

تقدير عمق الجريان السطحي لحوض وادي درنة بالتكامل بين تقنيات نظم المعلومات الجغرافية ونموذج SCS-CN

عبدالونيس عبدالعزیز رمضان عاشور

قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا

الكلمات المفتاحية:

الجريان السطحي
حالات رطوبة التربة AMC
حوض وادي درنة
نظم المعلومات الجغرافية GIS
نموذج SCS-CN

الملخص

يعتبر الجريان السطحي نتيجة تساقط الأمطار من المكونات الهيدرولوجية الهامة في تقييم الموارد المائية. تتوفر العديد من الطرق لتقدير الجريان السطحي من الأمطار ومع ذلك تظل طريقة حفظ وصيانة الترب الأمريكية SCS-CN الأكثر شيوعاً والأكثر استخداماً حيث أن رقم منحني الجريان السطحي (CN) هو عامل حاسم في هذه الطريقة ويعتمد على استخدام الأرض أو غطاء الأرض (LU/LC) ونوع التربة وحالات رطوبة التربة (AMC) في تقدير الجريان السطحي. تم تطبيق هذا النهج بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي درنة. تمت معالجة خرائط التربة وتصنيفها إلى مجموعات ترب هيدرولوجية (HSG) حيث كان HSG السائد في منطقة الدراسة هو التصنيف D. كذلك تم الدمج بين الطبقتين HSG و LU/LC لحساب قيم المنحني الموزون CN لكل حالة من رطوبة التربة (AMC). من خلال تطبيق هذه الطريقة تم تقدير متوسط حجم الجريان السطحي السنوي لمدة أربعين سنة خلال الفترة 1960-2000م في منطقة الدراسة بـ 138.51 مليون متر مكعب. علاوة على ذلك تم تقدير حجم الجريان السطحي لعاصفتين مطريتين بناءً على فيضان أكتوبر عام 1945 وأواخر نوفمبر عام 1986. حيث بلغ متوسط هطول الأمطار 145.7 و 64.14 ملم على التوالي. ويتبين من الحسابات أن حجم الجريان السطحي المتشكل أثناء فيضان عام 1945 م بلغ 53.36 مليون متر مكعب بما يمثل 40٪ من حجم الجريان السنوي بينما بلغ فيضان نوفمبر 1986 قيمة 14.8 مليون متر مكعب من المياه وهي قيمة مقارنة لما تم تسجيله من قبل الهيئة العامة للمياه آنذاك. من خلال النتائج المتحصل عليها يتضح أن منطقة الدراسة معرضة لمخاطر الفيضانات. لذلك يجب اتخاذ إجراءات فورية بإجراء عملية الصيانة الدورية للسدود القائمة لأنه في حالة حدوث فيضان ضخم فإن النتيجة ستكون كارثية على سكان الوادي والمدينة. كذلك إيجاد وسيلة لزيادة الغطاء النباتي بحيث لا يكون ضعيف ويسمح للتربة بالانجراف للحد من ظاهرة التصحر.

Estimation of the surface runoff depth of Wadi Derna Basin by integrating the geographic information systems and Soil Conservation Service (SCS-CN) model

Abdelwanees A. R Ashoor

Civil Engineering Department, Omar Al-Mukhtar University, Albeida, Libya

Keywords:

Runoff
SCS-CN method
GIS
Antecedent Soil Moisture (AMC)
Wadi Derna basin

ABSTRACT

Precipitation and runoff are the important hydrologic component in the water resources assessment. Many methods are available to estimate surface runoff from rainfall; however, the SCS-CN method remains the most popular and frequently used method as runoff curve number (CN) is a crucial factor of the SCS-CN method and depends on land use/land cover (LC/LU), soil type, and antecedent soil moisture (AMC). This approach with the geographic information system (GIS) was applied for estimating runoff volume of Wadi Derna Basin. Soil maps were processed and classified into hydrologic soil groups (HSG), where the dominant HSG in the study area is D. The HSG and LULC layers were intersected and the CN values and the weighted curve number for each antecedent moisture (AMC) condition were assigned. As a result of the model applied, the annual runoff volume for forty years during 1960–2000

*Corresponding author:

E-mail addresses: abdelwanees.ashoor@omu.edu.ly

Article History : Received 30 September 2022 - Received in revised form 22 November 2022 - Accepted 25 November 2022

in the study area was estimated by 138.51 Mm³. Furthermore, a volume flood has been estimated, based on the flood of October 1945 and late November 1986. Those events called for average precipitation of 145 and 64.14mm respectively. The rainfall of 1945 produced a volume flood of 53.36 Mm³, which represents 40 % of annual runoff volume, while the flood of November 1986 was 14.8 Mm³, which is in good agreement with the recorded flood in the basin. The results demonstrated that the study area has a high potential for flood risk. Therefore, dams of Wadi Derna basin is needed periodic maintenance. Moreover, increasing vegetation cover is required to reduce the phenomenon of desertification.

المقدمة

الفجائية التي تميز المنطقة [5]. قام الغرياني، 2015، أيضاً بتوظيف تقنيات الاستشعار عن بعد لتقدير الجريان السطحي لحوض التجميع بوادي كعام، وأشار الباحث الى دقة عالية للنتائج المتحصل عليها بواسطة نموذج-SCS CN وذلك عند مقارنتها بالنتائج الملاحظة و المسجلة بالحوض [6]. أشار الرباني، وآخرون، 2019، في دراستهم للجريان السطحي لبعض أحواض الأودية في شمال غرب ليبيا إلى إنه يمكن الاعتماد على نموذج-SCS CN مع GIS في تقدير حجم الجريان السطحي من حيث القيم المنحنية CN خاصة في حالة عدم وجود معلومات كافية لقياس التدفقات في بعض أحواض التجميع [7]. وفي دراسة بن طاهر، 2022، حول أخطار الفيضانات والسيول بحوض وادي القطارة استخدم الباحث التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية و نموذج SCS كوسيلة لدراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية [8]. بنفس الأسلوب تمت دراسة الجريان السطحي لحوض وادي بالعريض وحوض وادي الكوف بالاعتماد على نموذج SCS-CN مع GIS [109].

تشير هذه الدراسات الى أن استخدام طريقة SCS-CN مع تقنيات نظم المعلومات الجغرافية مفيدة جدا في تقدير الجريان السطحي ويمكن استخدامها في إدارة مستجمعات المياه بشكل فعال من خلال بناء قاعدة بيانات تفصيلية الغطاء الأرضي والبنية الجيولوجية والغطاء النباتي وظروف التربة المختلفة في منطقة الدراسة.

أجريت بعض الدراسات على منطقة الدراسة (حوض وادي درنة) بواسطة عدة شركات تعاقدت مع الدولة الليبية من أهمها الدراسة التي اجريت من قبل شركة HIDROPROJECT البيوغسلافية عام (1970-1972)، تناولت فيها الظروف الطبيعية لوادي درنة، ودراسة التراكيب الجيولوجية، والمصادر المائية بالإضافة إلى الدراسات المناخية، كما قامت الشركة بدراسة الجريان السطحي وتقدير الفيضانات المحتملة وتصميم سدي وادي درنة، لحماية المدينة من الفيضانات وعلي الرغم من أهمية هذه الدراسة، إلا أنها اعتمدت على بيانات لسلسلة زمنية قصيرة في ذلك الوقت مما أدى إلى وضع تقديرات غير دقيقة [11]. كذلك قامت شركة STOCKY السويسرية الهندسية للبنية التحتية وتطوير وتصميم وتنفيذ المشاريع سنة 2003م، بتكليف من قبل الهيئة العامة للمياه بدراسة خطورة الفيضانات في حوض وادي درنة، وتقديم مقترحات لإجراء تعديلات تصميمية لسدي وادي درنة للمحافظة على السدود من خطر الانهيار [12].

