الناتج بوحدة (ملغم / لتر) اما المتطلب الحيوي تم قياسه وفق ما جاء في APHA,2003 حضنت العينة لمدة 5 ايام بدرجة حرارة 20 °C (قناني ونكلر) ثم قيس الاوكسجين المذاب بعد الحضان وعبر عن الناتج بوحدة (ملغم /لتر) كما في المعادلة

$$BOD_5 \text{ mg/l} = DO \text{ ml g/L} - DO_5 \text{ mg/L}$$

حيث ان

BOD_5 = المتطلب الحيوي للاوكسجين

DO = كمية الاوكسجين في بداية القياس

Hardness

10-3-3: العسرة

تم تقدير العسرة الكلية اعتماداً على طريقة Lind, 1979 وذلك بتسحيح العينة المخففة (إذ تم تخفيف 25 مل من العينة الى 50 مل بالماء المقطر) مع محلول Ethylene Diamine Tetraacetic acid disodium

(0.01N) (Na_2EDTA) وبأستعمال كاشف Erichrome Blak T. وعبر عن الناتج بوحدة ملغم CaCO_3 /لتر

11-3-3: الكالسيوم والمغنسيوم (ملغم/لتر) Magnesium and Calcium

تم تقدير تركيز الكالسيوم اعتماداً على طريقة (Lind, 1979) وذلك بالتسحيح مع محلول (Na_2EDTA) (0.01N) بعد اضافة (2) مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم (1 N) , بأستعمال Meruxid كاشفاً يتغير اللون من الوردي الى البنفسجي. وعبر عن الناتج بوحدة ملغم CaCO_3 /لتر

استخرجت قيم المغنسيوم بالطريقة الحسابية والمعادلات الموضحة من (Lind, 1979) :-

$$\text{Mg (mg/l)} = 12.16 \times (\text{mg Eq hardness per liter} - \text{m Eq Ca}^{+2} \text{ per liter}) .$$

$$\text{Mg Eq hardness per liter} = \text{mg hardness per liter} \times 0.01998$$

$$\text{Mg Eq Ca}^{+2} \text{ per liter} = \text{mg Ca}^{+2} \text{ per liter} \times 0.0499$$

وعبر عن النتائج بملغم CaCO_3 /لتر

12-3-3: الكلوريدات Chloride

تم قياس قيم الكلوريد من خلال تسحيح 100 مل من العينة مع محلول نترات الفضة القياسي (0.041 مولاري) وبأستخدام محلول كرومات البوتاسيوم دليلاً كاشفاً (APHA, 1985) عبر عن النتائج بـ ملغم/لتر

13-3-3: الكبريتات Sulphate

اعتمدت الطريقة الموضحة من قبل منظمة الصحة الأمريكية (APHA, 1985) لقياس الكبريتات بأستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي UV Spectrophotometer وعلى طول موجي 420 نانوميتر وحسبت النتائج بوحدة قياس ملغم/لتر

14-3-3: النتريت Nitrite (NO2)

تم قياس النتريت باضافة 2 مل من المحلول الملون (color reagent) الى 50 مل من العينة المرشحة خلال ورق ترشيح 0.45 مايكرومتر ثم قرئت الامتصاصية على طول موجي 543 نانومتر بواسطة جهاز المطياف الضوئي موديل وعبر عن النتائج بوحدات مايكروغرام/لتر (APHA, 2003).

Nitrate (NO₃)

15-3-3: النترات

أتبعت طريقة إختزال النترات إلى نترت بإستعمال عمود الكادميوم (APHA, 2003)، إذ عومل 50 مل من عينة المياه المرشحة مع محلول كلوريد الأمونيوم ثم مُررت العينة في عمود الكادميوم وُجِع 35 مل من عينة الماء المارة خلال العمود وأضيف إليه بعد ذلك 0.5 مل سلفانيل أمايد ثم رُجت العينة وتُركت من 2-3 دقائق ثم أُضيف إليها 0.5 مل من محلول نفثيل الأثيلين ثنائي الأمين ثنائي الكلوريد المائي ثم تُركت العينة من 10-15 دقيقة بعدها تم قياس الكثافة الضوئية بواسطة جهاز المطياف اللوني على طول موجي 543 نانوميترًا، وعبر عن النتائج بـ مايكروغرام / لتر.

Phosphate

16-3-3: الفوسفات

تم قياس قيم الفوسفات باتباع طريقة (Murphy and Riely, 1962) الموضحة من قبل (Parson *et al.*, 1984) عن طريق ترشيح 50 مل من ماء العينة خلال ورقة ترشيح دقيقة (0.45 مايكرون وبعد اكمال عملية الترشيح اضيف الى العينة (5 مل) من المحلول المختلط (Mixed reagent) المؤلف من حامض الكبريتيك (5 نورمالي) ، محلول ترترات البوتاسيوم الانتيموني، Ascorbic acid ومحلول Ammonium molybdate وبعد فترة انتظار 10 دقائق يتم القراءة بواسطة جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وعلى طول موجي 880 نانومترو عبر عن الناتج بـ المايكروغرام/لتر.

Phytoplankton

4-3: الهائمات النباتية

Qualitative study

1-4-3: الدراسة النوعية

جمعت العينات الخاصة بالدراسة النوعية باستخدام شبكة جمع الهائمات النباتية قطر ثقبها حوالي 20µm ، اذ وضعت الشبكة في وسط النهر لمدة 15 دقيقة مع سحبها عكس تيار ماء النهر ، ثم نقلت العينة التي جمعت بواسطة الشبكة الى قناني بلاستيكية وأضيف إليها بضع قطرات من محلول لوكال Lugol's Solution (يحضر بإذابة 10 غرام يود و 20 غرام يوديد البوتاسيوم في 200 مل من الماء المقطر ثم إضافة 20 مل من حامض الخليك الثلجي Glacial acetic acid)، ويترك هذا المحلول قبل الاستعمال مدة ثلاثة أيام (Vollen-weider , 1974).

اذ تم تشخيص الهائمات النباتية غير الدايتومية بتحضير شرائح مؤقتة وفحصها على قوة 40 X باستخدام المجهر الضوئي. أما الدايتومات فقد شخّصت بتحضير شرائح دائمية, إذ وضعت قطرة من العينة وسط الشريحة الزجاجية موضوعة على صفيحة تسخين بدرجة حرارة 75-80°م الى ان تجف القطرة تماماً ثم يوضع عليها قطرة من حامض النتريك المركز تترك الى ان تجف بعدها يوضع على غطاء الشريحة قطرة من مادة كندا بلسم ويقلب على القطرة الجافة ويضغط عليه لغرض السماح لمادة كندا بلسم بأن تتوزع على القطرة بشكل جيد , وتترك الشريحة مدة يوم كامل قبل الفحص.

وقد شخّصت أجناس وأنواع الهائمات النباتية اعتماداً على المفاتيح التشخيصية (DesiKachary, 1959 ; Hadi et al., 1984 ; Germain 1981 ; Foged, 1977, ; Nwankwo, 2004 Prescott, 1982,).

3-4-2: الدراسة الكمية Quantitative Study

جُمعت العينات الخاصة بالدراسة الكمية بواسطة قناني بلاستيكية وغُلقت بإحكام, اذ تم إتباع الطريقة الموضحة من قبل (Hadi ، 1981) عند دراسة كمية الهائمات النباتية في المياه وشملت الخطوات التالية:-

3-4-2-1: الترسيب والحفظ

تم تركيز عينة الهائمات النباتية بواسطة طريقة الترسيب (Willen and Willen, 1978). اذ وُضع 1 لتر من العينة في اسطوانة مدرجة سعة 1000 مل ثم اضيف إليها 10 مل من محلول لوكال وترج العينة جيداً وتترك لمدة عشرة أيام بدون تحريك (Vollen-Weider, 1969)، ثم سُحب الجزء الأعلى من العينة بواسطة طريقة السيفون الى ان يبقى 80 مل من العينة المترسبة وبدون تحريك الراسب , بعدها تنتقل العينة المتبقية مع الراسب الى اسطوانة مدرجة سعة 100 مل مع غسل الاسطوانة السابقة بـ 20 مل من الماء المقطر ويضاف ماء الغسل الى الاسطوانة الثانية الـ 100 مل وتترك الاسطوانة بدون تحريك أيضاً ولمدة عشرة أيام , بعدها يتم سحب الماء بالطريقة السابقة الى حد 8 مل ثم ينقل الحجم المتبقي الى اسطوانة مدرجة سعة 10 مل مع غسل الاسطوانة السابقة بـ 2 مل من الماء المقطر ويضاف ماء الغسل إليها. وتترك الاسطوانة لمدة يومين ثم تنتقل العينة الى أنبوبة بلاستيكية صغيرة حجم 10 مل وتوضع في الظلام بدرجة حرارة 4°م وفي حالة اختفاء لون محلول لوكال بعد فترة الحفظ يضاف الى العينة قطرة او قطرتين من محلول لوكال, اذ تصبح جاهزة لتحضير شرائح العد.

3-4-2-2: تحضير شرائح حساب عدد خلايا الهائمات النباتية الدايتومية

تم تحضير شرائح دائمية لحساب عدد خلايا الدايتومات اعتماداً على الطريقة الموضحة من قبل (Hadi, 1981) , وذلك بوضع شريحة زجاجية نظيفة على صفيحة تسخين Hot plate بدرجة حرارة (70-80 °م) ,

ثم توضع قطرة بحجم 50 مايكرو لتر وسط الشريحة الزجاجية بواسطة ماصة دقيقة Micropipette بعد رج العينة المركزة بصورة جيدة. وتترك الى ان تجف القطرة تماما ثم يوضع عليها قطرة من حامض النتريك المركز وتترك الى ان تجف , بعدها يوضع على غطاء الشريحة قطرة من مادة كندا بلسم ويقلب على القطرة الجافة ويضغط عليه لغرض السماح لمادة كندا بلسم بأن تتوزع على القطرة بشكل جيد , وتترك الشريحة مدة يوم كامل قبل الفحص.

وتم حساب عدد الدايتومات بطريقة القطاع المستعرض تحت العدسة الزيتية $\times 100$ وعبر عن النتائج بوحدة خلية $\times 10^3$ / لتر اعتمادا على المعادلات التالية :-

عدد الخلايا الدايتومية في 1 مل من ماء العينة الأصلية = عدد الخلايا الدايتومية المحسوبة في قطاع مستعرض واحد $\times$ معامل التحويل

معامل التحويل = معامل تركيز العينة $\times$ عدد القطاعات المستعرضة في (1مل) من العينة المركزة

معامل تركيز العينة = 0.01 للعينة المركزة من (1000مل) الى (10مل)

عدد القطاعات المستعرضة في 1 مل من العينة المركزة = $\frac{\text{مساحة القطرة (ملم}^2\text{)}}{20 \times}$

مساحة القطاع المستعرض الواحد (ملم²)

مساحة القطاع المستعرض الواحد = طول القطاع المستعرض (ملم) $\times$ قطر الحقل المجهرى (ملم).

3-2-4-3: تحضير شرائح حساب عدد خلايا الهائمات النباتية غير الدايتومية

تم تحضير شرائح حساب اعداد خلايا الهائمات النباتية غير الدايتومية اعتمادا على الطريقة الموضحة من قبل (Martinez et al., 1975), وذلك بوضع قطرة من العينة المركزة بعد رجها بصورة جيدة على سطح كل ردهة من ردهتي شريحة العد Hamocytometer ثم يوضع غطاء الشريحة على دعائم شريحة العد وتترك لعدة دقائق اذ تصبح جاهزة للعد.

وتم حساب عدد الخلايا الطحلبية غير الدايتومية بطريقة القطاع المستعرض تحت العدسة $\times 40$ وعبر عن النتائج بوحدة خلية $\times 10^3$ / لتر اعتمادا على المعادلات التالية :-

عدد الهائمات النباتية غير الدايتومية في 1 مل من العينة المركزة = عدد الخلايا المحسوبة في حقل مجهرى واحد $\times$ معامل التحويل.

معامل التحويل = عدد الحقول المجهرية في (1 مل) من العينة المركزة $\times$ معامل تركيز العينة

معامل تركيز العينة = 0.01 للعينة المركزة من 1000مل الى 10مل

عدد الحقول المجهرية في 1 مل من العينة المركزة = $\frac{1000 \text{ ملم}^3}{\text{حجم العينة المركزة في الحقل المجهرى الواحد}}$
 حجم العينة المركزة في الحقل المجهرى الواحد = مساحة الحقل المجهرى الواحد (ملم²) $\times 0.1$ ملم.

5-3: أدلة التنوع الحيوي Biological Diversity Indices

1-5-3: دليل الغنى Richness Index

أستعمل هذا الدليل لتوضيح العلاقة بين عدد الأنواع وعدد الأفراد وانتشارها وفرتها.
 وتُحسب قيمة درجة الغنى D من المعادلة التي وضعها Margalef, 1969 الموضحة في (Stiling, 1999) بالصيغة الآتية:-

$$D = \frac{S-1}{\ln N}$$

إذ أن D = دليل الغنى

S = عدد الأنواع في العينة

N = العدد الكلي للأفراد في العينة

2-5-3: دليل التنوع لشانون وينر Shannon and Weaver Index (H)

وهو عبارة عن دالة لعدد أفراد جميع الأنواع في ذلك المجتمع وقد حُسبت قيمة التنوع بالصيغة التالية (Shannon and Weaver, 1949):-

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

S = عدد الأنواع الكلي P_i = نسبة النوع i في العينة المكونة من عدد أفراد قدره N. تشير القيم

الأكثر من 3 إلى تنوع عالي (Porto-Neto, 2003).

3-5-3: دليل تجانس ظهور الأنواع Species Uniformity Index(Evenness) (E)

حسبت قيم هذا الدليل شهريا للمجموعات الدايتومات المشمولة بالدراسة اعتمادا على الصيغة الموضحة في Neves et al.(2003)

$$E = \frac{H}{\ln S}$$

إذ إن:

S Ln تساوي أكبر قيمة نظرية للتنوع (H max.)

H = قيمة معيار شانون وينر

S = عدد الأنواع في المحطة

واعتبرت القيم الأكبر من 0.5 بأنها متكافئة أو متجانسة في ظهورها (Porto-Neto, 2003)

McIntosh Index (Mc)

4-5-3: دليل ماكنتوش

اعتمدت على المعادلة التي وضحها (McIntosh, 1967) وهي كالآتي

$$Mc = \frac{N - \sqrt{\sum (ni)^2}}{N - \sqrt{N}}$$

حيث ان :

N = العدد الكلي للأفراد في العينة.

Ni = عدد افراد النوع الواحد في العينة واعتبرت القيمة (0 - 1) كلما اقتربت إلى 1 أكثر تنوع.

Menhinick Index (Me)

5-5-3: دليل مينهنيك

اعتمدت على المعادلة الموضحة من قبل (Whittaker, 1977) وهي كالآتي:

$$Me = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

حيث ان:

S = عدد الأنواع.

N = العدد الكلي للأفراد في العينة.

واعتبرت القيمة (0 - α) وكلما ارتفعت القيم أكثر تنوع أكثر.

Simpson Index of Diversity

6-5-3: دليل سمبسون للتنوع

استخدمت معادلة Simpson, (1949) المذكورة في Krebs, (1989) وكما يأتي:

$$SI = \frac{1}{\sum (Pi)^2}$$

حيث ان :

SI = دليل سيمبسون للتنوع

Pi = نسبة افراد النوع في المجتمع ويمكن استخراجها كما يأتي :

$$Pi = \frac{\text{عدد افراد النوع المعين}}{\text{العدد الكلي لافراد الانواع المختلفة في الموقع المعين}}$$

تتراوح (D) من صفر إلى 1 وهي اعلى قيمة للتنوع .

Pollution Indices

6-3:دلائل التلوث

Saprobic index

1-6-3:دليل التلوث العضوي

استخدمت المعادلة التي وضحها (Pantle and Buck,1955) لتحديد قيمة مقياس التلوث العضوي للمواقع المدروسة وهي كالآتي

$$S = \frac{\sum(h.Si)}{\sum h}$$

حيث أن:-

S=درجة التلوث

h=مقدار تكرار الانواع ولها ثلاثة قيم

Si=مقياس التلوث لكل نوع و يستخرج من الجداول الموضحة من قبل (Lowe1974) بالنسبة للدائتومات حيث اعطي لكل نوع قيمة تعتمد على موقعة في (saprobity System) وهي كالآتي :-

1=Si (Oligosaprobic)

2=Si (Beta-mesosaprobic)

3= Si (Alpha-mesosaprobic)

4= Si (Polysaprobic)

جدول (4): قيم دليل التلوث العضوي

دليل التلوث العضوي Saprobic Index	Degree of Pollutionدرجة التلوث
1.5 - 1.0	Very Slight (Oligosaprobic)
2.5 - 1.5	Moderrate(Beta- mesosaprobic)
3.5 – 2.5	Heavy (Alpha-mesosaprobic)
4.0 – 3.5	Very heavy (Polysaprobic)

Pollution Tolerance Index (P.T.I)

2-6-3: دليل تحمل التلوث

اعتمدت الطريقة التي وضعها Lang-Bertalot (1979) والخاصة بالدايتومات وفق المعادلة التالية:

$$P. T. I = \frac{\sum n_i t_i}{N}$$

حيث ان :

n_i = عدد افراد النوع المعين.

t_i = مقدار تحمل النوع المعين , ويتراوح من (1-4)

(1) ذات تحمل عالي للتلوث .

(2) حساسة للتلوث (sensitive)

N = العدد الكلي للأنواع في النموذج.

اعتمدت في استخراج قيمة (t_i) على المصدر (Lowe(1974

تتراوح قيمت (P.T.I) من (1-4) ووفق مايتاتي : (1)مياة ذات تلوث عالي (Most polluted water) و(2) و(3) و(4) مياة ذات تلوث واطئ (Least Polluted water).

Palmer Pollution Index(PPI)

3-6-3: دليل بالمر للتلوث

اعتمدت الطريقة التي وضعها Palmer (1969) حيث سميت قائمة تتضمن 20 جنس من الطحالب وكان لكل نوع رقم يتراوح من 1 الى 5 حسب تحمل الجنس للتلوث العضوي وعندما نجمع النقاط للأجناس الموجودة في النموذج يمكن تحديد مقدار التلوث العضوي

جدول (5): قيم دليل بالمر للتلوث

درجة التلوث Degree of Pollution	دليل التلوث Pollution Index
تلوث عضوي غير عالي	اقل من 15
احتمال وجود تلوث عضوي عالي	15 - 19
تلوث عضوي عالي	20 فما فوق

3- 4-6: النسب المئوية للأنواع الحساسة للتلوث (SS%) Precente Sensitive spscies

استخدمت الطريقة الموضحة من قبل Metzmeier (1994), وذلك بجمع النسب المئوية للأنواع غير المقاومة (الحساسة) (Tolerance Value =4) لكل موقع واعتمدت الجدول الموضوع من قبل Lowe (1974), لتحديد قيم التحمل (Tolerance Value) لكل نوع.

3- 5-6: دليل حساسية التلوث Index of Pollution Sensitivity(IPS)

اعتمدت المعادلة الموضحة من (Prygiel and Coste, 1993) وكما يأتي:

$$IPS = (\sum A_j S_j V_j / A_j V_j \times 4.75) - 3.75$$

حيث ان :

A_j = وفرة أو نسبة الأنواع الموجودة في العينة.

S_j = حساسية الأنواع للمغذيات تتراوح (1-5)

V_j = قيمة دليل النوع (1-3).

جدول (6): قيمة دليل حساسية التلوث

Water Quality	قيم الدليل Index of Pollution Sensitivity(IPS)
High	17- 20
Good	13-17
Moderate	9 – 13
Poor	5 -9
Bad	اقل من 5

7-3 التحليل الاحصائي

تم تحليل نتائج الدراسة باستعمال البرنامج الإحصائي SPSS (2011) لتحليل النتائج بصورة عامة ولتشخيص الفروق المعنوية ومعامل الارتباط اذ استخدمت طريقة تحليل التباين الثنائي الاتجاه Two Way Analysis في هذه التجربة حيث كان العامل الأول هو المواقع والعامل الثاني هو الأشهر كما استخدم اختبار اقل فرق معنوي (LSD) لمعرفة الفروق المعنوية وغير المعنوية بين المواقع والأشهر للعوامل المدروسة .

الفصل الرابع
النتائج والمناقشة

Results and Discussion

Results and Discussion

4- النتائج والمناقشة

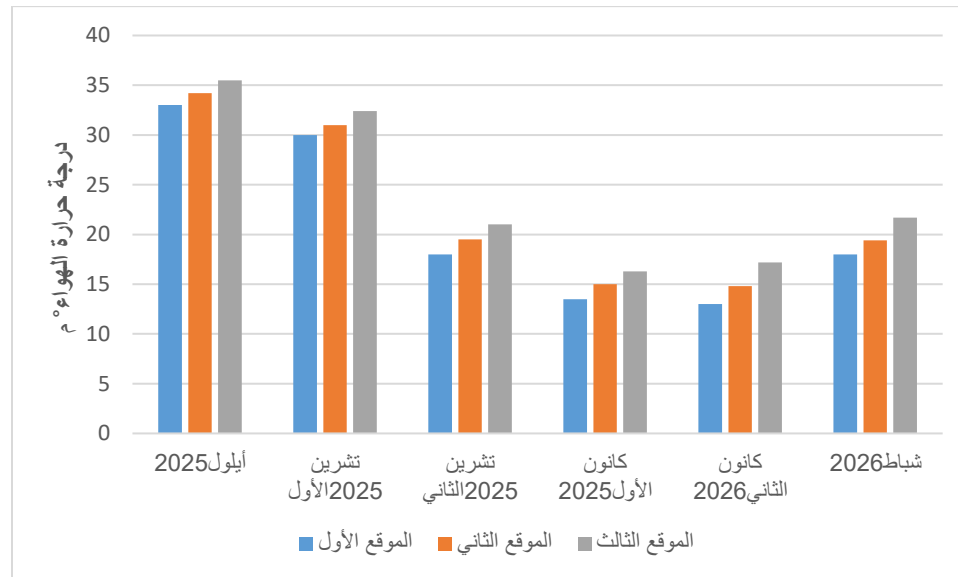
Physical & Chemical Parameters

1-4 الخصائص الفيزيائية والكيميائية

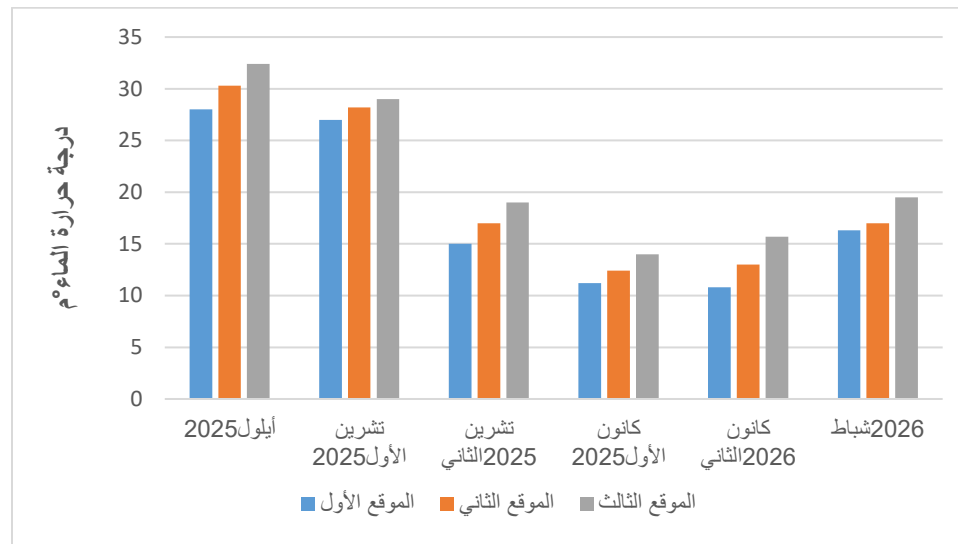
Water and Air Temperature

4-1-1 درجة حرارة الهواء والماء

بينت نتائج الدراسة على نهر الدغارة ان اقل قيمة لدرجة حرارة الهواء كانت (13) °م في الموقع الأول في شهر كانون الثاني بينما اعلى قيمة كانت (35.5) °م في الموقع الثالث في شهر ايلول (شكل 1) (ملحق 1,2,3) بينما سجل اعلى معدل (24) °م في الموقع الثالث واقل معدل (20.9) °م (جدول 7) في الموقع الأول اما درجة حرارة الماء فكانت اقل قيمة (10.8) °م في الموقع الأول في شهر كانون الأول بينما اعلى قيمة كانت (32.4) °م في الموقع الثالث في شهر أيلول وكان اعلى معدل (21.6) °م في الموقع الثالث واقل معدل (17.98) °م في الموقع الأول (جدول 7) (شكل 2)



شكل (1) التغيرات الشهرية في قيم درجات حرارة الهواء °م في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة



شكل (2) التغيرات الشهرية في قيم درجات حرارة الماء °م في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى وجود فروق معنوية في درجة الحرارة الهواء والماء بين مواقع الدراسة وبين الأشهر عند ($p < 0.05$) (ملحق 7) أظهرت نتائج الدراسة أن هناك تغيرات شهرية في درجة حرارة الهواء والماء، ويعود ذلك إلى اختلاف الظروف المناخية من حيث شدة إشراق الشمس وطول النهار (Ullah et al., 2023). ويلاحظ أيضا ان هنالك علاقة طردية بين درجة حرارة الماء ودرجة حرارة الهواء من حيث الارتفاع والانخفاض وعادة درجة حرارة الهواء تسبق الارتفاع والانخفاض بدرجة حرارة الماء وذلك لان الماء له سعة حرارية عالية يحتفظ بمدى درجات الحرارة (Santra.,2010).

