تقدير حمل الترسبات التي تنقلها وديان الضفة الغربية الى بحيرة سد الموصل

رشا محمد سامي فاضل

قسم هندسة السدود والموارد المائيه- كلية الهندسة/جامعة الموصل

الخلاصة

تعتبر عملية تقدير انتاج الرسوبيات من الاحواض المائية ذات اهمية كبيرة في دراسات وتصاميم وتشغيل المنشآت الهيدروليكية. ونظرا لقلة او ندرة القياسات الحقلية للجريان السطحي والرسوبيات، اعتمد نموذج تقدير السيح السطحي والنحر الناتج بفعل المياه(WEPP) الذي يعمل مع نظام المعلومات الجغرافية GIS يدعى Geowepp لتقدير حجم الجريان السطحي وكمية الرسوبيات وتراكيزها والداخلة من الضفة الغربية الى بحيرة سد الموصل. يقع هذا السد على نهر دجلة شمال العراق والذي يعتبر من السدود الكبيرة متعددة الاغراض منها الري و توليد الطاقة ودرء الفيضان.

قدر حجم السيح السطحي والرسوبيات السنوية من الوديان الغربية للبحيرة والبالغ عددها ثلاثة وديان خلال السنوات من1994 الى2012 اعتمادا على البيانات اليومية للأمطار الساقطة في محطة السد. بلغ معدل حمل الرسوبيات المحمولة الى البحيرة من الاحواض سويدي وكرنولد والسلام خلال فترة الدراسة 10^3*(17.4 و1.5 و1.1) طن على التوالي، اي ان المجموع الاحمال لوزن الرسوبيات الداخلة للخزان خلال خلال الفترة المعتمدة بلغت 10^3*380 طن وان حجم هذه الرسوبيات في حالة اعتبار انها ترسبت داخل الخزان اي ان كفاءة الاصطياد بافتراض 100%فان الحجم الاجمالي لهذه الرسوبيات 10^3*317 م^3.

الكلمات الدالة: سد الموصل ، الجريان السطحي، حمل الرسوبيات .

Estimation of Sediment Load from West Bank Valleys to Mosul Dam Reservoir

Rasha Mohammad Sami Fadhil

Dams and Water Resources Engineering Department -College of Engineering/University of Mosul

Abstract

The estimation of sediment yields from watersheds is an important factor in studies, design and operation of hydraulic structures. Due to the rare of measured values of runoff and sediments load, the Water Erosion Prediction Project (WEPP) which is work under the Geographical Information System (GIS) to be GeoWEPP was applied to estimate the runoff, sediment load and sediment concentration that enters the Mosul DamReservoir from the western bank. Mosul Dam located on Tigris River, north of Iraq which is one of the biggest multi purposes dam for irrigation, power generation, and flood control. The runoff and sediment loads are estimated for the years 1994-2012 based on daily data of rainfall depth of the Mosul Dam Station.

The estimated average sediment load for the considered period were, 17.4, 1.5 and 1.1*10^3 Tons for the three mainly basins Swedy, Carnold and Al-Salam respectively. This mean that the total sediment load entered the reservoir for the for the considered period is 380*10^3 ton, while the volume of this sediments is 317*10^3 m^3 if we considered that all the sediment deposits in the reservoir with trap efficiency 100%.

Key words: Mosul Dam, Surface runoff, Sediment yield.

أستلم: 31-10-2012 **قبل: 9-7-2013**

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

1- المقدمة:

لما كان لخزانات وبحيرات السدود دور فعال وحيوي في تحقيق العديد من الاهداف منها توليد الطاقة الكهربائية ودرء خطر الفيضانات وري الاراضي الزراعية وغيرها من الاستخدامات الاخرى، فلابد من دراسة اهم العوامل المؤثرة على فعالية عملية الخزن ومنها الرسوبيات التي تشغل نسبة من حجم الخزان. ان المياه القادمة من الوديان والاحواض المائية نتيجة سقوط الامطار وتكون السيح السطحي تسبب تعرية للتربة السطحية ونقل للرسوبيات الى المجرى الرئيسي وعند انخفاض سرعة الجريان عند دخوله للخزانات تنخفض طاقتها وتبدا عملية الترسيب وحسب حجم وشكل الرسوبيات، باستمرار عملية الترسيب مع الزمن فان الرسوبيات تشغل حجم من الخزين وتغير من نمط الجريان، كما ان الحبيبات الانعم المتمثلة بـالغرين والطين تترسب قرب جسم السد ومنافذه وقد تسبب عدد من المشاكل التشغيلية. تعتبر عملية تقدير الرسوبيات من الاحواض المائية مهمة جدا خاصة في دراسات الرسوبيات والنماذج الهيدرولوجية وهي عامل مهم في تخطيط وتصميم وتشغيل المنشآت الهيدروليكية لتقدير سعتها وعمرها الاقتصادي. يقدر حمل الرسوبيات من خلال القياسات الحقلية للجريان السطحي والاحمال المنقولة معه، وهي قليلة ان لم تكن نادرة في مناطق الشرق الاوسط خاصة. تعتمد نماذج المحاكاة الرياضياتية في المناطق غير المرصودة بشكل واسع والتي غالبا تكون مبنية على المعادلات والعلاقات الرياضاتية المشتقة او علاقات ناتجة من بيانات مختبرية او حقلية لتقدير حمل الرسوبيات المنقولة مع مياه الجريان السطحي. قام [1] باستخدام نماذج مختلفة من اجل تقدير كمية الفقد في الترب وانتاج الرسوبيات جراء العواصف المطرية لـ85 جابية في الإقليم الغربي للبحر الاسود في تركيا. حيث اجرى عملية مقارنة بين هذه النماذج مع الواقع ومنها استخدام المعادلة العامة لفقد الترب مع نظام المعلومات الجغرافية . والنموذج الثاني اعتمد المعادلة العامة المطورة في إيجاد نتائج انتاج الرسوبيات مباشرة دون الاعتماد على برامج مساعدة. اظهرت النتائج ان اعتماد نظام المعلومات الجغرافية زاد من دقة النموذج عند مقارنته للواقع وقلل من معدل الفوارق بين النتائج التي تم الحصول عليها بتطبيق المعادلة العامة لفقد الترب. اجرى[2] مقارنة بين القيم المحسوبة من النموذج Water Erosion Prediction Project (WEPP) والمعادلة العامة المطورة لفقد الترب لكل من السيح السطحي وفقد الترب مع القيم المقاسة حقليا لجابية بلاميتال قرب مدينة فيكوس في البرازيل. تم تقسيم النتائج الى حالتين حسب الايصالية الهيدروليكية ، الحالة الاولى تم فيها قياس الايصالية الهيدروليكية حقليا والثانية تم استنباطها من النموذج (WEPP) بعد ادخال بعض الخصائص الكيمائية للتربة في النموذج.

