

## نمذجة تلوث مياه نهر العاصي - سوريا - باستخدام برنامج نظام المعلومات الجغرافية GIS

ضحى يوسف\*

(تاريخ الإيداع 15 / 7 / 2008 . قَبْلَ للنشر في 21/1/2009)

### □ الملخص □

تهدف الدراسة إلى اختبار إمكانية نمذجة تلوث مياه نهر العاصي في نقاط رصد التلوث على طول مجرى النهر ابتداء من منطقة ربلية وانتهاء بمنطقة دركوش حيث تم توزيع 33 نقطة مراقبة لجودة المياه على طول مجرى النهر، ولهذه الغاية تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية GIS / ArcMap في دراسة مؤشرات جودة المياه التالية: (Escherichia coli, TH mg/ l ، Cl<sup>-</sup> ، pH ، EC، SAR ، BOD<sub>5</sub> ، DO% ، N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ، P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) للأعوام /2002 - 2008 / . وتم نمذجة تلوث مجرى النهر باستخدام "التحليل المكاني" والتثقيل بعكس المسافة، ثم اختبرت صلاحية طريقة النمذجة المتبعة بحساب معامل الارتباط بين نتائج التحاليل المخبرية لعينات المياه المجموعة والنتائج التي تم الحصول عليها اشتقاقاً باستخدام ArcInfo ، فتبين وجود ارتباط معنوي في المستوى  $p > 0.01$  لدى معظم مؤشرات التلوث المدروسة مما يدل على إمكانية نمذجتها بهذه الطريقة. ومن هنا يمكن القول إنه باستخدام نظام ArcInfo / GIS يمكن تقليص عدد نقاط الرصد وتخفيضها وعدد العينات المائبة المجموعة والمحللة بمقدار 51.52 % .

الكلمات المفتاحية : GIS - ArcInfo- Spatial Analyst مؤشرات التلوث - نقاط المراقبة - الاشتقاق .

\* قائمة بالأعمال - قسم الهندسة البيئية - كلية الهندسة المدنية - جامعة تشرين - اللاذقية .

## The Orontes Water Pollution Patterning–Syria– By Means of Geographic Information System GIS

Doha Yousef \*

(Received 15 / 7 / 2008. Accepted 21 / 1 / 2009)

### □ ABSTRACT □

This study aims at testing the potential patterning of the Orontes river water, using monitored points along its course, from Rableh to Darkoush; 33 monitoring points were distributed along the river course. GIS was used to analyze the following water quality indices: ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ , DO, BOD<sub>5</sub>, SAR, Ec, pH,  $\text{Cl}^-$ , TH, and fecal coli form bacteria (*Escherichia coli*)) throughout 2002-2008. The River water pollution was patterned by "Spatial Analyst" in the extension "Interpolate to Raster"/ "Inverse distance weighted". Then, the adopted patterning approach was examined by calculating the correlation factor between the tested water samples' results and the results obtained by means of interpolated data, relying on ArcInfo. The results showed significant correlation at  $P>0.01$  for all examined indices, which validates this patterning approach. In conclusion, we can say that by using ArcInfo/GIS the number of water sampling and analysis up to 51.52 %.

**Keywords:** "Spatial Analyst", ArcInfo /GIS, pollution indices, monitoring points, interpolate.

---

\* Academic Assistant, Engineer at Civil Engineering Faculty, Tishreen University, Lattakia, Syria.

**مقدمة :**

الموارد المائية هي من أساسيات التنمية المستدامة في عدة مناطق من العالم ، ولا يعدّ توافر المياه كماً ونوعاً المورد الأساسي للتنمية الزراعية والصناعية والسياحية وحسب، بل أيضاً للحياة اليومية في المدن والقرى. ولقد أدى التزايد السكاني والنمو الاقتصادي إلى تزايد الطلب على المياه هذا من جهة ، ومن جهة أخرى إلى زيادة في التلوث الذي يمكنه أن يهدد جميع الموارد المائية وتمييزها المستدامة (Brookfield and Byron, 1993).

وتتطلب مراقبة جودة المياه في نظام المراقبة التقليدي زمناً طويلاً، وجهداً كبيراً لجمع العينات المائية الممثلة للجسم المائي وتحليلها مخبرياً إضافة إلى الأعباء الكبيرة مالياً ومادياً، والتي ترتبها مثل هذه الأعمال على كاهل الدوائر المعنية بذلك. وهذه العوامل، أيضاً تشكل عائقاً رئيساً أمام تحقيق المراقبة بكفاءة عالية وعلى نطاق واسع، نظراً لصعوبة الحصول الدوري على العدد الكافي من العينات التي تمثل الأجسام المائية بأكملها، بالتالي عدم الحصول على توقعات دقيقة لديناميكية الملوثات إلا في مناطق محدودة على المدى الطويل والمدى القصير (Ming-Der Yang, Carolyn J. Merry, and Robert M. Sykes, 1996).

مراقبة جودة المياه لا بد من فهم آليات انتقال الملوثات وتفاعلاتها الكيميائية لمعرفة مصيرها وسلوكيتها في الأنهار وحتى وصولها إلى البحار والمحيطات أو المياه الجوفية ، وتقوم معظم دول العالم بتحديد مسار هذه الملوثات على مسافات قد تصل أحياناً إلى آلاف الكيلومترات باستخدام التقنيات الحديثة من نماذج الانتقال الهيدرولوجية (Hydrology transport models). وقد بذل مهندسو البيئة جهوداً كبيرة في مراقبة فرط نمو النباتات المائية (Eutrofication) ومحاكاتها والتحكم بها، إذ إنهم قاموا بتطوير النماذج الرياضية المختلفة وتطبيقها على مجاري الأنهار والبحيرات وغيرها من الأجسام المائية (Lung, 1986; Thomann and Mueller, 1987; Kuo and Wu, 1991; Kuo et al., 1994) ومن هذه التقنيات Remote Sensing, , Geographic Information System (GIS) etc. بهدف توسيع نطاق المراقبة ورفع مستوى دقتها، بالإضافة إلى الحد من تكاليف الطريقة التقليدية وأعبائها. وقد استخدمت (Ming-Der Yang, Carolyn J. Merry, and Robert M. Sykes, 1996) نظام المعلومات الجغرافية GIS في نمذجة جودة مياه حوض نهر Te-Chi في تايوان . كما أنّ هناك توجهاً واضحاً ومتزايداً نحو استخدام نظام المعلومات الجغرافية بتطبيقاته المختلفة في دراسات تلوث المياه ، فقد برهن (Andrea Favretto –1998) على إمكانية استخدام تطبيق التحليل المكاني Spatial Analyst في فهم بيانات تلوث مجاري الأنهار في الأحواض المائية من مقاطعة Trento – شمال إيطاليا – حيث أنه درس مؤشراً بيئياً واحداً، وهو عدد البكتيريا البرازيه الكوليفورمية، وتبين له أن منهجية الـ GIS مفيدة جداً من خلال تطبيقات اشتقاق التوزيع المكاني Spatial Analyst/interpolate للملوثات وارتباطاتها المعنوية مع عدد السكان في المدن والقرى المجاورة للأنهار. وقد أجريت دراسة لتحديد مدى حساسية نظام المياه الجوفية في ولاية إنديانا (Kumar C.S Navulur, Bernard A. Engel – 1996) للتلوث بالنترات باستخدام نظام المعلومات الجغرافية، و تم تقييم دقة النتائج التي تم الحصول عليها إحصائياً من خلال مقارنتها مع بيانات نتائج، تحليل عينات المياه الجوفية المجموعة من مناطق مختلفة من " إنديانا" فتبين وجود معامل ارتباط بمقدار 0.67، مما يدل على أن هذه الطريقة (استخدام GIS) يمكن استخدامها بوصفها وسيلة للتعامل مع التلوث على النطاق الإقليمي، وأداة في صنع القرار في إدارة المياه الجوفية.

وتبين لـ (Kelly Jean Fergusson - 1994) أنه قد تم نمذجة ما يبلغ طوله 22 ألف ميل من مجاري الأنهار في أمريكا باستخدام تطبيقات الـ GIS، وقد كان 72 % من هذه الأنهار متأثراً بمصادر التلوث غير النقطية بسبب الملوثات الزراعية المختلفة، و 11 % ملوثة بسبب مياه الأعاصير والسيول من المدن وما نسبته فقط 7% من مصادر تلوث نقطية ناجمة عن الصناعات المختلفة (EPA, 1994)، وذلك من خلال استخدام تطبيقات الـ GIS. واستخدم (Fedra K. et al. - 2002) الـ GIS في نمذجة مصادر المياه وفي تصنيف جميع المشاكل المحتملة و المهمة لمشروع ما و للبيئة .

