

تحديد المواقع المثلى لإنشاء سدات حصاد المياه في حوض نهر بانياس

د. يوسف العلي

نجوى عطية**

(تاريخ الإيداع ١٠/١/٢٠٢٤. قُبل للنشر في ١/٢٣/٢٠٢٥)

□ ملخص □

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد المواقع الملائمة لحصاد المياه في حوض نهر بانياس بواسطة السدات، وذلك باستخدام طرائق النمذجة المكانية التي توفرها تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS من خلال تحليل ومعالجة البيانات الأولية والثانوية لمنطقة الدراسة وتحديد جملة من الشروط والمعايير التي تتطلبها عملية حصاد المياه بواسطة السدات الترابية.

اعتمدت الدراسة في تحديد خصائص الجريان طريقة (SCS-CN)، التي تعد من أهم الطرق المستخدمة لتقدير حجم الجريان السطحي وتقييم إمكانية إنشاء نظم الحصاد المائي، والتي أظهرت أن أغلب مساحة الحوض تقع ضمن فئات (CN) المرتفعة أي أنها تولد جرياناً سطحياً كبيراً، مما يجعلها منطقة ملائمة لمشاريع الحصاد المائي. كما تبين أن درجة الملاءمة تقل بالاتجاه غرباً حيث تتركز التجمعات السكانية وما يلحق بها من طرق وبنى تحتية.

جرى تعيين ثلاثة مواقع ملائمة لإنشاء السدات على مجرى حوض نهر بانياس ضمن الجهات الوسطى والشرقية من الحوض التي تتسم بانحدار بسيط أقل من (٥) درجات، إذ تبين أن تلك المواقع هي المثلى وفقاً للمعايير المختارة.

يمكن الاستناد إلى نتائج هذه الدراسة من قبل صناع القرار لتنمية الموارد المائية في الحوض.

الكلمات المفتاحية: حوض نهر بانياس، حصاد المياه، سدود صغيرة، طريقة (SCS-CN)، جريان سطحي.

* أستاذ مساعد - قسم الجغرافية - كلية الآداب والعلوم الإنسانية في جامعة طرطوس، طرطوس، سورية.

** ماجستير في الجغرافية الطبيعية - قسم الجغرافية - كلية الآداب والعلوم الإنسانية - جامعة طرطوس، طرطوس، سورية.

Determining the optimal locations for construction water harvesting small dams in the Baniyas River Basin

Dr.Youssef ALali*
Najwa attiya**

(Received 1/10 /2024. 23 /1/2025)

□ABSTRACT□

This study aimed to identify suitable sites for water harvesting in the Baniyas River Basin by small dams, using spatial modeling methods provided by Geographic Information Systems (GIS) technologies through analyzing and processing primary and secondary data for the study area and determining a set of conditions and standards required for water harvesting by earthen small dams.

The study relied on the (SCS-CN) method to determine the flow characteristics, which is one of the most appropriate methods used to estimate the volume of surface runoff and evaluate the possibility of establishing water harvesting systems. This method showed that most of the basin area is within the high (CN) categories, meaning that it generates high surface runoff, making it a suitable area for water harvesting projects. It was also found that the degree of suitability decreases towards the west where population centers and accompanying roads and infrastructure are concentrated.

Three suitable sites were identified for establishing small dams on the Baniyas River Basin course within the central and eastern parts of the basin that are characterized by a slight slope of less than (5 degrees), as it was found that these sites are optimal according to the selected criteria.

Keywords: Baniyas River Basin, Water Harvesting, Small Dams, SCS-CN Method, Surface Runoff .

*Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Arts and humanities, Tartus University, Tartous, syria

**Najwa in Physical Geography - Department of Geography- Faculty of Arts and Humanities at Tartous University- Tartous - Syria

١ - المقدمة

تمثل المياه أهم احتياجات الإنسان الأساسية؛ إذ ولا غنى عنها لكل الأنشطة الاقتصادية، الزراعية منها والصناعية والسياحية.. فقد أصبحت الموارد المائية إحدى المتطلبات الأساسية لبناء المجتمعات المدنية والريفية وتطويرها اقتصادياً وتأمين احتياجاتها الغذائية، ولها أهمية بالغة في عملية التنمية المستدامة (الابراهيم، ٢٠١٤). وقد ازدادت التحديات المتعلقة بتأمين المياه في الآونة الأخيرة بسبب التزايد السكاني وتطور مستوى المعيشة، وارتفاع معدلات استهلاك المياه الناجم عن ذلك. ويزداد تأمين المتطلبات المائية صعوبة بسبب التغيرات المناخية التي يتوقع أن تؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وتناقص معدلات الهطل المطري، الأمر الذي يجعل دراسة الموارد المائية وتخطيط استثمارها وإدارتها، والعمل على تميمتها ضرورة ملحة للتكيف مع هذه التغيرات والتخفيف من آثارها (النوايسة والزرغول، ٢٠٢١). تتطلب إدارة الموارد المائية دراسة متأنية لمصالح واحتياجات مختلف أصحاب المصلحة، فضلاً عن فهم الديناميكيات المكانية والزمانية للمياه بغية استغلال الكميات المتاحة منها بالشكل الأمثل.

إن استغلال كميات المياه المتوافرة بالطرق المثلى يعد مسألة في غاية الأهمية لتأمين الاحتياجات المائية والغذائية للبشرية، ويمثل حصاد المياه أحد أهم التقنيات المعروفة في هذا المجال وأقدمها. ويقصد بحصاد المياه تجميعها في عدة أشكال خلال فترة الفيض المائي (المساعد، ٢٠١٧). فهو يطلق على أية عملية مورفولوجية أو كيميائية أو فيزيائية تُنفذ على الأرض من أجل الاستفادة من مياه الأمطار والجريان الناجم عنها، سواء بالطريقة المباشرة عن طريق تمكين الترب من تخزين أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار وتعديل سرعة الجريان السطحي، أم بالطريقة غير المباشرة وذلك بتجميع مياه الجريان السطحي في منطقة تصريف وتخزين غير معرضة للانجراف، واستخدامها لأغراض الري التكميلي. يعد بناء السدات في الأودية لتجميع مياه الأمطار وتشجيع مياه الجريان على التسرب والتغذية الاصطناعية للمياه الجوفية من وسائل حصاد مياه الأمطار التي تمثل أحد الحلول المتاحة للتغلب على نقص المياه (خضر، ٢٠٢٢).