اظهرت النتائج ان كلا النموذجين اعطي قيم مقاربة للقيم المحسوبة وبالرغم من ان قيم نموذج المعادلة العامة المطورة لفقد الترب كانت اقرب للواقع. قدم [3] نموذج لتقدير انتاج الرسوبيات الناتجة عن العواصف المطرية من خلال الربط بين المعادلة العامة لتقدير الرسوبيات مع معادلة خدمات صيانة التربة باستخدام طريقة رقم المنحني Curve number. اعتمد النموذج في تقدير انتاج الرسوبيات لـ98 عاصفة مطرية موزعة على جابيتين في الهند والولايات المتحدة ذات استخدامات مختلفة منها مدنية، زراعية، غابات. اعطت النتائج توافقا بين القيم المحسوبة من النموذج مع القيم المسجلة ولجميع انواع الجابيات. كذلك اجرى [4] دراسة هيدرولوجية للاحواض المائية وخاصة العمليات المتعلقة بالسيح والامطار لتمثيل السيح السطحي والامطار لاعالي حوض نهرBaitarani شرق الهند. اعتمدت النماذج الرياضياتية الخاصة بهذا المجال والمتضمنة كل من نموذج WEPP وHEC-HES وبمساعدة نظم المعلومات الجغرافية GIS في تهيئة الخرائط الخاصة بالتربة واستخدام الارض والغطاء النباتي وميل الجابية، كذلك اعتماد بيانات الامطار الموسمية اليومية للسنوات 1999 الى 2005. اظهرت التحليلات الاحصائية ان نسبة الانحراف لحجم السيح الكلي لنموذج HEC-HES يتراوح بين 31% و2.5 - بينما تراوحت النتائج لنموذج WEPP بين 13.05% و 14 - بحيث كانت نتائج نموذج WEPP اكثر دقة في تمثيل حجم السيح السنوي. كذلك قدم [5] دراسة حول امكانية استخدام كل من نموذج WEPP والشبكات العصبية الصناعية في تقدير السيح والفقد الحاصل في الترب عند اعالي اراضي المناطق الفلسطينية . تبين من خلال تحاليل العديد من البحوث السابقة ان اكبر قيمة للنحر بالتربة تعتمد على كل من عمق المطر الساقط للعاصفة المطرية اكثر من اعتمادها على الشدة المطرية. اعطت نتائج النموذج تقدير كميات اقل للسيح والفقد الحاصل بالترب، في حين اظهر نموذج الشبكات العصبية توافقا افضل في البيانات الحقلية اضافة الى اهميته التي تكمن في امكانية تحديث الشبكات وتطويرها باستخدام جميع البيانات الخاصة بالمنطقة التي اعتمدت لتقدير الفقد والسيح. كذلك اجرى[6] دراسة حول تقدير كمية الجريان السطحي والرسوبيات الداخلة الى خزان سد الموصل من الضفة اليمنى الواقعة على نهر دجلة شمال العراق. حيث اجريت محاكاة لتقدير السيح السطحي السنوي وكمية الرسوبيات باستخدام نظام GIS ونموذج Soil and Water Assesment Tool SWAT العامل معه للوديان الواقعة على الضفة اليمنى من بحيرة السد لفترة الاولى من عمر السد من 1988 ولغاية 2008 ،اظهرت النتائج ان معدل الرسوبيات السنوية الداخلة للخزان بلغت $42.7*10^3$ طن .

يهدف البحث الحالي الى تقدير حجم الجريان السطحي والرسوبيات السنوية الداخلة الى بحيرة سد الموصل من الوديان الرئيسية للضفة الغربية للبحيرة وذلك باعتماد نموذج Water Erosion Prediction Project (WEPP) الذي يعمل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تحت نظام المعلومات الجغرافية GIS ويسمى GeoWEPP من خلال اعتماد بيانات الامطار اليومية والبيانات المناخية وبيانات خصائص التربة واستخدام الارض لغرض تحقيق اهداف البحث.

2- وصف النموذج المعتمد:

يعتبر نموذج تقدير السيح والنحرالناتج بفعل المياه (WEPP) المقدم من قبل [7] اداة مهمة في تقدير كميات السيح والنحر وانتاج الرسوبيات لمختلف الميول والجابيات والقنوات. بالاعتماد على العوامل المؤثرة على عمليات النحر والترسيب مثل نسجه التربة وبيانات المناخ والغطاء النباتي وطبوغرافية الجابية ومع إدخال تأثير استخدام الأرض [8]،النموذج فيزيائي الاساس وهو من نماذج المحاكاة المستمرة (Continues Simulation) حيث يقسم الحوض الرئيسي الى احواض ثانوية ذات خصائص ثابتة من نوع التربة، استخدام الارض والميل وطور النموذج ليعمل مع نظام المعلومات الجغرافية GIS والذي يعرف بـGeoWEPP تقرا البيانات على شكل خرائط رقمية لمناسيب الارض DEM ونوع التربة واستخدام الارض، اضافة الى ملفات البيانات المناخية الاخرى التي تتضمن الاعماق اليومية للسقيط، اعلى وادنى درجة حرارة .

يعتمد النموذج على معادلة الموازنة المائية من اجل تقدير المحتوى الرطوبي للتربة اعتمادا على البيانات المناخية اليومية ،وعلى معادلة(Green Ampt) المطورة[9] لتقدير عمق الارتشاح. والتي تتضمن حساب اكبر سعة ارتشاح بالصيغة التالية:

$$f = Ke\left(1+\frac{Ne}{F}\right) \qquad (1)$$

حيث ان:

f : معدل سعة الارتشاح L/T ،

Ke: الايصالية الهيدروليكية المؤثرة L/T ،

F: الارتشاح الكلي التراكمي L ،

Ne : قابلية عمق الارتشاح L .

يمكن ادخال قيم متغيرات المعادلة مثل Ke من القيم المقاسة حقليا او تقدر اعتمادا على خصائص التربة.

تتضمن المعادلة مرحلتين في البداية يكون معدل الارتشاح مساوي لمعدل سقوط الامطار وبعد الغمر وملئ الفراغات او المنخفضات وبدأ السيح السطحي فان الارتشاح يبدا بالنقصان الى ان يصل قيمة معدل ثابت ويسمى بمعدل الارتشاح النهائي. ان معدل الارتشاح عند كل زمن تراكمي (t) يقدر حسب المعادلة التالية:

$$Ke.t = F - Ne * \ln\left(1+\frac{F}{Ne}\right) \qquad (2)$$

حيث ان:

t :الزمن

$$Ne = (\varphi c - \theta i)\,\emptyset \qquad (3)$$

حيث ان:

φc : المسامية المؤثرة،

θi : المحتوى الرطوبي الاولي للتربة،

∅: معدل جهد الخاصية الشعرية عبر جبهة الابتلال L .

اما تقدير حمل الرسوبيات، فان النموذج يعتمد على معادلات الاستمرارية للرسوبيات في الجريان المستقر لتقدير التغير الحاصل في احمال الرسوبيات اثناء الجريان بعد فصل التربة وغيرها. حيث تكون عملية النحر لمساحات الجابية دالة لشدة الامطار ومعدل السيح السطحي. ان معادلة الاستمرارية للرسوبيات لوصف حركة الرسوبيات هي بالصيغة التالية [10]:

$$\frac{dG}{dX} = D_f + D_i \qquad (4)$$

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

حيث ان:
X : مسافة الجريان m ،
G :حمل الرسوبيات $kg.s^{-1}.m^{-1}$ ،
D_f : معدل الفقد بفعل الجريان $kg.s^{-1}.m^{-2}$ ،
D_i : انتاج رسوبيات الامطار الى الجريان $kg.s^{-1}.m^{-2}$.

تتم عملية الفصل في المراحل الاولى للجريان عندما يكون اجهاد القص الهيدروليكي للجريان يزيد عن اجهاد القص الحرج ونسبة الرسوبيات في الجريان اقل من طاقة نقلها ، في حين ان عملية الترسيب تتم عندما تزداد احمال الرسوبيات عن طاقة الجريان على نقلها او حملها وتقدر بالصيغة التالية:

$$D_f = D_c\ (1-\frac{G}{T_c}) \quad \text{.....(5)}$$

حيث ان :
D_c : قابلية الفصل بسبب الجريان $kg\ .s^{-1}.m^{-2}$ ،
T_c : قابلية الجريان لنقل الرسوبيات $kg.s^{-1}.m^{-1}$ والتي تقدر من المعادلة التالية:

$$Tc = K_t\ \tau_f^{\ 3/2} \quad \text{.....(6)}$$

حيث ان:
Tc : قابلية نقل الرسوبيات $kg.s^{-1}.m^{-1}$ ،
K_t : معامل النقل $m^{0.5}.\ s^{2}.Kg^{-0.5}$ ،
τ_f : اجهاد قص الجريان المؤثر على حبيبة التربة، $Kg.m.s^{-2}$.
تقدر قابلية الفصل بسبب الجريان D_c من المعادلة التالية.

$$D_c = Kr\,(\tau_f - \tau_c) \quad \text{.....(7)}$$

حيث ان:
Kr : معامل تعرية التربة للجريان في الاخاديد $s.m^{-1}$ ،
τ_c : اجهاد القص الحرج للتربة، $Kg.m.s^{-2}$.

وقد تحدث عملية الترسيب عندما تزداد احمال الرسوبيات وتقل طاقة الجريان على حملها ونقلها، وتقدر كمية الرسوبيات D_f المعادلة التالية:

$$D_f = \frac{\beta V_f}{q}\ (Tc - G) \quad \text{.....(8)}$$

حيث ان:
V_f : سرعة السقوط المؤثرة للرسوبيات $m.s^{-1}$ ،
q : معدل الجريان لكل وحدة عرض $m^2.\ s^{-1}$ ،
β : معامل الاضطراب الناتج عن قطرة المطر.