فيما يخص الدراسات التطبيقية على منطقة الدراسة التي استخدمت النماذج الرياضية، فقد عمل الأسطى ومسعود، 2015، على دراسة عدة أودية محيطة بمدينة درنة من ضمنها حوض وادي درنة بواسطة نموذج SMADA، حيث قام الباحثان بدراسة العلاقة بين تساقط الأمطار والجريان السطحي وتأثيره على مدينة درنة. عملوا على تصنيف أحواض الدراسة حسب خطورة الفيضانات الى ثلاث تصنيفات وضعت حوض وادي

يعتبر الجريان السطحي من أهم الموارد المائية خاصة في البيئات الجافة وشبه الجافة، لذلك لجأت العديد من الدول إلى استثمار هذا المورد من خلال مشاريع تكفل الاستفادة منه على أكمل وجه من خلال إنشاء السدود لحفظ مياه الأمطار المشكلة من الجريان السطحي أو استخدام تقنيات حصاد المياه كإنشاء الخزانات والآبار الاصطناعية، ولا تقتصر الغاية من دراسة الجريان السطحي على توفير مياه الشرب و ري المناطق الزراعية أو تغذية المخزون الجوفي فحسب، بل يدرس الجريان السطحي أيضا بهدف تقييم مستوى خطر الفيضانات المحتملة بسبب التذبذب والتباين في كميات الأمطار. فعندما يزيد معدل الأمطار عن المعدل العام قد يؤدي ذلك إلى حدوث فيضانات تسبب انجراف التربة وضياعها، و كذلك حدوث خسائر في المنشآت والأرواح، لهذا فإن دراسة الجريان السطحي يدخل ضمن الدراسات المتعلقة بمشاريع التخطيط الحضري والخدمات لكي يتم تحديد المواقع المثلى لإنشاء المشروعات والخدمات وفق معايير تكفل إقامتها في مواقع آمنة من أخطار الفيضانات.

في ظل الثورة التقنية والتقدم العلمي في تكنولوجيا الحاسب الآلي، وتدفق الكم الهائل من المعلومات عن كوكب الأرض من خلال بيانات الأقمار الصناعية، وتطور برامج نظم المعلومات الجغرافية أصبح بالإمكان صياغة الحلول الرياضية المتعلقة بحساب الجريان السطحي عن طريق توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد من أجل الحصول على تفاصيل دقيقة عن الجريان السطحي، وتعد طريقة حفظ وصيانة التربة الأمريكية (Soil Conservation Service Method, SCS) من الطرق الشائعة لتقدير الجريان السطحي الناتج عن العواصف المطرية المؤثرة على الأحواض غير المجهزة بمحطات قياس، حيث تتعامل هذه الطريقة مع العديد من المتغيرات والتي تتضمن كل من استعمالات الأرض وتنوعية التربة والغطاء النباتي والأمطار .

لقد تم إجراء العديد من الدراسات العالمية والمحلية حول استخدام طريقة (SCS-CN) في التقديرات المتعلقة بحسابات الجريان السطحي. نشير هنا إلى بعض الدراسات العالمية الحديثة فيما يتعلق بالجريان السطحي من خلال تطبيق نموذج (SCS-CN) بالتكامل مع نظم المعلومات الجغرافية GIS [3, 2, 1].

من ناحية أخرى ركزت العديد من الدراسات المحلية على الخصائص المورفومترية بسماوات الجريان السطحي لبعض أحواض التصريف داخل ليبيا، ومنها دراسة الزموت وافكرين، 2020، حيث اعتمدوا في دراستهم على تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية بالإضافة إلى الاستقصاء الميداني لدراسة المعايير الجيومورفولوجية لتقييم مخاطر الفيضانات في قرية الميخيلي [4]. في دراسة أخرى طبق الضراط، 2020، نموذج SCS-CN لتقدير حجم الجريان السطحي لوادي الكراث الواقع في نطاق بلدية طبرق شمال ليبيا حيث أشار الى مخاطر السيول على المنطقة نتيجة الأمطار

حوض وادي درنة يمكن تلخيصها فيما يلي:

1. حدوث بعض الأضرار في المنشآت الهيدروليكية القائمة والمتمثلة في سدي وادي درنة وذلك بعد فيضان عام 1986.
2. تكرار الفيضانات من حين إلى آخر أصبحت تشكل تهديد مستمر لسكان الوادي ومدينة درنة.
3. تآكل التربة في الحوض بسبب مياه السيول يعتبر مصدر قلق كبير يؤثر سلباً على الغطاء النباتي.
4. سوء الإدارة السليمة للموارد المائية بسبب قلة البيانات وعدم وجود محطات لقياس الجريان السطحي أدى إلى عدم استغلال مياه الأمطار التي تسقط على الحوض سنوياً.

هدف البحث

تقدير الجريان السطحي لحوض وادي درنة من خلال دراسة كميات الأمطار التي تسقط على الحوض سنوياً، وذلك بالاعتماد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS المتمثلة في استخدام حزمة الأدوات المتوفرة في برنامج ArcMap 10.2.2 تمكنا من تحقيق الأهداف التالية:

1. بناء قاعدة بيانات لغطاءات الأرض واستعمالها في حوض وادي درنة.
2. بناء قواعد بيانات هيدرولوجية تفصيلية للجريان السطحي لحوض وادي درنة.
3. الحصول على تقدير مناسب لحجم الجريان السطحي في الحوض سنوياً.
4. تحديد آثار خطر الفيضانات والخروج بتوصيات للحد من تلك المخاطر.

منطقة الدراسة

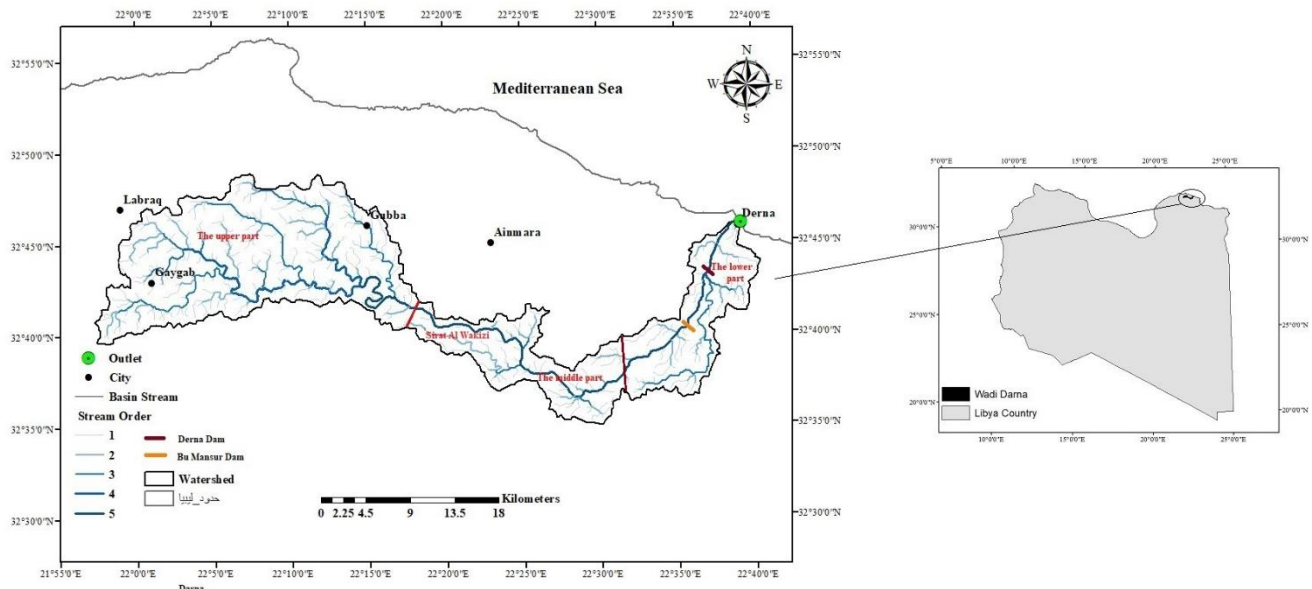
تقع منطقة حوض وادي درنة في الجزء الشرقي من الجبل الأخضر بين دائرتي عرض $32^{\circ} 48'$ و $32^{\circ} 34'$ شمالاً و خطي طول $21^{\circ} 59'$ و $22^{\circ} 38'$ شرقاً ويحده من الغرب مدينتي لبرق والفانديه، ويرتفع أقصى منسوب لوادي درنة حوالي 765 متر فوق مستوى سطح البحر من جهة الغرب ثم ينحدر في اتجاه الشرق ثم يتجه شمالاً إلى مصبه النهائي بالبحر ماراً بوسط مدينة درنة كما توجد بعض المراكز العمرانية داخل المساحة السطحية للحوض متمثلة في القبة والقيقب والملودة و يبلغ طول الحوض حوالي 70km تقريباً وتبلغ مساحته 570 km^2 و يبلغ متوسط العرض للحوض 8km تقريباً والشكل (1) يوضح الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة [11].

