

# استخدام دليل التلوث العضوي (OPI) للتقييم الوصفي والكمي لمياه شط العرب / العراق

رسالة مقدمة الى  
كلية العلوم - جامعة البصرة  
وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير  
علوم في علوم الحياة  
(بيئة وتلوث)

من قبل  
فاديه مشتاق سليم  
بكالوريوس - علوم - علوم حياة  
2006

بإشراف  
أ. د. نجاح عبود حسين

ربيع الأول 1434 هـ

شباط 2013 م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

”سَبَّحْتَ بِكُمُ اللَّهُ  
عَلَّمَ لَنَا مَا

عَلَّمْنَا بِكُمُ اللَّهُ  
أَنْتَ السَّمِيعُ

الْعَلِيمُ”

صدق الله العظيم

سورة البقرة: آية (32)

## الهدايا

الى من شرف أرض كربلاء .....  
الإمام الحسين السبط (ع).

الى الحنان والعتاء  
الى من خصني بالدعاء ..... أبي

الى ينبوع المحبة وعنوان الحنان  
الى دفء العيون وسحر الجنان  
الى الشوق الذي فارقتني وطبع في الوجدان ... أمي

الى رفيق دربي ومسراتي  
الى من اعانني في كبواتي ..... زوجي

الى أروع ما في الوجود .. أخي .. أخواتي .. أحبتي

أهدي ثمرة جهدي المنواضع

## شكر وتقدير

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله، والصلاة والسلام على خير خلقه محمد وآله الطيبين الطاهرين.

يدفعني جميل العرفان وأنا أكتب هذه الأسطر الأخيرة أن أتقدم بوافر الشكر والامتنان الى مشرفي أ. د. نجاح عبود حسين لما بذله من جهود كبيرة في توجيهي ومتابعتي طيلة مدة البحث. وأقدم شكري وتقديري الى عمادة كلية العلوم ورئاسة قسم علوم الحياة لدعمهم لهذا البحث وأخص بالذكر أ. د. مسلم عبد الرحمن، كما أتقدم بخاص شكري الى أ. د. أسعد يحيى و م. م. ليث فيصل لازم لمساعدتي بإجراء التحليلات الإحصائية لنتائج الدراسة.

وإن من دواعي فخري واعتزازي أن أتقدم بجزيل الشكر الى كل من سعى معي في تذليل صعوبات هذا البحث من أساتذتي وزملائي في قسم علوم الحياة مدفوعين بروح المحبة والتعاون وأخص بالذكر أ. م. د. هيفاء علي حمزه و أ. م. د. نداء جاسم وم. م. محمد سالم مويل و م. باحث عادل فاضل عباس و أ. مكية مهلهل خلف و م. وداد مزبان طاهر و م. م. رغد زيدان خلف و م. م. أمل علي صبار ومن قسم الجيولوجي م. م. وسن صبيح حمدان متمنيةً لهم دوام التوفيق. ويطيب لي أن أتقدم بوافر الشكر والتقدير الى منتسبي قسم الكيمياء البحرية في مركز علوم البحار وأخص بالذكر أ. م. د. عماد جاسم الشاوي و أ. د. وصال فخري حسن. ويسرني أن أتقدم بعظيم أمتناني الى أساتذتي وزملائي في كلية الزراعة في قسم علوم الأغذية وأخص بالذكر أ. م. د. أسعد رحمن و أ. م. د. أمال كاظم غضبان و م. م. رغد رحيم علي، كما أشكر م. م. مجتبي عبد الوهاب طاهر من قسم الأسماك لما قدمه من مساعدة أثناء مدة البحث، كما يطيب لي أشكر منتسبي مديرية بيئة البصرة وأخص بالذكر الست فوزية شهف حصين والست رشا عيسى موسى. ولا يفوتني أن أتقدم بوافر الشكر والامتنان الى كافة زملائي طلبة الدراسات العليا وأخص بالذكر أختي الفاضلتين ريام مؤيد حاتم وسداد أسعد مطشر لمساندتهن لي طول مدة البحث، كما أشكر السيد فلاح حسن داوود سائق زورق الكلية. ويدعوني واجب الوفاء والعرفان بالجميل أن أعرب عن أسمى آيات الشكر والامتنان الى عائلتي لرعايتهم ودعمهم المعنوي. ولقد اهتز القلم خجلاً بين أصابعي ولأستطيع سوى أن أقول شكراً لصاحب القلب الكبير... زوجي.

وختاماً أقدم شكري وامتناني لكل من قدم لي العون والمساعدة متمنيةً لهم دوام التوفيق.

فاديه

## الخلاصة

أستعمل في الدراسة الحالية دليل التلوث العضوي لتحديد مستويات التلوث العضوي في الجزء الشمالي والأوسط من شط العرب، إذ يعد هذا الدليل وسيلة كفؤة وناجحة للتقييم الوصفي والكمي للتلوث العضوي في الأنظمة المائية المختلفة.

اختيرت أربع محطات للدراسة وهي القرنة، والمقل، والبراضعية، وأبي الخصيب. جمعت عينات من الماء والرواسب شهرياً ابتداءً من شهر آب 2011 ولغاية شهر تموز 2012 خلال فترة الجزر. قيست مجموعة من المتغيرات الفيزيائية والكيميائية وهي: درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الماء والتوصيلية الكهربائية والأس الهيدروجيني والعمارة والأوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين والمتطلب الكيميائي للأوكسجين والمواد العالقة الكلية وأيون الامونيوم والنترات الفعالة والنترات الفعالة والفوسفات الفعالة وأيون الكلوريد في الماء والكاربون العضوي الكلي في الرواسب.

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن المعدلات السنوية لقيم درجة حرارة الهواء (28.42 ، 29.12 ، 28.87 ، 28.26) م<sup>0</sup> للمحطات الأربع على التوالي، أما معدل قيم درجة حرارة الماء فقد تراوحت (21.28 ، 22.66 ، 22.78 ، 22.72) م<sup>0</sup> للمحطات الأربع على التوالي، كما سجلت معدلات قيم التوصيلية الكهربائية (1.78 ، 2.37 ، 2.82 ، 3.09) ملي سيمنز/ سم للمحطات الأربع على التوالي، تراوح معدل قيم عمارة الماء (17.83 ، 15.81 ، 21.74 ، 25.90) NTU للمحطات الأربع على التوالي، كان الأس الهيدروجيني للمحطات الأربع بالاتجاه القاعدي طيلة مدة الدراسة إذ تراوح معدل القيم (7.67 ، 7.86 ، 8.02 ، 8.13)، وتراوح معدل قيم الأوكسجين المذاب (7.79 ، 6.43 ، 5.58 ، 6.50) ملغم/ لتر للمحطات الأربع على التوالي، أما معدل قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين فقد تراوح (2.23 ، 1.88 ، 2.38 ، 1.89) ملغم/ لتر للمحطات الأربع على التوالي، كما سجلت تراكيز المتطلب الكيميائي للأوكسجين (3.75 ، 7.83 ، 6.25 ، 9.33) ملغم/ لتر للمحطات الأربع على التوالي، سجلت الدراسة الحالية تراكيز المغذيات النباتية، إذ تراوح معدل قيم أيون الامونيوم (1.17 ، 1.17 ، 1.13 ، 1.21) ملغم/ لتر، وتراوح معدل النترات الفعالة (0.29 ، 0.31 ، 0.65 ، 0.41) مايكغم ذرة نتروجين - نترات/ لتر، وتراوح معدل قيم النترات الفعالة (27.82 ، 28.80 ، 21.96 ، 32.13) مايكغم ذرة نتروجين - نترات/ لتر

وتراوح معدل قيم الفوسفات الفعالة (0.15 ، 0.24 ، 0.41 ، 0.26) مايكغم ذرة فسفور - فوسفات/ لتر للمحطات الأربع على التوالي. تراوح معدل قيم المواد العالقة الكلية (45.14 ، 40.65 ، 35.74 ، 35.88) ملغم/ لتر للمحطات الأربع على التوالي، لوحظ ارتفاع في أيون الكلوريد، إذ تراوح معدل القيم (243.33 ، 389.90 ، 531.82 ، 642.28) ملغم/ لتر للمحطات الأربع على التوالي، تراوح معدل قيم الكاربون العضوي الكلي (0.07 ، 0.08 ، 0.08 ، 0.10) غم/ غم للمحطات الأربع على التوالي.

أظهرت الدراسة الحالية تغيرات شهرية واضحة في قيم دليل التلوث العضوي في المحطات الأربع، إذ تراوحت بين (30-60) ، (25-53) ، (37-71) ، (26-64) للمحطات الأربع على التوالي، إذ سجلت أعلى القيم (71) في محطة البراضعية في شهر تشرين الثاني وأدنى القيم (25) في محطة المعقل في شهر تشرين الأول، وبذلك تصنف ضمن الفئتين السابعة رديء جداً (Very Bad) والفئة الثانية جيد (Good)، أما التغيرات الفصلية فقد تراوحت قيم الدليل (33-60) خلال فصول السنة وهي بذلك تصنف ضمن الفئتين الثالثة متوسط (Medium) والسادسة رديء (Bad)، إذ سجلت أعلى القيم في محطتي البراضعية وأبي الخصيب في فصل الشتاء وأدنى القيم في محطة المعقل في فصل الخريف، وبصورة عامة كانت قيمة الدليل (48) وبذلك يصنف شط العرب ضمن الفئة الرابعة ضعيف (Poor).

أظهرت نتائج تحليل المكونات الأساسي (Principal Component Analysis (PCA) أن أكثر العوامل المتحكممة بمستوى دليل التلوث العضوي هي: الحرارة والأوكسجين المذاب والمواد العالقة الكلية يليها أيون الكلوريد والتوصيلية الكهربائية والأس الهيدروجيني ثم العكارة والنتريت والكاربون العضوي الكلي، وكان المتطلب الكيميائي للأوكسجين غير مؤثر على الدليل.

## المحتويات

الرقم	العنوان	الصفحة
<b>الفصل الأول</b>		
1	المقدمة واستعراض المراجع	1
1	التلوث المائي	1.1
2	مصادر تلوث المياه	1.1.1
2	ملوثات المياه	2.1.1
6	مصادر التلوث العضوي	2.1
6	الصرف الصحي	1.2.1
6	المصادر الزراعية	2.2.1
7	المصادر الصناعية	3.2.1
7	الأدلة النوعية للمياه	3.1
7	أدلة التلوث	1.3.1
9	دليل التلوث العضوي (OPI)	2.3.1
10	تطبيق دليل التلوث العضوي	1.2.3.1
18	الدراسات السابقة عن الصفات الفيزيوكيميائية والتلوث في شط العرب	4.1
21	أهداف الدراسة	5.1
<b>الفصل الثاني</b>		
22	المواد وطرائق العمل	2
22	وصف منطقة الدراسة	1.2
23	محطات الدراسة	2.2
24	محطة القرنة	1.2.2
25	محطة المعقل	2.2.2

26	محطة البراضعية	3.2.2
27	محطة أبي الخصيب	4.2.2
28	العمل الحقلي	3.2
28	جمع عينات الماء	1.3.2
28	جمع عينات الرواسب	2.3.2
29	العمل المختبري	4.2
29	الأوكسجين المذاب	1.4.2
29	المتطلب الحيوي للأوكسجين	2.4.2
29	المتطلب الكيميائي للأوكسجين	3.4.2
30	أيون الأمونيوم	4.4.2
31	النترت الفعالة	5.4.2
31	النترات الفعالة	6.4.2
31	الفوسفات الفعالة	7.4.2
32	المواد العالقة الكلية	8.4.2
32	أيون الكلوريد	9.4.2
33	محتوى الكاربون العضوي الكلي	10.4.2
33	تطبيق دليل التلوث العضوي	5.2
36	التحليل الإحصائي	6.2
<b>الفصل الثالث</b>		
37	النتائج	3
37	المتغيرات الفيزيائية والكيميائية	1.3
37	درجة حرارة الهواء والماء	1.1.3
38	التوصيلية الكهربائية	2.1.3
39	العكارة	3.1.3

40	الأس الهيدروجيني	4.1.3
41	الأوكسجين المذاب	5.1.3
42	المتطلب الحيوي للأوكسجين	6.1.3
43	المتطلب الكيميائي للأوكسجين	7.1.3
44	أيون الأمونيوم	8.1.3
45	النتريت	9.1.3
46	النترات	10.1.3
47	الفوسفات	11.1.3
48	المواد العالقة الكلية	12.1.3
49	أيون الكلوريد	13.1.3
50	الكاربون العضوي الكلي	14.1.3
51	دليل التلوث العضوي	2.3
51	التغيرات الشهرية في قيم الدليل	1.2.3
52	التغيرات الفصلية في قيم الدليل	2.2.3
55	التغيرات السنوية في قيم الدليل	3.2.3
<b>الفصل الرابع</b>		
56	المناقشة	4
56	المتغيرات الفيزيائية والكيميائية	1.4
56	درجة الحرارة الهواء والماء	1.1.4
57	التوصيلية الكهربائية	2.1.4
59	العكارة	3.1.4
60	الأس الهيدروجيني	4.1.4
62	الأوكسجين المذاب	5.1.4
64	المتطلب الحيوي للأوكسجين	6.1.4

65	المتطلب الكيميائي للأوكسجين	7.1.4
66	أيون الأمونيوم	8.1.4
67	النترت	9.1.4
69	النترات	10.1.4
71	الفوسفات	11.1.4
73	المواد العالقة الكلية	12.1.4
75	أيون الكلوريد	13.1.4
76	الكاربون العضوي الكلي	14.1.4
77	دليل التلوث العضوي	2.4
81	الاستنتاجات	
82	التوصيات	
83	المصادر	
	الملاحق	

### قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الرقم
35	الحدود القصوى المسموح بها لمتغيرات دليل التلوث العضوي	1
36	مقياس دليل التلوث العضوي.	2
52	قيم دليل التلوث العضوي للمحطات الأربعة لجميع أشهر الدراسة.	3
53	قيم دليل التلوث العضوي خلال فصول السنة للمحطات الأربعة.	4
55	قيم المعدلات السنوية لدليل التلوث العضوي لمحطات	5

	الدراسة الأربعة ولشط العرب.	
57	مقارنة بين درجات حرارة الماء ( $^{\circ}\text{C}$ ) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.	6
58	مقارنة بين قيم التوصيلية الكهربائية (ملي سيمنز / سم) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.	7
60	مقارنة بين قيم العكارة (NTU) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.	8
61	مقارنة بين قيم الأس الهيدروجيني (pH) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.	9
63	مقارنة بين قيم الأوكسجين (ملغم / لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	10
64	مقارنة بين قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين (ملغم / لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	11
66	مقارنة بين قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين (ملغم / لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	12
67	مقارنة بين قيم أيون الأمونيوم (ملغم / لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	13
68	مقارنة بين قيم النتريت الفعالة (مايكغم ذرة نيتروجين - نتريت / لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	14
70	مقارنة بين قيم النترات الفعالة (مايكغم ذرة نيتروجين - نترات / لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	15

73	مقارنة بين قيم الفوسفات الفعالة (مايغم ذرة فسفور - فوسفات/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	16
74	مقارنة بين قيم المواد العالقة الكلية (ملغم/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	17
76	مقارنة بين قيم أيون الكلوريد (ملغم/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	18
77	مقارنة بين قيم الكربون العضوي الكلي (غم/ غم) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب	19

### قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان	الرقم
23	خارطة توضح محطات الدراسة المنتخبة.	1
37	التغيرات الشهرية في درجات حرارة الهواء ( $^{\circ}$ م) في محطات الدراسة الأربع.	2
38	التغيرات الشهرية في درجات حرارة الماء ( $^{\circ}$ م) في محطات الدراسة الأربع.	3
38	التغيرات الشهرية في قيم التوصيلية الكهربائية (ملي سيمنز/سم) في محطات الدراسة الأربع.	4
39	التغيرات الشهرية في قيم العكارة (NTU) في محطات الدراسة الأربع.	5
40	التغيرات الشهرية في قيم الأس الهيدروجيني في محطات الدراسة الأربع.	6
41	التغيرات الشهرية في قيم الأوكسجين المذاب (ملغم/ لتر)	7

	في محطات الدراسة الأربع.	
42	التغيرات الشهرية في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين (ملغم / لتر) في محطات الدراسة الأربع.	8
43	التغيرات الشهرية في قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين (ملغم / لتر) في محطات الدراسة الأربع.	9
44	التغيرات الشهرية في قيم أيون الأمونيوم (ملغم / لتر) في محطات الدراسة الأربع.	10
45	التغيرات الشهرية في قيم النتريت الفعالة (مايكغم ذرة نتروجين _ نتريت/ لتر) في محطات الدراسة الأربع	11
46	التغيرات الشهرية في قيم النترات الفعالة (مايكغم ذرة نتروجين _ نترات/ لتر) في محطات الدراسة الأربع.	12
47	التغيرات الشهرية في قيم الفوسفات الفعالة (مايكغم ذرة فسفور - فوسفات / لتر) في محطات الدراسة الأربع.	13
48	التغيرات الشهرية في قيم المواد العالقة الكلية (ملغم/ لتر) في محطات الدراسة الأربع.	14
49	التغيرات الشهرية في قيم أيون الكلوريد (ملغم / لتر) في محطات الدراسة الأربع.	15
50	التغيرات الشهرية في قيم الكاربون العضوي الكلي (غم /غم) في محطات الدراسة الأربع.	16
51	التغيرات الشهرية في قيم دليل التلوث العضوي في محطات الدراسة الأربع	17
54	التغيرات المكانية في قيم دليل التلوث العضوي خلال فصول الدراسة.	18
54	التغيرات الفصلية في قيم دليل التلوث العضوي لكافة	19

	المحطات.	
55	المعدلات السنوية لدليل التلوث العضوي لمحطات الدراسة الأربع ولشط العرب.	20
61	العلاقة بين الأس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.	21
63	العلاقة بين الأوكسجين المذاب ودرجة حرارة الماء في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.	22
65	العلاقة بين المتطلب الحيوي للأوكسجين والأوكسجين المذاب في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.	23
68	العلاقة بين النتريت والأوكسجين المذاب في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.	24
71	العلاقة بين النترات والأوكسجين المذاب في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.	25
71	العلاقة بين النترات والتوصيلية الكهربائية في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.	26
75	العلاقة بين المواد العالقة الكلية والعكارة في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.	27
76	العلاقة بين أيون الكلوريد والتوصيلية الكهربائية في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.	28
80	تأثير المتغيرات البيئية في قيم (OPI) في شط العرب ضمن منطقة الدراسة حسب تحليل (PCA).	29

قائمة الصور

الصفحة	العنوان	الرقم
24	المحطة الأولى ( القرنة )	1
25	المحطة الثانية ( المعقل )	2
26	المحطة الثالثة ( البراضعية )	3
27	المحطة الرابعة ( أبي الخصيب )	4
30	جهاز COD Reaktor	5

قائمة المختصرات

APHA	American Public Health Association
BOD	Biological Oxygen Demand
COD	Chemical Oxygen Demand
EC	Electrical Conductivity
EPA	Enviromental Protection Agency
GEMS	Global Enviroment Monitoring System
GPS	Geographical Positioning System
NPK	Nitrogen - Phosphore - Potassium
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
OPI	Organic Pollution Index
PCA	Principal Component Analysis
TOC	Total Organic Carbon
TSS	Total Suspended Solids
WHO	World Health Organization

## 1. المقدمة واستعراض المراجع Introduction and Literature Review

يعد الماء من أهم المصادر الطبيعية لإدامة الحياة والبيئة، إذ تشكل المياه العذبة مصدراً للحياة في مختلف البيئات لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة التي يقع العراق من ضمنها. تعد الانهار من أهم مصادر المياه العذبة التي يعتمد عليها كمصدر أساسي لمياه الشرب والزراعة والصناعة، إذ أقيمت الخزانات والسدود على الأنهار لحجز مياهها بدلاً من فقدانها في البحار والمحيطات.

تتعرض المسطحات المائية للتلوث المتزايد على الرغم من أهميتها الواسعة ( Singh *et al.*, 2005)، إذ استعملت العديد منها وخاصةً الأنهار في المناطق الحضرية والصناعية لتصريف مياه الصرف الصحي والصناعي والتي تكون في اغلب الاحيان غير معالجة وتحتوي الكثير من المغذيات والمواد الكيميائية السامة وأغلب هذه المواد لها تأثير تراكمي يستمر لعدة سنوات (Doung *et al.*, 2007).

تؤثر العوامل الفيزيائية والكيميائية على طبيعة مياه الانهار، إذ تسبب تصريف مياه البزل الزراعي عالية الملوحة والمغذيات بتغيير التركيبة الكيميائية للأنهار، فضلاً عن العوامل الفيزيائية المختلفة مثل التيارات وتعرية تربة الضفاف والتصريف والعوامل المناخية (كالرياح والعواصف الترابية) وحركة الزوارق والسفن، وجميع هذه العوامل تسبب خللاً في النظام البيئي للأنهار (الحلو، 2001).

### 1.1 التلوث المائي Water pollution

يعرف التلوث المائي أنه مجمل التغيرات التي تطرأ على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحياتية للمياه والنتيجة عن تدخل الإنسان بصورة مباشرة أو غير مباشرة عن طريق إدخال مواد أو مصادر طاقة غير مرغوب بها إلى البيئة المائية مما يحدث اضطراباً أو حالة عدم توازن في هذا النظام البيئي مما يؤثر سلباً في بيئة الاحياء ووجودها وصولاً إلى الانسان (Martin, 1976) والصائغ وطاقة، (2002).

### 1.1.1. مصادر تلوث المياه Sources of water pollution

هناك مصدران رئيسيان لتلوث المياه حسب (Carpenter *et al*, 1998);  
هما: (Howarth *et al*, 2000)

#### 1. المصادر النقطية Point sources

وهي المصادر التي تطرح المخلفات مباشرة إلى الماء عن طريق أنابيب أو ماشابه ذلك والتي بالامكان السيطرة عليها مثل مياه الفضلات الصناعية ومياه الصرف الصحي غير المعالجة والمتدفقات من عمليات انتاج وتصفية النفط.

#### 2. المصادر اللانقطية Non point sources

وتكون أوسع لأنها تجمع الملوثات من أماكن مختلفة، مثل المتدفقات من الحقول الزراعية والمخصبات والمبيدات وفضلات الحيوانات في الحضائر والترسبات المتراكمة من مواقع البناء والمياه المنجرفة من الطرق المعبدة في المناطق الحضرية والتسرب من آبار وناقلات النفط.

### 2.1.1. ملوثات المياه Water Pollutants

تصنف ملوثات المياه حسب (EPA (2007 إلى سبعة أصناف:

#### 1. الفضلات المتحللة إحيائياً Biodegradable waste

تتكون بصورة رئيسة من فضلات الانسان والحيوانات والتي تجهز البكتيريا عند دخولها إلى الماء بمصدر الطاقة (الكاربون العضوي). هذا الصنف من الملوثات أكثر انتشاراً وضرراً من الاصناف الاخرى لاستهلاكه السريع للأوكسجين مما يؤدي إلى موت الأحياء المائية.

#### 2. المغذيات النباتية Nutrients

تضم الفوسفات والنترات التي تدخل إلى المسطحات المائية بواسطة مياه الصرف الصحي غير المعالجة وعن طريق المياه المنجرفة من حضائر المواشي والاراضي الزراعية المجاورة إلى تلك المسطحات وكذلك توجد في بعض المخلفات الصناعية.

### 3. الممرضات Pathogens

تشمل البكتريا والفيروسات والفطريات والطفيليات والديدان والتي تسبب أمراض عديدة مثل الدزنتري والتيفوئيد والكوليرا و غيرها، تدخل هذه الممرضات إلى البيئة المائية بصورة رئيسة من خلال فضلات الإنسان والحيوانات المصابة، ومن فضلات المستشفيات ومعامل الصناعات الغذائية والألبان غير المعالجة.

### 4. الرواسب Sediments

تعد من اكثر المصادر الشائعة لتلوث المياه وتتكون من المعادن والمواد العضوية الصلبة تأتي هذه الرواسب من مصادر عديدة مثل تآكل الضفاف والانجراف من الأراضي الزراعية وحضائر المواشي والفيضانات، تسبب الرواسب مشاكل عديدة منها: عرقلة أنظمة الصرف الصحي وزيادة عكارة المياه وتسبب هذه المياه العكرة وبصورة غير مباشرة تلوثاً كيميائياً من خلال ادمصاص العناصر والأيونات والمركبات النفطية عليها كما تمنع وصول الضوء إلى أعماق المياه مما يعيق عملية الإنتاج الأولي وانخفاض تركيز الأوكسجين المذاب مما يسبب لاحقاً في اختناق الأحياء.

### 5. المصادر الحرارية Thermal Sources

تقلل الحرارة المرتفعة من كمية الأوكسجين المذاب. ويكون التلوث الحراري أما طبيعياً في حالة الينابيع الحارة والبرك الضحلة في اوقات الصيف، أو يكون بفعل الإنسان من خلال المياه المستعملة في تبريد أنابيب المعامل ومحطات توليد الطاقة الكهربائية. وكما هو معلوم تحتاج الأسماك والنباتات إلى درجات حرارة معينة لغرض التكاثر وكميات من الأوكسجين المذاب بمستويات معينة لذا فالتلوث الحراري يختزل التنوع الأحيائي في الماء.

### 6. الملوثات الإشعاعية Radial Pollutants

تتضمن مياه فضلات المعامل، والمستشفيات، وبعض العناصر المشعة مثل اليورانيوم، وقد تأتي من مصادر طبيعية مثل الرادون. تعد المواد المشعة خطرة جداً لكونها تؤثر على مستويات التكاثر للأحياء، كما إن تأثيرها يبقى لسنوات طويلة.

## 7. الملوثات الكيميائية Chemical Pollutants

تأتي من مصادر عديدة، مثل الفضلات الصناعية والمنزلية وانسكاب النفط والمياه المنجرفة من الطرق المعبدة والمبيدات والمخصبات، تشكل هذه الكيماويات تهديداً لحياة الأحياء المائية والإنسان لأن معظمها يتراكم داخل جسم الكائن الحي.

قسم Sax (1974) الملوثات الكيماوية حسب تركيبها الكيميائي إلى:

### أولاً: الملوثات اللاعضوية Inorganic pollutants

هي الملوثات التي تغير من طبيعة الماء نتيجة لذوبان المركبات والأملاح اللاعضوية فضلاً عن العناصر الثقيلة التي لها تأثير تراكمي داخل أجسام الأحياء وتصبح سامة بزيادة تراكيزها عن الحدود المثلّى.

### ثانياً: الملوثات العضوية Organic pollutants

تشمل المواد الكيميائية العضوية التي تطرح إلى البيئة المائية وتتضمن الفضلات المتطلبة للأوكسجين وتؤثر في النباتات والحيوانات في البيئة المحيطة ويكون مصدرها عادةً مياه الصرف الصحي الثقيلة.

أدت زيادة النمو الصناعي والسكاني إلى جعل المياه الداخلية كالأنهار والجداول والبحيرات والخزانات وغيرها المستلم الرئيس للمواد العضوية بكميات تفوق قابليتها للتنقية بينما كانت التنقية الذاتية وعمليات التخفيف في السنوات المنصرمة نتيجة لقلّة مصادر التلوث كافية في أكثر الأحيان (حسين، 2001). وتؤثر عملية طرح الفضلات العضوية في البيئة المائية على نوعية المياه ومن ثم على الأحياء الموجودة كما ونوعاً معتمدة على مدى تحمل الأنواع للتغيرات الحاصلة في تلك البيئة (الخيون، 2001).

أجريت العديد من الدراسات العالمية عن التلوث العضوي ومنها ما أوضحه *Dejoux et al.* (1981) بأن تلوث مياه المدن عموماً ذا مصدر عضوي ويعتمد بشكل كبير على حجم التطور والتوسع السكاني والعمراني وغياب أنظمة معالجة المخلفات المنزلية والصناعية.

بين (2001) Heiskary & Markus العلاقة بين المغذيات والمتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD) في أنهار ولاية مينيسوتا في الولايات المتحدة الأمريكية ، ووجدوا أن الأنهار ذات التراكيز المرتفعة من المغذيات تحتوي على تراكيز عالية من المتطلب الحيوي للأوكسجين بينما تحتوي الأنهار ذات التراكيز الواطئة من المغذيات على تراكيز قليلة من المتطلب الحيوي للأوكسجين. تناولت دراسة (2003) Cheung *et al.* تحديد مستويات المغذيات والعناصر الثقيلة في رواسب وعمود الماء للأنهار الواقعة جنوب الصين، ووجدوا أن هناك تلوث في المواقع القريبة من المدن الحضرية بسبب فضلات تلك المدن والفضلات الصناعية. حددت دراسة (2003) Inoue *et al.* مستويات الفضلات العضوية والمغذيات المتدفقة من حقول الرز ووجدوا ان تراكيزها تزداد في المناطق الحضرية في اثناء عملية تحويل شتلات الرز (rice – transplanting period)، كما لاحظوا زيادة في كمية المواد الصلبة العالقة. بين (2007) Saunders *et al.* إن خليج دبي في الإمارات العربية المتحدة ملوث عضوياً نتيجةً لمياه الصرف الصحي ونفايات القوارب، كما قيم خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية (الأس الهيدروجيني، والمواد العالقة، والملوحة، والأوكسجين الذائب، والكاربون العضوي الذائب (DOC) والكاربون العضوي العالق (POC)، والنترات، والأمونيا، والفوسفات، والفسفور الكلي، وكلوروفيل (أ) ومجتمعات الاحياء القاعية، ووجد أن هناك تباين مكاني في التلوث، إذ كان التلوث شديداً أعلى الخليج، بينما اسفل الخليج يكون أقل تلوثاً ووجدوا علاقة طردية بين نسبة التلوث العضوي والإثراء الغذائي وبين نسبة وجود الاحياء القاعية. لاحظ(2010) Choudhary *et al.* زيادة في محتوى الكاربون الكلي (TOC) والنترجين والهيدروكاربونات في رواسب بحيرة Naukuchiyatal في الهند وهذا يشير إلى زيادة انتاجيتها بسبب التلوث العضوي. حللت عينات من المياه السطحية والجوفية والرواسب والتربة لدراسة انماط التلوث بالملوثات العضوية في نهر Ebro في أسبانيا، ووجد أن النمط الاول هو العمليات الزراعية وهو المصدر الرئيس لإنتشار الملوثات في المياه السطحية والجوفية، ويشكل النمط الثاني الهيدروكاربونات الاروماتية متعددة الحلقات (PAHs) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons أما النمط الثالث للتلوث فهو الفعاليات الصناعية (Terrado *et al.*,2010). وأوضح (2010) Liu *et al.* أن نهر Haine يعد أحد أهم المناطق الملوثة في الصين، إذ لاحظوا

ارتفاع قيم النتروجين الكلي والأمونيا والمتطلب الحيوي للأوكسجين ( $BOD_5$ ) والمتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) والتي تعود إلى الملوثات العضوية ووفرة المغذيات. قيم Varol *et al.* (2011) نوعية المياه ومصادر التلوث في نهر دجلة في تركيا ووجدوا أن التغير في نوعية المياه متعلق بصورة رئيسة بالأملاح الذائبة والتلوث العضوي وازدياد تركيز المغذيات.