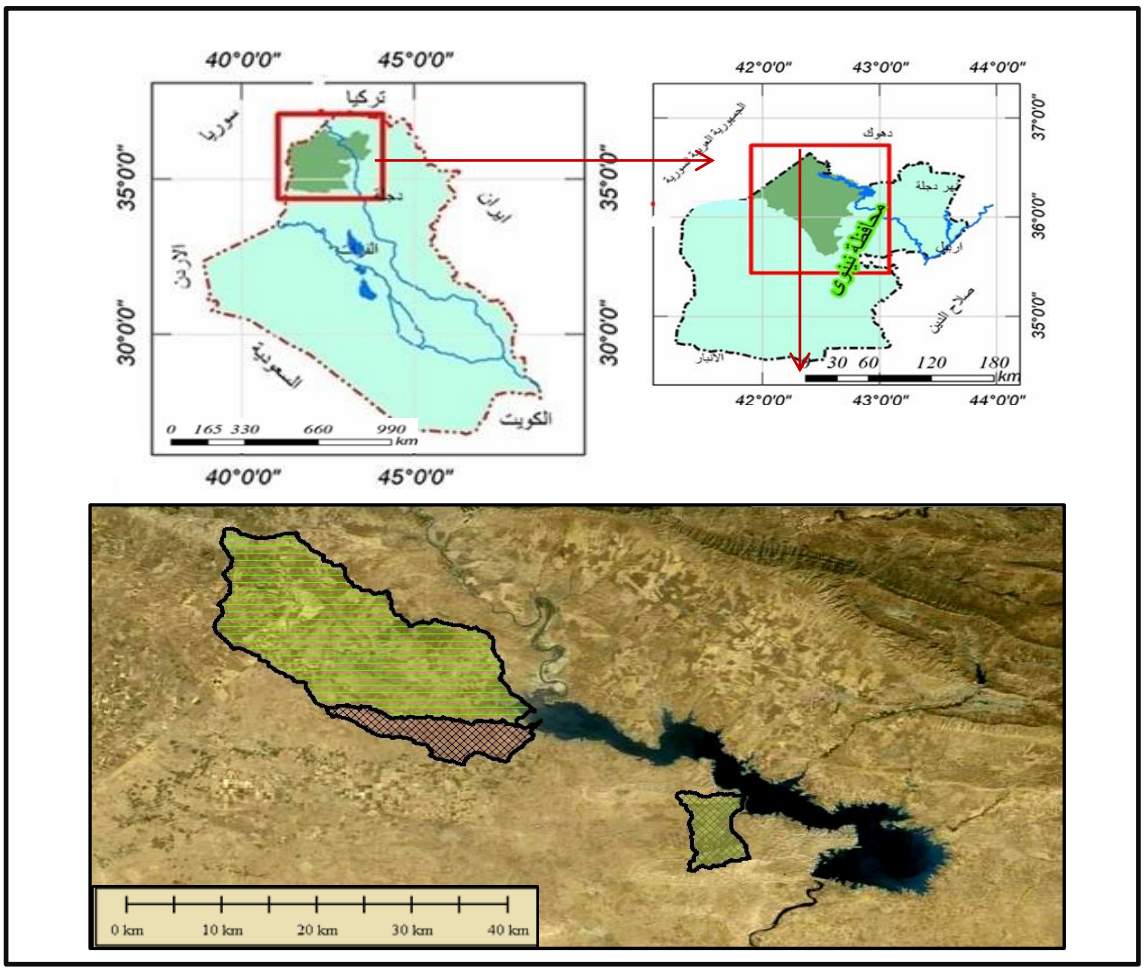
تتضمن مدخلات البرنامج اربعة ملفات للبيانات وهي بيانات الطوبوغرافية والتي هي يمثلها نموذج المناسيب الرقمية DEM لتحديد المناسيب ومنها يحدد النموذج حدود الحوض المائي وميل كل حوض ثانوي واتجاه الجريان فيه بعد تقسيم الجابية الى جريان سطحي وقناة . كذلك ملف للمعلومات المناخية والتي تتضمن اعماق الامطار اليومية ، وادنى واقصى درجات الحرارة، يتضمن النموذج برنامج احصائي CLIGEN لتوليد اي نقص في البيانات المطلوبة اعتمادا على سلسة القياسات المسجلة عند المحطة المعنية . اضافة الى الخرائط الرقمية لتصنيف التربة واستخدامات الارض سواء ان كانت زراعية او سكنية وتحديد نوع المحاصيل للاراضي الزراعية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ان المتغيرات الاخرى التي يتطلبها البرنامج تقدر اعتمادا على خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية. واعتمد المحتوى الرطوبي الاولي لتربة على انه عند 50% من السعة الحقلية حيث ان المحاكاة تبدا من الشهر الاول من السنة وهذه القيمة تكون مؤثرة فقط على قيمة نتائج الفترة الاولى من فترة المحاكاة كون ان المحاكاة تحصل خلال فترة طويلة (سنوات) ويقدر المحتوى الرطوبي في كل يوم اعتمادا على الامطار الساقطة والبيانات المناخية المؤثرة.

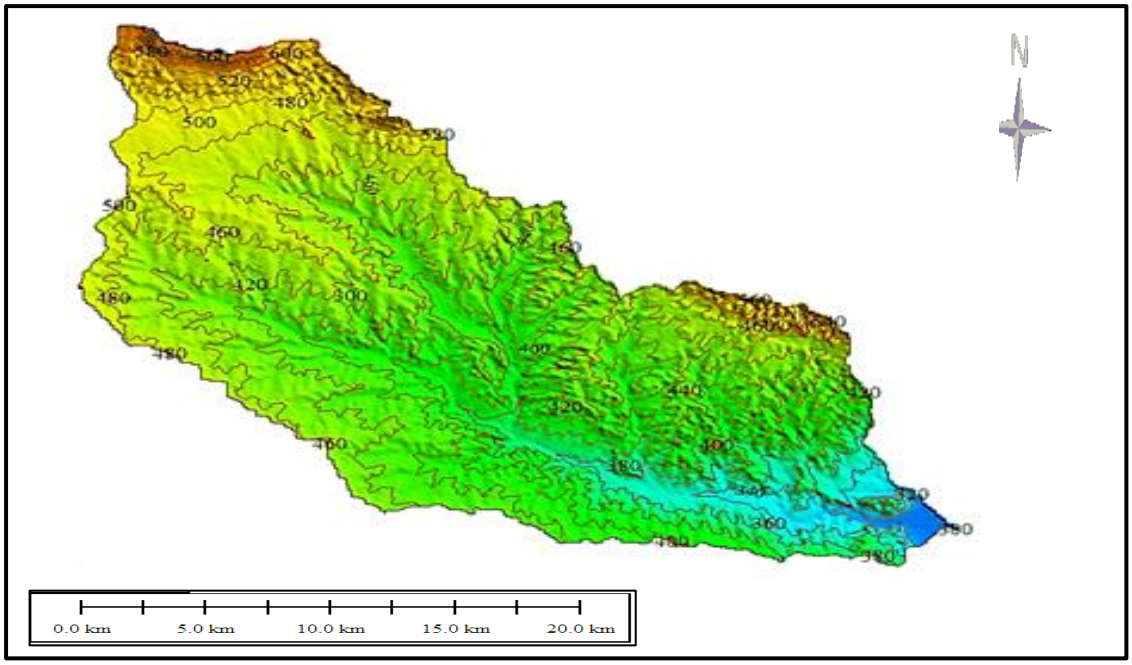
3- منطقة الدراسة:

تتمثل منطقة الدراسة بثلاثة احواض رئيسية واقعة في الضفة الغربية لبحيرة سد الموصل الذي يبعد50كم عن مدينة الموصل ضمن محافظة نينوى في جمهورية العراق كما موضح في الشكل (1). تم اختيار الاحواض الثلاثة الرئيسية سويدي وكرنولد والسلام لتقدير تاثيرها في نقل الرسوبيات الناتجة عن التعرية اثناء سقوط الامطار والجريان السطحي الى بحيرة سد الموصل. يقع حوض وادي سويدي الموضح حدود ومناسيب وخطوط الجريان في الشكل (2)، وتبلغ مساحته 470 كم^2 وهو الحوض ذو المساحة الاكبر شمال محطة الضخ لمشروع ري الجزيرة الشمالي وتعاني هذه المحطة من تجمع الرسوبيات قربها والتي تؤثر على عملها وكفاءتها. يليه الحوض الثاني هو حوض وادي كرنولد شمال جبل عين زالة والبالغ مساحته 78.3 كم^{2}والشكل (3) يوضح حدود الجابية لهذا الحوض ومناسيب وخطوط الجريان. اما بالنسبة للحوض الثالث وادي السلام الذي يقع جنوب جبل عين زالة شمال جبل بطمة ضمن طية رافان والبالغ مساحته 51.40 كم^2 وكما في الشكل (4).