تعتبر ملاءمة منطقة ما لحصاد المياه عن قدرتها على تلبية المتطلبات التقنية الأساسية لإحدى تقنيات حصاد المياه، ومدى توافق تلك التقنية مع الظروف الاجتماعية والنشاطات الزراعية، وتعد نظم المعلومات الجغرافية أداة مهمة لتحليل البيانات المكانية وتحديد المواقع المثلى لتطبيق تقنيات حصاد المياه.

يتصف حوض نهر بانياس، وهو أحد الأحواض الفرعية في حوض الساحل بقلة المجاري المائية دائمة الجريان، التي يمكن أن تشكل موارد مائية موثوقة ودائمة، ويترافق ذلك مع ازدياد النمو السكاني فيه وتطور النشاط البشري، وبالتالي تزايد الطلب على المياه، لذلك ينبغي العمل على معالجة هذه المشكلة ودراسة إمكانية استخدام تقنيات الحصاد المائي في الحوض كون هذه التقنيات تعد من أهم وسائل تنمية موارد المياه.

٢ - أهمية البحث وأهدافه

تأتي أهمية الدراسة من أهمية الموارد المائية وضرورة تميمتها في حوض نهر بانياس، الحيز الجغرافي المدروس، فهي تدرس موضوعاً حيوياً يتعلق بالبحث عن طرائق بديلة لتأمين المياه واستغلال المياه السطحية لمعالجة مشكلة عدم توفر الكميات الكافية من المياه، وذلك من خلال تحديد المواقع المثلى لإنشاء السدات المائية في الحوض لاستخدامها في حصاد المياه استناداً إلى عدد من المعايير والشروط الأرضية.

ويهدف البحث إلى:

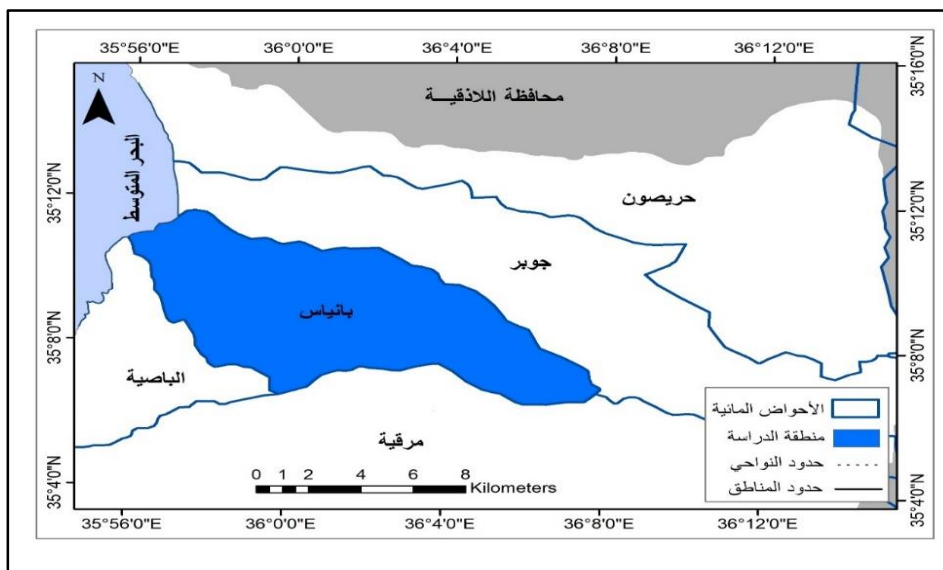
- ١- تحديد المواقع الأكثر ملاءمة لإنشاء سدات حصاد المياه ضمن حوض نهر بانياس، باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS).
- ٢- إنتاج خارطة التوزيع المكاني لتقنية حصاد المياه (السدات).

٣- طرائق البحث وأدواته

جرى اعتماد بيئة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لإجراء التحليلات اللازمة لتحديد المواقع المثلى لحصاد المياه في حوض نهر بانياس، وتحليل خصائصه الطبيعية والبشرية. حيث استُخدم برنامج ArcGIS لمعالجة مرئية ملتقطة بواسطة القمر الصناعي لاندسات (Landsat8) عام ٢٠٢٣ بدقة تمييزية (٣٠) متر. اعتمدت الدراسة في تصنيف ترب منطقة حوض بانياس على الخرائط والبيانات المتوفرة بهذا الخصوص في الوحدات الإرشادية ضمن الحوض والمصنفة من قبل مصلحة الأراضي (دائرة التصنيف) في مديرية زراعة طرطوس، والخرائط (المخططات) مقياس ١/٢٥٠٠٠ وهي عبارة عن ٦ مخططات: (مخطط أترية الوحدة الإرشادية في حمام واصل- سريجس- الصليب؛ وفي حريصون؛ وفي الخراب والبساتين؛ وفي العنازة؛ وفي القدموس-حمام قنية-الرقمة-الصوراني؛ وفي بلوزة- بيت السخي-الموشة-كرمايا).

٣-١- منطقة البحث

ينتمي حوض نهر بانياس لإقليم الساحل والجبال الساحلية الواقع غربي سورية، ويمتد شمال محافظة طرطوس على أجزاء من رقعتي بانياس والقدموس، وهو يتبع إدارياً لمنطقة بانياس. يحده من الشمال واشمال الشرقي حوض جوبر ومن الجنوب حوض مرقية، ويشكل البحر المتوسط وخط التقسيم المائي لحوض الباصية حده الغربي. تبلغ المساحة التجميعة للحوض نحو ٩٧ كم^٢. فلكياً يمتد حوض نهر بانياس بين دائرتي عرض (١' ٠٠" ٣٥°) و(٣' ٠٧" ٣٥°)، شمال دائرة الاستواء. وبين خطي طول (٠٠" ٥٦' ٣٥°) و(٠٧' ٥٠" ٣٦°)E، شرق خط غرينيتش.



الشكل (١) موقع منطقة حوض نهر بانياس

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج Arc GIS ١٠,٥، استناداً إلى المرئية الفضائية Landsat8، 2023.

جيولوجياً: يغلب على الحوض التشكيلات الجيولوجية المتمثلة بصخور الجوراسي الأعلى 3، التي تبدأ من منطقة الحوض الى الغرب من مدينة القدموس وتوضعات الألبان الى الشرق من الحوض ثم سينومانيان الأسفل C4S والسينومانيان الأعلى C4B، التي تقع إلى الوسط من حوض بانياس، يليها إلى الأعلى توضعات طابق التورنيان، توضعات طابق الكونسيان C6 والتي تتألف بدورها من تحت طابق كونياسان- سانتونيان C6₁، وتحت طابق ماسترختيان C6₂.