### 2.1. مصادر التلوث العضوي Sources of organic pollution

#### 1.2.1. الصرف الصحي Sewage influents

تطرح معظم المستوطنات الحضرية في بلدان العالم الثالث مياه المجاري في المسطحات المائية القريبة منها وخاصةً الأنهار دون معالجتها مما يمهد الطريق لحدوث مشاكل بيئية خطيرة (موسى، 2000).

تتكون مياه الصرف الصحي من المياه المستعملة في المنازل سواء في الحمامات أو المطابخ ومياه الغسيل وكذلك المياه المستعملة في المستشفيات وبعض الورش والمعامل الصغيرة ومحطات الوقود التي تقع داخل المدينة (الصحاف، 1976). تكون هذه المياه ملوثة بالكيميائيات السامة والجراثيم والتي تفسد في نوعية المياه فضلاً عن احتوائها على المغذيات النباتية والتي بزيادة تركيزها تزدهر الطحالب وتحدث ظاهرة الأثراء الغذائي (Eutrophication) التي تؤدي إلى انخفاض في مستوى الأوكسجين وافراز السموم مؤدياً الى موت الأسماك وفقدان التنوع الإحيائي (Vousta *et al.*, 2001).

#### 2.2.1. المصادر الزراعية Agricultural Sources

تضم بعض المواد الكيميائية مثل الأسمدة الثلاثية (NPK) الزراعية المتنوعة المستعملة لتحسين وزيادة الانتاج الزراعي وكذلك المبيدات الكيميائية المستعملة للقضاء على الآفات الزراعية (الصائع وطاقة، 2002). تنقل مياه البزل كميات كبيرة من أملاح التربة مثل أملاح النترات والفسفات وغيرها من الكيميائيات الموجودة في الأسمدة الزراعية أو مبيدات الحشائش والحشرات (الباهلي، 2006).

### 3.2.1 المصادر الصناعية Industrial Sources

تطرح مياه الصرف الصناعي إلى الأنهار أو البحيرات القريبة منها دون معالجة مسبقة والتي تكون محملة بالمواد الكيميائية السامة والمواد العضوية (الحايك، 1990). ازدادت في الآونة الأخيرة نسبة مياه الصرف الصناعي نتيجة للتوسع في بناء المنشآت الصناعية وزيادة استعمال الكيماويات مما سبب في تأثيرات سلبية للنظام المائي (Doung et al., 2007).

### 3.1 الأدلة النوعية للمياه Water Quality Indices

انتشر في الآونة الأخيرة استعمال الأدلة النوعية للمياه والتي تشترك بأهداف محددة أهمها تحويل العدد الكبير من البيانات النوعية للمياه والتي عادة ماتكون معقدة إلى تعبير رقمي يتضمن التأثير المتكامل لتلك البيانات على نوعية المياه والذي يمكن فهمه وتفسيره واستعماله من قبل غير المختصين في مجال المياه كصناع القرار والأدريين غير التقنيين والجمهور العام (مويل، 2010). استعمل دليل نوعية المياه لأول مره من قبل Horton (1965) في محاولة لتصنيف المياه وبيان تأثير التلوث عليها، وبعدها طور العديد من أدلة نوعية المياه بالاعتماد على دليل Horton إذ برزت الحاجة إليها في الآونة الأخيرة لمراقبة التغيرات المختلفة التي تحدث في نوعية مياه المسطحات المائية نتيجة الضغط المتواصل عليها خلال الفعاليات المدنية والصناعية والزراعية لذا فكر خبراء نوعية المياه بتصميم أدلة متخصصة أو أكثر تخصصاً لتحديد نوعية مياه المسطحات المائية او لتحديد طبيعة تأثير الملوثات المختلفة عليها، ومن هذه الأدلة:

### 1.3.1 أدلة التلوث Pollution Indices

تستعمل أدلة التلوث لوصف التغيرات الزمانية والمكانية للمياه الناتجة عن الملوثات المختلفة والتي تصل إلى المياه من مصادر مختلفة لتحديد نوعيتها (Wang et al., 2008). إهتمت العديد من الدراسات باستعمال الادلة البيئية منها الدراسة التي قام بها Horrigan et al. (2005) على جداول وأنهار كوينزلاند والتي تناولت بحث التغيرات في أصناف اللاقريات الكبيرة ( Macroinvertebrates ) تبعاً للتغيرات في قيم التوصيلية الكهربائية باستعمال دليل

الملوحة (Salinity Index)، إذ جمعت بيانات عديدة امتدت من سنة 1994 ولغاية 2002 والتي تضمنت وجود اللاقريات الكبيرة، إذ لاحظ التغير في تركيبة المجتمع الاحيائي تبعاً للتحمل الملحي فالاحياء الحساسة للملوحة تسبدل بأخرى مقاومة عندما تصل قيمة التوصيلية الكهربائية (800 – 1000) مايكروسيمنز. استعمل (Lin and Yo (2008 دليل تلوث الأنهار (River pollution Index) كتطوير للأدلة الحياتية لتحديد درجة تلوث النهر بإستعمال أنواع من ديدان قليلة الأهلاب (Oligochaetes) كدليل لوجود التلوث العضوي في نهر Taichung في تايوان. قيم (Barinova et al.(2010 نوعية مياه نهر الاردن في فلسطين المحتلة باستعمال دليل التلوث البيئي (Enviromental pollution Index)، ويعتمد هذا الدليل على وجود الدايتومات كدليل لوجود التلوث من خلال قدرة تحملها للمستويات المختلفة من المغذيات الموجودة في مياه النهر. كما إستعمل (Primpas et al.(2010 دليل الاثراء الغذائي (Eutrophication Index) لتحديد نوعية مياه بحر إيجيه في الشرق الأوسط بالاعتماد على تحديد تراكيز المغذيات وكلوروفيل (أ). بغية الحصول على قيمة توحد جميع المتغيرات الدالة على تلوث المياه في البيئة المائية أستعمل (Boluda et al.(2002 ستة أدلة للتلوث لتحديد مدى تلوث الاراضي الرطبة في أسبانيا وهي:

### 1. دليل التلوث الفيزيائي (Physical pollution Index (PPI)

يستعمل هذا الدليل لمراقبة وتحديد الملوثات الفيزيائية للمياه بالاعتماد على قياس المتغيرات الفيزيائية كالحرارة.

### 2. دليل الملوحة (Salinity Index (SI)

برزت أهمية هذا الدليل مع ازدياد ملوحة الماء، إذ يعطي انعكاساً عن التغيرات في مجتمعات الأحياء المائية بالاعتماد على قياس الملوحة والتوصيلية الكهربائية ونسبة ادمصاص الصوديوم (SAR).

### 3. دليل التلوث الكيميائي بالعناصر الثقيلة (Chemical pollution Index due to Heavy metals (CPIHM)

يعتمد على تحديد ومراقبة مستويات المعادن الثقيلة في المياه والرواسب القاعية.

4. دليل التلوث الكيميائي الناتج عن المبيدات Chemical pollution Index due to pesticides (CPIP)

نتيجة لكثرة إستعمال المبيدات ومدى خطورتها وتراكمها لذا وضع هذا الدليل لمراقبة وتحديد مستويات المبيدات في المياه والرواسب القاعية.

5. دليل التلوث العضوي (OPI) Organic pollution Index

6. دليل التلوث العام (GPI) .General pollution Index

يستعمل لتحديد مستويات الملوثات بصورة عامة بالأعتماد على الأدلة السابقة.

### 2.3.1. دليل التلوث العضوي (OPI) Organic Pollution Index

لمعرفة التغيرات الزمانية والمكانية في مستويات التلوث العضوي في المياه فقد طور العلماء دليلاً لتقييم مستويات التلوث العضوي في الأنهار والبحيرات والينابيع والذي يعد وسيلة كفوءة للمراقبة الكيميائية لنوعية المياه.

توجد بعض الدراسات حول استعمال دليل التلوث العضوي منها دراسة *Fawzi et al.* (2001) حول تقييم حالة التلوث العضوي في نهر Hassar في المغرب باستعمال (OPI)، إذ لاحظوا تردي نوعية مياهه بسبب استلامه الكثير من الملوثات العضوية من مياه الفضلات غير المعالجة. وأستعمل *Boluda et al.* (2002) دليل التلوث العضوي لتقييم حالة التلوث العضوي في الأراضي الرطبة في أسبانيا على ساحل البحر المتوسط بالأعتماد على قياس الأوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين والمتطلب الكيميائي للأوكسجين وأيون الكلوريد وأيون الأمونيوم والنترات والفسفور الكلي، فضلاً عن استعمال أدلة أخرى للتلوث، واختيرت إحدى عشرة محطة للدراسة خمسة منها تقع في مناطق حضرية وصناعية وأربعة منها تقع في مناطق زراعية ومحطتين كسيطرة، ووجد إن تلك الأراضي الرطبة ملوثة عضوياً كما أوضح أن هناك ثلاثة مصادر للتلوث الأول مرتبط بالصرف الصحي في المناطق الحضرية والذي يحوي على تراكيز عالية من المتطلب الحيوي للأوكسجين والمتطلب الكيميائي للأوكسجين وتراكيز عالية من المغذيات، والثاني المصروفات الصناعية الحاوية على تراكيز عالية من العناصر الثقيلة، أما

الثالث فهو الصرف الزراعي. قيم (Borja et al. (2008 حالة التلوث العضوي في مناطق مصيبة وساحلية في مناطق متعددة من العالم بالأعتماد على دليل (OPI) (ولليل المغذيات (Nutrients Index) وأظهرت النتائج أن المياه غير ملوثة عضوياً وتراكيز المغذيات قليلة. وصف (Guasmi et al. (2010) التغيرات الزمانية والمكانية للتلوث العضوي والمغذيات في مياه منبع مدكيرا في الشمال الشرقي للجزائر بالأعتماد على دليل (OPI)، إذ اختيرت لهذه الدراسة 14 محطة تشمل مناطق متأثرة بالمصروفات المنزلية والصناعية والزراعية، وأوضحت دراستهم بأن منبع مدكيرا متأثر بصورة كبيرة بالتلوث العضوي بسببه المخصبات ومياه الصرف الصحي والصناعي غير المعالجة. استعمل (Liu et al. (2011 دليل (OPI) ودليل الإثراء الغذائي لتقييم مستويات التلوث العضوي و الإثراء الغذائي في مياه بحر بوهي في مقاطعة بروفنس، ووجدوا أن التلوث يكون أكثر شدة في الأشهر الجافة من الأشهر الرطبة معتمداً على قياس متغيرات فيزيائية وكيميائية عديده وبالأخص (COD) و (BOD<sub>5</sub>).

### 1.2.3.1. تطبيق دليل التلوث العضوي

يعطي تطبيق دليل التلوث العضوي صورة واضحة ومعبرة عن التغيرات الزمانية والمكانية في مستويات التلوث العضوي، إذ يلخص البيانات العديدة بشكل تعبير رقمي يسهل من خلاله تقييم نوعية المياه ومدى تلوثها بالاعتماد على المتغيرات الأكثر تأثراً بالتلوث العضوي، ومن ثم تحديد طبيعة معالجة المسطح المائي قبل استعماله للأغراض المختلفة.

ومن مستلزمات تطبيق دليل (OPI):

#### أولاً: تحديد المدة الزمنية

لاعطاء صورة واضحة عن إستعمال دليل التلوث العضوي، فمن الضروري تحديد المدة الزمنية المطلوب معرفة التلوث العضوي خلالها وتستعمل عادة سنة واحدة للمراقبة، إذ تجمع العينات على أساس شهري لاعطاء صورة متكاملة عن حالة التلوث العضوي والتغيرات الحاصلة خلال هذه المدة الزمنية.

### ثانياً: إختيار المتغيرات

من المهم اختيار المتغيرات الدالة على التلوث والتي تعطي وصفاً متكاملًا عن الحالة العامة للمياه، إذ إستعمل (Lin and Yo (2008) الأوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين والأمونيا والمواد الصلبة العالقة الكلية عند حساب دليل تلوث الأنهار.

استعمل (Maitera et al.(2010) الأوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين والمتطلب الكيميائي للأوكسجين والكاربون العضوي الكلي كمتغيرات دالة على التلوث العضوي في نهر Benue في نيجيريا.

ولحساب دليل التلوث العضوي اختيرت اكثر المتغيرات التي يعتمد عليها كقياس للتلوث العضوي وهي: المتطلب الحيوي للأوكسجين، وأيون الأمونيوم، والنترات الفعالة، والفوسفات الفعالة (Guasmi et al.,2010) فضلاً عن اختيار المتغيرات التي تعد مهمة لتحديد مستويات التلوث للمياه والتي تؤثر بدورها في مقاييس التلوث العضوي وهذه المتغيرات هي:

### 1. درجة حرارة الماء Water Temperature

تعد من أهم الخصائص الفيزيائية التي تؤثر في بيئة المسطحات المائية ومن اهم العوامل التي تؤثر في العديد من الخصائص الكيميائية للمياه وبالتالي تأثيرها على الخصائص الحياتية مثل التغذية ونمو المناسل والاجنة، وتوزيع الأحياء المائية وخاصةً الأسماك، إذ ترتبط هجرتها وفعاليتها الأيضية وتكاثرها بدرجة الحرارة كونها من الأحياء ذوات الدم المتغير والتي ترتبط درجة حرارة أجسامها مع المحيط الخارجي (Larnier et al., 2010).

يؤدي ارتفاع درجات الحرارة إلى تدني ذوبان الغازات في الماء وخاصة الأوكسجين الذي يزداد الاحتياج اليه مع ارتفاعها نتيجة لزيادة معدلات الأيض والتنفس والتفاعلات الانزيمية للأحياء وازدياد نشاط الأحياء المجهرية المحللة (Decomposer) المستهلكة للأوكسجين (حسين وجماعته، 2009).

## 2. التوصيلية الكهربائية (Electrical Conductivity (EC)

تعرف التوصيلية الكهربائية للماء بأنها قيمة عددية تشير إلى قابلية الماء على توصيل التيار الكهربائي، وتعتمد هذه القيمة على تركيز وتكافؤ الأيونات الذائبة الموجودة في الماء وتأثير درجة حرارة الماء في أثناء القياس، إذ تزداد قيمة التوصيلية الكهربائية للماء بازدياد درجات الحرارة (APHA, 1999). هناك علاقة وطيدة بين قابلية التوصيل الكهربائية والملوحة، إذ أن للملوحة أهمية كبيرة في توزيع الكائنات الحية (Nielsen *et al.*, 2003).

## 3. العكارة (Turbidity)

تعد العكارة من الخصائص الفيزيائية الأساسية للمياه وهي مقياس لمدى تشتت الضوء وانتشاره من قبل المواد العالقة مثل دقائق التربة والطين والغرين والمواد العضوية واللاعضوية العالقة في الماء، كما يمكن ان تكون بسبب وجود البكتريا والطحالب وكائنات حية اخرى (موسى، 2000). تؤثر العكارة في الأحياء المائية من خلال تقليل تخلل الضوء الذي يستغل في عملية البناء الضوئي (Photosynthesis) (عباوي وحسن، 1990). وهناك علاقة بين العكارة وسلامة المياه والطعم والرائحة في المياه الطبيعية غير المعالجة والمياه المرشحة المعالجة، إذ تبين أن 50 % من أسباب العكارة يرجع إلى تحلل المواد العضوية التي تكون على شكل مواد غروية، وهناك علاقة أيضاً بين العكارة والمحتوى البكتيري في المياه أيضاً، إذ تلتصق المواد الغذائية على سطح الجزيئات المسببة للعكارة، ومن ثم تساعد على نمو البكتريا وتكاثرها (حلوة وجماعته، 2000).

## 4. الأس الهيدروجيني (pH)

هو أحد أهم المتغيرات التي تعطي إنعكاساً للعديد من العمليات الكيميائية والحياتية وتؤثر في توزيع الأحياء (Dou Abul *et al.*, 1987 ; Harrison, 2007)، تتأثر قيمة الأس الهيدروجيني بصورة رئيسة بنوعية الغازات المذابة في المياه فضلاً عن أنواع الأيونات السالبة والموجبة الموجودة، كما تكون قيمته مؤشراً لوجود وتوازن ثنائي أكسيد الكربون الحر والكربونات والبيكربونات، وهي دليل لصلاحية البيئة المائية للحياة (حسين وجماعته، 1991). إن الانخفاض في قيمة الأس الهيدروجيني يؤدي إلى تحول المحيط المائي من

متعادل وقاعدي مخفف في المياه الطبيعية غير الملوثة إلى محيط حامضي مخفف وملوث (Brown *et al.*, 1980).

### 5. الأوكسجين المذاب Dissolved Oxygen

الأوكسجين المذاب مهم للعديد من الأحياء المائية إذ أن الأسماك والأحياء المائية الأخرى تعتمد عليه للاستمرار في الحياة، يدخل الأوكسجين إلى الجسم المائي عن طريق ذوبان الأوكسجين الجوي فضلاً عن الناتج العرضي من عملية البناء الضوئي للهائمات النباتية والنباتات المائية. يتأثر تركيز الأوكسجين المذاب بدرجات الحرارة ، فعند ارتفاع درجات الحرارة يقل ذوبان الأوكسجين وكذلك عند زيادة درجة الحرارة سوف يزداد نشاط المحلات من البكتريا المستهلكة للأوكسجين (Giller and Malmqvist, 1998) .

بعض الأحياء تتحمل التراكيز الواطئة للأوكسجين المذاب ولكن يعد التركيز 4 ملغم/ لتر الحد الأدنى لبقاء الأحياء المائية (Hynes, 1970). يعد تركيز الأوكسجين المذاب دليلاً على حالة الجسم المائي فيمكن معرفة الكثير عن طبيعة المورد المائي من معرفة كمية الأوكسجين المذابة فيه، كما أن وجود الأوكسجين المذاب في الماء يعمل على تحلل الملوثات العضوية وتخليص الجسم المائي منها، وإن انعدامه في الماء يؤدي إلى حدوث تحلل لا هوائي للملوثات داخل الماء منتجا غازات ضارة كغاز الميثان وغاز كبريتيد الهيدروجين وغيرها (عباوي و حسن، 1990).

### 6. المتطلب الحيوي للأوكسجين Biological Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>)

يعد المتطلب الحيوي للأوكسجين من المعايير المهمة في تقييم نوعية المياه ، ودليلاً على مدى صلاحيتها للاستعمالات المختلفة (Liu *et al.*, 2000). ويعرف (BOD<sub>5</sub>) على إنه مقياس لكمية الأوكسجين الذي تستهلكه البكتريا والاحياء الاخرى لتحلل المادة العضوية تحت ظروف هوائية وغالباً ما يتم قياسه خلال خمسة أيام (Harrison, 2007) ويستعمل (BOD<sub>5</sub>) للاستدلال على تراكيز المادة العضوية الموجودة في مياه الأنهار وفي المياه الملوثة كميها الفضلات وغيرها (عباوي وحسن، 1990) كما إنه يعكس مدى نشاط الأحياء المجهرية التي تزداد فعاليتها عند ارتفاع درجات الحرارة ، إذ يزداد تركيز (BOD) بارتفاع درجات الحرارة (حسين وجماعته، 2009).

### 7. المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) Chemical Oxygen Demand

يعرف المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) على انه كمية الأوكسجين المتطلبة لأكسدة كل المادة العضوية إلى غاز ثنائي أوكسيد الكاربون وماء باستعمال مؤكسدات كيميائية مثل ثنائي كرومات البوتاسيوم ( $K_2 Cr_2 O_7$ ) (Harrison, 2007). يعد المتطلب الكيميائي للأوكسجين مقياساً جيداً للمياه الملوثة لاسيما الملوثة بالفضلات الصناعية، إذ يعكس كمية المواد العضوية المتأكسدة (الخيون، 2001) وإن لهذا المتغير اهمية في معرفة خصائص المياه والمياه العادمة (Storm Water) والمياه الصناعية والمياه الخارجة من محطات المعالجة، لذا يعد فحص (COD) مهماً ومفيداً لأغراض المراقبة والسيطرة على نوعية المياه (GEMS,1997).

### 8. أيون الأمونيوم ( $NH_4^+$ ) Ammonium Ion

توجد الأمونيا بالشكل الأيوني  $NH_4^+$  والشكل اللأيوني  $NH_3$  (Carmargo and Alonso, 2006) . ويعد أيون الامونيوم أحد أشكال النيتروجين اللاعضوي بالحالة المختزلة ويؤخذ بسهولة من قبل الهائمات النباتية لأن النترات سوف تختزل إلى أمونيا قبل تكوينها الأحماض الامينية داخل الأحياء (Holmer, 2006). تكون الامونيا سامة للأحياء المائية إلا أن الشكل الأيوني أقل سمية من الشكل اللأيوني، إذ تكون سامة لبكتريا Nitrosomonas وبكتريا Nitrobacter مما تؤدي إلى تثبيط عملية النترجة. كما إن وجود الأمونيا مع ملوثات كيميائية أخرى مثل السيانيد والنحاس والفينول والزنك يزيد من سميتها (Russo, 1985)، كما تؤثر الأمونيا في الأسماك إذ تسبب لها مشاكل في التنفس والعمليات الايضية. وهناك العديد من العوامل المؤثرة في الامونيا مثل الحرارة و pH والملوحة وأيون الكالسيوم والأوكسجين المذاب، إذ يرتبط تركيز الأمونيا بعلاقة عكسية مع هذه العوامل (Environmental Canada, 2001).

### 9. النترتت الفعالة ( $NO_2$ ) Reactive nitrite

يوجد النترتت في مياه الأنهار بوصفه مركباً قلقاً ناتجاً من اختزال النترات وأكسدة الامونيا، وقليلاً ما تستعمله الهائمات النباتية كمصدر للنيتروجين (حسين وفهد، 2008). إن المصدر الرئيس للنترتت في المياه هي الفضلات الناتجة عن الفعاليات البشرية (Anthropogenic) (Philips et al., 2002)، وتسبب زيادة تركيز النترتت إلى تثبيط عملية النترجة (nitrification)

بسبب تأثيرها في بكتريا النترجة (Russo, 1985). يعد النترت من الأيونات السامة للأحياء المائية وأكثرها تأثيراً هي الأسماك بسبب تحويله للصبغة الحاملة للأوكسجين إلى شكل غير قادر على حمل الأوكسجين مسبباً نقص الأوكسجين داخل الأنسجة hypoxia ومن ثم موتها، كما تسبب خللاً في فسيولوجية الأحياء المائية (Jensen, 2003 ; Eddy and Williams, 1987).

### 10. النترات الفعالة (Reactive Nitrate (NO<sub>3</sub>

تعد النترات الشكل السائد للنيتروجين اللاعضوي في البيئة المائية ونادراً ما تتجاوز تراكيزها في المياه الطبيعية عن 10 ملغم / لتر وتعد التراكيز دون 55 مايكغم / لتر محددة لنمو الهائمات النباتية (حسين وفهد، 2008). وجود النترات بصورة رئيسية في المياه بسبب المياه المنجرفة من الأراضي الزراعية والمحتوية على الأسمدة والمخصبات الكيميائية ومن مياه الصرف الصحي والصناعي وكذلك تظهر نتيجة لتحلل المركبات العضوية المحتوية على النيتروجين مثل اليوريا والبروتينات (Razmkhah *et al.*, 2010) وتعد النترات من المغذيات الرئيسة في البيئة المائية وزيادة تركيزها يؤدي إلى حدوث ظاهرة الاثراء الغذائي (الإمارة وآخرون، 2001).

النترات من الأيونات السامة للأحياء المائية وخاصةً الأسماك وأن أحياء المياه العذبة هي أكثر حساسية من أحياء المياه المالحة، وتكمن سميتها بمنعها لصبغة الهيموغلوبين من حمل الأوكسجين وتكون أكثر شدة على الأطفال الرضع (Camargo Greer and Shannon, 2005 ; and Alonso, 2006). وعند دخول النترات إلى الجهاز الهضمي للإنسان تكون ما يعرف بأمينات نيتروزية سرطانية Carcinogenic nitrosamines إذ تتحول النترات إلى نترت والأخير يتفاعل مع الأحماض الامينية (أونيل، 2006).

### 11. الفوسفات الفعالة (Reactive phosphate (PO<sub>4</sub>

يظهر الفسفور بالشكل الذائب أو العالق وبالصورة العضوية أو اللاعضوية (Holmer, 2006). ويعد الأورثوفوسفيت (Orthophosphate) العامل المحدد لنمو الطحالب في المياه العذبة وأن زيادتها في المياه تؤدي إلى حدوث ظاهرة الاثراء الغذائي (Camargo and Alonso, 2006).

إن وجود الفسفور بصورة رئيسة في المياه هو بسبب الصرف الصحي غير المعالج والمحتوي على كميات كبيرة من مساحيق التنظيف فضلا عن الصرف الزراعي والصناعي وطبيعة التربة، إذ إن الفوسفات تكون قليلة الذوبان وتدمص على مكونات التربة، إن تركيز الفسفور في مياه الانهار يكون واطناً لأن معظمه يكون على شكل رواسب وإن تركيز الفسفور سيتناقص حالما يتراكم الفسفور بواسطة نباتات المنطقة وحيواناتها وعند موت النباتات والحيوانات سوف يدخل في المواد المترسبة في قاع الجسم المائي، وهنا أما أن تسترجع الفوسفات حركتها في عمود الماء عند تفسخ المركبات العضوية نتيجة لحركة التيارات المائية أو أن تبقى في الرواسب إذا ما اتحدت مع أيونات أخرى (أونيل، 2006).

### 12. المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) Total suspended solids

تتألف المواد العالقة من حبيبات الطين والغرين والرمل والمواد المتفسخة فضلاً عن الأحياء الدقيقة (موسى، 2000). إن مصادر المواد العالقة ناتج عن عمليات التعرية والتي تحصل نتيجة التيارات المائية المؤثرة على ضفاف الانهار وقيعانها وكذلك من تآكل التربة وانجرافها من الأراضي المجاورة فضلاً عن ما تحمله مياه الصرف الصحي والصناعي من مواد عالقة (جواد، 1994). تعتمد المواد العالقة على طبيعة صخور ورسوبيات الحوض والتصريف النهري والمناخ السائد في المنطقة، وتختلف المواد العالقة بأحجامها وأشكالها ولهذا تأثير في سرعة هبوط هذه المواد إلى القاع، فضلاً عن تأثرها بسرعة التيار فعندما تقل سرعة التيار فإن هذه المواد سوف تترسب ولكن عند زيادة سرعة التيار فإنها تعود لتصبح عالقة (عبد الله، 1990). تقلل زيادة المواد الصلبة العالقة من التنوع الاحيائي في المياه بسبب حجبها لضوء الشمس الضروري لعملية البناء الضوئي ومن ثم قلة الأوكسجين المذاب في الماء مسبباً في اختناق الأحياء (أحمد، 1987).

### 13. أيون الكلوريد Chloride Ion

يوجد الكلوريد في الطبيعة على شكل أملاح هي: كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم وكلوريد البوتاسيوم، ويعد أيون الكلوريد من أكثر الأيونات شيوعاً في المياه لإن أملاحه شديدة الذوبان في الماء (WHO, 1996). تركيز أيون الكلوريد في المياه العذبة غير الملوثة لا يزيد عن 10 ملغرام/ لتر ويزيد تركيزه بسبب معاملة المياه بالكلوريد أو الكلورين ويدخل إلى البيئة المائية

بسبب الفعاليات الصناعية واستعمال المخصبات اللاعضوية وطرح الفضلات المنزلية ومن مياه الري ومياه بزل الأراضي الزراعية ودخول مياه البحر المالحة إلى المناطق الساحلية والمصبية (GEMS,1997). ويسبب وجود أيون الكلوريد في الماء بنسبة كبيرة الطعم المالح غير المستساغ (موسى، 2000).

### 14. الكربون العضوي الكلي (TOC) Total organic carbon

يمثل الكربون العضوي الكلي (TOC) في الرواسب كمية المادة العضوية المتبقية بعد التحلل وتتأثر قيمته بعوامل عديدة مثل الإنتاجية الأولية ومعدل الترسيب وكميات الفتات العضوي (detritus) الناتجة من تفسخ الاحياء بعد موتها وسرعة تحلل المواد العضوية بواسطة المحللات (Routh *et al.*, 2004). أكدت الدراسات الحديثة أن زيادة الفعاليات البشرية وزيادة طرحها للمغذيات تزيد من كمية (TOC) في الرواسب ( Chakrapani, 2002 ; Das, 2005; Choudhary *et al.*, 2010) إن تركيز الكربون العضوي الموجود في المياه الطبيعية عموماً أقل من 10 ملغم / لتر إلا في حالة وجود مياه الصرف الصحي والصناعي، وإن مستويات عالية من الكربون العضوي قد توجد في المياه شديدة التلوث (GEMS,1997).

### ثالثاً: اختيار المعايير القياسية

استعمل دليل التلوث العضوي بالاعتماد على المواصفات القياسية لمياه الأنهار المحلية والعالمية.

### رابعاً: حساب دليل التلوث العضوي

بعد تحديد المدة الزمنية والمتغيرات والمعايير القياسية، يحسب دليل التلوث العضوي كما هو مفصل في الفصل الثاني حسب (Boluda *et al.* (2002).

#### 4.1. الدراسات السابقة عن الصفات الفيزيوكيميائية والتلوث في شط العرب

يعد شط العرب نهراً حيوياً لسكان مدينة البصرة فهو يمثل المصدر الرئيس لمياه الشرب وهو من أهم المصادر لصيد الأسماك النهرية وبقية الفعاليات الصناعية والزراعية والمنزلية. وبعد شط العرب ممراً لتصدير النفط العراقي الخام إلى الدول الأخرى وعبر منفذ ميناء أبو فلوس وميناء الفاو المطل على الخليج العربي مما يزيد من نسبة تلوثه بالهيدروكربونات النفطية (حسين وجماعته، 1991). يعاني شط العرب من مشاكل عديدة أهمها انخفاض التصريف النهري من أنهار دجلة والفرات والكارون وارتفاع الملوحة وطرح مياه الصرف الصحي غير المعالجة إليه والمحملة بكميات كبيرة من المواد العضوية والاملاح المغذية فضلاً عن المخلفات النفطية من البواخر والتي تؤثر جميعها سلباً في بيئة شط العرب.

تمتاز نوعية مياه شط العرب بكونها متغيرة فهي تتأثر بالعديد من العوامل أهمها:

1. نوعية وكمية المياه القادمة من نهري دجلة والفرات والكارون، إذ أن نوعية مياهه هي خليط بين مياه هذه الأنهار.
2. منفذ (نهر) كرمة علي الذي ينقل المياه من هور شرق الحمار.
3. تأثير مياه الصرف الصحي غير المعالجة من مركز مدينة البصرة وبقية المدن الصغيرة على محوره.
4. انحسار مياه منفذ (نهر) السويب الذي يعد رافداً حيوياً لشط العرب ينقل مياه هور الحويزة.
5. نهر الكارون ، إذ كان يعد رافداً حيوياً لشط العرب، وقد ظهرت أهميته بشكل ملحوظ عند غلقة سنة (2008 - 2009)، إذ ارتفعت الملوحة في شط العرب.
6. توغل المد البحري من الخليج العربي.
7. تأثير محطات توليد الطاقة الكهربائية ومصافي النفط.
8. حركة الملاحة في شط العرب.