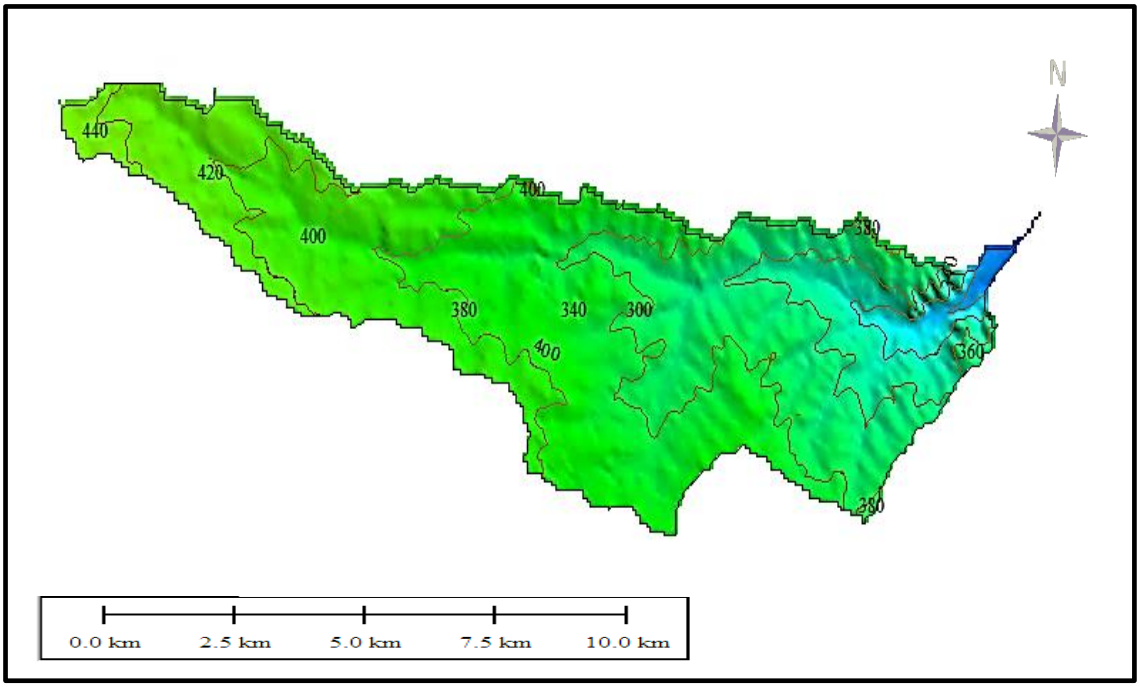


الشكل (1) منطقة الدراسة و موقع الاحواض الثلاث التي تصب من الضفة الغربية لبحيرة سد الموصل في العراق.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



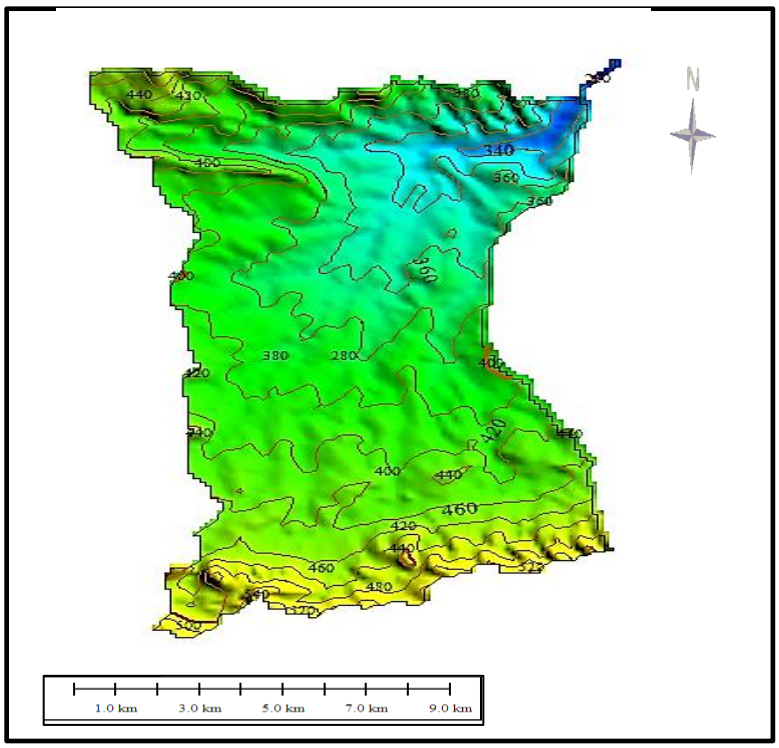
الشكل (2): حدود الجابية ومناسيب وخطوط الجريان حوض وادي سويدي.



الشكل (3) : حدود الجابية ومناسيب وخطوط الجريان حوض وادي كرنولد.

www.manaraa.com

تراوحت طوبوغرافية منطقة الدراسة بين منطقة منبسطة صالحة للزراعة وبمعدل ميل (3.7%) لوادي سويدي ، ومابين منطقة جبلية الى اراضي منبسطة وبمعدل ميل (2.2%) لوادي كرنولد، اما بالنسبة لوادي السلام فيقع ضمن منطقة جبلية نسبة كبيرة منها غير صالحة للزراعة وبمعدل ميل (5.3%). بلغ اعلى منسوب من بين الوديان الثلاث (780) م فوق مستوى سطح البحر لوادي سويدي وادنى منسوب (270) م عند المنفذ لوادي السلام . يبين الجدول (1) الخصائص الطوبوغرافية للوديان الثلاثة واحداثيات منفذ كل وادي:



الشكل (4) :حدود الجابية ومناسيب وخطوط الجريان حوض وادي السلام.

الجدول (1) : الخصائص المورفولوجية للاحواض الثلاثة في البحث.

اسم الحوض	المساحة(كم^2)	الميل %	الطول (كم)	معدل المنسوب (م)	احداثيات المنفذ
سويدي	**470**	**3.7**	**40.7**	**444**	**36° 50` 25"N , 42° 29` 44" E**
كرنولد	**78.3**	**2.2**	**22.1**	**388.3**	**36° 49` 48" N, 42° 30` 14"E**
السلام	**51.4**	**5.3**	**12.7**	**407**	**36° 44` 24" N, 42° 44` 26"E**

3 :1 نوع التربة واستخدام الارض:

اعتمادا على نتائج دراسات سابقة [11] وخرائط استخدام الارض [12] ونوع التربة [13] كان هنالك اختلاف في نوعية التربة واستخدامها حيث تراوحت الترب بين مزيجية غرينية ومزيجية طينية غرينية لوادي سويدي والذي يقع ضمن مناطق منبسطة نسبياً، وطينيه، مزيجية غرينية وغرينية للوادي كرنولد الذي يقع مابين مناطق جبلية متموجة ومناطق منبسطة، اما بالنسبة للوادي السلام فيقع ضمن مناطق جبلية نسبة كبيرة منها غير صالحة للزراعة والتي امتازت ان نسبة كبيرة من مساحته تربة ذات نسبة الطين العالية وهي تربة طينية ، غرينية و مزيجية طينية غرينية كما مبين في الشكل (5) لسويدي وكرنولد والسلام. ويبين الجدول (2) نسبة خصائص ونسب مكونات التربة، كثافتها الحقلية والحقيقية منطقة الدراسة [11].