واستخدم (Jon Goodall et al. - 2003) نظام الـ GIS في نمذجة نوعية المياه عبر الخيار Schematic Network Processing لحساب حمولات النهر من النيتروجين .

وأما (L. Matejcek - 2002) فقد استخدم نظام المعلومات الجغرافية ArcGIS 9.x مع الطرق الإحصائية المتعددة في إدارة بيانات التلوث ( درجات الحرارة ، الناقلية الكهربائية ، pH ، المعلقات الصلبة ، دليل الإشباع بالأوكسجين ، الطلب الحيوي للأوكسجين ، الطلب الكيميائي للأوكسجين ، النترات، البكتيريا البرازية، الفوسفات، الكلوريد..... الخ ) و نمذجة تلوث المياه في الأحواض المائية في تشيكوسلوفاكيا.

### أهمية البحث وأهدافه :

- اختبار إمكانية استخدام نظام GIS وتطبيقاته في نمذجة التلوث و مراقبة جودة المياه في مجرى نهر العاصي .
- تقليص عدد مناطق الرصد مما يؤدي إلى التقليل من الجهد المبذول والحد من التكاليف المالية والمادية.
- نمذجة التلوث في مناطق شاسعة وخلال زمن قليل والحصول على خرائط لمؤشرات التلوث المدروسة.
- تتبع أهمية هذه الدراسة من المكانة الاقتصادية الكبيرة لنهر العاصي لأنه يشكل 18% من إجمالي الواردات المائية في سورية.

### طريقة البحث ومواده:

لقد أخذ البحث بالاعتبار نتائج تحليل العينات المائية المأخوذة من نقاط الرصد على طول مجرى نهر العاصي ابتداءً من منطقة ريلة (دخوله الأراضي السورية) وانتهاءً بمنطقة دركوش (قبل 80 كم من مصب النهر في البحر الأبيض المتوسط) حيث تم توزيع 33 نقطة مراقبة لجودة المياه على طول 220 كم من مجرى النهر موضحة في (الشكل رقم 1).

- حوض العاصي: تبلغ مساحة الحوض الهيدرولوجية / 21624 كم<sup>2</sup>، وهي تمثل / 17% / من مساحة سوريا، ويبلغ طول النهر 485 كم منها 366 كم ضمن الأراضي السورية (نجار وآخرون ، 2003)؛ إذ إنه ينبع من سلسلة جبال لبنان الشرقية، وينتهي في مصبه في خليج السويدية - لواء إسكندرون - على البحر الأبيض المتوسط - قرب مدينة أنطاكية، و يشغل حوض العاصي مكاناً بارزاً في الاقتصاد السوري حيث يبلغ عدد سكانه / 3,2 مليون نسمة، ويبلغ الوارد المائي السطحي (1110 م<sup>3</sup>)، والوارد الجوفي (1607 م<sup>3</sup>) أي بإجمالي قدره (2717 م<sup>3</sup>) وهذا يشكل 18% من واردات سوريا المائية التي تقدم 24% من منتجات البلاد الزراعية و 18% من الواردات الصناعية (نجار وآخرون ، منشورات وزارة الري، 2003) . يسود المنطقة بشكل عام مناخ

البحر المتوسط ذو الشتاء الدافئ المطير والصيف الطويل الجاف والحار . ويتألف حوض العاصي من ثلاثة أجزاء رئيسية :

- حوض العاصي الأعلى: فيه مشاريع مائية لتزويد مدينتي حمص وحماه بمياه الشرب إضافة لما يزيد عن 60 تجمعاً سكانياً عبر قناتين لجر مياه الشرب ، وقد أنشئت 5 قنوات لنقل مياه الري وهي جوسية، ريلة، المعيصرة، زيتا، والنهرية، إضافة إلى سد الشهيد باسل الأسد لتخزين مياه الشرب بسعة تخزينية 90 مليون م<sup>3</sup>.

- حوض العاصي الأوسط : يمثل سهل الغاب وطار العلا والعشارنة حيث تم استصلاح (72000) هكتار من الأراضي عالية الخصوبة التي تعتمد على واردات النهر والسدود والينابيع والآبار، وقد تم إنشاء العديد من السدود التخزينية في المنطقة وأهمها : سد محرده ، سد أفاميا، وسد قسطون

- حوض العاصي الأدنى : وهي منطقة تمثل سهل الروج حتى الحدود التركية، وتعتمد على مياه النهر وروافده إضافة إلى المتجددات المائية الجوفية التي تستخدم لأغراض الشرب والري وتوليد الطاقة الكهربائية . بما أن مياه النهر وخاصة في العاصي الأوسط والأدنى تعاني من مشكلة تلوث المياه بسبب راجع صرف المجار ير غير المعالجة والنشاط الزراعي والصناعي فهذا يؤدي إلى تدني مواصفات المياه في النهر من الناحية الكيميائية والفيزيائية.

#### مصادر التلوث على نهر العاصي:

يتعرض مجرى نهر العاصي إلى ملوثات من مصادر نقطية هي التالية:

1. الوحدة (تابعة لوزارة الدفاع): وتشمل مستويات متباينة من الشحوم والزيوت إضافة إلى النحاس والكاديوم وبقايا الطلاء الغلفاني .
2. الشركة العامة للأسمدة : وتشمل الملوثات الناجمة عن تصنيع كل من الأسمدة ( الكالنيتر، السوبر فوسفات، اليوريا، نترات الأمونيوم 33% و 30 % ) مثل النترات، النتريت، الفوسفات، زيت، شحوم .....الخ.
3. الشركات العامة لصناعة الأسمنت : من معامل الأسمنت في الرستن، كفر بهم. وهي عبارة عن معلقات صلبة مختلطة بمياه الصرف الصحي من كفر بهم.
4. تصريف مطحنة الحبوب في حماه إضافة إلى صرف من صوامع الحبوب .
5. الشركة العامة للصناعات والمنتجات الحديدية والفولاذية في حماه : وتتمثل في كل من معمل صهر الخردة، معمل الأنابيب المعدنية المغلقة، ومعمل القضبان الحديدية، وجميعها تلقي تصريفها مباشرة إلى النهر من دون أية معالجة. ومن أهم الملوثات المحمولة مع مياه التصريف هذه الزنك، الحديد، الكروم، الرصاص، الألمنيوم ( منشورات المديرية العامة لحوض العاصي 2001-2002 ) .
6. شركات تصنيع السكر : تصب مياه كل من شركة تل سلح، و شركة جسر الشغور لتصنيع السكر في مجرى نهر العاصي.

كما أن مجرى النهر يتعرض أيضاً لمصادر تلوث غير نقطية لا يمكن تحديدها بسهولة ناجمة عن النشاطات الزراعية وما تجرفه مياه الأمطار والسيول.....الخ.

تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية GIS لرسم الطبقات التالية: نهر العاصي ، المدن ، نقاط المراقبة، نتائج التحليل ، نتائج الاشتقاق ....الخ في بيئة الـ ArcMap وأدرجت بيانات هذه الطبقات وسماتها في جداول السمات ( Attribute table ) حيث تم الأخذ بالاعتبار متوسط نتائج تحليل مؤشرات جودة المياه لكل من (مركبات الفوسفور  $P-PO_4^{3-}$ ، الآزوت من الأمونيا  $N-NH_4^+$  ، الأوكسجين المنحل  $DO\%$  ، الطلب الحيوي للأوكسجين

BOD<sub>5</sub>، نسبة الصوديوم المدمص SAR، الناقلية الكهربائية EC ، الرقم الهيدروجيني pH ، الكلور Cl<sup>-</sup> ، القساوة الكلية 1 TH/mg ، عدد البكتيريا البرازية *Escherichia coli* ( الجدول رقم ( 1 ) للأعوام /2002 وحتى شهر آذار من عام 2008 / . والتي تم الحصول عليها من مديرية مكافحة تلوث المياه التابعة لإدارة الموارد المائية في حماة. والجدول رقم ( 2 ) يبين نتائج النقاط المشتقة التي تم الحصول عليها.

