

التحليل العاملي للتلوث بالأملاح المغذية في مجرى شط العرب في مدينة البصرة وعلاقتها ببعض المتغيرات البيئية

أ.م.د. شكري إبراهيم الحسن

جامعة البصرة . كلية الآداب . قسم الجغرافيا

المستخلص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الخطورة البيئية للتلوث بالأملاح المغذية في نهر شط العرب وجدوله الفرعية ضمن حدود مدينة البصرة، ومعرفة إمكانية الاستفادة من تقنية التحليل العاملي في تحديد طبيعة العوامل المؤثرة في هذه الملوثات ودرجة علاقتها بالمتغيرات البيئية المحيطة بها. تم جمع نحو ٢٨ عينة مياه على مدى أربعة فصول مختلفة من العام ٢٠١٦، وإجراء فحص مختبري وحقلي ضمن إجراءات القياس المتبعة لمؤشرات النتريت والنترات والفوسفات والسليكا، فضلاً عن متغيرات درجة الحرارة والتوصيلية والعمارة.

بينت الدراسة ارتفاعاً ملحوظاً في تراكيز الأملاح المغذية ضمن المواقع المدروسة ويعزى ذلك بالدرجة الأساس إلى مصادر التلوث بمياه الصرف الصحي والمجاري المنزلية والبزول الزراعية، وهذا يدل على خطورتها البيئية المحتملة. كما ظهر أن التحليل العاملي لنتائج الدراسة يكون مفيداً في تشخيص العوامل المكونة لأصل المشكلة ودور المتغيرات في تحديد تراتبية المواقع الأكثر تأثراً ضمن المعطيات المتاحة، وتبين أن معامل الارتباط بين العوامل والمتغيرات يكشف عن طبيعة قوة العلاقة الرابطة فيما بينها، مما يؤثر إلى أن المتغيرات يمكن أن تؤدي دوراً في التحكم بدرجة تركيز الملوثات وخطورتها على حد سواء. الكلمات المفتاحية: التحليل العاملي، التلوث، الأملاح المغذية، المتغيرات البيئية، شط العرب، الصرف الصحي.

The Factor Analysis of Nutrients Contamination in Shatt Al-Arab River at Basra City and its relation to some Environmental Variables

Assist.Prof.Dr.Shukri I. Al-Hassen

Dept. of Geography, College of Arts, University of Basrah

Abstract:

This study aims to assess the environmental risk of contamination with nutrients in the Shatt al-Arab River and its canals within Basra City, and to identity the possibility of benefiting from the technique of factor analysis in determining the nature of the factors affecting these pollutants and the degree of their relationship to the environmental variables. About 28 water samples were collected over four different seasons of 2016, and a laboratory and field testing was carried out within the measurement procedures used for nitrite, nitrate, phosphate and silica indicators, as well as temperature, conductivity and turbidity parameters.

The study showed a significant increase in the concentrations of nutrients within the studied sites, mainly due to the sources of pollution in wastewater, domestic sewage and agricultural discharge, and this indicates their potential environmental risk. It also shows that the factor analysis of the results of the study is useful in identity the factors that make up the root of the problem and the role of the variables in determining the hierarchy of the most affected sites within the available data, and it was found that the correlation coefficient between the factors and variables reveals the nature of the strength of the relationship between them, which indicates that the variables can It plays a role in controlling both the concentration and severity of pollutants.

Key Words :Factor Analysis, Pollution, Contamination Nutrients, Environmental Variables, Shatt Al-Arab, Wastewater.

المقدمة

تحظى دراسات التلوث بأهمية بالغة في مراقبة البيئة وتحديد المخاطر الصحية الناجمة عنه. ولهذا تحاول دوماً مثل هذه الدراسات تقييم الوضع البيئي في أية منطقة كانت من أجل تقديم الحلول المثلى لمعالجة المشكلات البيئية على اختلاف أنواعها. وقد يكون لاستخدام بعض التقانات الإحصائية فائدة مرجوة في تشخيص العوامل الأكثر تأثيراً لتوصيف أدق للمخاطر البيئية وإعطاء فهم أفضل لطبيعة العلاقات المتحكمة بالمتغيرات البيئية المختلفة. وهذه الدراسة التي تناقش موضوع التلوث بالأملاح المغذية في نهر شط العرب وتحديد العلاقات الإحصائية مع بعض المتغيرات عبر استخدام طريقة التحليل العاملي، إنما مثال على ذلك.

أولاً - الأساس النظري

(١) مشكلة الدراسة: تتضمن التساؤلات الآتية:

- ((أ)) ما مدى الخطر البيئي للتلوث بالأملاح المغذية في نهر شط العرب؟
- ((ب)) هل تتأثر تراكيز الأملاح المغذية ببعض المتغيرات البيئية؟ وما درجة الارتباط بينهما؟ وما أهمية ذلك من الناحية البيئية؟
- ((ج)) ما دور المتغيرات البيئية في تحديد تراكيز الأملاح المغذية؟
- ((د)) ما التراتبية المكانية لتراكيز الأملاح المغذية في بيئة شط العرب؟

(٢) فرضية الدراسة: تفترض الدراسة الحالية الآتي تحقيقاً لأهدافها وتماشياً مع مشكلتها:

- ((أ)) ثمة متغيرات بيئية تؤثر في تراكيز الأملاح المغذية في مياه شط العرب، بمتوالية تناسبية.
- ((ب)) يتحدد العامل الأكثر تأثيراً في تراكيز الأملاح المغذية على وفق التباين في المتغيرات البيئية الفاعلة.
- ((ج)) تقترن المواقع الأكثر تلوثاً بالأملاح المغذية بحجم المصادر المسببة بالتلوث وبحدة التباين في قيم المتغيرات البيئية.

(٣) أهداف الدراسة: تهدف هذه الدراسة إلى التحقق مما يلي:

- ((أ)) إظهار التباين المكاني لدرجات خطورة التلوث بالأملاح المغذية في بيئة شط العرب.
- ((ب)) معرفة طبيعة العلاقة الرياضية للتغاير في تراكيز الأملاح المغذية وبعض المتغيرات البيئية ذوات الصلة.
- ((ج)) التحليل الإحصائي للبيانات المتحصلة، وتحديد العامل البيئي الأكثر تأثيراً في متغيرات الدراسة.
- ((د)) تحديد "المواقع الساخنة" المتأثرة بالتلوث بالأملاح المغذية ضمن منطقة الدراسة.