درنة في المنطقة متوسطة الخطورة، ولا يبدو هذا التصنيف دقيقاً نظراً لما يمثله الحوض من أهمية كبيرة من حيث المساحة وكمية الجريان السطحي المتكرر سنوياً بالإضافة إلى الأحداث التاريخية المتعلقة بالفيضانات والتي تسببت في خسائر مادية وبشرية؛ أثبتت النتائج التي تم التحصل عليها أن كمية الجريان السطحي الكلي عند تساقط الأمطار بإجمالي (60-70 - 90 - 110-120 ملم) هي (9.1 - 13.5 - 22.3 - 34.0 - 39.7 مليون متر مكعب) على التوالي [13]. وتمحورت دراسات أخرى حول الخصائص الجيومورفولوجية لنموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) لحوض وادي درنة، بهدف إنتاج خرائط رقمية للارتفاعات والانحدارات وشبكة التصريف والخروج بقياسات مورفومترية دقيقة للحوض اعتماداً على نظم المعلومات الجغرافية منها دراسة الباحثان سعد وعوض، 2020، ودراسة الفيتوري، لشهب، 2021، ودراسة مقارنة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية بين حوض وادي درنة و وادي مرقص المقدمة من بن عمران، 2021. [14, 15, 16]

نظراً لأهمية منطقة حوض وادي درنة وتأثيره على مدينة درنة كونه يشطر المدينة إلى نصفين وصولاً إلى البحر فان دراسة الجريان السطحي وخطورة الفيضانات أمر مهم لحماية المدينة ومرافقها الحيوية من الأخطار الناجمة عن الفيضانات، كما تعد مجالاً لإنشاء قاعدة بيانات جغرافية رقمية بالاعتماد على الربط بين تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية مع نموذج الهيئة الأمريكية لحماية الأراضي SCS-CN، لأن ذلك سيكون ذا أهمية كبيرة لارتباطه بالموارد البشرية والطبيعية في المنطقة، ويمكن الاستفادة منها في مجال استثمار المياه السطحية في شحن المخزون الجوي للمياه كذلك زيادة الغطاء النباتي للحد من ظاهرة التصحر بسبب انجراف التربة بفعل الفيضانات المتكررة.

مشكلة البحث

سنوياً تتسبب الفيضانات في موت العديد من الضحايا والكثير من التدمير في كثير من أنحاء العالم، لذلك يعتبر تقدير عمق الجريان السطحي وما قد يسببه من فيضانات محتملة من الممكن أن يقلل من هذه الأضرار؛ تاريخياً حدثت العديد من الفيضانات أدت إلى حدوث خسائر بشرية ومادية كما هو معروف لدى العديد من المعاصرين من أهالي مدينة درنة، لذلك تمت دراسة حوض وادي درنة أوائل السبعينيات في القرن الماضي وعلى ضوء هذه الدراسة تم تصميم وإنشاء سدين من النوع الركامي من قبل شركة HIDROPROJECT، الأول سد بومنصور بسعة 22.5 مليون متر مكعب، والثاني سد البلاد بسعة تخزينية 1.5 مليون متر مكعب حيث يبعد 10 كم شمال سد بومنصور، وذلك لحماية المدينة من الفيضان [11]. بسبب قلة البيانات لتقدير دقيق للجريان السطحي حدثت عدة مشاكل في



شكل 1: الموقع الجغرافي ورتب المجاري المائية لحوض وادي درنة وفق نتائج التحليل الهيدرولوجي ببرنامج ArcGIS10.2.2 .

استندت هذه الدراسة على المنهج التحليلي الوصفي القائم على تقنيي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، من خلال المعالجة الآلية للبيانات المستخدمة في الدراسة والمتمثلة في بيانات الاقمار الصناعية بصورة رئيسية، من أجل تحديد المتغيرات المساهمة في تشكيل الجريان السطحي والخروج بتصوير كامل عن طبيعة العلاقة بين المتغيرات المشتركة المسؤولة عن تشكيل الجريان السطحي في حوض وادي درنة.

نموذج جريان الأمطار (SCS-CN)

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو تقدير حجم الجريان السطحي الناتج من عاصفة مطرية مؤثرة في الأحواض التي لا تتوفر فيها محطات قياس للجريان السطحي كما هو الحال في حوض وادي درنة، و يعد منحى الجريان السطحي Curve Number (CN) عامل رئيسي في تحديد الجريان السطحي في فرضية طريقة حفظ التربة الأمريكية Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) التي تأخذ بالحسبان إستعمالات الأرض ونوعية التربة والبنية الجيولوجية والغطاء النباتي، وحالة رطوبة التربة المسبقة Antecedent soil moisture condition (AMC) حيث يشير AMC إلى رطوبة سطح التربة أو كمية الرطوبة المتاحة في قطاع التربة، أو درجة التشبع قبل بدء العاصفة، هناك ثلاثة حالات لرطوبة التربة وفقاً للظروف المختلفة وحدود هطول الأمطار لمواسم الجفاف (Dormant season) والمواسم الرطبة (Growing season) كما هو موضح في الجدول (1) ولكل حالة من هذه الحالات قيم CN خاصة بها.

جدول 1: تصنيف الحالة المسبقة لرطوبة التربة AMC وفقاً لطريقة SCS-CN [10]

AMC (mm)		تصنيف AMC
الموسم الرطب Growing season	الموسم الجافة Dormant season	
أقل من 35.6	أقل من 12.7	I
35.6 – 53.3	12.7 – 27.9	II
أكبر من 53.3	أكبر من 27.9	II

يعتبر ارتفاع سطح الأرض من أهم العوامل التي تؤثر في كمية الأمطار وتوزيعها ويتدرج الارتفاع في منطقة الدراسة من ناحية الغرب بداية من خط تقسيم المياه الذي يفصل بينه وبين حوض وادي الكوف، ويصل ارتفاعه في هذا الجزء إلى 765m ويقل هذا الارتفاع إلى 200m في مصب الوادي. ويمكن تقسيم حوض وادي درنة حسب ارتفاعه عن مستوى سطح البحر إلى ثلاثة أجزاء كما يلي:

1. الجزء الأعلى The upper part

يشكل هذا الجزء حوالي 60% من مساحة الحوض تصل تقريباً إلى 330km² ويبدأ من الحدود الغربية للحوض بارتفاع يصل إلى 765m فوق مستوى سطح البحر إلى سيرة الوشكة الذي يبلغ ارتفاعها حوالي 500m فوق مستوى سطح البحر، وحدوث الجريان السطحي في هذا الجزء نادراً جداً بسبب قلة الانحدار والمسامية العالية وانتشار الحفر والبولوعات الكارستية بشكل كبير في السطح الواسع بين منطقة الايرق والقيقب [11].

2. الجزء الأوسط The middle part

يبدأ هذا الجزء من الحوض من سيرة الوشكة إلى سد بو منصور وتبلغ مساحته السطحية حوالي 140km² بطول يصل إلى 30km وبمتوسط عرض حوالي 4.5km ويصل ارتفاعه إلى 350m فوق مستوى سطح البحر، ويعتبر أضيق أجزاء الحوض وتكثر فيه الحفر والفتحات الكارستية [11].

3. الجزء الأدنى The lower part

يغطي هذا الجزء المنطقة الممتدة بين سد بو منصور إلى مصب الوادي مارا بوسط مدينة درنة، وتصل مساحته حوالي 100km² ويبلغ ارتفاعه 200m فوق مستوى سطح البحر حيث يبدأ في الانحدار وصولاً إلى سطح البحر، وينحدر الجزء الداخلي منه انحداراً شديداً عند سد بو منصور حيث تزداد كثافة الجريان السطحي بشكل كبير، يمكن أن تتحول إلى فيضانات خطيرة لذلك تم إنشاء سدين في هذا الجزء لحماية المدينة من الفيضانات متمثلة في سد البلاد وسد بو منصور [11].