ولهذا حظي شط العرب بالعديد من الأبحاث تناولت مراقبة نوعية ومواصفات مياه شط العرب وتقييم مكوناته الكيماوية ومنها المواد العضوية والاملاح المغذية وصولاً إلى تحديد مدى التلوث الناتج عنها.

تعد دراسة (1965) Mohammed من أولى الدراسات البيئية التي أجريت على شط العرب والتي أعتقد فيها أن مياه شط العرب ممتزجة بشكل جيد لعدم وجود اختلافات في معظم قيم العوامل الفيزيائية والكيميائية عند مستويات مختلفة الاعماق، وقد اتفقت مع نتائج دراسة (1977) Hameed.

درس (1977) Antoine & Shihab توزيع مركبات النتروجين والفسفور في قناة الخورة وشط العرب، وذكر أن زيادة تركيزها هي بسبب طرح الفضلات الزراعية والمنزلية. درس (1978) Saad بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لشط العرب وأشار إلى إن شفافية المياه ومعدل تركيز المواد العالقة أظهرت تغيرات فصلية وموقعية. درس (1987) Dou Abul et al. التلوث العضوي في الأفرع الجانبية لشط العرب المخترقة لمدينة البصرة وضواحيها، إذ استنتج أن هذه الأفرع ملوثة بمياه الصرف الصحي وتعاني كذلك من قلة المياه الداخلة من شط العرب لتخفيف تراكيز المواد العضوية. أكد (1988) Abaychi et al. أن شط العرب يعد مصدراً مهماً للمغذيات والمواد العضوية لشمال غرب الخليج العربي. وبين جواد (1994) أن لظاهرة المد والجزر تأثيراً واضحاً على تركيز الاملاح المغذية في مياه شط العرب، إذ وجد أن تركيزها أعلى في حالة الجزر مما هو عليه في حالة المد. وفي دراسة الحلو والعبيدي (1997) لكيميائية مياه شط العرب من بداياته في مدينة القرنة وحتى ملتقاه بالخليج العربي موضحين أن هناك تغيرات شهرية وموقعية في تراكيز المواد الذائبة والمغذيات، إذ تزداد القيم في الجزء الشمالي من شط العرب بينما تؤثر مياه رافد نهر الكارون على تخفيف هذا التركيز في الجزء الجنوبي من النهر. لاحظت الحجاج (1997) ارتفاع في قيم BOD في مياه شط العرب بسبب تأثير القنوات الفرعية المحملة بالمواد العضوية. حددت دراسة جاسم (1999) كمية المواد العضوية في الجزء الشمالي من شط العرب والتعرف على بيئة وانتاجية الهائمات النباتية ومدى تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية على التغيرات الفصلية والموقعية للتكوين الكمي والنوعي للهائمات النباتية، إذ لاحظ زيادة في أعداد الهائمات النباتية بالقرب من معمل الورق وقرب محطة توليد الطاقة الكهربائية في الهارثة وذلك بسبب طبيعة المياه الحارة المصروفة فضلاً عن مخلفات المجاري. بينما درس رسن (2001) تأثير الملوثات العضوية في ثلاث قنوات رئيسة لشط العرب وتأثيرها على وفرة وكثافة القواقع، وقاس

مجموعة من الخصائص الفيزيائية والكيميائية، وأظهرت الدراسة ارتفاعاً في النسبة المئوية للكربون العضوي الكلي في رواسب شط العرب. وأجرى الأمانة وجماعته (2001) دراسة شهرية لتقييم مستوى الاملاح المغذية وكلوروفيل (أ) في مياه شط العرب، وأشاروا إلى أن مياه شط العرب غنية بالأملاح المغذية التي تصل إلى البيئة المائية من مصادر عديدة أهمها: المخلفات المنزلية والزراعية. ركزت دراسة الخيون (2001) على تأثير المتدفقات التي يطرحها معمل الورق في الصفات الفيزيائية والكيميائية والحياتية لمياه شط العرب وبينت أن لمخلفات معمل الورق تأثيراً في بيئة شط العرب وذلك من خلال طرح كميات كبيرة من الملوثات التي تزيد من المتطلب الحيوي للأوكسجين، بينما تترسب المواد الصلبة على قاع النهر والتي تشكل عملية تحللها البطيئ مشاكل للأحياء القاعية. وقدر الشاوي وجماعته (2005) مستويات المغذيات ومحتوى الكربون العضوي الكلي في الأجزاء الجنوبية لنهري دجلة والفرات وشط العرب لمعرفة مستويات التلوث العضوي وأظهرت الدراسة أن التلوث العضوي يزداد كلما أتجهنا جنوباً بالنسبة لشط العرب وتكون أعلى مستوياته بالقرب من مركز مدينة البصرة. أوضحت دراسة (AL-Asadi et al. (2006) تأثير الفضلات الصناعية المطروحة في شط العرب من قبل معمل انتاج الاسمدة ومعمل صناعة الورق في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمغذيات لمياه شط العرب وتأثيرها في نمو طحلب الكلوريل *Chlorella sp.* ، إذ لاحظوا أن هناك تغيرت فصلية وموقعية في مستويات المغذيات والخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه شط العرب إلا أن ليس لها تأثيراً واضحاً على نمو طحلب الكلوريل. بينما درس حسين وجماعته (2009) تأثير المتدفقات الحارة لمحطة كهرباء الهارثة في الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه شط العرب وعلى أساس شهري، ولاحظوا انخفاضاً واضحاً في قيم الأوكسجين المذاب بالقرب من منطقة تصريف الماء الحار خلال أشهر الصيف بينما ارتفعت قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين ارتفاعاً ملحوظاً في المنطقة نفسها. درس AL-Imarah et al. (2010) التغيرات الزمانية والمكانية للمركبات الهيدروكربونية والنسبة المئوية للكربون العضوي الكلي في عينات مياه ورواسب في خمس مواقع منتخبة في الجزء الشمالي من شط العرب، فقد لاحظوا أن هناك علاقة ايجابية بين تركيز المواد الهيدروكربونية النفطية الكلية والكربون العضوي الكلي، كما لاحظوا زيادة تركيزها كلما تقدم النهر جنوباً.

إتجهت الدراسات الحديثة إلى تقييم نوعية مياه الأنهار ومقدار مستويات تلوثها باستعمال الأدلة النوعية لتقييم الحالة رقمياً ووصفياً بغية تسهيل عرض الحالة على أصحاب القرار من الإداريين والجمهور، فقد قيم مويل (2010) نوعية مياه الجزء الشمالي من شط العرب بأستعمال دليل نوعية المياه (Water quality Index) (النموذج الكندي)، إذ صنف نوعية المياه بين المقبولة (Fair) والضعيفة (Poor) بينما صنف نوعية مياه الشرب ضمن الفئة الضعيفة (Poor) في حين صنف نوعية مياه الري ما بين الجيدة (Good) والضعيفة (poor) طيلة مدة الدراسة ولجميع المحطات.

### 5.1. أهداف الدراسة

1. التقييم الوصفي والكمي لمستويات التلوث العضوي لمياه الجزء الشمالي والأوسط من شط العرب باستعمال دليل التلوث العضوي لإعطاء صورة واضحة ومعبرة عن التلوث العضوي في شط العرب.
2. تحديد تراكيز المتغيرات الفيزيائية الكيميائية الأساسية والثانوية المؤثرة على دليل التلوث العضوي.
3. اختبار المتغيرات الفيزيائية والكيميائية ومعرفة المتحكمة منها بمستوى التلوث العضوي في شط العرب ضمن منطقة الدراسة.

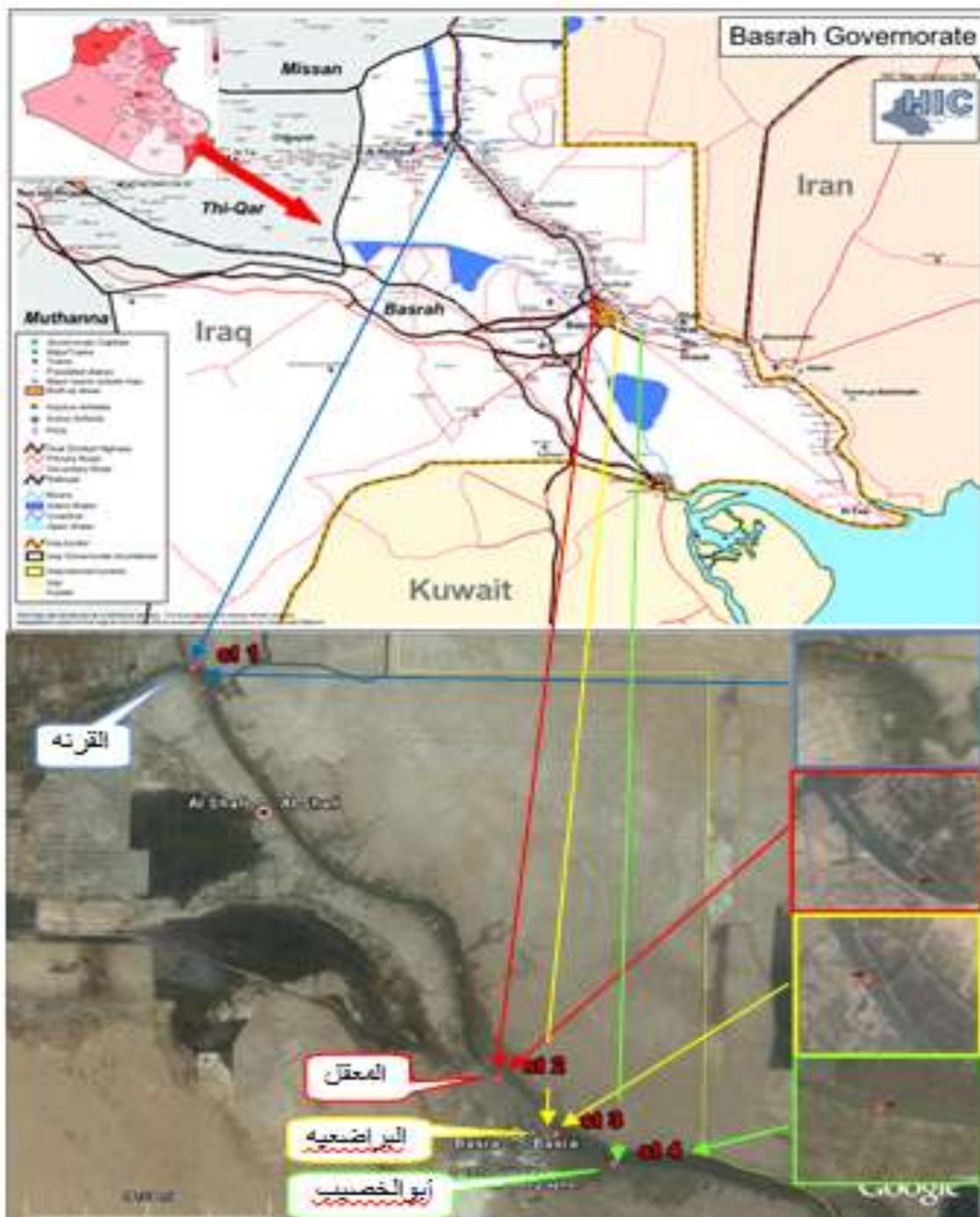
## 2. المواد وطرائق العمل

### 1.2. وصف منطقة الدراسة Description of the study area

يتكون شط العرب من إلتقاء نهري دجلة والفرات عند مدينة القرنة شمال مدينة البصرة ثم يمتد بعد ذلك بالاتجاه الجنوبي الشرقي ولمسافة تقارب 195 كم ليصب في الخليج العربي جنوب مدينة الفاو. يمتاز شط العرب بكثرة منعطفاته ويتغير عرض مجرى النهر من 0.5 كم ويزداد الى 1.5 بعد التقاءه بنهر الكارون (عبدالله، 1990). هيدرولوجياً يمثل الجزء من شط العرب من الملتقى الى جزيرة السندباد الجزء الشمالي، ومن جزيرة السندباد الى ملتقى نهر الكارون الجزء الأوسط، والجزء الجنوبي يمتد من جنوب الكارون وحتى شمال مدينة الفاو، اما من الفاو وحتى السد الخارجي للفاو او ميناء خور العمية فيتمثل بالمصب (اتصال شخصي حسين، 2012) (شكل، 1). تتأثر مياه شط العرب بحركتي المد والجزر النصف يومية القادمة من الخليج العربي خلال اكثر من 24 ساعة (حسين وجماعته، 1991). يصب في شط العرب ثلاثة روافد، فضلا عن نهري دجلة والفرات هي: نهر السويب الذي يقع جنوب مدينة القرنة بمسافة قدرها 4 كم والذي ينقل مياه هور الحويزة، ونهر كرمة علي الذي ينقل الماء من هور شرق الحمار فضلا عن نهر الكارون الذي يقع جنوب مدينة البصرة بمسافة قدرها 28 كم (المنصوري، 1996). يتميز المناخ السائد في المنطقة كبقية مناطق العراق الأخرى بكونه مناخاً قارياً شبه استوائي إلى معتدل وهو حار جاف صيفاً بارد ممطر شتاءً، كما أن أغلب الرياح السائدة هي الشمالية والشمالية الغربية بنسبة تفوق 60% وباقي الرياح شرقية وجنوبية شرقية ومتغيرة الإتجاه (المبارد، 1978)، فضلا عن تعرض المنطقة إلى العواصف الترابية (عيسى، 2009). توجد العديد من الأنهر الفرعية على جانبي النهر والتي أصبحت تستعمل كقنوات تصريف لمياه الصرف الصحي والزراعي حالياً، ومن أهم هذه القنوات الرباط والخندق والعشار والخورة والسراجي والصالحية (حسن، 2007).

### 2.2. محطات الدراسة Study Stations

اختيرت أربع محطات لجمع العينات الشهرية للدراسة الحالية وجميعها تقع على مجرى شط العرب الرئيس، حددت مواقع هذه المحطات بواسطة جهاز تحديد المواقع الجغرافي Geological Positioning System (GPS) من نوع (Garmin etrex).



شكل (1): خارطة توضح محطات الدراسة المنتخبة.

2. 1. محطة القرنة (Station 1)

E: 47° 27 22.74 , N: 31° 00 02.7

تقع المحطة الأولى (صورة، 1) عند قضاء القرنة شمال مدينة البصرة اذ تبعد حوالي 2.5 كم جنوب نقطة ملتقى نهري دجلة والفرات، تتميز هذه المنطقة بسرعة التيارات المائية كما تتميز بحركة الزوارق وعمليات الصيد والنشاط الزراعي والتي بدورها تؤثر في نوعية المياه فضلاً عن تأثرها بنوعية المياه القادمة من نهري دجلة والفرات. تقع قرب محطة الدراسة وعلى الضفة الغربية من النهر مجموعة من محطات تصفية المياه التي تزود المناطق المحيطة بالمياه النظيفة، أما الضفة الشرقية من النهر فتنتشر فيها العديد من الأراضي الزراعية ومزارع تربية الأسماك، كما أنها تعد مناطق رعي لقطعان الماشية. ولوحظ في هذه المنطقة العديد من الطيور المائية اغلبها نورس Gulls و خطاطيف Terns كما تنمو فيها العديد من النباتات المائية البارزة مثل القصب *Phragmites australis* والبردي *Typha domingensis* والغازسة مثل الشمبلان *Ceratophyllum demersum* وحامول الماء *Potamogeton spp.* والخويصة *Vallisneria spiralis*.



صورة (1): المحطة الأولى ( القرنة )

### 2.2.2. محطة المعقل (Station 2)

E: 47° 47 58.94 , N: 30° 33 31.86

تقع المحطة الثانية (صورة، 2) عند منطقة المعقل (حوالي 500 م جنوب جزيرة السندباد) على بعد 2 كم شمالا عن مركز مدينة البصرة، تقع على الجانب الشرقي من المحطة العديد من الأراضي الزراعية وتنشط فيها حركة الزوارق لصيد الاسماك كما تعد منطقة رعي لقطعان الماشية. وكذلك تتميز هذه المنطقة بوجود محطات توليد الكهرباء، إذ تقع شمال محطة الدراسة محطتي الهارثة والنجيبيبة لتوليد الطاقة الكهربائية وعلى الضفة الغربية يقع ميناء المعقل الذي يستقبل العديد من السفن والبواخر، وتؤثر في هذه المحطة المياه القادمة من هور شرق الحمار عن طريق منفذ (نهر) كرمة علي. لوحظ وجود العديد من الطيور المائية كالنوارس والخطاطيف وينمو فيها العديد من النباتات المائية كالقصب والبردي والشمبلان والخويصة.



صورة (2): المحطة الثانية ( المعقل )

### 3.2.2. محطة البراضعية (Station 3)

E: 47° 51 30.34 , N: 30° 30 13.75

تقع المحطة الثالثة (صورة، 3) عند العشار مركز مدينة البصرة مقابل مشروع تصفية ماء البراضعية يقع قرب محطة الدراسة مرسى للسفن التجارية والتي تعد مصدراً للملوثات كما تنشط فيها حركة الزوارق الترفيهية وزوارق الصيد وتقع بالقرب محطة الدراسة العديد من المطاعم السياحية ومستشفى الصدر التعليمي التي تضيف ملوثات كثيرة إلى النهر، كما تتأثر هذه المحطة بمياه أنهر الخندق والعشار والخورة في حالة الجزر والتي تساهم في زيادة تلوث المنطقة، لوحظ وجود العديد من الطيور المائية كالنوارس والخطاطيف كما لوحظ وجود القليل من النباتات المائية كالقصب و الشمبلان و الخويصة.



صورة (3): المحطة الثالثة (البراضعية)

#### 4.2.2. محطة أبي الخصيب (Station 4)

E: 47° 55 39.02 , N: 30° 28 06.44

تقع المحطة الرابعة (صورة، 4) عند قضاء أبي الخصيب مقابل مشروع تصفية ماء المحيلة. يقع بالقرب من محطة الدراسة مرسى للزوارق كما يقع جنوب المحطة ميناء أبو فلوس وعلى بعد 5 كم تقريبا، تحمل الأنهر الفرعية المنتشرة على الضفة الغربية من النهر معها أنواع مختلفة من الملوثات إلى شط العرب أثناء حالة الجزر كما تتأثر المياه في هذه المحطة بالمياه القادمة من مركز مدينة البصرة خلال فترة الجزر والمياه القادمة من مدينة المحمرة ومصفى عبادان أثناء فترة المد. تتميز هذه المنطقة بالأنشطة الزراعية وتعد مناطق رعي للماشية، ولوحظ العديد من الطيور المائية كالنوارس والخطاطيف كما لوحظ انتشار العديد من النباتات المائية كالقصب والبردي وحامول الماء والشمبلان والخويصة .



صورة (4): المحطة الرابعة (أبي الخصيب)

### 3.2. العمل الحقلّي Field Work

جمعت عينات الماء والرواسب من محطات الدراسة المنتخبة شهرياً على مدى عام كامل للمدة من آب 2011 الى تموز 2012 في النهار خلال أوقات الجزر.

#### 1.3.2. جمع عينات الماء Water Samples

استعملت قناني بلاستيكية لجمع عينات الماء والتي ملئت إلى كامل سعتها وحفظت جميعها في صندوق مبرد (ice box) باستعمال مكعبات ثلجية لحين الوصول إلى المختبر. واستعملت قناني ونكسر الشفافة والمعتمة ذو حجم 250 - 300 مل لجمع عينات المياه الخاصة بقياس الأوكسجين المذاب والمتطلب الحيوي للأوكسجين، إذ ملئت القناني بالمياه مع مراعاة عدم ترك فقاعة هوائية، وثبت الأوكسجين حقلياً في القناني الشفافة بإضافة 2 مل من محلول كبريتات المنغنيز و 2 مل من محلول الأيوديد الأزدي القاعدي ورجت القنينة من (10-15) مرة وتركت لحين تكون راسب يصل حجمه إلى ثلث حجم القنينة تقريباً عندها أضيف 2 مل من حامض الكبريتيك المركز ورجت القناني من 10-15 مرة لحين نوبان الراسب، تركت القناني المعتمة الخاصة بقياس المتطلب الحيوي للأوكسجين بدون تثبيت وحفظت لحين الوصول إلى المختبر، قيس درجة حرارة الماء والهواء باستعمال محرار زئبقي مدرج واستعمل جهاز Water Quality Multi Meter نوع 150 Sensodirect المصنع من قبل شركة Lovibond الألمانية لقياس الأس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية في الحقل مباشرة، كما استعمل جهاز Turbidity Meter نوع TurbiDirect المصنع من قبل شركة Lovibond الألمانية لقياس العكارة في مياه محطات الدراسة وعبر عن النتائج بوحدة NTU.

#### 2.3.2. جمع عينات الرواسب Sediments Samples

جمعت عينات رواسب النهر باستعمال جهاز جامع العينات القاعي (Grab Sampler) من الطبقة السطحية وعلى بعد (1-3) م عن الجرف. أخذت العينات من مناطق مغطاة بالمياه بصورة مستمرة وحفظت في أكياس نايلون لحين الوصول إلى المختبر.

## 4.2. العمل المختبري Laboratory Work

أجريت الفحوصات للعينات في المختبر وكما يلي :

### 1.4.2. الأوكسجين المذاب Dissolved Oxygen

قدر الأوكسجين المذاب باعتماد طريقة ونكسر المعدلة المبينة في (2005) APHA بعد أن ثبت الأوكسجين حقليا أخذ 100 مل من العينة وسحقت ضد ثايوسلفات الصوديوم (0.0125N) واستعمل محلول النشأ كدليل لوني لمعرفة نقطة انتهاء التفاعل وعبر عن النتائج بوحدة ملغم/لتر.

### 2.4.2. المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD<sub>5</sub>) Biological Oxygen Demand

قيس المتطلب الحيوي للأوكسجين حسب الطريقة الموضحة في (2005) APHA، إذ حضنت قناني ونكسر المعتمة في حاضنة خاصة بدرجة حرارة (20) م ولمدة 5 أيام بعدها ثبت فيها الأوكسجين المذاب بنفس الطريقة وحسب BOD<sub>5</sub> من المعادلة أدناه:

BOD<sub>5</sub> (ملغم/لتر) = كمية الأوكسجين المذاب (ملغم/لتر) - كمية الأوكسجين المذاب (ملغم/لتر)

بعد الحضان

قبل الحضان

### 3.4.2. المتطلب الكيميائي للأوكسجين (COD) Chemical Oxygen Demand

قيست كمية المتطلب الكيميائي للأوكسجين باستعمال Kits و كما يلي:

- 1- رجت عينة kits جيدا لتجانس مكوناتها.
- 2- أضيف لها 2 مل من ماء العينة ورجت جيدا.
- 3- حضنت لمدة ساعتين في حاضنة خاصة.
- 4- قيس COD بجهاز CSB/CO Reaktor نوع AL32 المصنع من قبل شركة Aqualytic الألمانية والموجود في مختبرات مديرية بيئة البصرة (صورة، 5)



صورة (5): جهاز COD Reaktor

#### 4.4.2. أيون الأمونيوم Ammonium Ion

قيس أيون الأمونيوم في مختبرات مركز علوم البحار، إذ استعملت طريقة التقطير لتقدير أيون الأمونيوم وكما هو موصوف في (APHA(2005)، إذ عوملت العينة بمحلول منظم ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) ومحلول قاعدي ( $\text{NaOH}$ ) لرفع قيمة الأس الهيدروجيني، وضعت العينة التي تم تقطيرها في بيكر يحتوي على حامض البوريك ثم سححت ضد حامض الكبريتيك (0.01N) وتحسب المعادلة كالتالي:

$$\text{NH}_3 \text{ (mg / L)} = [ (V_1 - V_2) \times N \times 14 \times 1000 ] / V$$

إذ :

$V_1$  = حجم حامض الكبريتيك المستعمل بالتسحيح ضد العينة.

$V_2$  = حجم حامض الكبريتيك المستعمل بالتسحيح ضد العينة المرجعية (Blank) والمتمثلة بالماء المقطر.

14 = الوزن الذري للنيتروجين

N = عيارية حامض الكبريتيك

V = حجم عينة الماء بالمليتر

#### 5.4.2. النتريت الفعالة Reactive Nitrite

اتبعت طريقة (Strickland &Parsons (1972) لقياس كمية النتريت الموجودة في العينة، إذ أخذ 50 مل من ماء العينة المرشحة وأضيف لها 1 مل من محلول السلفانيل أمايد وبعد مرور 2-8 دقائق أضيف الدليل N-(1- Naphthyle) Ethylene Diamine Dihydrochloride منتجاً اللون الوردي، وقرأت الامتصاصية باستعمال جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer المصنوع من قبل شركة Apel نوع PD\_303 عند الطول الموجي 543 نانوميتر وعبر عن النتائج بوحدة (مايكغم ذرة نتروجين - نتريت/لتر).

#### 6.4.2. النترات الفعالة Reactive Nitrate

أعتمدت الطريقة الموضحة في (Strickland &Parsons (1972) وهي استعمال عمود الكادميوم لاختزال النترات إلى النتريت، إذ أخذ 100 مل من ماء العينة المرشحة وأضيف لها 2 مل من محلول كلوريد الامونيوم المركز ومررت بعمود الكادميوم، جمع 50 مل من العينة المارة خلال العمود وأضيف لها 1 مل من محلول السلفانيل أمايد وبعد مرور 2-8 دقائق أضيف الدليل N-(1- Naphthyle) Ethylene Diamine Dihydrochloride منتجاً اللون الوردي وقرأت الامتصاصية بنفس الجهاز والطول الموجي السابقين وعبر عن النتائج بوحدة (مايكغم ذرة نتروجين - نترات/ لتر).

#### 7.4.2. الفوسفات الفعالة Phosphate Reactive

أتبعت الطريقة الموضحة في (Strickland &Parsons (1972) والتي تعتمد على تفاعل الفوسفات الموجودة في المياه مع موليبيدات الأمونيوم لتكوين معقد الفوسفوموليبيدات والذي يختزل

الى مركب أزرق اللون وقرأت الامتصاصية باستعمال جهاز المطياف الضوئي السابق وعلى الطول الموجي 885 نانوميتر وعبر عن الناتج بوحدات (مايغم ذرة فسفور - فوسفات / لتر).

#### 8.4.2. المواد العالقة الكلية (TSS) Total Suspended Solids

قدرت المواد العالقة الكلية حسب الطريقة الموضحة في (APHA(2005)، إذ رشح حجم معين من ماء العينة باستعمال أوراق ترشيح غشائية Milli Pore Filter Paper حجم فتحاتها 0.45 مايكرون بعد أن جففت هذه الأوراق بالفرن Oven المصنع من قبل شركة Binder الأمريكية تحت درجة حرارة 105°م لمدة ساعة وتركت لتبرد ثم وزنت وبعد الترشيح وضعت بالفرن تحت نفس درجة الحرارة والمدة ثم وزنت، وفرق الوزن يدل على كمية المواد العالقة الكلية في العينة وعبر عن الناتج بوحدة (ملغم/ لتر).

#### 9.4.2 . أيون الكلوريد Chloride Ion

قدر أيون الكلوريد بالتسحيح مع نترات الفضة ( $AgNO_3$ ) عياريته (0.0141N) وباستعمال دليل كرومات البوتاسيوم ( $K_2Cr_2O_7$ ) وكما موضح في (APHA(2005) ، واستدل على نقطة نهاية التفاعل بظهور اللون البني المحمر وحسب تركيز ايون الكلوريد من المعادلة أدناه:

$$CL (mg / L) = (V_1 - V_2) \times N \times 35450 / V$$

إذ :

$V_1$  = حجم نترات الفضة المستعملة بالتسحيح ضد العينة.

$V_2$  = حجم نترات الفضة المستعملة بالتسحيح ضد العينة المرجعية (Blank) والمتمثلة بالماء المقطر.

$N$  = عيارية نترات الفضة.

$V$  = حجم عينة الماء بالمليتر.

#### 10.4.2. محتوى الكاربون العضوي الكلي (Total Organic Carbon (TOC)

أستعملت طريقة الترميد (Weaver and Clemmets,1973) لقياس محتوى الكاربون العضوي الكلي، إذ جففت عينات الرواسب وذلك بتركها في هواء المختبر ثم أزيلت الشوائب منها وطحنت بالهاون الخزفي ومررت التربة خلال منخل قطر ثقوبه 63 مايكرون، أخذ منها 1غم وزن جاف ثم وضعت في جفنة معلومة الوزن ووضعت في فرن الترميد نوع (GLM,Carbolit) تحت درجة حرارة 550 م° ولمدة 48 ساعة، وضعت بعدها العينة مباشرة في المجفف (eutherm) حتى تصل الى درجة حرارة المختبر ثم وزنت العينات وحسب الفرق بين الوزن الابتدائي والوزن الجاف والناتج هو محتوى الكاربون العضوي الكلي.

#### 5.2. تطبيق دليل التلوث العضوي

طبق في الدراسة الحالية دليل التلوث العضوي الذي تم تعديله بما يلائم شط العرب بالاعتماد على (Guasmi et al., 2010 ; Boluda et al.,2002 ; Fawzi et al.,2001) لتقييم التلوث العضوي في مياه شط العرب وكما يلي:

##### أولاً: تحديد المدة الزمنية

جمعت البيانات شهرياً وعلى مدى عام كامل إبتداءً من شهر آب 2011 ولغاية شهر تموز 2012 لإعطاء نتائج أكثر قبولاً.

##### ثانياً: اختيار المتغيرات

اختير 4 متغيرات كمتغيرات رئيسة لحساب دليل التلوث العضوي هي:

- 1- المتطلب الحيوي للأوكسجين
- 2- الفوسفات الفعالة
- 3- النترات الفعالة
- 4- أيون الأمونيوم

## الفصل الثاني =.....= المواد وطرائق العمل

بينما اختير 10 متغيرات كمتغيرات ثانوية لإعطاء وصف متكامل عن حالة التلوث العضوي في شط العرب وهي:

1- درجة حرارة الماء

2- الأس الهيدروجيني

3- العكارة

4- التوصيلية الكهربائية

5- الأوكسجين المذاب

6- المتطلب الكيميائي للأوكسجين

7- النتريت

8- المواد العالقة الكلية

9- أيون الكلوريد

10- الكربون العضوي الكلي

### ثالثاً: اختيار المعايير والمواصفات القياسية

أفترحت في الدراسة الحالية مواصفات خاصة لشط العرب إعتماًداً على المعايير الواردة في نظام صيانة الأنهار من التلوث رقم 25 لسنة (1967) (عباوي وحسن، 1990) لتقييم نوعية مياه شط العرب بشكل عام، والمعايير الأمريكية لوكالة حماية البيئة (EPA(2000,2001)

رابعاً: حساب دليل التلوث العضوي

بعد أن حددت المدة الزمنية والمتغيرات والمعايير القياسية، استعملت المعادلة التالية والمحورة بما يلائم شط العرب لحساب دليل التلوث العضوي، إذ حورت المعادلة الى المقياس المئوي لتكون أكثر قبولاً لأصحاب القرار والجمهور العام وكما هو موضح في Boluda *et al.* (2002) وكما يلي:

$$OPI = ( \sum C_i / C_{mi} ) / n \times 10$$

إذ :

$C_i$  : القيمة التجريبية لكل متغير تم تحليله

$C_{mi}$  : الحد الأقصى المسموح به (جدول، 1)

$n$  : عدد المتغيرات المستعملة لحساب الدليل

جدول (1): الحدود القصوى المسموح بها لمتغيرات دليل التلوث العضوي

وحدة القياس	الحدود القصوى المسموح بها				المؤشرات
	المقترح لشط العرب	EPA (2001)	EPA (2000)	هيئة المواصفات والمقاييس العراقية (1967)	
ملغم/ لتر	4	-	-	< 5	BOD <sub>5</sub>
ملغم/ لتر	0.15	*0.13	*0.04	0.04	PO <sub>4</sub>
ملغم/ لتر	0.4			1	NH <sub>4</sub>
ملغم/ لتر	2	**0.76	**0.9	15	NO <sub>3</sub>

\* Total Phosphore

\*\* Total Nitrogen

وضع مقياس لدليل التلوث العضوي (جدول، 2) مقسم الى سبعة فئات يوضح فيه مستويات التلوث العضوي، إذ تقارن قيمة الدليل مع هذا المقياس لتقييم التلوث العضوي في المياه كميًا ووصفيًا.