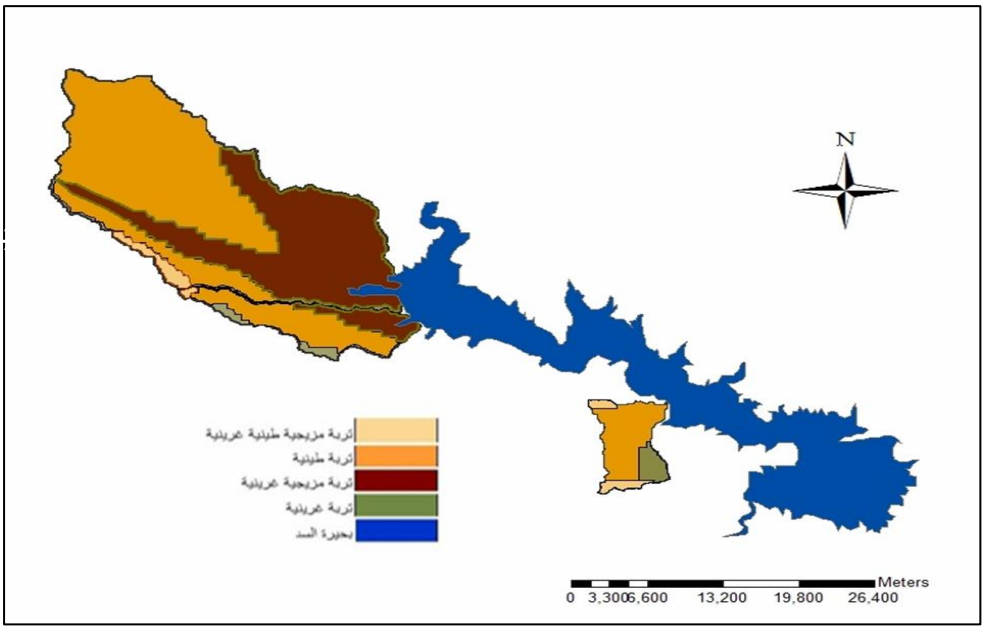
الجدول (2): خصائص ونسب توزيع احجام دقائق التربة لمنطقة الدراسة

تصنيف التربة	نسبة الرمل %	نسبة الغرين %	نسبة الطين %	المواد العضوية غم/ كغم	الكثافة الحقيقيه غم/سم^3	الكثافة الظاهرية غم/سم^3
مزيجية غرينية	5.7	43.2	51	3.7	2.39	1.39
مزيجية طينية غرينية	48.7	25.3	25.5	10	2.40	1.42
طينية	35	20	45	6.7	2.42	1.38
غرينية	42.2	35.2	22.2	5.2	2.40	1.40

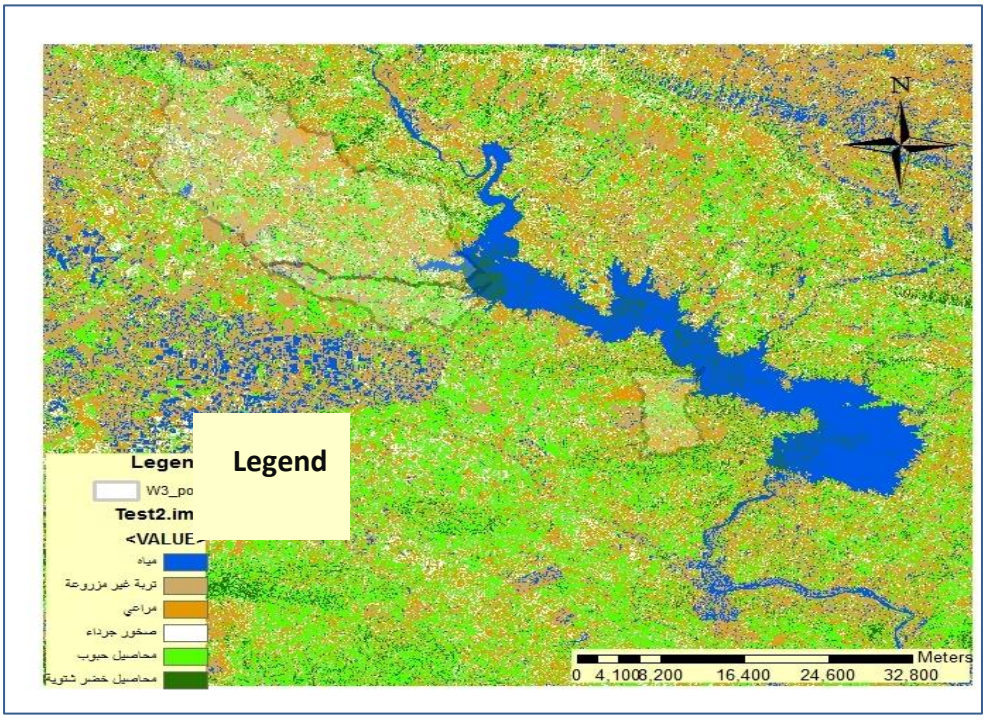
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

تراوحت الكثافة الظاهرية لتربة المنطقة الدراسة مابين (1.38- 1.42)غم /سم^{3}والكثافة الحقيقية بين (2.39-2.42) غم /سم^3 ، وكما موضح في الجدول (2) .

اما استخدام الارض فان نسبة كبيرة من مساحات الوديان الثلاثة هي اراضي مراعي وهنالك مساحات تزرع بمحاصيل شتوية (الحنطة والشعير) اضافة الى بعض مساحات خضروات واراضي مزروعة ومراعي ومساحات غير صالحة للزراعة، كما مبين في الشكل (6)



الشكل (5): خارطة نوع الترب لمنطقة الدراسة



الشكل(6): خارطة استخدام الارض لمنطقة الدراسة

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4-تطبيق النموذج:

اجريت معايرة للنموذج لمنطقة قربية من منطقة الدراسة (نهر الخوصر الموسمي) حيث طبق نموذج Geowepp والذي لتقدير حجم الجريان السطحي وحمل الرسوبيات واعطى نتائج جيدة بين القيم المقاسة والمحسوبة لكل من السيح السطحي وحمل الرسوبيات [14] حيث كان معامل الارتباط وكفاءة النموذج (Nash) 0.83 و86 على التوالي للسيح السطحي و 0.93 و87 على التوالي لتراكيز الرسوبيات. اعتمدت البيانات المناخية لمحطة سد الموصل للسنوات 1994 الى 2012 متضمنة عمق المطر اليومي اضافة الى البيانات المناخية لمدخلات النموذج ، كذلك البيانات نموذج المناسيب الرقمية DEM بابعاد 30*30 متر. لوصف الخصائص الطوبوغرافية للوديان قيد الدراسة واعداد الخرائط اللازمة لتشغيل النموذج وتحديد حوض كل وادي اضافة الى تحديد مسارات واتجاه الجريان وفصل خلايا الجريان السطحي عن جريان القناة. من الدراسات السابقة [11] و[12] و[13] اعتمدت خرائط نوع التربة وخرائط استخدام الارض والتي تعتبر من اساسيات عمل النموذج المعتمد في تحديد خصائص كل حوض ثانوي او كل مساحة محددة ضمن الحوض الرئيسي والتي ينعكس تاثيرها على حجم السيح الناتج وحمل الرسوبيات. يبين
الجدول (3) نتائج عمق السيح ومعامل السيح، اضافة الى تراكيز الرسوبيات وكمياتها لوحدة المساحة لكل حوض من احواض منطقة الدراسة لاحد العواصف المطرية.

الجدول (3) : نتائج النموذج تقدير عمق السيح ،معامل السيح ، تراكيز الرسوبيات وحمل الرسوبيات لاحدى العواصف المطرية.