المواد وطرق العمل

جدول 2: المجموعات البيدرولوجية للتربة وفق تصنيف SCS-CN

[17،

صنف التربة	عمق الجريان	صنف التربة
تحتوي تربة المجموعة A على أقل من 10% من الطين وأكثر من 90% من الرمل أو الحصى ولها قوام من الحصى أو الرمل.	قليل	A
عادةً ما تحتوي تربة المجموعة B على ما بين 10% إلى 20% من الطين و 50% إلى 90% من الرمل ولها قوام رمل طيني أو قوام طيني رمل.	متوسط	B
طبقة طينية محدودة العمق مع معدل ارتشاح دون المتوسط أو طبقة صخرية مغطاة بطبقة من التربة.	فوق المتوسط	C
تحتوي تربة المجموعة D عادةً على ما بين 20% و 40% من الطين وأقل من 50% من الرمل ولها قوام طمي ، و طمي ، و طمي طيني رمل ، و طمي طيني ، و قوام طيني طيني.	عالي	D

مصادر البيانات

تنوعت البيانات المستخدمة في هذه الدراسة ما بين بيانات كمية ونوعية كما تعددت طرق توظيفها، حيث تمثلت البيانات الكمية في مرئيات الأقمار الصناعية، ونماذج الارتفاعات الرقمية، والهيدرولوجية الخاصة بالأقمار، بينما ضمت البيانات النوعية الخرائط المستعملة في التعرف على استخدامات الأرض وغطاءاتها، ويمكن ترتيب البيانات على النحو التالي:

مرئيات الأقمار الصناعية

استخدمت الدراسة نماذج الارتفاعات الرقمية DEM المختصر ل Digital Elevation Modeling المأخوذة من المكوك الراداري Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) المختصر ل ArcMap 10.2.2 التابع لوكالة الفضاء الأمريكية (NASA) بتاريخ 23 / 09 / 2014 م و بدقة تمييز مكانية بلغت 30 متر، حيث تم تحديد نقطة المخرج للحوض Outlet ثم استكملت خطوات المعالجة داخل برنامج ArcMap 10.2.2 للحصول على ملف يحدد محيط الحوض (خط تقسيم المياه) وهو بمثابة طبقة الأساس، بناءً عليه تم اقتطاع حدود منطقة الدراسة؛ تسلسل العمل تم داخل قائمة Spatial Analysis Tools من خلال استخدام أداة Flow Direction الواقعة ضمن أدوات Hydrology حيث تم الحصول على شبكة إتجاه الجريان داخل حوض التجميع، والذي يعتمد على الإنحدارات التضاريسية في المنطقة حيث تتحرك المياه من الإنحدار الأشد إلى الأكثر إنخفاضاً، بعد ذلك باستخدام أداة Flow Accumulation تم تحديد مناطق تجمع الجريان داخل حوض التجميع أي بمعنى القيام بتحديد الخلايا ذات أكبر كمية للجريان، والتي تكون عند أسفل المجرى المائي وذلك نتيجة لتتابع المنحدرات في الأودية الرئيسية، ومن خلال هذه الطبقة تم إنتاج شبكة المجاري المائية لحوض التجميع حيث تم تحديد حدود الحوض وكذلك نقطة الخروج Outlet التي تتجمع عندها كل الروافد تقريباً، و حساب مساحته التي بلغت 570 km² كما هو موضح في الشكل (1). و يبين الجدول (3) الخصائص المساحية و التضاريسية التي تم الحصول عليها بواسطة التحليل الهيدرولوجي للحوض.

جدول 3: الخصائص المساحية و التضاريسية لحوض وادي درنة بناء على

نتائج التحليل الهيدرولوجي ببرنامج ArcMap 10.2.2

الوحدة	القيمة	المعامل
km ²	570	مساحة الحوض
km	238	محيط الحوض
km	8	متوسط عرض الحوض
km	70	طول الحوض
m	765	أعلى منسوب للأرض الطبيعية

يشير *AMC-I* إلى أدنى احتمالية للجريان السطحي ، لأن التربة جافة بدرجة كافية ، و يشير *AMC-II* إلى متوسط حالة رطوبة التربة و يشير *AMC-III* إلى أعلى إمكانات الجريان السطحي للتربة، وهو ما يحدث عملياً عندما تكون مناطق مستجمعات المياه مشبعة بالأمطار السابقة [10]. نظراً لأن قيمة *CN* لاستخدام الأراضي *HSG* المخصصة وفقاً لجدول وزارة الزراعة الأمريكية [17]، يتم تطبيقها فقط على *AMC-II* الممثلة في المعادلة رقم (3)، ومن أجل اشتقاق قيم رقم المنحنى *AMC-I* و *AMC-III* ، يلزم تطبيق عوامل التصحيح، حيث يتم تعديل رقم المنحنى الموزون *CN_w* وفقاً لظروف *AMC* باستخدام المعادلتين (4 ، 5): والصيغ الرياضية لهذه الطريقة هي:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (1)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

$$CN_w = \sum CN_i * \frac{A_i}{A} \quad (3)$$

$$CN_I = \frac{4.2 * CN_{II}}{10 - (0.058 * CN_{II})} \quad (4)$$

$$CN_{III} = \frac{23 * CN_{II}}{10 + (0.13 * CN_{II})} \quad (5)$$

$$V = \frac{Q * A}{1000} \quad (6)$$

حيث أن:

Q = عمق الجريان السطحي (mm)

P = كمية الأمطار الساقطة (mm)

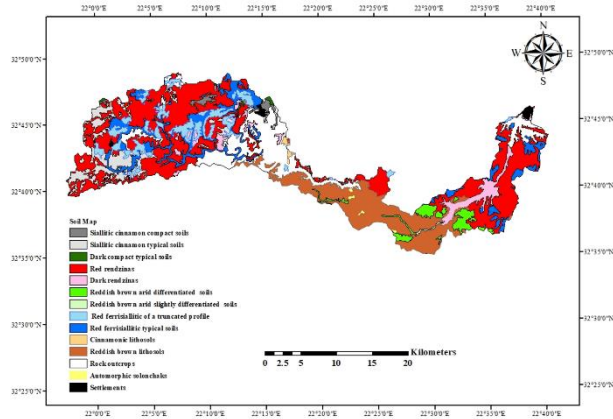
S = التجمع السطحي بعد بداية الجريان السطحي (mm).

V: حجم الجريان السطحي (m³).A: مساحة الحوض (m²).

قيم *CN* هي انعكاس لحالة غطاءات الأرض وهيدرولوجية التربة وذلك من خلال قدرتها على امتصاص الماء وهي بذلك مؤشر لمدى استجابة الحوض للجريان السطحي حيث تتراوح قيم *CN* بين (0-100) فقيم *CN* المرتفعة تدل على الأسطح المنخفضة النفاذية وهي الأسطح التي لا تسمح للمياه بالمرور من خلالها، وهذه الأسطح هي القادرة على نشوء الجريان السطحي، أما القيم المنخفضة فتدل على الأسطح العالية النفاذية، والتي من خلالها تتسرب المياه إلى داخل التربة وهي بذلك تنخفض مقدرتها على توليد الجريان السطحي، وبين الحدين المتطرفين قيمة 0 وقيمة 100 تقع القيمة الوسطى (50) والتي تعبر عن الأسطح متوسطة النفاذية، ولذلك فإن قيم *CN* تحسب من خلال تحديد العوامل التي تؤثر فيها وهي نوع التربة السائدة.

حددت طريقة *SCS-CN* أربعة أنواع من الترب وهي محددة وفقاً لسرعة المياه في داخل التربة (A-B-C-D) كل فئة من هذه الترب لها مدلول رقمي يعبر عن حالة التربة هيدرولوجيا، وقد سميت المجموعات الهيدرولوجية للتربة (Hydrologic Soil Groups) ولكل منها صفاتها الخاصة، فالفتتان *A* و *D* تمثلان حدين متطرفين بالنسبة لنشوء الجريان السطحي إذ تمثل *A* جريان سطحي منخفض و *D* جريان سطحي عالي وأما الفتتان *B* و *C* فتمثل حالتين متوسطتين بالنسبة لنشوء الجريان السطحي ، جدول (2).

خريطة التربة Soil Map



شكل 2: أنواع التربة في حوض وادي درنة [18].

الجدول رقم (4) يبين تصنيف التربة في حوض وادي درنة المستخدم في تحديد المجموعات الهيدرولوجية للتربة وفق تصنيف طريقة حفظ التربة الأمريكية SCS-CN. يعتبر التصنيف الدقيق لنسيج التربة من أهم الخصائص التي يجب تحديدها وضرورية لفهم سلوك التربة وإدارتها لأنه يؤثر بشكل حاسم على عدد من سمات التربة مثل نظام رطوبة التربة، والنفاذية، ومعدل الترشيح، ومعدل الجريان، والقابلية للتآكل، واختراق الجذر، و الخصوبة.

