

دراسة التحكم بمصادر التلوث النقطية واللا نقطية في بحيرة سد الثورة باستخدام برنامج GIS

الدكتورة هناء سلمان*

خزامى اسماعيل**

(تاريخ الإيداع 3 / 11 / 2015. قُبِلَ للنشر في 5 / 19 / 2016)

□ ملخص □

لوحظ مؤخراً تدهور جودة مياه بحيرة سد الثورة بسبب زيادة تراكيز المغذيات التي تصل إليها من مصادر نقطية وأخرى غير نقطية. استخدمت نظم المعلومات الجغرافية GIS على نطاق واسع في العقود الأخيرة في عمليات تقييم جودة المياه بالاعتماد على موديلات تعمل ضمن بيئة الـ GIS منها الـ (Best Assessment Science Integrating Point and Nonpoint sources) BASIN الذي استخدم في هذا البحث وتم تقدير حملات التلوث باستخدام أحد نماذج الـ BASIN وهو نموذج الـ (Pollution load) Pload. تم تطبيق النموذج باستخدام صورة فضائية لمنطقة الدراسة و نموذج ارتفاعي رقمي (Digital Elevation Model) DEM30 و خريطة استخدامات الأراضي بالإضافة إلى قيم معاملات التصريف وحساب حملات التلوث السنوية الكلية ضمن الحوض الساكب. تبين أن المساحة الأكبر من الحوض الساكب مزروعة زيتون وحمضيات بنسبة 31%، وأن الأراضي الصخرية المزروعة بالمحاصيل هي المساهم الأكبر في حمولة الفوسفور بنسبة 30%، أما بالنسبة لحمولة النتروجين تعتبر الأراضي المزروعة زيتون وحمضيات هي المساهم الأكبر بنسبة 33%، معدل حمولة التلوث لكل من الـ TP&TN ضمن الحوض الساكب للبحيرة $TP=11543\text{kg/yr}$, $TN = 61367\text{ kg/yr}$ كما تبين أن نسبة مساهمة المصادر غير النقطية في حمولة التلوث 80% و 20% للمصادر النقطية بالنسبة للفوسفور أما بالنسبة للنتروجين فإن نسبة مساهمة المصادر غير النقطية في حمولة التلوث 75% و 25% للمصادر النقطية.

الكلمات المفتاحية: حمولة التلوث، مصادر غير نقطية، استخدامات الأراضي، المغذيات، TP، TN

*أستاذ مساعد - كلية الهندسة المدنية - قسم الهندسة البيئية - جامعة تشرين - اللاذقية-سورية.

**طالبة دراسات عليا (ماجستير)-كلية الهندسة المدنية - قسم الهندسة البيئية - جامعة تشرين - اللاذقية-سورية .

Controlling Point and Nonpoint Sources of pollution in Al Thawra Lake Using GIS

Dr. Hana Salman*
Khuzama Ismail**

(Received 3 / 11 / 2015. Accepted 19 / 5 / 2016)

□ ABSTRACT □

The water quality in Al Thawra Lake was getting worst recently because of the increscent of the concentration of nutrients, which reached the lake from point and nonpoint sources. The Geographic Information System GIS was widely used in the last decades in evaluating quality of water depending on models operates within GIS one of these models is The BASIN software (Best Assessment Science Integrating Point and Nonpoint sources)which used in this research .The Pload model(Pollution load) which is one of the BASIN models was used to estimate the pollution loads. The Pload was run by using satellite image, Digital Elevation Model (DEM30), land use map, and export coefficient values. The result showed that the total annual pollution loads of TP&TN are TP=11543 kg/yr ,TN=61367 kg/yr that came out of the watershed of the lake, Open maki and rock out crops are the dominate contributors to TP load in the watershed for about 30 %of total TP load, while Olives and citruses are the dominate contributor to TN load in the watershed for about 33 %of total TN load, the model results also indicated that the nonpoint sources are the main contributor to TP&TN loads in the watershed for about 80%of the total TP loads while only 20% from point sources, and for about 75%of the total TN loads from nonpoint sources while only 25% from point sources.

Key words: Pollution load, Nonpoint sources, Land uses, Nutrient, TP, TN

*Associate Professor. Environmental Department- Faculty of civil Engineering-Tishreen University, Lattakia, Syria.

**postgraduate student Environmental Department- Faculty of civil Engineering-Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تعتبر البحيرات والأنهار من المصادر الأساسية للمياه السطحية وقد لوحظ في الآونة الأخيرة زيادة في معدلات تلوث الأنهار والمسيلات التي تغذي البحيرات بمياه الصرف الصحي والصناعي غير المعالج أو المعالج جزئياً (مصادر نقطية) بالإضافة إلى الملوثات الأخرى المختلفة الناتجة الجريانات المطرية من الأراضي الزراعية (مصادر غير نقطية)، مما يشكل تهديداً لجودة مياه البحيرات وللكتائنات التي تحيا فيها وللإنسان الذي يستخدم مياهها. تعتمد جودة مياه البحيرات بشكل أساسي على مواصفات المياه التي تصل إليها، وتتعلق هذه الجودة بصورة رئيسية بالنشاطات البشرية التي تمارس ضمن الحوض الساكب للمصدر المائي [1].

استخدمت نماذج لتقدير حمولات الملوثات القادمة إلى المياه السطحية، جميع هذه النماذج تعمل ضمن بيئة الـ GIS من هذه النماذج:

- Best Assessment Science Integrating Point and Nonpoint sources BASIN
- Soil Water and Assessment Tool SWAT
- Hydrologic Simulation Program – FORTRUN HSPF
- Enhanced Stream Water Quality Model QUA12E