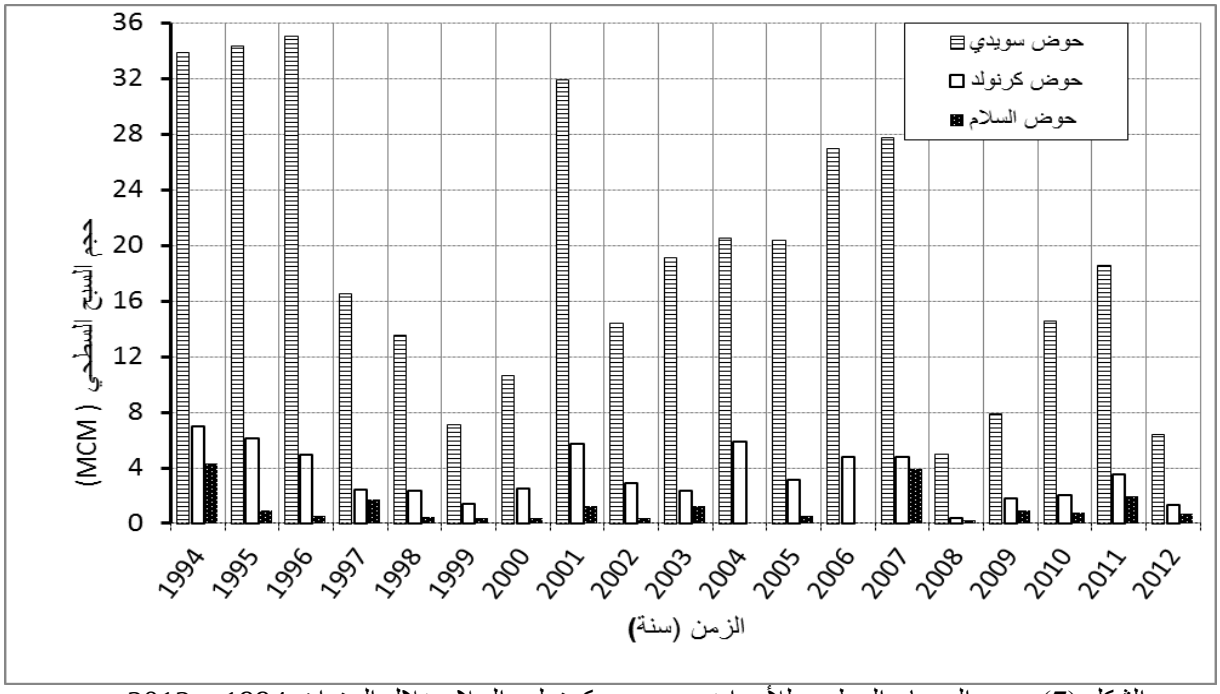
تاريخ العاصفة المطرية	اسم الوادي	عمق المطر (ملم)	عمق السيح (ملم)	معامل السيح	الانتاج الرسوبيات لوحدة المساحة طن/كم^2	تركيز الرسوبيات (كغم/م^3)
30/12/1994	سويدي	20	2.6	0.130	23.14	0.89
30/12/1994	كرنولد	20	3.1	0.155	15.19	0.49
30/12/1994	السلام	20	3.3	0.165	6.27	0.19

5- المناقشة:

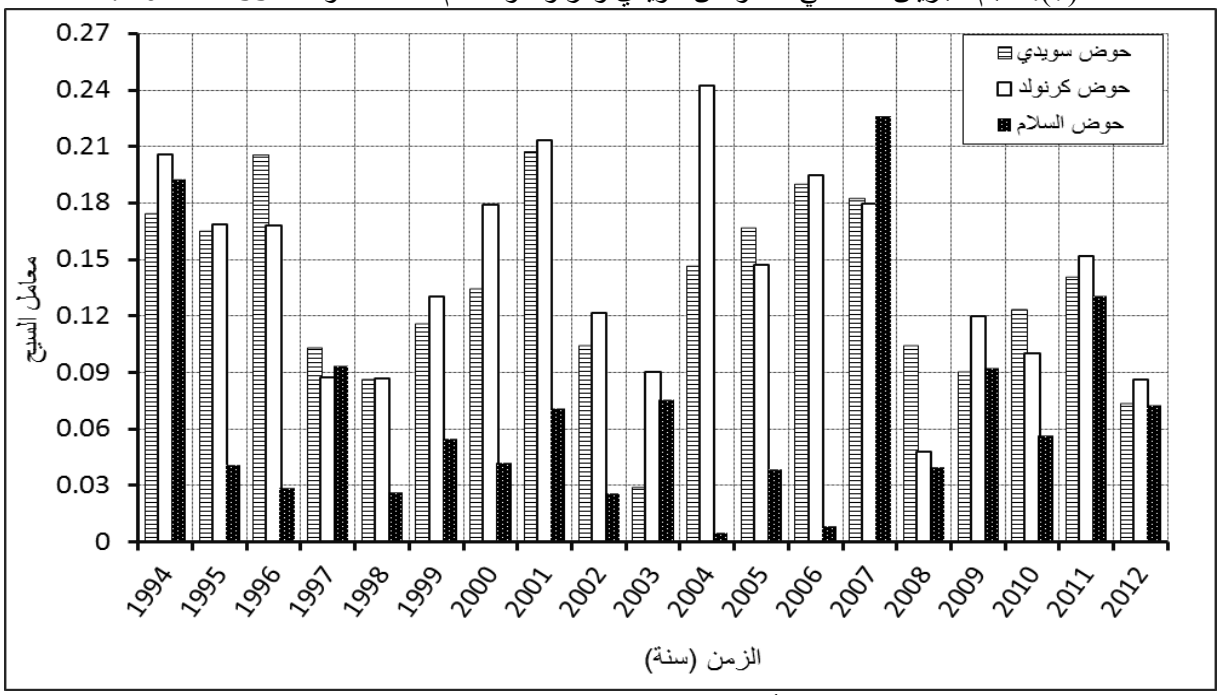
تعد عملية استخدام النماذج الرياضياتية من الاساليب الحديثة في محاكاة وحل العديد من المسائل الهيدرولوجية ومنها نماذج تقدير حجم السيح السطحي الناتج عن الامطار ومقدار تراكيز وحمل الرسوبيات خاصة للأحواض المائية غير المرصودة من اجل التنبؤ بكمياتها والتي تلعب دورا كبيرا في تصميم سعة المنشآت الهيدروليكية وفي تشغيلها.
اعتمد النموذج GeoWEPP لتقدير حجم الجريان السطحي والرسوبيات التي تصب من الوديان الرئيسية للضفة الغربية لبحيرة سد الموصل وهي حوض وادي سويدي وكرنولد والسلام للفترة من عام 1994 الى 2012 سنة.
من ملاحظة نتائج الجريان السطحي في الشكل (7) تبين ان اكبر مقدار لحجم السيح السطحي السنوي كان عند حوض وادي سويدي حيث تراوحت قيم حجم السيح السطحي ما بين 10^6 *(4.2 الى 35) م^3 وبمعدل 10^6* 19.2 م^3 للفترة المعتمدة وهو الحوض ذو المساحة الاكبر اما حوض وادي كرنولد كان مقدار حجم السيح السطحي السنوي له اقل من حوض وادي سويدي فتراوحت قيمه ما بين 10^6 *(0.4 الى 6.7) م^3 وبمعدل 10^6*3.4 م^3 اما حجم السيح السطحي السنوي لحوض وادي السلام فتراوحت قيمه ما بين 10^6 *(0.062 الى 4.3) م^3 وبمعدل 10^6*1.1م^3 بسبب مساحته الاصغر. بشكل عام كان حجم الجريان الاقصى للسنوات ذات العمق المطري الاقصى او الاعلى من المعدل، كون ان حجم السيح السطحي لايعتمد فقط على العمق السنوي للامطار الساقطة بل كذلك على توزيعها خلال السنة وعلى الشدة المطرية او العمق اليومي للامطار الساقطة اضافة الى تاثير معامل السيح السطحي لكل حوض والعوامل المؤثرة عليه. في حين ان الحجم الاقل للجريان السطحي كان للسنوات ذات العمق المطري الادنى من المعدل حيث كانت للسنوات 2008, 2012 والذي يبلغ عمق المطر السنوي لها 106و 193 على التوالي .
اما معامل السيح السطحي السنوي الذي يمثل النسبة بين العمق المكافى للسيح السطحي الى عمق الامطار الساقطة والمتأثر بالعديد من العوامل كطبيعة السطح وانحداره ونوع التربة وخصائصها اضافة الى استخدام الارض وطبقة الغطاء النباتي فيها وشدة المطر فقد تباينت ايضا قيم معامل السيح السطحي ما بين 0.07 الى 0.21 لحوض وادي سويدي، بينما كانت قيم معامل السيح لحوض وادي كرنولد ما بين 0.04 الى 0.24 ووادي السلام مابين 0.03 الى 0.22 كما موضح في

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل (8).في حين تراوحت قيم معامل السيح السطحي لوادي سويدي وكرنولد من 0.047 الى 0.53 و 0.029 الى 0.49 على التوالي لعمق مطر تراوح بين 15.5 الى 79.9 لدراسة اجريت من قبل [15]. ان الاختلاف في معامل السيح السطحي بين الاحواض الثلاثة كونها ذات استخدام ارض مختلف وهذا ينعكس على معادلة الارتشاح من حيث تغير المحتوى الرطوبي للتربة مع الزمن بين عاصفة مطرية واخرى واختلاف تقديراتها حسب نوع التربة ومقدار فواقد التبخر ورطوبتها الاولية. ان الاختلاف بين نتيجة الدراستين يعود الى ان قيم معامل السيح السطحي المقدمة من قبل [15] هي لعواصف امطار افتراضية بعمق يتراوح مابين 15.5 و 79.9 ملم والعمق الكبير للامطار يسبب زيادة في معامل السيح، في حين ان القيم المقدمة هنا هو المعدل السنوي لمعامل السيح لبيانات حقيقية.