جدول (2) : مقياس دليل التلوث العضوي.

درجات الدليل	مستويات التلوث العضوي	قيمة الدليل
7	ردئ جدا ( Very Bad )	$\geq 70$
6	ردئ (Bad)	60 - 69
5	متدهور (Deteriorated)	50 - 59
4	ضعيف (Poor)	40 - 49
3	متوسط (Medium)	30 - 39
2	جيد (Good)	10 - 29
1	جيد جدا (Very good)	$\leq 9$

## 6.2. التحليل الإحصائي

1- اعتمد البرنامج الإحصائي (SPSS) Statistical Package for Social Science في التحليل الإحصائي لنتائج هذه الدراسة تحت مستوى معنوي 0.05 واختبار أقل فرق معنوي Least Significant Difference (LSD) وكذلك حسب معامل الارتباط Correlation Coefficient بين المتغيرات الفيزيائية والكيميائية للماء والرواسب.

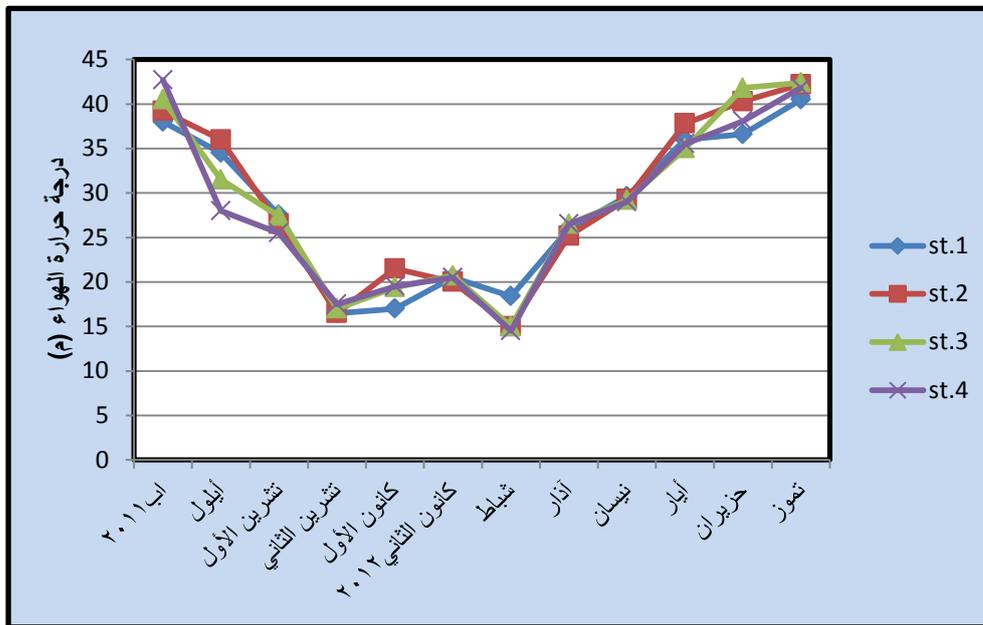
2- طبقت تقنية تحليل المكونات الاساسي (PCA) Principal Component Analysis باستعمال برنامج (Canoco Ver. 4.5)، وهي تقنية يجري من خلالها إختزال البيانات وتوزيعها بصورة غير متجانسة وفرزها بطريقة تبين أكثر العوامل المتحكمة وتقليل أهمية العوامل ذات التأثير القليل، ويستعمل بصورة واسعة في مجالات نوعية المياه والتلوث.

## 3. النتائج

## 1.3. المتغيرات الفيزيائية والكيميائية

## 1.1.3. درجة حرارة الهواء والماء

يبين الشكل (2) التغيرات الشهرية والموقعية لدرجة حرارة الهواء لمحطات الدراسة الأربع، إذ سجلت أعلى القيم (42.7) °م في محطة أبي الخصيب في شهر آب وأدنى القيم 14.5 °م في المحطة نفسها في شهر شباط. يوضح الشكل (3) التغيرات الشهرية والموقعية في درجة حرارة الماء لمحطات الدراسة الأربع، إذ سجلت أعلى القيم 30.5 °م في محطة أبي الخصيب في شهر آب وأدنى القيم 12 °م في محطة القرنة في شهر كانون الثاني (ملحق، 1)، يظهر من الشكل وجود نمط واحد لحرارة الهواء والماء مع انخفاض أكثر في درجة حرارة الماء في الشتاء في محطة القرنة. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين أشهر الدراسة وفروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات.



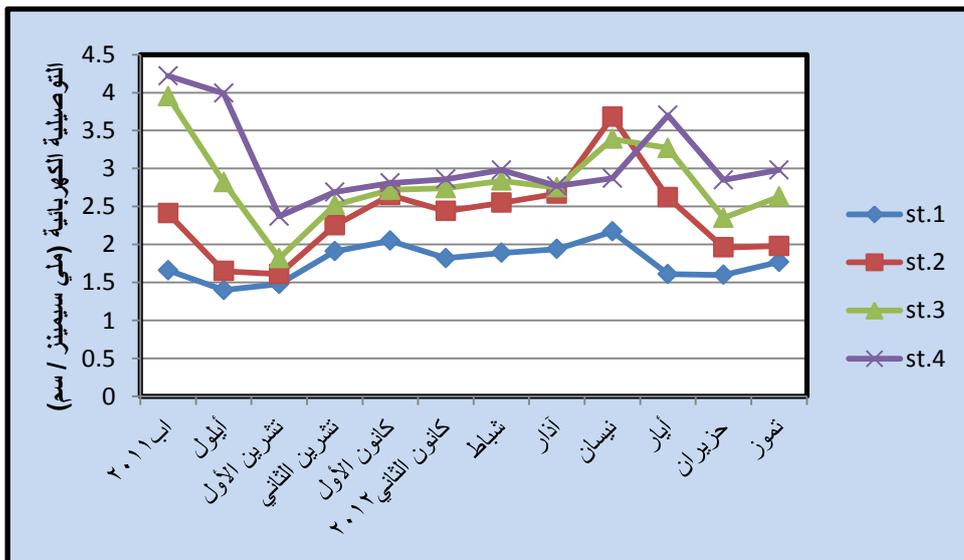
شكل (2): التغيرات الشهرية في درجات حرارة الهواء (°م) في محطات الدراسة الأربع.



شكل (3): التغيرات الشهرية في درجات حرارة الماء (°م) في محطات الدراسة الأربع.

### 2.1.3. التوصيلية الكهربائية

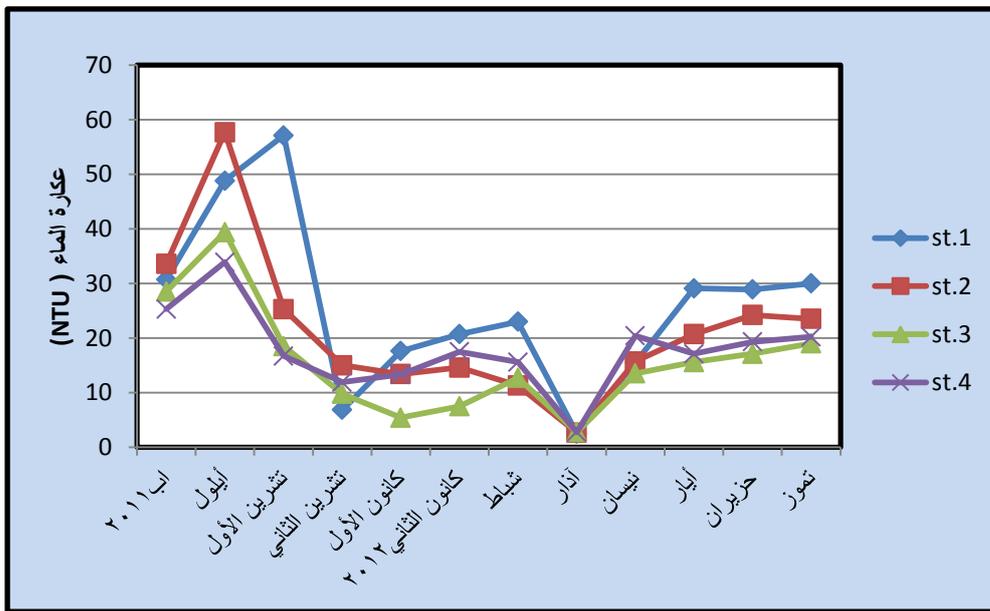
يبين الشكل (4) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم التوصيلية الكهربائية لمحطات الدراسة المختلفة، إذ سجلت أعلى القيم 4.22 ملي سيمنز/ سم في محطة أبي الخصيب في شهر آب وأدنى القيم 1.4 ملي سيمنز/سم في محطة القرنة في شهر أيلول (ملحق، 1) وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر وفروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات كافة.



شكل (4): التغيرات الشهرية في قيم التوصيلية الكهربائية (ملي سيمنز/سم) في محطات الدراسة الأربع.

### 3.1.3. العكارة

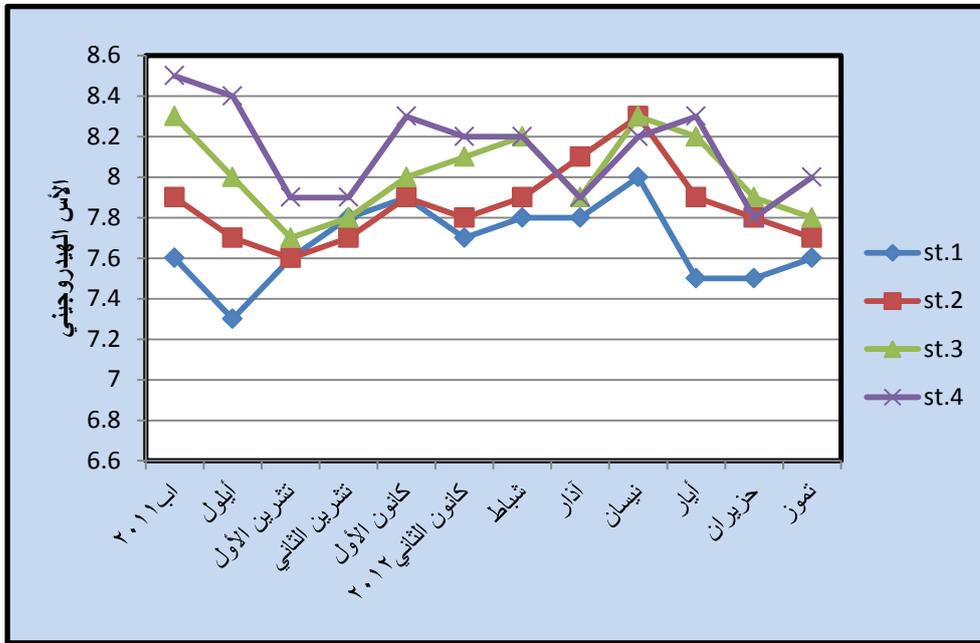
يوضح الشكل (5) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم العكارة لمحطات الدراسة كافة، إذ سجلت أعلاها 57.70 NTU في محطة المعقل في شهر أيلول وأدناها 2.50 NTU في محطة القرنة في شهر آذار (ملحق، 1). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر، وفروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات كافة.



شكل (5): التغيرات الشهرية في قيم العكارة (NTU) في محطات الدراسة الأربع.

### 4.1.3. الأس الهيدروجيني

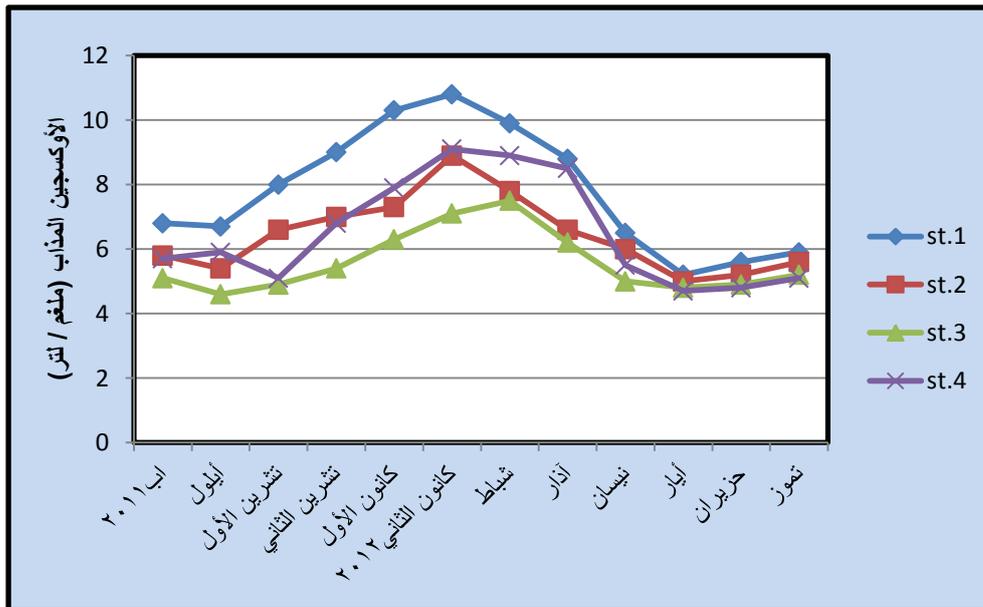
يوضح الشكل (6) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم الأس الهيدروجيني لمحطات الدراسة المختلفة وقد تميزت القيم كونها ضمن الاتجاه القاعدي طيلة مدة الدراسة ، إذ سجلت أعلاها (8.5) في محطة أبي الخصيب في شهر آب وأدناها 7.3 في محطة القرنة في شهر أيلول (ملحق، 1)، لوحظ ظهور نمط موحد للتغيرات الشهرية للمحطات الأربع المدروسة. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر، ووجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات.



شكل (6): التغيرات الشهرية في قيم الأس الهيدروجيني في محطات الدراسة الأربع.

## 5.1.3. الأوكسجين المذاب

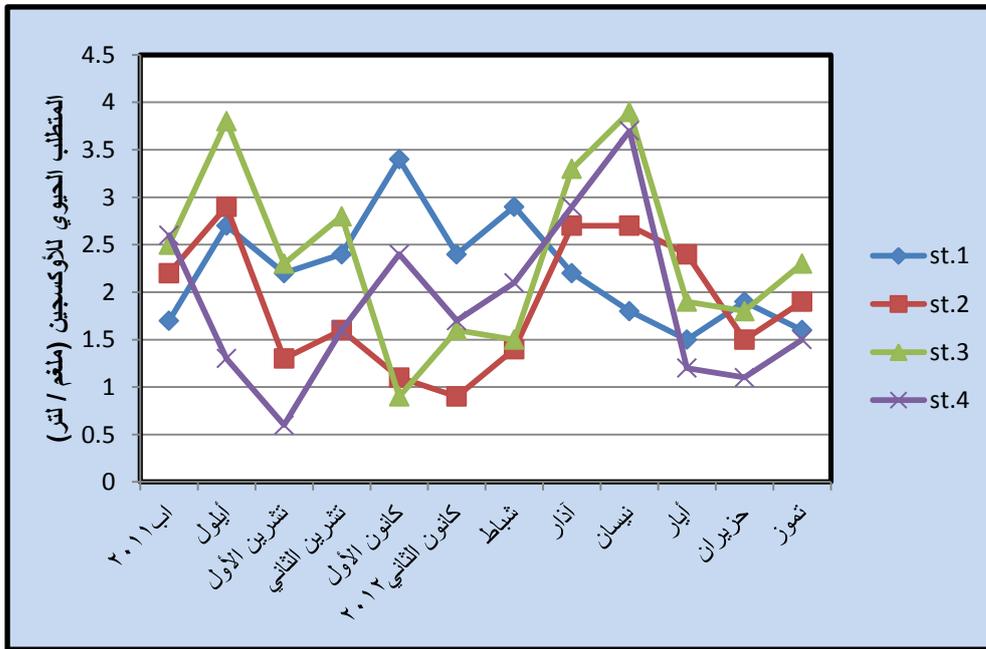
يبين الشكل (7) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم الأوكسجين المذاب في محطات الدراسة كافة، إذ سجلت أعلى القيم 10.8 ملغم/ لتر في محطة القرنة في كانون الثاني وأدنى القيم 4.6 ملغم/ لتر في محطة البراضعية في شهر أيلول (ملحق، 1). سجلت محطة القرنة أعلى القيم طوال فترة الدراسة بينما سجلت محطة البراضعية اوطأ القيم خلال الفترة نفسها الا ان هناك نمطاً شهرياً موحداً خلال فترة الدراسة. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر، كما أظهرت وجود فروق معنوية بين المحطات ( $p < 0.05$ ) عدا محطتي المعقل وأبي الخصيب لم تسجل فروق معنوية ( $p > 0.05$ ).



شكل (7): التغيرات الشهرية في قيم الأوكسجين المذاب (ملغم/ لتر) في محطات الدراسة الأربع.

## 6.1.3. المتطلب الحيوي للأوكسجين

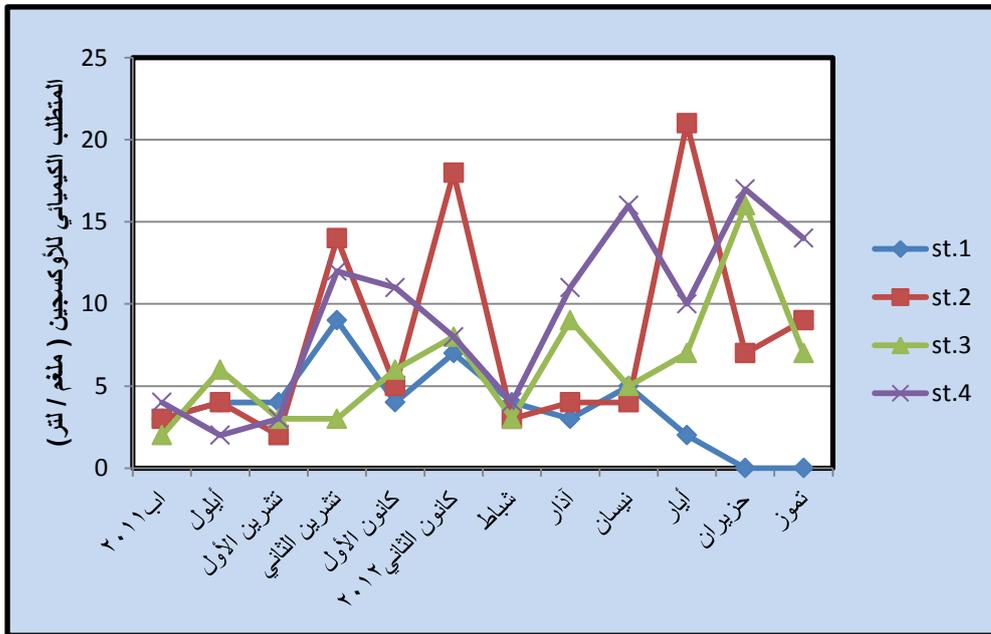
يبين الشكل (8) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين لمحطات الدراسة المختلفة ، إذ سجلت أعلاها 4 ملغم / لتر في محطة البراضعية في شهر نيسان وأدناها 0.6 ملغم / لتر في محطة أبي الخصيب في شهر تشرين الأول (ملحق، 1). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاً معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر ووجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات، عدا بين محطتي المعقل وأبي الخصيب لم تسجل فروق معنوية ( $p > 0.05$ ).



شكل (8): التغيرات الشهرية في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين (ملغم / لتر) في محطات الدراسة الأربع.

### 7.1.3. المتطلب الكيميائي للأوكسجين

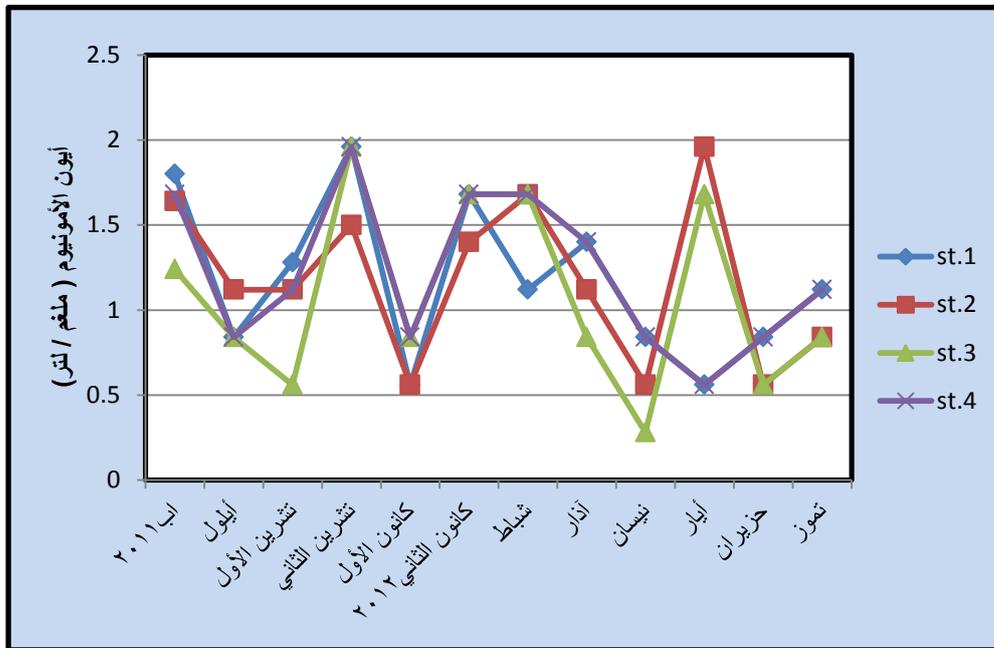
يوضح الشكل (9) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين لمحطات الدراسة المنتخبة، إذ سجلت أعلى القيم 21 ملغم / لتر في محطة المعقل في شهر أيار وأدناها (ND) ملغم / لتر في محطة القرنة في شهر نيسان وتموز (ملحق، 1) أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر، كما أظهرت وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات كافة.



شكل (9): التغيرات الشهرية في قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين (ملغم / لتر) في محطات الدراسة الأربع.

### 8.1.3. أيون الأمونيوم

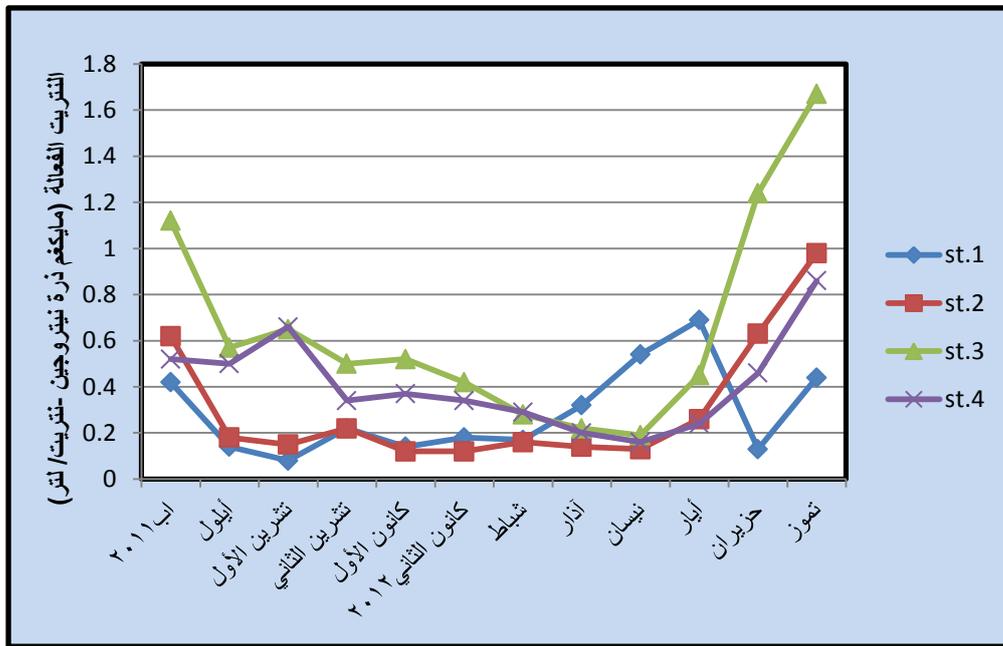
يبين الشكل (10) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم أيون الأمونيوم في محطات الدراسة كافة إذ سجلت أعلاها 1.96 ملغم / لتر في كل المحطات وأدناها 0.28 ملغم / لتر في محطة البراضعية في نيسان (ملحق، 1). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقاً معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر، ووجود فروقاً معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات عدا بين محطتي القرنة والبراضعية لم تسجل فروق معنوية ( $p > 0.05$ ). أظهرت القيم الشهرية للمحطات الأربع نمطاً متشابهاً خلال المدة من آب الى نيسان.



شكل (10): التغيرات الشهرية في قيم أيون الأمونيوم (ملغم / لتر) في محطات الدراسة الأربع.

9.1.3. النتريت

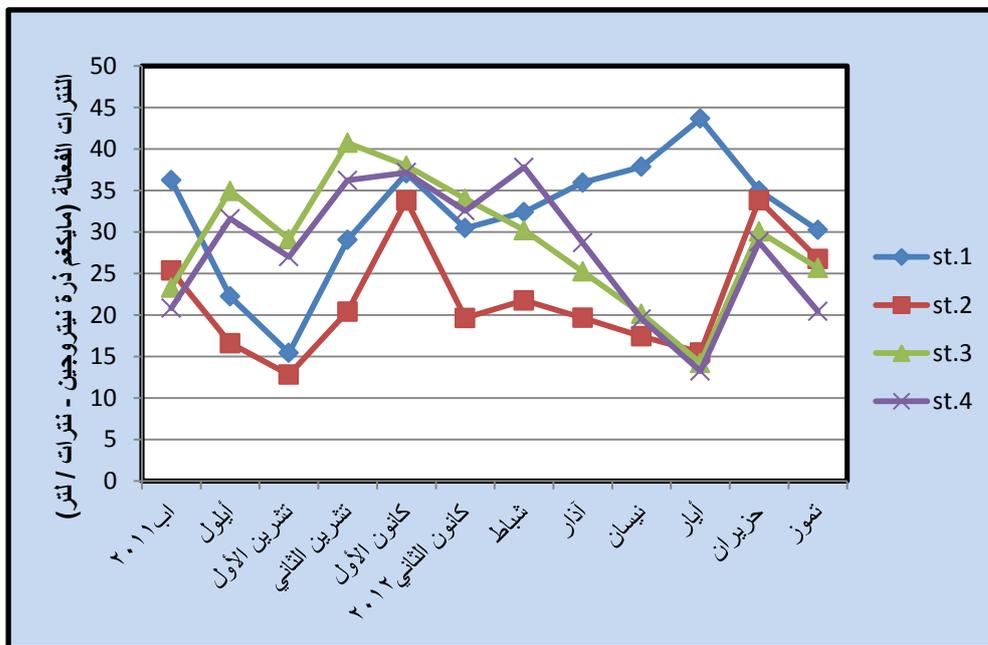
يبين الشكل (11) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم النتريت في محطات الدراسة كافة، إذ سجلت أعلى القيم 1.67 مايكغم ذرة نتروجين \_ نتريت/ لتر في محطة البراضعية في تموز وأدنى القيم 0.08 مايكغم ذرة نتروجين \_ نتريت/ لتر في محطة القرنة في تشرين الأول (ملحق، 1). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر، كما أظهرت فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات كافة.



شكل (11): التغيرات الشهرية في قيم النتريت الفعالة (مايكغم ذرة نتروجين \_ نتريت/ لتر) في محطات الدراسة الأربع.

## 10.1.3. النترات

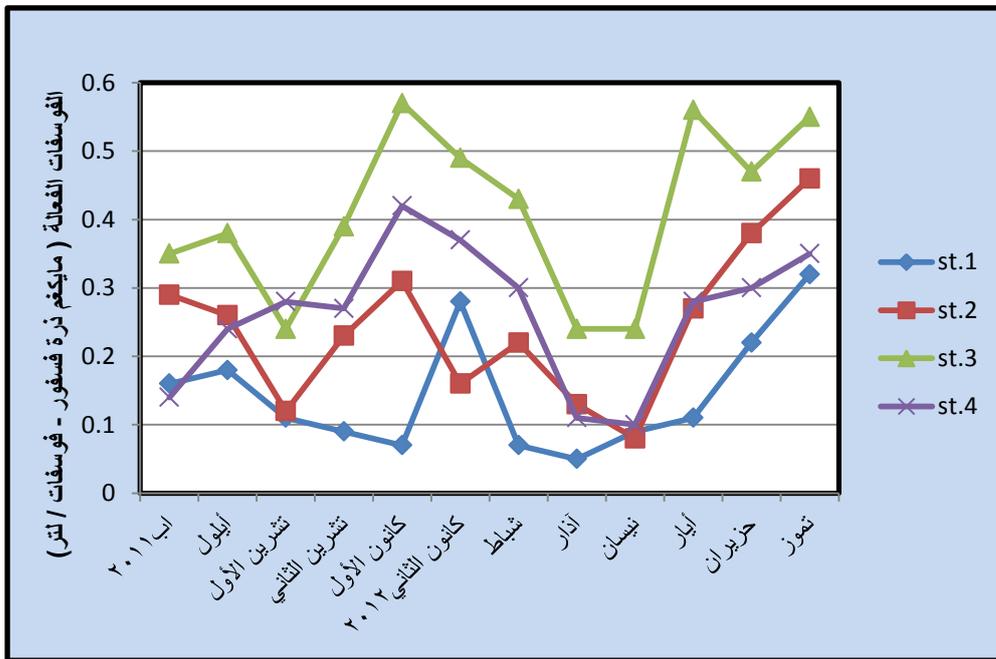
يبين الشكل (12) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم النترات في محطات الدراسة المختلفة، إذ سجلت أعلاها 43.65 مايكغم ذرة نتروجين \_ نترات/ لتر في المحطة القرنة في شهر آيار وأدناها 12.8 مايكغم ذرة نتروجين \_ نترات/ لتر في محطة المعقل في تشرين الأول (ملحق، 1). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر ووجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات كافة.