جدول (7) : الخصائص الفيزيائية والكيميائية في جميع مواقع الدراسة على نهر الدغارة السطر الأول (المدى) السطر الثاني (المعدل $\pm$ الانحراف المعياري)

الخاصية	الموقع الأول	الموقع الثاني	الموقع الثالث
درجة حرارة الهواء (م)	33-13 8.52 $\pm$ 20.9	34.2- 14.8 8.28 $\pm$ 22.3	35.5-16.3 8.04 $\pm$ 24
درجة حرارة الماء(م)	28-10.8 7.63 $\pm$ 17.98	30.3-12.4 7.71 $\pm$ 19.65	32.4-14 7.40 $\pm$ 21.6
عمق المياه(سم)	131-85 20.20 $\pm$ 112.5	143-77 27.87 $\pm$ 112.3	204-110 39.81 $\pm$ 165.3
سرعة الجريان (م/ثا)	0.41-0.16 0.11 $\pm$ 0.30	0.57-0.21 0.14 $\pm$ 0.37	0.44-0.13 0.14 $\pm$ 0.27
نفاذية الضوء (سم)	80.5-47.5 11.50 $\pm$ 59	65.3-41.2 8.30 $\pm$ 55.3	75.3-34.7 13.47 $\pm$ 51.7

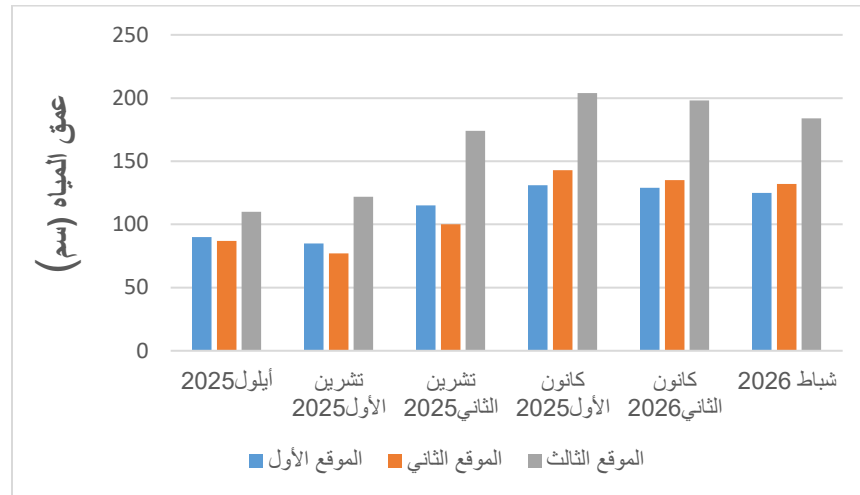
الفصل الرابع النتائج والمناقشة

الاس الهيدروجيني	8.47-7.4 0.42±7.87	8.5-7.85 0.22±8.2	8.4-8.05 0.12±8.24
التوصيلية الكهربائية (مايكرو سيمنز/سم)	1527-889 256.53±1250	1788-998 328.94±1423	1656-897 314.36±1329
الملوحة (جزء بالآلف)	0.98-0.57 0.17±0.80	1.14-0.64 0.21±0.91	1.06-0.57 0.20±0.85
المواد الصلبة الذائبة (ملغم/لتر)	988.5-579 133.54±778.6	1200.2-732 195.15±915	989.8-610 134.94±804.8
المواد الصلبة العالقة (ملغم/لتر)	50.6-20 11.61±38.2	70.6-25.4 16.16±51.4	48.9-22.3 10.16±40.2
العكورة (NTU)	40.4-15.7 9.93±24.7	47.6-18.4 10.91±30.7	30.8-17.9 4.80±21.8
الأكسجين المذاب (ملغم/لتر)	10.4-7.4 1.23±9.12	8.5-6.5 0.75±7.5	10.6-7.7 1.17±9.14
المتطلب الحيوي لأكسجين (ملغم/لتر)	3.5-1.5 0.73±2.7	5.3-2.9 0.87±4.1	3.7-1.58 0.81±2.5
العسرة (ملغم/لتر)	570-275 141.20±418	605-310 127.54±463	533-289 127.40±423
الكالسيوم (ملغم/لتر)	115.4-75 16.56±94.5	120.6-90.5 10.37±106	117.4-85.3 11.84±98.6
المغنسيوم (ملغم/لتر)	73.7-18.1 25.65±44.3	80-18.2 26.46±48.2	71-15.7 25.10±43
الكلوريدات (ملغم/لتر)	203.7-132.6 34.63±164.8	220.5-146.7 29.80±168.7	211.3-132 33.20±179.4
الكبريتات (ملغم/لتر)	350.6-210.6 ±289	408.74-304 ±349.7	357.84-287 ±310.9
النترت (ملغم/لتر)	0.753-0.032 0.27±0.23	0.89-0.045 0.38±0.36	0.987-0.034 0.36±0.29
النترات (ملغم/لتر)	8.3-1.541 2.59±5.7	5-1.66 1.20±3.53	8.2-2.767 2.08±4.86
الفوسفات (ملغم/لتر)	0.088-0.016 0.03±0.033	0.21-0.07 0.06±0.15	0.077-0.04 0.06±0.096

Water Depth

2-1-4 عمق المياه (سم)

أوضحت نتائج الدراسة الحالية لقيم عمق المياه ان اقل قيمة كانت (85) سم في الموقع الأول في شهر تشرين الأول واعلى قيمة كانت (204) سم في الموقع الثالث في شهر كانون الأول (شكل 1) (ملحق 3,2,1) بينما سجل اعلى معدل (165.3) سم في الموقع الثالث واقل معدل كان (112.3) سم في الموقع الثاني (جدول 7)



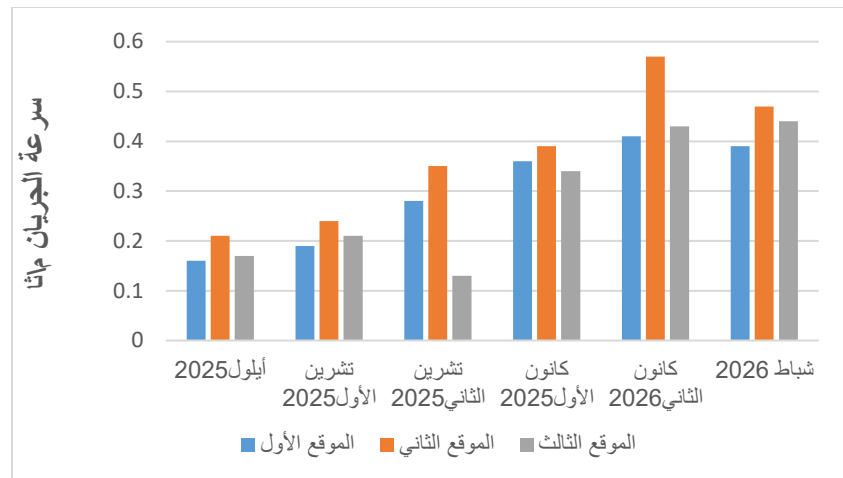
شكل (3) التغيرات الشهرية في قيم عمق المياه في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع واشهر الدراسة عند ($p < 0.05$) (ملحق 7) يعزى ارتفاع مناسب النهر في شهري كانون الأول وكانون الثاني الى زيادة كمية هطول الامطار في هذه الأشهر اما انخفاض مناسب المياه في بعض الأشهر الى قلة سقوط الامطار وزيادة عملية التصريف المياه في عمليات الزراعة والري (علي, 2020)

Water Flow

3-1-4 سرعة الجريان

أوضحت نتائج الدراسة لقيم سرعة جريان النهر حيث كانت اقل قيمة (0.13) م³/ثا في الموقع الثالث في شهر تشرين الثاني واعلى قيمة كانت (0.57) م³/ثا في الموقع الثاني في شهر كانون الثاني (شكل 4) (ملحق 3,2,1) واعلى معدل كان (0.37) م³/ثا في الموقع الثاني بينما اقل معدل كان (0.30) م³/ثا في الموقع الأول (جدول 7)

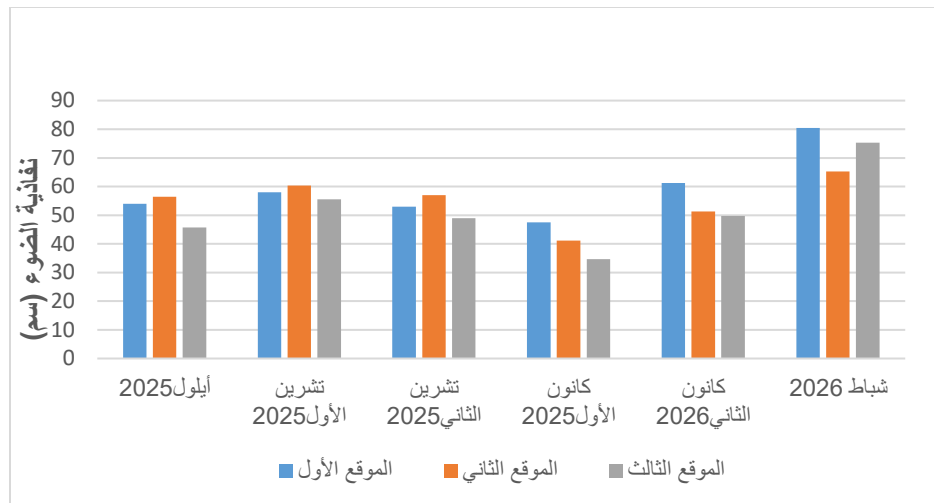


شكل (4) التغيرات الشهرية في قيم سرعة جريان المياه في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين اشهر الدراسة عند ($P \leq 0.05$) ولا توجد فروق معنوية بين مواقع الدراسة (ملحق 7) وقد يعزى زيادة سرعة الجريان في شهري شباط وكانون الثاني الى زيادة كميات هطول الامطار والتي تصل الى النهر وتزيد من مناسيب المياه وسرعة الجريان في هذه الأشهر (مشاهدة حقلية) وهذا ما أكدته علاقة الارتباط الموجبة مع عمق المياه ($r=0.416$) (ملحق 8) اما انخفاض سرعة الجريان في بعض الأشهر قد يعود السبب الى الطبيعة جيولوجية للنهر والالتواءات ومستوى انحدار النهر واستخدامات مياه النهر في العمليات الزراعية ووجود النباتات (Hassan et al., 2014)

4-1-4 نفاذية الضوء (سم) Light Penetration

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم نفاذية الضوء حيث كانت اقل قيمة (34.7) سم في الموقع الثالث في شهر كانون الأول بينما اعلى قيمة كانت (80.5) سم في الموقع الأول في شهر شباط (شكل 5) (ملحق 1, 2, 3) بينما سجل اعلى معدل (59) سم في الموقع الأول واقل معدل (51.7) سم في الموقع الثالث (جدول 7)

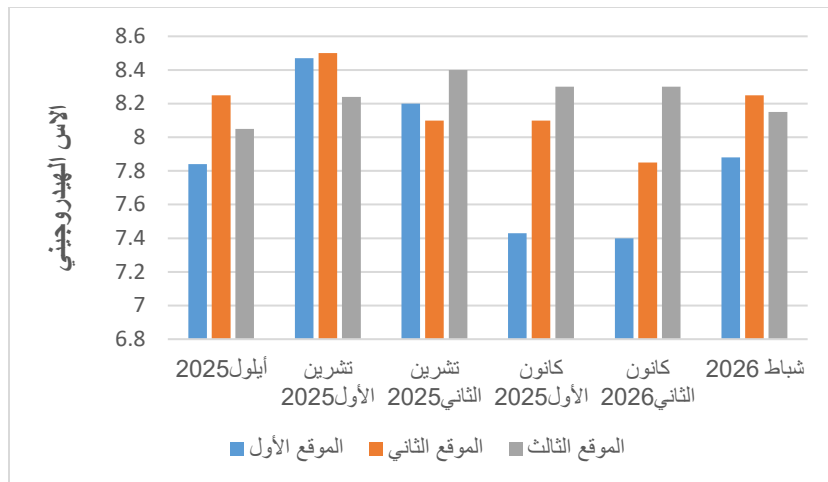


شكل (5) التغيرات الشهرية في قيم نفاذية الضوء المياه في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي الى وجود فروق معنوية بين اشهر الدراسة وعدم وجود فروق معنوية بين مواقع الدراسة عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) وقد سجلت نتائج الدراسة الحالية ارتفاع في قيم النفاذية الضوء خلال فصل الشتاء وتحديدا في شهري شباط وكانون الثاني وقد يعزى السبب الى قلة العكارة والمواد العالقة للمياه ، واما انخفاضها في اشهر الصيف قد يعود الى وجود قوارب الصيد ورعي الحيوانات مؤديا الى زيادة العكارة والمواد العالقة وبالتالي قلة النفاذية (Al-Sharifi., 2014) وهذا ما أكدته العلاقة العكسية مع المواد الصلبة العالقة ($r = -621$) (ملحق 8)

5-1-4 الاس الهيدروجيني PH

أظهرت نتائج الدراسة الحالية لقيمة الاس الهيدروجيني ان اقل قيمة كانت (7.4) في الموقع الأول في شهر كانون الثاني واعلى قيمة كانت (8.5) في الموقع الثاني في شهر تشرين الأول (شكل 6) (ملحق 3,2,1) بينما كان اعلى معدل (8.24) في الموقع الثالث واقل معدل (7.87) في الموقع الأول (جدول 7)

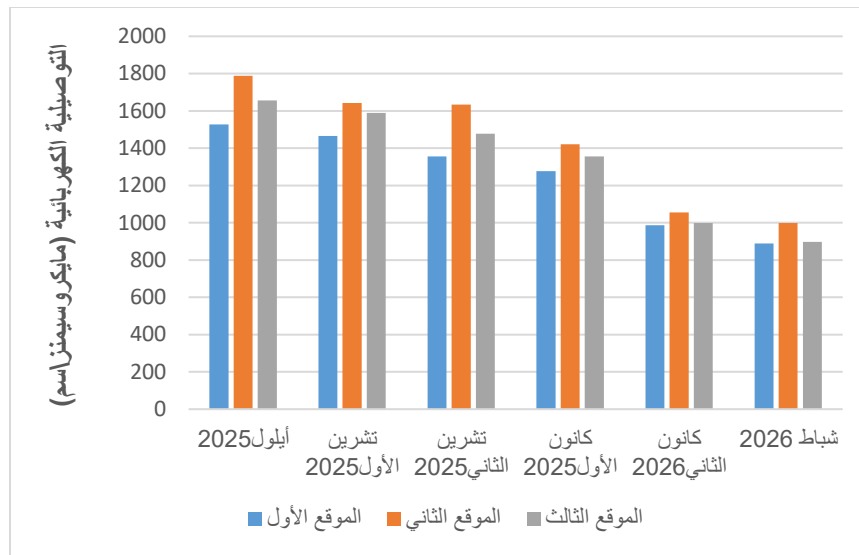


شكل (6) التغيرات الشهرية في قيم الأس الهيدروجيني في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) في الأس الهيدروجيني بين الموقع الأول والموقع الثالث، في حين لم تظهر فروق معنوية بين الموقعين الثاني والثالث أو الأول والثاني. أما بالنسبة للأشهر فقد ظهرت فروق معنوية بين تشرين الأول وكانون الثاني فقط، بينما لم تسجل بقية الأشهر فروقاً معنوية. انخفضت قيمة الـ PH في اشهر الصيف وزادت قليلاً في اشهر الشتاء، ويمكن عزو ذلك إلى انخفاض القيم المتوسطة للتحلل بسبب قلة عدد البكتيريا في اشهر الشتاء مقارنة بالصيف (Giao and Ly, 2023) وهذا ما اكدته علاقة الارتباط السالبة مع درجة حرارة الهواء ($r = -0.365$) (ملحق 8). أظهرت النتائج أن قيم متوسط مياه نهر الدغارة تميل إلى القاعدية الخفيفة متوافقة مع مواصفات المياه العراقية وضمن الحدود المسموح بها (WHO, 2006) وهذا يتفق مع اغلب الدراسات بالمياه العراقية

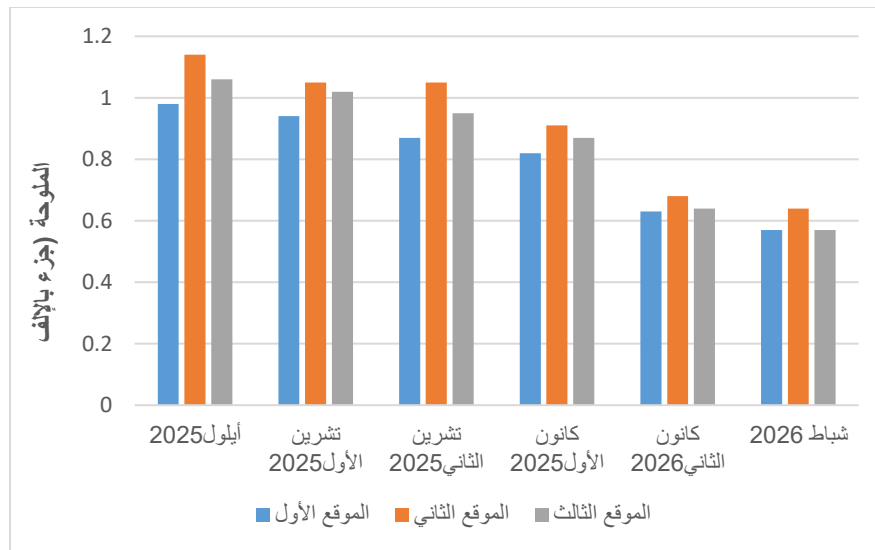
6-1-4 التوصيلية الكهربائية والملوحة Electrical Conductivity and Salinity

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم التوصيلية الكهربائية ان اقل قيمة كانت (889) مايكروسمنز/ سم في الموقع الأول في شهر شباط وان اعلى قيمة كانت (1788) مايكروسمنز/ سم في الموقع الثاني في شهر أيلول (شكل 7) (ملحق 1,2,3) بينما كان اعلى معدل (1423) مايكروسمنز/ سم في الموقع الثاني واقل معدل كان (1250) مايكروسمنز/ سم في الموقع الأول (جدول 7) اما قيم الملوحة فكانت اقل قيمة (0.57) جزء بالإلف في الموقع الأول والثالث في شهر شباط واعلى قيمة كانت 1.14 جزء بالإلف في الموقع الثاني في شهر أيلول (ملحق 1,2,3) اما اعلى معدل كان (0.91) جزء بالإلف في الموقع الثاني واقل معدل كان (0.80) جزء بالإلف في الموقع الأول (جدول 7) (شكل 8)



شكل (7) التغيرات الشهرية في قيم التوصيلية الكهربائية في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) وعدم وجود فروق معنوية بين المواقع قد يعزى ارتفاع التوصيلة الكهربائية في شهري أيلول وتشرين الأول الى نقص الأمطار خلال هذه الأشهر مما أدى إلى زيادة تركيز الأملاح، مما يسبب زيادة في قيم التوصيلة (McCleskey *et al.*, 2023) وهذا يتفق مع دراسة (Al-Sharifi., 2014) وهذا ما أكدته علاقة الارتباط الطردية مع الملوحة ($r=1$) (ملحق 8) اما انخفاض قيم التوصيلة في بعض الأشهر قد يعزى الى انخفاض درجات الحرارة وارتفاع مناسيب المياه وقلة عمليات التبخر (الصراف , 2006) وهذا ما أكدته علاقة الارتباط العكسية مع سرعة الجريان ($r=-0.778$) ودرجة حرارة الماء ($r=-0.500$) (ملحق 8)

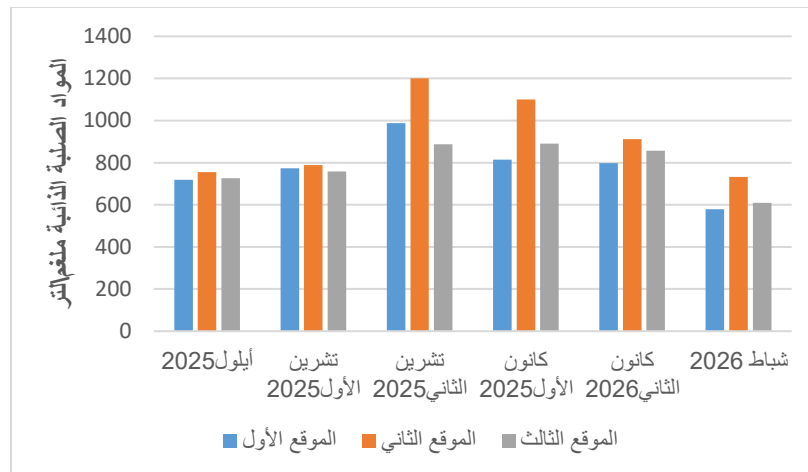


شكل (8) التغيرات الشهرية في قيم الملوحة في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

اما بالنسبة للملوحة فقد بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين المواقع ووجود فروق معنوية بين اشهر الدراسة عند ($P \leq 0.05$) قد يعزى زيادة الملوحة في نهر الدغارة في اشهر الصيف الى زيادة المصادر المحتملة للتلوث مثل تصريف مياه الصرف الزراعية والصناعية وزيادة تركيز الأيونات في الماء والتوصيلية (Mashkoor & Al-Gharaghuli., 2025) وهذا ما أكدته علاقة الارتباط الطردية مع التوصيلية ($r=1$) أما بالنسبة للانخفاض في اشهر الشتاء، فقد يُعزى إلى ارتفاع مستوى مياه النهر نتيجة للأمطار وحدوث عمليات تخفيف المياه، بالإضافة إلى انخفاض درجة الحرارة وبالتالي قلة تبخر المياه (Al-Mohamadi., 2025) وهذا ما أكدته علاقة الارتباط العكسية مع سرعة المياه ($r=-0.780$) وعمق المياه ($r=-0.544$)

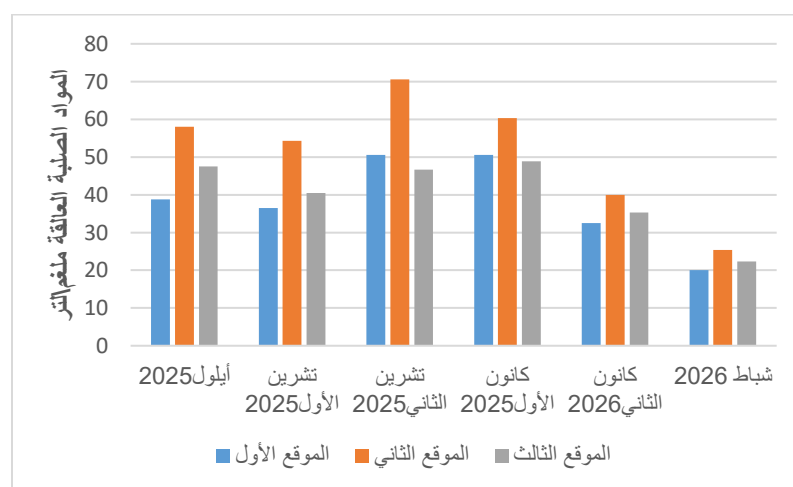
4-1-7 المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة العالقة (ملغم/لتر)

أظهرت نتائج الدراسة الحالية لقيم المواد الصلبة الذائبة ان اقل قيمة كانت (579) (ملغم/لتر) في الموقع الأول في شهر شباط اما اعلى قيمة كانت (1200.2) (ملغم/لتر) في الموقع الثاني في شهر تشرين الثاني (شكل 9) (ملحق 3,2,1) بينما كان اعلى معدل (915) (ملغم/لتر) في الموقع الثاني واقل معدل كان (778.6) (ملغم/لتر) في الموقع الأول (جدول 7) اما قيم المواد الصلبة العالقة فقد كانت اقل قيمة (20) (ملغم/لتر) في الموقع الأول في شهر شباط بينما كانت اعلى قيمة (70.6) (ملغم/لتر) في الموقع الثاني في شهر تشرين الثاني (شكل 10) (ملحق 3,2,1) وكان اعلى معدل (51.4) (ملغم/لتر) في الموقع الثاني واقل معدل كان (38.2) (ملغم/لتر) في الموقع الأول (جدول 7)



شكل (9) التغيرات الشهرية في قيم المواد الصلبة الذائبة في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي لقيم المواد الصلبة الذائبة عدم وجود فروق معنوية بين المواقع ووجود فروق معنوية بين اشهر الدراسة عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) تمت ملاحظة القيمة العالية للمواد المذابة في أشهر الشتاء بسبب أن الشتاء هو موسم الأمطار في منطقة الدراسة، لذلك عندما تهطل الأمطار المتساقطة، خاصة في المدن المزدحمة والمناطق الزراعية، فإنها تسبب تلوثاً أعلى تذوب الملوثات في مياه الأمطار وتصل إلى الأنهار، مما يؤدي إلى زيادة المواد الصلبة الذائبة في الماء (Mohammed & Khames., 2021) قد تكون القيم العالية من المواد المذابة المسجلة في الشتاء بسبب تصريف مياه الصرف الصحي المنزلية والجريان السطحي من الحقول المزروعة، مما قد يزيد من تركيز الأيونات (Aljaburi et al., 2024) توافقت هذه الدراسة مع (Salman et al., 2013) على نهر الحلة



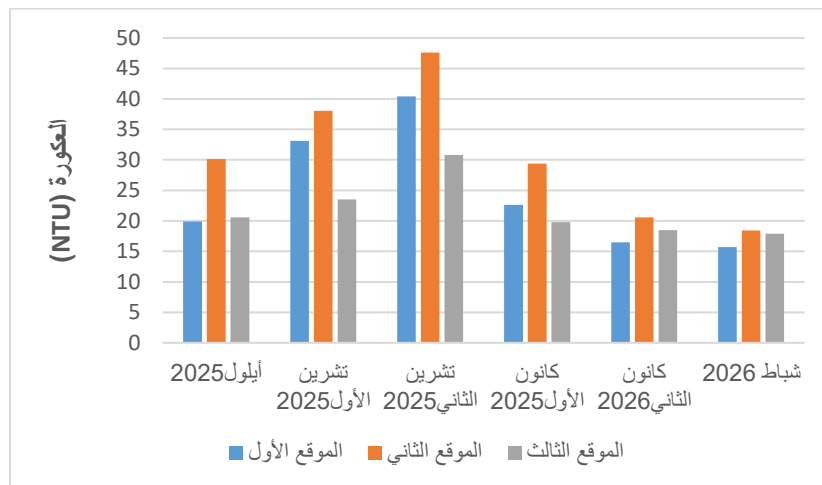
شكل (10) التغيرات الشهرية في قيم المواد الصلبة العالقة في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

الفصل الرابع.....النتائج والمناقشة

اما بالنسبة للمواد الصلبة العالقة بينت نتائج التحليل الاحصائي لقيم المواد الصلبة العالقة عدم وجود فروق معنوية بين المواقع ووجود فروق معنوية بين اشهر الدراسة عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) قد يعزى زيادة في شهري تشرين الثاني وكانون الأول الى هطول الامطار في هذه الأشهر التي تتجرف معها الملوثات والأتربة الى النهر وتؤدي الى زيادة المواد العالقة (Singh et al., 2025) وقد يعزى الارتفاع أيضا الى حركة المياه بفعل العواصف او بسبب القوارب التي تؤدي الى زيادة المواد العالقة والعكارة (Aljanabi et al., 2023) وهذا ما أكدته علاقة الارتباط الموجبة مع العكورة ($r=0.75$) وعلاقة الارتباط السالبة مع نفاذية الضوء ($r=-$) (621) (ملحق 8) اما انخفاض قيم المواد الصلبة العالقة في شهري كانون الثاني وشباط قد يعود السبب الى عامل التخفيف بسبب الامطار (Hassan et al., 2014).