وتم نمذجة تلوث مجرى النهر باستخدام "التحليل المكاني" التطبيق " التوليد إلى راستر " والخيار " التثقيب بعكس المسافة" حيث تم انتقاء 16 نقطة رصد ( موضحة في الشكل رقم 2 ) بأخذ نقطة رصد وترك أخرى من إجمالي الـ 33 نقطة الموزعة على طول النهر ( موضحة في الشكل رقم 1 ) ، و اشتقاق كامل مجرى النهر باستخدام التثقيب بعكس المسافة؛ وبذلك تم الحصول على قيم نقاط الرصد الـ 17 المتبقية من الطبقات الجديدة للمؤشرات المدروسة بوصفها قيماً مشتقة ( Interpolated values ) انظر الخرائط من الأشكال نوات الأرقام 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10، 11، 12، لكل من مؤشرات التلوث المدروسة التالية  
 البرازية *Escherichia coli* / وحسب ورودها بالتسلسل، وقيم الاشتقاق مدونة في الجدول رقم (3).

وقد تم تمثيل قيم التحليل المخبرية و قيم النتائج المشتقة بيانياً (بواسطة برنامج Excel) كما هو مبين في الرسومات البيانية التي تحمل الأرقام التالية: 13، 14، 15، 16، 17، 18، 19، 20، 21، 22 لكل من مؤشرات التلوث المدروسة التالية / P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>، N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>، DO%، SAR، BOD<sub>5</sub>، Ec، SAR، pH، Cl<sup>-</sup>، TH mg/ l ، وعدد البكتيريا البرازية *Escherichia coli* / وحسب ورودها بالتسلسل .

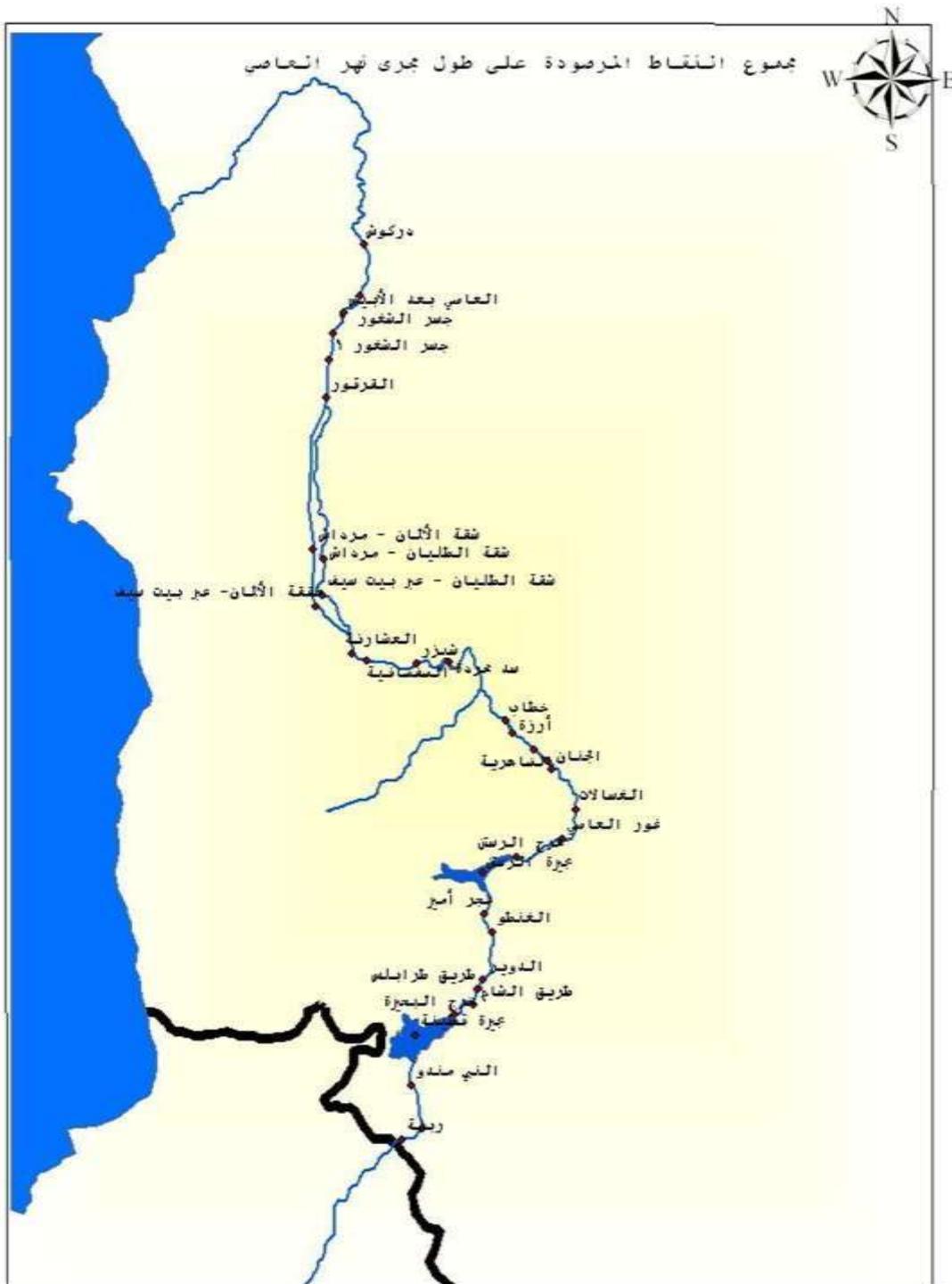
ولاختبار صلاحية طريقة النمذجة تم حساب معامل الارتباط ( باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS 11.5 - الخيار ( Sig. 2-tailed ) Pearson correlation ) بين نتائج التحليل المخبرية ( Analyzed ) لعينات المياه المجموعة من المناطق المدروسة والنتائج التي تم الحصول عليها اشتقاقاً ( Interpolated ) باستخدام نظام المعلومات الجغرافية GIS / ArcInfo .