ثانياً - الأساس المفاهيمي

بغية توضيح بعض المفاهيم الأساسية ذات الصلة بموضوع البحث، يمكن تعريف ما يلي:

(١) **تلوث المياه:** "أي مجرى مائي ملوثاً عندما يتغير بشكل مباشر أو غير مباشر تركيب أو حالة مياه ذلك المجرى وذلك نتيجة فعل بشري بمعنى أن تصبح تلك المياه أقل سهولة لجميع الاستعمالات التي تستخدم من أجلها أو البعض منها في حالتها الطبيعية"^(١).

(٢) **الأملاح المغذية:** تتمثل الأملاح المغذية Nutrients في العادة بالنترات والنترات والفوسفات والسيلكا. يمكن أن يؤدي تلوث البيئة المائية بالأملاح المغذية إلى التسبب بمشكلة خطيرة تدعى الإثراء الغذائي Eutrophication، وهو عبارة عن "تراكم تدريجي للمغذيات والمواد العضوية يمكن أن تتحول لاحقاً إلى مصدر للطاقة لتغذية وازدهار طحالب ضارة تعمل على تلويث الوسط المائي وإفساده"^(٢). وفي الوقت ذاته يمكن "للنترات والفوسفات — مثلاً — أن يكونا مهمين جداً لنمو الهائمات النباتية الضرورية للنظام البيئي"^(٣). وهما "مهمين أيضاً للبيئة المائية لشط العرب وللجزء الشمالي من الخليج العربي"^(٤)، ما لم يؤدي ذلك إلى زيادة مفرطة وحدوث حالة تلوث.

يمكن أن تتنوع مصادر التلوث بالأملاح المغذية ما بين ذوات النشأة الطبيعية وأخرى بشرية: منها مثلاً "تفسخ النباتات والفضلات الحيوانية ومياه البزول الزراعية والصرف الصحي والمخلفات السائلة المنزلية والصناعية"^(٥). فعلى سبيل المثال يمكن أن يسبب "جزء واحد من المليون من مياه الغسيل المنزلية حدوث رغوات متراكمة عند طرحها إلى مجرى النهر"^(٦) (الشكل ١). ويمكن لزيادة تركيز النترات في مياه الشرب أن تتسبب بمرض فقر دم الأطفال Methaemoglobinemia"^(٧).



الشكل (١): الرغوة التي تتكون نتيجة لوجود المغذيات في مياه الصرف الصحي.

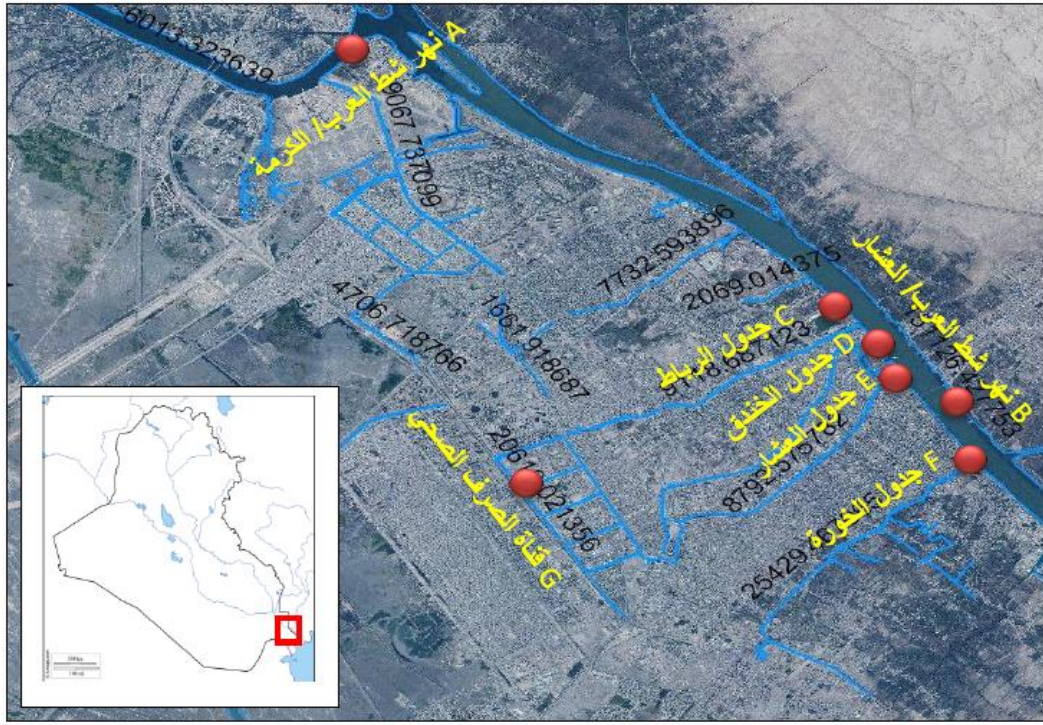
الصورة من منطقة الدراسة لقناة الصرف الصحي، تاريخ الالتقاط ٢٠١٦/٤/٣٠

(٣) المتغيرات البيئية: يستخدم هذا المصطلح أحياناً في علوم الحاسبات بصيغة مغايرة لما نقصده هنا. لكن يمكن تعريف المتغير البيئي Environmental variable لأغراض هذه الدراسة بأنه "قيمة ذات معنى دينامي تؤثر في مسار العمليات الجارية ومن ثم في سلوك البيئة أو الوسط أو العناصر المدروسة"^(٨). وتتمثل هذه المتغيرات بدرجة الحرارة والتوصيلية الكهربائية والعكارة بوصفها عوامل مؤثرة ومتحكمة بتراكيز الأملاح المغذية في البيئة المائية قيد الدراسة.

(٤) التحليل العاملي: يمكن تعريف التحليل العاملي Factor analysis بأنه "أسلوب إحصائي يستهدف تفسير معاملات الارتباطات الموجبة التي لها دلالة إحصائية بين مختلف المتغيرات، أو هو عملية رياضية تستهدف تبسيط الارتباطات بين مختلف المتغيرات الداخلة في التحليل وصولاً إلى العوامل المشتركة التي تصف العلاقة بين هذه المتغيرات وتفسيرها. لذا فالتحليل العاملي يعد منهجاً إحصائياً لتحليل بيانات متعددة ارتبطت فيما بينها بدرجات مختلفة من الارتباط في صورة تصنيفات مستقلة قائمة على أسس نوعية للتصنيف"^(٩). ويمكن للدراسات المعنية بالبيئة ونوعية المياه الاستفادة كثيراً من هذا الأسلوب الإحصائي في عملية التقييم وتحديد العوامل الأكثر تأثيراً وكشف قوة الارتباطات الرياضية^(١٠).