8-1-4 العكورة (NTU) Turbidity

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم العكورة ان اقل قيمة كانت (15.7) NTU في الموقع الأول في شهر شباط بينما اعلى قيمة كانت (47.6) NTU في الموقع الثاني في شهر تشرين الثاني (شكل 11) (ملحق 3,2,1) اما اعلى معدل (30.7) NTU في الموقع الثاني واقل معدل كان (21.8) NTU في الموقع الثالث (جدول 7)

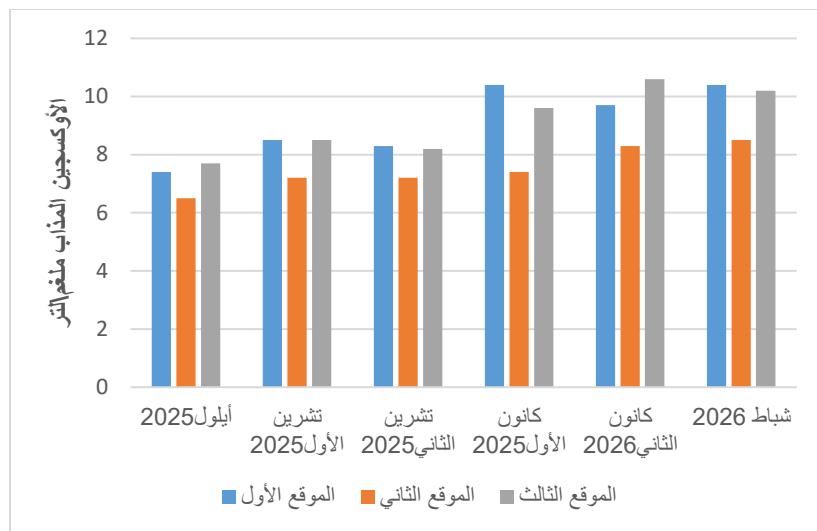


شكل (11) التغيرات الشهرية في قيم العكورة في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) وعدم وجود فروق معنوية بين المواقع لقيم العكورة ان ازدياد قيم العكورة خلال الأشهر الحارة قد يعود السبب الى زيادة نشاط الكائنات الحية التي يزدهر نموها خلال هذه الأشهر (McCleskey et al., 2023). وسجلت نتائج العكورة اعلى مستوياتها في الموقع الثاني وقد يعزى السبب الى التخلص من النفايات المنزلية والصناعية ومياه الصرف الصحي في مياه النهر، مما يزيد من العكارة في هذا الموقع (Wolde et al., 2020)

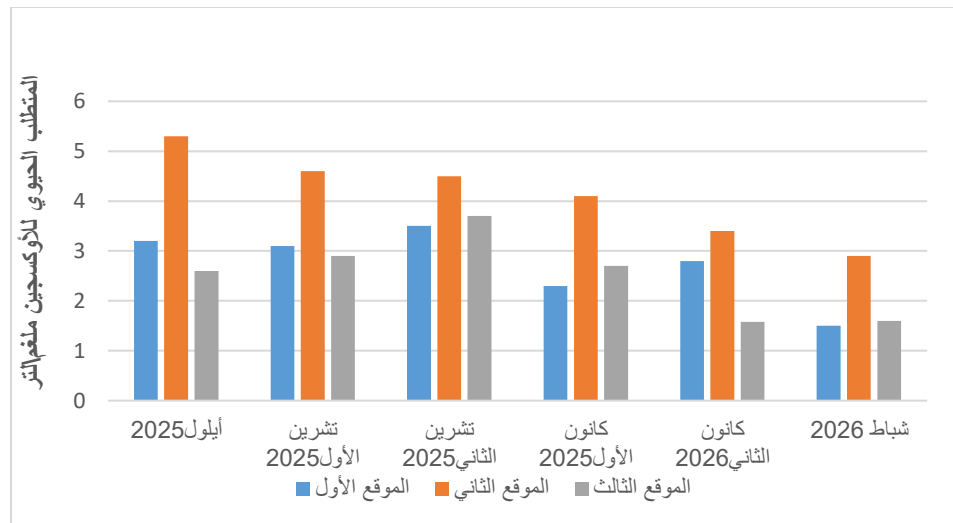
9-1-4 الاوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم الاوكسجين ان اقل قيمة كانت (6.5) ملغم\لتر في الموقع الثاني في شهر أيلول بينما اعلى قيمة كانت (10.6) ملغم\لتر في الموقع الثالث في شهر كانون الثاني (شكل 12) (ملحق 3,2,1 اما بالنسبة لقيم المتطلب الحيوي فكانت اقل قيمة (1.5) ملغم\لتر في الموقع الأول في شهر شباط واعلى قيمة كانت (5.3) ملغم\لتر في الموقع الثاني في شهر أيلول (شكل 13) (ملحق 3,2,1) بينما كان اعلى معدل (4.1) ملغم\لتر في الموقع الثاني واقل معدل (2.5) ملغم\لتر في الموقع الثالث (جدول 7)



شكل (12) التغيرات الشهرية في قيم الأوكسجين المذاب في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر والمواقع للأوكسجين المذاب عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) أظهرت النتائج انخفاضاً في قيم الأكسجين المذاب خلال الأشهر الحارة، وقد يُعزى ذلك إلى انخفاض ذوبانية الأكسجين مع ارتفاع درجة الحرارة والملوحة، والتي ارتفعت خلال أشهر الصيف (Lateef et al., 2020) وهذا ما أكدته علاقة الارتباط العكسية مع درجة حرارة الماء ($r = -0.545$) وأيضا علاقة الارتباط العكسية مع الملوحة ($r = -0.794$) (ملحق 8) وقد يعزى سبب ارتفاع قيم الأوكسجين المذاب أثناء الشتاء الى ازدهار ونمو الهائمات النباتية والنباتات المائية بكثافته و انخفاض درجات الحرارة في الشتاء وزيادة سرعة الجريان ومناسب المياه التي تزيد من الخلط الجيد بين طبقات للمياه (Shehab., 2021) وهذا ما أكدته علاقة الارتباط الطردية مع عمق المياه ($r = 0.664$) وسرعة المياه ($r = 0.478$) (ملحق 8)



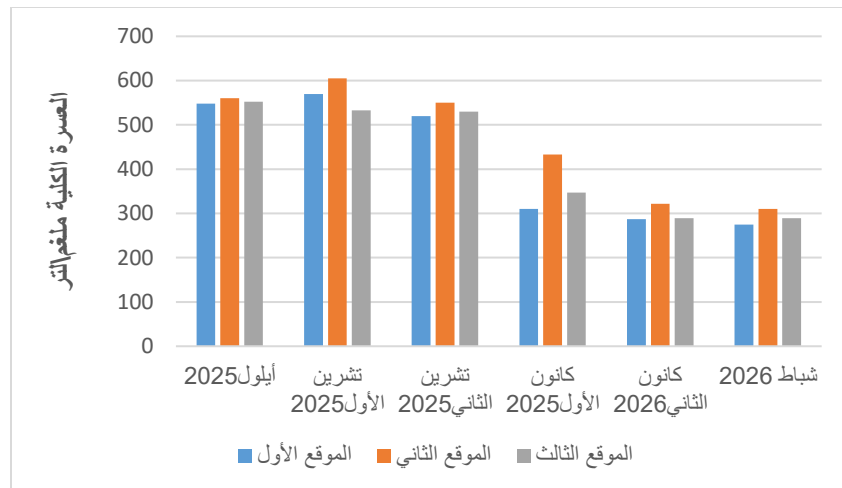
شكل (13) التغيرات الشهرية في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

اما بالنسبة للمتطلب الحيوي للأوكسجين بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر والمواقع للأوكسجين المذاب عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) لقد تم تسجيل القيم العالية للمتطلب الحيوي للأوكسجين في الأشهر الحارة وقد يعود السبب الى زيادة درجة الحرارة وازدهار نمو الاحياء المائية التي تؤدي الى تحلل المواد العضوية (Rasheed and Saeed., 2024) اما انخفاض قيم المتطلب الحيوي في بقية اشهر الشتاء قد يعود السبب الى انخفاض درجات الحرارة وهذا يؤكد قابلية النهر على تنقية نفسه من الفضلات العضوية المتطلبة للأوكسجين عن طريق التخفيف وانخفاض درجات حرارة خلال هذه الأشهر (Mustafa et al., 2024) وهذ يتفق مع دراسة (AL_Qasayr., 2012)

Total Hardness

10-1-4 العسرة الكلية (ملغم\لتر)

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم العسرة ان اقل قيمة كانت (275) ملغم\لتر في الموقع الأول في شهر شباط اما اعلى قيمة كانت (605) ملغم\لتر في الموقع الثاني في شهر تشرين الأول (شكل 14) (ملحق 3,2,1) بينما كان اعلى معدل (423) ملغم\لتر في الموقع الثالث اما اقل معدل كان (418) ملغم\لتر في الموقع الأول (جدول 7)

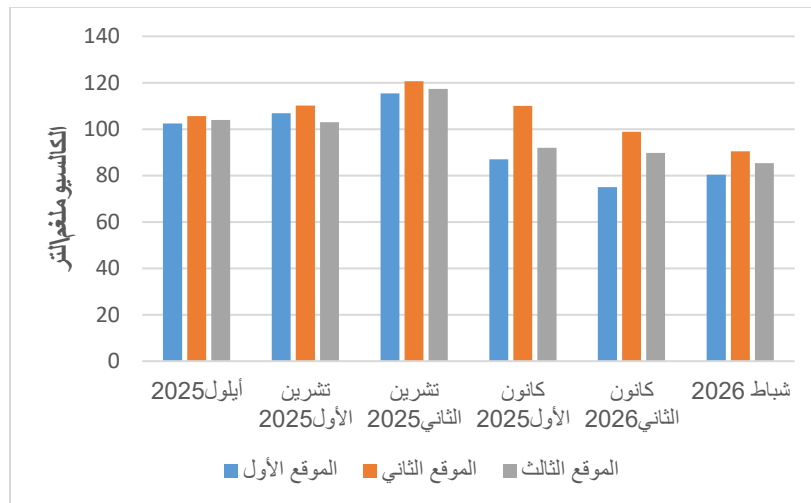


شكل (14) التغيرات الشهرية في قيم العسرة في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي للعسرة وجود فروق معنوية بين الأشهر ولا توجد فروق معنوية بين المواقع عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) تم ملاحظة تسجيل أعلى قيم للعسرة خلال أشهر الصيف وأدنى قيمة خلال أشهر الشتاء حيث يمكن أن يعزى ارتفاع العسرة في أشهر الصيف إلى زيادة نسبة تبخر المياه نتيجة لارتفاع درجة الحرارة والذي يؤدي إلى زيادة الأملاح (Hassan et al., 2023). وهذا ما تأكده علاقة الارتباط الطردية مع درجة حرارة الماء ($r=0.734$) والملوحة ($r=0.916$) (ملحق 8) أما انخفاضها خلال أشهر الشتاء فقد يعزى سببها إلى استخدام الطحالب لعنصري الكالسيوم والمغنسيوم وكذلك بسبب عامل التخفيف الناتج من ارتفاع مناسيب المياه (Hilaluddin et al., 2020) هذا ما تأكده العلاقة العكسية مع عمق المياه ($r=-0.645$) والعلاقة العكسية مع عمق المياه ($r=-0.826$) (ملحق 8). وهذا يتفق مع ما وجدته (الحمداوي, 2009)

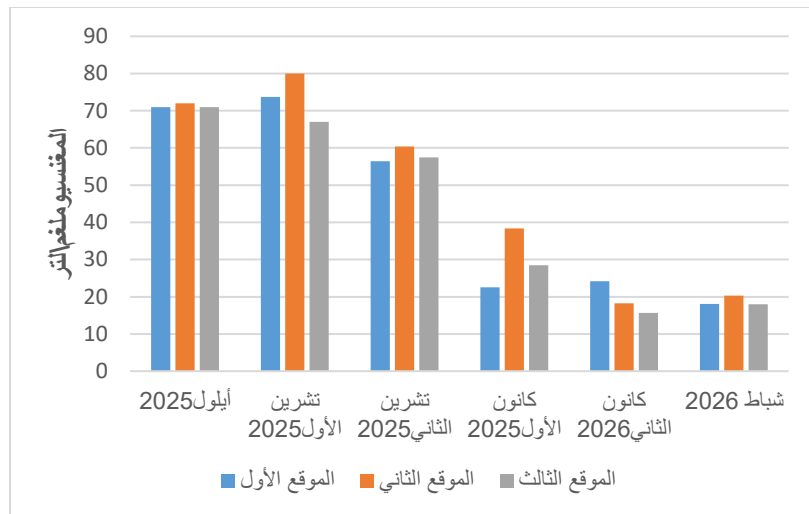
11-4-4 الكالسيوم والمغنسيوم (ملغم التر)

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم الكالسيوم ان اقل قيمة كانت (75) (ملغم\تر) في الموقع الأول في شهر كانون الثاني بينما اعلى قيمة كانت (120.6) (ملغم\تر) في الموقع الثاني في شهر تشرين الثاني (شكل 15) (ملحق 3,2,1) اما اعلى معدل كان (106) (ملغم\تر) في الموقع الثاني واقل معدل كان (94.5) (ملغم\تر) في الموقع الأول (جدول 7) اما بالنسبة لقيم المغنسيوم فقد كانت اقل قيمة (15.7) (ملغم\تر) في الموقع الثالث في شهر كانون الثاني بينما اعلى قيمة كانت (80) (ملغم\تر) في الموقع الثاني في شهر تشرين الأول (شكل 16) (ملحق 3,2,1) اما اعلى معدل كان (48.2) (ملغم\تر) في الموقع الثاني بينما اقل معدل كان (43) (ملغم\تر) في الموقع الثالث (جدول 7)



شكل (15) التغيرات الشهرية في قيم الكالسيوم في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر والمواقع لقيم الكالسيوم عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) تم تسجيل أيون الكالسيوم قيماً أعلى من المغنيسيوم يرجع السبب إلى ميل الكالسيوم للتفاعل مع ثاني أكسيد الكربون أكثر من المغنيسيوم، مما يعني أن كميات كبيرة من الكالسيوم تتحول إلى بيكربونات ذائبة (Mohammed & Khamis., 2021) أو بسبب وجود الكالسيوم بتراكيز أكبر في الصخور (Yang et al 2023) أظهرت قيم الكالسيوم ارتفاعاً خلال الأشهر الحارة وقد يعود السبب إلى زيادة معدلات التبخر وبالتالي زيادة تركيز الأملاح (Latif et al., 2023) وهذا ما أكدته علاقة الارتباط الموجبة مع الملوحة ($r=649$) (ملحق 8) أما الانخفاض في النتائج في بعض الأشهر قد يعود السبب إلى ازدهار نمو الأحياء المائية التي تستهلك الكالسيوم والذي يستخدم في تكوين بعض هياكل الأحياء المائية (Williams et al., 2018)

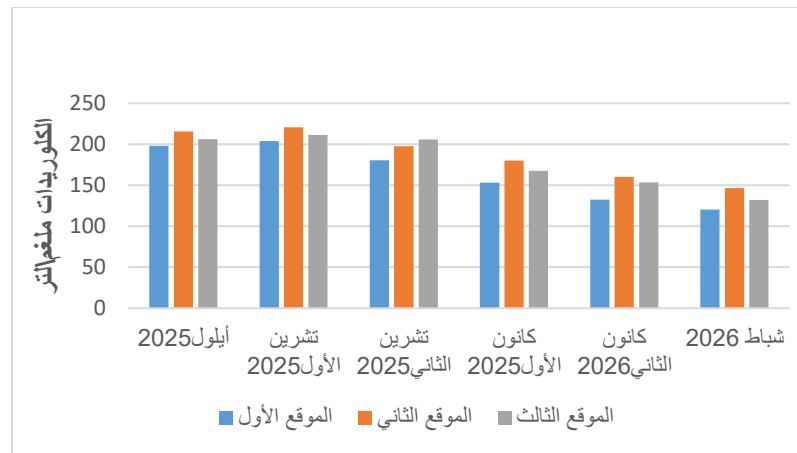


شكل (16) التغيرات الشهرية في قيم المغنسيوم في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر لقيم المغنسيوم عند ($P \leq 0.05$) قد يعود سبب ارتفاع قيم المغنسيوم في الأشهر الحارة الى تصريف مياه الاراضي الزراعية المجاورة والمبازل التي تلقي مياهها الى النهر او نتيجة لتحلل الطحالب وبعض الكائنات الاخرى وعودة المغنسيوم الى الوسط المائي او نتيجة حدوث عمليات التبخر عند درجات الحرارة المرتفعة وانخفاض مستوى المياه (Qingxuan et al., 2024) وهذا ما أكدته العلاقة الطردية مع درجة حرارة الماء ($r=0.805$) وعلاقة الارتباط العكسية مع عمق المياه ($r=-0.690$) (ملحق 8) ان انخفاض المغنسيوم في بعض الأشهر قد يعود الى استخدامه من قبل الكائنات المائية او ترسيبه على شكل كبريتات المغنسيوم (Aljaburi et al., 2024)

12-1-4 الكلوريدات (ملغم\التر) Chloride

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم الكلوريدات ان اقل قيمة كانت (132) ملغم\التر في الموقع الاول في شهر شباط واعلى قيمة كانت (220.5) ملغم\التر في الموقع الثاني في شهر تشرين الأول (شكل 17) (ملحق 1,2,3) بينما كان اعلى معدل (179.4) ملغم\التر في الموقع الثالث اما اقل معدل كان (164.89) ملغم\التر في الموقع الأول (جدول 7)

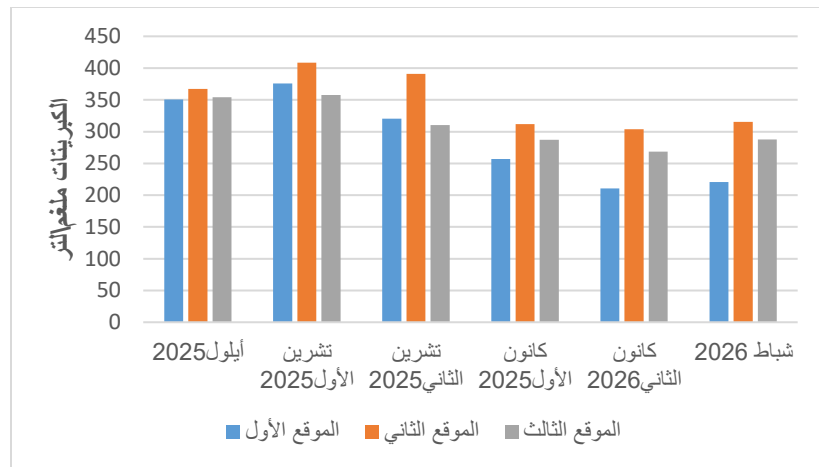


شكل (17) التغيرات الشهرية في قيم الكلوريدات في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر لقيم الكلوريدات عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) بينت نتائج الدراسة ان اعلى قيم الكلوريدات سجلت في الموقع الثاني قد يعود السبب الى المخلفات المنزلية للبيوت السكنية التي تكون قربه من النهر في هذا الموقع ومياه الصرف الصحي وكذلك ارتفاع المواد الصلبة العالقة (Elena et al., 2025) وهذا ما أكدته العلاقة الطردية مع المواد الصلبة ($r=656$) (ملحق 8) اما ارتفاع قيم الكلوريدات في الأشهر الحارة قد يعود السبب ارتفاع درجات الحرارة والتي تعمل على ذوبان الاملاح الحاوية على الكلوريد في المياه أو ربما يعزى الى تسرب المواد العضوية من الاماكن القريبة الى مياه النهر التي تحتوي على كمية مرتفعة من الاملاح بالاضافة الى انخفاض مستوى المياه في هذه الأشهر (Williams et al., 2018) وهذا ما أكدته العلاقة الطردية مع درجة حرارة الماء ($r=0.723$) والعلاقة العكسية مع سرعة المياه ($r=-784$) (ملحق 8) اما الانخفاض في الأشهر الباردة لقيم الكلوريدات قد يعزى الى ارتفاع مستوى المياه وازدياد عملية التخفيف للمياه (الخالدي, 2019) وهذا ما أكدته العلاقة العكسية مع عمق المياه ($r=-516$) (ملحق 8)

13-1-4 الكبريتات (ملغم\لتر) Sulphate

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم الكبريتات ان اقل قيمة كانت (210.6) ملغم\لتر في الموقع الأول في شهر كانون الثاني اما اعلى قيمة كانت (408.74) ملغم\لتر في الموقع الثاني في شهر تشرين الأول (شكل 18) (ملحق 3,2,1) بينما كان اعلى معدل (349.7) ملغم\لتر في الموقع الثاني اما اقل معدل كان (289) ملغم\لتر في الموقع الأول (جدول 7)



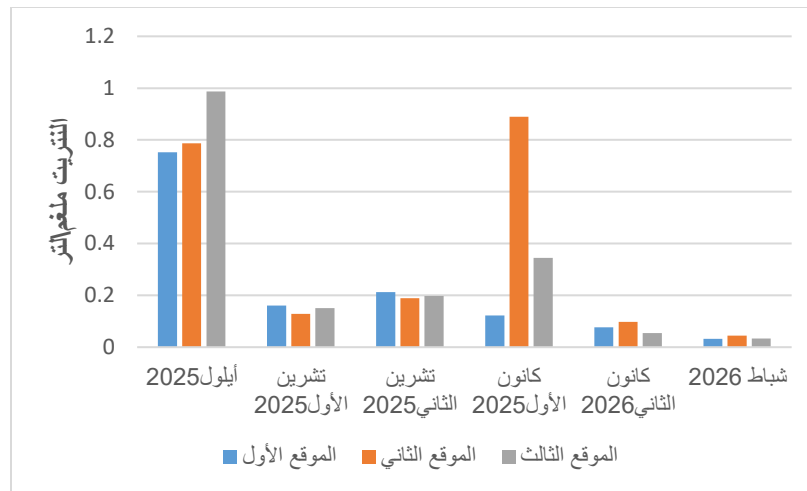
شكل (18) التغيرات الشهرية في قيم الكبريتات في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر لقيم الكبريتات عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) أن الانخفاض في قيم الكبريتات في الأشهر الباردة ربما يعزى السبب الى عامل التخفيف بسبب زيادة سرعة الجريان وارتفاع منسوب المياه في هذه الأشهر والانخفاض في درجات الحرارة (Olowoyo et al., 2026) وهذا ما أكدته العلاقة العكسية مع عمق المياه ($r = -0.588$) والعلاقة الطردية مع درجة حرارة الماء ($r = 0.719$) (ملحق 8) اما الارتفاع في الأشهر الحارة قد يعود السبب الى ارتفاع درجات الحرارة والتي تزيد من عملية التبخر وارتفاع تركيز الاملاح (Delaigue et al., 2025) وهذا ما أكدته العلاقة الطردية مع الملوحة ($r = 0.81$) (ملحق 8) أظهرت نتائج الدراسة الحالية زيادة في قيم الكبريتات في الموقع الثاني مما يؤكد وجود علاقة مباشرة مع الطلب البيوكيميائي على الأكسجين، (Moyel et al., 2023) وهذا ما أكدته العلاقة الطردية مع المتطلب الحيوي ($r = 0.681$) (ملحق 8) وكانت نتائج الدراسة الحالية متوافقة مع دراسة (Moyel et al., 2023)..

Nitrite (NO₂)

14-1-4 النتريت (ملغم\تر)

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم النتريت ان اقل قيمة كانت (0.032) ملغم\تر في الموقع الأول في شهر شباط اما اعلى قيمة كانت (0.987) ملغم\تر في الموقع الثالث في شهر أيلول (شكل 19) (ملحق 1,2,3) بينما كان اعلى معدل (0.36) ملغم\تر في الموقع الثاني اما اقل معدل كان (0.23) ملغم\تر في الموقع الأول (جدول 7)

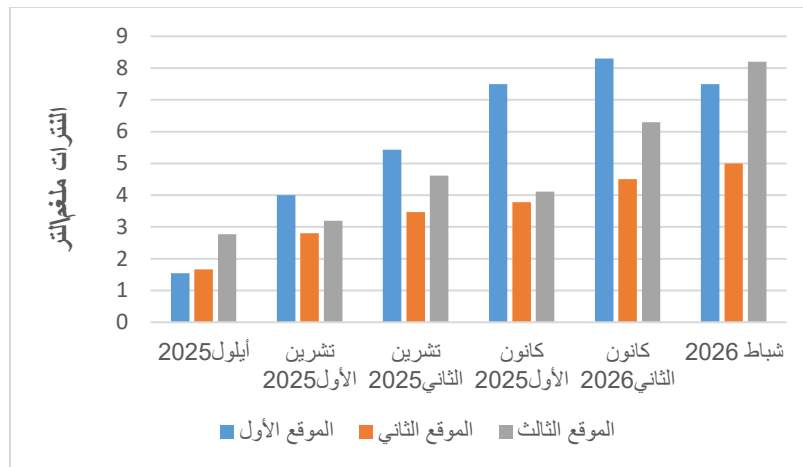


شكل (19) التغيرات الشهرية في قيم النترت في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر لقيم النترت عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) فقد يعود ارتفاع تركيز النترت في شهري أيلول وكانون الأول الى طرح مياه الصرف الصحي التي ترفع تركيز النترت في مياه النهر إذ تحلل المواد العضوية في مياه الفضلات يؤدي الى تكوين كميات كبيرة من الامونيا اولاً ومن ثم أكسدتها الى نترت ثم الى نترات بالاعتماد على كمية الأوكسجين المتوفرة (Altahaan et al., 2024). وما يؤكد ذلك وجود علاقة عكسية مع الاوكسجين المذاب ($r = -608$) (ملحق 8) اما انخفاض قيم النترت في الأشهر الباردة يعود الى ارتفاع تراكيز الأوكسجين المذاب بسبب قلة درجات الحرارة مما يعني زيادة تحول النترت الى نترات أو بسبب سقوط الأمطار مما يؤدي الى زيادة ذوبان أكاسيد النتروجين النترجة (Pivková et al., 2022) وما يؤكد هذا وجود علاقة طردية مع درجة حرارة الهواء ($r = 472$) (ملحق 8)

15-1-4 النترات (ملغم\لتر)

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم النترات ان اقل قيمة كانت (1.541) ملغم\لتر في الموقع الأول في شهر أيلول بينما اعلى قيمة كانت (8.3) ملغم\لتر في الموقع الأول في شهر كانون الثاني (شكل 20) (ملحق 1,2,3) اما اعلى معدل كان (5.7) ملغم\لتر في الموقع الأول واقل معدل كان (3.53) ملغم\لتر في الموقع الثاني (جدول 7)

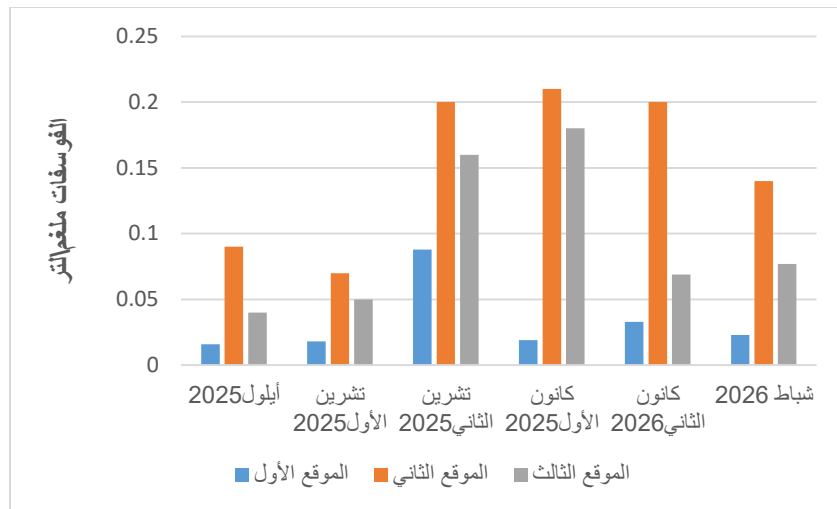


شكل (20) التغيرات الشهرية في قيم النترات في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر لقيم النترات عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) بينت النتائج لقيم النترات ارتفاعا في الأشهر الباردة قد تعزى القيم المرتفعة للنترات إلى انخفاض درجات الحرارة أو قد تعزى إلى طرح الملوثات الزراعية التي تحتوي على الاسمدة النيتروجينية ومخلفات مياه الصرف الصحية والمنزلية إلى النهر (Wu et al., 2015) وهذا ما أكدته العلاقة العكسية مع درجة حرارة الهواء ($r = -0.708$) (ملحق 8) قد يعزى انخفاض قيم النترات خلال الدراسة في الأشهر الحارة إلى ارتفاع درجات الحرارة وتحلل المواد العضوية وقلة ذوبان الاوكسجين الذي يقوم بتحويل النترات إلى نترات وزيادة عمليات التبخر وانخفاض مناسيب المياه وقلة وصول الملوثات العضوية التي تحتوي على النيتروجين إلى مياه النهر (Fang et al., 2022) وهذا ما أكدته العلاقة الطردية مع الاوكسجين ($r = 0.865$) والعلاقة الطردية مع سرعة المياه ($r = -0.586$) (ملحق 8) اما ارتفاع قيم النترات في الموقع الأول قد يعود السبب إلى وفرة الأكسجين وزيادة أكسدة الأمونيا والنترت. (Rzaij et al., 2020)

16-1-4 الفوسفات (ملغم/لتر)

اوضحت نتائج الدراسة الحالية لقيم الفوسفات ان اقل قيمة كانت (0.016) ملغم/لتر في الموقع الأول في شهر أيلول واعلى قيمة كانت (0.21) ملغم/لتر في الموقع الثاني في شهر كانون الأول (شكل 21) (ملحق 1,2,3) بينما اعلى معدل كان (0.15) ملغم/لتر في الموقع الثاني واقل معدل كان (0.033) ملغم/لتر في الموقع الأول (جدول 7)