### النتائج والمناقشة:

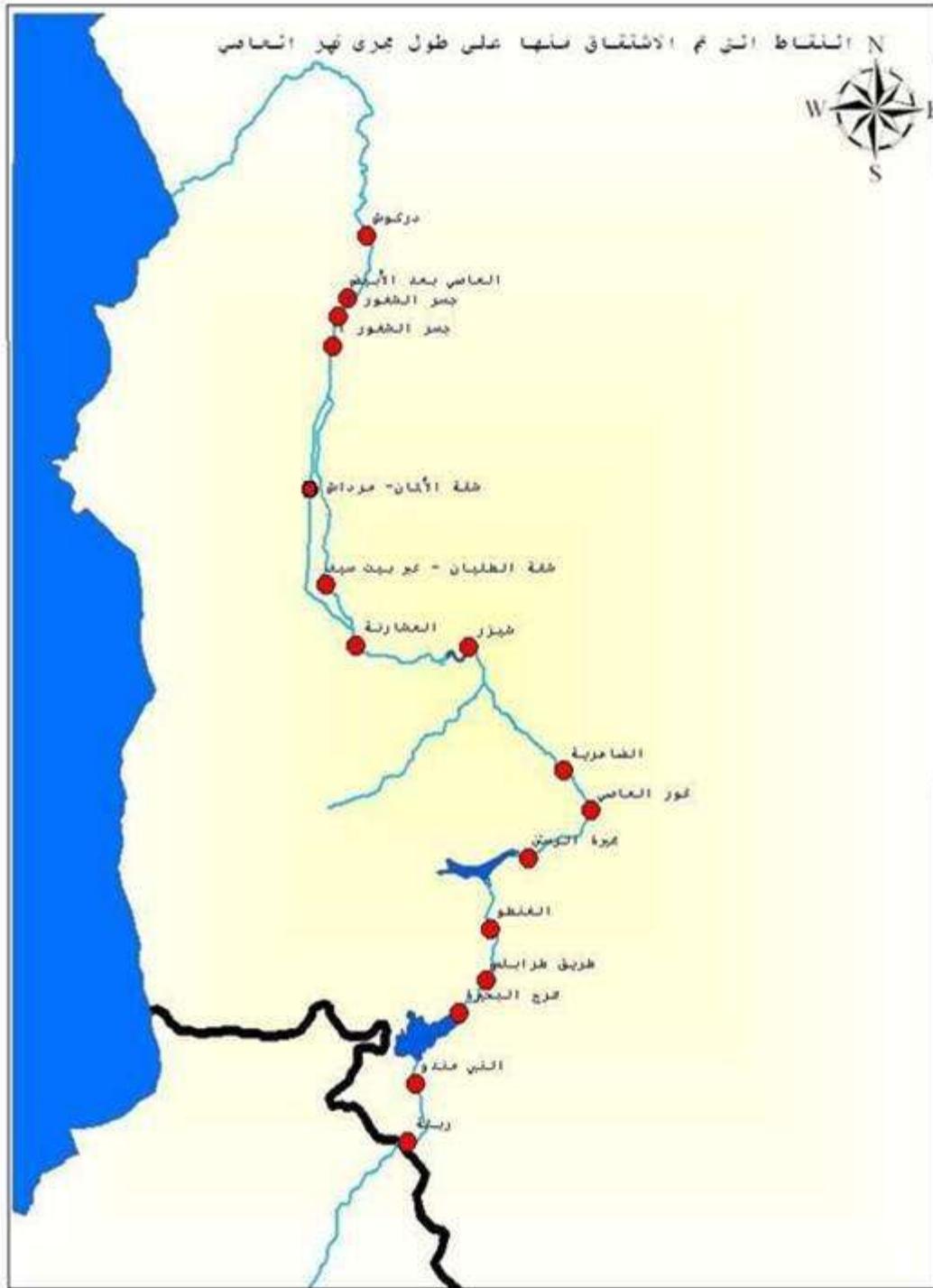
لدى حساب معامل الارتباط بين قيم نتائج التحليل المخبري لمؤشرات التلوث المدروسة في العينات المائية و قيمها المشتقة تبين وجود ارتباط معنوي في المستوى  $p > 0.01$  لدى كل من مؤشرات التلوث التالية / P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>، N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>، DO%، BOD<sub>5</sub>، EC، ، TH mg/ l ، و عدد البكتيريا البرازية *Escherichia coli* / حيث كان معامل الارتباط لكل منها حسب التسلسل 0.81 ، 0.70 ، 0.65 ، 0.68 ، 0.92 ، 0.94 ، 0.94 و 0.73 ، مما يدل على صلاحية نمذجتها بهذه الطريقة واعتماد نتائج الاشتقاق. ولم يكن هناك ارتباط معنوي لدى مؤشرات التلوث التالية / SAR ، pH / حيث كان معامل الارتباط لكل منها حسب التسلسل 0.49 ، 0.18. ومن هنا يمكن القول إنه باستخدام نظام ArcInfo / GIS يمكن تقليص عدد نقاط الرصد من 33 نقطة رصد إلى 16 نقطة رصد فقط وهذا بدوره يؤدي إلى تخفيض عدد العينات المائية المجموعة والمحللة بمعدل 51.52 % .

### الاستنتاجات والتوصيات :

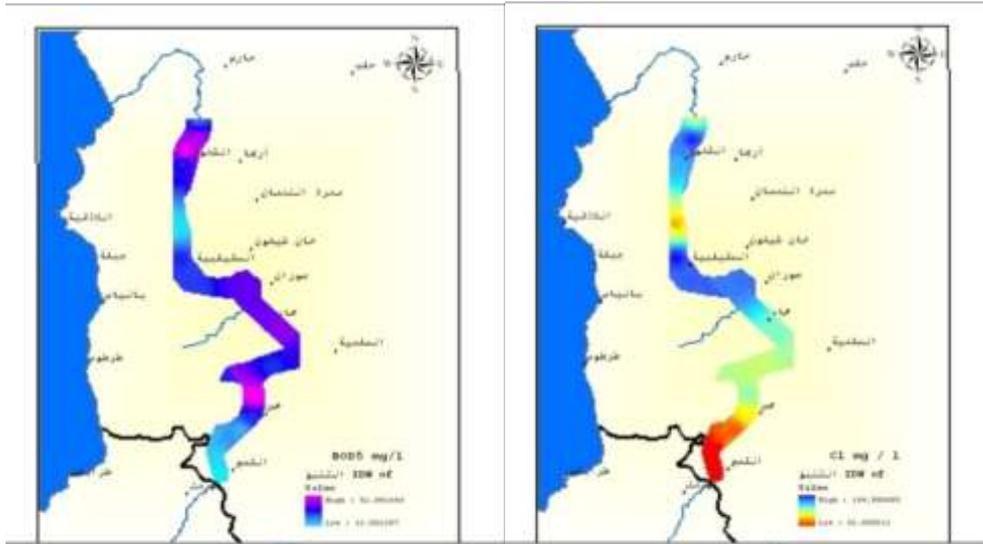
1. يمكن استخدام تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية GIS في مراقبة جودة المياه وانتقال الملوثات.
2. من المزايا الإيجابية لتطبيقات هذا النظام تخفيض التكاليف ، الجهود المبذولة والزمن .
3. هناك إمكانية لإجراء الدراسات على مساحات أكثر اتساعاً وبدقة أكبر .
4. هناك ضرورة لإجراء المزيد من الأبحاث لاختبار إمكانية نمذجة انتقال ملوثات المياه باستخدام التطبيقات المختلفة لنظام GIS بحيث تشمل المياه الجوفية والبحيرات وغيرها من الأجسام المائية الأخرى.



الشكل رقم (1): تبين جميع النقاط المرصودة على طول مجرى نهر العاصي

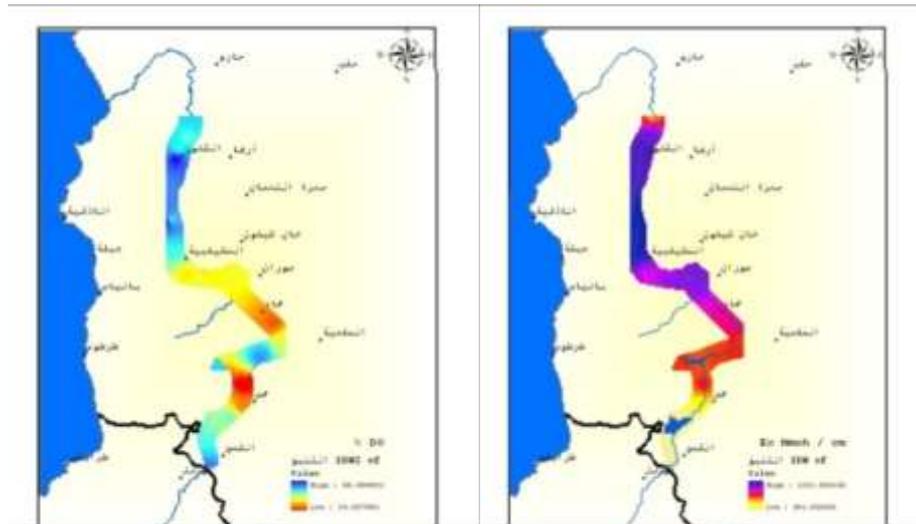


الشكل رقم (2) يبين نقاط التي تم الاشتقاق منها على طول مجرى نهر العاصي



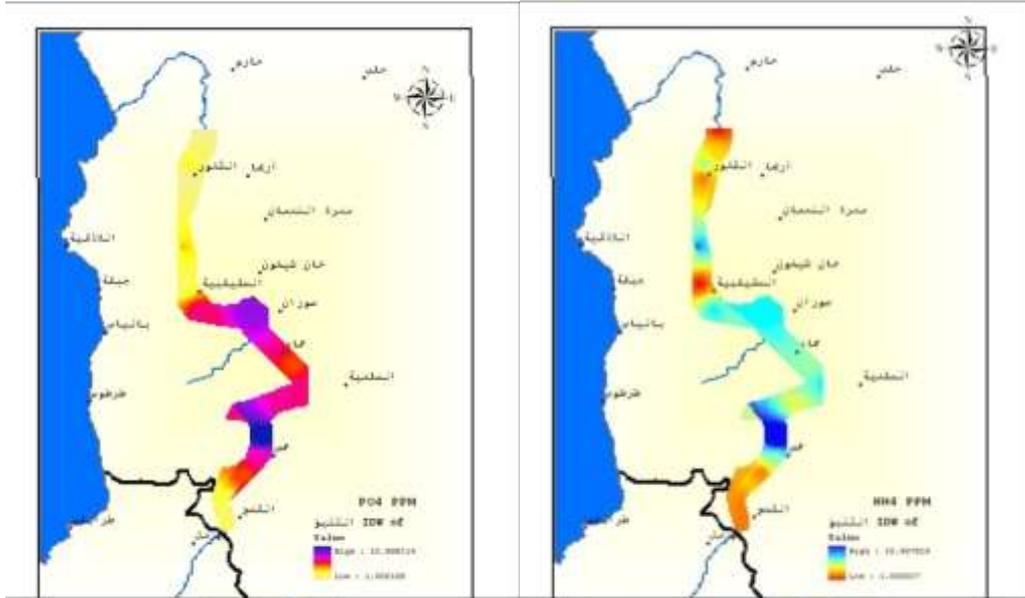
الشكل رقم (4) ديناميكية BOD في مجرى النهر اشتقاقا