ثالثاً - منطقة الدراسة

تتمثل منطقة الدراسة بمجرى نهر شط العرب ضمن حدود مدينة البصرة (الشكل ٢)، وامتدادات بعض جداوله الفرعية مثل جدول الخورة، العشار، الخندق، والرباط، فضلاً عن قناة الصرف الصحي الممتدة عبر مدينة البصرة التي تنتهي في نهاية المطاف بنهر شط العرب.



الشكل (٢): منطقة الدراسة موضح عليها مواقع جمع العينات.

المصدر: مرئية فضائية من القمر الاصطناعي Landsat-4، ومعالجة ببرنامج ArcGis 10.3

يبلغ طول مجرى نهر شط العرب من نقطة التقاء دجلة والفرات^(١١)، حتى مصبه في الخليج، حوالي ١٩٥ كم، ويتراوح عمق مجراه بين ٨-١٥ متراً^(١٢)، تبلغ كمية تصريف شط العرب، في المعدل، حوالي ١٠٧.٢ م^٣/ثا وإيراده السنوي نحو ٣.٤٣١ مليار م^٣^(١٣)، بيد أن هذه التصارييف انخفضت بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة لأسباب عدة منها الجفاف والتبخر والسدود الإقليمية والمحلية المشيدة على أعلى مجرى النهر والتلاعب بالحصص المائية وغير ذلك.

ولكون شط العرب من الأنهر المدية Tidal فإن مناسيب المياه في مجراه عادةً ما تتباين ليصل الفارق بين أعلى منسوب وأدناه إلى حوالي ١.٨ متر^(١٤)، فضلاً عن التباينات الفصلية المرتبطة بكمية الوارد المائي والظروف البيئية المحيطة، التي تؤثر في المحصلة النهائية على تراكيز الملوثات في البيئة النهرية.

المواد وطريقة العمل (المنهجية)

أولاً – جمع العينات: تم جمع سبع عينات مياه خام من سبعة مواقع مختلفة، مثلما موضحة في الشكل ٣، من مجرى نهر شط العرب ومداخل الجداول الرئيسية المتفرعة منه، فضلاً عن عينة من مجرى الصرف الصحي

ضمن حدود مدينة البصرة. جمعت العينات بواقع أربع تكرارات، كل تكرار يمثل فصلاً معيناً من السنة (شتاء، ربيع، صيف، خريف). بلغ إجمالي العينات المجمعة خلال مدة الدراسة ٢٨ عينة. حُفظت العينات في قناني زجاجية محكمة الإغلاق سعة ٥٠٠ مل، ونُقلت إلى المختبر لإجراء الفحص عليها لتحديد تراكيز الأملاح المغذية المشمولة بالدراسة.

ثانياً — الفحص المختبري: في المختبر، أُضيفت إلى العينات قطرات من الكلورفورم للحفاظ على نوعيتها ومنع تأثرها بالعوامل البيئية الخارجية، ثم جرى ترشيح ماء العينة بورق ترشيح ذي فتحات بقطر ٠.٤٥ مايكرون وحفظها بعد ذلك في البراد لحين الفحص.

تم إتباع طرائق العمل المختبري الموصوفة في دليل ثيموثي بيرسون^(١٥). فمثلاً، لتحديد تركيز النتريت (NO_2) تمت إضافة مل واحد من محلول سلفانيلاميد sulfanilamide إلى ٥٠ مل من العينة وتترك لمدة دقيقة إلى دقيقتين، ثم يضاف ١ مل محلول إيثيلينديامين ديهيدروكلوريدين ethylenediamine dihydrochloriden حتى يتحول لون العينة إلى الوردي، ووضعت في جهاز المطياف الضوئي نوع Philips Model PU 8670 vis / NiR (هولندي المنشأ) وبطول موجي ٥٤٣ نانومتر، وظهر النتيجة بوحدة ملغرام/ لتر.

بالنسبة للحصول على تركيز النترات (NO_3)، فيقوم على اختزال النترات إلى نتريت باستخدام عمود كادميوم. إذ يضاف ٢ مل من محلول كلوريد الأمونيوم المركز إلى ١٠٠ مل من العينة ويمرر عبر عمود كادميوم، ثم تجرى عليه مثل ما يجري في طريقة النتريت. أما بخصوص تراكيز الفوسفات (PO_4) والسيلكا (SiO_3)، فتعتمد على قياس الكثافة البصرية بجهاز المطياف الضوئي بطول موجي ٨٨٥ نانومتر ويعبر عنها بوحدة الملغرام/ لتر.

أما ما يتعلق بالفحوصات الخاصة بدرجة الحرارة والتوصيلية الكهربائية، فقد أجريت حقلياً بجهاز Lovibond TB 300 WTW pH/Cond 3L5i، ألماني المنشأ. أما العكارة فأجريت مختبرياً بواسطة جهاز IR، ألماني المنشأ.

ثالثاً - الوسيلة الإحصائية: لأجل تحقيق أهداف هذه الدراسة، وتطبيق أسلوب التحليل العاملي والارتباطات الرياضية، تم اعتماد برنامج SPSS - V.23، وهو أحد التطبيقات الإحصائية التي تعمل تحت مظلة ويندوز. ويتكون من مجموعة قوائم وأدوات يمكن عن طريقها إدخال البيانات التي يحصل عليها الباحث العلمي عن طريق الاستبيانات أو المقابلات أو الملاحظات، ومن ثم القيام بتحليلها (التحليل الإحصائي).

ويعتمد النظام الإحصائي SPSS على المعلومات الرقمية، ويتميز البرنامج بقدرته الكبيرة على معالجة البيانات التي يتم تزويده بها، ويمكن استخدامه في مناهج البحث العلمي جميعها^(١٦).

النتائج والمناقشة

يبين الجدولين (١ و ٢)، نتائج الفحص المختبري لعينات المياه المختارة لكل من الأملاح المغذية وبعض المتغيرات البيئية الممثلة بدرجة الحرارة والتوصيلية والعكارة. تتم مناقشة هذه النتائج على وفق التقييم البيئي أولاً لنعرف مدى خطورتها البيئية المحتملة، ثم التحليل الإحصائي لتحديد مدى تأثيرها بالمتغيرات البيئية ودرجة الارتباط فيما بينها.