شكل (21) التغيرات الشهرية في قيم الفوسفات في مواقع الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر لقيم الفوسفات عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) اتضح من نتائج هذه الدراسة وجود ارتفاع في قيم الفوسفات في الأشهر الباردة وهذا قد يعزى إلى هطول الأمطار في هذه الأشهر والانجرافات الحاصلة للتربة التي تحتوي على الملوثات المنزلية غير المعالجة والمنظفات والمخلفات الزراعية من الأراضي المجاورة (Kothari et al., 2021) اما ارتفاع قيم الفوسفات في الموقع الثاني قد يعود السبب الى طرح مياه الصرف الصحي وما تحتويه من منظفات والمخلفات المنزلية كون هذا الموقع يقع في المدينة (Bai et al., 2023)

Phytoplankton

2-4 الهائمات النباتية

Qualitative Study of Phytoplankton

1-2-4 الدراسة النوعية للهائمات النباتية

بينت الدراسة النوعية للهائمات النباتية في مياه نهر الدغارة ان عدد الصفوف المشخصة في المواقع الثلاثة للدراسة بلغ ستة صفوف وهي *Cyanophyta* و *Chlorophyta* و *Euglenophyta* و *Pyrrhophyceae* و *Chrysophyta* و *Bacillaroiphyceae* اما عدد الأنواع والجناس التي تم تشخيصها لكل صنف في المواقع الثلاثة فقد بلغ عدد الأنواع في الموقع الأول لصنف الطحالب الخضراء المزرقّة *Cyanophyta* (7) نوع ينتمي الى (5) اجناس وفي الموقع الثاني فقد بلغ (11) نوع ينتمي الى (6) اجناس اما في الموقع الثالث فقد بلغ (9) نوع ينتمي الى (4) اجناس اما صنف الطحالب الخضراء *Chlorophyta* فقد بلغ عدد الأنواع في الموقع الأول (12) نوع ينتمي الى (8) اجناس اما في الموقع الثاني فقد بلغ (12) نوع ينتمي الى (7) اجناس اما في الموقع الثالث فقد بلغ عدد الأنواع (15) نوع ينتمي الى (7) اجناس صنف الطحالب *Euglenophyta* فلم يسجل لها أي ظهور في الموقع الأول وبلغ عدد الأنواع لها

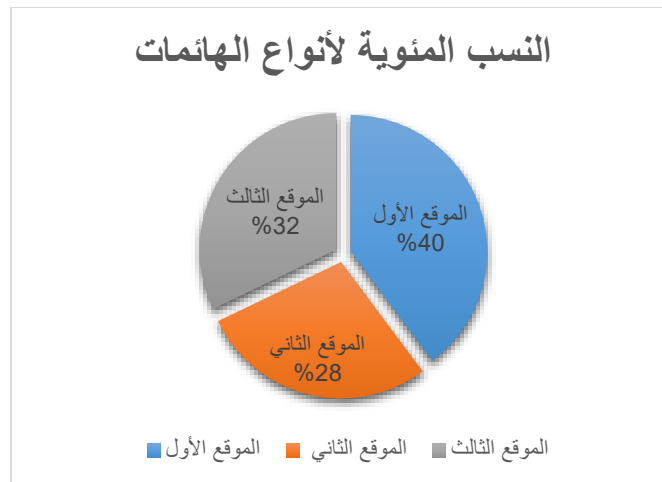
الفصل الرابع النتائج والمناقشة

في الموقع الثاني (3) أنواع تنتمي الى جنسين اما في الموقع الثالث فقد ظهر نوع واحد فقط اما الطحالب *Pyrrhophyceae* فلم يسجل لها أي ظهور في الموقعين الأول والثالث وظهر لها نوعين ينتميان الى جنسين في الموقع الثاني اما صنف الطحالب الذهبية *Chrysophyta* فقد ظهر لها نوعين ينتميان الى جنسين في الموقع الأول وظهر نوع واحد ينتمي الى جنس في الموقعين الثاني والثالث اما صنف الطحالب الدايتومية *Bacillaroiphyceae* فقد بلغ عدد الأنواع في الموقع الأول (57) نوع تنتمي الى (20) جنس اما في الموقع الثاني فقد بلغ (26) نوع تنتمي الى (13) جنس اما في الموقع الثالث فقد بلغ (37) نوع تنتمي الى (16) جنس (جدوا 8) كذلك أظهرت النتائج ان الموقع الأول سجل أعلى نسبة ظهور للهائمات النباتية بلغت (39.80%) من اجمالي الأنواع المسجلة اما في الموقع الثاني فقد سجل اقل ظهور للهائمات النباتية بنسبة بلغت (28.06%) في حين سجل الموقع الثالث نسبة ظهور بلغت (32.14%) (شكل 22) كذلك سجلت صفوف الهائمات النباتية عدد أنواع و نسب مئوية اجمالية متفاوتة حيث كانت السيادة للدايتومات حيث بلغ عدد الأنواع (120) نوع وبنسبة (61.20%)

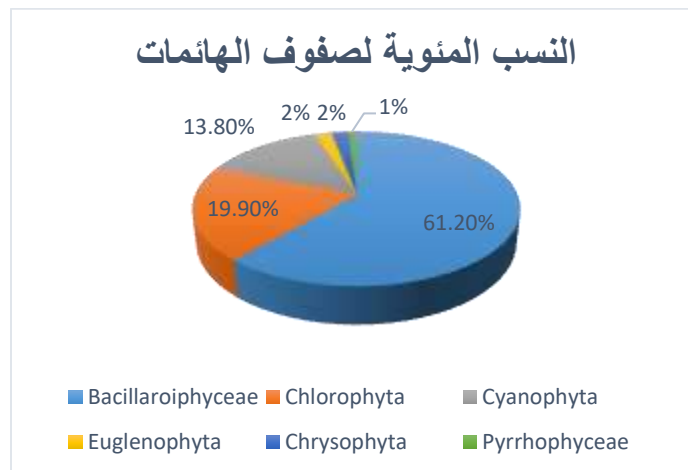
وبلغ عدد انواع الطحالب الخضراء في المواقع الثلاث (39) نوع بنسبة (19.90%) اما الطحالب الخضراء المزرققة فقد بلغ عدد أنواعها (27) نوع وبنسبة (13.80%) اما صنف طحالب اليوجلينية والذهبية فقد بلغ عدد الأنواع لكل منهما (4) نوع وبنسبة (2%) اما صنف طحالب *Pyrrhophyceae* بلغ عدد أنواعها نوعين فقط بنسبة (1%) (شكل 23). وقد يرجع سبب سيادة صنف الدايتومات على بقية الصفوف الى قدرتها على تحمل الظروف البيئية القاسية بالإضافة على قدرتها على النمو في مختلف البيئات المائية (Leelahakriengkrai and peerapornpisal,2010) وقد يعزى أيضا لوفرة تركيز السليكا العالية في المياه العذبة الذي يدخل في تركيب الجدار الخلوي للدايتومات (Eyo et al,2013) يُعد الانخفاض في إجمالي عدد الأنواع في الموقع الثاني، وتزامنه مع الارتفاع النسبي للطحالب الخضراء المزرققة (*Cyanophyta*) وظهور (*Euglenophyta*) حيث تُعرف هذه المجاميع الطحلبية مثل أجناس *Euglena* و *Microcystis* بكونها مؤشرات حيوية للمياه الغنية بالمواد العضوية أو المعرضة للإثراء الغذائي (Bellinger and Sigeo,2010) هذا التحول النوعي يبين بقوة تعرض الموقع الثاني لضغوط بيئية إضافية كالتصريف العضوي أو الملوثات

جدول (8) : صفوف واجناس وأنواع الهائمات النباتية المشخصة في مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

المواقع الصفوف	S1		S2		S3	
	الجنس	النوع	الجنس	النوع	الجنس	النوع
Cyanophyta	5	7	6	11	4	9
Chlorophyta	8	12	7	12	7	15
Euglenophyta	-	-	2	3	1	1
Pyrrhophyceae	-	-	2	2	-	-
Chrysophyta	2	2	1	1	1	1
Bacillaroiphyceae	20	57	13	26	16	37
المجموع	35	78	31	55	29	63



شكل (22) النسب المئوية لأنواع الهائمات النباتية المشخصة في المواقع الثلاث خلال مدة الدراسة



شكل (23) النسب المئوية لصفوف الهائمات النباتية المشخصة في مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

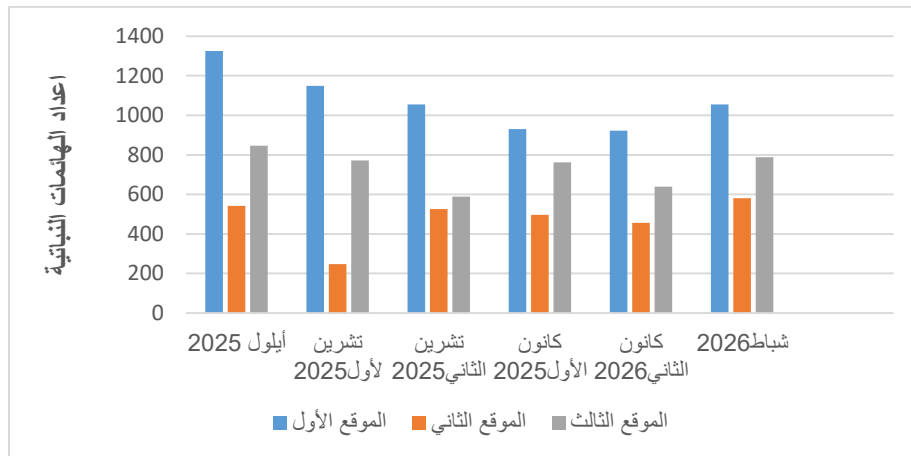
Quantitative Study of Phytoplankton

2-2-4 الدراسة الكمية للهائمات النباتية

بيّنت نتائج الدراسة الكمية للهائمات النباتية ان اعداد الهائمات النباتية كانت متباينة في مواقع واشهر الدراسة حيث بلغت اعداد الهائمات في الموقع الأول اعلى قيمة لها كانت (1325.4) خلية $\times 10^3$ /لتر في شهر أيلول واقل قيمة كانت (922.6) خلية $\times 10^3$ /لتر في شهر كانون الثاني اما في الموقع الثاني فقد بلغ اعلى قيمة لها كانت (581.38) خلية $\times 10^3$ /لتر في شهر شباط اما اقل قيمة كانت (248.1) خلية $\times 10^3$ /لتر في شهر تشرين الأول اما في الموقع الثالث فكانت اعلى قيمة لها (846.2) خلية $\times 10^3$ /لتر في شهر أيلول اما اقل قيمة كانت (588.5) خلية $\times 10^3$ /لتر (ملحق 3,2,1) و(ملحق 6,5,4) بينما كان اعلى معدل (1072.8) خلية $\times 10^3$

الفصل الرابع النتائج والمناقشة

10^3 /لتر في الموقع الأول اما اقل معدل كان (475.19) $\times$ خلية 10^3 /لتر في الموقع الثاني (جدول 8) تراوحت اعداد الهائمات النباتية من اعلى قيمة لها (1325.4) خلية 10^3 /لتر في الموقع الأول في شهر أيلول الى اقل قيمة لها (248.1) خلية 10^3 /لتر في الموقع الثاني في شهر تشرين الأول



شكل (24) التغيرات الشهرية في اعداد الهائمات النباتية (خلية 10^3 /لتر) في مواقع واشهر الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الموقع الأول والثاني ل اعداد الهائمات عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) يمكن ان يعزى ارتفاع اعداد الهائمات النباتية في الموقع الأول إلى زيادة معدلات التصريف من الأراضي الزراعية كون هذا الموقع يقع في منطقة زراعية والمخلفات المنزلية التي تطرح من البيوت السكنية القريبة من النهر التي تزيد من الكتلة الحيوية (Hassan et al., 2014) اما انخفاض اعداد الهائمات في الموقع الثاني قد يعود السبب الى زيادة اعداد الهائمات الحيوانية وكذلك قلة المغذيات في هذا الموقع (Hassan et al., 2012)

Bioindicators

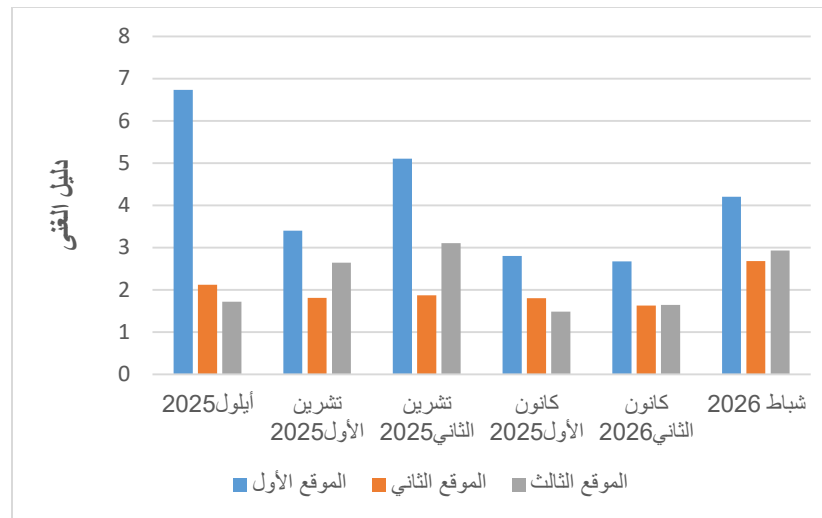
3-4 الدلائل الحيوية

1-3-4 دلائل التنوع

Richness Index(D)

1-1-3-4 دليل الغنى

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل الغنى ان اقل قيمة كانت (1.48) في الموقع الثالث في شهر كانون الأول اما اعلى قيمة كانت (6.73) في الموقع الأول في شهر أيلول (شكل 25) (ملحق 3,2,1) اما اعلى معدل كان (4.15) في الموقع الأول اما اقل معدل كان (2) في الموقع الثاني (جدول 8)



شكل (25) التغيرات الشهرية في قيم دليل الغنى في مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين المواقع والاشهر لقيم دليل الغنى عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) سجلت القيم الأعلى لدليل الغنى في الموقع الأول قد يعزى السبب إلى أن هذا الموقع يُعد أكثر استقراراً أو بسبب وجود نشاط بشري في هذا الموقع مما يسبب حدوث تلوث عضوي بالفضلات والملوثات الأخرى أو إلى زيادة نسبة تركيز المغذيات في هذا الموقع لأنه يقع في منطقة زراعية كل هذا ممكن ان يساعد في زيادة أعداد الهائمات النباتية (Qin et al., 2026) اما الانخفاض في الموقع الثاني قد يعزى السبب إلى سيادة أنواع محدده من الهائمات وهذا يقلل من من قيم الدليل (Hossain et al., 2025) اما الارتفاع في قيم الدليل في شهر أيلول وشهر تشرين الثاني قد يعزى السبب إلى قلة الهائمات الحيوانية التي تتغذى على الهائمات النباتية وزيادة اعداد الهائمات النباتية وزيادة عمليات البناء الضوئي (Hou et al., 2024) اما الانخفاض في قيم الدليل في بعض الأشهر قد يعود السبب إلى زيادة الهائمات الحيوانية وقلة المغذيات (Al-Taee and Mahmoud, 2023).

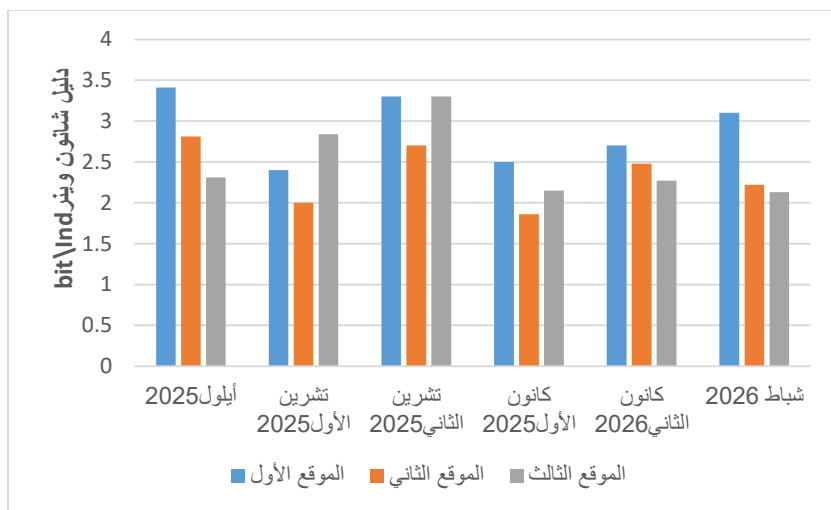
الفصل الرابع النتائج والمناقشة

جدول (8) دلالات الحيوية للتنوع في جميع مواقع الدراسة على نهر الدغارة السطر الأول (المدى) السطر الثاني (المعدل $\pm$ الانحراف المعياري)

المتغير	الموقع الأول	الموقع الثاني	الموقع الثالث
اعداد الهائمات النباتية خلية $10^3 \times$ / لتر	1325.4 - 922.6 150.36 $\pm$ 1072.8	581.38 - 248.1 118.90 $\pm$ 475.19	846.2 - 588.5 97.93 $\pm$ 732.32
دليل الغنى	6.73 - 2.67 1.56 $\pm$ 4.15	2.68 - 1.63 0.38 $\pm$ 2	3.1 - 1.48 0.72 $\pm$ 2.3
دليل شانون و وينر	3.41 - 2.4 0.43 $\pm$ 2.9	2.81 - 1.86 0.38 $\pm$ 2.3	3.3 - 2.13 0.47 $\pm$ 2.5
دليل تجانس ظهور الأنواع	0.98 - 0.81 0.065 $\pm$ 0.89	0.75 - 0.51 0.101 $\pm$ 0.63	0.87 - 0.78 0.033 $\pm$ 0.83
دليل مكننوش	0.87 - 0.45 0.17 $\pm$ 0.68	0.73 - 0.37 0.14 $\pm$ 0.54	0.74 - 0.33 0.15 $\pm$ 0.53
دليل مينهتك	0.93 - 0.48 0.176 $\pm$ 0.69	0.73 - 0.35 0.141 $\pm$ 0.55	0.79 - 0.41 0.139 $\pm$ 0.58
دليل سمبسون	0.19 - 0.11 0.033 $\pm$ 0.14	0.09 - 0.075 0.006 $\pm$ 0.081	0.13 - 0.087 0.016 $\pm$ 0.11

2-1-3-4 دليل شانون و وينر Shannon and Weaver Index(H)

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل شانون ويفر ان اقل قيمة كانت (1.86) bit\Ind في الموقع الثاني في شهر تشرين الثاني بينما اعلى قيمة كانت (3.41) bit\Ind في الموقع الأول في شهر أيلول (شكل 26) (ملحق 1,2,3) بينما كان اعلى معدل (2.9) bit\Ind في الموقع الأول اما اقل معدل كان (2.3) bit\Ind في الموقع الثاني (جدول 8)



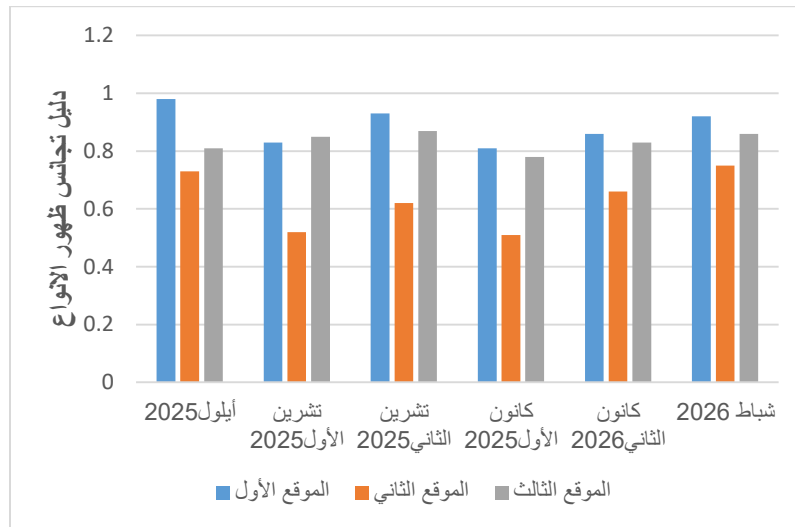
شكل (26) التغيرات الشهرية في قيم دليل شانون ويفر في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع وعدم وجود فروق معنوية بين الاشهر لقيم دليل شانون عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) إن التشابه الكبير بين الأنواع في مواقع الدراسة على النهر بسبب كون المصدر الرئيسي للمياه هو نفسه في كل المواقع، أما التباينات التي سجلت للأنواع في المواقع فقد يعود السبب الى طبيعة الجيولوجية لموقع من حيث طبيعة الأراضي التي يمر فيها النهر والمناطق السكنية القريبة من النهر (Panja *etal.*, 2023)

أظهرت النتائج أن قيم تنوع شانون - وينر المسجلة كانت أكثر من 1 مما يشير إلى تنوع عالي في المنطقة، بينما القيم الأقل من واحد تشير إلى سيطرة أنواع معينة وكذلك تعرض المنطقة للتلوث العضوي (Mehta *etal.*, 2023) وهذا يتفق مع (Al-Hassany., 2010)

3-1-3-4 دليل تجانس ظهور الأنواع Species Uniformity Index(Evenness) (E)

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل تجانس ظهور الأنواع ان اقل قيمة كانت (0.51) في الموقع الثاني في شهر كانون الأول اما اعلى قيمة كانت (0.98) في الموقع الأول في شهر أيلول (ملحق 3,2,1) اما اعلى معدل كان (0.89) في الموقع الأول اما اقل معدل كان (0.63) في الموقع الثاني (جدول 8) (شكل 27)

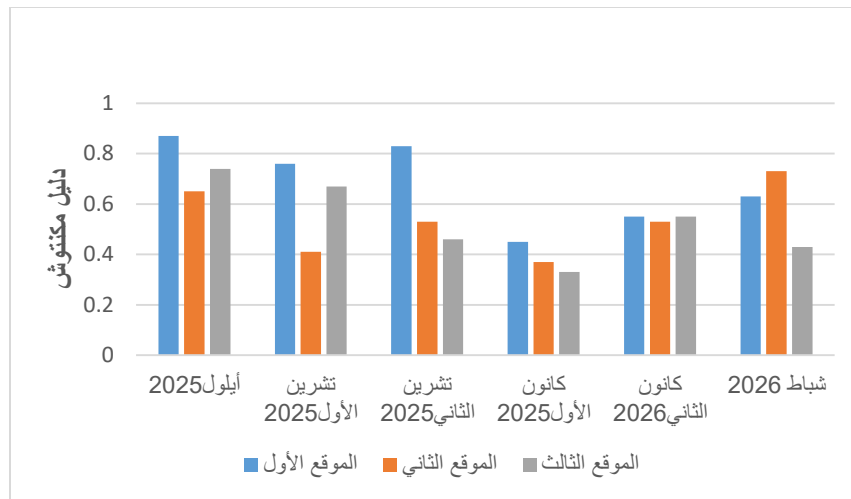


شكل (27) التغيرات الشهرية في قيم دليل شانون وينر في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع وعدم وجود فروق معنوية بين الاشهر لقيم دليل تجانس ظهور الأنواع عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) ان القيم المرتفعة لدليل تجانس الانواع في النهر تشير على عدم وجود شد أو ضغط بيئي على أنواع الهائمات في النهر حيث تجاوزت القيم 0.5 في اغلب اشهر الدراسة وبذلك تعتبر الأنواع متجانسة في ظهورها (Al Taei., 2017) ، وهذا يتفق مع ما أشار اليه (الحمدادي., 2016) اما الاختلاف في قيم الدليل بين المواقع والاشهر قد يعود السبب الى طبيعة الظروف البيئية التي قد تكون ملائمة أو غير ملائمة للتواجد الهائمات (Cahyonugroho *etal.*, 2022)

4-1-3-4 دليل مكنوش McIntosh Diversity Index(Mc)

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل مكنوش ان اقل قيمة كانت (0.33) في الموقع الثالث في شهر كانون الأول اما اعلى قيمة كانت (0.87) في الموقع الأول في شهر أيلول (شكل 28) (ملحق 3,2,1) اما اعلى معدل كان (0.68) في الموقع الأول بينما اقل معدل كان في الموقع الثالث (53) (جدول 8)



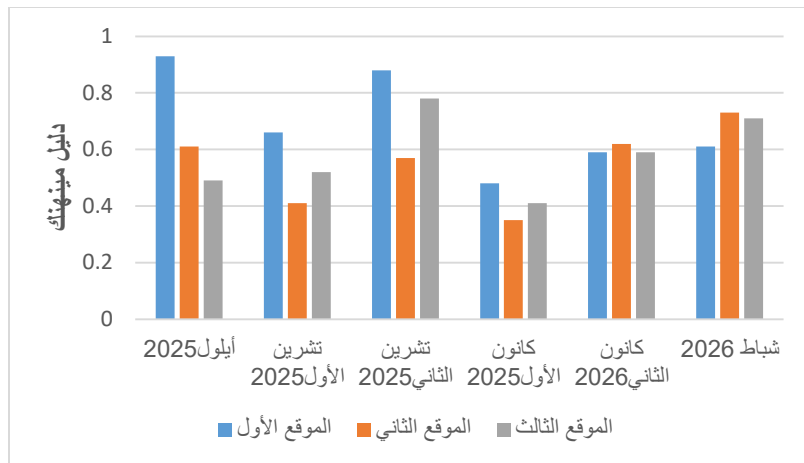
شكل (28) التغيرات الشهرية في قيم دليل مكنوتش في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الاشهر لقيم دليل Mc عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) بينت النتائج ان قيم الدليل تميل الى ان تكون قريبة من 1 وهذا يدل على ان التنوع في نهر الدغارة عالي بسبب ان نوعية المياه تكون ملائمة لمعيشة انواع الهائمات وانه غير متأثر بالملوثات التي تصل اليه (Gani et al., 2024) كما ان إن تحديد السبب المباشر لقلّة قيم التنوع في نهر الدغارة أمر صعب بفعل تداخل العوامل البيئية (Baidya., 2019)

Menhinick's Index

5-1-3-4 دليل مينهنك

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل (Me) ان اقل قيم كانت (0.35) في الموقع الثاني في شهر كانون الأول اما اعلى قيمة كانت (0.93) في الموقع الأول في شهر أيلول (شكل 29) (ملحق 1, 2, 3) بينما كان اعلى معدل (0.69) في الموقع الأول اما اقل معدل كان (0.55) في الموقع الثاني (جدول 8)



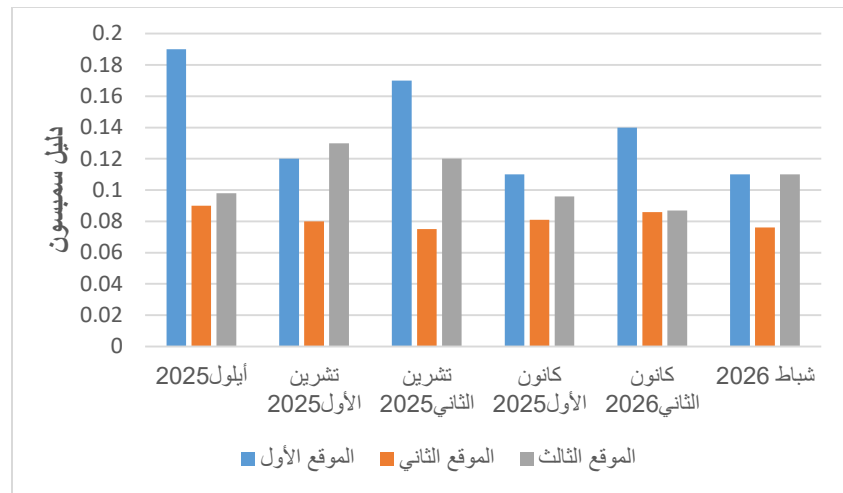
شكل (29) التغيرات الشهرية في قيم دليل مينهنك في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الاشهر لقيم دليل Me عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) بينت نتائج الدليل انها كانت قريبة من 1 وهذا دليل على التنوع العالي في نهر الدغارة ودليل على ان نوعية المياه ملائمة لمعيشة الهائمات النباتية (Moon et al., 2026) حيث ان نتائج دليل (Me) في الدراسة الحالية مقاربة لما سجلته (Nkwoji et al., 2010) واقل مما سجله (الحمداوي, 2016) على نهر الشامية