استخدم برنامج الـ BASIN من أجل تحديد حمولات التلوث السنوية الكلية القادمة من الحوض الساكب إلى المصدر المائي في دراسة طبقت على بحيرة Dal في الهند [2] وتم تقدير حمولات التلوث اليومية باستخدام برنامج الـ SWAT [3] وكذلك حمولة التلوث اليومية الأعظمية [4]، كما تم دراسة تقسيم مصادر التلوث وتحديد نسب التلوث القادمة منها خلال الطقس الجاف والطقس الرطب حيث استخدم الـ QUA12E لمحاكاة عملية انتقال الملوثات في الحوض الساكب في ظروف الطقس الجاف للمصادر النقطية بينما طبق موديل BASIN-SWAT لمحاكاة عملية انتقال الملوثات في الحوض الساكب في ظروف الطقس الرطب بالنسبة للمصادر غير النقطية [5]، [6]. كما استخدم الـ SWAT من أجل تحديد نسبة مساهمة كل من المصادر النقطية واللاقطية في حمولات التلوث القادمة من الحوض الساكب. أظهرت بعض الدراسات أن المصادر غير النقطية تعتبر المساهم الأكبر في حمولات التلوث القادمة إلى البحيرة من الحوض الساكب وقد وصلت نسبة مساهمتها إلى 95% من حمولة الملوثات الكلية وأن 5% من الحمولة المتبقية تأتي من المصادر النقطية ويفسر هذا الأمر بسبب قلة المنشآت الصناعية وتصريف المجاري في البحيرة وكذلك بسبب استثمار مساحة الحوض الساكب المستخدم في أجزاء منه للنشاط الزراعي وتعتبر الزراعة هي المساهم المسيطر في التلوث غير النقطي وأن حمولة الملوثات مرتبطة بنسبة مساحة الأراضي الزراعية [7]. حيث أظهرت بعض الدراسات التي قام بها مجموعة من العلماء تغير تركيز المغذيات القادمة مع الجريان السطحي مع تغير أنواع واستخدامات الأراضي في الأحواض الساكبة لقد مكنت هذه النتيجة من التحكم بمصادر التلوث غير النقطي. وطبقت سيناريوهات مختلفة للتحكم بمصادر التلوث ضمن الحوض الساكب منها دراسة تأثير استعمال السماد على حمولة الفوسفور في الجريانات وآلية انتقاله إلى بحيرة Ulubat في تركيا. وأظهرت نتائج الدراسة أنه عندما تم مضاعفة كمية الأسمدة الزراعية المستخدمة فإن حمولة الفوسفور قد ازدادت 32% وعندما تم تخفيض استخدام الأسمدة الزراعية في الحقول بنسب 20,30,50% فإن انتقال الفوسفور إلى البحيرة قد سجل 6,10,16% بالترتيب، لوحظ أن العلاقة بين حمولة الفوسفور ومعدلات تطبيق الأسمدة الزراعية كانت خطية [8].

كما بينت الدراسات أهمية استخدام برنامج الـ GIS كبرنامج منفصل في عمليات تحليل انتقال الملوثات في الحوض الساكب وتأمين معلومات تقنية ذات صلة بالعمليات الطبيعية التي تجري في الحوض الساكب والتنبؤ

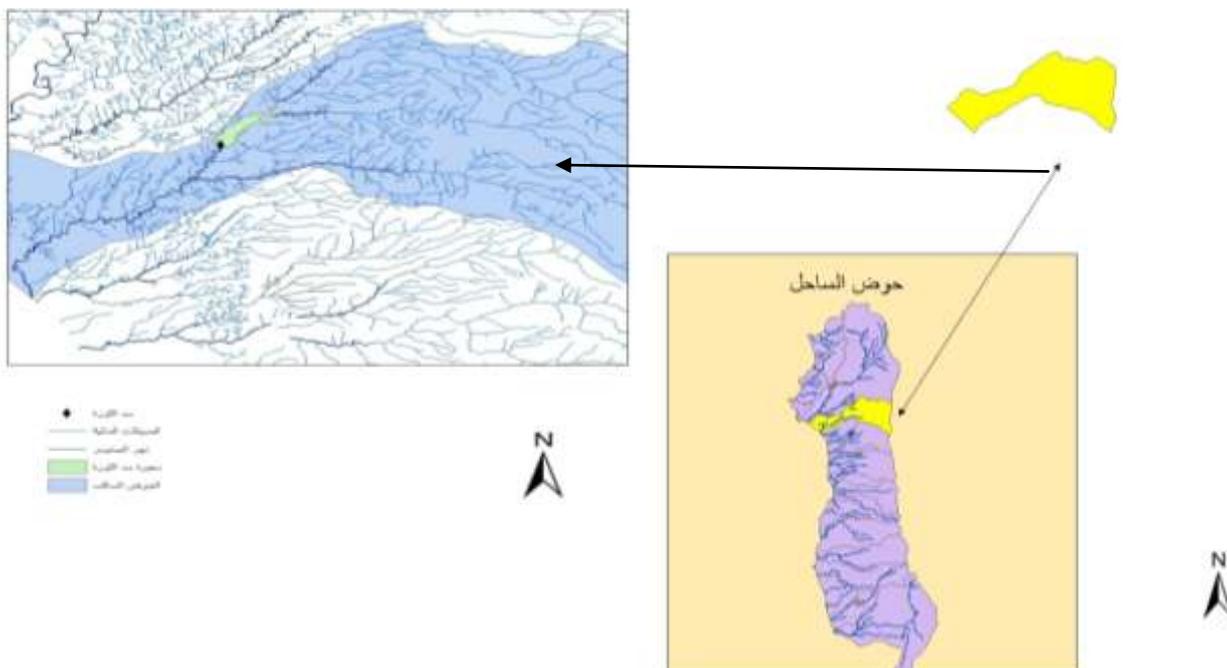
بالتأثيرات الناجمة عن سيناريوهات الإدارة البديلة [9]. كما يمكن استخدام الامتداد spatial analyst في فهم تلوث مجاري الأنهار في الأحواض المائية [10]. استخدم الخيار schematic network processing لحساب حمولات التلوث [11]، من تطبيقاته تقييم المشاكل البيئية الناتجة عن التغيير في استخدامات الأراضي [12]، إيجاد المواقع المثلى لتطبيقات الإدارة البديلة ضمن الحوض الساكب وتحديد معدل إزالة الملوثات [13].

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من ضرورة حماية الموارد المائية وتقدير حمولات التلوث وتقييم تأثيرات الإدارة البديلة ونتائج المفترض أن تكون هامة ولكنها غير عرضة للقياسات المباشرة وذلك باستخدام برنامج الـ GIS الذي يتيح تجميع وعرض وتحليل جميع المعلومات والذي يتيح أيضاً سرعة ودقة إمكانية إخراج النتائج بشكل خرائط ومخططات بيانية وقراءتها بشكل مفهوم وواضح. يهدف البحث إلى حساب حمولة التلوث ضمن الحوض الساكب لبحيرة سد الثورة وتحديد نسبة مساهمة مصادر التلوث النقطية واللا نقطية في حمولة الملوثات الواصلة من الحوض الساكب إلى مياه البحيرة وكذلك تطبيق سيناريوهات الإدارة البديلة من أجل التحكم بمصادر التلوث النقطية وغير النقطية.