أولاً — التقييم البيئي

يقوم التقييم البيئي لأي ملوثات كانت، على معايرة Standardizing النتائج المتحصلة مع المواصفات القياسية الموصى بها لتراكيز تلك المواصفات. ومن المناسب هنا اعتماد المواصفة القياسية العراقية في ضوء نظام صيانة الأنهار والمياه العمومية من التلوث في العراق لسنة ١٩٦٧ (الجدول ٣). وبناءً على ما يتضح من الجدول (٤) والشكل (٣)، فإن المعايرة البيئية ما بين نتائج الفحوصات والمواصفة العراقية، تبين أن تراكيز كل من النترات والفوسفات والعكارة في مياه المواقع المختارة تتعدى بشكل ملحوظ المواصفة القياسية، مما يشير إلى دلالة التلوث في البيئة المائية لمنطقة الدراسة ويشذ عن ذلك متغير درجة الحرارة الذي يقع في الجانب السالب من طرف المعادلة. ومن المؤكد أن السبب في القيم العالية لفارق التجاوز ترجع إلى تأثير مصادر التلوث المتعددة التي تصب في مجرى شط العرب وبشكل خاص في جداوله (الخورة، العشار، الخندق، والرباط) التي باتت تمثل في السنوات الأخيرة قنوات لتصريف المياه الخفيفة والثقيلة على حدّ سواء، أما مجرى الصرف الصحي الذي ينتهي في هذه الجداول ومن ثم في مجرى شط العرب فيعد بعد ذاته مصدراً مهماً يؤثر في نوعية المياه^(١٧). الملاحظ أيضاً أن قيم التجاوز بالنسبة للعكارة مثلاً، عالية جداً وأكثر تشتتاً، وهذا دليل على دور مياه الصرف الملوثة المتدفقة إلى بيئة منطقة الدراسة، كما أن الملاحظ أن مجرى شط العرب أقل في الفارق نسبياً قياساً إلى المواقع الأخرى وهذا ناتج عن عامل التخفيف نظراً للجسم المائي الكبير لشط العرب. وعلى هذا، فإن دلالة الخطورة البيئية لمياه منطقة الدراسة من ناحية الأملاح المغذية تكون معنوية بدرجة واجبة الاهتمام، لأن ذلك قد يسبب نشوء ظاهرة الإثراء الغذائي في البيئة المائية وما يترتب عليها من مخاطر جمة. وهذا ما يتفق مع نتائج كثير من الدراسات السابقة^(١٨).

التحليل العاملي للتلوث بالأملاح المغذية في مجرى شط العرب في مدينة البصرة وعلاقتها ببعض

المتغيرات البيئية —

الجدول (1): تراكيز الأملاح المغذية (ملغم/لتر) في مياه نهر شط العرب وجدوله لعام 2016.

موقع العينة	رمز العينة	الشتاء				الربيع				الصيف				الخريف			
		النترات	النترات	الفوسفات	السليكا	النترات	النترات	الفوسفات	السليكا	النترات	النترات	الفوسفات	السليكا	النترات	النترات	الفوسفات	السليكا
شط العرب/ القزعة	A	5.8	37.8	4.16	103.5	2.3	4.6	6.8	31.8	0.27	8.3	5.3	37.4	2.9	16.3	3.08	124.4
شط العرب/ العشار	B	4.4	69.1	16.8	114.2	3.9	24.8	5.6	31.8	1.5	15.3	3.2	83.3	8.2	200.5	9.4	306.5
جنول الرباط	C	19.6	30.5	52.8	192.8	7.3	4.8	45.6	349.9	1.8	1.4	40.4	62.4	3.5	135.4	38.4	356.9
جنول الخندق	D	16.4	16.9	37.6	153.5	10.9	6.9	23.6	586.3	0.5	1.2	16.08	56.2	0.83	4.6	17.2	318.7
جنول العشار	E	18.6	49.1	45.1	171.4	2.5	6.07	26.1	395.4	2.08	2.9	15.6	68.7	0.98	6.5	9.4	306.5
جنول الخوزة	F	9.6	21.7	40.8	139.2	2.9	3.1	41.2	354.5	7.1	15.03	23.4	24.9	1.4	25.4	9.6	323.4
قناة الصرف الصحي	G	3.8	87.1	55.4	224.9	3.9	2.6	41.3	245.4	0.79	1.02	32.7	45.8	2.8	97.3	33.5	326.8

المصدر: العمل المختبري.

الجدول (2): بعض المتغيرات البيئية لمياه نهر شط العرب وجدوله لعام 2016.

موقع العينة	رمز العينة	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف		
		درجة حرارة (°C)	الرطوبة (UTN)	التهوية (E.C.)	درجة حرارة (°C)	الرطوبة (UTN)	التهوية (E.C.)	درجة حرارة (°C)	الرطوبة (UTN)	التهوية (E.C.)	درجة حرارة (°C)	الرطوبة (UTN)	التهوية (E.C.)
شط العرب/ القزعة	A	13.4	7.2	21	21.4	5.8	12.8	29.2	2.95	30.1	27.2	12.7	56.8
شط العرب/ العشار	B	14.6	4.2	33.2	20.8	6.2	27.7	28.9	4.8	25.8	28	18.2	32.2
جنول الرباط	C	13.8	6.8	112.1	25.1	6.9	98.8	28.8	7.1	162.2	27.8	8.4	183.1
جنول الخندق	D	12.2	5.1	108.2	30.2	5.3	90.2	32.5	5.82	133.4	25.8	6.5	194.2
جنول العشار	E	14.2	4.8	123	23.8	5.1	30.1	29.1	5.1	62.1	26.6	12.4	42.5
جنول الخوزة	F	13.8	7.3	117.2	21.6	7.8	139.5	27.5	6.82	80.8	28.4	16.9	81.9
قناة الصرف الصحي	G	12.8	6.2	120.1	24.8	7.8	32.5	30.8	7.4	121.8	35.4	8.5	102.8

المصدر: العمل المختبري والحقل.

الجدول (3): المواصفة القياسية العراقية باعتماد نظام صيانة الأنهار والمياه العمومية من التلوث لسنة

١٩٦٧.