طبوغرافياً: تتألف أرض منطقة حوض نهر بانياس من منطقتين رئيسيتين هما: الساحل والسهول الساحلية في الغرب، والجبال الساحلية والتلال في الشرق. تتدرج الارتفاعات بدءاً من ٠ غرباً عند البحر المتوسط، وحتى أكثر من ٩٠٠ في الشرق.

تكتونياً: تقع المنطقة المدروسة على السفح الغربي للسلسلة الساحلية، والتي تمثل القسم الغربي من المنطقة الانهدامية السورية التي تمتد من الحدود اللبنانية إلى لواء اسكندرون، ونتيجة تشكل هذه المنطقة الانهدامية بفعل فالق شرق المتوسط الممتد من خليج العقبة وحتى بحيرة العمق فإن المنطقة تأثرت بالحركات التكتونية التي رافقت تشكل هذا الفالق وتشكل المنطقة الانهدامية، حيث أدت الحركات التكتونية إلى تحطم الطبقات الصخرية وتشكل مجموعة من الفوالق مختلفة الاتجاهات والإزاحة، إذ نلاحظ وجود ١٤ فالقاً في المنطقة المدروسة. لكن تجدر الإشارة إلى أن تأثير الفوالق والحركات التكتونية على السدات الصغيرة يبقى محدوداً مقارنة بالسدود الكبيرة؛ لأن امتداد جسم السدة محدود ولا تشكل بني ضخمة.

مناخياً: ينتمي مُناخ منطقة الدراسة إلى مُناخ حوض البحر المتوسط أو ما يعرف بالمناخ (المتوسطي). ويمكن التمييز في منطقة حوض نهر بانياس بين مناخ ذي نموذج متوسطي ساحلي، وذلك في الساحل والسهول الساحلية، (غرباً)، والتي تتميز بشتاء معتدل، يتراوح متوسط درجات الحرارة فيه بين (١٤-١٢) درجة مئوية، وصيف دافئ، متوسط درجات حرارته بين (٢٧-٢٦) درجة مئوية.

أما أمطار المنطقة، فشتوية أولاً ثم خريفية وربيعية ثانياً، وتزداد كميات الأمطار كلما اتجهنا شرقاً في المنطقة بسبب عامل الارتفاع التي تُضاف فيها كميات الهطل التضريسي (عبد السلام وآخرون، ٢٠٠٤).

٤- النتائج والمناقشة

٤-١- النمذجة المكانية للجريان السطحي في حوض نهر بانياس

٤-١-١- أصناف الترب الهيدرولوجية لحوض نهر بانياس:

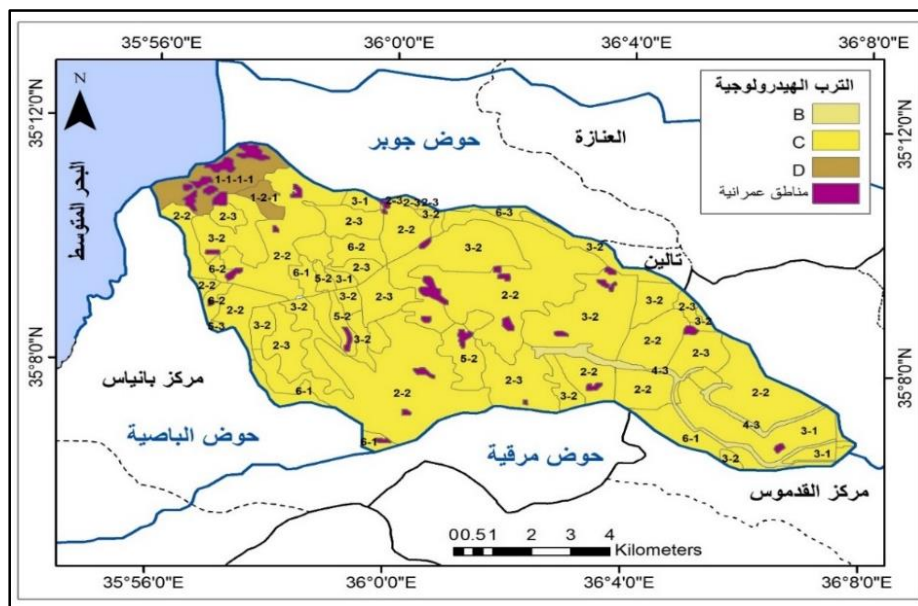
صنفت الترب وفق تصنيف مصلحة صيانة التربة الأمريكية (SCS) إلى أربع مجموعات هيدرولوجية، بناء على سرعة الجريان السطحي أو معدلات تسرب المياه داخل الترب، وحددت أربع أصناف (A,B,C,D) ضمن كل مجموعة، وذلك بالاعتماد على نسيج التربة ومعدلات تسرب المياه فيها، كما هو موضح في الجدول (١):

الجدول (١) أصناف كل مجموعة من المجموعات الهيدرولوجية للتربة بحسب تصنيف (SCS-CN)

الأصناف	صفات التربة
A	طبقة رملية عميقة مع كمية قليلة من الطين والغرين
B	طبقة رملية أقل عمقاً من الصنف (A) بمعدل ارتشاح متوسط بعد الترطيب
C	طبقة طينية محدودة العمق مع معدل ارتشاح دون المتوسط قبل وصول التربة الى مرحلة التشبع
D	طبقة طينية ذات نسبة انتفاخ عالية مع وجود طبقة ضحلة من الترب الناعمة قريبة من السطح

المصدر: (الساعدي والجابري، ٢٠١٨)

وعند تطبيق تصنيف (SCS-CN) على ترب منطقة الدراسة ظهرت ثلاثة أصناف من الترب فيها، كما هو موضح بالشكل (2)، حيث أمكن تصنيف وتقسيم منطقة الدراسة وفق المجموعات الهيدرولوجية للتربة في حوض نهر بانياس بالاستناد إلى الدليل التصنيفي للأتربة في محافظة طرطوس الصفحة، ٤٣-٦١.



الشكل (2): التربة الهيدرولوجية في حوض نهر بانياس

المصدر: إعداد الطالبة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 وبالاستناد إلى المرئية الفضائية Landsat8، 2023، والاعتماد على جدول المجموعات الهيدرولوجية في الدليل التصنيفي للتربة

المجموعة الأولى: التربة الهيدرولوجية صنف (B): هي تربة ذات قوام خشن، وفي الغالب تكون ضحلة العمق، كونها خليطاً من الجلاميد الصخرية والحصى والفتات الصخري، وترتبط بينهما مواد لاحمة تتألف من السلت توجد في المجاري العليا للأحواض المائية، وقد غطت مساحة ٢,٢٣ كم^٢ من مجمل مساحة المنطقة المدروسة، وما نسبته ٢,٣% من المساحة الكلية للحوض البالغة ٩٧ كم^٢.