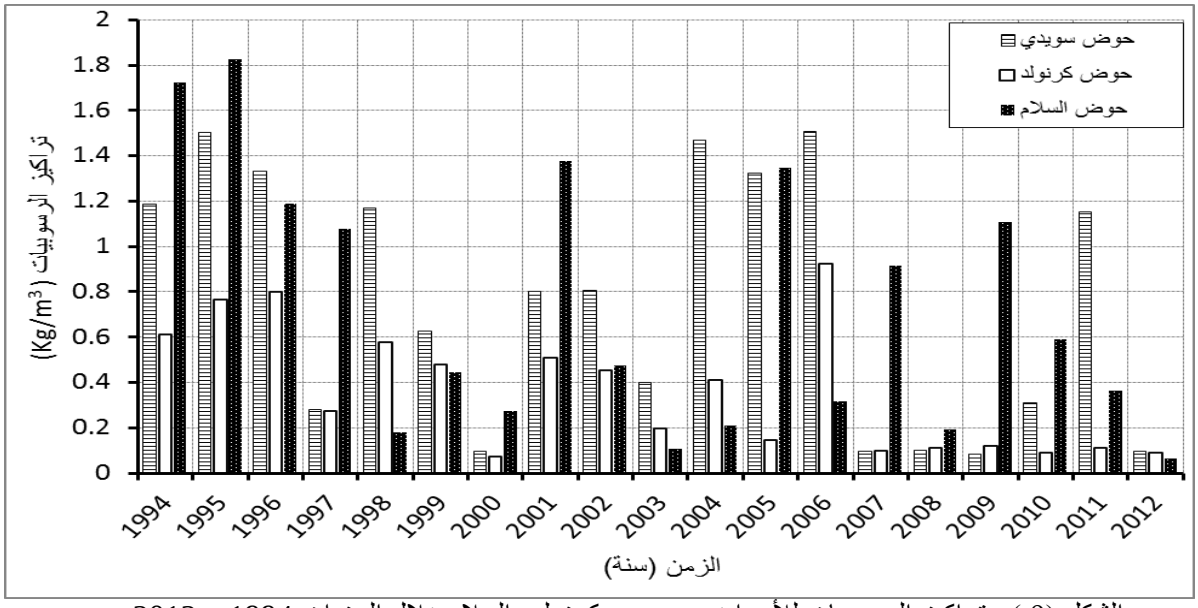
الشكل (7): حجم الجريان السطحي للأحواض سويدي وكرنولد والسلام خلال السنوات 1994 – 2012 .



الشكل (8): معامل السيح السطحي للأحواض سويدي وكرنولد والسلام خلال السنوات 1994 – 2012

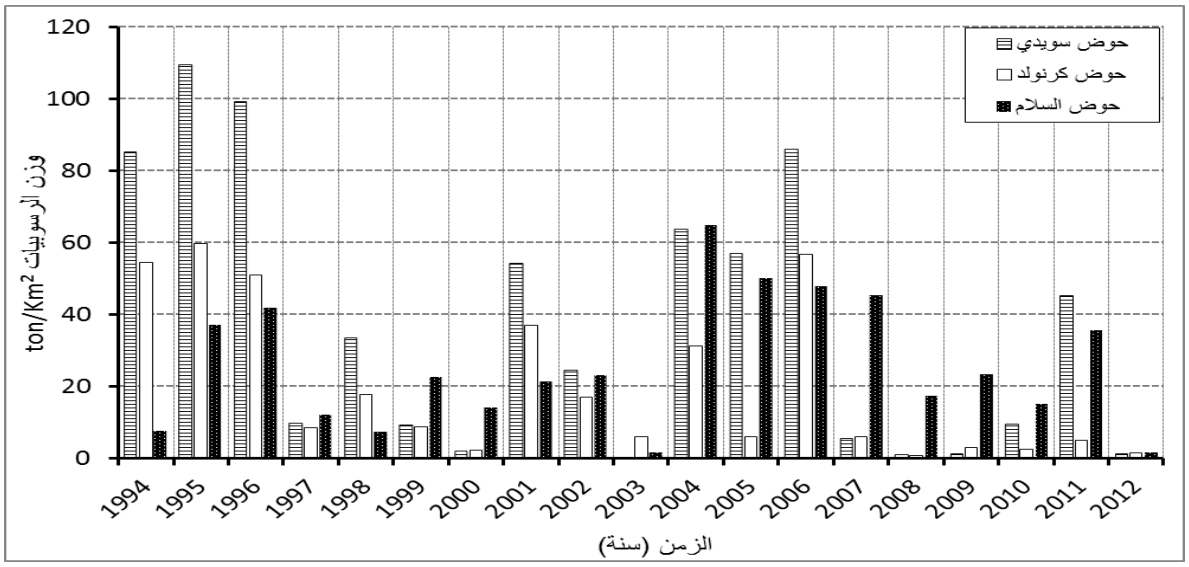
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ان تراكيز الرسوبيات المحمولة مع الجريان السطحي تعتمد على العديد من العوامل من ميل سطح الجابية وسرعة الجريان ونوعية التربة ونسبة مكوناتها من الطين ، الرمل ، الغرين وعمق السيح السطحي وكذلك كان لمعامل السيح تاثير فعال على تراكيز الرسوبيات يوضح في الشكل (9) تراكيز الرسوبيات للوديان الثلاثة خلال المدة المعتمدة حيث تراوحت تراكيز الرسوبي السنوية لحوض وادي سويدي مابين 0.08 الى 1.5 كغم/م^3 وبمعدل 0.75 كغم/م^3 في حين تراوحت قيم تراكيز الرسوبيات لوادي كرنولد من 0.07 الى 0.92 كغم/م^3 وبمعدل 0.36 كغم/م^3 اما حوض السلام فتراوحت قيمه من 0.06 الى 1.82 كغم/م^3 وبمعدل 0.72 كغم/م^3، وهنا يظهر بوضوح تاثير استخدام الارض على هذه القيم حيث ان وادي السلام ذونسبة المساحة الاكبر نسبيا من الاراضي غير المزروعة اعطى اكبر قيم لمعدل تراكيز الرسوبيات.



الشكل (9) : تراكيز الرسوبيات للأحواض سويدي وكرنولد والسلام خلال السنوات 1994 – 2012

ان مقدار الانتاج الرسوبي لوحدة مساحة لكل وادي يعتمد على تراكيز الرسوبيات المنقولة وحجم الجريان السطحي السنوي حيث تراوح من 1 الى 110 طن/كم^2 وبمعدل 37 الف/كم^2 لوادي سويدي في حين تراوحت قيم حوض كرنولد من 0.6الى60 طن/كم^2 وبمعدل 20طن/كم^2 اما حوض وادي السلام تراوحت القيم بين2 الى65 طن /كم^2 وبمعدل 26طن/كم^2 كما موضح في الشكل (10).