طرائق البحث ومواده:

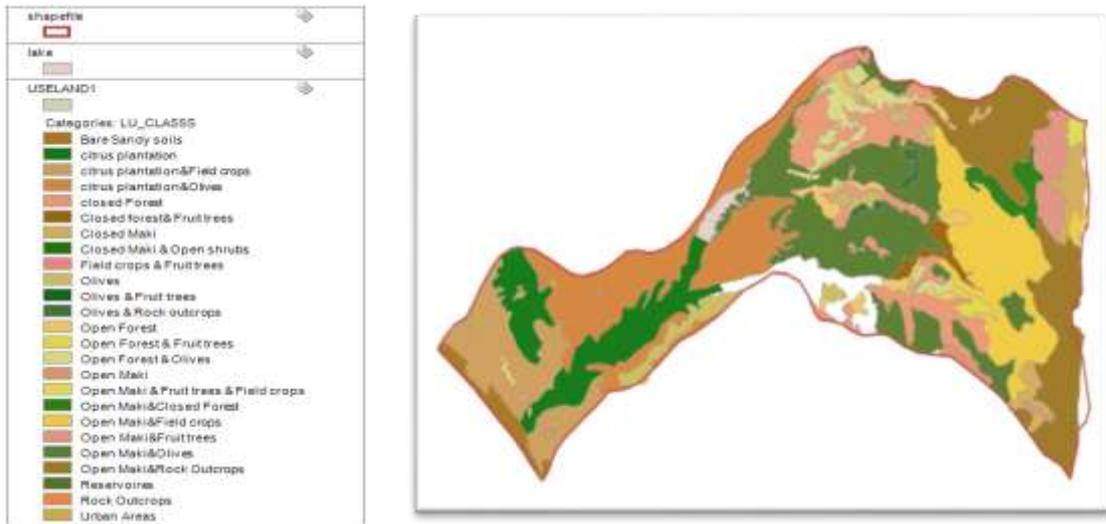
أجريت دراستنا على الحوض الساكب لبحيرة سد الثورة على نهر الصنوبر، يقع الحوض الساكب في الجزء الشمالي الغربي من الجمهورية العربية السورية على المنحدرات الغربية لمنطقة الجبال الساحلية ومن الشمال يتاخم منطقة الحوض الساكب للنهر الكبير الشمالي، أما من الجنوب فهو يتاخم منطقة الحوض الساكب لنهر ديفة ويجري من جهة الغرب إلى البحر الأبيض المتوسط على بعد حوالي 15 km من اللاذقية، إن شكل منطقة الحوض الساكب غير منتظم، ممدود ومطول إلى حد ما، مساحة الحوض 266 km²، العرض حوالي 8 إلى 10 km لسد الثورة، معدل الطول هو حوالي 20 km لسد الثورة [14]. يوضح الشكل (1) خريطة الحوض الساكب لنهر الصنوبر ضمن حوض الساحل أما الشكل (2) يوضح بحيرة الثورة والمسيلات المائية ضمن الحوض.



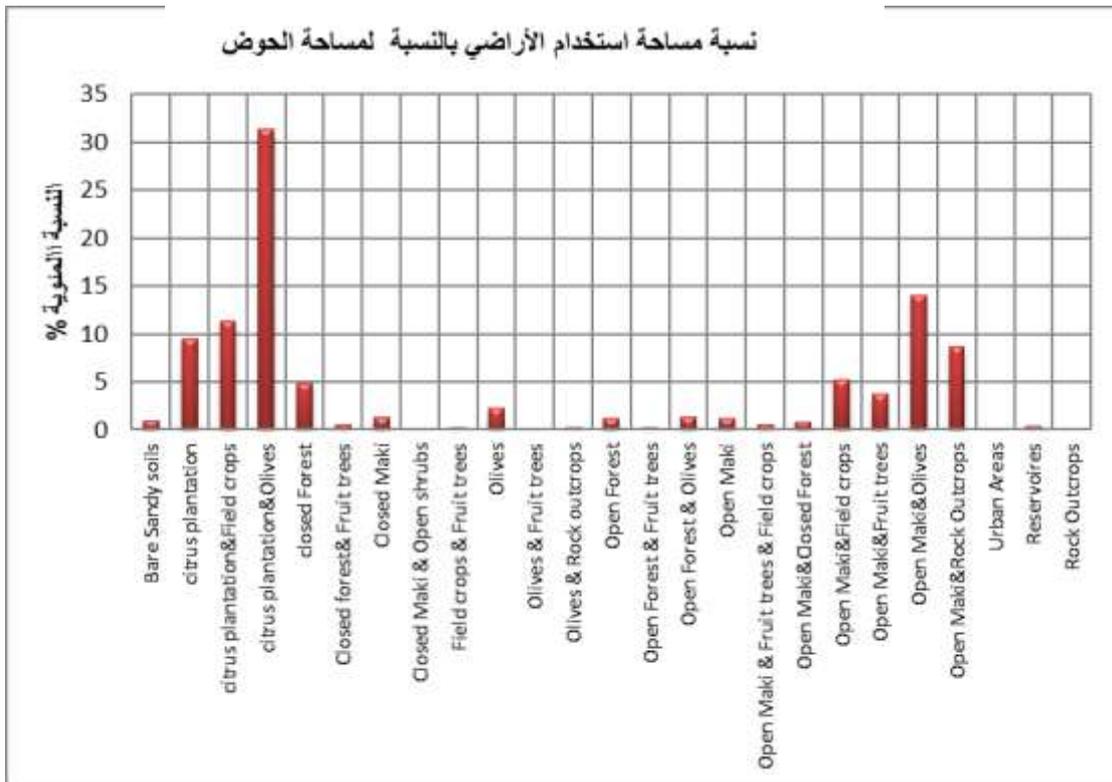
الشكل(1) الحوض الساكب لنهر الصنوبر ضمن حوض الساحل

الشكل(2) الحوض الساكب لبحيرة سد الثورة

تنتشر التجمعات العمرانية ضمن الحوض الساكب يصل عددها إلى حوالي 97 قرية موزعة على خمس نواحي، تصب مياه الصرف الصحي غير المعالج ضمن مياه الحوض مباشرة. تتنوع استخدامات الأراضي في منطقة الحوض الساكب لنهر الصنوبر ومن أهم الزراعات المنتشرة في المنطقة زراعة الزيتون والحمضيات يبين الشكل (3) خريطة توزع استخدامات الأراضي ضمن الحوض الساكب لنهر الصنوبر كما يوضح الشكل (4) مخطط نسبة مساحة استخدامات الأراضي بالنسبة لمساحة الحوض الساكب حيث بلغت النسبة الأكبر من الحوض الساكب والتي بلغت 31% مزروعة زيتون وحمضيات، تسمد الأراضي في أواخر شهر تشرين الثاني بنوعين من السماد فوسفوري مركب وسماد طبيعي كما تزرع أيضا في المواسم الشتوية مختلف أنواع الحبوب ، أما في المواسم الصيفية فتزرع بعض أنواع الخضراوات، تسمد المزروعات الموسمية بالسماد الأزوتي في شهري آذار ونيسان.