المجموعة الثانية: التربة الهيدرولوجية صنف (C): وهي تربة ذات بنية طينية قليلة العمق، يتخللها بعض البقع ويوجد على السطح وداخل التربة حصى وحجارة وبعض الصخور، تشكل هذه التربة المساحة العظمى من تربة منطقة الدراسة، وقد غطت مساحة ٨٨,٣ كم^٢ من مجمل مساحة المنطقة المدروسة، ما نسبته ٩٠% من المساحة الكلية للحوض.

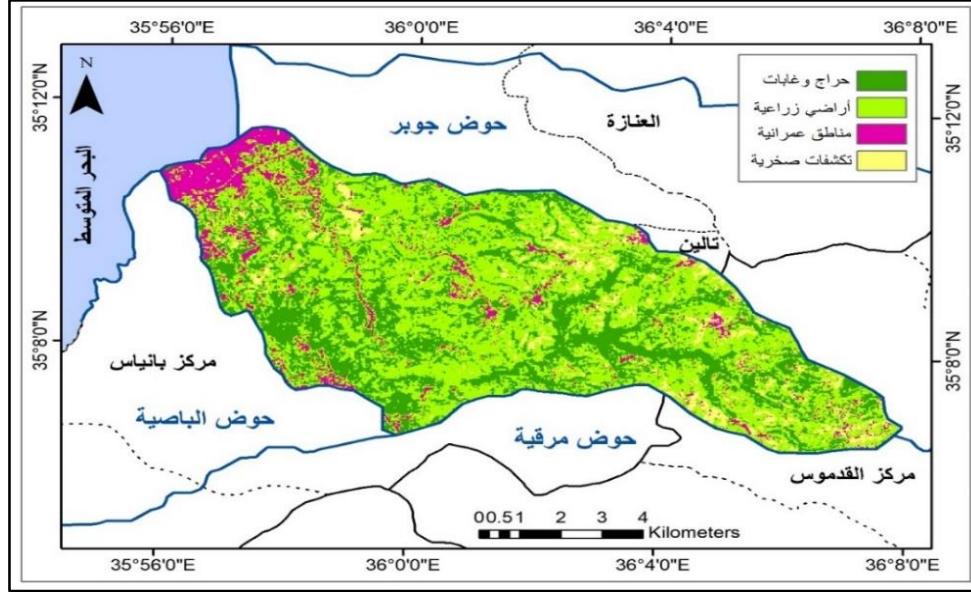
المجموعة الثالثة: التربة الهيدرولوجية صنف (D): تتألف هذه المجموعة من التربة الكتيمة وتشغل مساحة ٢,٧٥ كم^٢ من مجموع المساحة الكلية وبنسبة ٢,٨٣% من المساحة الكلية للحوض. وتعد أضعف الأصناف الهيدرولوجية قدرة على امتصاص الماء. تتركز غرب الحوض.

يتضح مما سبق أن نحو ٩٥% من مساحة الحوض هي ذات تربة هيدرولوجية من الصنفين (C) و (D) وهي تربة هيدرولوجية سيئة التصريف، مما يؤدي إلى نشوء جريان سطحي عال في هذا الحوض.

٤-١-٢- تصنيف استعمالات الأراضي في حوض بانياس:

لتحديد أصناف استعمالات الأراضي في الحوض طبقت طريقة التصنيف المراقب (Supervised Classification) في برنامج ArcGIS، بالاعتماد على مرئية للقمر الصناعي لاندسات (Landsat8) الملتقطة عام ٢٠٢٣ بدقة تمييزية (٣٠) متر. وتم تمييز أربع أصناف رئيسية في الحوض وحساب مساحتها، وتمثيلها مكانياً، الشكل (3)، والجدول (٣)، ويمكن توضيحها كما يأتي:

١- **الغابات والحراج:** بلغت نسبة انتشار الغابات الطبيعية والحراج في منطقة الدراسة عام ٢٠٢٣ ما يعادل ٢٩,٨%، وشغلت مساحة قدرت بنحو ٢٨,٩ كم^٢، من إجمالي مساحة الحوض، وهي تتعرض للتدهور بشكل متزايد بسبب القطع والتعدي عليها باستمرار، سواء لجمع الأخشاب من أجل التدفئة والطهي أم لتحويلها إلى أراضي زراعية.



الشكل (3): استعمالات الأراضي في حوض بانياس

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على المرئية الفضائية Landsat8، 2023، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

٢- **الأراضي الزراعية:** يشغل النشاط الزراعي المركز الأول من الأنشطة البشرية في حوض نهر بانياس، دل على ذلك المساحة الكبيرة التي تشغلها الأراضي الزراعية فيه والتي بلغت ٥٣,٢ كم^٢ وبنسبة ٥٤,٩% من مجمل مساحته.

٣- **المناطق العمرانية:** تعدّ الكتل العمرانية في مناطق التجمعات السكانية عائقاً أمام إنشاء سدات حصاد وتجميع مياه الأمطار والجريانات السطحية، ويؤخذ هذا الأمر بالاعتبار في عملية النمذجة لاختيار المواقع المثلى لسدات حصاد المياه.

تتميز منطقة الدراسة بطبيعتها الريفية في غالبيتها، يغلب عليها نمط التوسع الأفقي وقلة التوسع الرأسى، وقد شغلت المناطق العمرانية مساحة منها قدرت بنحو ٧,٨ كم^٢ وبنسبة ٨,٠%، ويظهر أثر العامل التضريسي على توزيع السكان في منطقة الدراسة، حيث تتركز المناطق العمرانية في المناطق السهلية أدنى الحوض.

الجدول (٢) أصناف استعمالات الأراضي في حوض بانياس

رقم الصنف - الفئة	اسم الصنف	المساحة (كم ^٢)	النسبة (%)
١	غابات وحراج	28.9	29.8
٢	أراضي زراعية	53.2	54.9
٣	مناطق عمرانية	7.8	8.0
٤	أراضي صخرية	7.1	7.3

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الشكل (٤)، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

٤- الأراضي الصخرية: يشمل هذا الصنف الأراضي الجرداء وغير المستثمرة في الحوض، وكذلك مناطق المقالع والأراضي الحجرية التي لا تصلح للاستعمال الزراعي وذلك لوجود التكتشفات الصخرية بسبب التعرية التي تتعرض لها هذه المناطق، وتمثلت بأجزاء عديدة من الحوض، وشغلت مساحة قدرت بنحو ٧,١ كم^٢ ونسبة ٧,٣% من مجمل مساحة الحوض.