جدول 4: تصنيف التربة في حوض وادي درنة طبقاً للنظام الروسي [19] Soviet terminology

Soil types نوع التربة	Soil Subtypes الأنواع الفرعية للتربة	Code الرمز	Soil components مكونات التربة			Texture التصنيف
			Sand % الرمل	Clay % الطين	Silt % الغرين	
Siallitic cinnamon soils التربة السيليكاتية القرية	Siallitic cinnamon compact التربة القرية المصغوفة	CScp	21	54.7	24.3	Clay طيني
	Siallitic cinnamon typical soils التربة القرية النموذجية	CSt	28.5	42	29.5	Clay طيني
Dark compact soils التربة المدمجة الداكنة	Dark compact typical soils التربة الداكنة المدمجة	Dt	18.6	58.6	22.8	Clay طيني
Reddish brown arid soils التربة البنية المحمرة الجافة	Reddish brown arid differentiated soils التربة البنية الحمراء القاحلة	FBd	29.5	29.5	41	clay loam طمي طيني
	Reddish brown arid slightly differentiated soils التربة البنية الحمراء القاحلة الفاتحة	FBsd	63.3	14.9	21.8	sandy loam طمي رملي
Red ferrisiallitic soils التربة الحديدية الحمراء	Red ferrisiallitic typical soils التربة الحمراء القاحلة	Ft	20	51.1	28.9	Clay طيني
	Red ferrisiallitic soils of a truncated profile التربة البنية الحمراء الفاتحة	Fi	23.2	36.9	39.9	clay loam طمي طيني
Lithosols التربة الحجرية الضحلة	Cinnamonic lithosols التربة الحجرية ذات المظهر القرفي	Lcs	28.2	24	47.8	Loam طمي
	Reddish brown lithosols التربة البنية الحمراء الضحلة	Lfb	37.4	23.5	39.1	Loam طمي
Rendzina التربة الجيرية الضحلة	Red rendzinas تربة الرندزينا تربة البحر المتوسط الحمراء الفاتحة	RZr	26.4	49.6	24	Clay طيني
	Dark rendzinas تربة الرندزينا تربة البحر المتوسط الحمراء الداكنة	RZ	32.4	33.3	34.3	clay loam طمي طيني
Saline soils and Solonchaks التربة الملحية السبخية	Automorphic solonchaks تربة السبخات والقيعان المالحة	Sa	36.5	22.9	40.6	Loam طمي

يشير الغطاء الأرضي إلى جميع الخصائص الطبيعية مثل الغابات والصخور والمراعي والأراضي الزراعية، إضافة إلى الخصائص البشرية المتمثلة في المناطق الحضرية كما أن الغطاء الأرضي يتغير مع مرور الزمن لتغير حاجة الإنسان للأرض. من خلال الشكل (3) يمكن ملاحظة أن الصنف السائد هو صنف المراعي حيث يشكل نسبة 78.37% من مساحة الحوض الكلية يليه في الترتيب صنف الغابات الطبيعية والأحراش حيث يشكل نسبة 10.15%، فيما يشكل صنف الزراعة البعلية نسبة

خريطة الغطاء الأرضي (LC/LU) Landcover/Land use

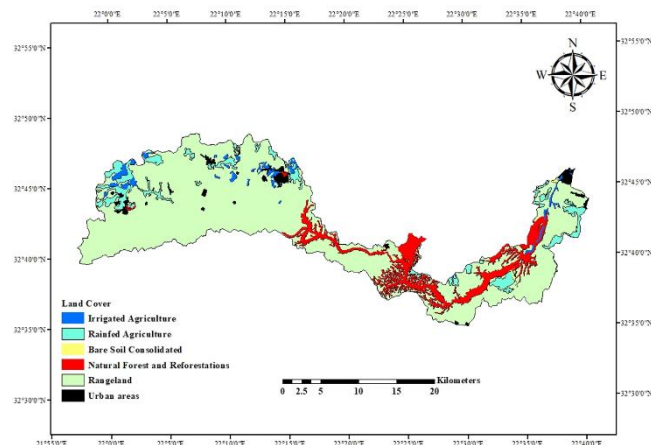
من خلال الإستعانة بخريطة رقمية للغطاء الأرضي Land Cover من مشروع التخریط الزراعي عام 2006م [16] بمقياس رسم 1 : 250000. حيث تم اقتطاع الجزء الخاص بمنطقة حوض وادي درنة بنفس الطريقة التي استعملت مع خريطة تصنيف التربة وذلك لتحديد نوع الغطاء الأرضي وحساب المساحة الجزئية التي يمثلها كل صنف، وتم التوصل إلى خريطة نوع الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة والموضحة في الشكل (3).

شكل 3: غطاءات الأرض في حوض وادي درنة [18].

7.27 %، أما ما تبقى من مساحة الحوض تتمثل في أصناف التربة الجرداء والزراعة المروية والمناطق الحضرية.

بيانات الأمطار

استندت الدراسة في تحليل بيانات الأمطار Precipitation data على عدد من المحطات المطرية داخل إقليم الدراسة، متمثلة في محطة درنة والقبة والقيقب والمحطات المطرية المحيطة بمنطقة الدراسة وهي محطات عين مارة والابرق و يبين الجدول (5) محطات الرصد الجوي في حوض وادي درنة.



جدول 5: محطات الرصد الجوي المؤثرة في حوض وادي درنة [12].

المحطة	الموقع الجغرافي خط العرض شمالاً	خط الطول شرقاً	نوع المحطة	ارتفاع المحطة	بعد المحطة من البحر	الفترة الزمنية
درنة	32.47	22.35	أرصاد شاملة	10م	أمتار	2000-1960
عين مارة	32.45	22.23	قياس أمطار	470م	9كم	1997-1964
القبة	32.46	22.15	قياس أمطار	607م	12كم	2000-1960
الابرق	32.47	21.59	قياس أمطار	658م	13كم	2000-1960
القيقب	32.43	22.01	قياس أمطار	701م	20كم	2000-1965

حيث أن P_1 و P_2 و P_n تمثل قيم الهطول (mm) للمحطات 1 و 2 و 3 و n

a_1 ، a_2 ، a_n تمثل مساحة كل مضلع (km^2) كما تمثل \bar{P} متوسط عمق الهطول الكلي (mm).

الفيضان

حدثت العديد من الفيضانات في حوض وادي درنة أدت إلى حدوث خسائر بشرية ومادية، وأهم الفيضانات المدونة التي حدثت في القرن العشرين [20]، ما يلي:

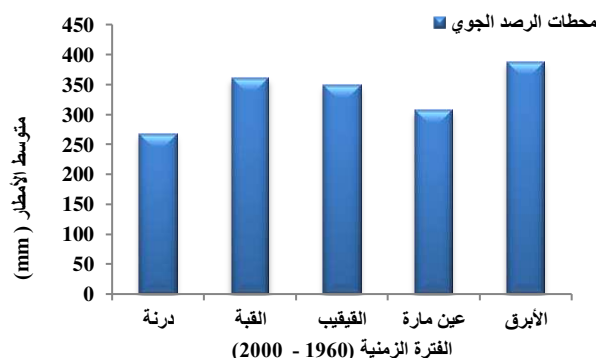
1. أكتوبر 1942 حدث فيضان ضخم تحدث عنه الكثير من المعاصرين، ولم تعرف الخسائر آنذاك نظراً لظروف الحرب العالمية الثانية.

2. أكتوبر 1959 حدث فيضان هائل أدى إلى خسائر بشرية ومادية، كما هو معروف لدى العديد من المعاصرين، حيث وصل منسوب المياه إلى أعلى الجسر القديم الواقع وسط المدينة، حيث سجلت محطة درنة المناخية كمية أمطار أثناء العاصفة وصلت إلى 145.7mm.

3. أكتوبر 1968 هذا الفيضان كان متوسط القوة ولم يحدث أضراراً تذكر.

4. نوفمبر 1986 حدث فيضان ضخم وذلك بعد إنشاء سدي البلاد وبومنصور وأدى إلى بعض الأضرار المادية ولولا حجز سد بومنصور كمية من المياه بلغت أكثر من 13 مليون متر مكعب من المياه حسب قراءة الهيئة العامة للمياه لبيانات الأمطار المسجلة أثناء فترة العاصفة المطرية والموضحة في الجدول (6)، لتعرض

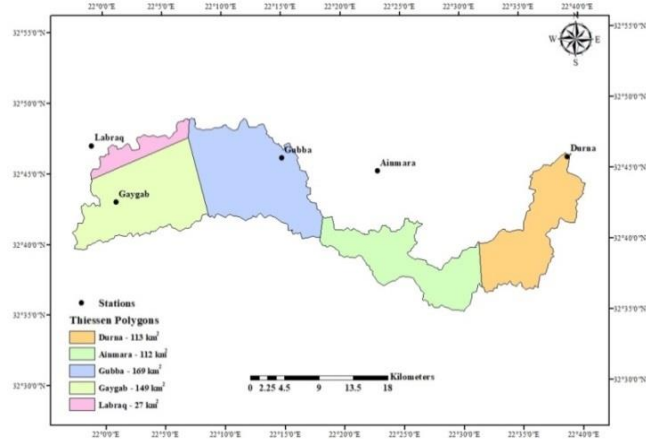
من خلال بيانات الأمطار التي تم الحصول عليها من محطات الرصد وتحليل معدل الأمطار خلال الفترة (2000-1960م) والتي تساوي 40 سنة بلغ متوسط الأمطار في محطات درنة والقبة والقيقب 266.8 ملم و 360.9 ملم و 348.9 مم على التوالي، فيما بلغ متوسط الأمطار في محطتي عين مارة والابرق 306.16 ملم و 387.64 ملم على التوالي، شكل (4).