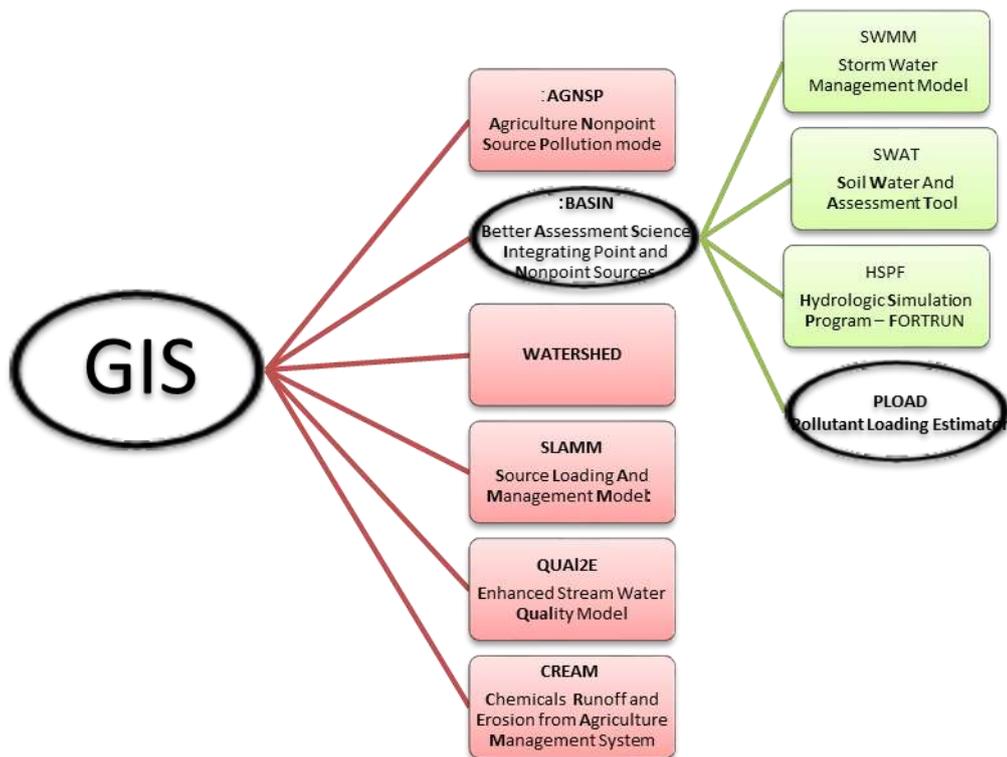


الشكل (3) خريطة استخدامات الأراضي ضمن الحوض الساكب لنهر الصنوبر



الشكل (4) مخطط نسبة مساحة استخدامات الأراضي بالنسبة لمساحة الحوض الساكب لنهر الصنوبر

تم استخدام الـ GIS كبرنامج بشكل منفصل في عملية تقييم مصادر التلوث الغير نقطية او يمكن ان يتم الاعتماد في عمليات التقييم تلك على نماذج رياضية هيدرولوجية تعمل ضمن بيئة الـ GIS. يبين الشكل (5) بعض النماذج الرياضية لدراسة انتشار الملوثات بطريقة غير نقطية التي تعمل ضمن بيئة الـ GIS



الشكل (5) مخطط يبين بعض النماذج الرياضية الهيدرولوجية التي تعمل ضمن بيئة الـ GIS

في بحثنا لدراسة التحكم بمصادر التلوث النقطية وغير النقطية في بحيرة سد الثورة سوف نستخدم برنامج الـ BASIN مع تطبيق موديل الـ PLOAD.

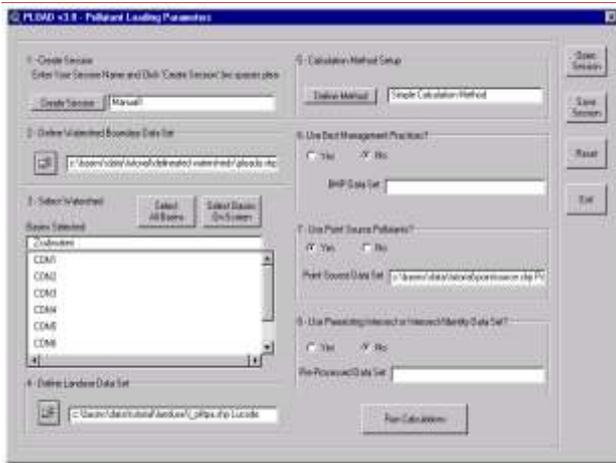
طرائق البحث ومواده:

يتم تحديد مدخلات النموذج والتي هي خريطة الحوض الساكب يتم الحصول عليها باستخدام الـ DEM30 عن طريق برنامج الـ GIS بالإضافة إلى خريطة استخدامات الأراضي والتي تم الحصول عليها من الاستشعار عن بعد لعام 2014 وقيم معاملات التصريف يتم الحصول عليها من المراجع، بعد تحديد المدخلات يتم تشغيل النموذج والحصول على المخرجات عبارة عن خرائط تظهر حمولات التلوث السنوية من الحوض الساكب. هذه المنهجية موضحة في الشكل (6)



الشكل (6) مخطط يبين منهجية البحث

يتم تشغيل النموذج من نافذة برنامج الـ BASIN كما هو موضح بالشكل (7) عندها تفتح نافذة بعنوان pollutant loading parameter والتي يتم من خلالها إدخال البيانات إلى النموذج الشكل (8)