شكل (12): التغيرات الشهرية في قيم النترات الفعالة (مايكغم ذرة نتروجين \_ نترات/ لتر) في محطات الدراسة الأربع.

### 11.1.3 الفوسفات

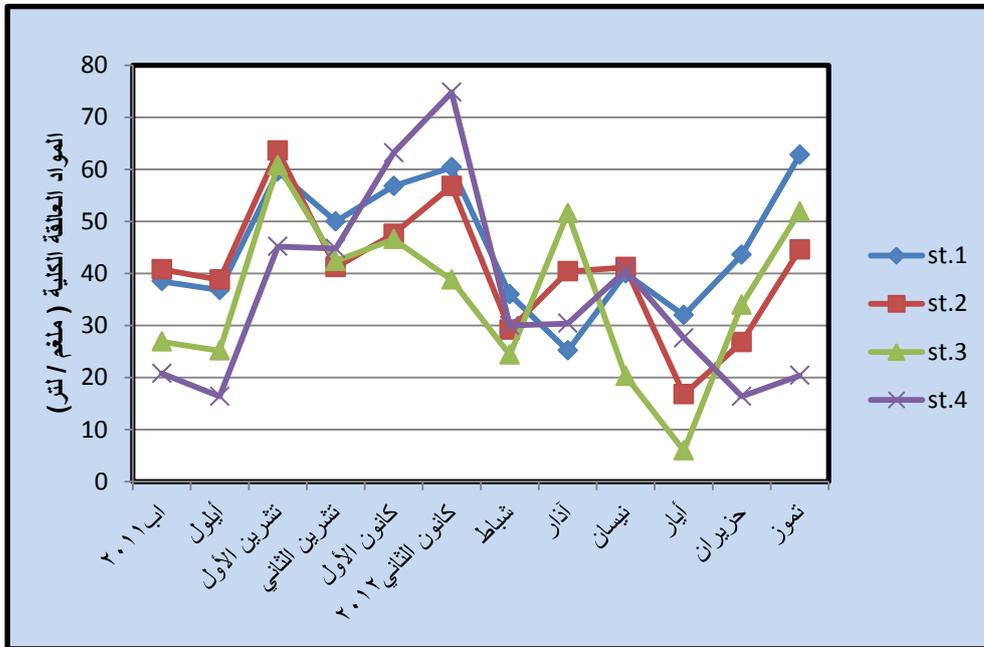
يوضح الشكل (13) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم الفوسفات في محطات الدراسة كافة، إذ سجلت أعلى القيم 0.57 مايكغم ذرة فسفور - فوسفات / لتر في محطة البراضعية في كانون الأول وأدنى القيم 0.05 مايكغم ذرة فسفور - فوسفات / لتر في محطة القرنة في آذار (ملحق، 1). وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر، ووجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات كافة.



شكل (13): التغيرات الشهرية في قيم الفوسفات الفعالة (مايكغم ذرة فسفور - فوسفات / لتر) في محطات الدراسة الأربع.

### 12.1.3. المواد العالقة الكلية

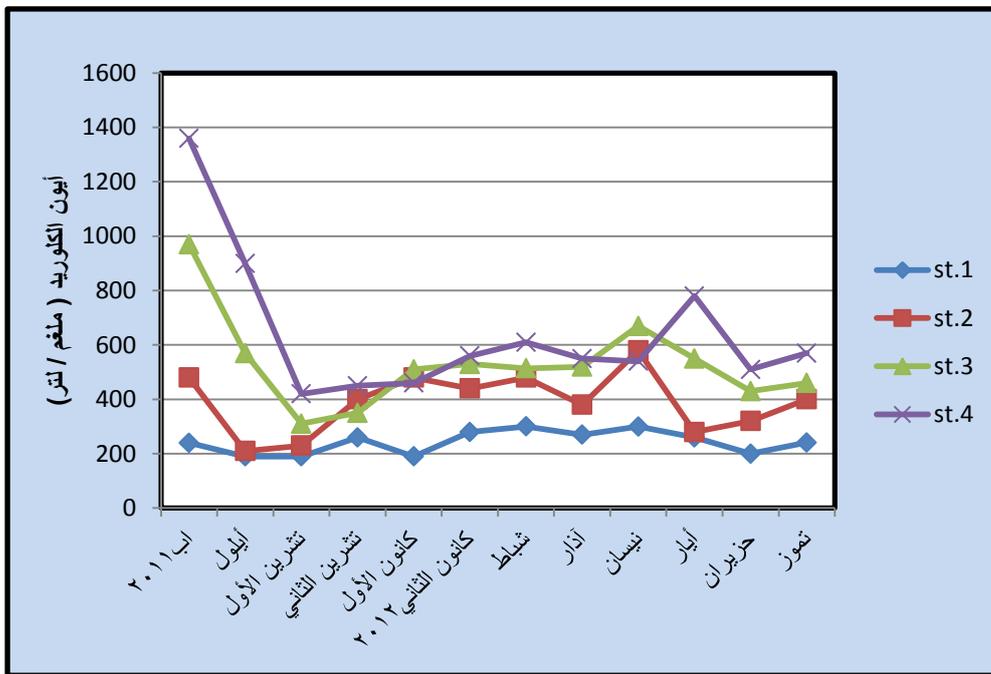
يبين الشكل (14) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم المواد العالقة الكلية في محطات الدراسة المنتخبة، إذ سجلت أعلاها 74.8 ملغم / لتر في محطة أبي الخصيب في كانون الثاني وأدناها 6 ملغم / لتر في محطة البراضعية في شهر آيار (ملحق، 1). أظهرت القيم الشهرية للمحطات الأربع نمطا متشابها. بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروقا معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر ووجود فروق معنوية ( $p > 0.05$ ) بين المحطات عدا بين المحطتين الثالثة والرابعة لم تسجل فروق معنوية ( $p > 0.05$ ).



شكل (14): التغيرات الشهرية في قيم المواد العالقة الكلية (ملغم / لتر) في محطات الدراسة الأربع.

### 13.1.3. أيون الكلوريد

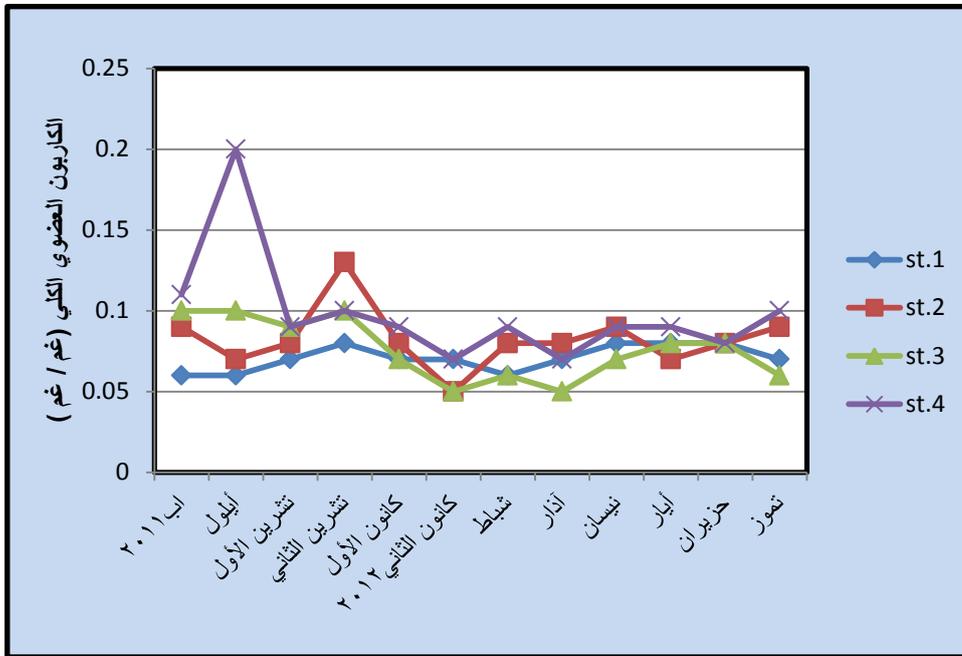
يوضح الشكل (15) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم أيون الكلوريد في محطات الدراسة كافة، إذ سجلت أعلاها 1359.57 ملغم / لتر في محطة أبي الخصيب في آب وأدناها 189.94 ملغم / لتر في محطة القرنة في أيلول (ملحق، 1). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر، كما أظهرت فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات كافة. ولوحظ أن قيم التغيرات الشهرية أظهرت نمطا متشابها للمحطات الأربع المدروسة.



شكل (15): التغيرات الشهرية في قيم أيون الكلوريد (ملغم / لتر) في محطات الدراسة الأربع.

## 14.1.3. الكاربون العضوي الكلي

يبين الشكل (16) التغيرات الشهرية والموقعية في قيم الكاربون العضوي الكلي في محطات الدراسة المنتخبة، إذ سجلت أعلى القيم 0.2 غم / غم في محطة أبي الخصيب في أيلول وأدنى القيم 0.05 غم / غم في محطة المعقل في كانون الثاني وفي محطة البراضعية في كانون الثاني واذار (ملحق، 1). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر، ووجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات كافة، ولم تظهر المحطات نمطاً موحداً للتغيرات الشهرية للمحطات الأربع.

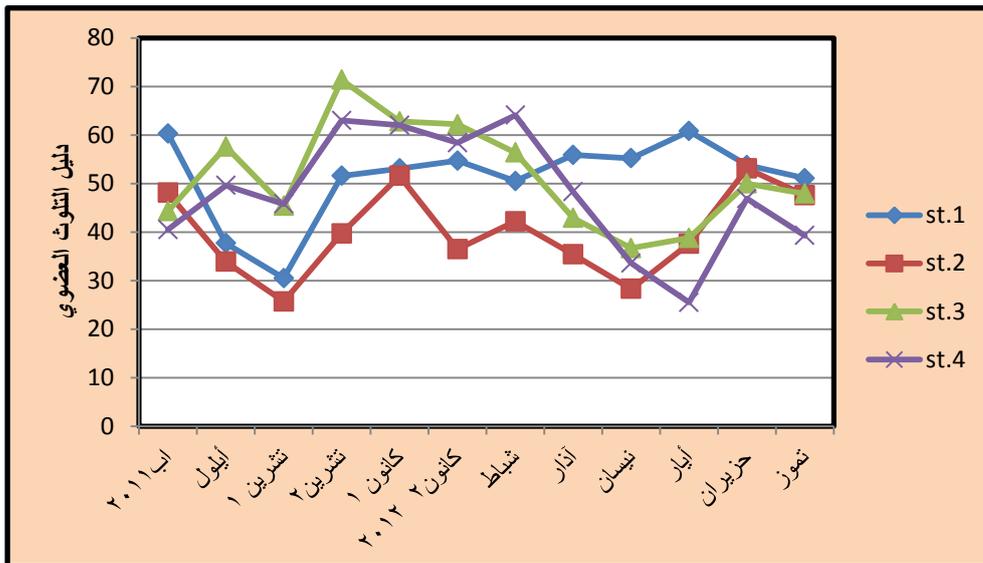


شكل (16): التغيرات الشهرية في قيم الكاربون العضوي الكلي (غم / غم) في محطات الدراسة الأربع.

## 2.3. دليل التلوث العضوي

## 1.2.3. التغيرات الشهرية في قيم الدليل

أظهرت التغيرات الشهرية في قيم دليل التلوث العضوي تبايناً واضحاً طيلة مدة الدراسة (جدول، 3 وشكل، 17)، إذ سجلت أرقى القيم 71 في محطة البراضعية في شهر تشرين الثاني وأحسن القيم 25 في محطة المعقل في شهر تشرين الأول. يبين (شكل، 17) أن محطتي البراضعية وأبي الخصيب متشابهتان بالتغيرات الشهرية طيلة مدة الدراسة وإن محطة المعقل تشابه محطتي البراضعية وأبي الخصيب ولكن بقيم أقل أما محطة القرنة فهي تشبه المحطات الثانية والثالثة والرابعة خلال المدة من تشرين الأول ولغاية كانون الثاني وتنفرد عنها في بقية الأشهر. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر ووجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات كافة.



شكل (17): التغيرات الشهرية في قيم دليل التلوث العضوي في محطات الدراسة الأربع.

جدول (3): قيم دليل التلوث العضوي للمحطات الأربع لجميع أشهر الدراسة.

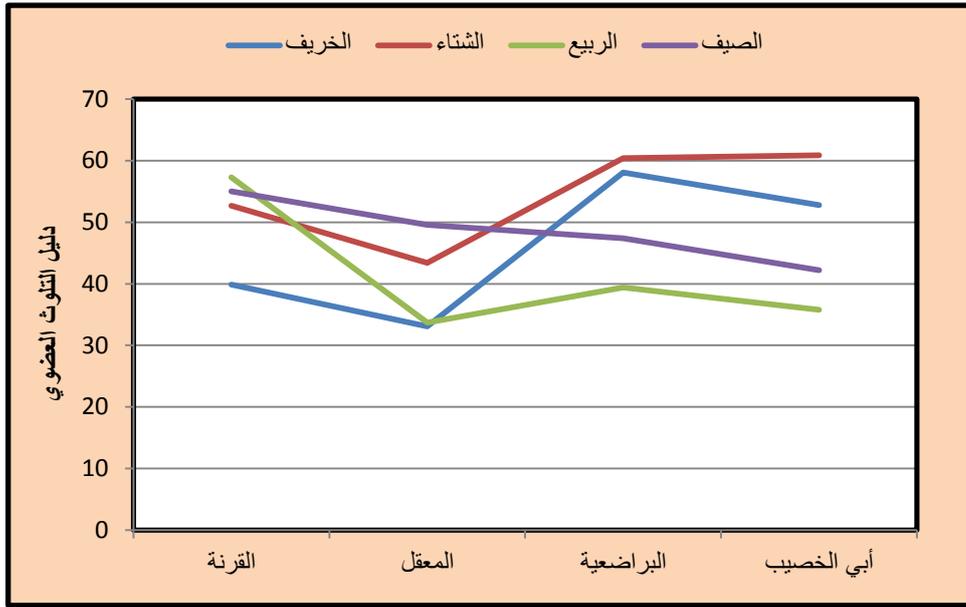
St.4	St.3	St.2	St.1	
40	44	48	60	اب
50	58	34	38	أيلول
46	45	25	30	تشرين الأول
63	71	40	51	تشرين الثاني
60	63	51	53	كانون الأول
58	62	37	55	كانون الثاني
64	56	42	50	شباط
48	43	35	56	آذار
34	37	28	55	نيسان
26	39	38	60	أيار
47	50	53	54	حزيران
34	48	48	51	تموز

### 2.2.3. التغيرات الفصلية في قيم الدليل

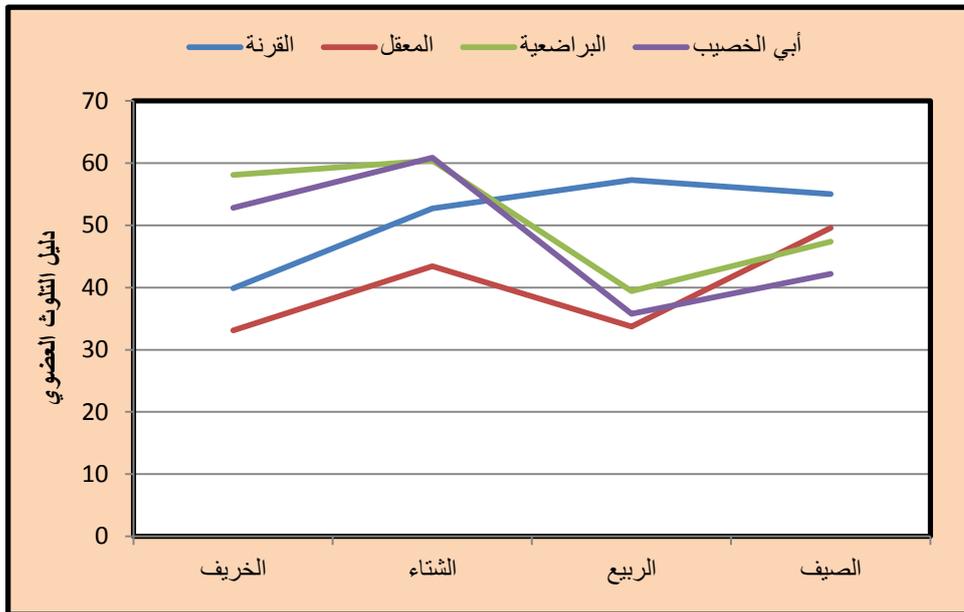
قسمت الفصول اعتماداً على التقسيم العالمي وأن كانت لا تتطبق على مدينة البصرة، إذ أظهرت النتائج أن التغيرات الفصلية في قيم الدليل متشابهة من حيث التذبذبات الفصلية ولكن بقيم مختلفة، إذ سجلت أرىء القيم 60 في محطتي البراضعية وأبي الخصيب في فصل الشتاء وأحسن القيم 33 في محطة المعقل في فصل الخريف وهي بذلك تصنف اعتماداً على (جدول، 2) ضمن الفئتين الثالثة متوسط (Medium) والسادسة ردىء (Bad) (جدول، 4 وشكل، 18 و 19).

جدول (4): قيم دليل التلوث العضوي خلال فصول السنة للمحطات الأربع.

محطات الدراسة	الفصول	قيم الدليل	تصنيف الفئات
محطة القرنة	الخريف	40	ضعيف (Poor)
	الشتاء	52	متدهور (Deteriorated)
	الربيع	57	متدهور (Deteriorated)
	الصيف	56	متدهور (Deteriorated)
محطة المعقل	الخريف	33	متوسط (Medium)
	الشتاء	43	ضعيف (Poor)
	الربيع	34	متوسط (Medium)
	الصيف	50	متدهور (Deteriorated)
محطة البراضعية	الخريف	58	متدهور (Deteriorated)
	الشتاء	60	ردئ (Bad)
	الربيع	39	متوسط (Medium)
	الصيف	47	ضعيف (Poor)
محطة أبي الخصيب	الخريف	53	متدهور (Deteriorated)
	الشتاء	60	ردئ (Bad)
	الربيع	36	متوسط (Medium)
	الصيف	42	ضعيف (Poor)



شكل (18) : التغيرات المكانية في قيم دليل التلوث العضوي خلال فصول الدراسة.



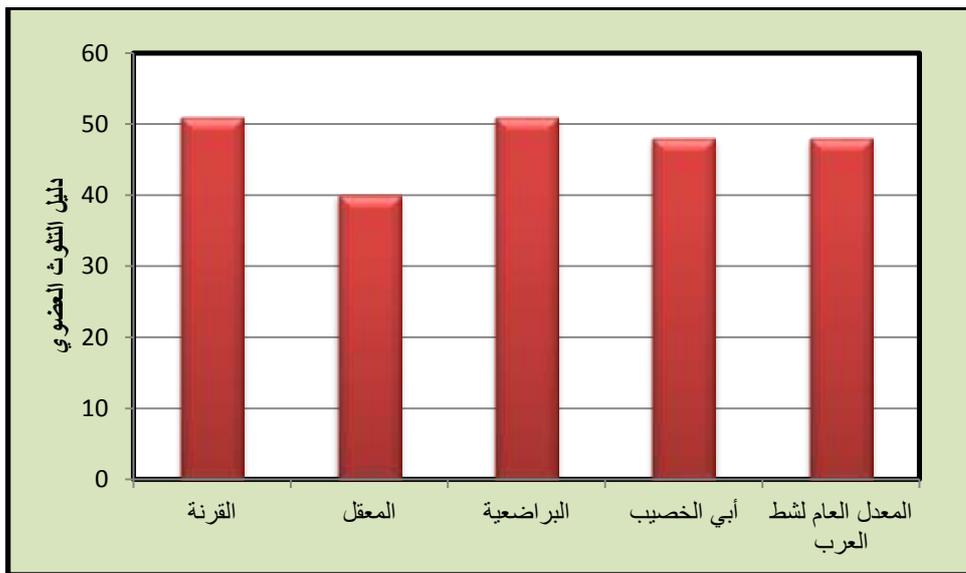
شكل (19) : التغيرات الفصلية في قيم دليل التلوث العضوي لكافة المحطات

## 3.2.3. التغيرات السنوية في قيم الدليل

تباينت قيم دليل التلوث العضوي في محطات الدراسة، إذ سجلت أعلى القيم 51 في محطتي القرنة والبراضعية وأدنى القيم 40 في محطة المعقل طويلة مدة الدراسة. وبذلك تصنف المحطات بين الفئة الرابعة (poor) والفئة الخامسة متدهور (deteriorated). أما المعدل العام لكافة المحطات والذي يمثل حالة شط العرب فقد سجل (48) وبهذا يصنف شط العرب ضمن الفئة الرابعة (poor) (جدول، 5، وشكل، 20).

جدول (5): قيم المعدلات السنوية لدليل التلوث العضوي لمحطات الدراسة الأربع ولسط العرب.

تصنيف الفئات	قيمة الدليل	محطات الدراسة
متدهور (Deteriorated)	51	محطة القرنة
ضعيف (Poor)	40	محطة المعقل
متدهور (Deteriorated)	51	محطة البراضعية
ضعيف (Poor)	48	محطة أبي الخصيب
ضعيف (Poor)	48	المعدل العام لسط العرب



شكل (20): المعدلات السنوية لدليل التلوث العضوي لمحطات الدراسة الأربع ولسط العرب.

#### 4. المناقشة Discussion

#### 1.4. المتغيرات الفيزيائية والكيميائية Physical and Chemical Factors

#### 1.1.4. درجة الحرارة الهواء والماء Air and Water Temperature

تعد درجة الحرارة أحد أهم المؤشرات على نوعية المياه لأنها تؤثر في الصفات الفيزيائية والكيميائية والحياتية للبيئة المائية وبهذا تؤثر في توزيع الأحياء المائية (Larinier *et al.* , 2010)، كما أن الموقع الجغرافي وطول فترة الإضاءة من العوامل الرئيسية التي تؤثر في التغير الفصلي لدرجة الحرارة (Talling, 1980). وأظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود تغيرات شهرية واضحة في درجة حرارة الماء، إذ سجلت أعلى القيم في شهر آب وأدنى القيم في شهر كانون الأول، ويعود ذلك إلى طبيعة مناخ العراق بصورة عامة، إذ يكون حاراً جافاً صيفاً وبارداً ممطراً شتاءً. وارتبطت التغيرات في درجة حرارة الماء إلى حد ما مع التغيرات في درجة حرارة الهواء وكانت مطابقة لما سجل في الدراسات السابقة (جواد، 1994 والسويج، 1999 ورسن، 2001). وعند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع ما توصل إليه بعض الباحثين (جدول، 6) وجد أنها تقع ضمن المديات المسجلة في المنطقة، إلا إن قيمة الحد الأدنى سجلت ارتفاعاً ملحوظاً بسبب ظاهرة الإحتباس الحراري التي تؤثر في المنطقة خلال السنوات القليلة الماضية (AL-Obaidy *et al.* , 2010).

جدول (6): مقارنة بين درجات حرارة الماء ( $^{\circ}\text{C}$ ) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	درجة حرارة الماء ( $^{\circ}\text{C}$ )
جواد (1994)	31.0 - 10.3
جاسم (1999)	32.5 - 14.0
حسين (2001)	33.6 - 11.5
الخبون (2001)	31.0 - 15.0
الشاوي وجماعته (2005)	32.0 - 11.0
الشاوي وجماعته (2007)	32.0 - 12.0
مويل (2010)	29.8 - 13.0
الدراسة الحالية	30.5 - 12

#### 2.1.4. التوصيلية الكهربائية

تميزت قيم التوصيلية الكهربائية لمياه شط العرب بارتفاعها بصورة عامة ويرجع هذا إلى عوامل عديدة منها: قلة المياه القادمة إليه من نهر دجلة نتيجة لبناء السدود والخزانات في تركيا وسوريا (Hussein and Grabe, 2009)، وغلق نهر الفرات بشكل كامل بسدة حديثة في منطقة الهوير، وغلق نهر الكارون الذي كان يعد رافداً حيوياً لشط العرب، إذ يصرف هذا النهر كميات كبيرة من المياه العذبة التي تحد من تقدم المياه البحرية المالحة القادمة من الخليج العربي مما أدى إلى توغل الجبهة البحرية المحتوية على تراكيز عالية من الأملاح الذائبة (الأمير، 2010 وحسن وجماعته، 2011)، فضلاً عن تصريف مياه بزل الأراضي الزراعية المجاورة وبذلك يكون شط العرب بمثابة مزل ترتفع ملوحة مياهه وبالأخص في فترة الجزر (جواد، 1994).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية تغيرات شهرية واضحة في قيم التوصيلية الكهربائية ولوحظ ازدياد قيم التوصيلية الكهربائية خلال أشهر الصيف الحارة وانخفاضها خلال أشهر الشتاء الباردة وتعزى الزيادة في قيم التوصيلية الكهربائية صيفاً إلى ارتفاع درجات الحرارة التي تزيد من معدلات التبخر و إنخفاض مستوى المياه، أما انخفاض القيم شتاءً يعود إلى قلة معدلات التبخر وهطول

الأمطار التي تساهم في تخفيف المياه واختزال الملوحة ( Abowei, 2010 ). لوحظ ارتفاع قيم التوصيلية الكهربائية كلما إتجهنا جنوباً وهذا يعود إلى عدة عوامل منها قلة تأثر محطة القرنة بالجبهة البحرية المالحة القادمة من الخليج العربي أثناء فترة المد وإلى مساهمة منفذ السويب الذي يعمل كقناة تصريف للمياه من هور الحويزه ( جاسم، 1999) وتأثر محطة المعقل بالمياه القادمة من هور شرق الحمار عن طريق منفذ كرمة علي والمحتوي على تراكيز عالية من الأملاح الذائبة ( جواد، 1994)، وتأثير الجبهة البحرية المالحة القادمة من الخليج العربي على الجزء الجنوبي والأوسط من شط العرب، فضلاً عن زيادة طرح مياه الصرف الصحي غير المعالجة إلى شط العرب والمحتوية على تراكيز عالية من الأملاح الذائبة. قورنت نتائج الدراسة الحالية مع مثيلاتها التي أجريت على شط العرب (جدول،7)، إذ تبين إنها متوافقه مع ما أشارت إليه أغلب الدراسات السابقة واختلفت مع دراسة (مويل 2010) التي سجلت ارتفاعاً ملحوظاً وهذا يعزى إلى التذبذب الحاصل في مناسيب المياه الواردة إلى شط العرب في روافده الرئيسية (دجله والفرات) التي سجلت انخفاضاً ملحوظاً خلال مدة دراسته وغلق نهر الكارون بالكامل مما ساهم في تقدم الجبهة البحرية المالحة باتجاه شط العرب والتي ظهر تأثيرها واضحاً على قيم التوصيلية الكهربائية.

جدول (7): مقارنة بين قيم التوصيلية الكهربائية (ملي سيمنز/ سم) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	التوصيلية الكهربائية (ملي سيمنز/ سم)
حسين وجماعته (1991)	1.18 – 0.91
النجم وجماعته (1993)	5.86 – 3.30
الموسوي (1992)	8.60 – 4.20
الحو (2001)	2.25 – 1.11
الباهلي (2006)	4.35 – 2.45
حسن (2007)	2.86
مويل (2010)	18.45 – 1.46
الدراسة الحالية	4.22 – 1.40

## 3.1.4. العكارة

كانت التغيرات الشهرية في قيم العكارة واضحة خلال مدة الدراسة، إذ سجلت النتائج ارتفاعاً ملحوظاً خلال شهري أيلول وتشرين الأول والتي امتازت بأنخفاض معدلات تصريف المياه القادمة من نهر دجلة، وغلق نهر الفرات بشكل كامل بسدة حديثة في منطقة الهوير، وغلق نهر الكارون والتي نتج عنها تقدم جبهة المد القادمة من الخليج العربي التي تساهم في رفع تراكيز المواد العالقة (عبدالله، 1990؛ اللامي، 2009؛ مويل، 2010)، كما أن زيادة سرعة التيار وما تقوم به من عمليات خلط وإعادة رفع للمواد المترسبة تزيد من عكارة المياه، فضلاً عن مياه الصرف الصحي والزراعي المصروفة إلى شط العرب التي تضيف كميات من المواد الدقائقية إلى المياه وهذا ما لاحظته السويج (1999) في دراستها على قناة الخورة التي تميزت بنسبة عكارة عالية نتيجة لارتفاع نسبة الملوثات المطروحة إلى المياه والتي تزيد من قيم العكارة، وقد يكون للعواصف الترابية وما تضيفه من دقائق إلى المياه دوراً في رفع عكارة المياه. أما في شهر آذار سجلت النتائج انخفاضاً ملحوظاً في قيم العكارة وفي جميع محطات الدراسة المنتخبة وهذا يعود إلى زيادة معدلات تصريف المياه مما أدى إلى تخفيف المياه، فضلاً عن قلة حركة الريح وانخفاض سرعة التيار خلال وقت جمع العينات مما سبب في زيادة سرعة ترسيب المواد العالقة، ثم عادت القيم للارتفاع خلال الأشهر اللاحقة وهذا يعزى إلى انخفاض معدلات التصريف النهري. ويعود ارتفاع القيم في محطتي القرنة والمعقل مقارنة مع المحطات الأخرى إلى تأثير محطة القرنة بمياه نهر دجلة الذي يمتاز بعكارتته العالية، فضلاً عن صغر المقطع العرضي وزيادة سرعة التيار في هذا الجزء من شط العرب الذي سبب في قلة ترسيب المواد العالقة (حسين وجماعته، 1991 والمنصوري وجماعته، 2009)، أما زيادة العكارة في محطة المعقل فتعود إلى تأثيرها بمياه هور شرق الحمار المحمل بكميات كبيرة من الدقائق العضوية العالقة عن طريق منفذ كرمة علي مما ساهم في زيادة قيم عكارة المياه. وعند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع بعض الدراسات التي أجريت على شط العرب (جدول 8) وجد إنها أعلى مما سجلت في الدراسات السابقة.