رصد توزيع الغطاء النباتي وكثافته:

بغية دراسة مدى ملاءمة أراضي الحوض لإقامة نظم حصاد، لابد من دراسة التغطية الأرضية بالغطاء النباتي، وقد استخدم لهذا الغرض مؤشر اختلاف الغطاء النباتي NDVI* .

في رصد كثافة الغطاء النباتي في حوض بانياس، وذلك من خلال الانعكاسات الطيفية للأشعة الحمراء Red ، والأشعة تحت الحمراء القريبة NIR بالاعتماد على صور القمر الصناعي لاندسات (LandSat 8)، من خلال النطاقين الطيفيين الرابع والخامس.

تحسب قيمة القرينة النباتية (NDVI) بالمعادلة الآتية:

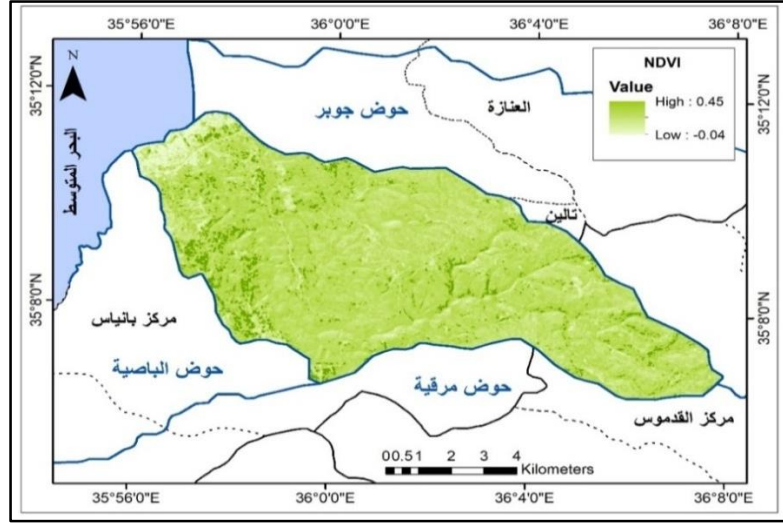
$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

حيث إن: NIR: نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة (Band 5) في القمر Landsat 8

Red: نطاق الأشعة الحمراء القريبة (Band 4) في القمر Landsat 8.

تتراوح قيمة (NDVI) من (-1) إلى (+1)، ويشكل عام إذا كان الناتج موجباً فهو مؤشر على أن الخلية ذات غطاء نباتي، وكلما كانت القيمة الموجبة الناتجة أعلى دل ذلك على خضرة وكثافة الغطاء النباتي والعكس صحيح، أما القيم السالبة فتدل على عدم وجود غطاء نباتي. تعد الكثافة النباتية مرتفعة إذا كانت قيمة القرينة أكبر من (٠,٤)، وتكون معتدلة ومتوسطة إذا كانت قيمتها تتراوح بين (٠,٤-٠,٢)، مثل أماكن انتشار الشجيرات والأراضي العشبية، ومنخفضة إذا كانت قيمة القرينة بين (٠,١-٠,٢)، أما القيم الأصغر من (٠,١) فتدل على الأراضي الجرداء والمساحات القاحلة الصخرية والرملية (Rouse et al., 1973). تشير نتائج تطبيق قرينة الغطاء النباتي (NDVI) إلى عدم وجود غطاء نباتي كثيف في منطقة الدراسة حيث تراوحت قيمة المؤشر بين (٠,٤٥ و -٠,٠٤)، كما هو موضح في الشكل (4).

* (Normalized Difference Vegetation Index) ويعرف اختصاراً (NDVI).



الشكل (4): نتائج تطبيق مؤشر NDVI لتحديد كثافة الغطاء النباتي في حوض بانياس

المصدر: إعداد الطالبة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 والاعتماد على المرئية الفضائية Landsat8، 2023.

٤-١-٣- خصائص الجريان وإمكانية حصاد المياه في حوض نهر بانياس

اعتمدت الدراسة في تحديد خصائص الجريان على طريقة (SCS-CN) التي تعد من أهم الطرق التي تستخدم لتقييم حجم الجريان السطحي وتقييم إمكانية إنشاء نظم الحصاد المائي، وهي عبارة عن مجموعة من المعادلات الرياضية يعتمد في مدخلاتها على توفير معلومات عن غطاءات الأرض وأنماط استخدامها والخصائص الهيدرولوجية للتربة، ونوع الغطاء النباتي، وكميات الأمطار الهاطلة. يتطلب تطبيق طريقة (SCS-CN) العديد من المراحل والمعادلات والإجراءات للحصول على تقديرات الجريان السطحي بدقة لاستكمال عمليات اختبار منطقة الحصاد المائي، وقد جرى اعتماد المعادلات الرياضية الآتية لتحديد منحني الجريان بحسب (USDA) * (Gamid, 1991).

$$Q = \frac{(P - Ia)^2}{(P - Ia) + S}$$

حيث إن:

Q : سماكة الجريان السطحي (الإنش)

P : الأمطار الهاطلة (الإنش)

Ia : الاعتراض الأول قبل البدء بالجريان السطحي ويتمثل (التبخر والتسرب واحتجاز الغطاء النباتي * الماء

المتقاطع *)

S : التجمع السطحي الأقصى بعد بداية الجريان السطحي (الإنش)

ووجد أن Ia تعادل خمس قيمة S وتحسب على النحو الآتي: $Ia = 0.2 S$

* قسم الزراعة في الولايات المتحدة (United States Department of Agriculture) ويعرف اختصاراً (USDA).