شكل 4: متوسط عمق الأمطار خلال سنوات الدراسة في الفترة (1960-2000م) [12].

تم استخدام مضلعات ثيسن (Thiessen polygon) في بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لحساب متوسط تساقط الأمطار السنوية والتي تم استخدامها في تقدير حجم الجريان السطحي الذي يتم جمعه من المياه سنوياً في حوض وادي درنة، وذلك وفقاً للمدخلات المتمثلة في الموقع الجغرافي للمحطات المطرية المؤثرة والمنتشرة حول منطقة الدراسة وما تستقبله من معدلات هطول لحساب المساحات المؤثرة في الحوض المائي لكل محطة رصد. إن حساب متوسط عمق الهطول الكلي لمنطقة الدراسة تعتمد على استخدام المعادلة رقم (7).

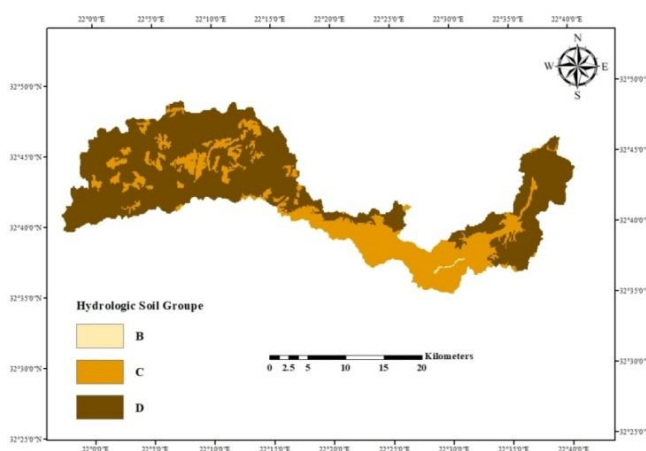
$$\bar{P} = \frac{P_1 a_1 + P_2 a_2 + \dots + P_n a_n}{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)} \quad (7)$$



شكل 6: تقسيم مضلعات ثيسن لحوض وادي درنة.

باستخدام المعادلة (7) تم تقدير متوسط الهطول السنوي على الحوض للبيانات المرصودة خلال الفترة (1960-2000م) حيث بلغ 303.50 mm وبالمثل تم حساب متوسط الأمطار أثناء فيضان عام 1986 م المدرجة في الجدول (6) حيث بلغ متوسط الأمطار أثناء هذه العاصفة 64.14 mm . باستخدام خريطة تصنيف التربة الرقمية الموضحة بالشكل (2)، والجدول (4) الذي يوضح تصنيف التربة حسب مكونات كل نوع في الحوض واستناداً للتصنيف الذي وضعته مصلحة صيانة التربة الأمريكية (SCS)، تم تصنيف مجموعات التربة الهيدرولوجية (HSG).

تم إيجاد ثلاث مجموعات ترب هيدرولوجية ضمن منطقة حوض التجميع موضحة بالشكل (7) تمثلت في المجموعة B حيث شكلت نسبة ضئيلة جدا بلغت 0.16% ، و المجموعة C بلغت نسبتها 30% فيما بلغت نسبة المجموعة D في الحوض 70% ، من خلال النتائج يتبين أن نحو أكثر من ثلثي مساحة الحوض عبارة عن ترب سيئة الصرف. بذلك تعتبر الفئة الهيدرولوجية D هي الأهم لأنها مسؤولة عن نشوء معظم الجريان السطحي في الحوض وهذا ينذر بخطورة الوضع الهيدرولوجي على المنشآت القائمة في الحوض إضافة إلى التعرية المستمرة للتربة نتيجة الفيضانات مما يزيد من خطورة التصحر وفقدان ما تبقى من الغطاء النباتي.



شكل 7: المجموعات الهيدرولوجية للتربة في حوض وادي درنة.

تم دمج طبقتي غطاءات الأرض (Land Cover) والمجموعات الهيدرولوجية للتربة (HSG) داخل بيئة (ArcMap) وذلك للحصول على خريطة توضح الأرقام المنحنية لغطاءات الأرض تبعاً لهيدرولوجية

سكان الوادي والمدينة لخسائر كبيرة ونشاهد في الشكل (5) ارتفاع منسوب المياه في سد بومنصور وسد البلاد عام 1986م. سبتمبر 2011 م وصلت كمية المياه بحيرة تخزين سد بومنصور إلى أكثر من 15 مليون متر مكعب بفترة زمنية قصيرة لم يشهدها السد ولا المنطقة منذ فيضان عام 1986 م الأمر الذي سبب هلعاً لدى سكان المدينة وخوفاً بسبب استمرار تدفق المياه بحيرة السد ووصولها إلى مستويات خطيرة خاصة أن وضعية جسم السد واستقراره تدعو للقلق.

من المعروف انه في معظم مناطق العالم تحدث الفيضانات عادة في فصل معين من السنة أكثر منها في فصول أخرى، و هنا نجد أن ثلاث فيضانات حدثت في حوض وادي درنة في السابق في شهر أكتوبر وفيضانان سجلا في شهري سبتمبر و شهر نوفمبر مما يعطينا مؤشراً على أن فصل الخريف هو أكثر الفصول التي تحدث فيه الفيضانات في منطقة الدراسة.

جدول 6: الأمطار المسجلة في محطات الرصد أثناء فيضان سنة 1986م [12].

اسم المحطة	التاريخ	الأمطار المسجلة (mm)
درنة	1986-11-28-27	50
القيقب	1986-11-28-27	56.5
الأبرق	1986-11-28-27	63
القبة	1986-11-28-27	89.5
عين مارة	1986-11-28-27	50



سد بومنصور

سد البلاد

شكل 5: فيضان سنة 1986 م في سدي وادي درنة [21].

النتائج والمناقشة

تم إدخال إحداثيات المحطات المناخية المنتشرة حول حوض التجميع وما تستقبله كل محطة من عمق الهطول بـ (mm) في شكل ملف إلى برنامج (Arc Map) وباستخدام أداة (Analysis Tools) تم إختيار (Polygon Create Thiessen) والتي من خلالها تم الحصول على تقسيم مضلعات ثيسن Thiessen Polygons حسب تأثير المحطات بالنسبة للمساحات التي تغطيها داخل حوض التجميع وما تستقبله من معدلات مطرية، و كانت النتيجة أن هناك خمس محطات مؤثرة داخل الحوض كما هو موضح في الشكل (6).

المرتبة الثالثة من حيث المساحة التي بلغت (34.35, 31.85, 25.24) km^2 وذلك بنسب متقاربة فيما بينها بلغت (6.1, 5.58, 4.4%) على التوالي. فيما سجلت القيم الأخرى المساحة المتبقية من الحوض بنسبة 6.4%.

الترية، شكل (8).