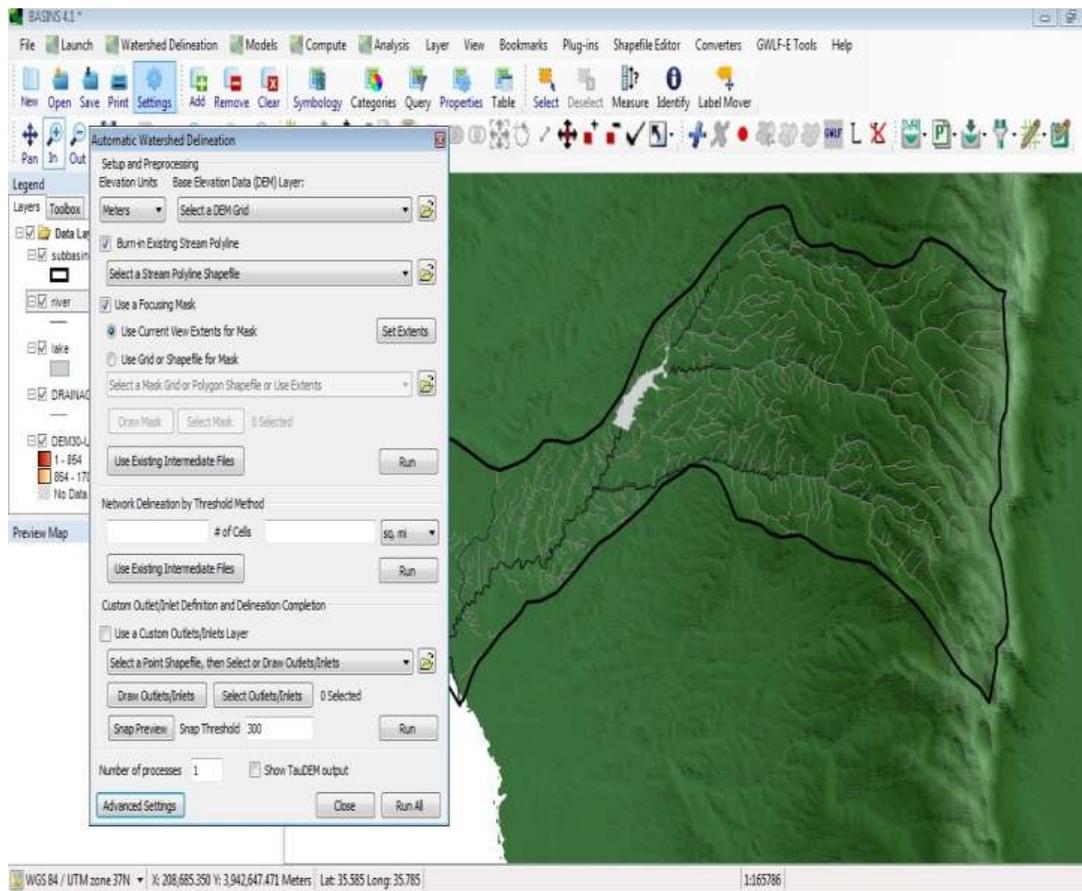


الشكل (8) نافذة بعنوان pollutant loading parameter

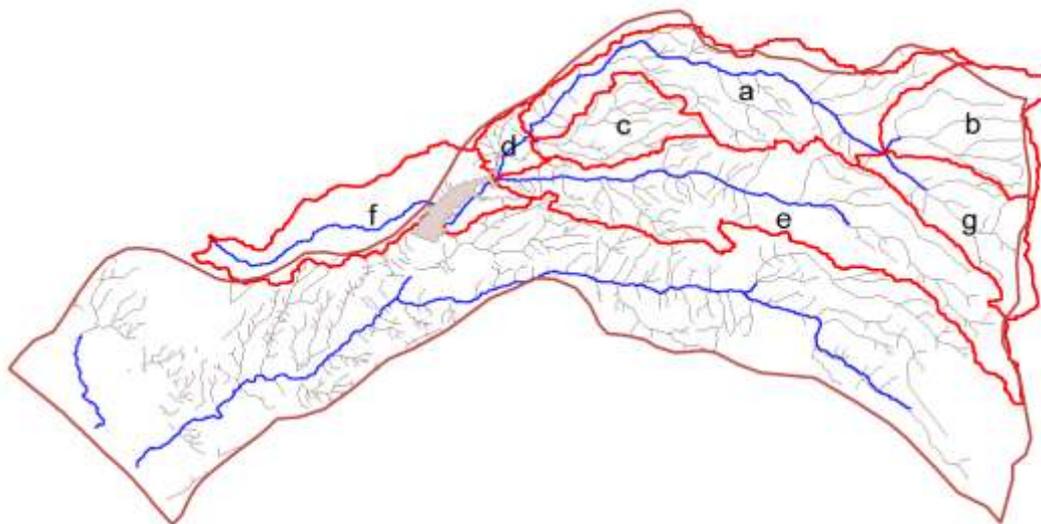
الشكل (7) نافذة برنامج الـ BASIN

تم تحديد حدود الأحواض الجزئية وذلك باستخدام برنامج الـ BASIN عن طريق الخيار Watershed Delineation الشكل (9)

تحسب حمولات التلوث لكل نوع ملوث محدد في الحوض الساكب ضمن نموذج الـ PLOAD من المعادلة التالية: $lp = \sum_u (lpu * Au)$ حيث lp هي حمولة الملوث وتقدر بـ (lb)، lpu معدل حمولة التلوث لكل نوع استخدامات الأراضي u (lb/ha/yr)، Au مساحة نوع استخدام الأراضي u (ha) معدلات الحمولة تؤخذ من جداول معاملات التصريف بينما المساحات تؤخذ من بيانات استخدامات الأراضي والأحواض الساكبة في الـ GIS [15]



الشكل (9) تحديد الأحواض الجزئية لبحيرة سد الثورة



الشكل (10) الأحواض الجزئية لبحيرة سد الثورة

يتم أخذ قيم الـ Export Coefficient المراجع [17] [16] يبين الجدول (1) قيم معاملات التصريف لكل من TP&TN وذلك حسب استخدام الأراضي المختلفة