Simpson Index

6-1-3-4 دليل سمبسون

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل سمبسون ان اقل قيمة كانت (0.075) في الموقع الثاني في شهر تشرين الثاني بينما اعلى قيمة كانت (0.19) في الموقع الأول في شهر أيلول (شكل 30) (ملحق 3,2,1) بينما كان اعلى معدل (0.14) الموقع الأول اما اقل معدل كان (0.081) في الموقع الثاني (جدول 8)



شكل (30) التغيرات الشهرية في قيم دليل سمبسون في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع وعدم وجود فروق معنوية بين الاشهر لقيم دليل سمبسون عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) يتراوح مؤشر الهيمنة لسمبسون من 0 إلى 1.0، حيث يمثل الرقم 0 أن جميع التصنيفات موجودة بالتساوي ويدل الرقم 1.0 على سيطرة نوع واحد بالكامل، كلما كانت القيمة أكبر، كلما زادت تنوع العينة (Simpson., 1949) أن الانخفاض في قيم دليل سمبسون في الموقع الثاني يدل على تلوث مياه نهر الدغارة بسبب الأنشطة البشرية وملوثات الصرف الصحي والزراعي والمنزلي (Islama et al., 2022) اما الارتفاع في قيم الدليل في الموقع الأول باتجاه الرقم واحد وهذا يعني ان المياه كانت اقل تلوثاً (Tang et al., 2025) وجاءت هذه الدراسة مقارنة لما سجلته (Nkwoji et al, 2010) واقل من (Kadhim., 2023)

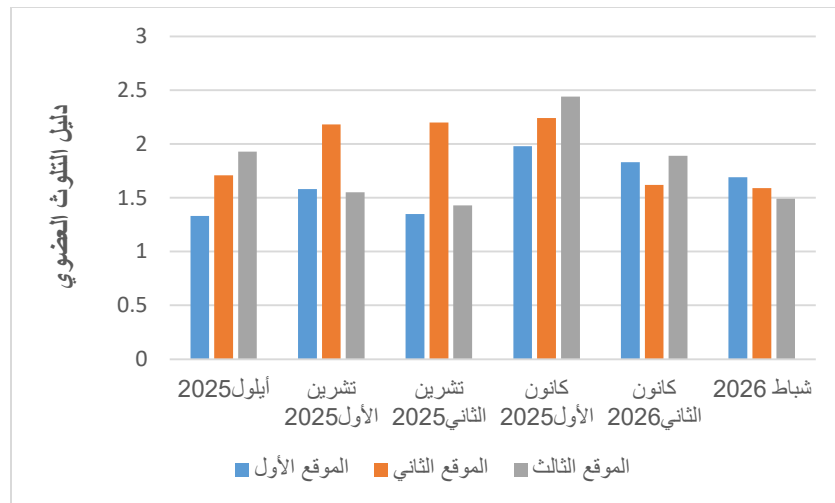
Indicators of Pollution

2-3-4 دلالات التلوث

Saprobic Index

1-2-3-4 دليل التلوث العضوي

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل التلوث العضوي ان اقل قيمة كانت (1.33) في الموقع الأول في شهر أيلول بينما اعلى قيمة كانت (2.44) في الموقع الثالث في شهر كانون الأول (شكل 31) (ملحق 1,2,3) اما اعلى معدل كان (1.92) في الموقع الثاني اما اقل معدل كان (1.63) في الموقع الأول (جدول 9)



شكل (31) التغيرات الشهرية في قيم دليل التلوث العضوي في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية الاشهر لقيم دليل التلوث العضوي عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) عند مقارنة نتائج دليل التلوث (S) التي تم التوصل اليها في الدراسة الحاليه مع القيم القياسية لدليل التلوث العضوي التي حددت عالميا يتبين ان نوعية المياه في نهر الدغارة خلال الدراسة الحالية تراوحت ما بين درجة التلوث قليلة الى متوسطة درجة التلوث أو تكون متوسطة درجة التلوث العضوي to (Afriandri *et al.*, 2024) Very Slight (Oligosaprobic) Moderate (Beta- mesosaprobic) حيث تتفق هذه مع دراسة (الحمداوي, 2016) على نهر الشامية .ان التباين بين الأشهر والمواقع بين قيم الدليل التلوث العضوي قد يكون ناتج من طرح كميات من المواد العضوية مع مياه الصرف الصحي الى النهر والتي تكون ذات محتوى عالي من المواد العضوية والتي تحللها الاحياء المجهرية بارتفاع الحرارة مما يزيد من قيمه (Nurdin *et al.*, 2025) كما ان الذي تم ملاحظته في قيم المتطلب الحيائي للأوكسجين ودليل التلوث العضوي خلال الدراسة هذا يؤكد قابلية النهر على تنقية نفسه من الفضلات العضوية المتطلبة للأوكسجين عن طريق التخفيف وإعادة التهوية (Makhough *et al.*, 2023).

جدول (9) دلالات الحيوية للتلوث في جميع مواقع الدراسة على نهر الدغارة السطر الأول (المدى) السطر الثاني (المعدل $\pm$ الانحراف المعياري)

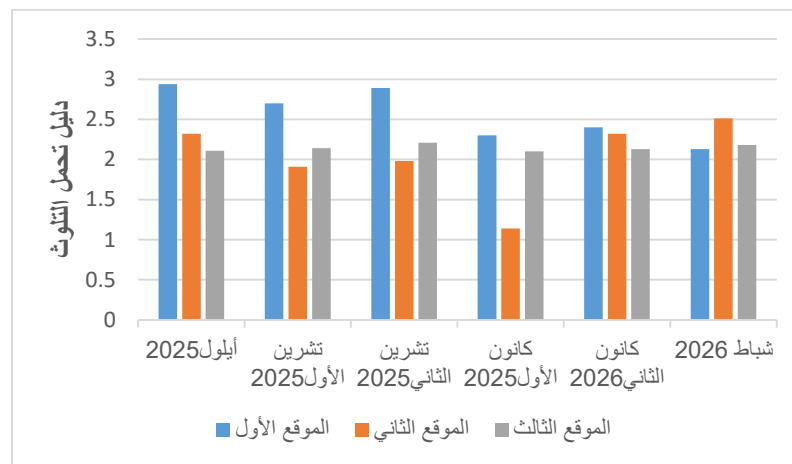
الدليل	الموقع الأول	الموقع الثاني	الموقع الثالث
دليل التلوث العضوي	1.98-1.33 0.26 $\pm$ 1.63	2.24-1.59 0.31 $\pm$ 1.92	2.44-1.43 0.38 $\pm$ 1.79
دليل تحمل التلوث	2.94-2.13 0.33 $\pm$ 2.56	2.51-1.14 0.49 $\pm$ 2	2.18-2.1 0.04 $\pm$ 2.15

دليل بالمر للتلوث	10-6 1.60±7.83	17-11 2.16±13.66	13-8 1.94±9.83
النسب المئوية للأنواع الحساسة للتلوث	%76.73-%49.12 11.20±%62.88	%69.4-%23.5 17.29±%41.93	%64.86-%28.12 14.64±%47.38
دليل حساسية التلوث	14.53-11.62 1.13±12.66	12.47-7.51 1.85±10.58	14.53-8.87 2.06±12.41

Pollution Tolerance Index

2-2-3-4 دليل تحمل التلوث

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل التلوث العضوي ان اقل قيمة كانت (1.14) في الموقع الثاني في شهر كانون الأول بينما اعلى قيمة كانت (2.94) في الموقع الأول في شهر أيلول (شكل 32) (ملحق 1,2,3) بينما كان اعلى معدل (2.56) في الموقع الأول واقل معدل (2) في الموقع الثاني (جدول 9)



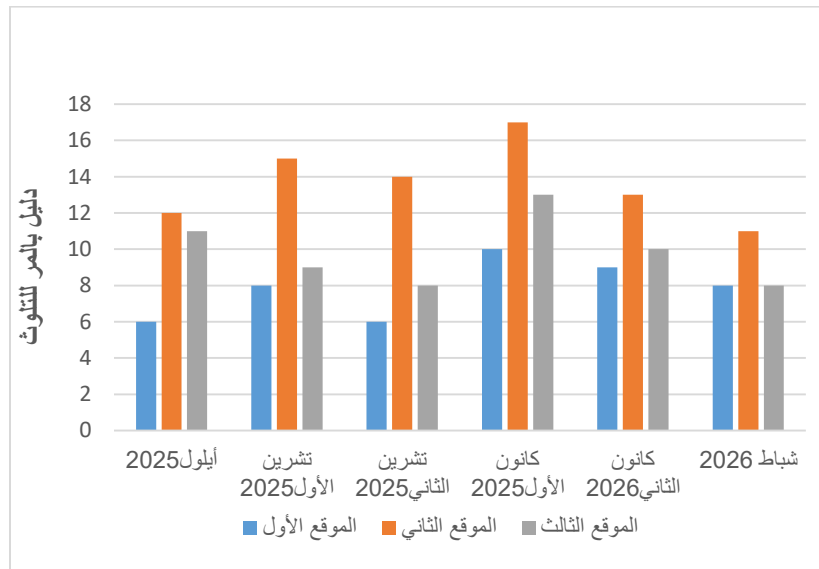
شكل (32) التغيرات الشهرية في قيم دليل تحمل التلوث في نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية بين الأشهر والمواقع لقيم دليل تحمل التلوث عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) و عند مقارنة النتائج مع القيم القياسية لهذا الدليل والتي حددها-Lange (Bertalot, 1979) وهي تتراوح ما بين (1-4) حيث ان (1) مياه ذات تلوث عالي و(2 و3 و4) مياه ذات تلوث واطئ نجد ان مياه نهر الدغارة ذات تلوث واطئ أو قليلة التلوث وهذه نتيجة تتفق مع دليل التلوث العضوي (S) اما الانخفاض في شهر كانون الأول في الموقع الثاني ربما يعزى الى زيادة قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية نتيجة وصول كميات عالية من الملوثات ومياه الصرف الصحي والمنزلي ومياه المبالز العائدة لمجرى النهر كون هذا الموقع يقع في مركز المدينة (Annabi-Trabelsi et al, 2022)

Palmer Pollution Index

3-2-3-4 دليل بالمر للتلوث

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل بالمر للتلوث ان اقل قيمة كانت (6) في الموقع الأول في شهري أيلول وتشرين الثاني بينما اعلى قيمة كانت (17) في الموقع الثاني في شهر كانون الأول (شكل 33) (ملحق 1,2,3) اما اعلى معدل كان (13.66) في الموقع الثاني واقل معدل كان (7.83) في الموقع الأول (جدول 9)



شكل (33) التغيرات الشهرية في قيم دليل بالمر للتلوث في مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

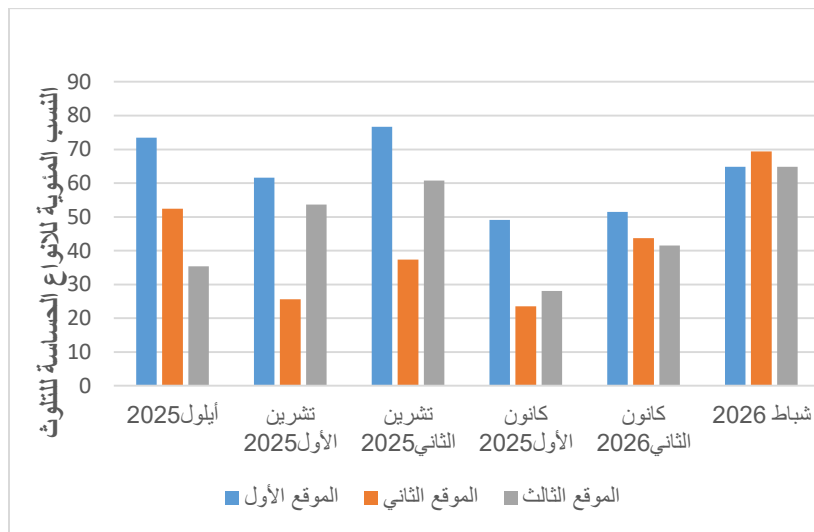
بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية الاشهر وجود فروق معنوية بين المواقع لقيم دليل بالمر التلوث عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) بل اعتماد على القيم القياسية لدليل بالمر ان نتائج دليل بالمر بينت ان مياه نهر الدغارة ذات تلوث عضوي غير عالي والتي تتفق مع دليل التلوث العضوي الذي بين ان المياه تتراوح بين قليلة التلوث الى متوسطة التلوث ودليل تحمل التلوث الذي بين ان مياه نهر الدغارة ذات تلوث واطئ اما الارتفاع في قيمة دليل بالمر في كانون الأول في الموقع الثاني قد يعود السبب الى طرح فضلات الصرف الصحي ومخلفات المنازل كون هذا الموقع يقع في مركز المدينة و التي تزيد من المواد العضوية وتؤدي الى زيادة قيمة المتطلب الحيوي وانخفاض قيمة الاوكسجين (Jahan and Hussainj, 2024; Singh, 2025)

Precente Sensitive Species %SS

4-2-3-4 النسب المئوية للانواع الحساسة للتلوث

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم النسب المئوية للانواع الحساسة للتلوث ان اقل قيمة كانت (23.5%) في الموقع الثاني في شهر كانون الثاني اما اعلى قيمة كانت (76.73%) في الموقع الأول في شهر تشرين الثاني

(شكل 34) (ملحق 3,2,1) اما اعلى معدل كان (62.88%) في الموقع الأول وافل معدل كان (41.93%) في الموقع الثاني(جدول9)



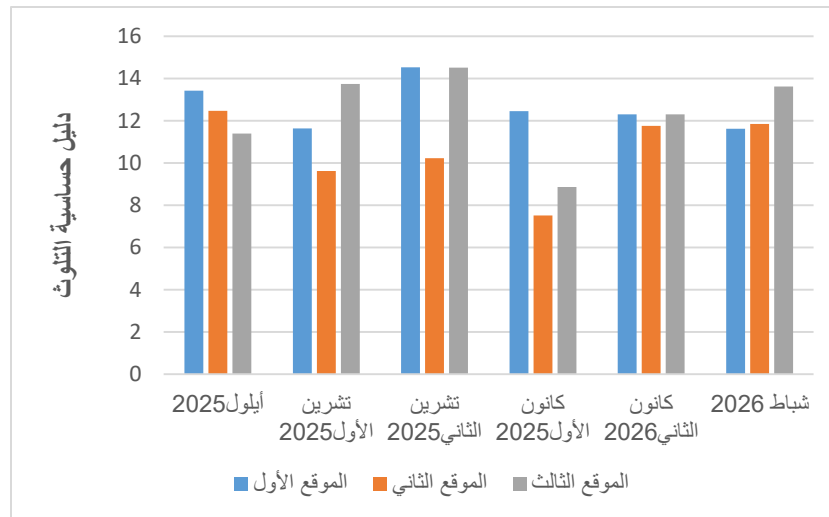
شكل (34) التغيرات الشهرية في قيم النسب المئوية للانواع الحساسة للتلوث في مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع ,وبين شهري شباط وكانون الأول لقيم دليل النسب المئوية للانواع الحساسة التلوث عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) بينت نتائج دليل النسب المئوية للانواع الحساسة للتلوث في كانت عالية ولم تسجل قيم و معدلات بحدود (10.00 %) حيث ان انخفاض قيم النسب المئوية للانواع الحساسة للتلوث يدل على تلوث المياه في النهر كلما كانت القيمة اعلى من 50% فان جودة المياه (Moderate Polluted) اي من نوع درجة التلوث العضوي b- mesosabropic وكلما كانت اقل من 50% تميل نوعية المياه لتكون ذات درجة تلوث b-a-mesosabrop بينما اذا بينما اذ كانت مقاربة للـ 10% فان نوعية المياه تكون ذات درجة التلوث (a-meso – Polysabropic) وبـل الاعتماد على هذه النتائج فان مياه نهر الدغارة تتراوح بين ان تكون مياه ذات نوعية (مقبولة) او متوسطة التلوث (Lange-Bertalot. ,1979) بذلك فان نتائج دليل نسب الانواع الحساسة للتلوث تتفق مع دليل بالمر للتلوث (PPI) وتتفق مع دليل التلوث العضوي (S) ودليل تحمل التلوث (PTI) اما الانخفاض في القيم في الموقع الثاني قد يعود السبب الى الاختلاف في تركيز المغذيات النباتية آذ يمر النهر في هذا الموقع في مركز المدينة فيتعرض الى تدفق المياه الى الفضلات البشرية التي تطرح الى النهر مما يؤدي الى زيادة تراكيز المغذيات النباتية حيث ان الهائمات تختلف في القدرة على النمو ومقاومة الظروف الصعبة وبذلك تنخفض النسب المئوية للانواع (Atnj.,2024; Wei *etal.*,2023)

Index of Pollution Sensitivity (IPS)

4-3-2-5 دليل حساسية التلوث

بينت نتائج الدراسة الحالية لقيم دليل حساسية التلوث ان اقل قيمة كانت (7.51) في الموقع الثاني في شهر كانون الأول اما اعلى قيمة كانت (14.53) في الموقع الأول في شهر تشرين الثاني (شكل 35) (ملحق 3,2,1) اما اعلى معدل كان (12.66) في الموقع الأول واقل معدل كان (10.58) في الموقع الثاني (جدول 9)



شكل (35) التغيرات الشهرية في قيم حساسية التلوث في مياه نهر الدغارة خلال مدة الدراسة

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية بين الأشهر وتحديدًا شهري تشرين الثاني و كانون الأول لقيم دليل حساسية التلوث عند ($P \leq 0.05$) (ملحق 7) وعند مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها في الدراسة الحالية مع القيم القياسية للدليل نجد ان مياه نهر الدغارة تتراوح بين متوسطة التلوث الى جيدة (Hou et al, 2024) اما القيم الفقيرة القليلة التي تم تسجيلها في الموقع الثاني قد تعزى الى قلة اعداد الهائمات النباتية وقلة نسبة الاوكسجين في هذا الموقع واختلاف تراكيز المغذيات (Bads et al., 2010) توافقت هذه مع دراسة (الحمدوي, 2016) على نهر الشامية

الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Recommendations

Conclusions and Recommendations

الاستنتاجات والتوصيات

conclusions

الاستنتاجات:

- 1 - استنتجت الدراسة الحالية بناء على التغيرات في الخواص الفيزيائية والكيميائية لمياه النهر على انها تميل للقاعدية الخفيفة و بالاعتماد على قيم الاوكسجين تعتبر المياه ذات تهويه جيدة وأيضا تم تصنيفها على انها مرتفعة الملوحة وارتفاع المواد الذائبة مما يحد من جودتها للاستخدام البشري المباشر دون مرورها بعمليات تصفية ومعالجة قبل الاستعمال البشري
- 2 – بينت الدراسة الكمية والنوعية للهائمات النباتية سيادة الدايتومات Bacillaroiphyceae على بقية أنواع الهائمات النباتية يليها صنف الطحالب Chlorophyta اما صنف الطحالب Cyanophyta جاءت ثالثا اما صنف الطحالب Chrysophyta و Euglenophyta معا جاءت رابعا اما صنف طحالب Pyrrhophyceae جاءت في المركز الخامس
- 3 – وبل الاعتماد على ادلة التنوع الحيوية دليل الغنى Richness Index(D) ودليل شانون ويفر Shannon Weaver Index(H) and دليل تجانس ظهور الأنواع Species Uniformity Index(Evenness) ودليل مكنيتوش McIntosh Diversity Index(Mc) ودليل مينهنك Menhinick's Index ودليل سمبسون Simpson Index اشارت هذه الأدلة عدم سيطرة أنواع محددة من أنواع الهائمات النباتية وان مياه نهر الدغارة تميل الى تكون ذات تنوع معتدل
- 4 – وبل الاعتماد على الادلة الحيوية للتلوث دليل التلوث العضوي Saprobic Index ودليل تحمل التلوث Pollution Tolerance Index ودليل بالمر Palmer Pollution Index ودليل النسب المئوية الحساسية للتلوث %SS Precente Sensitive Species Index of Pollution والتلوث Sensitivity (IPS) فقد تم تصنيف مياه النهر على انها تتراوح ما بين قليلة التلوث الى تلوث متوسط الارتفاع
- 5- واستنتجت الدراسة الحالية بالنسبة للمواقع ان الموقع الثاني كان اكثر تلوث ويتعرض الى ضغوط بيئية وكان الموقع الأول الأقل تلوث

التوصيات : Recommendations

- 1 – استعمال دلائل أخرى لتقييم نوعية مياه نهر الدغارة مثل دليل نوعية المياه الكندي لغرض تحديد نوعية المياه للاستخدامات المختلفة
- 2 – دراسة الهائمات الحيوانية الى جانب الهائمات النباتية لتقييم نوعية مياه نهر الدغارة
- 3 – دراسة العناصر الثقيلة في مياه نهر الدغارة
- 4 – الاهتمام بتنظيف الناس ونشر الوعي البيئي وكذلك أهمية وجود متابعة مستمرة ومنع طرح الملوثات الى النهر وتشريع قوانين تحد من هذا وحماية التنوع الموجود في النهر

المصادر

References

المصادر العربية

- إبراهيم، صاحب شنون.(2006) التنوع الحيائي لللافقرات في نهري الدغار والديوانية/العراق . أطروحة دكتوراة -كلية التربية -جامعة القادسية
- التميمي، عبد الناصر عبد الله مهدي والغافلي، أمين عبود الرجال .(2009) .تأثير محطة توليد الطاقة في الهائمات الطحالب الصلواحة والصلواحة لنهر الفرات العراق، مجلة بغداد للعلوم 26-32 (4)
- الحمدوي، علي عبيد شعوط (2009) البكتيريا الزرقاء والعوامل المسببة للبكتيريا الزرقاء على في نور الدغارة الديوانية العراق .رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة القادسية، 15 ص
- الحيدري، محمد جواد صالح .(2003). بعض التأثيرات البيئية لمياه الصرف الصناعي لشركة الفرات العامة للصناعات الكيماوية – سدة الهندية .رسالة ماجستير .كلية العلوم -جامعة بابل.
- الخالدي احمد محمود فالج .(2019) دراسة لمنولوجية مياه نهر الديوانية العراق باستعمال بعض ادلة نوعية المياه وشبكات الاستشعار عن بعد اطروحة دكتوراه كلية التربية - جامعة القادسية.
- الخفاجي ,انسام سعد عبد الهادي .(2020) التنوع الحيوي للهائمات النباتية وعلاقتها ببعض الصفات البيئية في نهر الفرات في محافظة المثنى العراق .رسالة ماجستير .كلية العلوم جامعة المثنى.
- الزبيدي ختام عباس مرهون (2012) تأثير مخلفات معمل نسيج الديوانية على نوعية المياه ورواسب نهر الديوانية .العراق .رسالة ماجستير، جامعة القادسية - كلية العلوم
- الشجيري ,بشرى احمد (2021) تحليل جغرافي لتلوث مياه نهر الفرات في محافظة الانبار ، أطروحة دكتوراه ، كلية التربية للعلوم الإنسانية جامعة الانبار.
- الصراف ,منار عبد العزيز عبد الله .(2006) دراسة بيئية وتصنيفية للهائمات النباتية في رافدي العظيم وديالى وتأثيرهما في نهر دجلة . أطروحة دكتوراه. قسم علوم الحياة. كلية العلوم للبنات, جامعة بغداد – العراق.
- الطائي ,محمد عدنا .(2025)الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر الفراتمقطع الشنافية والسماوة واثرها على الانتاج الزراعي .مجلة تكريت للعلوم الإنسانية.

- الغانمي، حيدر عبد الواحد. (2003).** دراسة بيئية وتصنيفية عن الهائمات النباتية في الجزء الشمالي من نهر الديوانية واثرها على محطة تصفية المياه. رسالة ماجستير. كلية التربية - جامعة القادسية.
- القصير، محمد كاظم خوين. (2012)** دراسة التأثير البيئي لتصريف مشروع معالجة مياه الصرف الصحي على نوعية مياه نهر الديوانية – العراق
- المكدمي، بثينة عبد العزيز حسن (2016)** دراسة المجتمع الطحالب الدايتومات في نهر دجلة بين بغداد ومنطقة الدجيل أطروحة دكتوراه كلية التربية للعلوم الصرفة ابن الهيثم.
- الموسوي, هادي رجان حاوي مهدي (2022).** دراسة بيئية لمجتمع الهائمات الحيوانية كدلائل حيوية للتنوع الاحيائي في مياه نهر الفرات المار بمدينة السماوة - العراق. رسالة ماجستير. قسم علوم الحياة. كلية العلوم جامعة القادسية.
- علي, هدى حلو(2020)** تأثير بعض العوامل البيئية على وجود وانتشار النباتات المائية في نهر دجلة في محافظة ميسان . رسالة ماجستير .كلية العلوم .جامعة البصرة .145. صفحة
- مطلوب, طالب هاشم.(2011).** التغيرات الشهرية لبعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية ومستويات بعض العناصر الثقيلة لمياه نهر الحسينية- كربلاء , مجلة جامعة كربلاء العلمية العراق 9(4):289-298.

References

- Abbas, A. A. A; and Hassan, F. M. (2018). Water quality assessment of Euphrates river in Qadisiyah province (Diwaniyah river), Iraq. *The Iraqi Journal of Agricultural Science*, 49 (2), 251-261.
- Abbaspour, F; Yaripour, S; Gloeer, P; and Zamanpoore, M. (2019). Ecology and species composition of Molluscs in upstream of the Kor River System, with two new records for the Fars Province, Iran,” *J. Wildl. Biodivers.*, 3 (2), 29-39.
- Adam, A. B., Mu'azu, J. B., Titilayo, O. A., Ba'aku, A. E., Gani, J., & Abubakar, M. Y. (2025). The Role of Organic Pollutants in Water Pollution A Review. *Journal of Chemical Technology*, 1(4), 142-159.
- Adubor, C., Ekperusi, A. O., Michael, A., & Olomukoro, J. O. (2025). Physicochemical Properties of Surface Water, Heavy Metals Levels in Sediments and Macrobenthic Invertebrates Community of Ikpoba River, Benin City, Edo State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 29(5), 1653-1663.
- Afriliandri, A., Hariyati, R., Soeprbowati, T. R., & Al Falah, M. H. (2024). Condition of the Progo River Upstream in Temanggung Regency based on Community Structure and Saprobic Index of Plankton. *Indonesian Journal of Limnology*, 5(2), 77-90.
- Akpor, O. B. and Muchie, M. (2011). Environmental and Public health, implications of wastewater quality. *African J. of biotechnology*. 10(13): 2379-2387.
- Akter, S. H. I. L. P. I., Saifullah, A. S. M., Meghla, N. T., Uddin, M. J., & Diganta, M. T. M. (2018). Seasonal variation of phytoplankton abundance and water quality parameters in Jamuna River. *J. Sci. Technol*, 8, 107-123.