جدول 7: قيم CN لغطاءات الأرض بالنسبة لمجموعات التربة

الهيدرولوجية لحوض التجميع

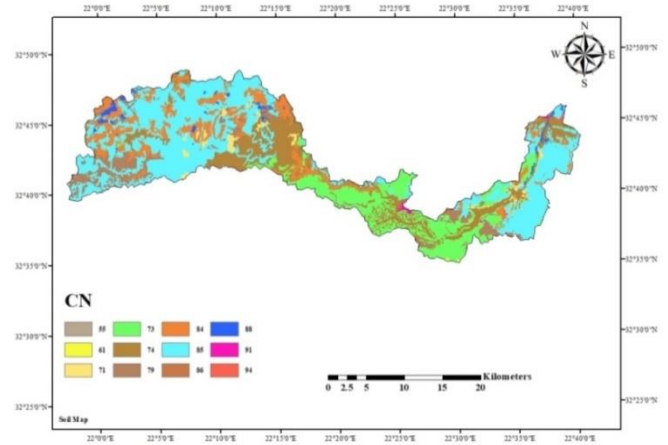
النسبة المئوية %	المساحة (km^2)	قيم رقم المكنى CN	HGS	Land use غطاء الأرض
0.019	0.11	61	B	Rangeland المراعي
22.495	128.22	74	C	
55.860	318.40	85	D	
1.158	6.60	79	C	Rainfed Agriculture الزراعة البعلية
6.114	34.85	84	D	
0.363	2.070	74	C	Irrigated Agriculture الزراعة المروية
1.858	10.59	84	D	
0.135	0.77	55	B	Natural Forest and Reforestations الغابات الطبيعية وإعادة التحريش
5.588	31.85	73	C	
4.428	25.24	79	D	
0.011	0.06	91	C	Bare Soil Consolidated التربة الجرداء الموحدة
0.135	0.77	94	D	
0.265	1.51	81	C	Urban areas المناطق الحضرية
1.572	8.96	88	D	
100	570	81.3	-	المعدل الموزون CN_w

يعبر عمق الجريان السطحي عن خلاصة موجة مطرية معينة مع مكونات وخصائص حوض التجميع. فمع اختلاف نوع الغطاء ومقدار نفاذيته يختلف عمق الجريان المتشكل على سطحه. وفي هذه الحالة ومع ثبات موجة المطر على كامل الحوض فإن الأرقام المنحنية هي العنصر المتغير والمتحكم في تباين عمق الجريان السطحي بين أجزاء الحوض.

في هذه الدراسة تم تقدير عمق الجريان السطحي السنوي، وعمق الجريان الناتج من العاصفتين المطريتين لفيضان عام 1959، 1986م وذلك باستخدام نموذج (SCS). لتطبيق هذا النموذج يشترط أن يتحقق الشرط $P \geq 0.2S$ حيث تم حساب قيمة S والتي تمثل التجمع السطحي عند بداية جريان الماء من المعادلة (2) اعتماداً على الحالة الاعتيادية لرطوبة التربة عند قيمة $CN_w = 81.30$ ، حيث كانت $S = 58$ ، بمعنى أنه يجب أن تكون قيمة تساقط الأمطار $P \geq 11.72 \text{mm}$ حتى يحدث جريان سطحي في الحوض.

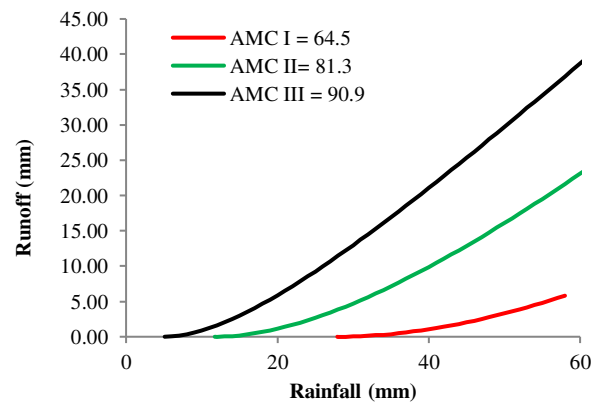
بناءً على متوسط تساقط الأمطار السنوية في محطات الرصد للفترة (1960-2000) والتي بلغت 303.50mm باستخدام مزلعات ثيسن فقد بلغ متوسط عمق الجريان السطحي السنوي 243mm اعتماداً على المعادلة (1) فيما بلغ حجم الجريان بواسطة المعادلة (6) 138.51 مليون متر مكعب في السنة.

تمثل دراسة عمق الجريان السطحي لعاصفة مطرية معرفة أعلى جريان سطحي من الممكن حدوثه في الحوض خلال فترة استمرار العاصفة. نظراً لقلّة المعلومات المتوفرة حول فيضان عام 1959م لبيانات الأمطار في محطات الرصد المنتشرة في الحوض باستثناء محطة درنة، والتي بلغت فيها كمية الأمطار 145.7mm ، لذلك اعتمدنا على قراءة محطة درنة المطرية في حساب حجم فيضان 1959م، ويتبين من الحسابات أن عمق الجريان السطحي المتشكل لهذه العاصفة على عموم الحوض بلغ 93.61mm ، فيما بلغ حجم الجريان السطحي 53.36 مليون متر مكعب في اليوم، أي أن العواصف المطرية الاستثنائية قادرة على توليد جريان سطحي يماثل ما نسبته



شكل 8: الأرقام المنحنية CN لحوض تجميع وادي درنة.

ضمن برنامج (ArcMap) تم حساب المساحة التي يشغلها كل غطاء أرضي تبعاً لمجموعة التربة التابعة له كما هو موضح في الجدول (7) ومنها تم حساب (CN_w) الموزونة باعتبار أن الحالة المسبقة لرطوبة التربة هي الحالة المعتدلة بواسطة المعادلة (3) لحوض التجميع حيث كان $CN_w = 81.30$ ، كذلك تم حساب CN_I و CN_{III} للظروف الجافة والرطوبة لرطوبة التربة المسبقة وفقاً للمعادلتين (4)، (5) حيث بلغت قيمها 64.5 و 90.9 على التوالي كما هو موضح في الشكل (9).



شكل 9: رقم المنحني الموزون CN حسب الحالة المسبقة لرطوبة التربة AMC

من خلال الشكل (9) أيضاً يمكن ملاحظة أن عمق الأمطار التي تحدث جريان سطحي تختلف حسب حالة رطوبة التربة المسبقة، ففي حالة التربة الجافة يجب أن تكون قيمة تساقط الأمطار $P \geq 27.92 \text{mm}$ حتى يحدث جريان سطحي، وفي الحالة الاعتيادية لرطوبة التربة في منطقة الدراسة يحدث الجريان السطحي إذا كانت قيمة $P \geq 11.72 \text{mm}$ ، أما في الحالة الرطوبة يحدث الجريان السطحي لقيم الأمطار $P \geq 5.1 \text{mm}$.

من الجدول (7) نلاحظ تباين المساحات الخاصة بقيم CN الموزعة في الحوض، مما ينعكس على تباين طبيعة الجريان السطحي بحسب هذه القيم، حيث إن أكثر القيم تمثيلاً لسطح الحوض هي القيمة (85) إذ بلغت مساحتها 318.40km^2 أي أنها مسنولة عن استجابة (55%) من مساحة الحوض للجريان السطحي، وتأتي القيمة (74) في المرتبة الثانية، بمساحة 128.22km^2 وبنسبة (22.5%) من مساحة الحوض الكلية، وتمثل هذه القيمة الطبقة الصخرية المغطاة بطبقة من التربة ضمن صنف التربة (C)، كما سجلت القيم (84، 79، 73)

5. بلغ حجم الجريان السطحي الناتج عن العاصفة المطرية المسجلة أثناء فيضان عام 1986م في الحوض قيمة 14.8 مليون متر مكعب من المياه وهو تقدير مقارب للقيمة المسجلة من قبل الهيئة العامة للمياه ما يدل على دقة نموذج (SCS) في تقدير كمية الجريان السطحي في الحوض.
6. الوضع القائم في حوض وادي درنة يحتم على المسؤولين اتخاذ إجراءات فورية بإجراء عملية الصيانة الدورية للسدود القائمة لأنه في حالة حدوث فيضان ضخيم فإن النتيجة ستكون كارثية على سكان الوادي والمدينة. كذلك إيجاد وسيلة لزيادة الغطاء النباتي بحيث لا يكون ضعيف ويسمح للتربة بالانجراف للحد من ظاهرة التصحر.
7. من خلال الزيارة الميدانية إلى وادي درنة وجدنا بعض المساكن في مجرى الوادي الأمر الذي يتطلب توعية المواطنين بخطورة الفيضانات واتخاذ كافة الإجراءات والتدابير اللازمة لسلامتهم.

شكر وتقدير

يود الباحث أن يتقدم بخالص الشكر والتقدير للدكتور مهدي محمد مهدي يعقوب الأستاذ المساعد بكلية التربية جامعة عمر المختار على تقديمه المساعدة من خلال توفير بعض البيانات الجغرافية المتعلقة بالدراسة.

