

Republic of Iraq  
Ministry of Higher Education and Scientific Research  
University of Technology  
Building and Construction Engineering Department  
Water and Hydraulic Structures Engineering Branch



# Assessing the Accuracy of Runoff Modelling with Different Spectral and Spatial Resolution Data Using SWAT Model

A THESIS SUBMITTED TO THE BUILDING AND  
CONSTRUCTION ENGINEERING DEPARTMENT  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN PARTIAL  
FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE  
DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN WATER RESOURCES ENGINEERING

By  
Fouad Hussein Saeed  
(B.SC.,2002)

Supervised By  
Asst. Prof. Dr. Mahmoud Saleh Al-Khafaji

2016

## ABSTRACT

Currently, Digital Elevation Model (DEM) and Land Cover/Use (LC/LU) are available in different resolutions as product of many satellites. Thus, it is of important to evaluate which spatial and spectral resolution is the best to represent the hydrologic behavior. In this study, the DEMs of ASTER 30 m, resampled 50 m from ASTER 30 m, SRTM 90 and 250 m, and GTOPO 1000 m, in addition to LC/LU of Landsat 15 and 30 m, ESA 300 m, and MODIS 500, and 1000 m were examined by using Soil and Water Assessment Tool (SWAT) to evaluate the predicted runoff for three watersheds with different size and topography located in northern part of Iraq which are Dokan, Adhaim, and Duhok. All above spatial data were processed by ArcSWAT2012 to produce 20 models for each, of Dokan, Adhaim Watershed (except LC/LU of 15 m and for Duhok Watershed (except DEM 1000 m), these models were calibrated and validated on daily time step by SWAT-CUP, SUFI2 program. The statistical weather data for CFSR weather dataset were produced by pcpSTAT software and used for runoff simulation.

The results show that the watershed delineation of DEM based method used in SWAT is strongly affected by DEM resolution to determine watershed boundary, stream network, number of subbasins and total area especially in flat regions, the total area and number of subbasins changed irregularly with change DEM resolution. Furthermore, with decrease DEM resolution (coarser) the minimum altitudes increase and maximum altitudes decrease.

For all models, with the decrease (coarser) in DEM resolution the number of HRUs was decreased for each LC/LU resolutions. While, the number of HRUs increase with the decrease (coarser) in LC/LU resolution

until a specific resolution then the number of HRUs decrease with the decrease in the LC/LU resolution. This is because there are two parameters controlling the number of HRUs for particular LC/LU, which are the LC/LU resolution and number of feature classes. However, the LC/LU resolution and the number of feature classes depend on the spatial resolution of satellite image and the desired level of classification. While, for particular DEM one parameter is controlled the number of HRUs, which is the slope.

Moreover, results show that the simulation with DEM 90 *m* and LC/LU 1000 *m* of Dokan, DEM 250 *m* and LC/LU 1000 *m* of Adhaim, and DEM 30 *m* and LC/LU 30 *m* of Duhok produced the highest values of NS among the others with, 0.59, 0.68, and 0.69 respectively. The models of finer DEM and LC/LU resolutions did not provide accurate runoff simulation by SWAT model, also the large number of HRUs did not improve the runoff simulation. This because, the increasing on HRUs number generates over hydrologic parameterization against one observed variable used in calibration which is observed flow and the adjusting of LC/LU classes to matching the default SWAT LC/LU classes, leads much uncertainty on simulated runoff especially when the number of HRUs are increased.

The study recommends that, every watershed must be examined separately, where it is not possible to generalize the input data (DEM and LC/LU) of best runoff simulation to another watersheds. Also, the weather data of CFSR can be adopted as a source of weather data for hydrological modeling of Dokan, Adhaim and Duhok.



جمهورية العراق  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
الجامعة التكنولوجية  
قسم هندسة البناء و الإنشاءات  
فرع هندسة المياه و المنشآت الهيدروليكية

# تقييم دقة نمذجة السطح السطحي مع مختلف قدرات التمييز المكاني للبيانات الطيفية و المكانية باستخدام برنامج سوات

بحث مقدم الى الجامعة التكنولوجية قسم البناء و الانشاءات فرع هندسة المياه و المنشآت  
الهيدروليكية كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في هندسة الموارد المائية

من قبل الطالب  
فؤاد حسين سعيد  
بكلوريوس هندسة الموارد المائية (2002)

باشرف  
الاستاذ المساعد الدكتور محمود صالح الخفاجي

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

وَفِی الْاَرْضِ قِطْعٌ مُّتَجَاوِرَاتٍ وَجَنّٰتٍ مِّنْ اَعْنَابٍ وَزَرْعٌ  
وَنَخِیْلٌ صِنْوَانٌ وَغَیْرُ صِنْوَانٍ یُسْقٰی بِمَآءٍ وَّاحِدٍ وَنُفِصْلٌ  
بَعْضَهَا عَلٰی بَعْضٍ فِی الْاَكْلِ اِنَّ فِیْ ذٰلِكَ لَاٰیٰتٍ لِّقَوْمٍ  
یَعْقِلُوْنَ

صدق الله العظيم

سورة الرعد الاية (4)