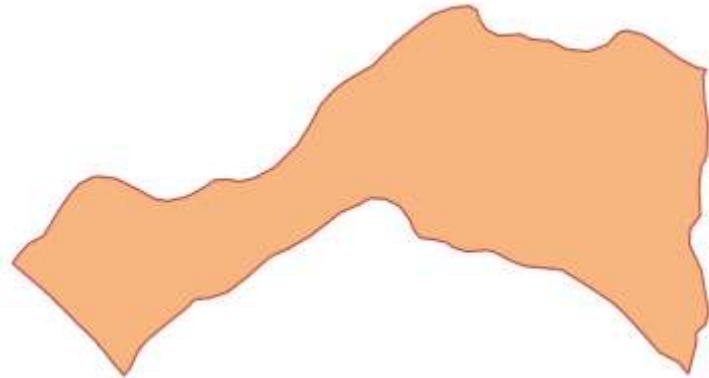
جدول (1) قيم معاملات التصريف لكل من TP&TN وذلك حسب استخدام الأراضي المختلفة

Use land	EC lb/ha.yr	
	TP	TN
Urban	2	8
Agriculture	1	16
Crop land	1	16
Other agriculture	1	16
Forest	0.1	3
Mixed forest land	0.1	3
Shrub	0	0
Reservoirs	0.2	5
Bare exposed rock	0.2	5
Mixed rang land	0.2	2
Sandy area not beach	0.2	2
Orchards .groves	1	16

النتائج والمناقشة:

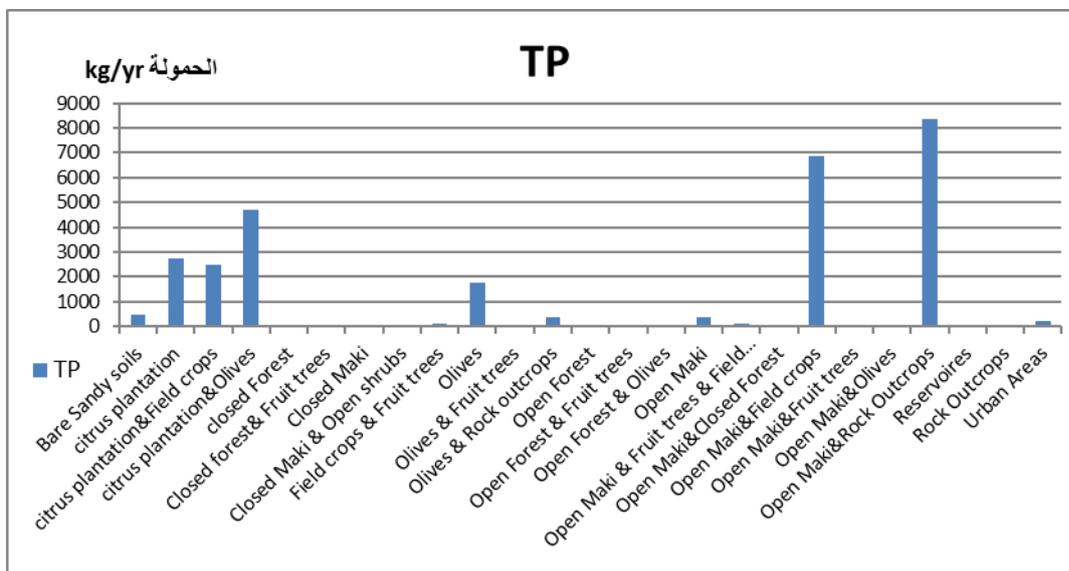
1 حساب حمولات التلوث السنوي الكلية لكل من TP&TN ضمن الحوض الساكب لنهر الصنوبر، يبين الشكل 11 حمولات التلوث السنوية الكلية وبالنسبة لمساحة الحوض.

TP=28353 kg/yr
TP=0.4 kg/ha.yr
TN=239127 kg/yr
TN=3.4 kg/ha.yr



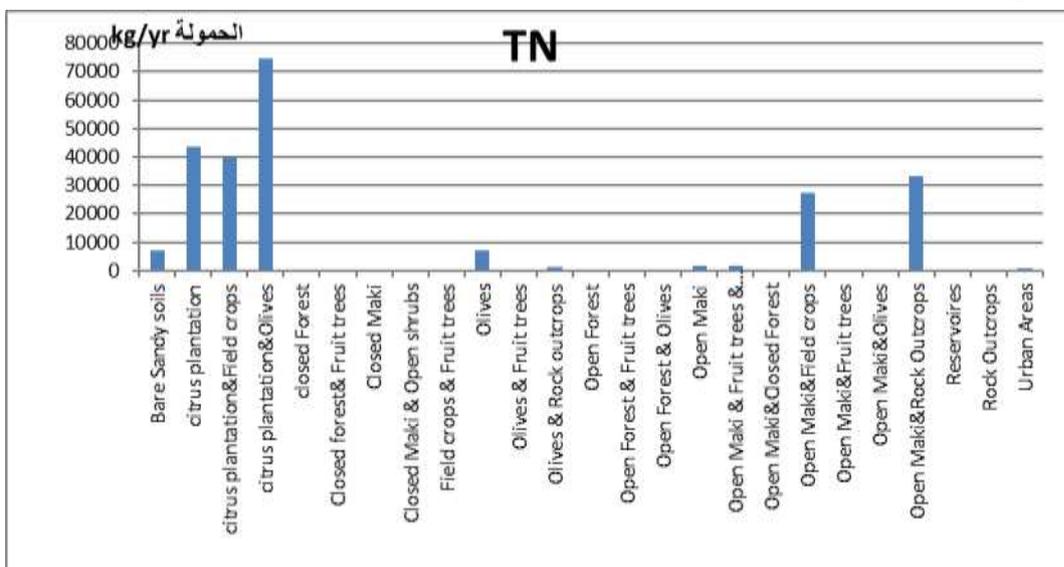
الشكل (11) حمولات التلوث السنوية لحوض الساكب لنهر الصنوبر

يبين الشكل (12) مخطط حمولة الفوسفور السنوية القادمة من الحوض الساكب لنهر الصنوبر وذلك حسب استخدامات الأراضي، نلاحظ أن الأراضي المزروعة بالمحاصيل هي المساهم الأكبر بحمولة الفوسفور السنوية بنسبة 30%.



الشكل (12) مخطط حمولة الفوسفور السنوية القادمة من الحوض الساكب لنهر الصنوبر وذلك حسب استخدامات الأراضي

يبين الشكل (13) مخطط حمولة النتروجين السنوية القادمة من الحوض الساكب لنهر الصنوبر وذلك حسب استخدامات الأراضي، يظهر من المخطط أن الأراضي المزروعة زيتون وحمضيات تعتبر المساهم الأكبر بحمولة النتروجين السنوية الكلية بنسبة 33%.