المؤشر	(أ) الحد الأعلى للتركيز في الأنهار والجداول	(ب) الحد الأعلى للتركيز في المياه العادمة
النترات NO3 (ملغم/لتر)	١٥	٥٠
النترت NO2 (ملغم/لتر)	—	—
الفوسفات PO4 (ملغم/لتر)	٤	٣٠
السليكا Sio3	—	—

التحليل العاملي للتلوث بالأملاح المغذية في مجرى شط العرب في مدينة البصرة وعلاقتها ببعض

المتغيرات البيئية -

(ملغرام/لتر)		
درجة حرارة الماء (مئوية)	-	أقل من ٣٥
التوصيلية الكهربائية EC (مليسمنز/سم)	-	-
العكارة (NTU)	٥	٥

المصدر: عماد عبيد جاسم، التشريعات البيئية في العراق، موسوعة القوانين العراقية، بغداد، ٢٠١٢، ص ٦١-٦٤.

الجدول (٤): المعايرة البيئية بين نتائج فحوصات عينات المياه والمواصفة القياسية العراقية في منطقة الدراسة على أساس المعدل السنوي.

ت	الموقع	النترات	الفوسفات	درجة حرارة الماء	العكارة
١	شط العرب/ الكرمة	١.٧٥ +	٠.٨٢ +	١٢.٢ -	٢٥.١ +
٢	شط العرب/ العشار	٦٢.٤ +	٤.٧ +	١١.٩ -	٢٤.٧ +
٣	جدول الرباط	٢٨ +	٤٠.٣ +	١١.١ -	١٣٤.٠٥ +
٤	جدول الخندق	٧.٦ -	١٩.٦ +	٩.٨ -	١٢٦.٥ +
٥	جدول العشار	١.١٢ +	٢٠ +	١١.٥ -	٥٩.٤ +
٦	جدول الخورة	١.٣ +	٢٤.٧ +	١٢.١ -	٩٩.٨ +
٧	قناة الصرف الصحي (*)	٣٢ +	٣٦.٧ +	٩.٠٥ -	٣٧٢.٢ +

المتغيرات البيئية –

باعتتماد المقارنة بين الجدولين (١ و ٢) مع الجدول (٣/ الحقل أ).

(*) مطروحاً من قيم الجدول (٣/ الحقل ب)، الخاص بمواصفات المياه العادمة.

ملاحظة: القيم الموجبة تعني تجاوز حدود الموصفة، والقيمة السالبة تعني أنها أقل من حدود الموصفة.

تم استخراج فرق التجاوز وفق المعادلة الآتية من صياغة الباحث:

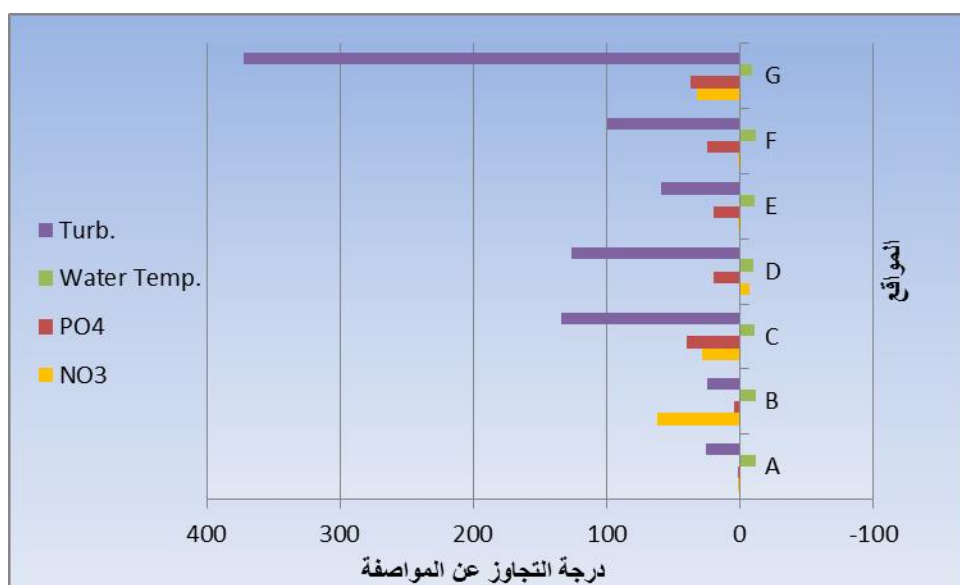
$$Stand.ex = \frac{\sum Concentration}{4 - Stand.vaule}$$

حيث أن:

Stand.ex = قيمة تجاوز الموصفة القياسية

$\sum Concentration$ = مجموع تركيز المؤشر

Stand.vaule = قيمة الموصفة القياسية للمؤشر



الشكل (٣): التمثيل البياني للمعايرة البيئية بين تراكيز الأملاح المغذية والموصفة القياسية العراقية.

ثانياً — التحليل الإحصائي

(١) التحليل العاملي:

من أجل تحديد أبرز العوامل المؤثرة في كل موقع والمقارنة فيما بينها، تم إدخال البيانات إلى برنامج Spss-v23، إذ تم تطبيق أسلوب التحليل العاملي على المتغيرات الآتية الذكر لكل المواقع وحسب الفصول للحصول على أكثر العوامل تأثيراً وتحديد المتغيرات الداخلة في كل عامل، التي تتراوح قيمتها العينية (Eigen value) ٠.٣ فأكثر.

بعد إجراء التحليل العاملي للمتغيرات المذكورة آنفاً، ظهرت ثلاثة عوامل أساسية قبل التدوير، بلغت نسبة تباينها (86.508) من مجموع التباين الكلي، وبعد إجراء عملية التدوير التي يراد منها جعل التشبعات الصغيرة أصغر مما كانت عليه في تصميمها قبل الدوران، بقيت العوامل الثلاثة ذاتها مع بقاء نسبة التباين (86.508)، مثلما موضحة النتائج في الجداول (٥) (6) و(7).

الجدول (٥): نسبة التباين للعوامل قبل التدوير وبعده

العامل	قبل التدوير			بعد التدوير		
	القيم	نسبة التباين	نسبة التباين التجميعي	القيم	نسبة التباين	نسبة التباين التجميعي
الأول	٦.٢٢٣	74.7٥١	51.622	3.102	44.309	44.309
الثاني	٢.٧٥1	18.219	69.966	1.564	22.344	66.633
الثالث	١.٥٨1	16.542	86.508	1.390	19.854	86.508

عمل الجدول بناءً على مخرجات برنامج Spss-v23 بعد معاملة معطيات الجدول (١ و ٢) على أساس المعدل السنوي.