جدول (8): مقارنة بين قيم العكارة (NTU) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	العكارة (NTU)
السويج (1999)	4.5 – 0.8
الصباح (2007)	12.3 – 0.9
مويل (2010)	39.3 – 9.8
الدراسة الحالية	57.7 – 2.5

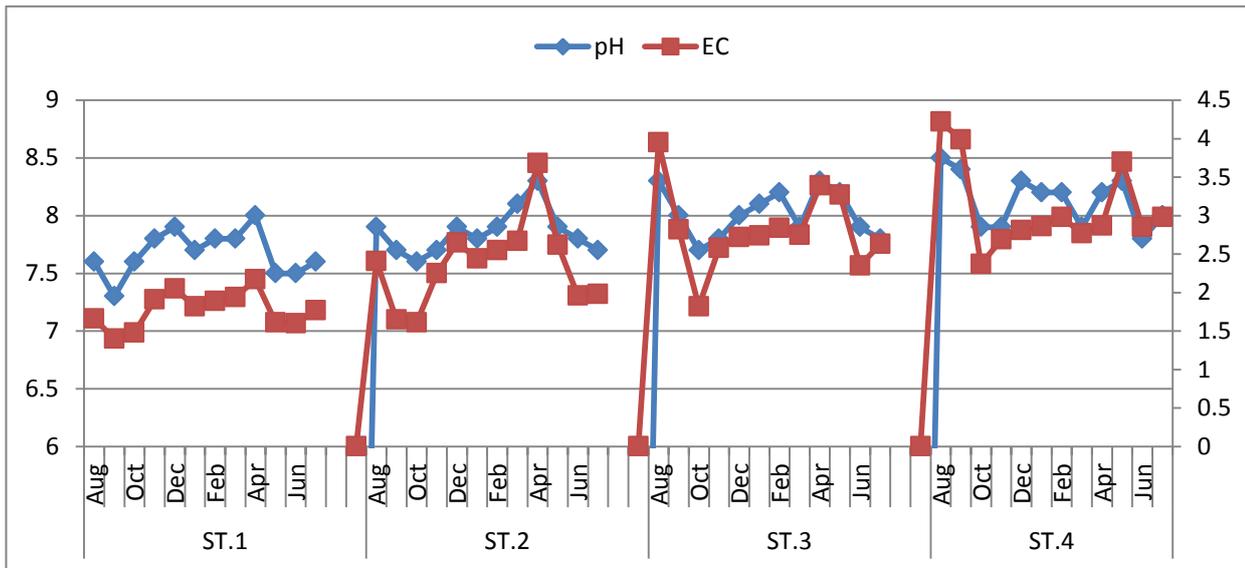
#### 4.1.4. الأس الهيدروجيني (pH)

أظهرت قيم الأس الهيدروجيني تفاوتاً بسيطاً بين المحطات الأربع خلال مدة الدراسة ويعزى ذلك إلى القابلية التنظيمية للمياه الناتجة من محتواها من الكربونات والبيكربونات (Stirilig, 1985)، كما إنها كانت ضمن الإتجاه القاعدي طيلة مدة الدراسة وهذه الصفة مميزه للمياه الداخلية العراقية، واتفقت نتائج الدراسة الحالية مع مثيلاتها في الدراسات السابقة عن شط العرب (جدول 9).

وقد يعود الارتفاع النسبي في قيم الأس الهيدروجيني خلال شهر آب إلى انخفاض التصريف النهري الذي أدى إلى زيادة تركيز الأملاح الذائبة نتيجة لتقدم الجبهة البحرية المالحة باتجاه الجزء الشمالي للنهر وهذا يتفق مع ما وجدته الصباح (2007) في دراسة لمياه ورواسب شط العرب، إذ أشار فيها إلى زيادة قاعدية المياه نتيجة دخول المياه البحرية خلال المد والتي تحتوي على تراكيز عالية من البيكربونات، فضلاً عن ارتفاع درجات الحرارة وزيادة معدلات التبخر أدت إلى زيادة تركيز الأملاح الذائبة في المياه والتي تعمل على رفع قيمة pH بالإتجاه القاعدي (Odjadar and Okon, 2010). أما انخفاض قيم pH فقد تعود إلى طرح الفضلات المنزلية والزراعية والتي يؤدي تحللها إلى زيادة حموضة الماء ومن ثم خفض قيمة pH (Sanchez et al., 2007). سجلت علاقة ارتباط معنوية موجبة ( $r = 0.847$  ;  $p < 0.01$ ) بين قيم التوصيلية الكهربائية وقيم الأس الهيدروجيني (شكل، 21) خلال مدة الدراسة.

جدول (9): مقارنة بين قيم الأس الهيدروجيني (pH) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	الأس الهيدروجيني
DouAbul <i>et al.</i> (1987)	8.9 – 7.5
النجم وجماعته (1993)	8.5 – 7.6
جاسم (1999)	8.1 – 7.4
حسين (2001)	8.2 – 6.8
رسن (2001)	7.9 – 7.5
الخيون (2001)	8.4 – 7.4
الباھلي (2006)	7.8 – 7.6
الشاوي وجماعته (2007)	8 – 6.5
حسين وجماعته (2009)	8.5 – 7.7
مويل (2010)	8.5 – 7.2
الدراسة الحالية	8.5 -7.3



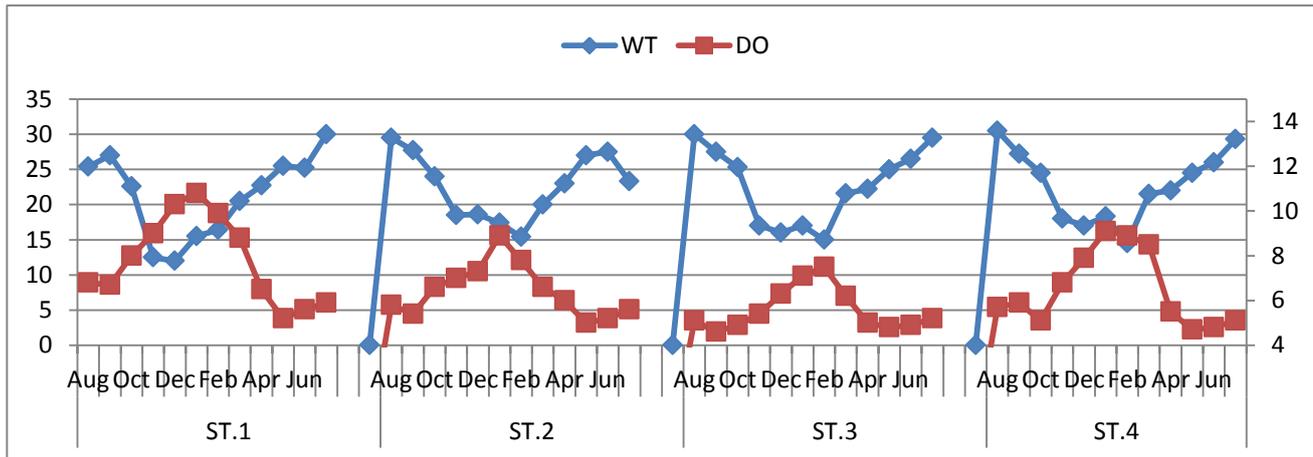
شكل (21): العلاقة بين الأس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.

## 5.1.4 . الأوكسجين المذاب

يعد الأوكسجين المذاب من أهم المؤشرات لتحديد نوعية مياه المسطح المائي (Yang *et al.*, 2007). أظهرت قيم الأوكسجين المذاب نمطاً شهرياً متشابهاً خلال مدة الدراسة الحالية، إذ لوحظ انخفاض واضح في قيم الأوكسجين المذاب وبالأخص في محطتي البراضعية وأبي الخصيب، إذ وصلت أدناها (4.6, 4.7) ملغم / لتر على التوالي خلال أشهر الصيف الحارة ويعود ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة التي تقلل من ذوبان الغازات وتزيد من فعالية الأحياء المجهرية التي تستهلك كميات كبيرة من الأوكسجين خلال فعاليتها الأيضية، فضلاً عن تنفس الأحياء المائية (Varol *et al.*, 2011). إن وصول القيم القريبة من الحد الحرج للأوكسجين 4 ملغم / لتر المؤشر على درجة التلوث العضوي (Hynes, 1970) تشير إلى تدهور المياه ويعود ذلك إلى ارتفاع نسبة الملوثات وبالأخص الملوثات العضوية ومن ثم استهلاك كميات كبيرة من الأوكسجين من قبل الأحياء المجهرية لتكسير المادة العضوية (المحمود وجماعته، 2008). وقد أشار (Tayel *et al.*, 1996) إلى إن نوعية الفضلات المطروحة إلى المياه وكميتها تعد من أكثر العوامل أهمية في تحديد كمية الأوكسجين المذاب في الماء وهذا يفسر التراكيز الواطئة نسبياً من الأوكسجين المذاب قرب المناطق المتأثرة بالفضلات المنزلية. أما انخفاض الأوكسجين المذاب خلال الأشهر الباردة يعود إلى ارتفاع قابلية ذوبان الغازات عند انخفاض درجات الحرارة وقلّة استهلاك الأوكسجين في الأشهر الباردة (جاسم، 1999 والخيون، 2001 والمالكي، 2002 وخلف، 2011)، إذ سجلت علاقة ارتباط معنوية سالبة ( $r = -0.753$  ;  $p < 0.01$ ) بين تركيز الأوكسجين المذاب ودرجة حرارة الماء (شكل، 22). وعند مقارنة النتائج مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب (جدول، 10) وجد أنها بصورة عامة ضمن المديات المسجلة ويعود ذلك إلى عملية الخلط والجريان المستمر للمياه ويسبب تيارات المد والجزر.

جدول (10): مقارنة بين قيم الأوكسجين (ملغم/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	الأوكسجين المذاب (ملغم/ لتر)
DouAbul <i>et al.</i> (1987)	9.9 – 4.8
الموسوي (1992)	9.5 – 5.0
جاسم (1999)	11.6 – 5.0
حسين (2001)	8.5 – 6.0
رسن (2001)	11.3 – 6.6
الخيون (2001)	11.9 – 6.0
الشاوي وجماعته (2005)	14.0 – 7.0
الشاوي وجماعته (2007)	13.0 – 8.0
مويل (2010)	11.5 – 5.8
الدراسة الحالية	10.8 – 4.6



شكل (22): العلاقة بين الأوكسجين المذاب ودرجة حرارة الماء في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.

#### 6.1.4. المتطلب الحيوي للأوكسجين

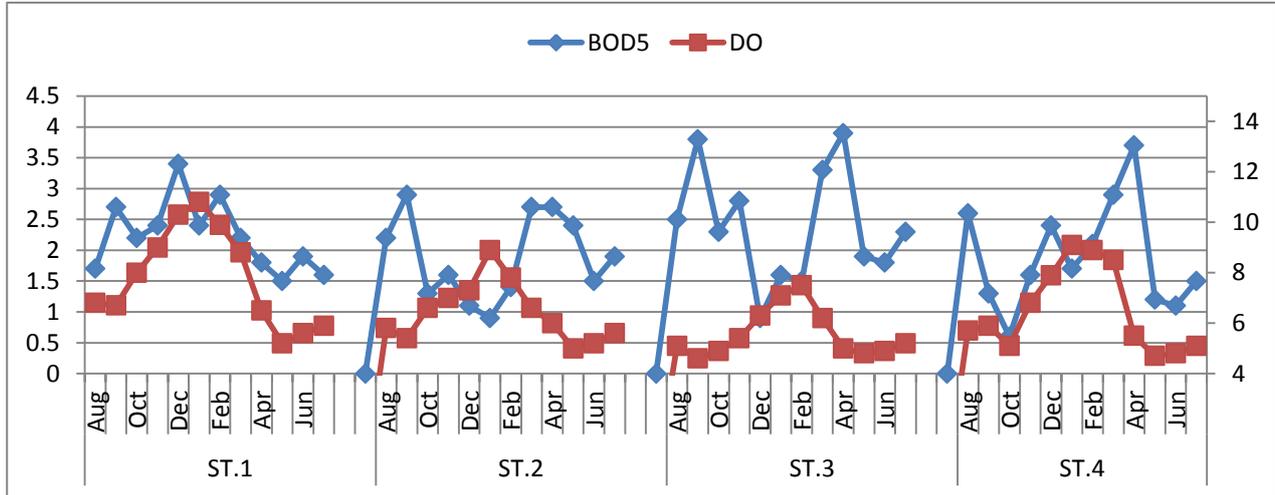
أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود تغيرات شهرية وموقعية في قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين خلال مدة الدراسة. يعزى الارتفاع النسبي في قيم BOD إلى تأثير مياه الصرف الصحي غير المعالجة المصروفة إلى شط العرب والمحتوية على تراكيز عالية من المواد العضوية ومن ثم زيادة قابلية التحلل الحيوي بفعل الأحياء المجهرية وزيادة استهلاكها للأوكسجين، بينما تشير القيم الواطئة إلى قلة التلوث العضوي في هذه المناطق (جاسم، 1999 ورسن، 2001 والشاوي وجماعته، 2007). من المعلوم أن العلاقة بين الأوكسجين المذاب و BOD علاقة سلبية إلا أنه لوحظ ارتفاع في قيم BOD على الرغم من الارتفاع النسبي في قيم الأوكسجين المذاب في بعض الأشهر (شكل، 23)، ويعود ذلك للإضافات المباشرة لمياه الصرف الصحي غير المعالجة وهذا ما لاحظته (سلمان وجماعته، 2008) في دراسته على نهر العباسية في الكوفة. وعند مقارنة الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب (جدول، 11) وجد أنها تقع ضمن المديات المسجلة وإنها لم تصل إلى الحد الذي يؤدي إلى رداءة نوعية المياه ( $>10$  ملغ/لتر) (الصابونجي، 1998) وهذا يدل على أن شط العرب قادر على تخفيف المواد الملوثة بالمواد العضوية بسبب التنقية الذاتية ووجود ظاهرة المد والجزر.

جدول (11): مقارنة بين قيم المتطلب الحيوي للأوكسجين (ملغم/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها

المنجزة في شط العرب.

المصدر	المتطلب الحيوي للأوكسجين (ملغم/ لتر)
DouABul et al.(1987)	1.6 – 0.3
جاسم (1999)	2.9 – 0.3
حسين (2001)	4.6 – 1.5
رسن (2001)	3 – 0.2
الشاوي وجماعته (2005)	15 – 3.1
الباهلي (2006)	12.3 – 4.4
الشاوي وجماعته (2007)	15 – 8
حسين وجماعته (2009)	3.5 – 0.9

مويل (2010)	6.1 – 2.2
الدراسة الحالية	4 – 0.6



شكل (23): العلاقة بين المتطلب الحيوي للأوكسجين والأوكسجين المذاب في المحطات الأربع طويلة مدة الدراسة.

#### 7.1.4. المتطلب الكيميائي للأوكسجين

كانت التغيرات الشهرية في قيم COD واضحة خلال مدة الدراسة، ويعزى سبب ذلك إلى تأثير الفضلات المطروحة إلى المياه والمحتوية على كميات كبيرة من المواد العضوية وغير العضوية، فضلا عن تأثير المياه القادمة من الأنهر الفرعية والمحملة بالمواد العضوية في أثناء فترة الجزر (المالكي، 2002 والباھلي، 2006). يعود ارتفاع قيم COD في أشهر الصيف الحارة إلى انخفاض منسوب المياه بسبب الارتفاع في درجات الحرارة، كما إن ارتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى زيادة سرعة تحلل المواد العضوية وغير العضوية (العوادي، 1983 وجاسم، 1999 والباھلي، 2006). أظهرت النتائج الحالية أن محطة المعقل سجلت أعلى القيم تليها محطة أبي الخصيب إلا أن جميع القيم تقع ضمن المديات المسموح بها عراقياً 100 ملغم/ لتر (هيئة المواصفات والمقاييس، 1967) ويعود سبب ارتفاع COD في محطة المعقل إلى قربها من محطات توليد الطاقة الكهربائية وما ينتج عنها من مياه حارة ملوثة بمعادن أناييب المبادلات الحرارية تؤدي إلى زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية. أما ارتفاع COD في محطة أبي الخصيب فيعزى سببه إلى حركة

الزوارق والسفن وما ينتج عنها من فضلات تحتوي على الكثير من المواد المعدنية، ولا يوجد نمط موحد للمحطات الأربع خلال مدة الدراسة. وعند مقارنة النتائج الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب (جدول، 12) وجد أنها تقع ضمن المديات المسجلة.

جدول (12): مقارنة بين قيم المتطلب الكيميائي للأوكسجين (ملغم/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	المتطلب الكيميائي للأوكسجين (ملغم/ لتر)
DouAbul <i>et al.</i> (1987)	4 – 1
جاسم (1999)	7.8 – 0.5
رسن (2001)	18 – 2
حسين (2001)	28.3 - 0.8
حسن (2009)	90.4
الدراسة الحالية	21 – ND*

\*ND = Not Detected

#### 8.1.4. أيون الأمونيوم

تميز تقدير الصور المختلفة للنيتروجين العضوي في المياه العراقية بقلته وتباينه في تقدير هذه الصور بصورة شاملة، إذ افتقد كثير منها إلى تقدير أيون الأمونيوم.

أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين الأشهر ووجود فروق معنوية ( $p < 0.05$ ) بين المحطات عدا محطتي القرنة والبراضعية فلم تسجل فروقاً معنوية ( $p > 0.05$ ). كما أظهرت القيم الشهرية للمحطات الأربع نمطاً متشابهاً خلال المدة من آب إلى نيسان. كانت تراكيز أيون الأمونيوم قليلة نسبياً طيلة مدة الدراسة، إلا أنه لوحظ وجود تذبذبات شهرية في القيم ويعود ارتفاع تراكيز أيون الأمونيوم إلى مياه الصرف الصحي غير المعالجة والمحتوية على كميات كبيرة من المنظفات ومواد عضوية أخرى وإلى الأسمدة والمخصبات المنجرفة من الأراضي الزراعية، فضلاً عن تأثير الأفرع الجانبية التي تصب في شط العرب والمحملة بالفضلات غير المعالجة (AL-Asadi *et al.*,2006 ; DouAbul *et al.*,1987).

ويعود انخفاض القيم إلى أكسدة الأمونيا إلى نترات ثم إلى نترات وخاصةً عند وجود وفرة من

الأوكسجين (AL-Jorany *et al.*, 2011). وعند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب (جدول، 13) وجد أنها مقاربة لدراسة (AL-Jorany *et al.*, 2011). جدول (13): مقارنة بين قيم أيون الأمونيوم (ملغم / لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	أيون الأمونيوم (ملغم / لتر)
Antoine and Shihab (1977)	2.32 – 0.32
DouAbul <i>et al.</i> (1987)	ND*
الموسوي (1992)	9.00 – 0.90 (مايكرومول / لتر)
AL-Jorany <i>et al.</i> (2011)	1.45 – 0.25
الدراسة الحالية	1.96 – 0.28

\*ND = Not Detected

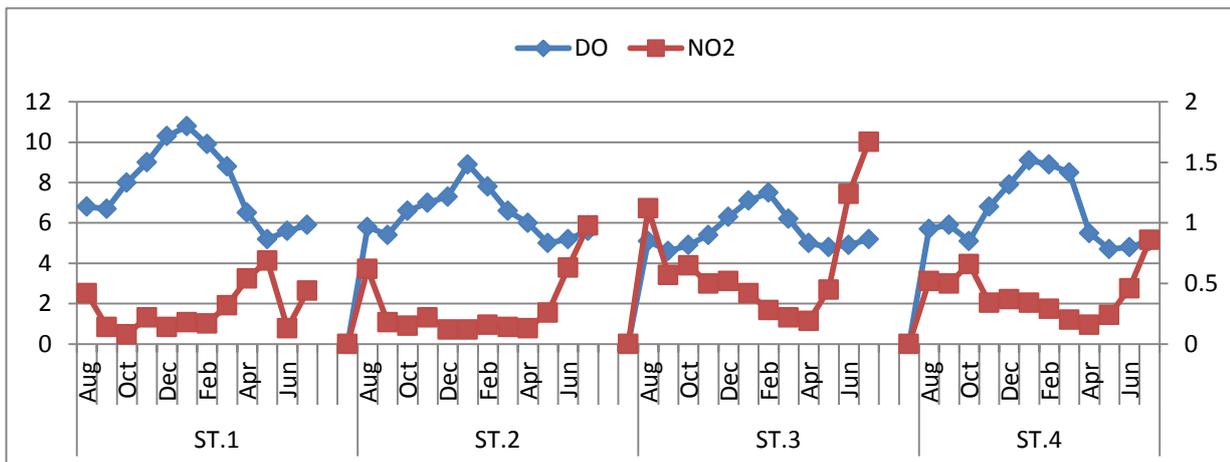
#### 9.1.4. النتريت الفعالة

سجلت قيم النتريت تراكيز منخفضة طيلة مدة الدراسة وهذا يتفق مع الدراسات السابقة عن شط العرب (جدول، 14) بوصفه مركباً قلقاً ناتجاً عن اختزال النترات وأكسدة الأمونيا (Stirling, 1985 وجاسم، 1999 ورسن، 2001) لكن التذبذبات الشهرية كانت واضحة طيلة مدة الدراسة. وتعود زيادة تراكيز النتريت إلى مياه الصرف الصحي غير المعالجة (Varol *et al.*, 2011) وتأثير الأنهر الفرعية لشط العرب المحملة بالفضلات المنزلية والأسمدة والمخصبات الزراعية (الإماره وجماعته، 2001)، إذ لاحظ الحلو والعبيدي (1997) أن للأنهر الفرعية دوراً في زيادة تركيز النتريت في شط العرب وهذا يفسر زيادة تراكيزه كلما اتجهنا جنوباً باتجاه مجرى شط العرب. ويرتبط زيادة تراكيز النتريت ببنترجة الأمونيا وتحولها إلى نتريت (حسين وفهد، 2008) كما أن وجود مستويات عالية من الملوثات العضوية سوف تختزل النترات إلى نتريت (Razamkhah *et al.*, 2010). أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود نمط موحد للمحطات من شهر تشرين الثاني ولغاية شهر تموز عدا انفراد محطة القرنة، إذ ارتفعت فيها القيم خلال شهري اذار وايار وقد يعود ذلك إلى تأثيرها بالفضلات السائلة لقطعان الماشية قرب النهر والتي تمت ملاحظتها أثناء عملية جمع العينات، وهذا يتفق مع ماوجده (Varol *et al.*, 2011)،

كما لوحظ انخفاض في قيم النتريت خلال أشهر الشتاء وارتفاعها خلال أشهر الصيف بسبب ارتباط تركيز النتريت بدرجة الحرارة وتراكيز الأوكسجين المذاب (شكل، 24) ، إذ تتميز المياه الدافئة بقلّة الأوكسجين المذاب وهذا يجعل من اختزال النترات إلى نتريت ، فضلاً عن نشاط البكتريا المستهلكة للنترات (الإماره وجماعته، 2001 وحسين وفهد، 2008).

جدول (14): مقارنة بين قيم النتريت الفعالة (مايغم ذرة نيتروجين - نتريت/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	النتريت الفعالة (مايغم ذرة نيتروجين - نتريت/ لتر)
DouAbul <i>et al.</i> (1987)	5 - 0.1
AL-Abaychi <i>et al.</i> (1988)	0.75 - 0.6
جواد (1994)	2.6 - 0.05
الطو والعبيدي (1997)	2.7 - 0.4
جاسم (1999)	1.8 - 0.04
حسين (2001)	1.4 - 0.2
رسن (2001)	0.26 - 0.02
الأماره وجماعته (2001)	3.9 - 0.2
الشاوي وجماعته (2005)	0.7 - 0.03
حسن (2007)	0.61
الدراسة الحالية	1.67 - 0.08



شكل (24): العلاقة بين النتريت والأوكسجين المذاب في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.

#### 10.1.4. النترات الفعالة

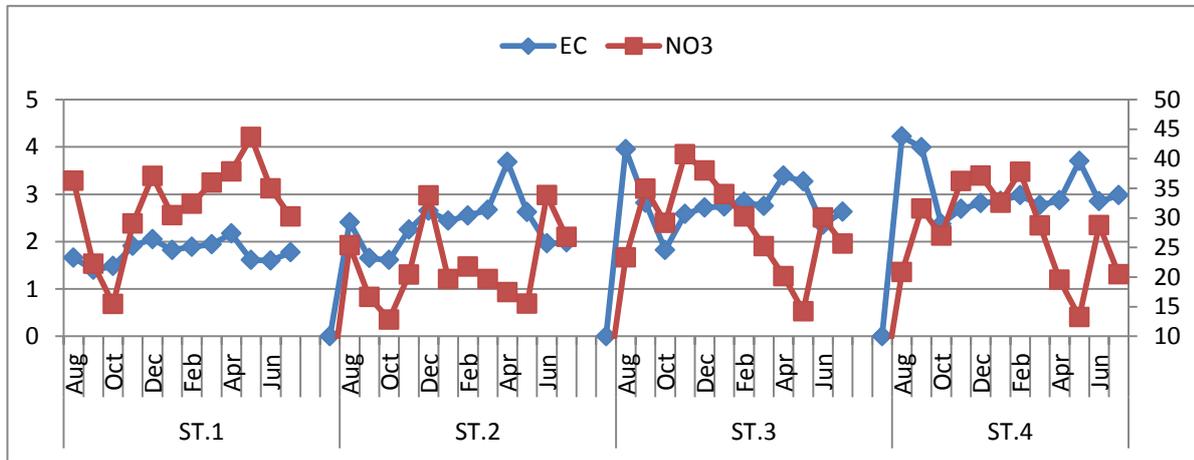
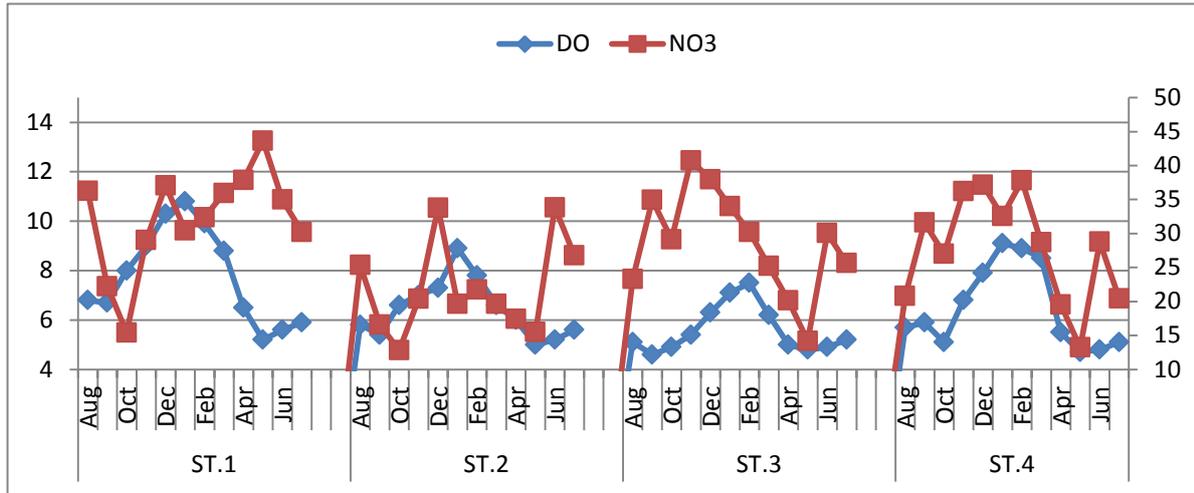
إن السبب الرئيس لارتفاع تراكيز النترات هو المياه المنجرفة من الأراضي الزراعية والمحتوية على تراكيز عالية من الأسمدة النيتروجينية (جواد، 1994 والإماره وجماعته، 2001 ؛ AL-Asadi *et al.*, 2006) ، كما يعزى ارتفاع تراكيز النترات إلى كثافة التجمعات السكانية القريبة وإلى الأفرع الجانبية لشط العرب ومن ثم زيادة مياه الصرف الصحي غير المعالجة والتي تكون حاوية على تراكيز عالية من النترات (الإماره وجماعته، 2001 والشاوي وجماعته، 2005)، فضلاً عما تضيفه الفضلات الصناعية والمحتوية على تراكيز عالية من الأمونيا والتي تتأكسد إلى نترات بعملية النتجة (AL-Saadi *et al.*, 2008).

أظهرت نتائج الدراسة الحالية وجود نمط موحد للمحطات خلال المدة من تشرين الأول إلى تموز عدا انفراد محطة القرنة خلال المدة من شباط إلى تموز ، إذ ارتفعت فيها قيم النترات والتي بلغت أعلاها 43.65 مايكغم ذرة نيتروجين - نترات / لتر في شهر ايار وقد يعود ذلك إلى تأثرها بالفضلات السائلة لقطعان الماشية القريبة من النهر أما المحطات الأخرى فقد سجلت انخفاضاً ملحوظاً في نفس الشهر وهذا قد يعود إلى تأثير مياه هور شرق الحمار عن طريق منفذ (نهر) كرمة علي في تخفيف مياه شط العرب، إلا أنه لوحظ ارتفاع القيم خلال الشتاء وانخفاضها خلال الخريف والربيع بصورة عامة، ويعود ارتفاع القيم خلال الشتاء إلى قلة استهلاك الهائمات النباتية والنباتات المائية للنترات وإلى إذابة النيتروجين الجوي بفعل الأمطار المتساقطة (AL-Saadi *et al.*, 2008 ; Twomey and Jhon, 2001) ، كما أن سقوط الأمطار على الأراضي المتاخمة للنهر تقوم بجرف الأسمدة النيتروجينية ، فضلاً عن الانخفاض في درجات الحرارة يسرع من ذوبان الأوكسجين ومن ثم تحول سريع للأمونيا إلى نترات (حسين وفهد، 2008)، أما انخفاضها خلال الخريف والربيع يعود إلى كثرة استهلاكها من قبل الهائمات النباتية والنباتات المائية التي تصل إلى ذروة نموها في الخريف والربيع (Huq *et al.*, 1978) كما أن ارتفاع درجات الحرارة وقلة تراكيز الأوكسجين المذاب يعمل على اختزال النترات إلى نتريت (الإماره وجماعته، 2001). ويلاحظ من (شكل، 25) أن العلاقة بين النترات والأوكسجين المذاب تختلف من محطة إلى أخرى وهذا يعتمد على مصدر النترات في المحطة نفسها، إذ لا تعتمد فقط على كمية الأوكسجين المذاب وإنما على ما يصرف إليها من مياه الصرف الصحي غير المعالجة وما يصل إليها من أسمدة نيتروجينية، أما

(شكل، 26) يوضح العلاقة بين النترات والتوصيلية الكهربائية، إذ تكون العلاقة طردية ماعدا في فصل الربيع يلاحظ انخفاضها نتيجة لإزدهار الهائمات النباتية. وعند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب (جدول، 15) وجد ارتفاع في قيمة الحد الأدنى، أما قيمة الحد الأعلى فكان مقارباً إلى (AL-Abaychi *et al.*, 1988) والشاوي وجماعته، (2005) لكنها أعلى من الحدود المسموح بها (جدول، 1).

جدول (15): مقارنة بين قيم النترات الفعالة (مايكغم ذرة نيتروجين - نترات / لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	النترات الفعالة (مايكغم ذرة نيتروجين - نترات / لتر)
DouAbul <i>et al.</i> (1987)	7.00 – 0.10
AL-Abaychi <i>et al.</i> (1988)	42.16 – 15.83
جواد (1994)	89.00 – 8.00
الخلو والعبيدي (1997)	60.50 – 7.11
جاسم (1999)	65.08 – 2.38
حسين (2001)	55.40 – 4.60
رسن (2001)	27.10 – 3.10
الأماره وجماعته (2001)	8.20 – 2.72
الشاوي وجماعته (2005)	40.20 – 5.31
حسن (2007)	12.05
مويل (2010)	88.50 – 7.90
الدراسة الحالية	43.65 – 12.80



شكل (26): العلاقة بين النترات والتوصيلية الكهربائية في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.