## الخلاصة

في الوقت الحاضر، تتوفر نماذج الارتفاعات الرقمية و بيانات الغطاء الارضي بمختلف القدرات للتمييز المكاني كمنتجات للعديد من الأقمار الصناعية. لذلك من المهم تحديد قدرة التمييز المكاني و الطيفي التي تعبر عن افضل تصرف هيدرولوجي. في هذه الدراسة، البيانات الطبوغرافية لقدرة التمييز (ASTER30) و (Resampled 50) و (90 و SRTM250) و (GTOPO1000) م , اضافة الى بيانات الغطاء الارضي لقدرة التمييز (15 و Landsat30) و (ESA300) و (500) و (MODIS1000) م, تم اختبارها باستخدام برنامج سوات الهيدرولوجي لتقييم الجريان السطحي لثلاثة جابيات مختلفة في الحجم والتضاريس تقع في الجزء الشمالي من العراق و هي دوكان، العظيم، ودهوك. كل ما سبق من البيانات المكانية تمت معالجتها بواسطة ArcSWAT2012 لإنتاج 20 نموذج لكل من جابية دوكان و جابية العظيم (باستثناء الغطاء الارضي ذو 15 م)، و 20 نموذج لجابية دهوك (باستثناء البيانات الطبوغرافية ذو قدرة التمييز 1000 م)، تمت المعايرة والتحقق بواسطة برنامج SWAT-CUP ، برنامج SUFI2. البيانات الاحصائية للطقس الخاصة ب CFSR تم انتاجها بواسطة برنامج pcpSTAT لغرض محاكاة السيج السطحي. أظهرت النتائج أن تخطيط الجابية باستخدام طريقة الاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية المستخدمة في سوات تتأثر بشدة بقدرة التمييز لتلك البيانات لتحديد الحدود الفاصلة و شبكة الاودية، وعدد الجابيات الثانوية والمساحة الكلية وخاصة في المناطق المسطحة. تغيرت المساحة الكلية وعدد الجابيات الثانوية بشكل غير منتظم مع تغير قدرة تمييز نماذج الارتفاعات الرقمية. علاوة على ذلك، ان انخفاض قدرة التمييز المكاني للبيانات الطبوغرافية (زيادة الخشونة) يؤدي الى زيادة الارتفاعات القليلة وتقليل الارتفاعات العالية. لجميع الموديلات، فان نقصان قدرة التمييز المكاني لنماذج الارتفاعات الرقمية يؤدي الى تقليل عدد وحدات الاستجابة لكل قدرة تمييز للغطاء الارضي. الى حد معين فان عدد وحدات الاستجابة تزداد بزيادة دقة قدرة التمييز المكاني لبيانات الغطاء الارضي لحين الوصول الى اعلى عدد من وحدات الاستجابة. هذا لأن هناك عاملين يسيطران على عدد وحدات الاستجابة وهما قدرة التمييز و عدد الانواع في التصنيف. مع ذلك فان عدد من الانواع ميزة تعتمد على التحليل المكاني لصور الأقمار الصناعية والمستوى المطلوب من التصنيف. في حين، يسيطر عامل واحد على عدد وحدات الاستجابة بالنسبة لنماذج الارتفاعات الرقمية وهو الميل. بالإضافة الى ذلك أظهرت النتائج أن النماذج ذات قدرات التمييز المكاني لنماذج الارتفاعات الرقمية و بيانات الغطاء الارضي ( 90 و

1000 م لدوكان)، (250 و 1000 م للعظيم)، (30 و 30 م لدهوك) حيث حققت اعلى قيم NS بحدود 0.59، 0.68، 0.69 على التوالي. وخلصت الدراسة إلى أن طريقة الاعتماد على نماذج الارتفاعات الرقمية المستخدمة في سوات تعتمد بشكل كبير على الارتفاع الطبوغرافي للمسالك بالارتفاع المطلوبة لتحديد حدود الجابية وشبكة الوديان اما في المناطق ذات التضاريس المسطحة فان الفروق في الطبوغرافيا تكون قليلة الارتفاعات وهذا انعكس هذا في قدرة التمييز المكاني لنماذج الارتفاعات الرقمية وبالتالي على ترسيم حدود الجابية. اضافة إلى ذلك، فإن استخدام قدرة تمييز عالية الدقة لنماذج الارتفاعات الرقمية و لبيانات الغطاء الارضي لم تقدم دقة عالية في محاكاة الجريان السطحي بواسطة برنامج سوات، وكذلك فان العدد الكبير من وحدات الاستجابة لم تحسن محاكاة الجريان السطحي. لأن زيادة تلك الوحدات عدد يولد زيادة في المتغيرات الهيدرولوجية المطلوب اجراء الامثلية في المعايرة لها مقابل التصريف المرصود فقط فقط. بيانات الغطاء الارضي تم تقريبها لكي تتلائم مع بيانات الغطاء الارضي الافتراضية في برنامج سوات وهذا الامر يؤدي الى عدم الدقة بشكل كبير في نمذجة السيج السطحي. توصي الدراسة بان يتم نمذجة كل جابية على حدة حيث من غير الممكن تعميم افضل بيانات مدخلة لجابية معينة الى جابيات اخرى, اضافة الى ان بيانات الطقس المنتجة من CFSR تعد مصدر يمكن الاعتماد عليه في النمذجة الهيدرولوجية لجابيات دوكان و العظيم و دهوك.