ويتم حساب قيمة S بالصيغة الرياضية الآتية (الإنش):

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

كما يتم حساب قيمة S بالصيغة الرياضية الآتية (بالملم):

$$S = \frac{25400}{CN} - 25$$

CN: قيم منحني الجريان السطحي

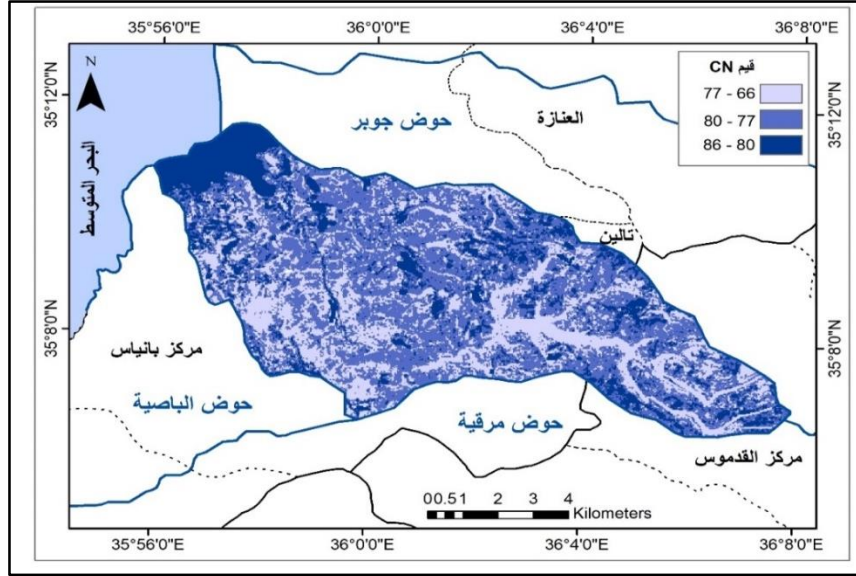
استخلاص قيم Curve Number (CN) لحوض بانياس:

قيم المنحنى (CN) هي قيم رقمية تتراوح بين (١٠٠-٠) تعطي صورة واضحة لحالة التربة الهيدرولوجية وغطاء الأرض، وتعبر عن مدى نفاذية الأسطح للماء، فقيم (CN) المساوية ١٠٠ تكون الأسطح صلبة تماماً وقادرة على توليد جريان كبير على السطح، بالمقابل فإن الأسطح ذات القيمة (٠) تقابل تريباً نفوذة للغاية وقادرة على امتصاص مياه الأمطار، مما يسهم في زيادة التغذية الجوفية، وبالتالي يقلل من حدوث الجريان السطحي، وتقل معه إمكانية حصاد المياه (Matomela., 2019). وقد تم الحصول على قيم (CN) للحوض المدروس عن طريق عملية الدمج بين طبقتي الترب الهيدرولوجية واستعمالات الأراضي وذلك، باستخدام أداة (Combine) في برنامج ArcGIS. بلغ عدد فئات قيم (CN) لحوض بانياس (٨) قيم تتراوح بين (٨٦-٦٦)، كما هو موضح بالجدول (٣) والشكل (5)، حيث تبين أن أغلب مساحة الحوض تقع ضمن فئات (CN) المرتفعة، ومن ذلك يمكن استنتاج أنها تولد جريانا سطحيا كبيراً مما يجعلها مناطق ملائمة لإقامة مشاريع الحصاد المائي.

الجدول (٣) استعمالات الأراضي على طريقة (SCS) لاشتقاق أرقام المنحنى (CN)

الترب الهيدرولوجية			أنصاف استعمالات الأراضي
D	C	B	
83	77	66	غابات وحراج
81	78	71	أراضي زراعية
86	81	72	مناطق عمرانية
86	81	72	أراضي جرداء وصخرية

المصدر: (الجابري والشجيري، ٢٠٢١)



الشكل (٥): قيم CN لحوض نهر بانياس

المصدر: إعداد الطالبة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 والاعتماد على خريطة الترب الهيدرولوجية (٢)، وخريطة استعمالات الأراضي (٤)،

الجدول (٤): قيم منحنى (CN) في حوض بانياس

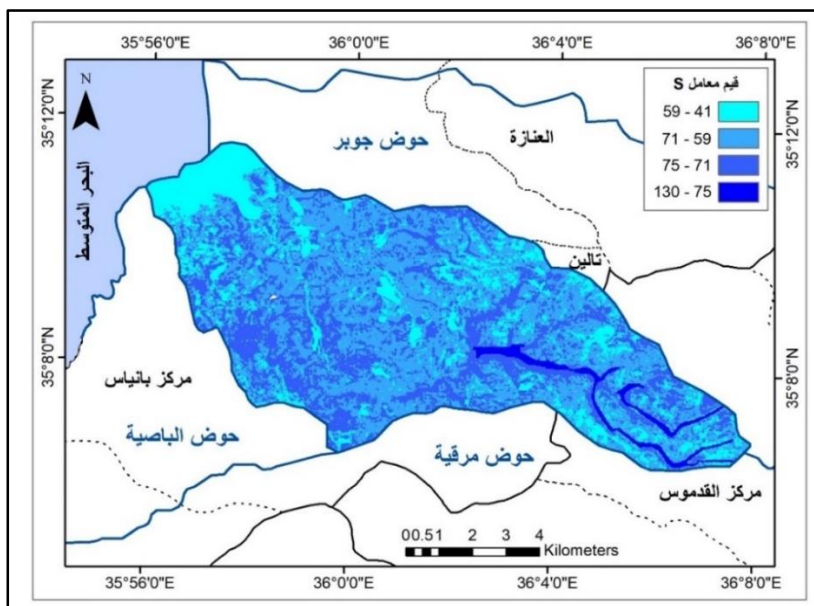
النسبة (%)	المساحة (كم ^٢)	قيم CN
1.2	0.1٥	66
0.9	0.90	71
0.2	0.20	72
27.8	26.97	77
51.6	50.02	78
14.5	14.02	81
0.2	0.22	83
3.6	3.52	86
100	9٧	المجموع

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الشكل (٦)، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

- معامل إمكانية الاحتفاظ بالماء بعد الجريان (S):

يصف معامل (S) مدى قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه بعد بدء الجريان السطحي، أي بعد تشبع الطبقة السطحية من التربة تماماً وانتهاء التسرب. تشير القيم الأعلى إلى قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه بعد بدء الجريان السطحي، مما يؤدي إلى انخفاض كمية المياه الجارية على السطح، بينما تشير القيم المنخفضة إلى عدم قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه بعد بدء الجريان السطحي، مما يعني ارتفاع كمية المياه الجارية على السطح.

تراوحت قيم معامل (S) في حوض بانياس بين (٤١) ملم، وهي الأقل قدرة على الاحتفاظ بالماء على سطحها وبين (١٣٠) ملم للأجزاء الأكثر قدرة على الاحتفاظ بالماء والتي لا تساعد في إتمام عملية الجريان السطحي (الجدول ٦ والشكل ٥).



الشكل (٦): قيم معامل (S) لحوض نهر بانياس

المصدر: إعداد الطالبة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8، والاعتماد على المرئية الفضائية Landsat8، 2023.