الشكل رقم (3) ديناميكية الكلور في مجرى النهر اشتقاقا



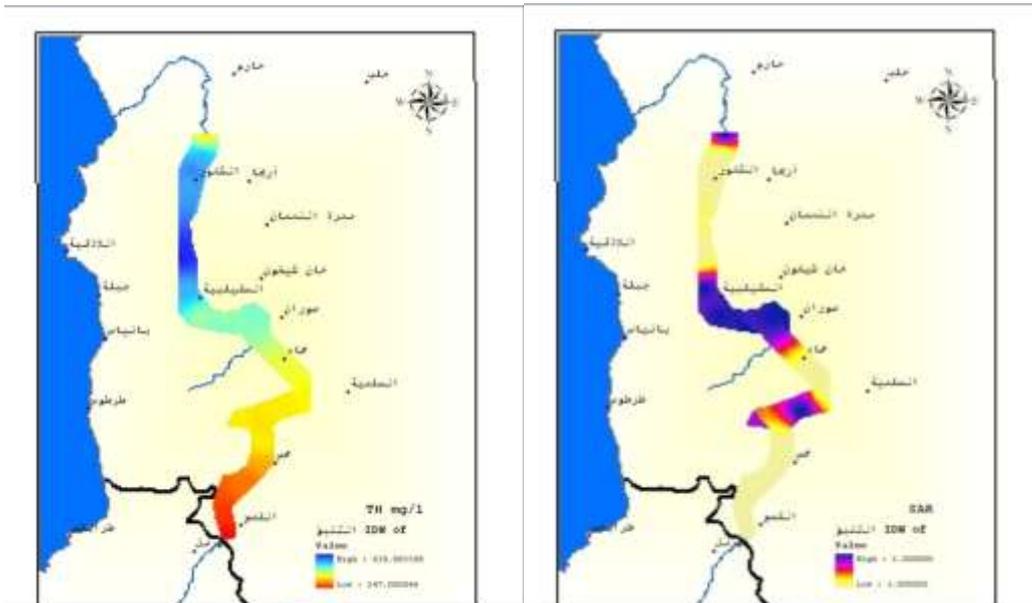
الشكل رقم (6) ديناميكية DO في مجرى النهر اشتقاقا

الشكل رقم (5) ديناميكية EC في مجرى النهر اشتقاقا



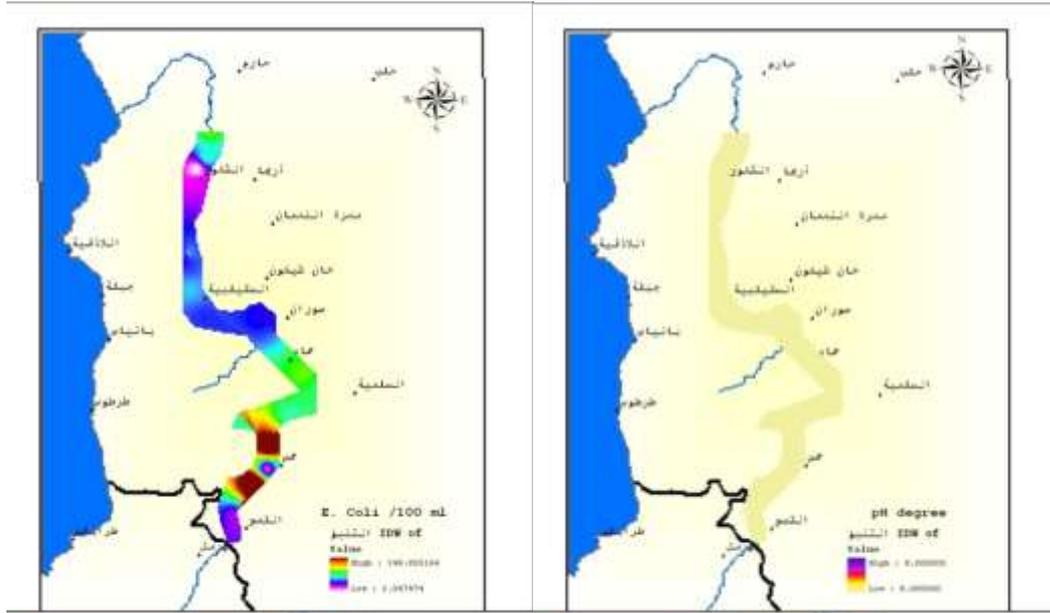
الشكل رقم (8) ديناميكية  $PO_4^{3-}$  في مجرى النهر اشتقاقاً

الشكل رقم (7) ديناميكية  $NH_4^+$  في مجرى النهر اشتقاقاً



الشكل رقم (10) ديناميكية TH في مجرى النهر اشتقاقاً

الشكل رقم (9) ديناميكية SAR في مجرى النهر اشتقاقاً



الشكل رقم (12) ديناميكية E.coli في مجرى النهر اشتقاقا

الشكل رقم (11) ديناميكية pH في مجرى النهر اشتقاقا

الجدول رقم ( 1 ) : حدود تقييم نوعية المياه المقترحة لنهر العاصي .

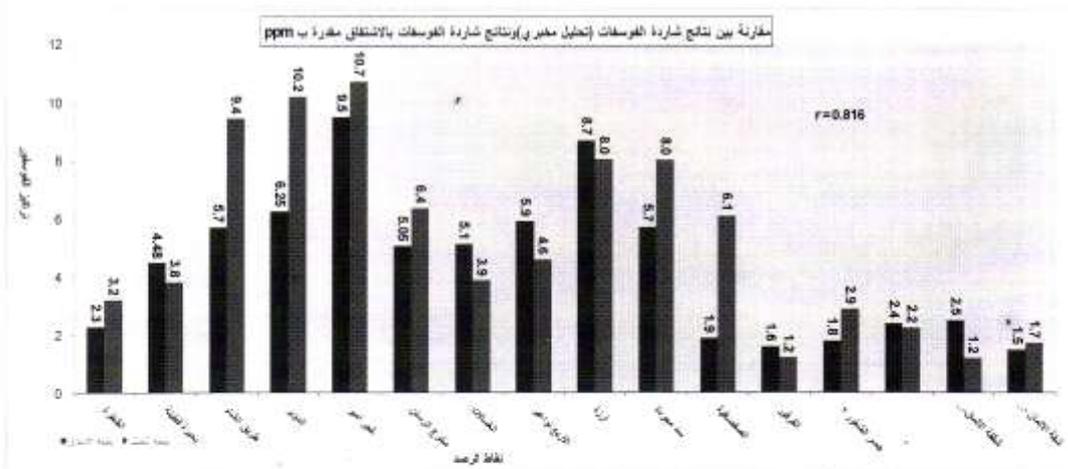
Characteristics	Limiting Values for			
	Units	Irrigation	Bathing & Public water supply	Fish survival
pH	Degree	6.8-8.8	6 - 9	6.5 – 8.6
B.O.D <sub>5</sub> at 20 <sup>0</sup>	PPM	4	4	4
DO	%	40 -60	60	40 - 60
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PPM	1.2	-	1.2
Cl <sup>-</sup>	PPM	150	-	150
Ec	Mmhos/cm <sup>3</sup>	1200	-	-
Fecal Coliforms - Escherichia coli	100/ml	-	100	-
SAR	mE/l	3-9	-	-
TH	mg/l	-	120	-
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	PPM	-	-	-