- Al- Hassany, J.S. (2010). A Study of the Ecology and Diversity of Epiphytic Algae on Some Aquatic Plants in Al-Hawizah Marshes, Southern Iraq. PhD.thesis, College of Science for Women, University of Baghdad.
- Alam, W. and R. J. Laishram. 2017. Spatial and Temporal Assessment of Water Quality of Nambul River Within Imphal City, Manipur. International Conference on Natural Resources Management and Technology Trends (ICNRM-17), at Manipur University, Imphal. pp: 108-109
- Albueajee, A. I., Hassan, F. M., & Douabul, A. A. Z. (2020). Phytoplankton species composition and biodiversity indices in Auda marsh-southern Iraq. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 51.
- Al-Fanharawi, A. (2017). ‘A study of some physical, chemical and biological properties of Slabiaat River waters in Al-Muthanna province, Iraq’, Baghdad Journal of Science, (June), 289–289.
- Al-Ghabban, M. J. S; and Al–Asady, R. K. A. (2022). Ecological and Taxonono study on phytoplankton in AL-Shafya river/Iraq. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 13(3), 1011-1018.
- Al-Heety, E; Turkey, A; and Al-Othman, E. (2011). Physico-chemical assessment of Euphrates river between Heet and Ramadi cities, Iraq. Journal of Water Resource and Protection, 3 (11), 812-823.
- Ali, H. A., & Al-Mahdawi, M. M. (2015). Phytoplankton diversity and pollution index in North Part of Euphrates River, Iraq. Iraqi Journal of Science, 56(3B), 2223-2236.
- Aljaburi, M. S.; Alshakeer, Y. M. and Alfakhrii, M. A. (2024). The Effect of the Succession of Seasons on Some Parameters of the Tigris River in Mosul City, Iraq. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 28(5):1300-1312.

- Al-Mashagbah, A. F. (2015). Assessment of surface water quality of king abdullah canal, using physico-chemical characteristics and water quality index, Jordan. Journal of Water Resource and Protection, 7 (04), p339.
- Alprol, A. E., Ashour, M., Mansour, A. T., Alzahrani, O. M., Mahmoud, S. F., & Gharib, S. M. (2021). Assessment of water quality and phytoplankton structure of eight Alexandria beaches, southeastern Mediterranean Sea, Egypt. Journal of Marine Science and Engineering, 9(12), 1328.
- Al-Qaisar, M .K. A (2012) (Arabic) Studying the environmental impact of the discharge of a sewage treatment project on the water quality of Al-Diwaniyah River . Iraq, Master Thesis
- Al-Sharifi, A. A. (2014). Possible contamination with heavy elements and some ecological parameters of water Bani- Hassan stream in the province of Karbala- Iraq. M.Sc. Thesis. University of Karbala. (In Arabic)
- Al-Taee, I. A. A. (2017).Algal community, composition and its relation with some environmental variable in Bahr Al-Najaf -Iraq.A Thesis to the College of Science, University of Al-Kufa
- Al-Taee, I., & Mahmoud, A. (2023). Measurement of some biodiversity indices for phytoplankton community in Sawa Lake, Southern Iraq. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 27(6), 1043-1055.
- Altahaan, Z. and Dobslaw, D. (2024). Assessment of the impact of war on concentrations of pollutants and heavy metals and their seasonal variations in water and sediments of the Tigris River in Mosul, Iraq, *Environments*, 11(1): 10.
- Al-Taie, A. A. K (2010) (Arabic) . An ecological study of the algae attached to the mud in the Hilla River / Iraq. Master Thesis . College of Science. Department of biology University of Babylon

- Al-Tamimi, A. N. A., & Al-Obeidi, N. A. (2025). Biodiversity of phytoplankton (non-diatoms) as bio-indicators in assessing the water quality and trophic status of the Euphrates river between Al-Baghdadi and Al-Ramadi Cities, Western Iraq. *Agronomy Research*, 23(S2), 723-737.
- Al-Tamimi, A. N. A., & Al-Obeidi, N. A. (2025). Biodiversity of phytoplankton (non-diatoms) as bio-indicators in assessing the water quality and trophic status of the Euphrates river between Al-Baghdadi and Al-Ramadi Cities, Western Iraq.
- Al-Tamimi, A. N. A., and Al-Jumaily, I. S. (2021). Planktonic Diatoms as Bio Indicators of Water Quality of Euphrates River between Saqlawiah and Amiriat Al-Fallujah–Iraq. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 6799-6813.
- Amić, A., and Tadić, L. (2018). Analysis of Basic Physical-Chemical Parameters, Nutrients and Heavy Metals Content in Surface Water of Small Catchment Area of Karašica and Vučica Rivers in Croatia. *Environments*, 5 (2),p 20.
- Annabi-Trabelsi, N., Guermazi, W., Leignel, V., Al-Enezi, Y., Karam, Q., Ali, M., ... & Belmonte, G. (2022). Effects of eutrophication on plankton abundance and composition in the Gulf of Gabès (Mediterranean Sea, Tunisia). *Water*, 14(14), 2230.
- APHA (1985). "Standard Methods for Examination of Water and Waste Water". 16th ed., U.S.A. Banat, K.M.; Al-Rawi, Y. (1981). Heavy metals distribution in the sediment of Euphrates river. *Iraqi. J. Sci.*, 22(4), 554-561.
- APHA, American Public Health Association. (2003). Standard methods for the examination of Water and Wastewater. 14th Ed. American public Health Association, Washington. DC.

- Atni, O. K. (2024). Structure of Plankton and Benthos Communities in Bahorok River in Bahorok District, Langkat Regency, North Sumatra. *International Journal of Ecophysiology*.
- Ayyal, A. W. R. (2017). Ecological Study of Some Physical and Chemical Properties of Gharaf River Water and The Quality and Quantity of The Phytoplankton Species. *Journal of Education for Pure Science*, 7(1).
- Badsi , H.; Ali ,H. O. ; Loudiki , M.; El Hafa, M. ; Chakli, R. and Aamiri, A.(2010). Ecological factors affecting the distribution of zooplankton. community in the Massa Lagoon (Southern Morocco) *Afr. J. Environ. Sci. Technol.* 4(11): 751-762.
- Bai, D.; Li, X.; Liu, Z.; Wan, L.; Song, C.; Zhou, Y. and Cao, X. (2023). Nitrogen and phosphorus turnover and coupling in ponds with different aquaculture species, *Aquaculture*, 563: 738997.
- Baidya, S. K. D. (2019). P-IBI: An Approach for Assessing the Water Quality of the Chathe River in Nagaland (India). *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 45(4), 317-332.
- Bellinger, E. G., and Sigee, D. C. (2010). *Freshwater algae: Identification and use as bioindicators*. Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell., pp 100-136,
- Bellinger, E.G & Sigee, D.C. (2015) 'Fresh water algae identification enumeration and use as bioindicator', Printed in Great Britain by Antony Rowe, Ltd. Chippenham, Wilts , 4- 1
- Bellinger, E.G and Sigee, D.C. (2010) 'Fresh water algae identification and use as bioindicator', Printed in Great Britain by Antony Rowe, Ltd. Chippenham, Wilts ,pp 265.
- Bhart, N. and D. Katyal. (2011). Water quality indices used for surface water vulnerability assessment. *International J. of Environ. Sci.* 2(1): 154-173.

- Bjelić, L. S., Markić, D. N., Ilić, P., Farooqi, Z. U. R., & Munawar, H. (2021). Characteristics of Saline Water and Health Impact. In Removal of Pollutants from Saline Water (pp. 7-28). CRC Press
- Cahyonugroho, O. H., Hariyanto, S., & Supriyanto, G. (2022, June). Study of phytoplankton biology index and water quality parameters of kali Surabaya River. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1041, No. 1, p. 012087). IOP Publishing.
- Chen, P. (2024). Unlocking policy effects: Water resources management plans and urban water pollution. *Journal of Environmental Management*, 365, 121642.
- Chen, S. S., Kimirei, I. A., Yu, C., Shen, Q., & Gao, Q. (2022). Assessment of urban river water pollution with urbanization in East Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(27), 40812-40825.
- Collavini, F., Zonta, R., Bettiol, C., Fagarazzi, O.E. and Zaggia L. (2001) ‘ Metal and nutrient loads from the drainage basin to the Venice lagoon. In: Ministero Lavori Pubblici, Consorzio Venezia Nuova, CNR Istituto per lo studio della dinamica delle Grandi masse (Eds.), Determination of the Pollutant Load Discharged into the Venice Lagoon by Drainage Basin’, Venice, July. pp 48–55.
- Custodio M., Chirinos C; Penaloza R. (2020). Behavior of physico- chemical parameters and potentially toxic metals in surface water evaluated by means of multimetric indices: A case study in a protected natural area of Peru. *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 29. No. 3 p. 2111–2123. DOI 10.15244/pjoes/ 110933.
- Dalu, T., Froneman, P. W., and Richoux, N. B. (2014) Phytoplankton community diversity along a river-estuary continuum, Transactions of the Royal Society of South Africa, 69(2), 107-116.

- Delaigue, L.; Reichart, G. J.; Qiu, L.; Achterberg, E. P.; Ourradi, Y.; Galley, C.; Mutzberg, A. and Humphreys, M. P. (2025). From small-scale variability to mesoscale stability in surface ocean pH: implications for air–sea CO₂ equilibration, *Biogeosciences*, 22(18): 5103–5121.
- Desikachary. F. R.(1959).Cyanophyta, Acad press London. v Elliott, J. A.; Thackeray, S. J.; Huntingford, C. and Jones, R. (2005). Combining a Regional climate model with a phytoplankton community model to predict future changes in phytoplankton in lakes. *Freshwater Biology* 50: 1404-1411.
- Dorlikar, V. D., Sadulwar, R. G., Narwade, K. B., Shinde, S. S., & Raut, S. D. (2025). Phytoplankton diversity is best food indicator for insects and fishes from Kapileshwar Lake of Wardha District (Ms), India. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 15(3), 67-74.
- Du, Y., Xu, X., Liu, Q., Bai, L., Hang, K., & Wang, D. (2022). Identification of organic pollutants with potential ecological and health risks in aquatic environments: Progress and challenges. *Science of the total environment*, 806, 150691.
- Elena, R.; Elena, B.; Vasile, L.; Oana, C. P. and Luminita, L. (2025). A long-term perspective of seasonal shifts in nutrient dynamics and eutrophication in the Romanian Black Sea Coast, *Sustainability*, 17(3): 1090.
- Eyo, V.O.; Ekpo, P. B.; Andem, A.B.&Okorafor, K. A. (2013) Ecology and Diversity of phytoplankton in the great kwa River, Cross River State, Nigeria. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, Vol. 1(2), pp: 115-118.
- Fang, Y. K., Wang, H. C., Han, J. L., Li, Z. L., & Wang, A. J. (2022). Enhanced nitrogen removal of constructed wetlands by coupling with the

- bioelectrochemical system under low temperature: Performance and mechanism. Journal of Cleaner Production, 350, 131-165.
- Febriansyah SC, Hakim L, Saptoyo S, Retnaningdyah C. 2023. Phytoplankton diversity as a bioindicator of water quality mangrove ecosystems in Clungup Mangrove Conservation, Kondang Merak and Sempu Island, Malang Regency. J Trop Biodivers Biotechnol 8 (1): 73002.
- Fisher, K. (2013) 'Periphyton and Phytoplankton Chlorophyll a Levels in the Little Bear River and Hyrum Reservoir ', Utah'. Natural Resources and Environmental Issues, 18(1), 6.
- Foged, N. (1977). Fresh water Diatom in Ireland Bibliotheca phycologia Herausgeseben von. J. cramer Band 34:1-221.
- Gani, M. A., Akhtar, A., Shafi, S. A., Hasan, M. M., Khan, F. I., Ahmad, S., ... & Alfasane, M. A. (2024). Phytodiversity and water quality of a seminatural Madhabpur Lake in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Botany*, 53(1), 141-152.
- Germain H. (1981) Flora des diatoms. Diatomophyceae eau douces et saumâtres du Massif Armoricien et des contrées voisines d'Europe occidentale. Science Nouvelle des Editions Boubee Paris.
- Giao, T.N. and Ly, T.N.H. (2023). Influence of urban and residential areas on surface water quality in the Vietnamese Mekong Delta coastal province. International Journal of Environmental Science and Development, 14(4).
- Gogoi, P., Sinha, A., Das Sarkar, S., Chanu, T. N., Yadav, A. K., Koushlesh, S. K., ... & Das, B. K. (2019). Seasonal influence of physicochemical parameters on phytoplankton diversity and assemblage pattern in Kailash Khal, a tropical wetland, Sundarbans, India. Applied Water Science, 9(7), 156.

- Gong, Y.; Liang, X.; Li, X.; Li, J.; Fang, X. and Song, R. (2016). Influence of rainfall characteristics on total suspended solids in urban runoff: A case study in Beijing, China. *Water*, 8(7), 278.
- Gulecal, Y. and Temel, M. (2014) ‘Water Quality and Phytoplankton Diversity in Büyükçekmece Watershed’, Turkey 16 (1) *journal of Water resource and protection*, Vol. 6, pp55-61.
- Hadi, R. A. M. (1981). Algal studies on the river usk. ph.D. thesis, univ. college Cardiff U.K.
- Hadi, R. A., AL-Saboonchi, A. A. and Haroon, A. K. Y. (1984). Diatoms of the shatt AL-Arab river Iraq. *Nova Hed wigia*,39:513-557.
- Hamaidi-Chergui, F., Brahim Errahmani, M., Benouaklil, F., and Hamaidi, M. S. (2013). Preliminary study on physico-chemical parameters and phytoplankton of Chiffa River (Blida, Algeria). *Journal of Ecosystems*, 148793, 1-9.
- Hamilton, P. B., Lavoie, I., Ley, L. M., and Poulin, M. (2011) ‘Factors contributing to the spatial and temporal variability of phytoplankton communities in the Rideau River (Ontario, Canada)’, *River Systems*, 19, 189–205.
- Hassan , F. M., Salah , M.M. and Salman , J.M. (2010) ‘Study of physicochemical properties and heavy metals in Euphrates river , Iraq’, *E.J of chemistry* .Vol. 7, No..3,pp 685-692.
- Hassan, F. M. Saleh, M.M. and Salman, J.M.(2010) ‘A Study of Physic Chemical Parameters and Nine Heavy Metals in Euphrates River, Iraq’, *E-Journal of Chemistry*, 7, 3, 685-692.
- Hassan, F. M., & Shaawiat, A. O. (2015). Application of diatomic indices in lotic ecosystem, Iraq. *Global J. Appl. Phycol*, 4(4), 381-8.

- Hassan, F. M., Al-Obaidy, A. H. M. J., and Shaawiat, A. O. (2018). Evaluation of Al-Shamiyah River water quality using the Canadian Council of Ministries of the Environment (CCME) water quality index and factor analysis. *Desalination and Water Treatment*, 116, 342-348.
- Hassan, F. M., Saleh, M. M., and Salman, J. M. (2010). A study of physicochemical parameters and nine heavy metals in the Euphrates River, Iraq. *E-Journal of Chemistry*, 7.
- Hassan, F. M.; Salman, J. M. & Abdulameer, S. H. (2014) Seasonal Variation of Environmental Properties and Phytoplankton Community in Al – Hussainya River, Holly Karbala – Iraq. *Mesopotamia Environmental Journal (Mesop. Environ. J.)*, Vol. 1 (1), pp: 56 – 82.
- Hassan, F.M.; Al-Zubaidi, N.A.J.; El-Sheekh, M.M.; Youssef, O.S.; Salman, J.M.; Douabul, A. and Panhwar, S.K. (2023). Temporal and spatial distribution of epiphyton with diversity indices in a lotic ecosystem. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 27(6): 815–836.
- Hassan, Fikrat. M.Rafia, Hadi, Kassim, Thaer. I., and Al-Hassany, Jinan. S. (2012). Systematic study of epiphytic algal after restoration of Al-Hawizah marshes, southern of Iraq. *Inter. J. Aquatic Science*, 2008 8019.
- Hilaluddin F, Yusoff FM, Toda T. 2020. Shifts in diatom dominance associated with seasonal changes in an estuarine-mangrove phytoplankton community. *J Mar Sci Eng* 8 (7): 528. DOI: 10.3390/jmse8070528.
- Hossain, N. I., Rahman, S. M., Hossain, M. A., Hafiz, K. B., Sowrav, S. F. F., Masud-Ul-Alam, M., & Choudhury, T. R. (2025). Decoding phytoplankton quality in the waterways of the Sundarbans mangrove forest of Bangladesh. *Marine Pollution Bulletin*, 213, 117669.

- Hou, X., Hu, X., Li, Y., Zhang, H., Niu, L., Huang, R., & Xu, J. (2024). From disruption to adaptation: Response of phytoplankton communities in representative impounded lakes to China's South-to-North Water Diversion Project. *Water research*, 261, 122001.
- Husen, M. A., Khanal, N., Basnet, A., & Shahi, R. Seasonal phytoplankton diversity and abundance at Eight Major Lakes of Pokhara valley.
- Hussain, M. B. (2024). Phytoplankton as Bioindicators of Water Quality in Kazaure Reservoir, Jigawa State, Nigeria. *Badeggi Journal of Agricultural Research and Environment*, 6(1), 54-63.
- Hussain, M. B. (2024). Phytoplankton as Bioindicators of Water Quality in Kazaure Reservoir, Jigawa State, Nigeria. *Badeggi Journal of Agricultural Research and Environment*, 6(1), 54-63.
- Hutabarat, A. M., Munandar, M., & Rizal, M. (2024). Water Quality Analysis On Phytoplankton Abundance As A Bioindicator Of Marine Water Trophic Status. *Jurnal Perikanan Unram*, 14(2), 1042-1054.
- Hwang, J.;Kumar , R.;Dahms, H.;Tseng , L. and Chen,Q.(2010).Interannual , Seasonal , and Diurnal Variation in Vertical and Horizontal Distribution Patterns of 6 Oithona spp.(copepoda: Cyclopoida) in the South China Sea. *Zool. Stud.* 49(2):220-229.
- Ibrahium, Z. M., Ghyadh, B. A., Al-Ashoor, A. S., and Hussein, A. N. (2020). Study of the Untreated Sewage Waste on the Diversity Phytoplankton and Environmental Factors Related to it in Euphrates River near the Center of the City of Suq Al-Shuyukh-South of Iraq. *Journal of Green Engineering*, 10, 3884-3900.

- Islama, M. S., Azadib, M. A., Nasiruddinc, M., & Sarkerd, M. M. (2022). Plankton species composition, abundance and diversity indices in three ponds of Chittagong University Campus, Bangladesh. *Journal of Biological Pharmaceutical And Chemical Research*, 9(2), 1-14.
- Jaffer, E. M., Al-Mousawi, N. J., & Al-Shawi, I. J. (2023). Impact of some environmental parameters on phytoplankton diversity in the eastern Al-Hammer marsh/southern Iraq. *Baghdad Science Journal*, 20(5), 42.
- Jahan, S., & Singh, A. (2025). Evaluation of Organic Pollution Using Palmer's Algal Pollution Index in Ami River, Gorakhpur,(Uttar Pradesh) India. *Jordan Journal of Earth & Environmental Sciences*, 16(2), 144.
- Jamil, N. R. and Shehab, Z. N. (2021). Landscape perspective to river pollution: A case study of Bentong River, Malaysia, *Water Pollution and Management Practices*, 1(1): 15–32.
- Jasim M, S., Hassan J, J., Ahmmed J, N., & Fikrat M, H. (2013). A study of phytoplankton communities and related environmental factors in Euphrates River (between two cities: Al-Musayyab and Hindiya), Iraq. *Journal of Environmental protection*, 2013.
- Jasim, H. A., & Ali, S. F. (2024). Diatom Indices for Assessment of the Water Quality in the Lower Zab/Kirkuk Governorate. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 28(4), 1197-1207.
- Jassim, A. M., Abdul-Jabbar, R. A., & Ali, S. F. (2024). An Ecological study on phytoplankton diatoms in the Tigris River within Tikrit City, Iraq. *Samarra Journal of Pure and Applied Science*, 6(3 (2)), 52-61.
- John DM, Whitton BA, Brook AJ. 2011. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Kadhim, N. F. (2014). Monthly Variations of Physico-Chemical Characteristics and phytoplankton species diversity as index of water quality in Euphrates River in Al-Hindiya barrage and Kifil City region of Iraq. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4(3), 105-119.
- Kadhim,S.S.(2023).Using Biodiversity Indices of Non-diatoms algae and Measurement some physicaland chemical properties in Al-Rumaytha River Al-Muthanna.Master Thesis. Department of biological. College of Science.Al-Muthanna University.
- Kassim, T. I. & Al-Saadi, H. A. (1995) Seasonal variation of epiphytic algae in a marsh area (southern Iraq). *Acta Hydrobiol.*, Vol.37 (3), pp: 153-161.
- Khan, M. A., Yousafzai, A. M., Afshan, N., ul Akbar, N., Raza, M. K., Hussain, H., and Mumtaz, T. (2015). Physicochemical Parameters of water Collected from River Panjkora, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *World*, 7 (6), 462-471.
- Khan, M., Rehman, W. U., Khan, A. I., Sarwar, N., Shah, M. N., Ahmad, M., and Akbar, F. (2020). Water Quality Parameters of River Kabul at District Charsadda. *Bulletin of Environment, Pharmacology, and Life Sciences*, 9 (2), 60-65.
- Koekemoer, L., Janse van Vuuren, S., and Levanets, A. (2021). The influence of land use–impacted tributaries on water quality and phytoplankton in the Mooi River, North West Province, South Africa. *Bothalia-African Biodiversity & Conservation*, 51(1), 1-22.
- Komala, H. P., Nanjundaswamy, L., and Prasad, A. D. (2013). An assessment of plankton diversity and abundance of Arkavathi river with reference to pollution. *Advances in Applied Science Research*, 4(2), 320-324.
- Kordbacheh, F., & Heidari, G. (2023). Water pollutants and approaches for their removal.

- Kotingo, E. K., Ogamba, E. N., & Oyedeji, A. A. (2025). Ecological Assessment of Phytoplankton Diversity in Crude Oil-Impacted Aquatic Ecosystems in Bayelsa State, Nigeria. *SSR Journal of Multidisciplinary (SSRJM)*, 2(3), 114-123.
- Krebs, C.J., (1989). *Ecological Methodology*. University of British Columbia Harper Collins Publisher, 43 p
- Laishram, D., Kim, S. B., Lee, S. Y., & Park, S. J. (2025). Advancements in biochar as a sustainable adsorbent for water pollution mitigation. *Advanced Science*, 12(19), 2410383.
- Lange-Bertalot, H. (1979). pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation: *Nova Hedwigia* 64:285-304.
- Lateef, Z. Q., Al-Madhhachi, A. S. T., & Sachit, D. E. (2020). Evaluation of water quality parameters in Shatt Al-Arab, Southern Iraq, using spatial analysis. *Hydrology*, 7(4): 79.
- Latif, F.; Aziz, S.; Iqbal, R.; Iram, S.; Nazir, M. and Shakeel, M. (2023). Impact of pesticide application on aquatic environments and biodiversity, In *Xenobiotics in Aquatic Animals: Reproductive and Developmental Impacts* Singapore: Springer Nature Singapore.
- Leelahakriengkrai, P. & Peerapornpisal, Y. (2010) Diversity of benthic diatoms and water quality of the Ping River Northern Thailand. *Environment 99 Asia*, The international journal published by the Thai Society of Higher Education Institutes on Environment, Vol. 3(1), pp:82-94.
- Lestari, N. A., Candri, D. A., & Ghazali, M. The Diversity of Phytoplankton as a Bioindicator of Coastal Waters in Mandalika.
- Liang, Y. Q., Annammala, K. V., Martin, P., Yong, E. L., Mazilamani, L. S., & Najib, M. Z. M. (2020). Assessment of physical-chemical water quality

- characteristics and heavy metals content of lower Johor River, Malaysia. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 8(3), 961-966.
- Ligez, S. and Wilk-Woźniak, E. (2011) 'The occurrence of a *Euglena pascheri* and *Lepocinclis ovum* bloom in an oxbow lake in southern Poland under extreme environmental conditions', *Journal of Ecological Indicators*. 11: 925- 929.
- Lillis, J.R.(2000). Evaluation of biological data ,Guanella Pass area Clear Creek and Park counties, Colorado, water years 1995 – 1997.<http://pubs.water.usgs.gov/ofr>.
- Lind, O.T. (1979). *Hand book of Common Methods in Limnology*. 2nd ed. London 199pp.
- Liu, C., Sun, X., Su, L., Cai, J., Zhang, L., & Guo, L. (2021). Assessment of phytoplankton community structure and water quality in the Hongmen Reservoir. *Water Quality Research Journal*, 56(1), 19-30.
- Lowe ,R.I.(1974).Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms .U.S. Environmental Protection Agency , Cincinnati,Ohio.
- Magadum, A., Patel, T., and Gavali, D. (2017). Assessment of physicochemical parameters and water quality index of Vishwamitri River, Gujarat, India. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(4), 238820.
- Mahmoud Falih-Al-Khalidi, A., & Kadhim Abed Al-Asady, R. (2019, September). Spatial, seasonal variation and biodiversity in phytoplankton communities in Al-Diwaniyah River-IRAQ. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1294, No. 7, p. 072023). IOP Publishing.
- Makhough, A., Naderi, M. J., Eslami, F., & Ahmadnezhad, A. (2023). Use of algal indices for determining of water quality in the Sirvan River tributaries

- (Kurdistan-Iran). *International Journal of Aquatic Research and Environmental Studies*, 43-56.
- Malik, D. S., Sharma, A. K., Kamboj, V., & Sharma, A. K. (2024). Anthropogenic impact on habitat ecology and zooplankton diversity in Ganges riverine system using enviro assessment techniques. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 94(3), 505-518.
- Mansour, H. A., Shaaban, A. M., and Saber, A. A. (2015) ‘Effect of some Environmental Factors on the Distributions and Chlorophyll Contents of Fresh Water Phytoplankton of the River Nile before El- Qanater El Khairia Barrage, Egypt’, *Egyptian journal of botany*, 55(1), 45–60.
- Margalef, R. (1969). Diversity and stability: A practical proposal and model of interdependence. *Bookhaven symposium of biology*, 22: 25-37.
- Marshall, H. G. and Affronti, L. F. (1992). Seasonal phytoplankton development within three rivers in the lower Chesapeake Bay region Virginia *J-sci*, 43(1 a): 15-23.
- Martinez, M. R.; Chalkross, R. P. and Pantastico, J. B. (1975). Note on direct phytoplankton counting Haemocytometer. *phil.Agric*.59:1-12.
- Martinez-Tavera, E., Rodriguez-Espinosa, P. F., Shruti, V. C., Sujitha, S. B., Morales-Garcia, S. S., and Muñoz-Sevilla, N. P. (2017). Monitoring the seasonal dynamics of physicochemical parameters from Atoyac River basin (Puebla), Central Mexico: multivariate approach. *Environmental Earth Sciences*, 76 (2), 95.
- McCleskey, R.B.; Cravotta, C.A. III; Miller, M.P.; Tillman, F.; Stackelberg, P.; Knierim, K.J. and Wise, D.R. (2023). Salinity and total dissolved solids

- measurements for natural waters: An overview and a new salinity method based on specific conductance and water type. *Applied Geochemistry*, 154: 105684.
- McIntosh, R. P. (1967)An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Ecology* 48(3):, 392-404.
- Mehta, P., Singh, G., Ravikant, A. S., Ansari, M. N., Shahi, S., Yadav, S. R., & Kumar, S. (2024). Evaluation and quantification of phytoplankton diversity of Ottu reservoir in Haryana, India. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(2), 289-295.
- Metzmeier,L(1994).Use of a diatom bio assessment index for water quality assessment in kentucky :Orlando .florida .North America Benthological Society meeting 17p.
- Miyah, Y., El Messaoudi, N., Benjelloun, M., Georgin, J., Franco, D. S. P., Acikbas, Y., ... & Sillanpää, M. (2024). MOF-derived magnetic nanocomposites as potential formulations for the efficient removal of organic pollutants from water via adsorption and advanced oxidation processes: A review. *Materials Today Sustainability*, 28, 100985.
- Mohammed, H. H. and Khamis, H. S. (2021). Evaluation of some physical and chemical properties of the Tigris River water in Al-Dulwaiya City, Salahuddin, Samaraa Journal of Pure and Applied Sciences, 3(3): 82–94.
- Moon, Q. S., Barnhart, E. P., Varonka, M. S., Tomaszewski, E. J., Orozco-Quime, M., Desrosiers, T., ... & James, T. Y. (2026). Deep subsurface organic-rich shale supports abundant, diverse, and novel fungi. *The ISME Journal*, wrag184.
- Moyel, M. S., Akbar, M. M., & Hussain, N. A. (2023). Evaluation of Spatio-Temporal Changes in Water Quality in the Middle Section of Shatt Al-Arab River, Southern Iraq. *Journal of Ecological Engineering*, 24(4), 297-311.