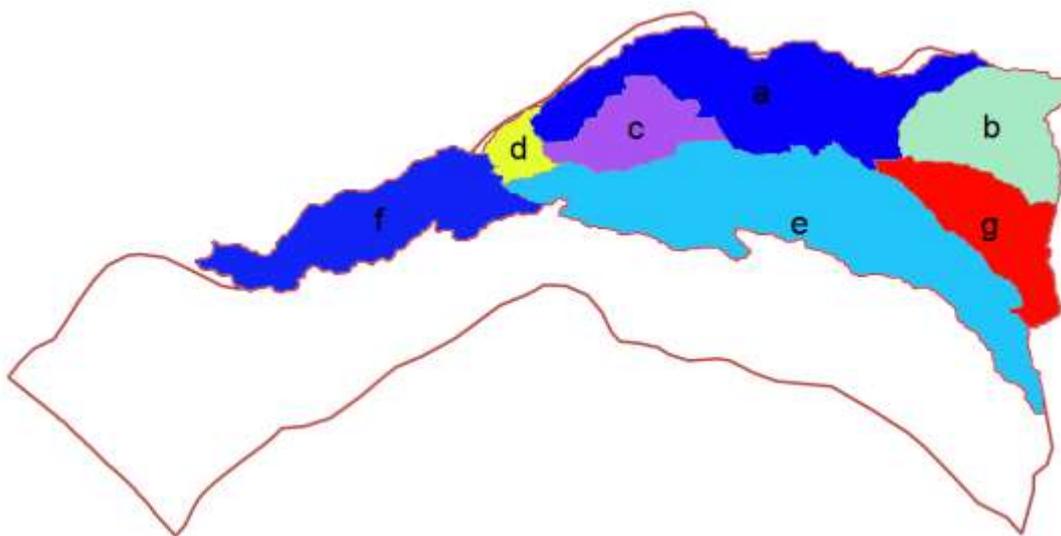
الشكل (13) مخطط حمولة النتروجين السنوية القادمة من الحوض الساكب لنهر الصنوبر وذلك حسب استخدامات الأراضي

2-4 حساب حمولات التلوث السنوي الكلية لكل من TP&TN ضمن الحوض الساكب لبحيرة الثورة.
يبين الجدول (2) قيم حمولات التلوث السنوية لكل من TP&TN للأحواض الجزئية لبحيرة الثورة الموضحة بالشكل (14)

جدول (2) يبين قيم حمولات التلوث السنوية لكل من TP&TN للأحواض الجزئية لبحيرة الثورة

TN kg/ha.yr	TN kg/yr	TP kg/ha.yr	TP kg/yr	subbasin
1.7998	14405.80	0.3902	3123.37	a
1.9193	6742.02	0.3848	1351.82	b
0.0174	45.48	0.0043	11.37	c
3.9866	3473.65	0.2492	217.10	d
1.8438	22207.76	0.4449	5358.45	e
4.92	8784.28	0.3075	54.68	f
1.7564	5708.14	0.4391	1427.03	g
	61367.14		11543.83	المجموع

وبالتالي تكون حمولة الفوسفور الكلية الواصلة إلى بحيرة الثورة من هذه الأحواض الجزئية هي 11543.8kg/yr ونلاحظ أن الحوض e هو الذي يساهم بالنسبة الأكبر من حمولة الفوسفور الواصل إلى البحيرة معظم أراضي الحوض عبارة عن محاصيل حقلية وأراضي صخرية أما الحوض c المبين في الشكل (14) فهو الذي يساهم بأقل نسبة من حمولة التلوث الكلية وذلك كون معظم أراضيه عبارة عن غابات بنسبة 50%. أما بالنسبة لحمولة النتروجين الكلية الواصلة إلى بحيرة الثورة من الأحواض الجزئية هي 61367.138kg/yr ونلاحظ أيضاً أن الحوض f هو الذي يساهم بالنسبة الأكبر من هذه الحمولة استخدامات الأراضي في هذا الحوض هي أراضي مزروعة زيتون وحمضيات بينما الحوض c الذي تسوده الغابات يساهم بالنسبة الأقل.



الشكل (14) حملات التلوث القادمة من الأحواض الجزئية لبحيرة سد الثورة

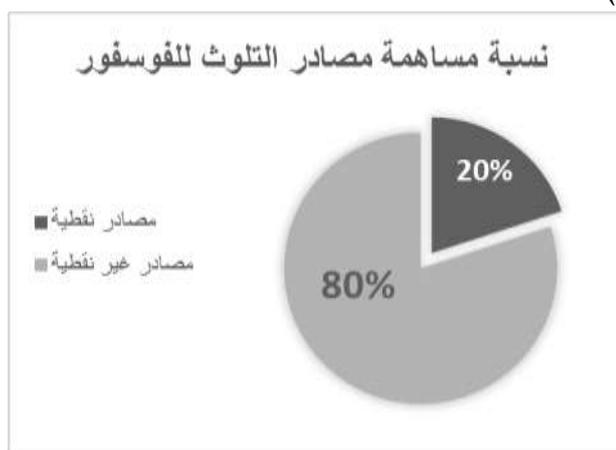
تم حساب حمولة الفوسفور والنتروجين القادمة من المصادر النقطية والمنتشرة بمياه الصرف الصحي غير المعالجة للتجمعات السكانية حول البحيرة والتي تصب في مياه البحيرة مباشرة هذه المصببات بلدية بعثا - حبييت- الدراشاية-كيمين والتي يصل عدد سكانها جميعاً [14]10940، بحسب تصريح الشخص الواحد 100 l/pr.day ومقدار مآحتويه مياه الصرف الصحي من فوسفور 8mg/l ومقدار مآحتويه من نتروجين 40mg/l. تصبح حمولة الفوسفور والنتروجين القادمة من مياه الصحي: $TP= 3193.48 \text{ kg/yr}$ $TN= 15972.4 \text{ kg/yr}$

وبالتالي تكون مساهمة كل من مصادر التلوث النقطية وغير النقطية لكل من TP&TN موضحة في الشكل

(15)



(b)



(a)

الشكل (15) نسبة مساهمة مصادر التلوث ضمن الحوض الساكن لبحيرة سد الثورة (a) للفوسفور- (b) للنتروجين