الجدول رقم ( 2 ) : المتوسط العام لنتائج تحليل مؤشرات التلوث المدروسة

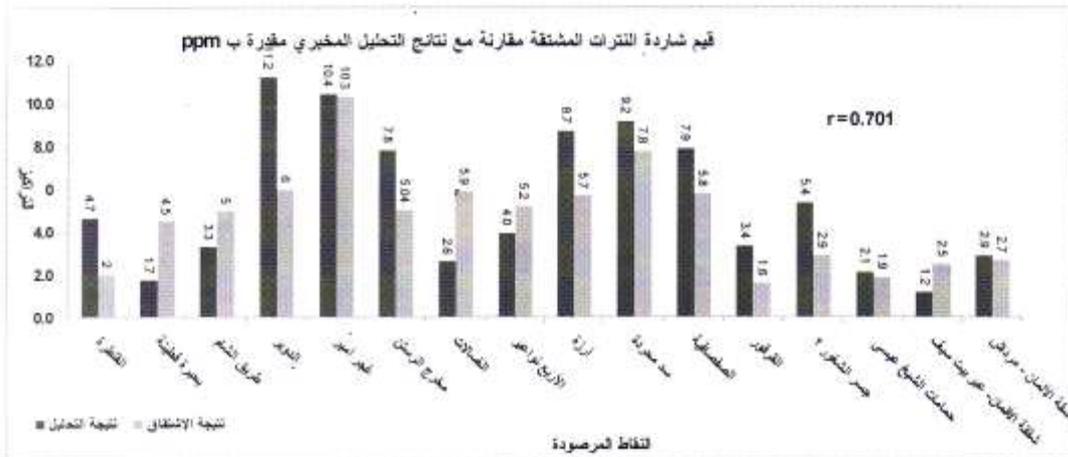
المتوسط العام للنتائج										المراصد
E.Coli	THmg/l	Cl <sup>-</sup>	pH	EC	SAR	BOD5	DO%	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	
6000.0	247.0	61.8	7.9	491.0	0.9	13.2	83.2	1.9	2.1	ربلة
3200.0	255.1	64.1	7.8	533.3	0.6	24.1	74.9	4.7	3.2	القططرة
5000.0	259.6	65.0	7.8	519.9	0.8	15.6	72.5	2.3	2.2	النبي مندو
35000.0	268.0	75.6	8.1	535.0	0.7	17.3	73.8	1.7	3.8	بحيرة قطينة
6000.0	289.6	79.6	8.1	556.1	0.9	18.3	70.5	1.8	4.7	مخرج البحيرة
8000.0	300.2	87.3	7.9	610.4	0.8	21.8	53.8	3.3	9.4	طريق الشام
3000.0	325.5	103.1	7.7	706.1	1.1	28.7	44.9	5.1	6.4	طريق طرابلس
40000.0	349.8	123.1	7.6	847.1	1.4	55.6	25.8	11.2	10.2	الدوير
30000.0	368.8	125.4	7.5	878.1	1.4	52.8	33.9	11.3	11.0	الغطو
20000.0	388.4	130.0	7.8	903.8	1.5	49.3	66.8	10.4	10.7	عجر أمير
12000.0	365.9	116.5	7.9	856.2	1.5	29.3	81.1	4.3	5.9	بحيرة الرستن
20000.0	371.4	115.6	7.7	857.3	1.4	43.4	54.3	7.8	6.4	مخرج الرستن
13000.0	367.5	120.8	7.8	846.7	1.3	32.2	59.6	6.2	5.8	غور العاصي
8000.0	417.6	123.1	7.8	893.4	1.3	24.9	65.2	2.6	3.9	الغسالات
11000.0	377.6	119.0	7.9	823.1	1.2	26.2	72.9	2.1	3.5	الجنان
52000.0	403.6	124.7	7.8	901.2	1.4	29.3	52.5	4.0	4.6	الأربع نواعير
15000.0	390.5	125.8	7.7	909.6	1.4	40.0	41.8	5.2	5.3	الضاهرية
22000.0	396.9	135.3	7.6	969.4	1.6	56.0	30.8	8.7	8.0	أرزة
30000.0	398.3	140.4	7.4	943.8	1.7	71.7	19.8	10.5	7.6	خطاب
7000.0	369.0	123.0	7.8	852.6	1.5	40.2	48.9	9.2	8.0	سد محرقة
7000.0	469.9	152.2	7.7	1080.1	1.5	36.3	56.8	6.2	8.2	شيزر
5000.0	517.5	160.6	7.6	1131.4	1.7	34.8	38.4	7.9	6.1	الصفصافية
7500.0	450.3	154.9	7.8	981.0	1.5	28.4	54.4	5.5	5.5	العشارنة
4000.0	618.4	144.7	7.9	1192.6	1.3	29.7	73.5	3.4	1.2	الفرقور
4000.0	548.6	142.8	7.9	1134.2	1.0	28.6	90.8	1.7	0.9	جسر الشعور 1
4600.0	567.7	150.3	8.0	1155.8	1.3	50.3	71.6	5.4	2.9	جسر الشعور 2
13000.0	542.5	162.8	8.0	1111.1	1.1	43.6	70.0	2.8	1.5	العاصي بعد الأبيض
5000.0	527.4	159.1	8.0	1057.2	1.2	36.8	68.5	2.1	2.2	حمامات الشيخ عيسى
9000.0	366.8	115.3	7.9	769.7	1.9	24.0	76.0	0.6	0.8	دركوش
12000.0	630.0	160.0	8.3	1356.0	1.5	12.0	110.0	1.2	1.2	شققة الألمان - عبر بيت سيف
10000.0	540.0	165.0	7.6	1202.0	1.5	30.0	72.0	1.4	2.2	شققة الطليان - عبر بيت سيف
15000.0	640.0	120.0	8.1	1196.0	0.8	12.0	100.0	2.9	1.7	شققة الألمان - مرداش
20000.0	610.0	85.0	7.6	1202.0	1.1	16.0	70.0	7.6	4.5	شققة الألمان - مرداش