- Munde, A. S., More, P. R., & Shinde, S. E. (2026). Biodiversity Indices and Seasonal Variation Impact on Zooplankton Population Density of Sukhana Dam, Garkheda District, Aurangabad. *Journal of Advanced Chemical Sciences*, 872-874.
- Murphy, J. and Riely, J. P.(1962). A modified single solution methods for the determination of phosphate in natural water. *Anal. chem. Acta.*, 27:31-36.
- Nasrollahzadeh Saravi, H., Bin Din, Z., Foong, S. Y. and Makhlough, A. (2008) ‘Trophic status of the Iranian Caspian Sea based on water quality parameters and phytoplankton diversity’, *Journal of Continental Shelf Research*. 28:1153-1165.
- Neves,I.F., Rocha,D., Roche, K. F. and Pinto, A. A. (2003). Zooplankton community structure of two marginal lakes of river (Cuiaba) (Mato,Grosso,Brazil) with analysis of rotifera and cladocera diversity. *Braz.J.Biol.*63(2): 329 - 343.
- NKWOJI, J. A., ONYEMA I. C. and IGBO, J. K.(2010). WET SEASON SPATIAL OCCURRENCE OF PHYTOPLANKTON AND ZOOPLANKTON IN LAGOS LAGOON, NIGERIA. *Science World Journal Vol 5 (No 2) :7-14*.
- Norian, A., Amini, F., Sakhaei, N., Archangi, B., & Mokhtarpour, A. (2022). Evaluation of biodiversity of phytoplankton and determination of biological health quality of Arvand River (south west of Iran) using Trophic Diatom Index (TDI). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 21(4), 1047-1063.
- Nurdin, J., Aziz, R., Nur, L., & Janra, M. N. (2025). Water quality assessment based on saprobic index of phytoplankton with emphasis on several potentially harmful algal blooms (HABs).
- Nwonumara, G. N. (2018). Water quality and phytoplankton as indicators of pollution in a tropical river. In *Proceedings of 6th NSCB Biodiversity Conference Uniuyo* (pp. 83-89).

- Nyakweba, A. G., and Migiro, K. E. (2014) ‘Effects of Selected Water Quality Parameters on Phytoplankton Abundance and Diversity in River Chepkoilel, Eldoret, Kenya’, *International Journal of Advanced Research*, 2(3), 863–871.
- Olowoyo, J. O.; Olaiya, O. O.; Oharisi, O. O. L.; Olusola, J. A.; Tshoni, U. A. and Oladeji, O. M. (2026). Heavy metals burden in drinking water: global patterns, sources and public health implications, *Water*, 18(8): 886.
- Pak, H. Y.; Chuah, C. J.; Yong, E. L. and Snyder, S. A. (2021). Effects of land use configuration, seasonality and point source on water quality in a tropical watershed: A case study of the Johor River basin, *Science of the Total Environment*, 780(1): 146661.
- Palleyi, S., Kar, R. N., & Panda, C. R. (2011). Influence of water quality on the biodiversity of phytoplankton in Dhamra river Estuary of Odisha Coast, Bay of Bengal.
- Palmer, C. M. (1969). A composite rating of algae tolerating Organic Pollution. *J. Phycol.* 5: 78-82.
- Panich-pat, T., Yenwaree, W. and Ongmali, R. (2009). Monitoring of water quality using Phytoplankton, Protozoa and benthos as bioindicator in Chadeebucha canal, Nakhon Pathom province, *J. Environ. Res.* 31(2): 1-14.
- Panja, A. K., Vasavdutta, S., Choudhary, M., Thiyagarajan, I., Shinde, A. H., Ray, S., ... & Haldar, S. (2023). Interaction of physico-chemical parameters with Shannon-Weaver Diversity Index based on phytoplankton diversity in coastal water of Diu, India. *Marine Pollution Bulletin*, 190, 114839.
- Pantle, R. and Buck, H. (1955). Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *GWF*. 96 (18V): 604.

- Parsons, T. R., Maite, Y. and Laui, C. M. (1984). A manual of chemical and biological methods for sea water Analysis pergamon press oxford
- Pivková, I.; Kukla, J.; Hniličková, H.; Hnilička, F.; Krupová, D. and Kuklová, M. (2022). Content of cadmium and nickel in soils and assimilatory organs of park woody species exposed to polluted air, *Life*, 12(12): 2033.
- Porto-Neto, V.F. (2003). Zooplankton as bioindicator of environmental quality in the Tamandare Reef System (Pernambuco- Brazil): Anthropogenic influences and interaction with mangroves. Ph. D. Thesis, Univ. Bremen Brazil.
- Prasad, M. N. V. and Freitas, H. (2000). Removal of toxic metals from solution by leaf, stem and root Phytomass of *Quercus Ilex* L. (Holly Oak). *Environ .Pollut.* 110: 277-283p.
- Prescott, G. W. (1982). *Algae of the western Great Lakes Area*. William, C. Brown Co., Publ. Dubuque, Iowa, 977 pp.
- Priya, P., & Kumar, A. (2025). Phytoplankton as Bioindicator to Determine Water Quality of Udhuwa Lake of Sahibganj District of Jharkhand State, India. *Ecology, Environment & Conservation (0971765X)*, 31.
- Qin, Y., Cheng, C., Sun, S., Li, R., Zhong, M., Wang, Y., ... & Su, H. (2026). Cyanobacteria relative biomass modulates the contrasting effects of species richness and evenness on phytoplankton resource use efficiency in a mesocosm experiment. *Science of The Total Environment*, 1047, 182033.
- Qingxuan, W.; Qian, Y.; Lin, Z.; Zhengguo, C.; Keming, Q. and Yuqiu, W. (2024). Environmental controls on the seasonal variations of diatoms and dinoflagellates in the Qingdao coastal region, the Yellow Sea, *Marine Environmental Research*, 198: 106524.

- Rahi, M. L., Mahfuj, S.E., Islam, SK.S., Islam, S.S. and Sabbir,W. (2013) 'Assessment of the abundance and species composition of phytoplankton of Moirur river, Khulna', *Journal of Bio-Science*, 21, 27-34.
- Ratnam, K., Mol, V. L., Venkatnarayanan, S., Jha, D. K., Dharani, G., & Devi, M. P. (2022). Seasonal variations influencing the abundance and diversity of plankton in the Swarnamukhi River Estuary, Nellore, India. *Journal of Threatened Taxa*, 14(2), 20615-20624.
- Rawway, M., Kamel, M. S., and Abdul-Raouf, U. M. (2016). Microbial and physico-chemical assessment of water quality of the river Nile at Assiut Governorate (Upper Egypt). *Journal of Ecology of Health & Environment*, 4 (1), 7-14.
- Reynolds, C. (2006) 'Ecology of Phytoplankton', Cambridge University Press, Cambridge.
- Rzaij, D. R., Al-Jaaf, H. J., Al-Najjar, S. Z., Al-Sharify, Z. T., Al Moameri, H. H., & Mohammed, N. A. (2020). Studying the concentrations of nitrite and nitrate of Tigris river water in Baghdad and their suitability to the conditions permitted internationally. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 870, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
- Saadeh, M., Semerjian, L., and Amacha, N. (2012). Physicochemical evaluation of the upper Litani River watershed, Lebanon. *The Scientific World Journal*, 1-8.
- Şahin, S. K., and Zeybek, M. (2016). Distribution of Mollusca fauna in the streams of Tunceli Province (East Anatolia, Turkey) and its relationship with some physicochemical parameters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16 (1), 187-195.
- Salih, W. Y., & Hassan, F. M. (2020). Epipelion community structure in Tigris river within Baghdad City, Iraq. *Indian Journal of Ecology*, 47(1), 235-240.

- Salim, L. H., Elhassan, B. M., and Elawad, M. A. (2014). Physicochemical Analysis of Surface and Ground Water in Karrary Locality, Sudan. *Int. J. Sci. Eng. Technol. Res*, 3, 436-438.
- Salman JM, Al-Azawey ASN, Hassan FM (2013) Study of Bacterial Indicators in Water and Sediments from Al- Hilla River, Iraq. *Hydrol Current Res* S13: 001.
- Santra, S. C. (2010). Environmental science. New central book agency. London.
- Saravanakumar, A., Sesh Serebiah, J., Thivakaran, G.A., and Rajkumar, M. (2008) 'Benthic macrofaunal assemblage in the arid zone mangroves of gulf of Kuchchh - Gujarat', *J. Ocean Univ. China*, 6, 33-39.
- Shah, R., & Shah, G. N. (2025). Hydrobiological dynamics of Phytoplankton and Zooplankton population with respect to pollution profile in Tawi river. *Ecology, Environment & Conservation (0971765X)*, 31.
- Shams, M., Afsharzadeh, S. and Atici, T. (2012) 'Seasonal Variations in Phytoplankton Communities in Zayandeh-Rood Dam lake (Isfahan, Iran)', *Turkish Journal of Botany*, Vol. 36, pp. 715-726.
- Shannon, C.E and Weaver, W. (1949).The mathematical theory of communication .Univ Illinois press, Varbana, 117 pp.
- Sharma, P., Shekhar, C., Sharma, A. K., Kumar, A., Dorach, R. K., Kumar, R., ... & Sharma, A. K. (2026). A Systematic Review on Biodiversity and Ecological Integrity of Himalayan Freshwater Lakes. *Sustainable Environmental Insight*, 3(2), 133-151.
- Sharma, R. C., & Tiwari, V. (2018). Phytoplankton diversity in relation to physico-chemical environmental variables of Nachiketa Tal, Garhwal Himalaya. *Biodiversity International Journal*, 2(2), 128-136.

- Sharma, S., Singh, K., Prajapati, R., Solnki, C. M., Sharma, D., Sengupta, T., ... & Vyas, A. (2011). Diversity and seasonal abundance of phytoplankton of river Narmada Madhya Pradesh (India). *World Rural Observations*, 3(2), 14-28.
- Sharqi, M. M., Al-Tamimi, A. N. A., & Hassan, O. M. (2024). Evaluation of Euphrates River water quality on phytoplankton biodiversity in Ramadi, Iraq. *Borneo Journal of Resource Science and Technology*, 14(2), 19-30.
- Shehab, Z. N.; Jamil, N. R.; Aris, A. Z. and Shafie, N. S. (2021). Spatial variation impact of landscape patterns and land use on water quality across an urbanized watershed in Bentong, Malaysia, *Ecological Indicators*, 122(1): 107254.
- Shekhar, R.T., Kiran B.R., Puttaiah, E.T., Shivaraj, Y, and Mahadevan, K.M (2008) 'Phytoplankton as index of water quality with reference to industrial pollution', *J. Environ. Biol*, 29, 233-236.
- Shihab, H. F., & Kannah, A. (2023). Using a Number of Environmental Factors to Determine the Water quality of the Tigris River at Wana, Nineveh, Iraq. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 27(4), 1107-1116.
- Shinde, S. E., Pathan, T. S., & Sonawane, D. L. (2012). Seasonal variations and biodiversity of phytoplankton in Harsool-Savangi dam, Aurangabad, India. *Journal of Environmental Biology*, 33(3), 643.
- Shofiana, D. A., Candri, D. A., Japa, L., Setyaningrum, T. W., & Munawaroh, A. N. (2025). Phytoplankton Diversity as a Bioindicator for Coastal Water Quality of Kecinan Beach North Lombok Regency. *Jurnal Pijar Mipa*, 20(1), 187-192.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature* 163:688p
- Sims, J.T., and A.N. Sharpley (2005) *Phosphorus: Agriculture and the environment*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

- Soetignya, W. P., Marniati, P., Adijaya, M., & Anzani, Y. M. (2021). The diversity of plankton as bioindicators in Kakap River Estuary, West Kalimantan. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 10(2), 174-179.
- Stiling, p. (1999). *Ecology: theories and application*. 3rd. ed. 638 pp.
- Sukumaran, PK. And Das, AK. (2002) ‘Plankton abundance in relation to physico-chemical features in peninsular manmade lake ’, *Environ. Ecol*; 20:873-879.
- Sulastri, S., Lumbantoruan, R., Sudarso, J., & Sukamto, T. (2025). Phytoplankton communities as indicator of trophic state in some habitats of Batanghari River system in Sumatera Island, Indonesia. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 156, p. 01005). EDP Sciences.
- Tang Q, Xu L, Wang L, Ning J, Huang D, Li Y, Du F. (2024). Positive linear relationship between phytoplankton diversity and productivity in an artificial reef ecosystem. *Aquat Ecol* 58 (4): 1267-1279.
- Tang, Y., Xu, F., Yang, Q., & Zhang, T. (2025). Phytoplankton Community Assembly and Health Assessment in the Middle-Lower Jialing River via High-Throughput Sequencing. *Water Research X*, 100470.
- Tavernini, S., Pierobon, E., and Viaroli, P. (2011) ‘Physical factors and dissolved reactive silica affect phytoplankton community structure and dynamics in a lowland eutrophic river (Po river, Italy) ’, *Hydrobiologia*, 669, 213–225.
- Tran, G. T., Nguyen, T. T. T., Nguyen, D. T. C., & Tran, T. V. (2025). Bacterial cellulose and composites for the treatment of water pollution: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 23(2), 707-732.
- Tuong EJA, Tubio EG, Leopardas VE.(2024). Diversity of epipellic microalgae in a shallow, tropical estuary of Northern Mindanao, Philippines. *Biodiversitas*. 25 (9): 3237-3245.

- Udebuana, O. O., Akaluka, C. K., and Bashir, K. M. I. (2014). Water quality of surface water of Iguedo River, Ovia South-West Local Government, Edo State. *Assessment*, 4 (24).
- Ullah, R., Khan, J., Ullah, I., Khan, F., & Lee, Y. (2023). Assessing impacts of flood and drought over the Punjab Region of Pakistan using multi-satellite data products. *Remote Sensing*, 15(6): 1484.
- UNESCO/WHO/UNEP, (2001).—Water Quality Assessment-A Guide to Use Biota, Sediment and Water in Environmental Monitoring,|| 2nd Edition, 2001, pp. 10-14.
- Veerendra, G. T. N., Dey, S., Manoj, A. P., Dolla, T., & Kumar, J. S. (2026). Current status and challenges of water pollution: A jeopardy on inland and marine ecosystems. *Sustainable Chemistry for Climate Action*, 100203.
- Vijaya Krishna, A., Tirkey, A., Raman, M., Moosa Ali, S., Sahay, A., & Singh, A. (2024). Unravelling pre-monsoon phytoplankton: pigment profiles and community structure in the western and central Bay of Bengal. *Marine and Freshwater Research*, 75(18), MF24103.
- Vollenweider, R. A.(1969). A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments Int. Biol. program Hand book 12.Blak well scientific publication ltd., Oxford, 225 pp.
- Vollenwieder, R. A. (1974).A manual on methods measuring primary production in a aquatic environment. IBP Hand Book.NO12.Blak well. Oxford 213 pp.
- Wei, J., Li, W., Yang, W., Zeng, Y., Liu, Q., Gao, Y., ... & Wang, C. (2023). Phytoplankton species richness as an ecological indicator in a subtropical, human-regulated, fragmented river. *River Research and Applications*, 39(4), 718-733.

- Welch, E.B., Jacoby, J.M., Oener, R.R. and Seeley, M.R. (1988) Nuisance Biomass Levels of Periphytic Algae in Streams. *Hydrobio.*, 157, 161-168
- Welch, P.S. (1952). *Limnology*, 2nd, ed. McGraw-Hill Book Co. New York.
- Whittaker, R.H. (1977) Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary biology*, Vol 10 (eds M.K. Hecht, W.C. Steere and B. Wallace), pp. 250-268. Plenum Press, New York.
- WHO, (2006). *Guidelines for Drinking Water Quality. Seconded, Health Criteria and Other Supporting Information*, vol. 2. WHO, Geneva, Switzerland.
- Willen, E. and Willen, T.(1978).About freshwater phytoplankton. In A Sournia, ed *phytoplankton manual*. unesco 297-300 pp.
- Williams, N. L.; Juranek, L. W.; Feely, R. A.; Russell, J. L.; Johnson, K. S. and Hales, B. (2018). Assessment of the carbonate chemistry seasonal cycles in the Southern Ocean from persistent observational platforms, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123: 4833–4852.
- Williams, N. L.; Juranek, L. W.; Feely, R. A.; Russell, J. L.; Johnson, K. S. and Hales, B. (2018). Assessment of the carbonate chemistry seasonal cycles in the Southern Ocean from persistent observational platforms, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123: 4833–4852.
- Wu, X.; He, D.;Yang, G.;Ye, L.; Zhu, ; Jia. H. and Hu, J. (2015). Seasonal variability of water quality and metazooplankton community structure in Xiaowan Reservoir of the upper Mekong River. *Journal Limnol.*,73(1):167-176.
- Yang, J.; Liu, Y.; Zhang, Y.; Wang, G.; Shi, X.; Zhang, H. and Tian, X. (2023). Recent advances and future perspectives of rechargeable chloride-based batteries, *Nano Energy*, 110: 108364.

- Yusuf, Z. H. (2020). Phytoplankton as bioindicators of water quality in Nasarawa reservoir, Katsina State Nigeria. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32, e4.
- Zahoor, I., & Mushtaq, A. (2023). Water pollution from agricultural activities: A critical global review. *Int. J. Chem. Biochem. Sci*, 23(1), 164-176.

الملاحق

Appendices

ملحق (1) التغيرات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في الموقع الأول لمياه نهر الدغارة ودلائل التلوث والدلائل التنوع للهائمات النباتية خلال مدة الدراسة من أيلول 2025 الى شباط 2026

العامل \ الشهر	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط
درجة حرارة الهواء (م)	33	30	18	13.5	13	18
درجة حرارة الماء(م)	28	27	15	11.2	10.8	16.3
عمق المياه(سم)	90	85	115	131	129	125
سرعة الجريان (م/د)	0.16	0.19	0.28	0.36	0.41	0.39
نفاذية الضوء (سم)	54	58	53	47.5	61.3	80.5
الاس الهيدروجيني	7.84	8.47	8.2	7.43	7.4	7.88
التوصيلية الكهربائية (مايكرو سيمنز/سم)	1527	1452.66	1355	1277	987	889
الملوحة (جزء بالالف)	0.98	0.94	0.87	0.82	0.63	0.57
المواد الصلبة الذائبة(ملغم\لتر)	718.8	773	988.5	814.4	798	579
المواد الصلبة العالقة (ملغم\ لتر)	38.8	36.5	50.6	50.6	32.5	20
العكورة (NTU)	19.9	33.11	40.4	22.6	16.5	15.7
الاوكسجين المذاب (ملغم\لتر)	7.4	8.5	8.3	10.4	9.7	10.4
المتطلب الحيوي للاوكسجين (ملغم\لتر)	3.2	3.1	3.5	2.3	2.8	1.5
العسرة (ملغم\لتر)	548	570	520	310	287	275
الكالسيوم (ملغم\لتر)	102.4	74.13	115.4	87	75	80.4
المغنسيوم (ملغم\لتر)	71	73.7	56.4	22.5	24.2	18.1
الكلوريدات (ملغم\لتر)	198	203.7	180.55	153.2	132.6	120.5
الكبريتات (ملغم\لتر)	350.59	375.81	320.55	257	210.6	220.7
النترت (ملغم\لتر)	0.753	0.161	0.213	0.123	0.077	0.032
النترات (ملغم\لتر)	1.541	4.002	5.43	7.5	8.3	7.5
الفوسفات (ملغم\لتر)	0.016	0.018	0.088	0.019	0.033	0.023

1054.4	922.6	930.45	1055.2	1148.7	1325.4	اعداد الهائمات النباتية خلية $\times 10^3$ /لتر
4.2	2.67	2.8	5.1	3.4	6.73	دليل الغنى
3.1	2.7	2.5	3.3	2.4	3.41	دليل شانون و ويفر
0.92	0.86	0.81	0.93	0.83	0.98	دليل تجانس ظهور الأنواع
0.63	0.55	0.45	0.83	0.76	0.87	دليل مكنتوش
0.61	0.59	0.48	0.88	0.66	0.93	دليل (Me)
0.11	0.14	0.11	0.17	0.12	0.19	دليل سمبسون
1.69	1.83	1.98	1.35	1.58	1.33	دليل التلوث العضوي
2.13	2.4	2.3	2.89	2.7	2.94	دليل تحمل التلوث
8	9	10	6	8	6	دليل بالمر للتلوث
64.86	51.5	49.12	76.73	61.65	73.43	النسب المئوية للأنواع الحساسة للتلوث %
11.62	12.3	12.45	14.53	11.64	13.43	دليل حساسية التلوث

ملحق (2) التغيرات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في الموقع الثاني لمياه نهر الدغارة ودلائل التلوث والدلائل التنوع للهائمات النباتية خلال مدة الدراسة من أيلول 2025 الى شباط 2026

العامل \ الشهر	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط
درجة حرارة الهواء (م)	34.2	31	19.5	15	14.8	19.4
درجة حرارة الماء(م)	30.3	28.2	17	12.4	13	17
عمق المياه(سم)	87	77	100	143	135	132
سرعة الجريان (م/د)	0.21	0.24	0.35	0.39	0.57	0.47
نفاذية الضوء (سم)	56.5	60.3	57	41.2	51.3	65.3
الاس الهيدروجيني	8.25	8.5	8.1	8.1	7.85	8.25
التوصيلية الكهربائية (مايكرو سيمنز/سم)	1788	1642	1634	1421	1056	998
الملوحة (جزء بالالف)	1.14	1.05	1.05	0.91	0.68	0.64

732	912.3	1100.7	1200.2	789.2	756	المواد الصلبة الذائبة(ملغم\لتر)
25.4	40	60.3	70.6	54.3	58	المواد الصلبة العالقة (ملغم\ لتر)
18.4	20.6	29,4	47.6	38.05	30.11	العكورة (NTU)
8.5	8.3	7.4	7.2	7.2	6.5	الأكسجين المذاب (ملغم\لتر)
2.9	3.4	4.1	4.5	4.6	5.3	المتطلب الحيوي للأوكسجين (ملغم\لتر)
310	322	433	550	605	560	العسرة (ملغم\لتر)
90.5	98.9	110	120.6	110.2	105.6	الكالسيوم (ملغم\لتر)
20.3	18.2	38.4	60.4	80	72	المغنسيوم (ملغم\لتر)
146.72	160	180.2	197.45	220.5	215.5	الكلوريدات (ملغم\لتر)
315.3	304	312	390.33	408.74	367.27	الكبريتات (ملغم\لتر)
0.045	0.098	0.89	0.189	0.128	0.787	النتريت (ملغم\لتر)
5	4.5	3.78	3.47	2.801	1.66	النترات (ملغم\لتر)
0.14	0.2	0.21	0.2	0.07	0.09	الفوسفات (ملغم\لتر)
581.38	456.6	497.5	525.76	248.1	541.8	اعداد الهائمات النباتية خلية $\times 10^3$ /لتر
2.68	1.63	1.8	1.87	1.81	2.12	دليل الغنى
2.22	2.48	1.86	2.7	2	2.81	دليل شانون و ويفر
0.75	0.66	0.51	0.62	0.52	0.73	دليل تجانس ظهور الأنواع
0.73	0.53	0.37	0.53	0.41	0.65	دليل مكنوتش
0.73	0.62	0.35	0.57	0.41	0.61	دليل (Me)
0.076	0.086	0.081	0.075	0.08	0.09	دليل سمبسون
1.59	1.62	2.24	2.2	2.18	1.71	دليل التلوث العضوي
2.51	2.32	1.14	1.98	1.91	2.32	دليل تحمل التلوث
11	13	17	14	15	12	دليل بالمر للتلوث
69.4	43.7	23.5	37.4	25.6	52.4	النسب المئوية للأنواع الحساسة للتلوث %
11.85	11.76	7.51	10.23	9.63	12.47	دليل حساسية التلوث

ملحق (3) التغيرات الشهرية لقيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية في الموقع الثالث لمياه نهر الدغارة
ودلائل التلوث والدلائل التنوع للهائمات النباتية خلال مدة الدراسة من أيلول 2025 الى شباط 2026

الشهر العامل	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول	كانون الثاني	شباط
درجة حرارة الهواء (م)	35.5	32.4	21.16	16.3	17.2	21.7
درجة حرارة الماء (م)	32.33	29	19	14	15.7	19.43
عمق المياه (سم)	110	122	174	204	198	184
سرعة الجريان (م/د)	0.17	0.21	0.13	0.34	0.43	0.44
نفاذية الضوء (سم)	45.7	55.5	49	34.7	49.7	75.3
الاس الهيدروجيني	8.05	8.24	8.4	8.3	8.3	8.15
التوصيلية الكهربائية (مايكرو سيمنز/سم)	1656	1590	1478	1355	998	897
الملوحة (جزء بالإلف)	1.06	1.02	0.95	0.87	0.64	0.57
المواد الصلبة الذائبة (ملغم/لتر)	726	758	887.3	989.8	857.5	610
المواد الصلبة العالقة (ملغم/لتر)	47.5	40.5	46.7	48.9	35.3	22.3
العكورة (NTU)	20.57	23.5	30.8	19.8	18.5	17.9
الاوكسجين المذاب (ملغم/لتر)	7.7	8.5	8.2	9.6	10.6	10.2
المتطلب الحيوي للاوكسجين (ملغم/لتر)	2.6	2.9	3.7	2.7	1.58	1.6
العسرة (ملغم/لتر)	552	529.66	530	347	289	289
الكالسيوم (ملغم/لتر)	104	103	117.4	92	89.76	85.3
المغنسيوم (ملغم/لتر)	71	67	57.5	28.5	15.7	18
الكلوريدات (ملغم/لتر)	206.3	211.3	206	167.5	153.4	132

287.5	268.6	287	310.37	357.87	354.19	الكبريتات (ملغم\تر)
0.034	0.054	0.345	0.198	0.151	0.987	النترت (ملغم\تر)
8.3	6.3	4.11	4.62	3.196	2.764	النترات (ملغم\تر)
0.077	0.069	0.18	0.16	0.05	0.04	الفوسفات (ملغم\تر)
788.1	638.4	761.5	588.5	771.2	846.2	اعداد الهائمات النباتية خلية $\times 10^3$ / لتر
2.93	1.64	1.48	3.1	2.64	1.72	دليل الغنى
2.13	2.27	2.15	3.3	2.84	2.31	دليل شانون و ويفر
0.86	0.83	0.78	0.87	0.85	0.81	دليل تجانس ظهور الأنواع
0.43	0.55	0.33	0.46	0.67	0.74	دليل مكنوتش
0.71	0.59	0.41	0.78	0.52	0.49	دليل (Me)
0.1	0.10	0.10	0.12	0.13	0.098	دليل سمبسون
1.49	1.89	2.44	1.43	1.55	1.93	دليل التلوث العضوي
2.18	2.13	2.1	2.21	2.14	2.11	دليل تحمل التلوث
8	10	13	8	9	11	دليل بالمر للتلوث
64.86	41.5	28.12	60.73	53.65	35.4	النسب المئوية للأنواع الحساسة للتلوث %
13.62	12.3	8.87	14.53	13.74	11.4	دليل حساسية التلوث