#### 11.1.4. الفوسفات الفعالة

أظهرت التغيرات الشهرية نمطاً موحداً بين المحطات طيلة مدة الدراسة عدا انفراد محطة القرنة في بعض الأشهر، إلا أن تراكيز الفوسفات بشكل عام كانت قليلة ويعود ذلك إلى انخفاض تراكيز الجزء الذائب منها نتيجةً لادمصاصه على حبيبات الطين العالقة (جواد، 1994) لكنه لوحظ وجود تذبذبات شهرية طيلة مدة الدراسة. ويعود ارتفاع قيم الفوسفات بصورة رئيسية إلى مياه الصرف الصحي غير المعالجة من التجمعات السكانية القريبة (الشاوي وجماعته، 2005) والتي تكون محملة بالمنظفات التي يشكل مركب ثلاثي فوسفات الصوديوم أحد مكوناتها الأساسية وبالتالي تراكم هذه المخلفات ويؤدي تحررها إلى تحرر الأورثوفوسفات (السويج، 1999). تسهم هذه المنظفات بالوقت الحاضر بحوالي 60% من محتوى الفسفور الناجم عن الفضلات المطروحة إلى

البيئة وبهذا يسهم في حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي (حسين، 2001)، كما أن للأفرع الجانبية المحملة بالمخلفات المنزلية والحيوانية والمياه المنجرفة من الأراضي الزراعية والمحملة بالأسمدة والمبيدات الكيميائية دوراً في زيادة تركيز الفوسفات (DouAbul et al., 1987) والإمارة وجماعته، (2001 والمالكي، 2002)، فضلاً عن الطبيعة الجيولوجية للأراضي المحيطة (حسين، 2001). يعود انخفاض قيم الفوسفات إلى انخفاض منسوب المياه وارتفاع تراكيز الكالسيوم، إذ يميل إلى تكوين معقدات مع الكالسيوم غير الذائبة مما يؤدي إلى انخفاض تراكيزه (الحو والعبيدي، 1997 وحسن، 2007)، أو قد يعزى إلى إدمصاص جزء الفسفور الذائب على سطح الغرويات العالقة في مياه شط العرب مما يؤثر على تراكيز الفسفور في المياه (جاسم، 1999).

لوحظ انخفاض تراكيز الفوسفات خلال فصلي الخريف والربيع وارتفاعها خلال فصلي الشتاء والصيف، ويعزى انخفاض القيم خلال فصلي الخريف والربيع إلى كثرة استهلاكها من قبل الهائمات النباتية والنباتات المائية التي تزدهر في الخريف والربيع (الخيون، 2001 والمالكي، 2002)، ويعود ارتفاع القيم خلال الشتاء إلى قلة استهلاك الهائمات النباتية والنباتات المائية للأورثوفوسفات وهطول الأمطار التي لها دور في إذابة مركبات الفسفور من القشرة الأرضية وغسلها من الأراضي الزراعية المسمدة بالأسمدة الفوسفاتية ومن ثم دخولها إلى المياه (الخيون، 2001 ورسن، 2001 والمالكي، 2002)، أما سبب ارتفاع القيم خلال الصيف يعود إلى قلة استهلاك الهائمات النباتية والنباتات المائية للأورثوفوسفات وارتفاع درجات الحرارة التي تؤدي إلى زيادة تحلل المواد العضوية، فضلاً عن مساهمة المخلفات المنزلية والزراعية في زيادة تراكيز الفوسفات. سجلت محطة البراضعية أعلى القيم بسبب زيادة تأثيرها بمياه الصرف الصحي غير المعالجة من التجمعات السكانية الكثيفة والمناطق الترفيهية فضلاً عما تضيفه مستشفى الصدر التعليمي من مخلفات عضوية. وعند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب (جدول، 16) وجد أنها تقع ضمن المديات المسجلة.

جدول (16): مقارنة بين قيم الفوسفات الفعالة (مايكغم ذرة فسفور/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	الفوسفات الفعالة (مايكغم ذرة فسفور/ لتر)
DouAbul <i>et al.</i> (1987)	11.00 – 0.10
AL-Abaychi <i>et al.</i> (1988)	0.63 – 0.50
جواد (1994)	1.84 – 0.09
الحو والعيبيدي (1997)	1.36 – 0.08
جاسم (1999)	4.17 – 0.06
حسين (2001)	0.73 – 0.09
رسن (2001)	1.64 – 0.01
الأماره وجماعته (2001)	1.68 – 0.05
الشاوي وجماعته (2005)	16.51 – 2.85
مويل (2010)	2.12 – 0.01
الدراسة الحالية	0.57 – 0.05

#### 12.1.4. المواد العالقة الكلية

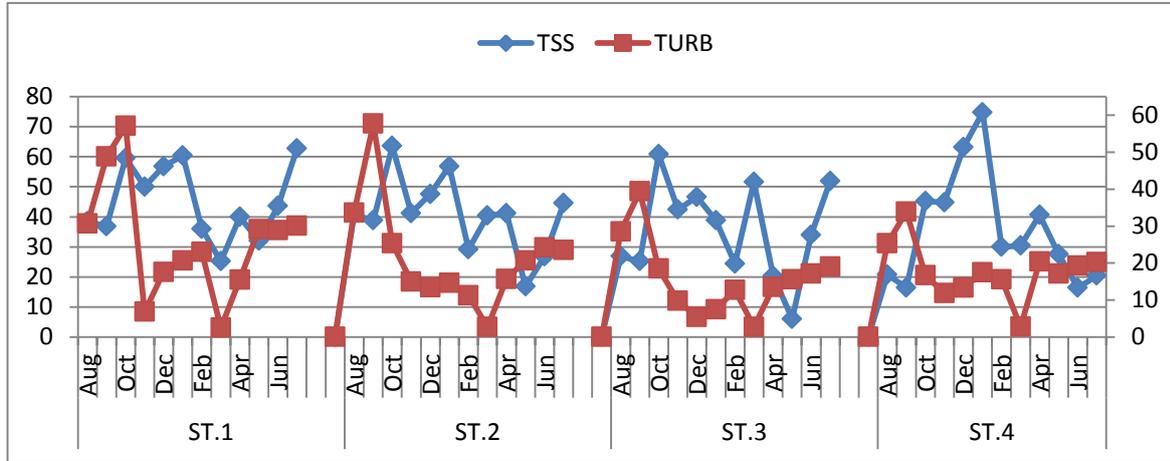
أظهرت نتائج الدراسة الحالية تغيرات شهرية وموقعية في قيم المواد العالقة الكلية وأعطت التذبذبات الشهرية نمطاً موحداً للمحطات الأربع طيلة مدة الدراسة .

يعد شط العرب نهراً محملاً بالمواد العالقة أكثر من المواد القاعية وإن ارتفاع قيم المواد العالقة الكلية خلال فصل الخريف يعزى إلى أن هذا الفصل يمثل بداية تساقط الامطار على تربة جافة قد استنفذت معظم رطوبتها خلال فصل الصيف الجاف مما أدى إلى تفككها ومن ثم سهولة نقلها وحملها كمواد عالقة مع الجريان السطحي للمياه (المنصوري والمحمود، 2005)، وقد يعود سبب ارتفاع قيم المواد العالقة الكلية إلى الفضلات المطروحة إلى المياه والتي تضيف الكثير من المواد العالقة (Saad,1978). سجلت محطة أبي الخصيب أعلى القيم نتيجة لارتفاع سرعة التيارات كلما اتجهنا جنوباً في شط العرب (الحو، 2001) والتي سببت في تعرض ضفتي النهر

إلى حركة الأمواج ومن ثم إلى اثاره الرواسب ومواد الضفاف (عبدالله، 1990)، فضلاً عن قرب المحطة من مدينة المحمرة ومصفى عبادان ومعمل السكر التي تضيف كميات كبيرة من المواد العالقة إلى شط العرب، وقد يكون للعواصف الترابية التي تزامنت مع وقت جمع العينات دوراً في زيادة المواد العالقة في المياه (مشاهدة حقلية). وقد يرجع سبب انخفاض قيم المواد العالقة الكلية وخاصة في محطة البراضعية في شهر ايار إلى انخفاض حركة التيارات نتيجة لانخفاض سرعة الرياح والتي تؤدي إلى زيادة ترسب المواد العالقة. يوضح (شكل، 27) العلاقة بين المواد العالقة الكلية والعارية، إذ تكون العلاقة طردية في محطة القرنة وهذا يدل على إن نوعية المواد العالقة الكلية الموجودة في تلك المحطة هي مشتتة للضوء، أما المحطات الاخرى فتكون العلاقة طردية ثم عكسية وهذا بسبب الاختلاف في نوعية المواد العالقة الكلية من حيث تشتتها للضوء. وعند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب (جدول، 17) وجد أنها تقع ضمن المديات المسجلة.

جدول (17): مقارنة بين قيم المواد العالقة الكلية (ملغم/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	قيم المواد العالقة الكلية (ملغم/ لتر)
عبد الله (1990)	45.00 – 10.00
جواد (1994)	55.00 – 5.00
حسن (2007)	146.70
المنصوري وجماعته (2009)	39.00 – 29.00
الدراسة الحالية	74.80 – 6.00



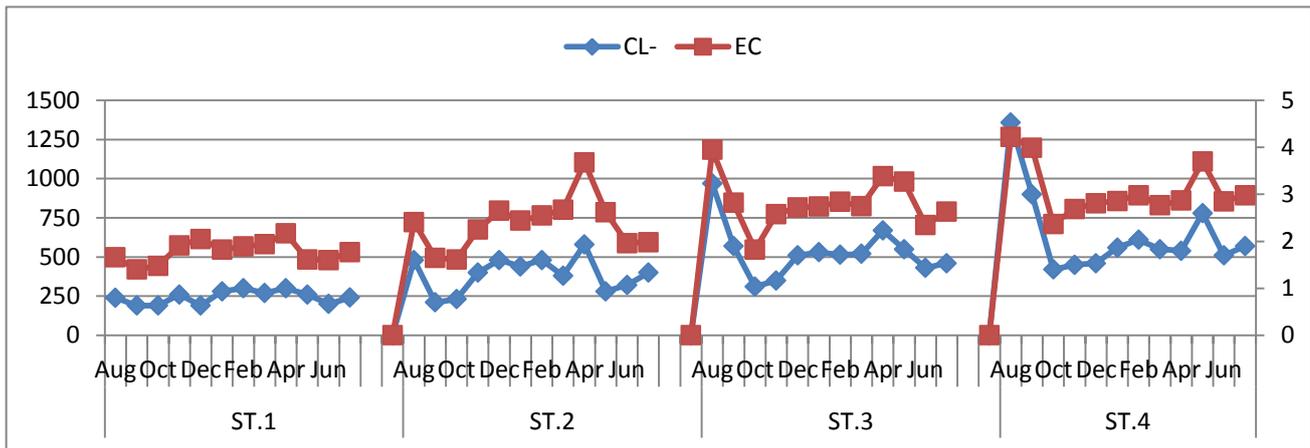
شكل (27): العلاقة بين المواد العالقة الكلية والعكارة في المحطات الأربع طويلة مدة الدراسة.

#### 13.1.4. أيون الكلوريد

أظهرت نتائج الدراسة الحالية نمطاً شهرياً موحداً لجميع المحطات خلال مدة الدراسة عدا شهري ايار وحزيران فقد اختلفت القيم فيها قليلاً، اما التغيرات الموقعية فقد لوحظ ارتفاع تراكيز أيون الكلوريد كلما إتجهنا جنوباً باتجاه مجرى شط العرب ويعود ذلك بالدرجة الأساسية إلى انخفاض التصريف النهري من نهر دجلة وغلق نهر الفرات بشكل كامل بسدة حديثة في منطقة الهوير، وغلق نهر الكارون مما أدى إلى توغل الجبهة البحرية المالحة باتجاه شمال شط العرب (حسين وجماعته، 1991 والحو والعبيدي، 1997)، إذ أظهرت نتائج التحليل الاحصائي علاقة ارتباط معنوية موجبة ( $r = 0.901; p < 0.01$ ) بين تركيز أيون الكلوريد والتوصيلية الكهربائية (شكل، 2)، فضلاً عما تضيفه الأنهر الفرعية المرتبطة في شط العرب والمحملة بالمخلفات المنزلية والزراعية والصناعية المحتوية على تراكيز عالية من الأيونات (النجم وجماعته، 1993). ويعزى ارتفاع قيم أيون الكلوريد خلال شهر اب في جميع محطات الدراسة إلى ارتفاع درجات الحرارة التي تؤدي إلى زيادة معدلات التبخر وانخفاض منسوب المياه ومن ثم تركيز الأملاح (Abowei, 2010)، أما انخفاض القيم للأشهر التي تليه فقد يعزى إلى زيادة معدلات التصريف النهري وهطول الأمطار مما ساهم في تخفيف تراكيز أيون الكلوريد. عند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب (جدول، 18) وجد إنها ضمن المديات المسجلة.

جدول (18): مقارنة بين قيم أيون الكلوريد (ملغم/ لتر) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	أيون الكلوريد (ملغم/ لتر)
حسين وجماعته (1991)	725.00 – 290.00
النجم وجماعته (1993)	1349.00 – 710.00
الطو والعيدي (1997)	2613 – 85.4
حسن (2007)	638.41
مويل (2010)	5932.00 – 149.00
الدراسة الحالية	1359.57 – 189.94



شكل (28): العلاقة بين أيون الكلوريد والتوصيلية الكهربائية في المحطات الأربع طيلة مدة الدراسة.

#### 14.1.4 الكاربون العضوي الكلي

أظهرت نتائج الدراسة الحالية ارتفاعاً طفيفاً في قيم الكاربون العضوي الكلي ويعود ذلك بالدرجة الأساس إلى مياه الصرف الصحي غير المعالجة والغنية بالمواد العضوية من التجمعات السكانية القريبة (رسن، 2001 والمالكي، 2002)، إذ أن الفعاليات البشرية تضيف كميات كبيرة من المواد العضوية (EL-Sammak et al., 2006)، يتأثر محتوى الرواسب من المادة العضوية بكميات الفتات العضوي الناتج من تحلل الأحياء في نفس المنطقة وكذلك نوعية الفضلات التي تطرح إلى المنطقة والتي تحمل مع مياه الأنهار وتترسب على القاع (Antoine, 1984) والخيون،

(2001) وهذا يفسر ارتفاع قيم الكاربون العضوي الكلي في محطة أبي الخصيب في شهر ايلول، كما أن لدرجات الحرارة دوراً في زيادة نشاط الأحياء المجهرية المحللة لأجزاء النباتات والأحياء الميتة وعليه تزداد المادة العضوية (Arocena, 2007) وهذا يفسر ارتفاع القيم في محطة المعقل المتأثرة بمصروفات محطات توليد الطاقة الكهربائية من المياه الحارة ومياه هور شرق الحمار عن طريق منفذ (نهر) كرمة علي. أما انخفاض قيم الكاربون العضوي الكلي قد تعود إلى زيادة التصريف النهري الذي يسبب تخفيفاً للمادة العضوية. وعند مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب (جدول، 19) وجد إنها ضمن المديات المسجلة.

جدول (19) مقارنة بين قيم الكاربون العضوي الكلي (غم/ غم) في الدراسة الحالية مع مثيلاتها المنجزة في شط العرب.

المصدر	الكاربون العضوي الكلي (غم/ غم)
الخيون (2001)	0.51 – 0.01
المالكي (2002)	0.06– 0.02
خلف (2011)	0.21 – 0.05
الدراسة الحالية	0.20 – 0.05

#### 2.4. دليل التلوث العضوي

أظهرت نتائج الدراسة الحالية تغيرات شهرية وموقعية واضحة في قيم دليل التلوث العضوي طيلة مدة الدراسة، إذ تشابهت محطات المعقل والبراضعية وأبي الخصيب في نمط التغيرات الشهرية لكن بقيم مختلفة أما محطة القرنة فقد اشتركت بنفس النمط مع المحطات الأخرى خلال المدة من ايلول ولغاية كانون الاول وانفردت عنها في بقية الأشهر، إذ ارتفعت فيها القيم بشكل ملحوظ وهذا يفسر شدة تأثير محطة القرنة بالملوثات العضوية بسبب انخفاض مناسيب المياه الواردة إليها من نهر دجلة وغلق نهر الفرات بشكل كامل بسدة حديثة في منطقة الهوير وتأثرها بمياه الصرف الصحي غير المعالجة والفضلات الزراعية المحملة بالأسمدة الكيميائية (NPK) والمخصبات الزراعية، كما تتأثر بالفضلات السائلة لقطعان الماشية القريبة من النهر، فضلاً عن تأثرها بفضلات تربية الأسماك في الأقفاس الطافية الواقعة في المنطقة. انخفضت قيم الدليل في

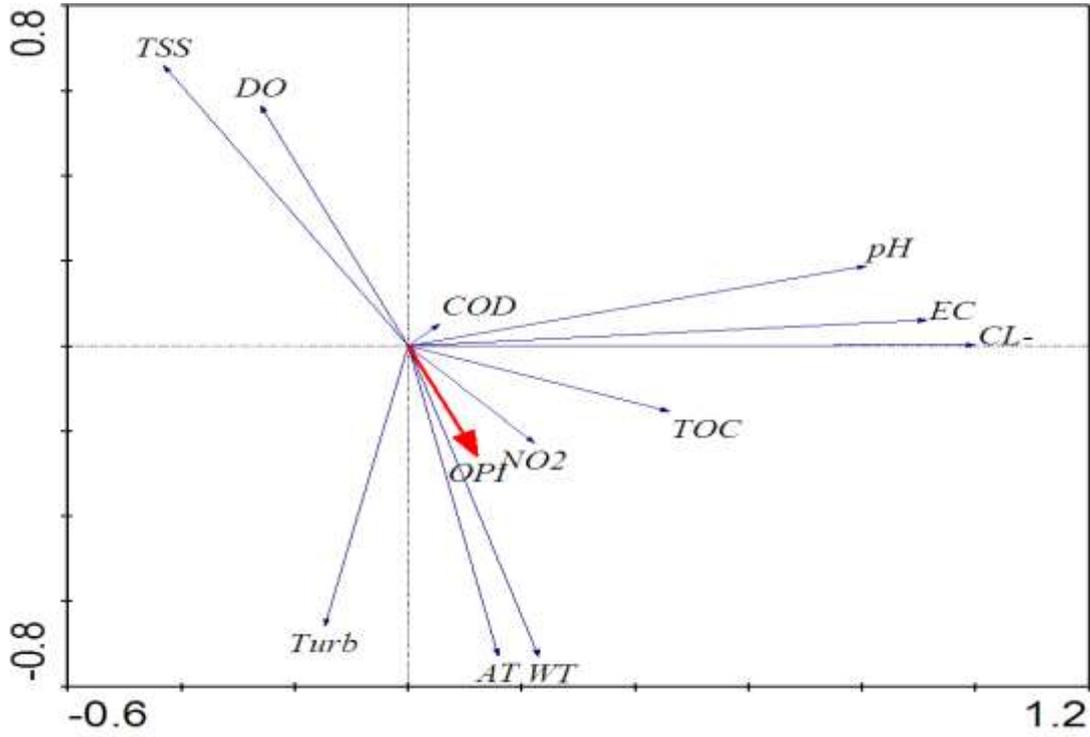
محطة المعقل نتيجةً للتخفيف الحاصل من منفذ ( نهر ) كرمة علي الذي يجلب الماء من هور شرق الحمار الذي يتميز بانخفاض تراكيز الملوثات العضوية وبالأخص النترات وهذه الظاهرة معروفة في الأراضي الرطبة (Mitsch and Gooselink, 2000 ; van derValk, 2006) ، تعود القيم إلى الارتفاع مجدداً في المحطتين الثالثة والرابعة بسبب كثافة التجمعات السكانية القريبة منها والأراضي الزراعية المحيطة بها ونشاط حركة الزوارق والسفن، فضلاً عن تأثر محطة أبي الخصيب بمياه الصرف الصحي والصناعي من مدينة المحمرة ومصافي عبادان القادمة مع تيار المد.

تميزت التغيرات الفصلية في قيم دليل التلوث العضوي بنمط موحد للمحطات الأربع ولكن بقيم مختلفة، إذ ارتفعت القيم في فصلي الشتاء والصيف وانخفضت في فصلي الخريف والربيع، ويعود سبب ارتفاع القيم خلال الشتاء إلى قلة استهلاك الهائمات النباتية والنباتات المائية للمغذيات، فضلاً عن هطول الأمطار التي تعمل على إذابة النيتروجين الجوي وجرف الأسمدة الكيميائية (NPK) من الأراضي الزراعية المحيطة، ويعود سبب ارتفاع القيم خلال الصيف إلى سرعة تحلل المواد العضوية بارتفاع درجات الحرارة ، ويعزى انخفاض القيم خلال الخريف والربيع إلى زيادة استهلاك الهائمات النباتية والنباتات المائية للمغذيات ومن ثم انخفاض تراكيزها مؤدياً إلى انخفاض قيم دليل العضوي (Twomey and Jhon, 2001). سجلت التغيرات المكانية في قيم الدليل خلال فصول السنة أعلى القيم في فصل الشتاء في محطة البراضعية وأبي الخصيب وأدنى القيم في فصل الربيع في المحطتين نفسها ومن ثم صنفت المحطات مابين الفئة الثالثة متوسط (Medium) والفئة السادسة رديء (Bad). تباينت القيم السنوية لدليل التلوث العضوي في محطات الدراسة الأربع، إذ بلغ معدل الدليل في محطة القرنة 51 وبذلك تصنف ضمن الفئة الخامسة متدهور (Deteriorated) ويعود سبب تدهور هذه المحطة إلى انخفاض التصريف النهري من نهر دجلة وغلق نهر الفرات بالكامل وزيادة طرح المخلفات المنزلية والزراعية دون معالجة مسبقة، كما تتأثر بالفضلات السائلة لقطعان الماشية القريبة من النهر، فضلاً عن تأثرها بفضلات تربية الأسماك في الأقفاس الطافية الواقعة في المنطقة. شهدت محطة المعقل انخفاضاً ملحوظاً في قيمة الدليل، إذ سجلت أدنى القيم 40 وبهذا صنفت ضمن الفئة الثالثة متوسط (Medium) ويعود ذلك إلى تخفيف المياه من منفذ كرمة علي ومن ثم تخفيف تأثير الملوثات العضوية. وارتفعت قيمة الدليل في محطة البراضعية، إذ بلغت 51 وبهذا تقع ضمن الفئة الخامسة متدهور

(Deteriorated) بسبب قرب المحطة من التجمعات السكانية الكثيفة والمطاعم ومن ثم زيادة تأثرها بمياه الصرف الصحي غير المعالجة كما تتأثر هذه المحطة بمخلفات مستشفى الصدر التعليمي، فضلاً عن حركة الزوارق والسفن، وتسبب جميع هذه العوامل في زيادة تراكيز الملوثات العضوية، أما محطة أبي الخصيب فكانت قيمة الدليل فيه 48 وبهذا صنفت ضمن الفئة الرابعة ضعيف (Poor) نتيجة لطرح مياه الصرف الصحي غير المعالجة من التجمعات السكانية الكثيفة القريبة من المحطة ومن مدينة المحمرة ومصفي عبادان وإلى الفضلات الزراعية، فضلاً عن حركة الزوارق والسفن.

بلغت قيمة معدل الدليل للمحطات الأربع 48 وبهذا تصنف ضمن الفئة ضعيف (Poor) والسبب الأساسي لهذا هو انخفاض التصريف النهري من نهر دجلة وغلق نهر الفرات بشكل كامل التي كانت تعمل على تخفيف مياه الصرف الصحي لمدينة البصرة والمدن والقصبات على محور شط العرب وغلق نهر الكارون الذي كان يحد من تقدم الجبهة البحرية المالحة القادمة من الخليج العربي مما سبب تدني نوعية مياه شط العرب وارتفاع نسبة الملوحة فيه.

طبقت في الدراسة الحالية تقنية تحليل المكونات الأساسية (PCA) Principal Component Analysis والتي تم من خلالها استخلاص العوامل المهمة والمؤثرة على التلوث العضوي في محطات الدراسة الأربع المنتخبة ويتوضح لنا ذلك من خلال طول السهم واتجاهه، إذ أن طول السهم يبين لنا قوة العامل المؤثر، أما اتجاهه يبين أي العوامل هي الأكثر تحكماً في التغيرات الحاصل في قيمة الدليل. أظهرت نتائج تحليل PCA لشط العرب ضمن منطقة الدراسة (شكل، 29) أن الحرارة والعاكارة ارتبطت بعلاقة طردية مع الدليل يليها النتريت والكاربون العضوي الكلي وأيون الكلوريد والتوصيلية الكهربائية أما الأوكسجين المذاب والمواد العالقة الكلية فقد ارتبطت بعلاقة عكسية مع الدليل يليها الأس الهيدروجيني وكان المتطلب الكيميائي للأوكسجين غير مؤثر على دليل (OPI) بسبب تراكيزه القليلة نسبياً، يتضح لنا من خلال تحليل PCA أن أكثر العوامل المتحكمة بالتغيرات الحاصل بقيم (OPI) في شط العرب ضمن منطقة الدراسة هي الحرارة والأوكسجين المذاب والمواد العالقة الكلية يليها أيون الكلوريد والتوصيلية الكهربائية والأس الهيدروجيني ثم العاكارة والنتريت والكاربون العضوي الكلي.



شكل (29): تأثير المتغيرات البيئية في قيم (OPI) في شط العرب ضمن منطقة الدراسة حسب تحليل (PCA).

### الاستنتاجات

- 1- إمكانية تطبيق دليل التلوث العضوي لتحديد مستويات التلوث العضوي المؤثره على نوعية مياه شط العرب.
- 2- صنفت نوعية مياه شط العرب بصورة عامة ضمن الفئة الضعيفة Poor طيلة مدة الدراسة.
- 3- يعاني شط العرب من مشكلتين أساسيتين هما قلة التصريف النهري وطرح مياه الصرف الصحي غير المعالجة والذي أحدث حيوداً في قيم الخصائص البيئية للمياه عن الحدود المسموح بها وطنياً وعالمياً والملائمة للحياة المائية.
- 4- سجلت محطة المعقل انخفاضاً ملحوظاً في مستوى التلوث العضوي مقارنة بالمحطات الأخرى وذلك بسبب تأثير هور شرق الحمار عن طريق منفذ كرمة علي على نوعية مياه هذه المحطة.
- 5- سجلت الدراسة الحالية انخفاضاً في قيم الأوكسجين المذاب وارتفاعاً في قيم عكارة المياه بسبب الصرف الصحي غير المعالج وانخفاض التصريف النهري.
- 6- لوحظ ارتفاع في قيم التوصيلية الكهربائية وأيون الكلوريد كلما اتجهنا جنوباً باتجاه مجرى شط العرب نتيجة لغلغ نهر الكارون الذي كان يحد من تقدم الجبهة البحرية المالحة من الخليج العربي الى أعالي النهر، فضلاً عن انخفاض التصريف من نهر دجلة وغلغ الفرات بالكامل.

## التوصيات

- 1- إمكانية استعمال دليل التلوث العضوي كوسيلة فعالة وناجحة لمراقبة مستويات التلوث العضوي وتقييم نوعية مياه شط العرب من قبل الجهات المختصة.
- 2- إعتقاد دليل التلوث العضوي كطريقة سهلة وكفوءة لتحديد مستويات التلوث العضوي في الأنهار العراقية الداخلية والمسطحات المائية الأخرى كما في بقية دول العالم.
- 3- ضرورة معالجة مياه الصرف الصحي ومخلفات المعامل لمدينة البصرة والمدن والقصبات الواقعة على ضفاف شط العرب قبل طرحها مباشرةً الى النهر لأن تأثير التلوث العضوي سوف يزداد مؤدياً الى تدهور بيئة شط العرب إذا لم تحد أو تعالج مشكلة الصرف الصحي.
- 4- إعتقاد الوسائل المتاحة لتنظيف قنوات تصريف المجاري (الأنهر الجانبية) التي تصب في شط العرب والعمل على تنظيفها باستمرار.
- 5- تحديث وتشغيل وحدات معالجة المياه المتوقفة عن العمل وإعادة تأهيلها.

## المصادر

أحمد، هاشم عبد الرزاق (1987). بايولوجية الأسماك، جامعة البصرة، المكتبة الوطنية - بغداد، 279 صفحة.

الامارة، فارس جاسم و عليوي، يسرى جاسم و مونس، فاتن صدام. (2001). التغيرات الشهرية في مستويات الأملاح المغذية والكلوروفيل في مياه شط العرب. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، 16 (1): 347-357.

الأمير، فؤاد قاسم (2010). الموازنة المائية في العراق وأزمة المياه في العالم. جعفر العصامي للطباعة، بغداد- العراق، 390 صفحة.

أونيل، بيتر (2006). الكيمياء البيئية (مترجم)، أكاديمية الدراسات العليا، دار الكتب الوطنية - بنغازي، 425 صفحة.

الباهلي، سرور عبد الأمير حمزه. (2006). التباين الفصلي والمكاني لتلوث مياه شط العرب في محافظة البصرة وبعض تأثيراته البيئية. أطروحة دكتوراه - جامعة البصرة، 203 صفحة.

جاسم، عادل قاسم (1999). دراسة بيئية للهائمات النباتية في الجزء الشمالي لنهر شط العرب. رسالة ماجستير. جامعة البصرة، 61 صفحة.

جواد، عبد الحميد محمد. (1994). دراسة لبعض المؤثرات الكيماوية والفيزيائية لمياه شط العرب. مدينة البصرة. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، 9 (2) : 377 - 396.

الحايك، نصر (1990). طرق معالجة مياه الصرف، جامعة قسطينة، دار الحصاد للنشر والتوزيع - دمشق، 160 صفحة.

الحجاج، مكيه مهلهل. (1997). توزيع العناصر الثقيلة في مياه ورواسب قناتي العشار والخندق المرتبطة بشط العرب وبيان تأثيرها على الطحالب. رسالة ماجستير - جامعة البصرة، (104) صفحة.

حسن، وصال فخري (2007). دراسة جيوكيميائية وهيدروكيميائية لرواسب مجرى شط العرب والمياه الملامسة لها. رسالة ماجستير - جامعة البصرة. 206 صفحة.