المتغيرات البيئية —

الجدول (٦): نتائج التحليل العاملي قبل التدوير

رمز الموقع	المتغيرات	العامل الأول	العامل الثاني	اناء العامل الثالث
A	NO ₂	0.713	- 0.091	0.519
B	NO ₃	-0.322	0.721	-0.302
C	PO ₄	0.800	0.492	-0.049
D	Sio ₃	0.944	0.028	0.102
E	Water Temp.	0.644	0.068	-0.743
F	EC	-0.426	0.694	0.456
G	Turb.	0.939	0.135	0.158

عمل الجدول بناءً على مخرجات برنامج Spss-v23 بعد معاملة معطيات الجدول (5).

الجدول (٧): نتائج التحليل العاملي بعد التدوير

رمز الموقع	المتغيرات	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث
A	NO ₂	0.300	-0.309	-0.243
B	NO ₃	0.019	0.094	0.622
C	PO ₄	0.307	0.056	0.319
D	Sio ₃	0.267	0.022	-0.066
E	Water Temp.	-0.038	0.637	0.198
F	EC	0.204	-0.500	0.416
G	Turb.	0.309	-0.037	-0.002

عمل الجدول بناءً على مخرجات برنامج Spss-v23 بعد معاملة معطيات الجدول (5).

يمكن تلخيص نتائج التحليل العاملي بعد التدوير في الجدول (٧) على النحو الآتي:

أ- العامل الأول يندرج تحت المتغيرات التالية حسب درجة علاقتها بالعامل الأول (SiO_3 , Turb.)، وقد بلغت نسبة تباينه ٤٤.٣٠٩ من التباين الكلي.

ب- العامل الثاني يندرج تحت المتغيرات التالية حسب درجة علاقتها بالعامل الثاني (NO_2 , Temp., EC). وقد بلغت نسبة تباينه ٢٢.٣٤٤ من التباين الكلي.

ج- العامل الثالث يندرج تحت المتغيرات التالية حسب درجة علاقتها بالعامل الثالث (PO_4 , NO_3). وقد بلغت نسبة تباينه ١٩.٨٥٤ من التباين الكلي.

من أجل تصنيف المستوى لكل موقع قياس، تم احتساب العوامل المعيارية التي تسمى (Factor score) لكل موقع بعد التدوير ولكل عامل من العوامل الخمسة، وكما موضحة في الجدول الآتي:

الجدول (٨): نتائج العوامل المعيارية (بعد التدوير) حسب مواقع القياس لمنطقة الدراسة.

رمز الموقع	قيمة العامل الأول	قيمة العامل الثاني	قيمة العامل الثالث
A	-1.66072	-0.17793	-0.69321
B	-0.87533	-0.50434	1.07929
C	1.33235	-0.26681	0.24306
D	0.53349	0.99373	-1.34480
E	-0.00087	-0.13033	-0.83573
F	0.64445	-1.47943	0.23479
G	0.02664	1.56512	1.31660

عمل الجدول بناءً على مخرجات برنامج Spss-v23 بعد معاملة معطيات الجدول (7).

وفيما يلي تحليل النتائج من أجل تصنيف مستوى الخطورة البيئية لمواقع منطقة الدراسة:

العامل الأول: فيما يلي إعادة ترتيب المواقع حسب توافر درجة العامل الأول فيها:

التحليل العاملي للتلوث بالأملاح المغذية في مجرى شط العرب في مدينة البصرة وعلاقتها ببعض

المتغيرات البيئية —

الجدول (٩): ترتيب المواقع حسب قيمة الدرجة العاملية للعامل الأول.

المرتبة	رمز الموقع	قيم العامل الأول تصاعدياً
1	C	1.33235
2	F	0.64445
3	D	0.53349
4	G	0.02664
5	E	-0.00087
6	B	-0.87533
7	A	-1.66072

عمل الجدول بناءً على مخرجات برنامج Spss-v23 بعد معاملة معطيات الجدول (8).

إذ نلاحظ من الجدول أن الموقع C (جدول الرباط)، احتل المرتبة ١ بالنسبة للعامل الأول، أما الموقع A (شط العرب/الكرمة)، فقد شغل المرتبة الأخيرة.

العامل الثاني: يمثل الجدول (١٠) إعادة ترتيب المواقع حسب توافر درجة العامل الثاني فيها، وعلى النحو الآتي:

الجدول (١٠): ترتيب المواقع حسب قيمة الدرجة العاملية للعامل الثاني.

المرتبة	رمز الموقع	قيم العامل الثاني تصاعدياً
1	G	1.56512
2	D	0.99373
3	E	-0.13033
4	A	-0.17793
5	C	-0.26681
6	B	-0.50434
7	F	-1.47943

عمل الجدول بناءً على مخرجات برنامج Spss-v23 بعد معاملة معطيات الجدول (8).

إذ نلاحظ من الجدول أعلاه أن الموقع G (قناة الصرف الصحي) احتل المرتبة ١ بالنسبة للعامل الثاني، أما الموقع F (جدول الخورة)، فقد احتل المرتبة الأخيرة.

العامل الثالث: فيما يلي إعادة ترتيب المواقع المدروسة تبعاً لتوافر درجة العامل الثالث فيها:

الجدول (١١): ترتيب المواقع بحسب قيمة الدرجة العاملية للعامل الثالث

المرتبة	رمز الموقع	قيم العامل الثالث تصاعدياً
1	G	1.3166
2	B	1.07929
3	C	0.24306
4	F	0.23479
5	A	-0.69321
6	E	-0.83573
7	D	-1.3448

عمل الجدول بناءً على مخرجات برنامج Spss-v23 بعد معاملة معطيات الجدول (8).

وهنا يُلاحظ أن الموقع G (قناة الصرف الصحي) احتل أيضاً المرتبة ١ بالنسبة للعامل الثالث، أما الموقع D (جدول الخندق)، فقد شغل المرتبة الأخيرة في هذه الحالة.

(٢) علاقات الارتباط:

من الأهمية بمكان معرفة مقدار الارتباط بين العوامل والمتغيرات على وفق فرضية الدراسة، لتحديد درجة التأثير والتأثير. ويكشف استخدام معامل بيرسون عن النتائج الآتية المبينة في الجداول (١٢، ١٣، ١٤) على أساس المؤشر السنوي:

الجدول (١٢): معامل ارتباط بيرسون بين درجة حرارة الماء والأملاح المغذية حسب معطيات الدراسة.