ملحق (4) الانواع والعدد الكلي (خلية $\times 10^3$ / لتر) للهائمات النباتية في الموقع الأول خلال مدة الدراسة

الأشهر الأنواع	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط
Cyanophyta						
Chroococcus dispersus var.minor.	14.7		12.5			14.8
Oscillatoria articulata Gardner						
O. limosa (Roth) Agardh						9.5
Spirulina major. Kuetzing					8.4	
S. princeps						32.5
S. subsala . Oersted			22.5		44.3	

Microcystis aeruginosa	20.5					
Merismopedia elegans.						
M. punctata Meyen	18.2			14.4		22.6
Spirulina major Kuetzing						
S. subsala . Oersted		10.5				
Chlorophyta						
Actinostrum gracilimum G. M. Smith	12.5			19.6		
A. gracilimum G.M.Smith						
Chlorella ellipsoidea Gernec	10.5					41.5
C. vulgaris Beijerinck				12.6		
Coelastrum cambricuArcher	30.4				17.5	12.8
C. reticulatum (Dang) Senn			20.5			
Kirchneriella elongate. G.M.smith						
K. lunaris var Diania . Bohlin						
Pediastrum duplex Meyen	14.4		40.5			32.5
P. simplex Var. duodenarium Biale						
Scenedesmus armatus						
S. bijuga						
S. quadricauda var.westii.		32.2			10.5	
S. dimorphus						
Echinosphaerella limnnetica G. M.			12.2	14.8		
Chrysophyta						
Mallomonas sp		12.5				
M. acaroides .						12.5
Bacillariophyta						
Centrales						
Aulacosiera ambigua Moore ex	40.1		33.5		53.6	70.3
A. distans Ehr.						
A.varians C.A.Agardh						
A. granulata						
Cyclotella comta (Ehr).	43.6		12.5		66.5	
C. meneghiniana.Kuetzing			46.6			19.5
C. ocellata. Pantocksek				17.8		
C. striata (kuetz.) Grun.					22.5	
Melosira granulate		49.8				
Pennales						

Achnanthidium affine (Grunow) Czarnecki	98.5		70.6		116.6	190.6
A. lanceolata (Breb.) Grun.						
A. delicatula (Ktz.) Grunow						
Cocconeis disculus.Cleve	89.5				65.7	
C. placentula Ehrenberg			77.9			
C. pediculus Ehrenberg	20.5			18.7		83.7
Cymatopleura elliptica (Breb)W.Smith		88.9				
Cymbella affinis kuetzing	80.7		78.9		64.7	
C.aspera H.paragallo	73.8	89.6				58.9
C. amphicephala Naegeli			14.8		10.4	
C.gracilis (Rabh)Cleve	12.6					
C. microcephala Grunow						
C.tumidula Grunow			10.5			18.7
C.ventricosa Kuetzing	119.8					
Diatoma elongatum.Agardh	14.9	12.6		65.7	47.7	
D. vulgare Bory						
D. vulgare Var. producta Grunow						
Fragilaria brevistriata Grunow		66.8	45.7	79.5	14.8	
F. virescens Ralfs	26.5					34.7
F. crotonensis Kitton		10.6			24.7	
Gomphonema acuminatumEhrenberg	36.8		45.7	67.8		
G.productum(Grunow) Lange-Berlet E. Reichardt						
G.intricatum Var.lunata			12.8			19.9
G. intricatum Kuetzing						
G.parvulum (Kuetzing)Grunow		17.8		88.45	45.7	107.4
G. lanceolatum (Ehr.)	117.7	201.6	87.7		12.1	
Navicula cinta (Ehr.) Kuetzing						
N. dicephala (Ehr.) W. Smith		48.5		53.6	77.4	
Nitzschia acicularis (kts) W. Smith			67.8	234.8		
N. lanceolata (Ag.) Kuetzing		136.7		75.8		25.9
N. commutataGrunow	47.7	28.6		14.6	96.2	
N. granulata Grunow						
N. dubia W. Smith	84.7		67.8	14.6	79.6	10.5
N. hungarica Grunow						
N. sigmoidea (Ehr.) W. Smith	114.6	98.7		68.8	43.7	19.8

N. palea (ktz.) W. Smith						
Surirella angusta .K						
Synedra acus. K	182.2	119.7	65.5			117.9
S.robusta . Ehrenberg						
Mastogloia Smithii thw. Ex. W. Smith		123.6	208.7	68.9		97.9
total	1325.4	1148.7	1055.2	930.45	922.6	1054.4

ملحق (5) الانواع والعدد الكلي (خلية $\times 10^3$ / لتر) للهائمات النباتية في الموقع الثاني خلال مدة الدراسة

الأشهر نوع الهائمات	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط
Cyanophyta						
Chroococcus dispersus var.minor.	56.9	34.8		14.7	12.8	
Oscillatoria articulata Gardner		43.8	45.5			10.8
O. limosa (Roth) Agardh	43.7		34	38.9		14.5
Spirulina major. Kuetzing			116.6	18.8	34.8	
S. princeps					19.5	
S. subsala . Oersted		48.9		36.9		23.9
Microcystis aeruginosa						112.7
Merismopedia elegans.	57.9		38.8	36.8	24.7	
M. punctata Meyen	12.4					
Spirulina major Kuetzing	62.9		14.6	54.6		24.8
S. subsala . Oersted			14.56		44.2	
Chlorophyta						
Actinostrum gracilimum G. M. Smith						
A. gracilimum G.M.Smith		45.9		34.9		45.78
Chlorella ellipsoidea Gernec						
C. vulgaris Beijerinck				36.8		
Coelastrum cambricuArcher	29.6		58.9			35.4
C. reticulatum (Dang) Senn						
Kirchneriella elongate. G.M.smith	46.7			18.9	57.9	

K. lunaris var Dianae . Bohlin						
Pediastrum duplex Meyen	14.8		34.8			58.8
P. simplex Var. duodenarium Bialej						
Scenedesmus armatus		12.8			56.9	
S. bijuga						
S. quadricauda var.westii.	124.7		54.8	78.9		69.5
S. dimorphus						
Echinosphaerella limnnetieca G. M.						
Euglenophyta						
Euglena acus		10.4			12.5	
E. sp			12.3			
Pyrrophyceae						
Peridinium cinctum		10.2				
Chrysophyta						12.4
Mallomonas sp			14.8			
M. acaroides .				14.3		
Bacillariophyta						
Centrales						
Aulacosiera ambigua Moore ex						
A. distans Ehr.			14.6			22.3
A.varians C.A.Agardh						
A. granulata			17.2			
Cyclotella comta (Ehr).	17.8			12.6		
C. meneghiniana.Kuetzing						
C. ocellata. Pantocksek		10.3				12.8
C. striata (kuetz.) Grun.					14.2	
Melosira granulate						
Pennales						
Achnanthidium affine (Grunow) Czarnecki	14.7				12.4	
A. lanceolata (Breb.) Grun.						
A. delicatula (Ktz.) Grunow				9.4		
Cocconeis disculus.Cleve	10.4					19.6
C. placentula Ehrenberg						
C. pediculus Ehrenberg			17.6		13.5	
Cymatopleura elliptica (Breb)W.Smith						
Cymbella affinis kuetzing						10.4
C.aspera H.paragallo						

C. amphicephala Naegeli			16.3		15.7	
C.gracilis (Rabh)Cleve						
C. microcephala Grunow				8.6		12.3
C.tumidula Grunow		10.2				
C.ventricosa Kuetzing				14.5		
Diatoma elongatum.Agardh						
D. vulgare Bory						14.2
D. vulgare Var. producta Grunow		12.4				
Fragilaria brevistriata Grunow				18.3		
F. virescens Ralfs						
F. crotonensis Kitton		8.4				
Gomphonema acuminatumEhrenberg					19.3	
G.productum(Grunow) Lange- Berlet E. Reichardt						
G.intricatum Var.lunata	10.6					12.6
G. intricatum Kuetzing						
G.parvulum (Kuetzing)Grunow						
G. lanceolatum (Ehr.)					8.5	
Navicula cinta (Ehr.) Kuetzing						10.3
N. dicephala (Ehr.) W. Smith					19.2	
Nitzschia acicularis (kts) W. Smith						
N. lanceolata (Ag.) Kuetzing				14.3		
N. commutataGrunow			20.4			
N. granulata Grunow	19.5					
N. dubia W. Smith					32.6	45.6
N. hungarica Grunow						
N. sigmoidea (Ehr.) W. Smith						
N. palea (ktz.) W. Smith					14.5	
Surirella angusta .K				35.3		
Synedra acus. K	19.2					
S.robusta . Ehrenberg					43.4	12.7
Mastogloia Smithii thw. Ex. W. Smith						
total	541.8	248.1	525.76	497.5	456.6	581.38

ملحق (6) الانواع والعدد الكلي (خلية $\times 10^3$ /لتر) للهائمات النباتية في الموقع الثالث خلال مدة الدراسة

الشهر الهائمات أنواع	أيلول	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط
Cyanophyta						
Chroococcus dispersus var.minor.	12.5					14.3
Oscillatoria articulata Gardner				19.4		
O. limosa (Roth) Agardh				22.3		10.4
Spirulina major. Kuetzing		33.2			8.5	
S. princeps			17.4			
S. subsala . Oersted	16.3					
Microcystis aeruginosa		45.6			32.6	
Merismopedia elegans.						
M. punctata Meyen	24.7			34.7		
Spirulina major Kuetzing						12.6
S. subsala . Oersted	25.6		56.7			
Chlorophyta						
Actinostrom gracilimum G. M. Smith		63.5			45.5	
A. gracilimum G.M.Smith						34.5
Chlorella ellipsoidea Gerne		45.7				
C. vulgaris Beijerinck		14.6		34.6		
Coelastrum cambricum Archer		12.5				23.6
C. reticulatum (Dang) Senn				45.6	14.5	
Kirchneriella elongate. G.M.smith	24.7		10.5			
K. lunaris var Diania . Bohlin						
Pediastrum duplex Meyen			14.7			52.7
P. simplex Var. duodenarium Biale	46.6			23.8		
Scenedesmus armatus						12.3
S. bijuga	52.6				14.8	
S. quadricauda var.westii.				10.5		
S. dimorphus			62.6		14.7	

Echinosphaerella limmnetieca G. M.						
Euglenophyta						
Euglena acus			10.4			
E. sp						
Pyrrhophyceae						
Peridinium cinctum						
Chrysophyta						
Mallomonas sp			16.4			
M. acaroides .					12.2	
Bacillariophyta						
Centrales						
Aulacosiera ambigua Moore ex	66.4				14.5	78.5
A. distans Ehr.						
A.varians C.A.Agardh		34.7		52.6		
A. granulata		53.8			67.7	
Cyclotella comta (Ehr).			74.6			88.5
C. meneghiniana.Kuetzing						
C. ocellata. Pantocksek			23.8			
C. striata (kuetz.) Grun.				21.7		
Melosira granulate						12.8
Pennales						
Achnanthidium affine (Grunow) Czarnecki		22.7			53.7	19.5
A. lanceolata (Breb.) Grun.		45.6			32.6	
A. delicatula (Ktz.) Grunow	74.8			43.7		66.5
Cocconeis disculus.Cleve		12.5			14.6	
C. placentula Ehrenberg	43.6		57.6			
C. pediculus Ehrenberg		65.7				12.6
Cymatopleura elliptica (Breb)W.Smith						
Cymbella affinis kuetzing				76.8	32.8	
C.aspera H.paragallo						
C. amphicephala Naegeli	31.8	54.8				12.8
C.gracilis (Rabh)Cleve			22.3			
C. microcephala Grunow					43.8	
C.tumidula Grunow						
C.ventricosa Kuetzing	41.8			66.7		26.9
Diatoma elongatum.Agardh			33.7		19.4	
D. vulgare Bory						

D. vulgare Var. producta Grunow						
Fragilaria brevistriata Grunow	112.5	67.8			43.7	22.3
F. virescens Ralfs		12.2		76.9	14.8	
F. crotonensis Kitton						
Gomphonema acuminatum Ehrenberg	55.7				33.3	
G. productum (Grunow) Lange- Berlet E. Reichardt						
G. intricatum Var. lunata			67.8	33.6		
G. intricatum Kuetzing		77.8	86.3			
G. parvulum (Kuetzing) Grunow					23.7	
G. lanceolatum (Ehr.)						17.9
Navicula cinta (Ehr.) Kuetzing				44.8		
N. dicephala (Ehr.) W. Smith						66.8
Nitzschia acicularis (kts) W. Smith					12.8	
N. lanceolata (Ag.) Kuetzing			33.7			
N. commutata Grunow						54.9
N. granulata Grunow					43.6	
N. dubia W. Smith				66.3	19.8	
N. hungarica Grunow	65.6	41.8				
N. sigmoidea (Ehr.) W. Smith						
N. palea (ktz.) W. Smith						53.7
Surirella angusta .K	65.7			53.8		
Synedra acus. K						79.5
S. robusta . Ehrenberg	85.3	66.7		33.7		14.5
Mastogloia Smithii thw. Ex. W. Smith					24.8	
Sum	846.2	771.2	588.5	761.5	638.4	788.1

ملحق(7) التحاليل الإحصائية اقل فرق معنوي بين العوامل المدروسة

العوامل	بين الأشهر لكل المواقع	بين المواقع لكل الأشهر
درجة حرارة الهواء (م)	2.82	10.2
درجة حرارة الماء(م)	3.28	9.33
عمق المياه(سم)	57.62	37.39
سرعة الجريان (م\د)	0.112	0.155
نفاذية الضوء (سم)	10.11	13.90
الاس الهيدروجيني	0.529	0.347
التوصيلية الكهربائية (مايكرو سيمنز\سم)	172.5	371.1
الملوحة (جزء بالإلف)	0.108	0.238
المواد الصلبة الذائبة(ملغم\لتر)	173.1	193.2
المواد الصلبة العالقة (ملغم\ لتر)	14.59	15.87
العكورة (NTU)	9.99	11.02
الاوكسجين المذاب (ملغم\لتر)	1.80	1.32
المتطلب الحيوي للأوكسجين (ملغم\لتر)	1.70	0.991
العسرة (ملغم\لتر)	57.97	162.7
الكالسيوم (ملغم\لتر)	19.09	16.23
المغنسيوم (ملغم\لتر)	8.35	31.68
الكلوريدات (ملغم\لتر)	21.48	40.13
الكبريتات (ملغم\لتر)	64.96	64.6
النترت (ملغم\لتر)	0.301	0.414
النترات (ملغم\لتر)	2.58	2.50
الفوسفات (ملغم\لتر)	0.119	0.063
اعداد الهائمات النباتية خلية $\times 10^3$ /لتر	564.1	152.9
دليل الغنى	2.57	1.24

0.526	0.739	دليل شانون و ويفر
0.089	0.255	دليل تجانس ظهور الأنواع
0.188	0.242	دليل مكننوش
0.188	0.231	دليل مينهنك
0.026	0.063	دليل سمبسون
0.396	0.524	دليل التلوث العضوي
0.422	0.734	دليل تحمل التلوث
2.35	5.70	دليل بالمر للتلوث
17.96	26.52	النسب المئوية للأنواع الحساسة للتلوث %
2.12	3.18	دليل حساسية التلوث

ملحق (8) معامل الارتباط بين العوامل الفيزيائية والكيميائية والاحيائية

المتغير	R & P	اعداد الهائمات النباتية	درجة حرارة الهواء	درجة حرارة الماء (°C)	عمق المياه	نفاذية الضوء	سرعة المياه	الاس الهائروجيني	الاس الهائروجيني	الاوكسجين المذاب	المتطلب الحيوي للاوكسجين	التوصيلية الكهربائية	الملوحة	العمق	الكبريتات	الكالسيوم	المغنيسيوم	الكلوريد	العترة	المواد الصلبة الذائبة	المواد الصلبة العالقة	النترات	الفوسفات
اعداد الهائمات النباتية	R	1																					
النباتية	P	0																					
درجة حرارة الهواء	R	0.104	1																				
	P	0.682	0																				
درجة حرارة الماء (°C)	R	0.071	0.997	1																			
	P	0.78	0	0																			
عمق المياه	R	-0.131	-0.571	-0.547	1																		
	P	0.604	0.013	0.019	0																		
نفاذية الضوء	R	0.155	0.068	0.088	-0.227	1																	
	P	0.54	0.787	0.73	0.365	0																	
سرعة المياه	R	-0.28	-0.75	-0.735	-0.416	0.211	1																
	P	0.26	0	0.001	0.086	0.4	0																
الاس الهائروجيني	R	-0.36	-0.425	-0.453	-0.044	-0.357	-0.357	1															

															0	0.1 46	0.7 7	0.8 63	0.0 59	0.0 79	0.14 2	P	الاوكسجين ن المذاب			
													1	-0.347	0.4 78	0.2 36	0.6 44	- 0.5 45	- 0.5 72	0.32 1	R					
													0	0.158	0.0 45	0.3 47	0.0 04	0.0 19	0.0 13	0.19 4	P					
													1	- 0.892	0.295	- 0.3 47	- 0.2 72	- 0.5 52	0.2 87	0.3 12	- 0.47 7	R	المتطلب الحيوي للاوكسجين			
													0	0	0.235	0.1 58	0.2 75	0.0 18	0.2 48	0.2 07	0.04 5	P				
												1	0.736	- 0.796	0.362	- 0.7 78	- 0.4 54	- 0.5 43	0.6 6	0.6 82	- 0.15	R	التوصيلية الكهربائية			
											0	0	0	0.14	0	0.0 59	0.0 2	0.0 03	0.0 02	0.55 4	P					
											1	1	0.734	- 0.794	0.364	- 0.7 8	- 0.4 57	- 0.5 44	0.6 58	0.6 79	- 0.14 4	R	الملوحة			
										0	0	0.001	0	0.138	0	0.0 56	0.0 2	0.0 03	0.0 02	0.56 9	P					
									1	0.91 6	0.914	0.699	- 0.817	0.492	- 0.8 26	- 0.2 32	- 0.6 45	0.7 34	0.7 51	- 0.04 5	R	العسرة				
									0	0	0	0.001	0	0.038	0	0.3 54	0.0 04	0.0 01	0	0.85 9	P					
									1	0.8 77	0.81	0.808	0.681	- 0.814	0.613	- 0.5 47	- 0.1 67	- 0.5 88	0.7 19	0.7 27	- 0.27 7	R	الكبريتات			
									0	0	0	0	0.002	0	0.007	0.0 19	0.5 07	0.0 1	0.0 01	0.0 01	0.26 5	P				
									1	0.59	0.6 34	0.64 9	0.651	0.675	-0.71	0.349	- 0.3 6	- 0.3 75	- 0.1 89	0.2 08	0.2 24	- 0.44 3	R	الكالسيوم		
									0	0.01	0.0 05	0.00 4	0.003	0.002	0.001	0.156	0.1 43	0.1 25	0.4 52	0.4 07	0.3 71	0.06 6	P			
									1	0.52 2	0.84 4	0.9 84	0.90 4	0.902	0.641	- 0.773	0.438	- 0.8 65	- 0.1 71	0.8 05	0.8 22	0.03 5	R	المغنيسيوم		
									0	0.02 6	0	0	0	0	0.004	0	0.069	0	0.4 96	0.0 02	0	0.88 9	P			
									1	0.932	0.65	0.87 9	0.9 54	0.95	0.948	0.716	- 0.804	0.53	- 0.7 84	- 0.4 12	- 0.5 16	0.7 23	0.7 35	- 0.20 4	R	الكلوريدات
									0	0	0.00 3	0	0	0	0	0.001	0	0.024	0	0.0 9	0.0 28	0.0 01	0.0 01	0.41 7	P	

					1	0.62 6	0.61 4	0.66 9	0.67 5	0.70 8	0.62 8	0.62 5	0.72 4	- 0.60 6	0.42 2	- 0.35 7	- 0.15 4	- 0.45 9	0.15 3	0.16 2	- 0.28 1	R	العكورة
					0	0.00 5	0.00 7	0.00 2	0.00 2	0.00 1	0.00 5	0.00 6	0.00 1	0.00 8	0.08 1	0.14 6	0.54 2	0.05 6	0.54 5	0.52 1	0.25 8	P	
				1	0.62 1	0.25 2	0.07 1	0.56 9	0.21 7	0.20 3	0.31 2	0.30 7	0.49 1	- 0.32 6	0.10 4	0.11 1	- 0.62 6	0.10 4	- 0.41 5	- 0.39 8	- 0.36 8	R	المواد الصلية الذائبة
				0	0.00 6	0.31 2	0.78	0.01 4	0.38 7	0.41 9	0.20 7	0.21 5	0.03 8	0.18 7	0.68 2	0.66 1	0.00 5	0.68	0.08 7	0.10 2	0.13 3	P	
			1	0.76 4	0.75	0.65 6	0.51 5	0.73 7	0.55	0.59 8	0.77 2	0.77 2	0.76 4	- 0.64 1	0.15	- 0.32 2	- 0.62 1	- 0.28 7	0.08 6	0.10 8	- 0.40 4	R	المواد الصلية العالقة
			0	0	0	0.00 3	0.02 9	0	0.01 8	0.00 9	0	0	0	0.00 4	0.55 2	0.19 2	0.00 6	0.24 9	0.73 3	0.67	0.09 7	P	
		1	0.45 9	0.12 8	0.05 7	0.49 3	0.47 4	0.38 4	0.34 9	0.46 9	0.60 3	0.60 8	0.39 3	- 0.60 8	0.01 9	- 0.45 8	- 0.47 8	- 0.26 9	0.43 9	0.47 2	0.05 8	R	التنريت
		0	0.05 5	0.61 2	0.82 2	0.03 8	0.04 7	0.11 5	0.15 6	0.04 9	0.00 8	0.00 7	0.10 7	0.00 7	0.94 1	0.05 6	0.04 5	0.28 1	0.06 8	0.04 8	0.81 8	P	
	1	- 0.64 7	- 0.56 2	- 0.23 2	- 0.41 2	- 0.86 8	- 0.78 5	- 0.60 2	- 0.83 3	- 0.80 4	- 0.84 5	- 0.84 4	- 0.69 4	0.86 5	- 0.46 4	0.58 6	0.41 6	0.50 1	- 0.68 6	- 0.70 8	0.19 5	R	النترات
	0	0.00 4	0.01 5	0.35 3	0.08 9	0	0	0.00 8	0	0	0	0	0.00 1	0	0.05 2	0.01 1	0.08 6	0.03 4	0.00 2	0.00 1	0.43 9	P	
1	- 0.20 1	0.06 5	0.44 5	0.73 3	0.30 9	0.06 1	- 0.18 2	0.51 4	0.13 6	- 0.03 9	0.05 6	0.05 5	0.42 2	- 0.31 4	0.26 5	0.36 2	- 0.38 8	0.34	- 0.40 5	- 0.40 6	- 0.65 5	R	النوسف ات
0	0.42 3	0.79 9	0.06 4	0.00 1	0.21 1	0.80 9	0.46 9	0.02 9	0.59	0.87 8	0.82 4	0.82 8	0.08 1	0.20 5	0.28 9	0.14	0.11 1	0.16 8	0.09 5	0.09 4	0.00 3	P	

ملحق (9) : صورة توضح الجانب العملي لعملية الحفظ والترسيب للهائمات النباتية



ملحق(10) : صورة توضح تشخيص الهائمات النباتية تحت المجهر



Summary

This study was conducted on the Al-Daghara River, which originates in the Sadr Al-Daghara area (northwest of Al-Diwaniyah Governorate) and flows toward the southeast, passing through Al-Daghara City, Sumer Subdistrict, and Afak District, ending at Al-Budair Subdistrict, where three sampling locations were selected along the river. The study addressed the estimation of organic pollution and biodiversity in the river's waters by examining physical and chemical characteristics, identifying certain phytoplankton species present at the study sites, and applying several biotic indices for diversity and pollution. The study was carried out from September 2025 to February 2026, during which measurements of physical and chemical parameters were recorded.

The study also included the identification of several phytoplankton species and utilized phytoplankton indices to assess water quality in the river. These indices comprised pollution indices and diversity indices, including the Pollution Tolerance Index, Saprobic Index, Palmer Pollution Index, Percentage of Sensitive Species Index, Index of Pollution Sensitivity, Richness Index, Shannon and Weaver Index, Evenness Index, McIntosh Diversity Index, Menhinick's Diversity Index, and Simpson Index. The results demonstrated a clear correlation between ambient air temperature and water temperature across all sites, ranging between (13–35.5 °C) and (10.8–32.4 °C), respectively. Water depth values ranged between (85–165.3) cm, flow velocity recorded values between (0.13–0.57) m/s, light transparency values ranged from (34.7–80.5) cm, and pH values ranged from (7.4–8.5). Electrical conductivity values ranged between (889–1788) $\mu\text{S}/\text{cm}$,

salinity values between (0.57–1.14) ppt, total dissolved solids (TDS) between (579–1200.2) mg/L, total suspended solids (TSS) between (20–70.6) mg/L, turbidity between (15.7–47.6) NTU, dissolved oxygen (DO) between (6.6–10.6) mg/L, biological oxygen demand (BOD) between (1.5–5.3) mg/L, total hardness between (275–605) mg/L, calcium between (75–120.6) mg/L, magnesium between (15.7–80) mg/L, chlorides between (132–220.5) mg/L, sulfates between (210.6–408.74) mg/L, nitrite between (0.032–0.987) mg/L, nitrate between (1.541–8.3) mg/L, and phosphate between (0.016–0.21) mg/L.

The qualitative analysis identified six classes of phytoplankton: Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Pyrrophyceae, Chrysophyta, and Bacillariophyceae. The phytoplankton classes displayed varying total species counts and percentages, with diatoms being dominant, recording (120) species (61.20%). The number of green algae species across the three sites reached (39) species (19.90%), blue-green algae recorded (27) species (13.80%), Euglenophyta and Chrysophyta each recorded (4) species (2%), and Pyrrophyceae recorded only (2) species (1%). Quantitative phytoplankton cell density ranged between (922.6–1325.4) $\times 10^3$ cells/L. Regarding biotic indices, the Richness Index values ranged between (1.48–6.73), Shannon-Weaver Index (1.86–3.41), Evenness Index (0.51–0.98), McIntosh Index (0.33–0.87), Menhinick Index (0.35–0.93), Simpson Index (0.075–0.19), Saprobic Index (1.33–2.44), Pollution Tolerance Index (1.14–2.94), Palmer Pollution Index (1–6), Percentage of Sensitive Species Index (23.5–76.73%), and Index of Pollution Sensitivity (751–1453).

The study concluded that the water of the Al-Daghara River exhibits moderate biodiversity and ranges from moderately organically polluted to organically polluted according to the applied biological indicators.

Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Al-Qadisiyah
College of Science



Estimation of organic pollution and biodiversity in Al-Daghara River /Iraq by Using Some bio indicators.

A Thesis

Submitted to the Council of the
College of science / University of Al-Qadisiyah
in Partial Fulfillment of the Requirements for
The Degree of Master's in Ecology

By

Alaa Hasan Salman

Bachelor of Ecology - College of Science

(2020- 2021)

University of Al-Qadisiyah

Supervised by

Dr. Khitam Abbas Marhoon

2026 A.D.

1448 A.H.