**الجدول رقم ٣ ويبين نتائج التحليل والاشتقاق للمؤشرات المدروسة**

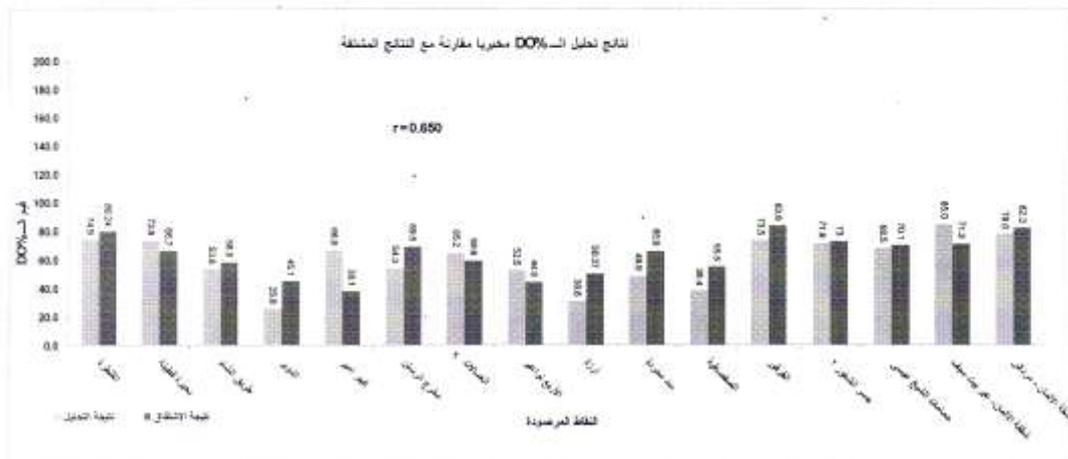
Escherichia coli	TH(mg/l)		Cl <sup>-</sup>		pH		EC		SAR		BOD <sub>5</sub>		DO%		N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	
	النتيجة الاشتقاق	النتيجة الاشتقاق	النتيجة الاشتقاق	النتيجة الاشتقاق														
56000.00	249.77	255.06	62.75	64.11	8.01	7.81	497.50	533.28	1.00	0.56	13.80	24.07	80.24	74.85	2.00	4.66	2.30	3.21
198000.00	285.85	268.03	77.71	75.38	8.01	8.12	579.70	535.01	1.01	0.88	19.90	17.27	66.70	73.82	4.50	1.74	4.48	3.81
180000.00	312.50	300.23	89.21	87.28	8.01	7.91	660.65	610.38	1.00	0.75	21.60	21.80	58.50	53.81	5.00	3.31	5.70	9.45
47000.00	325.88	349.76	102.93	123.14	8.00	7.59	700.90	847.10	1.00	1.42	29.30	55.58	45.10	25.81	6.00	11.23	6.25	10.22
250000.00	364.35	386.38	122.08	129.98	8.00	7.75	845.31	903.75	1.05	1.45	46.50	49.34	38.10	68.81	10.30	10.43	9.50	10.74
123000.00	364.27	371.35	115.88	115.84	8.01	7.68	853.17	857.25	1.90	1.41	36.30	43.41	69.50	54.34	5.04	7.84	5.05	6.35
130000.00	369.12	417.63	121.10	123.09	8.01	7.78	848.81	893.40	1.01	1.31	32.20	24.91	59.60	65.15	5.90	2.61	5.10	3.85
144000.00	391.63	403.62	126.82	124.70	8.01	7.80	908.90	901.22	1.04	1.45	38.90	29.26	44.50	52.52	5.20	3.98	5.90	4.59
12100.00	404.54	386.92	130.93	135.31	8.00	7.55	944.84	969.40	1.32	1.63	37.50	56.03	50.37	30.82	5.70	8.74	8.70	8.03
7100.00	468.36	369.05	151.81	123.02	8.01	7.81	1071.50	852.63	1.98	1.53	35.75	40.25	65.90	48.89	7.80	9.20	5.70	8.01
75000.00	460.22	517.53	153.81	160.55	8.01	7.65	998.04	1131.41	1.96	1.74	28.10	34.80	55.50	38.44	5.80	7.93	1.90	6.08
47000.00	555.57	618.37	139.53	144.70	8.00	7.86	1133.20	1192.57	1.06	1.31	31.90	29.74	83.60	73.47	1.60	3.36	1.60	1.21
37000.00	564.58	567.66	148.78	150.26	8.00	7.96	1152.60	1155.84	1.01	1.29	48.90	50.25	73.00	71.61	2.90	5.41	1.80	2.88
114000.00	541.52	527.40	162.60	159.07	8.00	7.96	1091.50	1057.21	1.06	1.18	43.07	36.79	70.10	68.52	1.90	2.14	2.40	2.24
98000.00	537.53	630.00	162.50	160.00	8.01	8.30	1178.39	1356.00	1.90	1.48	28.81	12.00	71.30	90.00	2.50	1.20	2.50	1.19
78000.00	584.02	640.00	124.92	120.00	8.01	8.10	1185.10	1196.00	1.35	0.77	17.52	12.00	82.30	80.00	2.70	2.92	1.50	1.71
<b>0.73</b>	<b>0.94</b>	<b>0.94</b>	<b>0.94</b>	<b>0.94</b>	<b>0.16</b>	<b>0.92</b>	<b>0.49</b>	<b>0.66</b>	<b>0.65</b>	<b>0.70</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>



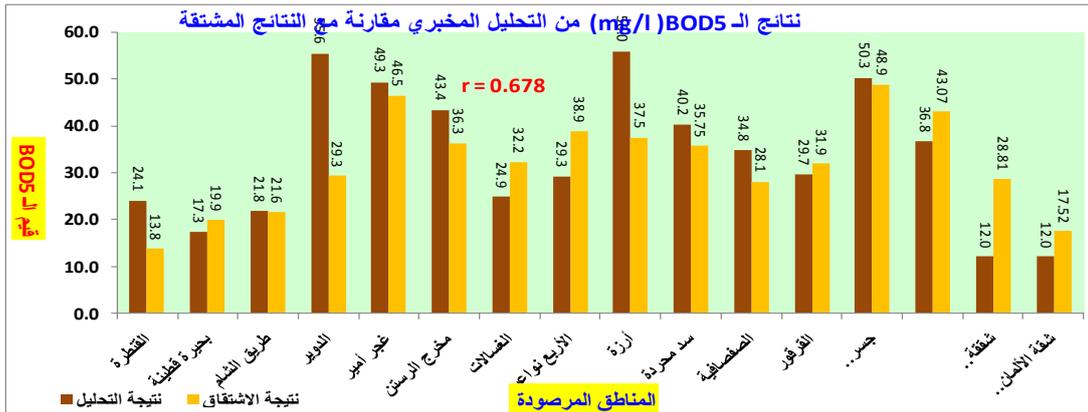
الشكل رقم (13): قيم مؤشر الفوسفور  $P-PO_4^{3-}$  تحليليا واشتقاقا



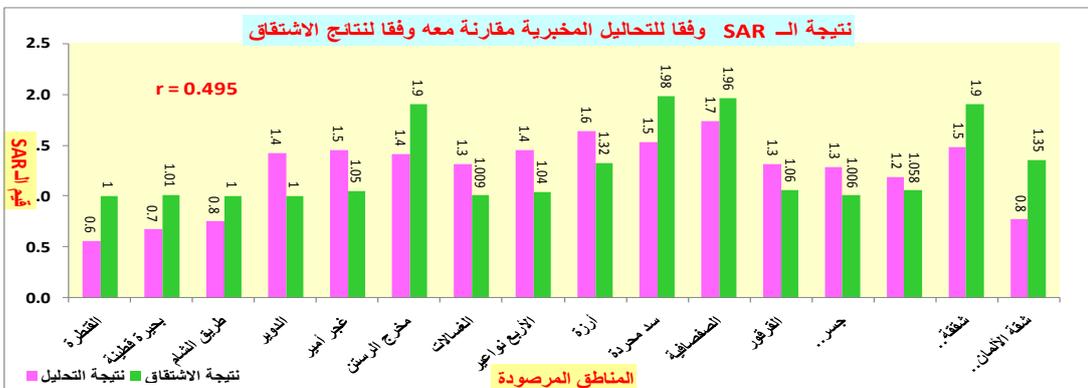
الشكل رقم (14): قيم مؤشر  $N-NH_4^+$  تحليليا واشتقاقا



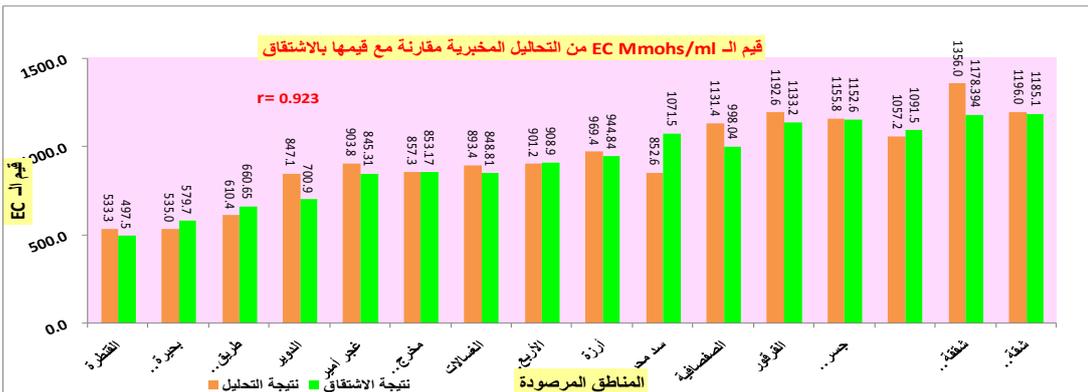
الشكل رقم (15): قيم مؤشر DO تحليليا واشتقاقا