تم تحديد نسبة تغير معدل الحمولة السنوية الكلية للفوسفور والنتروجين القادمة من الحوض الساكب لنهر الصنوبر وذلك بعد تخفيض معدل التسميد المطبق على أراضي المحاصيل الزراعية بنسبة 50% وبالتالي يتم تخفيض حمولة الفوسفور والنتروجين القادمة من الأراضي الزراعية والقادمة من أراضي المحاصيل الزراعية بنسبة 50% عن طريق التحكم بكمية الأسمدة الزراعية المطبقة والترشيد في عملية الري. فإن معدل حمولة الفوسفور السنوية المحسوبة عن طريق الـ Pload بعد تطبيق السيناريوهات السابقة انخفضت بنسبة 14% أما حمولة النتروجين السنوية فقد انخفضت بنسبة 35%

الاستنتاجات والتوصيات:

- معظم أراضي الحوض الساكب هي أراضي زراعية حيث تسود زراعة الزيتون والحمضيات بنسبة مساحة 30% من مساحة الحوض الساكب لنهر الصنوبر.
- معدل حمولة الـ TN & TP ضمن الحوض الساكب لنهر الصنوبر $TP=28353\text{kg/yr}$ $TN=0.4$ $TN=3.4\text{ kg/ha.yr}$, $kg/ha.yr$, $TN=239127\text{ kg/yr}$
- معدل حمولة الـ TN & TP ضمن الحوض الساكب للبحيرة $TP=11543\text{ kg/yr}$ $TN=61367\text{ kg/yr}$
- نسبة مساهمة المحاصيل الحقلية out crop في حمولة الفوسفور القادمة من الحوض الساكب لنهر الصنوبر 30% من حمولة الفوسفور الكلية وهو المساهم الأكبر في استخدامات الأراضي ضمن الحوض الساكب.
- نسبة مساهمة أراضي الزيتون والليمون في حمولة النتروجين القادمة من الحوض الساكب لنهر الصنوبر 33% من حمولة النتروجين الكلية وهو المساهم الأكبر في استخدامات الأراضي ضمن الحوض الساكب.
- نسبة مساهمة مصادر التلوث غير النقطية ضمن الحوض الساكب لبحيرة الثورة 80% TP و 75% TN

• انخفضت حمولة الفوسفور القادمة من الحوض الساكب للنهر 14% عند تخفيض معدل التسميد المطبق على الأراضي الزراعية بنسبة 50% وعند نفس السيناريو انخفضت حمولة النتروجين ضمن الحوض الساكب للنهر 35% أما نسبة التخفيض لحمولات التلوث القادمة من الحوض الساكب للبحيرة تكاد تكون معدومة

التوصيات

- دراسة تحديد قيم الـ EC تجريبياً حسب استخدامات الأراضي المختلفة.
- إجراء عملية معايرة وتحقيق للبرنامج من خلال القياسات الحقلية.
- استخدام نماذج أخرى تحاكي حمولات التلوث اليومية والفصلية.
- حساب حمولات التلوث الأعظمية المسموحة TMDLs.
- تطبيق سيناريوهات أخرى في مجال الـ BMPs للتحكم بمصادر التلوث غير النقطي ضمن الحوض الساكب.

المراجع:

1- MWANUZI, F. G; MUYODI, F.J; ABUODHA, I, O.Z.; HECKY, R.E .*Lake VICTORIA Environment mamgement project (LVEMP)*. Water quality and ecosystem status, 2005

2-BADAR B; ROMSHOO, A.S. *Non Assessing the pollution load of Dal lake Using Geospatial tools*. The 12th world lake conference .2008, p 668–679.

3-NASER, A; BRUEN, M; JORDAN, PH; MOLES, R; KIELY, G; BYRNE, P. *A comparison of SWAT, HSPF and SHETRAN/GOPC for phosphorus export from three catchments in Ireland*. Water research 41 .2006, p 1056 – 1073.

4-KANG, M.S; PARK, S.W; LEE J.J; YOOK, H. *Applying SWAT for TMDL programs to a small watershed containing rice paddy fields*. Agriculture water management 79 .2009, p 654–665.

5-AZZELLINO, A; SALVETTI, R; VISMARA, R; BOHOMO, L. *Combined use of the EPA –QUAL2E simulation model and factor analysis to assess source apportionment of point and nonpoint loads to surface waters*. Science of the total environment 371 .2006, p 214–222.

6-SALVETTI, R; ACUTIS, M; AZZELLINO, A; CARPANI, M; GIUPPONI, C; PARATI, P; VALE, M; VISMARA, R. *Modelling the point and non-point nitrogen loads to the venic lagoon(Italy): the application of water quality models to the Deso-Zero*. Desalination 226 .2009, p 81–89.

7-LAM, Q.D; SCHMALZ, B.W; FOHRER, N. *Applying Modelling point and diffuse source pollution of nitrate in rural low land catchment using SWAT model*. Agriculture water management 97 .2010, p 317–325.

8-BULUT, E; AKSOY, A. *Impact of fertilizer usage on phosphorus loads to Lake Uluabat*. Desalination 226 .2007, p 289–297.

9- STRAGER, M; FLETCHER, J; STRAGER, J; YUILL, C; ELI, R; PETTY, J; LAMONT, S. *Watershed analysis with GIS: The watershed characterization and modeling system software application* . Computers & Geosciences 36 .2010, p 970–976.

10-FAVERETTO, A. *Environment indicators in controlling river water Quality: how to interpret the result of monitoring in Northern Italy with GIS*. Geographical and Historical science.1998.

11- GOODALL, J. *Water Quality modeling in GIS*. Center for Research in Water Resources, the University of Texas at Austin.2003, p 471-512.

12-SIVERTUN, A; PRANGE, L. *Non-point source critical area analysis in the Gisselo watershed using GIS*. Environmental Modelling & software 18 .2003, p 887–898.

13-HSIEH, C; YANG, W. *Optimal nonpoint source pollution control strategies for a reservoir watershed in Taiwan*. Environmental Management 85 .2007, p 908–917.

14-م.ديب ابراهيم. *مصادر المياه في الساحل السوري وطرق حمايتها -المؤتمر الإقليمي الأول حول التقنيات*

الملائمة لمعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها، اللاذقية، 2003، 2-4 كانون الأول.

15-Environmental Protection Agency (EPA). *PLOAD version.An Arcview GIS TOOL To Calculate nonpoint sources of pollution in watershed and storm water project* .user`s manual.2001, p1-22.

16-HARPER, H.H. *storm water chemistry and water quality*. Environmental Research & Design .1998, p 1-19.

17-NOVOTNY, Y; OLEM, H. *Identification and Management of diffuse pollutant*.1997, p 1054.