Correlations		TEM				
		P.	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₃
WATER R TEMP.	Pearson	1	0.020	0.015	0.569	0.552
	Correlation					
	Sig. (2-tailed)		0.966	0.974	0.183	0.199
N		7	7	7	7	7

إذ نلاحظ وجود علاقة ارتباط طردية (موجبة) وضعيفة بين درجة حرارة الماء والنترت، إلا أن هذه العلاقة غير معنوية حسب اختبار t. كما يُلاحظ أن هنالك علاقة ارتباط طردية (موجبة) وضعيفة أيضاً بين درجة حرارة الماء والنترات، وهذه العلاقة غير معنوية حسب اختبار t. كذلك هناك قوة ارتباط طردية مقبولة بين درجة حرارة الماء والفوسفات، إلا أن هذه العلاقة غير معنوية أيضاً تبعاً لاختبار t. وأخيراً توجد قوة ارتباط طردية مقبولة بين درجة حرارة الماء والسليكا، بعلاقة غير معنوية حسب اختبار t.

الجدول (١٣): معامل ارتباط بيرسون بين التوصيلية الكهربائية والأملاح المغذية حسب معطيات الدراسة.

Correlations		EC	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₃
EC	Pearson	1	—	0.327	0.001	-0.313
	Correlation		0.282			
	Sig. (2-tailed)		0.539	0.474	0.998	0.495
N		7	7	7	7	7

إذ يتبين وجود علاقة ارتباط طردية (موجبة) وضعيفة بين درجة حرارة الماء وكل من النترات والفوسفات، إلا أن هذه العلاقة غير معنوية حسب اختبار t ، كما أن هنالك علاقة ارتباط عكسية (سالبة) وضعيفة بين درجة حرارة الماء وكل من والنترات والسليكا، لكنها علاقة غير معنوية حسب اختبار t .

الجدول (١٤): معامل ارتباط بيرسون بين العكارة والأملاح المغذية حسب معطيات الدراسة.

Correlations						
		TUR B	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SIO ₃
TURB.	Pearson Correlation	1	0.692	-0.308	0.812*	0.848*
	Sig. (2-tailed)		0.085	0.502	0.026	0.016
	N	7	7	7	7	7

يُلاحظ أن هنالك ارتباط طردية (موجبة) وجيدة بين العكارة والنترات، إلا أن هذه العلاقة غير معنوية حسب اختبار t ، كما أن هنالك علاقة ارتباط عكسية (سالبة) وضعيفة مع النترات، ووجود علاقة ارتباط قوية بين العكارة وكل من الفوسفات والسليكا، وأن هذه العلاقة معنوية حسب اختبار t .

الاستنتاجات

١ - إن ارتفاع تراكيز الأملاح المغذية في مجرى شط العرب وجداوله، وتجاوز هذه التراكيز المحددات البيئية حسب المواصفات القياسية لنوعية المياه، دليل على تأثير مياه الصرف الصحي ومياه المجاري المنزلية واليزول الزراعية في نوعية هذه المياه. وإن تقييم مستوى الخطورة البيئية على وفق ذلك يمكن أن يشكل قلقاً في هذه الحالة.

٢ - إن المتغيرات البيئية المحيطة بالبيئة المائية، يمكن أن تؤدي دوراً مؤثراً في تحديد التباين الفصلي والمكاني لتراكيز الأملاح المغذية في نهر شط العرب وجداوله. إذ يظهر وجود تحكم للمتغيرات بالعوامل

الممثلة للبيئة المدروسة، وأن هذه المتغيرات يمكن أن تحدد تصنيف العوامل وتحدد المناطق الساخنة لمكامن التلوث وترتيبها.

٣ - إن العلاقات الإحصائية تبين غالباً وجود ارتباطات موجبة للمتغيرات البيئية في التأثير على عوامل الأملاح المغذية، وإن كانت ضعيفة فهي متحكممة، وأن في حالة العلاقات السالبة تكون العلاقة معنوية بين المتغيرات والعوامل. وهذا الأمر الذي تخلص إليه الدراسة يمكن أن يفيد في تكوين معرفة مسبقة عن مستوى التلوث بالأملاح المغذية بمجرد رصد متغيرات بيئية مثل درجة الحرارة والإيصالية والعكارة؛ وإن هذا القدر من التنبؤ البيئي مقرون بدقة إجراءات القياس والنتائج المتعاملة رياضياً.

٤ - أظهرت الدراسة أن استخدام التحليل العالمي في الموضوعات البيئية أسلوب مفيد في بيان التباينات المكانية وتحديد درجة تأثير المتغيرات في العوامل المدروسة. وأن هذا الأسلوب التحليلي لا يكشف عن التباين في تراتبية مواقع التلوث وحسب، بل عن المتغيرات المسؤولة عن ذلك التباين ومقدار تأثير كل واحد في عامل معين، إن كانت مجموعة من المتغيرات والعوامل.

الهوامش

(١) رنيه كولاس، تلوث المياه، ت: محمد يعقوب، منشورات عويدات، بيروت، ١٩٨١، ص ٨.

(2) Walker, D.B, et al., Surface water pollution, in Pepper, I.L. et al., *Environmental and pollution science*, 2nd., Elsevier, New York, 2006, p.286.

(3) Takayanagi, K., Yamada, H., Effects of benthic flux on short term variations of nutrients in aburatsubo bay, *Journal of Oceanography*, Vol.55 (3), 1999, p.463.

(4) Subba, D.V., Al-Yamani, F., Phytoplankton ecology in the waters between Shatt Al-Arab and Straits of Hormuz, Arabian Gulf: A review, *Plankton Biology and Ecology*, Vol. 45(2), 1996.

(5) Carey, R.O., et al., Evaluating nutrient impacts in urban watersheds: Challenges and research opportunities, *Environmental Pollution*, 137C, 2012, p.139.

(٦) كينيث ميلليني، بايولوجيا التلوث، ترجمة: كامل مهدي التميمي، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد،

١٩٩٤، ص ٥٠.

(٧) المصدر نفسه، ص ٥٨.

(٨) يُنظر:

Wikipedia, "Environment variable", Available on:

https://en.wikipedia.org/wiki/Environment_variable

(٩) ثائر سلمان، التحليل العاملي: مفهومه وطرق تحليله، متوفر على الرابط الإلكتروني:

<https://www.docdroid.net/Njcw8m5/factorial-analysis-of-variance.doc>

(١٠) يُنظر مثلاً: محمد فوزي عمر خطاب، التحليل العاملي لنوعية المياه في منطقة هيت - كبيسة غرب العراق، المجلة العراقية لعلوم الأرض، مج ٤، ع ١، ٢٠٠٤، ص ٩٨-١١٠.