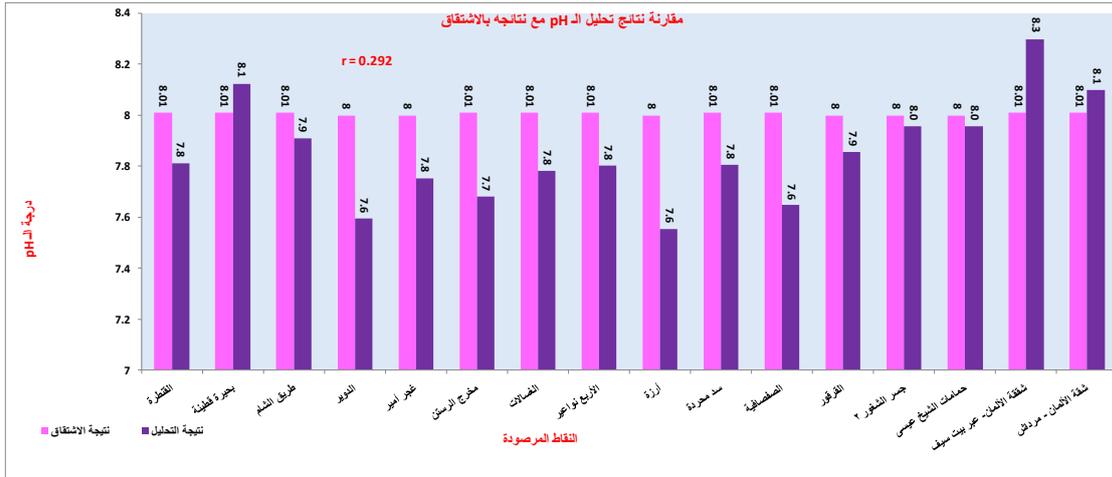
الشكل رقم (16): قيم مؤشر BOD<sub>5</sub> تحليليا واشتقاقا



الشكل رقم (17): قيم مؤشر SAR تحليليا واشتقاقا



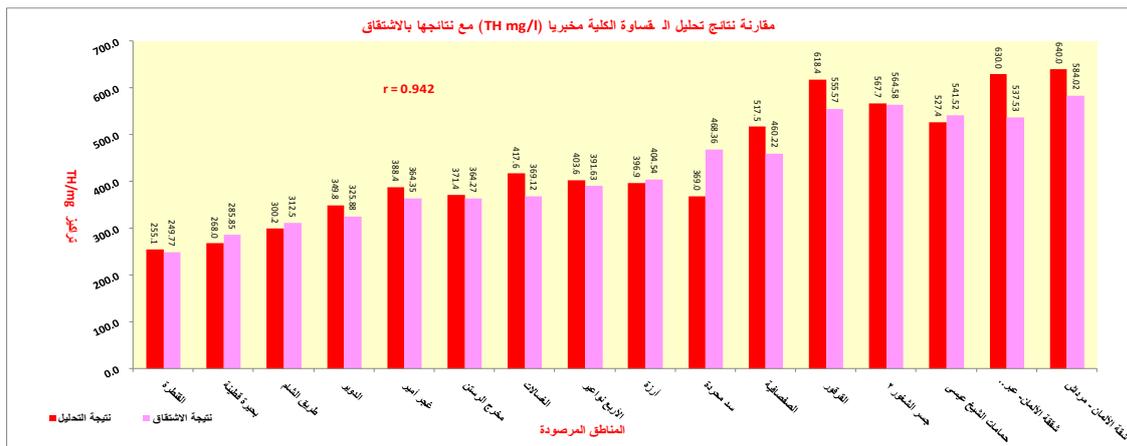
الشكل رقم (18): قيم مؤشر EC تحليليا واشتقاقا



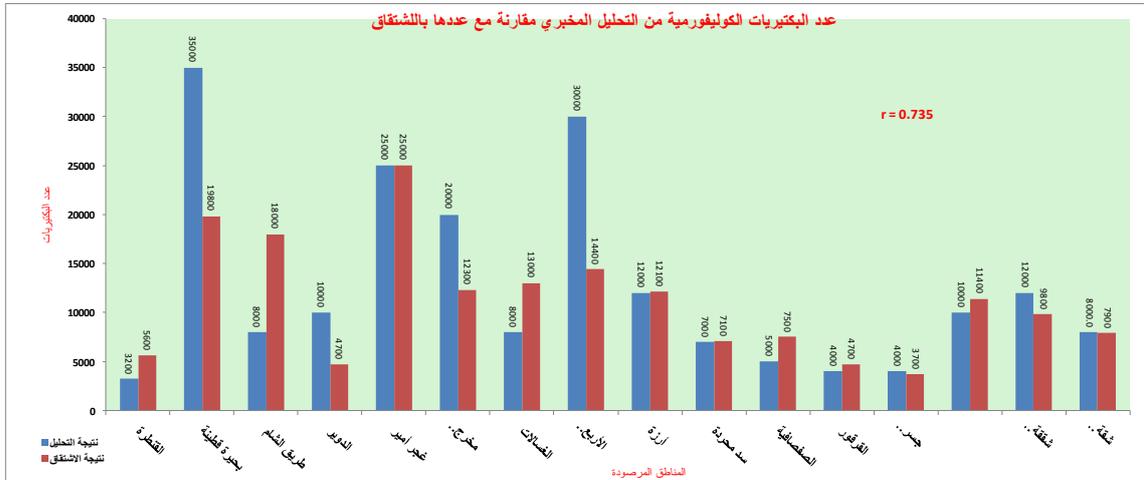
الشكل رقم (19): قيم مؤشر pH تحليليا واشتقاقا



الشكل رقم (20): قيم مؤشر Cl<sup>-</sup> تحليليا واشتقاقا



الشكل رقم (21): قيم مؤشر TH تحليليا واشتقاقا



الشكل رقم (22): قيم مؤشر E.coli تحليليا واشتقاقا

## المراجع:

- 1- الأسد قيس ، نجار كنعان ، عرواني عبد الغني ، " تقييم جودة المياه في حوض العاصي للدورتين الهيدرولوجيتين 2001-2000 " . منشورات مديرية الري العامة لحوض العاصي - وزارة الري - سوريا . ./ 2001/
- 2- بيانات التحاليل المخبرية ، مديرية مكافحة التلوث المياه العامة - حماه - سوريا .
3. BROOKFIELD, H. ; BYRON, Y . *South-East Asia's Environmental Future: the search for sustainability..* [eds.] United Nations University Press, Tokyo, New York, Paris, 1993,452.
4. EPA ( Environmental Protection Agency), *The Quality of Our Nation's Water*: 1992, March 1994, Office of Water, Washington D.C., EPA841-S-94-002.
5. FAVERETTO , A. - *Environment indicators in controlling river water quality: how to interpret the results of a monitoring in Northern Italy with GIS* - Department of Geographical and Historical Sciences, University of Trieste, Trieste, Italy. 1998,12 Dec. 2007. <<http://w.w.w.univ.trieste.it/>>
6. FEDRA , K. et al. - *GIS and simulation models for Water Resources Management: A case study of the Kelantan River, Malaysia*. Published in: GIS Development, August 2002, Vol.6/8, 39-43.
7. FERGUSSON, K. J. - *Policy implications of GIS technology for the 1994 Clean water act amendments*- Urban and Regional Information Association. 1994, 646-660.
8. GOODALL, J. et al. - *Water Quality Modeling in GIS* - Center for Research in Water Resources - Department of Civil Engineering, University of Texas at Austin, 2003, 2 Feb. 2008.<<http://w.w.w.crrwr.utexas.edu/G.I.S>>
9. KUO, J. T.et al. *A Nutrient Model for a Lake with Time- variable Volumes*. *Wat. Sci. Tech* vol.24,Nr.6, 1991,133-139.

10. KUO, J. T. et al. *Water Quality Simulation of Te-Chi Reservoir Using Two-dimensional Models*. Wat. Sci. Tech, Vol. 30, Nr.2, 1994, 63-72.
11. KUMAR, C.S. NAVULUR and Engel, *Predicting Spatial Distributions of Vulnerability of Indiana State Aquifer Systems to Nitrate Leaching using a GIS* - Department of Agricultural and Biological Engineering, Purdue University, W. Lafayette, IN 47907-1146, 1996, 317-494-1196.
12. LUNG, W. S., *Assessing Phosphorus Control in the James River Basin*. Journal of Environmental Engineering, Vol.112, Nr. 1, 1986, 44-60.
13. MATEJICEK, L. *Modeling of Water Pollution in Urban Areas with GIS and Multivariate Statistical Methods*. paper presented at the 1<sup>st</sup> Biennial Meeting of iEMSs, Lugano, Switzerland, June 24-27, 2002, 60-65.
14. MING-DER YANG; CAROLYN; J. MERRY, and ROBERT M. SYKES, *Adaptive short-term water quality forecasts using remote sensing and GIS* -1-A.W.R.A.- Symposium on GIS and water resources Sept 22-26, 1996 , Ft. Lauderdale, Florida, USA.
15. THOMANN, R. V. and MUELLER, J. A., *Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*. Harper & Row, Publishers, Inc., New York, Vol.115, Nr. 1, 1987. 644.