الشكل (10): وزن الرسوبيات لوحدة مساحة للأحواض سويدي وكرنولد والسلام خلال السنوات 1994 – 2012

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ومن ملاحظة جميع النتائج تبينت الزيادة في نسبة وزن الرسوبيات ومعدل تراكيزها لوادي سويدي وكانت نسبة هذه الزيادة معتمدة على ميل سطح الجابية البالغ 3.7 % ومساحته الكبيرة بالمقارنة مع بقية الوديان ذو التربة المزيجية الغرينية والمزيجية الطينية الغرينية، حيث بزيادة الميل تزداد تراكيز الرسوبيات لان زيادة الميل تزيد من سرعة الجريان وطاقة التربة في فصل ونقل دقائق التربة كما سوف يقلل من الطاقة اللازمة لفصل ونقل دقائق التربة نتيجة لزيادة مقدار مركبة وزن الحبيبة باتجاه الميل او اتجاه الجريان مما يساعد على نقل دقائق اكثر وبالتالي زيادة التراكيز وكلما قل الميل قلت الانتاج الرسوبي وتركيزه هذا عند تماثل نوع التربة واستخدام الارض ونوع محاصيله الزراعية . كما ان نوع التربة ذات النسبة الاقل من الطين تساعد على فصل دقائق التربة بشكل اسهل بالمقارنة مع الترب ذات نسبة الطين الاعلى. في حين ان حوض وادي السلام ذو التربة الطينية ذات النسبة الاكبر من المساحة والذي ميله اعلى من حوض وادي سويدي والبالغ 5.3 % فان معدل تراكيز الرسوبيات تعتبر عالية نسبيا بالمقارنة مع حوض كرنولد وذلك لتاثير ميل السطح واستخدام الارض حيث ان نسبة كبيرة منها غير مزروعة الا ان وزن الرسوبيات كانت اقل نسبيا مقارنتا مع حوض وادي سويدي وهذا يدل على ان تاثير عمق وحجم الجريان السطحي ومساحة الحوض حيث ان تاثير عمق الجريان وكمياته هو الذي زاد في تركيز الرسوبيات في حوض وادي سويدي بالمقارنة مع حوض وادي السلام اضافة الى تاثير المساحة الكلية للحوض. حيث بلغ عمق الجريان السطحي لوادي سويدي والذي تراوح من 11 الى 76 ملم يعني زيادة طاقة الجريان وبالتالي فان زيادة طاقة فصل ونقل الرسوبيات تسبب زيادة في تراكيز الرسوبيات.

6-الاستنتاجات:

اعتمد نموذج التنبؤ بنحر المياه (WEPP) والذي يعمل مع نظام المعلومات الجغرافية (GIS) في تقدير السيح السطحي وحمل الرسوبيات المنقولة من الوديان المحيطة بالضفة الغربية لبحيرة سد الموصل وهو احد السدود الكبيرة الواقع على نهر دجلة شمال العراق. قدر حجم السيح السطحي وحمل الرسوبيات للسنوات (1994-2012) والتي تمثل حدود20% من العمر التصميمي له لملاحظة نسبة هذه الرسوبيات خلال الفترة المعتمده من القيمة التصميمية.

اظهرت النتائج ان المعدل السنوي لحجم الجريان السطحي الداخل الى البحيرة خلال الفترة المعتمدة بلغ $19.2 * 10^6$ و $3.4*10^6$ و $1.1*10^6$م^3 للاحواض الثلاثة الرئيسية سوادي، كرنولد والسلام على التوالي. اي ان مجموع المعدل السنوي لها بلغ $23.7 * 10^6$ م^3. اما حمل الرسوبيات المحمولة من هذه الوديان الثلاثة الرئيسية والداخلة الى بحيرة السد فقد بلغت 330.5 و29.2 و20.5 الف طن للأحواض الثلاث على التوالي، اي ان مجموع حمل الرسوبيات الاجمالي الداخل الى البحيرة خلال السنوات المعتمدة بلغ بحدود $380*10^3$ طن. ان هذه الرسوبيات تمثل0.015 % من الحجم التصميمي للخزين الميت التصميمي للسد وهي اقل من القيمة التصميمية في حالة اعتبار انها جميعها سوف تترسب داخل الخزان اي ان كفاءة الاصياد 100% . ولكن هناك كميات اضافية من الرسوبيات من مجرى النهر الرئيسي والوديان من الضفة الشرقية . ان هذه الرسابات لاتشكل نسبة كبيرة او عامل سلبي في تغير العمر التصميمي للسد ولكن قد تكون المشكلة تراكم هذه الرسوبيات وتجمعها عند مصب هذه الوديان في البحيرة وتأثيرها على المنشأت القريبة منها، وبشكل خاص وادي سويدي ذو الحمل الاكبر من الرسوبيات و القريب من محطة الضخ لمشروع ري الجزيرة الشمالي والتي تعاني من مشاكل تراكم الرسوبيات قربها وتاثيرها على ادائها. ويكمن معالجة ذلك بالاساليب المتلفة لتثبيت التربة من خلال استغلالها زراعيا باي نوع من النباتات او المزروعات اضافة الى اسلوب سدود الاحتجاز الصغيرة على الوادي لتجميع الرسوبيات فيه.

7- المصادر

1- Cambazoglu, M. K., and Gogus, M., "Sediment yields of basins in the western Black sea region of Turkey" ,Turkish J. Eng. Env. Sci.,28,(2004),355-367.

2- Cecilio, R. A., Rodriguez, R. G., Baena, L. G. N.,and Oliveira, F. G., Pruski, F.F., Stephan, A. M., and Silva,J.M. A., "Analysis of the rusle and wepp models for a small watershed located in vicosa, Minas gerais stste, Brazil" ISCO 2004-13th International soil conservation organization conference- Brisbane, July , 2004.

3- Mishra S. K., Tyagi, J. V., Singh, V. P., and Singh, R., "SCS-CN-based modeling of sediment yield ", journal of hydrology , 324,(2006), 301-322.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4- Verma,A. K., Jha, M. K., and Mahana, R . K.," Evaluation of HEC-HMS and WEPP for simulating watershed runoff using remote sensing and geographical information system ", Paddy water environ, 8, (2010), 131-144.
5- Albaradeyia, H., Hani, A., and Shahrour, " WEPP and ANN models for simulation soil loss and runoff in a semi-arid Mediterranean region", Environ monit assess , 180, (2011), 537-556.
6- Mohammad, E. M., Nadhir, A. and Sven, K., " Sediment delivery from right bank valleys to mosul reservoir, IRAQ", Journal of Ecology and Environmental Sciences, Volume 3, Issue 1, 2012, pp.-50-53.
7- Flanagan, D. C., Frankenberber, J. R., Renschler, C. S. and Engel, B. A., "Development of web-based GIS interfaces for application of the WEPP model" ISCO 2004-13th International soil conservation organization conference- Brisbane, July , 2004.
8- Butler, G. B., "Evaluating water quality impacts of alternative management practices through development of a bmp database ", Thesis , Auburn University, 2007.
9- Risse , L. M., Nearing, M. A., and Savabi, M. R., "Determining the green-ampt effective hydraulic conductivity from rainfall – runoff data for the WEPP model", Transactions of the ASAE, Vol. 37, No.2, 1994, 411-418.
10- Wanyonyi, S. W., "Sediment management in masinga reservoir , Kenya", thesis M. Sc., University of agricultural sciences(BOKU), Vienna, Austria, 2002 .
11- الصائغ ، ايمن طلال، " استخدام معطيات التحسس النائي في تقييم استخدامات الاراضي وعلاقتها ببعض خصائص التربة في (جنوب غرب بحيرة سد الموصل)،اطروحة ماجستير في اختصاص التحسس النائي/علوم التربة والمياه ، 2006
12- الحمداني، منال رأفت خالد، " التحليل المكاني لاستعمالات الارض الزراعية في قضاء تلعفر" اطروحة ماجستير في اختصاص الجغرافية البشرية،كلية التربية جامعة الموصل،2013
13 - بيورنك، اراضي العراق واحوال التربة، وزارة الزراعة، بغداد ، جمهورية العراق، صفحة 337، 1960.
14- Mohammad, E. M., "A Conceptual model for flow and sediment routing for a watershed northern Iraq" , ph .D thesis, university of mosul, Iraq. 2005.
15 – رشيد وعبدالباقي ، انس محمود محمد ويسرى طه، " تقدير السيح السطحي والانتاج الرسوبي لوادي سويدي وكرنولد"، مجلة تكريت للعلوم الهندسية، مجلد (12) ، العدد (1) ،2005.

تم اجراء البحث في كلية الهندسة = جامعة الموصل

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com