الجدول (٥) قيم معامل (S) في حوض نهر بانياس

النسبة (%)	المساحة (كم ^٢)	قيم معامل (S)
3.6	3.52	41
0.2	0.22	52
14.5	14.02	59
51.6	50.02	71
27.8	26.97	75
0.2	0.20	98
0.9	0.90	103
1.2	1.15	130
100	97	المجموع

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الشكل (٧)، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

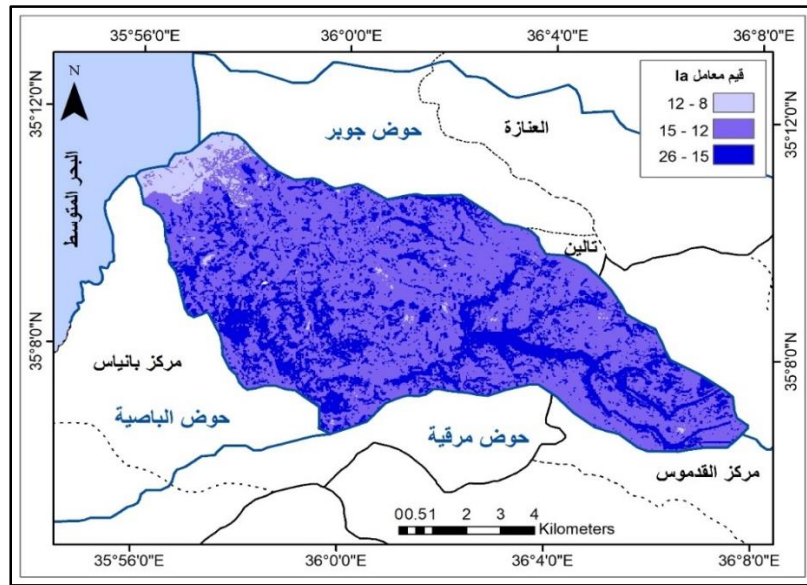
ومن الشكل (٦) والجدول (٥) نجد أن أغلب أراضي منطقة الدراسة ذات قيمة منخفضة مما يدل على انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه، ويعطي ذلك صورة واضحة عن إمكانية حدوث جريان سطحي في أراضي الوادي.

حساب معامل الاستخلاص الأولي للحوض (الفوائد الأولية) (Ia) Initial abstraction:

يعد هذا المعامل من أهم المعايير المستخدمة في احتساب كمية الجريان السطحي، فهو يعطي صورة واضحة عن كمية الفوائد من مياه الأمطار قبل بدء عملية الجريان السطحي، بفعل عملية التبخر والتسرب واحتجاز النباتات

للمياه (ماء متقاطع)، ولهذا المعامل علاقة وثيقة بالتربة واستعمالات الأرض، من خلال ارتباطه بالمعامل (S)، كما ظهر في معادلة حساب معامل (Ia) ، إذ يمثل خمس قيمة (S).

إن انخفاض القيم لمعامل (Ia) واقتربها من الصفر تدل على قلة الفاقد من مياه الأمطار، مما يعني حدوث جريان سطحي بكميات كبيرة، والعكس إذا ارتفعت القيم فإنها تعطي دلالة على ارتفاع نسبة تلك الفواقد وبالتالي جريان سطحي أقل، ويصبح معدل الاستخلاص الأولي مساوياً لمعدل الجريان السطحي إذا بلغ وسيط المعامل (Ia) قيمة ٥٠,٨ ملم، أما إذا ارتفعت قيمة (Ia) عن قيمة الوسيط، فيدل ذلك على اقتطاع كميات أعلى من الأمطار، فتتخفف كميات المياه الجارية على السطح. وقد تم حساب قيم معامل (Ia) لحوض بانياس وأظهرت أن عموم الحوض يمكنه توليد جريان سطحي وبكميات كبيرة، حيث إن جميع القيم التي ظهرت أصغر من الوسيط المذكور آنفاً (٥٠,٨) ملم، كما يظهر الشكل (٧)، الجدول (٦).



الشكل (٧): قيم معامل (Ia) لحوض نهر بانياس

المصدر: إعداد الطالبة باستخدام برنامج ArcGIS ١٠,٨ ، والاعتماد على المرئية الفضائية Landsat8، 2023.

الجدول (٦) قيم معامل (Ia) في حوض نهر بانياس

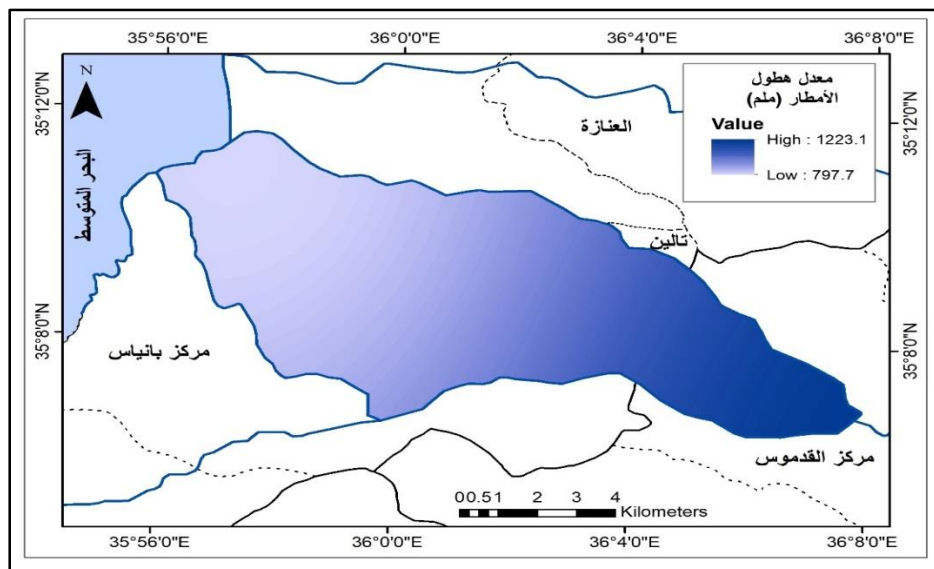
النسبة (%)	المساحة (كم ^٢)	قيم معامل (Ia)
3.84%	3.73	١٢ - ٨
66.27%	64.28	١٥ - ١٢
29.89%	28.99	٢٦ - ١٥
١٠٠	٩٧	المجموع

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الشكل (٨)، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

تقدير سماكة الجريان Q:

تعتبر سماكة الجريان السطحي عن كمية المياه الجارية على السطح عقب تساقط الأمطار عليه. ويتم حسابها من المعادلة المذكورة سابقاً بالاعتماد على نتائج قياس المعاملات CN, S, Ia. وجرى حساب كمية الأمطار الهاطلة P بالاعتماد على المعدل السنوي لكمية الأمطار خلال المدة (٢٠١٩-١٩٩٠) في محطتي بانياس والقدموس؛ إذ تمثل