(١١) تم في العام ٢٠١٠ قطع مجرى الفرات عن نهر شط العرب بواسطة سدة ترابية تقع إلى الغرب من المدينة.

(١٢) نجاح عبود حسين وآخرون، شط العرب: دراسات علمية أساسية، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٩١، ص ٢٢، ٢٤.

(١٣) شكري إبراهيم الحسن، التلوث البيئي في مدينة البصرة، أطروحة دكتوراه، جامعة البصرة، ٢٠١١، ص ١٨.

(١٤) المصدر نفسه، ص ١٨.

(15) Timothy Parsons, *A Manual of Chemical & Biological Methods for Seawater Analysis*, Pergamon, New York, 1984.

(١٦) يُنظر، "ما هو البرنامج الإحصائي Spss؟"، متوفر على الرابط الإلكتروني:

<https://www.mobt3ath.com/dets.php?page=150&title=%D9%85%D8%A7%20%D9%87%D9%88%20%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%B8%D8%A7%D9%85%20%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%AD%D8%B5%D8%A7%D8%A6%D9%8A%20Spss%D8%9F>

ويُنظر أيضاً للاستزادة:

Argyrous, G., *Statistics for Research: With a Guide to SPSS*, 2nd., SAGE UK, London, 2005, p.24-25.

(١٧) شكري إبراهيم الحسن، مصدر سابق، ص ١٥.

(١٨) يُنظر مثلاً:

فارس جاسم الأمانة وآخرون، "مستويات وتوزيع المغذيات في بعض مسطحات العراق الجنوبية"، المؤتمر العلمي الثالث لإعادة تأهيل أهوار جنوب العراق، مركز علوم البحار، ١٣-١٤/ نيسان/ ٢٠٠٩، ص ٢١.

عبدالعزیز محمود عبدالله وآخرون، "مستوى المغذيات في الجزء الأوسط من نهر شط العرب وتأثيرها على إنتاجية الطحالب القاعية"، المؤتمر العلمي الثالث لإعادة تأهيل أهوار جنوب العراق، مركز علوم البحار، ١٣-١٤/ نيسان/ ٢٠٠٩، ص ٩٦.

منال كامل الأسدي، نظام توزيع بعض الأملاح المغذية في شط العرب وعدد من فروعه عند مدينة البصرة، رسالة ماجستير، جامعة البصرة، ١٩٨٣.

مجموعة من الباحثين، شط العرب: مستقبل البصرة، مركز علوم البحار - جامعة البصرة، ٢٠١٨، ص ١٧١.

نجاح عبود حسين وآخرون، مصدر سابق، ص ١٦٦-١٧١.

المصادر

- ثائر سلمان، التحليل العاملي: مفهومه وطرق تحليله، متوفر على الرابط الإلكتروني:

<https://www.docdroid.net/Njcw8m5/factorial-analysis-of-variance.doc>

- رنيه كولاس، تلوث المياه، ت: محمد يعقوب، منشورات عويدات، بيروت، ١٩٨١.

- شكري إبراهيم الحسن، التلوث البيئي في مدينة البصرة، أطروحة دكتوراه، جامعة البصرة، ٢٠١١.

- عبدالعزیز محمود عبدالله وآخرون، "مستوى المغذيات في الجزء الأوسط من نهر شط العرب وتأثيرها على إنتاجية الطحالب القاعية"، المؤتمر العلمي الثالث لإعادة تأهيل أهوار جنوب العراق، مركز علوم البحار، ١٣-١٤/ نيسان/ ٢٠٠٩.

- فارس جاسم الأمانة وآخرون، "مستويات وتوزيع المغذيات في بعض مسطحات العراق الجنوبية"، المؤتمر العلمي الثالث لإعادة تأهيل أهوار جنوب العراق، مركز علوم البحار، ١٣-١٤/ نيسان/ ٢٠٠٩.

- كينيث ميلينيبي، بايولوجيا التلوث، ترجمة: كامل مهدي التميمي، دار الشؤون الثقافية العامة، بغداد، ١٩٩٤.

- مجموعة من الباحثين، شط العرب: مستقبل البصرة، مركز علوم البحار - جامعة البصرة، ٢٠١٨ (غير منشورة).

- محمد فوزي عمر خطاب، التحليل العاملي لنوعية المياه في منطقة هيت - كبيسة غرب العراق، المجلة

العراقية لعلوم الأرض، مج ٤، ع ١، ٢٠٠٤.

– منال كامل الأسدي، نظام توزيع بعض الأملاح المغذية في شط العرب وعدد من فروعها عند مدينة البصرة، رسالة ماجستير، جامعة البصرة، ١٩٨٣.

– "ما هو البرنامج الإحصائي Spss؟"، متوفر على الرابط الإلكتروني:

<https://www.mobt3ath.com/dets.php?page=150&title=%D9%85%D8%A7%20%D9%87%D9%88%20%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%B8%D8%A7%D9%85%20%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%AD%D8%B5%D8%A7%D8%A6%D9%8A%20Spss%D8%9F>

– نجاح عبود حسين وآخرون، شط العرب: دراسات علمية أساسية، مطبعة جامعة البصرة، ١٩٩١.

– Argryous, G., *Statistics for Research: With a Guide to SPSS*, 2nd., SAGE UK, London, 2005.

– Carey, R.O., et al., Evaluating nutrient impacts in urban watersheds: Challenges and research opportunities, *Environmental Pollution*, 137C, 2012.

– Subba, D.V., Al-Yamani, F., Phytoplankton ecology in the waters between Shatt Al-Arab and Straits of Hormuz, Arabian Gulf: A review, *Plankton Biology and Ecology*, Vol. 45(2), 1996.

– Takayanagi, K., Yamada, H., Effects of benthic flux on short term variations of nutrients in aburatsubo bay, *Journal of Oceanography*, Vol.55 (3), 1999.

– Timothy Parsons, *A Manual of Chemical & Biological Methods for Seawater Analysis*, Pergamon, New York, 1984.

– Walker, D.B, et al., Surface water pollution, in Pepper, I.L. et al., *Environmental and pollution science*, 2nd., Elsevier, New York, 2006.

– Wikipedia, "Environment variable", Available on:

https://en.wikipedia.org/wiki/Environment_variable