- حسن، وصال فخري وكريم، صالح مهدي وخصاف، دنيا خير الله وعليوي، يسرى جعفر (2011).  
نوعية مياه الري في قضاء الفاو محافظة البصرة / العراق. مجلة أبحاث البصرة، 37 (1):  
33-41.
- حسين، صادق علي (2001). مصادر التلوث العضوي في المياه العراقية الداخلية وامكانية  
السيطرة عليه واعادة استخدامها. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، 16 (2): 489-505.
- حسين، صادق علي والشاوي، عماد جاسم وعبد الله، عبد العزيز محمود (2009). تأثير المتدفقات  
الحارة لمحطة كهرباء الهارثة على النظام البيئي لنهر شط العرب. الخصائص البيئية  
للإحيائية. مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 22 (1): 131-143.
- حسين، صادق علي وفهد، كامل كاظم (2008). التغيرات الفصلية في تراكيز المغذيات  
والكلوروفيل في نهر الغراف أحد الأفرع الرئيسية لنهر دجلة، جنوب العراق. مجلة البصرة  
للعلوم الزراعية، 21 (خاص): 239-247.
- حسين، نجاح عبود والنجار، حسين حميد كريم والسعد، حامد طالب ويوسف، أسامه حامد  
والصابونجي، ازهار علي (1991). شط العرب- دراسات علمية اساسية. منشورات مركز  
علوم البحار - جامعة البصرة، (391) صفحة.
- الخلو، عبد الزهره عبد الرسول نعمه (2001). بعض المواصفات الكيميائية لمياه شط العرب  
وصلاحيتها للاستخدامات المختلفة عند مدينة البصرة. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار،  
16(1): 208-295.
- الخلو، عبد الزهره عبد الرسول نعمه والعبيدي، عبد الحميد محمد جواد. (1997). كيميائية مياه  
شط العرب من القرنة الى الفاو. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، 12 (1) : 189-203.

- خلوه، عزت محمد وحسين، سهام محمد وعون، السعيد علي ورشيد، محمد أبو النصر (2000).  
الدليل التدريبي في مجال الطوارئ الصحية وإصحاح مياه الشرب. وزارة الصحة والسكان.  
القاهرة - مصر. 124 صفحة.
- خلف، رغد زيدان (2011). دراسة بيئية للنواعم بطنية القدم من منطقة المد والجزر في شط  
العرب- العراق. رسالة ماجستير - البصرة. 94 صفحة.
- الخيون، ظفار ظاهر حبيب. (2001). تأثير متدفقات معمل الورق على طحالب الطين في شط  
العرب. رسالة الماجستير - جامعة البصرة، 67 صفحة.
- رسن، امجد كاظم. (2001). دراسة مقارنة للخصائص البيئية ومستويات التلوث العضوي في  
ثلاث قنوات رئيسية من نهر شط العرب. رسالة ماجستير - جامعة البصرة، 58 صفحة.
- سلمان، جاسم محمد والزرقي، صادق كاظم لفته وجواد، حسن جميل (2008). دراسة لمنولوجية  
على نهر العباسية - العراق. مجلة القادسية للعلوم الصرفة، المؤتمر العلمي الأول لكلية  
العلوم، 1 (13): 48-70 .
- السويج، عرفات رجب أحمد. (1999). دراسة لمنولوجية مقارنة لمصب شط العرب وقناة الخورة .  
رسالة ماجستير . جامعة البصرة، (61) صفحة.
- الشاوي، عماد جاسم والريبيعي، أيمن عبد اللطيف ورسن، امجد كاظم. (2005). مستويات  
المغذيات في مياه ومحتوى الكاربون العضوي للرواسب كدليل للتلوث العضوي في نهر شط  
العرب. مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 18 (2) : 97 - 98 .
- الشاوي، عماد جاسم والريبيعي، أيمن عبد اللطيف وعبد الله، شاكر بدر (2007). دراسة لمنولوجية  
للجزء الجنوبي لنهري دجلة والفرات ومدى تأثيرهما على الصفات الفيزيائية والكيميائية  
لمصب شط العرب. مجلة المجلد العربي، 11(6): 125 - 137.
- الصابونجي، أزهار علي. (1988). الطحالب القاعية كدليل بايولوجي للتلوث العضوي في شط  
العرب وبعض قنواته . أطروحة دكتوراه . جامعة البصرة، (108) صفحة.
- الصائغ، عبد الهادي يحيى وطاوعة، أروى شانل (2002). التلوث البيئي. الدار الجامعية للطباعة  
والنشر. جامعة الموصل. 248 صفحة.

- الصباح، بشار جبار جمعه (2007). دراسة السلوك الفيزيوكيميائي للعناصر المعدنية الملوثة لمياه ورواسب شط العرب. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة البصرة. 233 صفحة.
- الصحاف، مهدي محمد علي (1976). الموارد المائية في العراق وصيانتها من التلوث. منشورات وزارة الأعلام. سلسلة الكتب الحديثة (96)، دار الحرية للطباعة، بغداد، 307 صفحة .
- عباوي، سعاد محمد وحسن، محمد سليمان (1990). الهندسة العملية للبيئة - فحوصات الماء. دار الحكمة للطباعة والنشر. جامعة الموصل. 296 صفحة.
- عبد الله، صادق سالم (1990). دراسة في الحمولة النهرية لشط العرب في مدينة البصرة. رسالة ماجستير، مركز علوم البحار، جامعة البصرة. 115 صفحة.
- العوادي، هيثم محمد حمادي. (1983). محتوى الكاربون العضوي الكلي في الرواسب كمؤشر للتلوث العضوي في شط العرب وافرعه المهمة المخترقة لمدينة البصرة. رسالة ماجستير - جامعة البصرة، (102) صفحة.
- عيسى، أمال موسى (2009). دراسة لبعض المتغيرات الفيزيائية والكيميائية والحياتية لمياه الشرب في محافظة البصرة. رسالة ماجستير - كلية العلوم - جامعة البصرة. 132 صفحة.
- اللامي، عمران راضي ثاني (2009). تأثير بعض الخصائص البحرية للخليج العربي على هيدرولوجية الجزء الشمالي لمجرى شط العرب. رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة البصرة، 182 صفحة.
- المالكي، نعيم شند حمادي (2002). مسح بيئي لقناة حمدان إحدى الأفرع الرئيسية لنهر شط العرب. رسالة ماجستير - جامعة البصرة. 71 صفحة.
- المبادر، سالم سعدون (1978). قضاء الفاو - دراسة في الجغرافية الزراعية، منشورات مركز دراسات الخليج العربي - جامعة البصرة (15)، مطبعة الارشاد - بغداد، 400 صفحة.
- المحمود، حسن خليل حسن والشاوي، عماد جاسم والاماره، فارس جاسم محمد (2008). تقييم التغيرات في بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه شط العرب (1974-2005). مجلة البصرة للعلوم الزراعية، 21 (خاص) : 448-433.

- المنصوري، فائق يونس (1996). دراسة إنتقال الرواسب في الجزء الجنوبي من شط العرب. رسالة ماجستير - كلية الزراعة- جامعة البصرة. 199 صفحة.
- المنصوري، فائق يونس عبد الله، صادق سالم والمهدي، أياد عبد الجليل (2009). دراسة الحمولة العالقة في شط العرب بين القياس الحقلي والتقدير الرياضي. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، 24 (1): 65-78.
- المنصوري، فائق يونس والمحمود، حسن خليل حسن (2005). نهر العز وتأثيره على الحمولة النهريّة لشط العرب. مجلة ذي قار العلمية، 3 (4): 113-121.
- الموسوي، نداء جاسم (1992). دراسة بيئية لمصب شط العرب عند مدينة البصرة. رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة. 114 صفحة.
- موسى، علي حسن (2000). التلوث البيئي. دمشق: دار الفكر للطباعة والتوزيع والنشر، 424 صفحة.
- مويل، محمد سالم. (2010). تقييم نوعية مياه الجزء الشمالي من شط العرب باستخدام دليل نوعية المياه (النموذج الكندي). رسالة ماجستير - جامعة البصرة، 100 صفحة.
- النجم، محمد عبد الله وجواد، عبد الحميد محمد و إزباري، طارق. (1993). تقييم نوعية مياه شط العرب ومدى صلاحيتها للاستخدام الزراعي. مجلة إباء للأبحاث الزراعية، 3 (2): 246-260.
- هيئة المواصفات والمقاييس (1967). وزارة التخطيط. نظام صيانة الأنهار من التلوث. رقم 25.

## References

- Abaychi, J. K.; Darmoian, S. A. and DouAbual, A. A.Z. (1988). The Shatt AL Arab River: Anutrient salt and organic matter source to the Arabian Gulf. *Hydrobiologia*,166: 217-224.
- Abowie, J. F. N. (2010). Salinity, dissolved oxygen, pH and surface water temperature conditions in Nkoro River. Niger delta. Nigeria advance J. Food Sci. and Technol., 2(1): 36-40.
- AL-Asadi , M. S.; Salman, N. A. and Mahdi, A. A. (2006). Effect of waste discharges on nutrients content and growth of *Chlorella* sp. from Shatt ALArab River. *Mesopotamia Journal of Marine Science* 17: 89-101.
- AL-Imarah , F.J.; Ali, S.A. and Ali, A.A. (2010). Temporal and spatial variations of petroleum hydrocarbons in water and sediments from Northern parts of Shatt AL-Arab River, Iraq. *Mesopotamia Journal of Marine Science*, 25(1): 65-74.
- Al-Jorany, Y. S. J.; Al-Sowdani, K. H. and Mizhir, A. A. (2011). Build-up afLOW injection analysis unit for ammonium determination in the Shatt AL-Arab water. *Mesopotamia Journl of Marine Sciences*, 26 (1): 47-58.
- Al-Obaidy, A. M. J.; Maulood, B. K. and Kadhem, A. J. (2010). Evaluating Raw and Treated water quality of Tigers river within Baghdad by Index analysis. *J. Water Resource and Protection*, 2: 629-635.
- AL-Saadi, H. A.; Hassan, F. M. and Alkam, F. M. (2008). Phytoplankton and related nutrients in Sawa lake, Iraq. *Kurdistan 1<sup>st</sup> Conference Biology Sciences*, University of Dohuk, 11 (1): 67-76.

- Antoine, S. E. (1984). Studies of the Sediments and planktonic algae of the polluted Khora and Shatt AL-Arab River of Basrah, Iraq. *Limnologica*. 15(1): 55-61.
- Antoine, S.E. and Shihab, A. F. (1977). On the Distribution of Inorganic nitrogen and phosphate in polluted Al-Khora river and Shatt Al-Arab at Basrah. Iraq. *J. Asiatic. Soc. Bangladesh (Sc)* 2(2): 35-41.
- APHA (American Public Health Association) (1999). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 20<sup>th</sup> ed, 2672 p.
- APHA (American Public Health Association) (2005). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21<sup>th</sup> ed, Washington D. C. 1193 p.
- Arocena, R. (2007). Effects of Submerged Aquatic Vegetation on Macrozoobenthos in a Coastal lagoon of Southwestern Atlantic. *Internat. Rev. Hydrobiologi*. 1: 33-47.
- Boluda, R.; Quintainilla, J. F.; Bonilla, J. A.; Seaz, E. and Goman, M. (2002). Application of the Microtox test and pollution Indices to the study of water toxicity in the Albufera Natural park (Valencia, Spain). *Chemosphere*, 46:355-369.
- Borja, A.; Bricker, S. B.; Dauer, D. M.; Demetriades, N. T.; Ferreira, J. G.; Forbes, A. T.; Hutchings, P.; Jia, X.; Kenchington, R.; Marques, J. C. and Zhu, C. (2008). Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal worldwide. *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1519-1537.
- Barinova, S.; Tavassi, M.; Glassman, H. and Nevo, E. (2010). Algal indication of pollution in the lower Jordan river, Israel. *Applied ecology and environmental research*, 8(1): 19-38.

- Brown, S. L. (1980). Ecology of fresh water. Heinemann Educational Book Ltd., 78 pp.
- Camargo, J.A. and Alonso, A. (2006). Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystem: A global assessment *Environmental International* , 32: 831-849.
- Carpenter, S. R.; Caraco, N. F.; Corrella, D. L.; Howarth, R. W.; Sharpley, A. N. and Smith, V. H. (1998). Non point pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecology App*1,8: 68-559.
- Chakrapani, G. J. (2002). Water and sediment geochemistry of major kumaun Himalayan lakes, India. *Environment Geology*, 43: 99-107.
- Cheung, K. C.; Poon, B. H. T.; Lan, C. Y. and Wong, M. H. (2003). Assessment of metal and nutrient concentration in river water and sediment collected from the cities in the pearl river delta, South China. *Chemosphere*, 52: 1431-1440.
- Choudhary, P.; Routh, J. and chakrapani, G. J. (2010). Organic geochemical record of increased productivity in lake Naukuchiyatal, Kumaun Himalayas, India, *Environmental Earth Sciences*. 60:837-843.
- Das, B. K. (2005). Environmental pollution impact on water and sediments of Kumaun lakes, lesser Himalaya, India: a comparative study. *Environment Geology*, 49: 230-239.
- Dejoux, C.J.; Deelstra, R. and wilkinson, R. (1981). Pollution in the ecology and utilization of Africon in land waters. Edited log J. Sgmens. M. Bnurgis and Goudet. UNEP rep. Ser., (1): 149-10.
- Douabul, A.A.Z.; Abaychi, J.K. and AL-Saadi, H. (1987). Restoration of heavily polluted branches of Shatt Al- Arab river, (Iraq). *Wat. Res.* 21(8): 955-960.

- Doung, T. T.; Feurtet-Mazel, A.; Coste, M.; Dang, D. K. and Boudou, A. (2007). Dynamics of diatom colonization process in some rivers influenced by urban pollution (Hanoi, Vietnam). *Ecological Indication*, 7: 839-851.
- Eddy, F. B., and Williams, E. M. (1987). Nitrite and fresh water fish . *Chem Ecology*, 3: 1-38.
- EL-Sammak, A. A.; AL-Ghahdhan, A. N. and Beg, M. U. (2006). Assessment of sediment quality south of Ras AL-Arda and northern territorial waters, Kuwait, Northern Arabian Gulf. *Journal of coastal Research*, 39: 1441-1445.
- Environmental Canada (2001). Priority substance assessment report : ammonia in the aquatic environment. Minister of public works and Government services, Canada, Ottawa. ON, Canada.
- EPA, Environmental Protection Agency (2000). Ambient Water Quality Criteria Recommendations Rivers and Streams in Nutrient Ecoregion XII, 24 p.
- EPA, Environmental Protection Agency (2001). Ambient Water Quality Criteria Recommendations Rivers and Streams in Nutrient Ecoregion X, 28 p.
- EPA, Environmental Protection Agency and Environment Canada. (2007). State of the Great Lakes, Highlights. [http://binational.net/solec/English/sogl2007highlights\\_en.pdf](http://binational.net/solec/English/sogl2007highlights_en.pdf). Cited in SDWF (Safe Drinking Water Formulation).
- Fawzi, B.; Chlaida, M.; Oubriam, S.; Loukidi, M.; Sabour, B. and Bouzidi, A. (2001). Application of some diatom indices to a Moroccan water course: Hassar stream. *Rev. Sci. Eau*. 14(1): 73-89.

- GEMS. Global Environmental Monitoring System. (1997). Water operational guide, 3<sup>rd</sup> ed. National water research institute. Canada center for inland water. Burlington, Ontario, 274 pp.
- Giller, P. S. and Malmqvist, B. (1998). The Biology of Streams and Rivers, Biology of Habitats, Series editors: M. J. Crawley; C. Little; T. R. E. Southwood and S. Ulfsrand. Oxford university press, 296 pp.
- Greer. F. R. and Shannon, M. (2005). Infant methemoglobinemia : the role of dietary nitrate in food and water. Pediatrics, 116: 784-6.
- Guasmi, I.; Khericci- Bousnoubra, H.; Kherici, N. and Hadji, F. (2010). Assessing the organic pollution of surface water of Medjerda watershed (NE Algeria) Environment Earth Sciences, 60: 985-992.
- Hameed, H.A.(1977). Studies on the ecology of phyto plankton of Shatt Al-Arab river at Basrah, Iraq. Msc. Thesis Univ. Basrah. Iraq. 134pp.
- Harrison, R. M. (2007). Principles of Environmental Chemistry. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 0WF, UK. Typeset by Macmillan India Ltd, Bangalore, India, 363 pp.
- Heiskary, S. and Markus, H. (2001). Establishing Relationships among nutrient concentrations, phytoplankton abundance, and biochemical oxygen demand in Minnesota, USA, Rivers. Journal of lake and reservoir management, 17(4): 251-262.
- Holmer, M. (2006). Thresholds of Environmental Sustainability. Estimates of nutrient loading and sedimentation rates in selected coastal Zones.
- Horrigan, N.; Choy, S.; Marshall, J. and Recknagel, F. (2005). Response of Stream macroinvertebrates to change in salinity and development of A Salinity Index. Marine and Fresh water Research, 56: 825-833.

- Horton, R. K. (1965). An index number system for rating water quality. J. Water pollution. Control Feder., 37(3): 300-306.
- Howarth, R. W.; Anderson, D.; Cloern, J.; Elfring, C.; Hopkinson, C. and Lapointe, B. (2000). Nutrient pollution of coastal rivers, bays and seas. Iss Eco1, 7: 1-15.
- Huq, M. F.; AL-Saadi, H. A. and Hameed, H. A. (1978). Phytoplankton ecology of Shatt AL-Arab river at Basrah, Iraq. Verh: Internat. Verein Limnologica, 20: 1552-1556.
- Hussian, N. A. and Grabe, S. A. (2009). A Review of the Water Quality of the Mesopotamia (Southern Iraq) Marshes Prior to Massive Desiccation of the early 1990s. Marsh Bulletin. 4(2): 49-59.
- Hynes, H. B. N. (1970). The ecology of running water. Liverpool University Press, England, 555 pp.
- Inoue, T.; Ebise, S.; Matsui, Y. and Matsushita, T. (2003). Estimation of organic pollution and nutrient loadings in a rural river. Diffuse Pollution Conference Dublin, 5: 19-22.
- Jensen, F. B. (2003). Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals. comp. Biochemical Physiology, 135A: 9-24.
- Larnier, K.; Roux, H.; Dartus, D. and Groze, O. (2010). Water temperature modeling in the Garonne River (France). Knowl. Managet. Aquatic Ecosystem, 398: 4.
- Lin, K. J. and Yo, S. P. (2008). The effect of organic pollution on the abundance and distribution of aquatic oligochaetes in an urban water basin, Taiwan. Hydrobiologia, 596: 213-223.

- Liu, Q.; Mamcl, K. M. and Tuovinen, O. H. (2000). High fat waste water remediation using logenated sand filter biofilm system .In:proceeding of the eingth international symposiumon animals, Agricultural and Food proceeding wastes. Iowa Nils Road. st. Joseph, Mich. ASAE. P: 242-248.
- Liu, S.; Lou, S.; Kuang, C.; Huang, W.; Chen, W.; Zhang, J. and Zhong, G. (2011). Water quality assessment by pollution-index method in the coastal water of Hebei Province in western Bohai Sea, China. *Marine Pollution Bulletin*, 62: 2220-2229.
- Liu, X.; Li, G.; Liu, Z.; Guo, W. and Gao, N. (2010). Water pollution characteristics and Assessment of lower Reaches in Haihe River Basin. *Procedia Enviromental Sciences*. 2:199-206.
- Maitera, O. N.; Ogugbuaja, V.O. and Barminas, J. T. (2010). An assessment of organic pollution indicators levels of river Benue in Admawa state, Nigeria. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2(7): 110-116.
- Martin, E. A. (1976). *A Dictionary of life Science*. MaCmillan. London.
- Mitsch, W. J. and Gosselink, J. G. (2000). *Wetland 3<sup>rd</sup> edition*. Jhon Wiley. NewYork, 920 pp.
- Mohammed, M.B.M.(1965). Preliminary observation on some chemico-physical features of the Shatt Al-Arab. *Proc. Iraq. Sci. son.* 6:34-40.
- Nielsen, D. L.; Brock, M. A.; Rees, G. N. and Baladwin, D. S. (2003). Effect of increasing salinity on fresh water ecosystems in Australia. *Australian J. of Botany*, 51: 655-665.

- Odjadjare, E. E. O. and Okoh, A. I. (2010). Physicochemical quality of an urban municipal wastewater effluent and its impact on the receiving environment. *Environ. Monit. Assess.*, 170: 383-394.
- Philips, S.; Laanbroek, H. J. and Verstraete, W. (2002). Origin causes and effects of increased nitrite concentrations in aquatic environments. *Rev. Environmental Sciences Biotechnology*, 1: 41-115.
- Primpas, I.; Tsirtsis, G.; Karydis, M. and Kokkoris, G. D. (2010). Principle component analysis: Development of multivariate index for assessing eutrophication according to the European water framework directive .*Ecological Indicators*, 10: 178-183.
- Razmkhah, H.; Abrishamachi, A. and Torkian, A. (2010). Evaluation of spatial and temporal variation in water quality by pattern recognition techniques: A case study on Jajrood river (Tehran, Iran). *Journal of Environmental Management*, 91: 852-860.
- Routh, J.; Meyers, P. A.; Gustafsson, O.; Baskaran, M.; Hallberg, R. and Scholdstorm, A. (2004). Sedimentary geochemical record of human induced environmental changes in the lake Brunnsviken watershed ,Sweden. *Limnol Oceanogr*, 49: 1560-1569.
- Russo, R. C. (1985). Ammonia, nitrite and nitrate In: Rand, G. M., Petrocelli, S. R. editors. *Fundamentals of aquatic toxicology*. Washington DC: Hemisphere publishing corporate, p: 455-71.
- Saad, M. A. H. (1978). Seasonal variation of some physico-chemical conditions of Shatt Al-Arab Estuary. *Iraq. Estuarine and Coastal Marine Science*, 6: 503-513.

- Sanchez, E.; Colmenarejo, M. F.; Vicente, J.; Rubio, A.; Garcia, M. G. Travieso, L. and Borja, R. (2007). Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as sample indicators of water sheds pollution. *Ecological Indicators*, 7: 315-328.
- Saunders, J. E.; AL-Zahed, K.M. and Paterson, D.M. (2007). The Impact of organic pollution on the macrobenthic fauns of Dubai creek (UAE). *Marine pollution bulletin*, 54:1715-1723.
- Sax N. Lrving. (1974). Industrial pollution. Van No. strand. Rein Hold company. 203-204 pp.
- Singh, K. P.; Malik, A. and Sinha S. (2005). Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques: acase study. *Analytica Chmica Acta*, 538: 355-374.
- Stirling, H. P. (1985). Chemical and Biological methods of water Analysis for aquaculturalistis. Stirling Univ. Scotland. 119 p.  
Stream 3.4 – D3.4.1 ,Project contract no. 003933, 38 p.
- Strickland, J. D. H. and Parsone, T. R. (1972). Apractical hand book of sea water analysis. 2<sup>nd</sup> Ed. Bull. Fish. Res. Bd. Can. (310)pp.
- Talling, J. F. (1980). Water in: Rzoska, J. Euphrates and Tigris Mesopotamia ecology & destiny. W. Junk. The Hang, Boston & London, 63-79 pp.
- Tayel, F. T. R.; Fahmey, M. A. and Sheriadah, M. M. A. (1996). Studies on the physo-chemical characteristics of MexBay new deckhaila harbour water of Alexandria, Egypt. *Bull. Nat. Inst. Of Oceanogr. &Fish. A. R. E.*, 22: 1-8.

- Terrado, M.; Barcelo, D. and Tauler, R. (2010). Multivariate curve resolution of organic pollution patterns in the Ebro river surface water-ground water-sediment-soil system. *Analitica chimica Acta*. 657:19.
- Twomey, L. John, J. (2001). Effect of rainfall and saltwedge movement on phytoplankton succession in the swan-canning estuary, western Australian. *Hydrology Process*, 15: 2655-2669.
- vanderValk, A. G. (2006). *The biology of fresh water wetlands*. Oxford university press, 173 pp.
- Varol, M.; Gokot, B.; Bekleyen, A. and Sen, B. (2011). Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Tigris river (Turkey) using multivariate statistical techniques-Acase study. *River res. Applic.* (wileyonlinelibrary.com) DOL: 10-1002/ rra.1533.
- Vousta, D.; Manoli, E.; Samara, C.; Sofoniou, M. and Starits, I. (2001). A study of surface water quality in Macedonia, Greece: speciation of nitrogen and phosphorus. *Water Air Soil pollution*, 129: 13-32.
- Wang, J.; Da, L.; Song, K. and Li, B.L. (2008). Temporal variation of surface water quality in urban suburban and rural areas during rapid urbanization in Shanghai, China. *Environmental Pollution*, 152: 387-393.
- Weaver, J.E. and Clemments F. E. (1973). *Plant ecology*. Tata McGraw-Hill publishing company. LTD. New Delhi- 160 pp.
- WHO, World Health Organization (1996). *Chloride in Drinking-water*. 2nd ed. Background document for development WHO Guidelines Drinking-water Quality., Geneva, 2: 4 p.
- Yang, H.; Shen, Z.; Zhang, J. and Wang, W. (2007). Water quality characteristic along the course of Huangpu river (china). *journal of environmental sciences*, 19: 1193-1998

## الملاحق

ملحق (1): أقل وأعلى قيمة والمعدل والانحراف المعياري لقيم المتغيرات الفيزيائية والكيميائية للمحطات الأربع المنتخبة.

Statistical Summary		AT	WT	EC	TUR	pH	DO	BOD	COD
Station 1	Minimum	16.5	12	1.4	2.5	7.3	5.2	1.5	ND
	Maximum	40.5	30	2.17	57.1	8	10.8	3.4	9
	Mean	28.42	21.28	1.78	25.90	7.67	7.79	2.23	3.75
	S.D	8.753	5.906	0.232	15.611	0.196	1.936	0.572	2.563
Station 2	Minimum	15	15.4	1.16	2.64	7.6	5	0.9	2
	Maximum	42.2	29.5	3.68	57.7	8.3	8.9	2.9	21
	Mean	29.12	22.66	2.37	21.47	7.86	6.43	1.88	7.83
	S.D	9.735	4.652	0.557	13.918	0.193	1.168	0.682	6.394
Station 3	Minimum	15	15	1.82	2.75	7.7	4.6	0.9	2
	Maximum	42.4	30	3.95	39.4	8.3	7.5	4	16
	Mean	28.87	22.72	2.82	15.81	8.02	5.58	2.38	6.25
	S.D	9.665	5.391	0.534	10.163	0.204	0.960	0.930	3.793
Station 4	Minimum	14.5	14.5	2.37	2.77	7.8	4.7	0.6	2
	Maximum	42.7	30.5	4.22	33.9	8.5	9.1	3.7	17
	Mean	28.26	22.78	3.09	17.83	8.13	6.50	1.89	9.33
	S.D	9.508	5.091	0.564	7.494	0.227	1.668	0.878	5.140

يتبع

Statistical Summary		NH4	NO2	NO3	TSS	PO4	CL	TOC
Station 1	Minimum	0.56	0.08	15.42	25.2	0.05	189.94	0.06
	Maximum	1.96	0.69	43.65	62.8	0.32	299.94	0.08
	Mean	1.17	0.29	32.13	45.14	0.15	243.33	0.07
	S.D	0.469	0.193	7.524	12.467	0.088	42.028	0.008
Station 2	Minimum	0.56	0.12	12.82	16.8	0.08	209.93	0.05
	Maximum	1.96	0.98	33.83	63.6	0.46	579.82	0.13
	Mean	1.17	0.31	21.96	40.65	0.24	389.90	0.08
	S.D	0.477	0.279	6.768	12.603	0.112	112.074	0.019
Station 3	Minimum	0.28	0.19	14.21	6	0.24	309.9	0.05
	Maximum	1.96	1.67	40.74	60.8	0.57	969.69	0.1
	Mean	1.13	0.65	28.80	35.74	0.41	531.82	0.08
	S.D	0.495	0.455	7.604	15.829	0.124	168.258	0.019
Station 4	Minimum	0.56	0.16	13.23	16.4	0.1	419.86	0.07
	Maximum	1.96	0.86	37.8	74.8	0.42	1359.57	0.2
	Mean	1.21	0.41	27.82	35.88	0.26	642.28	0.10
	S.D	0.452	0.202	7.871	18.608	0.101	264.434	0.034

## **Summary**

Organic Pollution Index (OPI) was used in the current study to determine the levels of organic pollution in the northern and middle parts of Shatt AL-Arab river, this index was considered as an effective and successful indicator to assess the levels of organic pollution in water.

Four stations were selected (Qurna, Maaqal, AL-Baradieah and Abul-Kaseeb) to represent the northern and middle parts of Shatt AL-Arab river. Water and sediments samples were collected during the ebb tide from August 2011 to July 2012. Physical and Chemical variables were measured (Air temperature, water temperature, electrical conductivity, pH, turbidity, dissolved oxygen, biological oxygen demand, chemical oxygen demand, total suspended solids, ammonium ion, nitrite, nitrate, phosphate, chloride ion in water and Total Organic Carbon in sediments).

The results showed that air temperature ranged between (28.42 , 29.12 ,28.87, 28.26) C<sup>0</sup>, the water temperature ranged between ( 21.28 , 22.66 22.78, 22.72) C<sup>0</sup>, the values of electrical conductivity ranged between ( 1.78 ,2.37 , 2.82 ,3.09) mellisemince / cm, the turbidity ranged between (25.90 ,21.74 ,15.81,17.83) NTU, the pH values ranged between (7.67, ,7.86, 8.02,8.13) the dissolved oxygen ranged between (7.79, 6.43 ,5.58, 6.50) mg / l, the biological oxygen demand ranged between (2.23 ,1.88 2.38,1.89) mg / l, the chemical oxygen demand ranged between ( 3.75 ,6.25 ,7.83 ,9.33) mg / l, the current study recorded the concentration of nutrients, the ammonium ion ranged between (1.17 ,1.17 ,1.13 ,1.21) mg / l, the nitrite ranged between (0.29 ,0.31 ,0.65 ,0.41) µg N-NO<sub>2</sub> /l, the nitrate ranged

## *Summary*

---

between (32.13 ,21.96 , 28.80 ,27.82)  $\mu\text{g N-NO}_3 /\text{l}$ , the phosphate ranged between (0.15 ,0.24 ,0.41 , 0.26)  $\mu\text{g P-PO}_4 /\text{l}$ , the values of total suspended solids ranged between (45.14 ,40.65 ,35.74 ,35.88), the chloride ion showed high values ranged between (243.33 ,389.90 , 531.82 ,642.28)  $\text{mg} / \text{l}$ , the total organic carbon ranged between (0.07, 0.08, 0.08, 0.10)  $\text{g/g}$ .

The monthly variations in Organic Pollution Index for four stations were showed difference in values, the OPI ranged (60-30), (53-25), (71-37), (64-26) in all stations. The highest values 71 (Very Bad) was recorded in AL-Baradieah station in November and the lowest values 25 (Good) in Maaqal station in October. The seasonal variations in OPI ranged between (60-33) categorized between (Medium) and (Bad), The highest values in Abul-Kaseeb and AL-Baradieah stations in winter and the lowest values in Maaqal station in Autumn. Generally the mean value of OPI was 48 accordingly described as (Poor).

Results of Principal Component Analysis (PCA) Showed that (temperature, dissolved oxygen, total suspended solids, chloride ion, electrical conductivity and pH) were the most effective variables on the levels of OPI, followed by (turbidity, nitrite and total organic carbon). there was no effect of chemical oxygen demand on OPI value.

**Using organic pollution Index (OPI)  
to quantitative and qualitative assessment  
of Shatt AL-Arab River**

*A thesis*

*Submitted to the*

*College of Science – University of Basrah in  
Partial Fulfillment of the requirement for  
Master degree of Science in Biology  
(Environment and Pollution)*

*By*

***Fadya Mushtaq Saleem***

*B.Sc. of Biology*

**2006**

*Supervisor*

***Prof. Najah A. Hussain***

**2013**

**1434**