قائمة المراجع

- [1]- Soulis, K. X. 2021. Soil conservation service curve number (SCS-CN) method: Current applications, remaining challenges, and future Perspectives, *journal of Water*, 13 (2).
- [2]- Jahan, K., Pradhanang, S. M., Bhuiyan M. A. E. 2021. Surface runoff responses to suburban growth: An integration of remote sensing, gis, and curve number, *journal of Land*, 10 (5): 1-18.
- [3]- Caletka, M., Michalková, M. Š., Karásek, P., & Fučík, P. Improvement of SCS-CN initial abstraction coefficient in the Czech Republic: A study of five catchments, *journal of Water*, 12(7): 1-28.
- [4]- Zamot, J., Afkareen, M. Geomorphological parameters by remote sensing and GIS techniques (A case study of flash flood in Mikhili Village, Al Jabal Al Akhdar, NE of Libya), In The fourth international conference for geospatial technologies-Libya GeoTec, vol. 4. 2020.
- [5]- الضراط، علاء جابر، 2020. التقييم الكمي للجريان السطحي في وادي الكراث طبرق شمال شرق ليبيا: دراسة هيدرولوجية، مجلة جامعة صبراتة العلمية، المجلد الرابع، العدد الثاني.
- [6]- الغرياني، مباركة سعد، 2015. توظيف تقنية نظم المعلومات الجغرافية لتقدير الجريان السطحي لوادي كعام بطريقة SCS-CN الأمريكية لحفظ التربة. المؤتمر الدولي الأول للتقنيات الجيومكانية، طرابلس، ليبيا.
- [7]- الرياني، عبدالرحمن أحمد و المدني، عبدالحكيم مسعود و خماس، أحمد أبراهيم. 2019. تقدير الجريان السطحي لبعض أحواض الأودية في شمال غرب ليبيا. المجلة الليبية للعلوم الزراعية، المجلد 24، العدد 1.
- [8]- بن طاهر، لبنى سليمان. 2022. تقدير حجم السيول بحوض وادي القطارة جنوب شرق مدينة بنغازي - ليبيا بالتكامل بين نموذج الهيئة الأمريكية لحماية الارض (SCS) و تقنيات نظم معلومات الجغرافية و

40% من حجم الجريان السطحي السنوي.

لدراسة فيضان عام 1986 م بدقة تم استخدام بيانات الأمطار لجميع محطات الرصد الموضحة في الجدول (6)، بالنظر الى قيم الأمطار المرصودة لاحظنا التقارب بين جميع القيم عدا محطة القبة والتي بلغ تساقط الأمطار أثناء الفيضان أقصى قيمة حيث بلغت 89.5mm. باستخدام مضلعات نيسن تم تقدير متوسط الأمطار على كامل الحوض حسب مساحة تأثير كل محطة حيث بلغ 64.14mm. ويتبين من خلال تطبيق نموذج (SCS) أن عمق الجريان السطحي 26.12mm، فيما بلغ حجم الجريان قيمة 14.8 مليون متر مكعب من المياه وهي قيمة مقاربة لما تم حسابه من قبل الهيئة العامة للمياه والمقدرة بأكثر من 13 مليون متر مكعب والتي أدت الى حدوث أضرار في المنشآت القائمة والمتمثلة في سدي وادي درنة [12].

يتضح من خلال النتائج المتحصل عليها خطورة الوضع في حوض وادي درنة في حين لو تكرر فيضان عام 1959 بنفس الحجم وخاصة في الوضع الحالي مما قد يتسبب في انهيار أحد السدين مما يجعل سكان الوادي ومدينة درنة عرضة لخطر الفيضان بصورة كبيرة. إضافة الى الآثار الأخرى التي تسببها الفيضانات والمتمثلة في انجراف كميات كبيرة من التربة مما يقلل من سماكتها مع مرور الزمن وتكون غير صالحة لنمو النباتات فتصبح المنطقة معرضة لخطر التصحر.

الخلاصة والتوصيات

تناولت هذه الدراسة تقدير الجريان السطحي في حوض وادي درنة بواسطة تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من خلال تطبيق نموذج الارقام المنحنية للجريان السطحي (SCS) وذلك تبعاً للغطاءات الأرضية ومجموعات الترب الهيدرولوجية، وكذلك بمعرفة قيم الأمطار للعواصف المطرية المسجلة في محطات الرصد. وفيما يلي عرض لأهم النتائج والتوصيات التي توصلت إليها الدراسة:

1. بناء قواعد بيانات تفصيلية للخصائص الهيدرولوجية وغطاءات الأرض واستعمالها بدقة بواسطة برنامج ArcMap 10.2.2 حيث كانت أغلب ترب الحوض ضمن المجموعة الهيدرولوجية D بنسبة 70%، فيما كان الصنف السائد لغطاءات الأرض هو صنف المراعي حيث شكل نسبة 78.37%.
2. تم الحصول على قيم CN_{10} لحوض الدراسة باعتبار أن الحالة المسبقة لرطوبة التربة هي الحالة المعتدلة، حيث بلغ قيمة 81.30، وهذا يعطي انطباع على أن سطح الحوض يميل نحو إنتاج جريان سطحي لقيم الأمطار الأكبر من 11.72 mm.
3. توصلت الدراسة إلى تقدير حجم الجريان السطحي السنوي في الحوض استناداً الى متوسط هطول الأمطار لفترة الرصد (1960-2000) حيث بلغ 138.51 مليون متر مكعب في السنة، وهذا يؤكد وجود كمية كبيرة من مياه الجريان السطحي في أوقات وفرة الأمطار وأنها ذات قيمة هيدرولوجية إذا تم استغلالها بالشكل الأمثل.
4. بلغ حجم الجريان السطحي الناتج عن أعلى عاصفة مطرية سجلت في الحوض قيمة 53.36 مليون متر مكعب في اليوم أي ما نسبته 40% من حجم الجريان السطحي السنوي.

الاستشعار عن بعد. مجلة سمها للعلوم البحتة والتطبيقية، المجلد 21 العدد الأول.

- [9]- Ashmawy , M., Abd El-Wah, M., Kamh, S., Abdal Azim, F. 2014. Drainage Morphometry and Its Influence on Runoff of El - Kouf Watershed, Ne, Libya – a Remote Sensing and Gis Approach, 2nd Scientific Conf. for Environment and Sustainable Development in Arid and Semi-Arid Regions, Ajdabiya, Libya, 14-16 Jan.
- [10]- Hamad, S. 2020. Surface runoff estimation of Wadi Ba Al-Arid watershed NE Libya using SCS-CN, GIS and RS data, *Iranian Journal of Earth Sciences*, 12(3), 168-175.
- [11]- HIDROPROJEKAT, 1972. Wadi Derna Projekt: flood protection of Derna Town. Ministry of Agriculture, Libya.
- [12]- STOCKY, 2003. Determination of the 1'000- year flood of Derna and BU Mansur Reservoirs, Ministry of Agriculture, Libya.
- [13]- ElOsta, M. M., Masoud, M. H. 2015. Implementation of a hydrologic model and GIS for estimating Wadi runoff in Derna area, Al Jabal Al Akhadar, NE Libya," *Journal of African Earth Sciences*, 107: 36-56.
- [14]- سعد، مفتاح موسى و عوض، عبدالواحد عوض. 2020. التحليل الجيومورفولوجي لحوض وادي درنة. مجلة المختار للعلوم الأنسانية، العدد 38.
- [15]- الفيتوري، علي محمد، لشهب، سعد فرج ، 2021، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوضي وادي درنة ووادي مرقص (شمال شرق ليبيا)، دراسة تطبيقية مقارنة، مجلة جامعة سرت، العدد الثاني 440.
- [16]- بن عمران، سالم فوزي سالم، 2021، التحليل الهيدرولوجي لمورفومتري لحوض وادي درنة بليبيا باستخدام الاستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير، جامعة الاسكندرية، مصر.
- [17]- USDA, Soil Conservation Service. 1972. National Engineering Handbook; Sec. 4. Hydrology; USDA: Washington, DC, USA.
- [18]- وزارة الزراعة ليبيا طرابلس. 2006. مشروع التخطيط الزراعي. طرابلس، ليبيا.
- [19]- Nwer, B. A. B. 2005. The Application of Land Evaluation Technique in the north-east of Libya," *Natl. Soil Resour. Inst. , Fac. Environ.*, vol. PhD Thesis, p. 340, 2005.
- [20]- بوبيضة، عبدالجواد أبوبكر، 2011. تقرير حول الأخطار المحتملة لفيضانات وادي درنه وسبل تفاديها. الجمعية الليبية للتخطيط والتنمية المستدامة، نشر بموقع <https://lapsed.wordpress.com/>
- [21]- القاضي، إبراهيم، 2006، حالة سدي وادي درنة وخطورة الوضع. وزارة الموارد المائية، تقرير غير منشور.