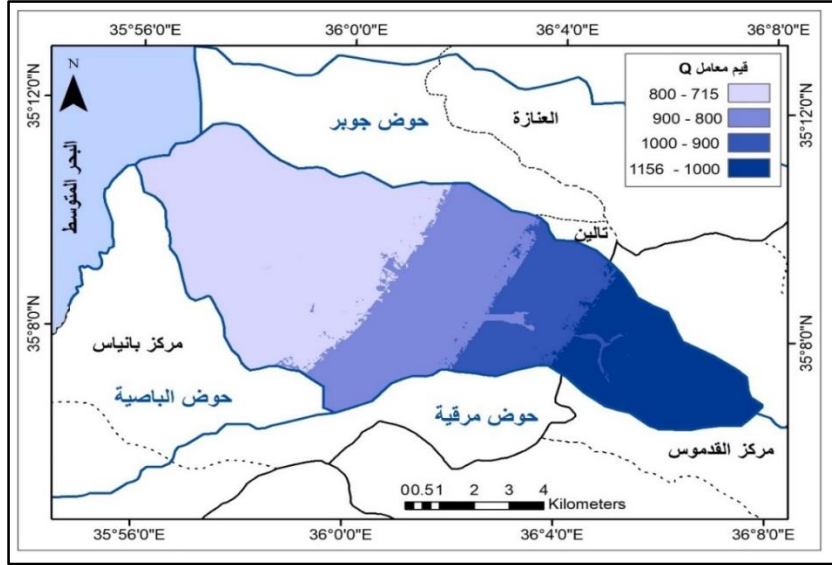
المحطة الأولى المناطق السهلية وتمثل الثانية المناطق الجبلية، وقد بلغ المعدل السنوي لكمية الأمطار خلال كامل المدّة المدروسة ٧٩٧,٧م في محطة بانياس، و ٢٣٤,٤م في محطة القدموس، كما هو موضح بالشكل (٨).



الشكل (٨): التباين المكاني لمعدل الهطول المطري السنوي في حوض بانياس (٢٠١٩-١٩٩٠)

المصدر: إعداد الطالبة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 والاعتماد على المرئية الفضائية Landsat8، 2023، استناداً إلى بيانات مديرية الموارد المائية في المنطقة الساحلية.

إن قدرة التسرب لأية منطقة ليست ثابتة في أثناء تساقط المطر، ولكنها تبدأ بقيم أولية عالية، وتتنخفض تدريجياً لأن التربة تكون جافة قبل هطول المطر مما يحد من جريان المياه في بداية الهطول، ومع ذلك هناك فرصة لحدوث الجريان السطحي قبل وصول التربة إلى مرحلة التشبع إذا كانت شدة الهطل تفوق معدل الرشح، ومن الشكل (٩)، والجدول (٧) يتضح أن قيم (Q) مرتفعة مما يعني أن معدلات الجريان في الحوض مرتفعة، فقد بلغت أكبر سماكة للجريان ١٠١٨ ملم، أما أدنى قيمة فبلغت ٧١٥ ملم. يلاحظ تأثير عامل الأمطار بشكل كبير في ارتفاع قيم سماكة الجريان السطحي، حيث تزداد سماكة الجريان السطحي باتجاه الشرق بسبب ارتفاع كميات الأمطار الهاطلة.



الشكل (٩): قيم سماكة الجريان السطحي (Q) لحوض نهر بانياس

المصدر: إعداد الطالبة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 والاعتماد على المرئية الفضائية Landsat8، 2023.

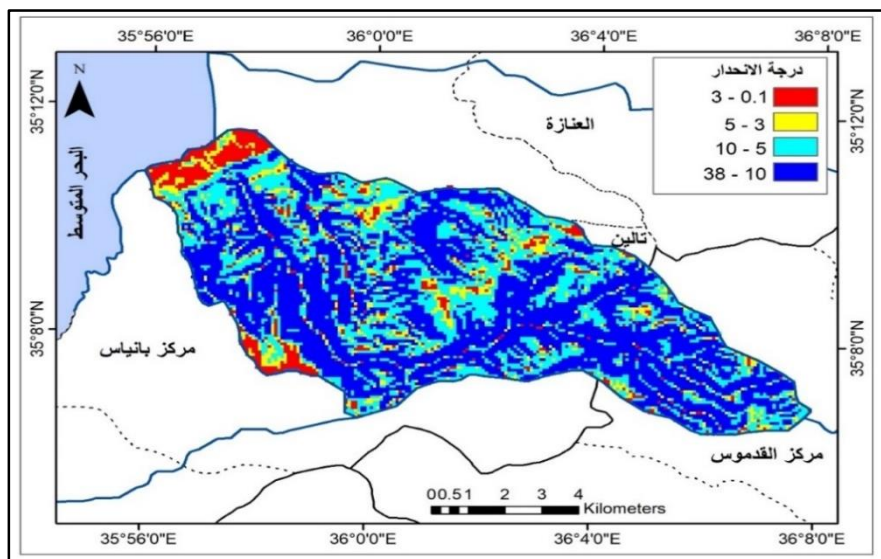
الجدول (٧) قيم سماكة الجريان السطحي (Q) لحوض نهر بانياس

النسبة (%)	المساحة (كم ^٢)	قيم معامل Q (مم/السنة)
45	43.6	715- 800
24.4	23.7	800-900
12.8	12.5	900-1000
17.7	17.2	1000-1156
100	97	المجموع

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الشكل (٩)، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8

تأثير عامل الانحدار على الجريان:

يرتبط عامل الانحدار بعلاقة طردية مع كميات الجريان السطحي، حيث إن درجة الانحدار تتناسب طردياً مع سرعة الجريان، فكلما زادت درجة الانحدار زادت سرعة جريان المياه في أثناء حدوث الأمطار أو السيول. لذلك جرى تصنيف درجة تأثير الانحدار إلى فئات ملائمة لإنشاء السدات، كما هو موضح بالشكل (١٠)، والجدول (٨). وتبعاً لتقسيم فئات الانحدار تبين أن المنطقة يسود فيها الانحدار المرتفع (< ١٠) درجة بنسبة ٥٣ %، والانحدار المتوسط (١٠-٥) درجة بنسبة ٣٠ %، وهذا يعني أن عامل الانحدار يلعب دوراً مهماً في حجم الجريان.



الشكل (١٠): فئات درجات الانحدار في حوض نهر بانياس

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 وبالاستناد إلى المرئية الفضائية Landsat8، 2023.

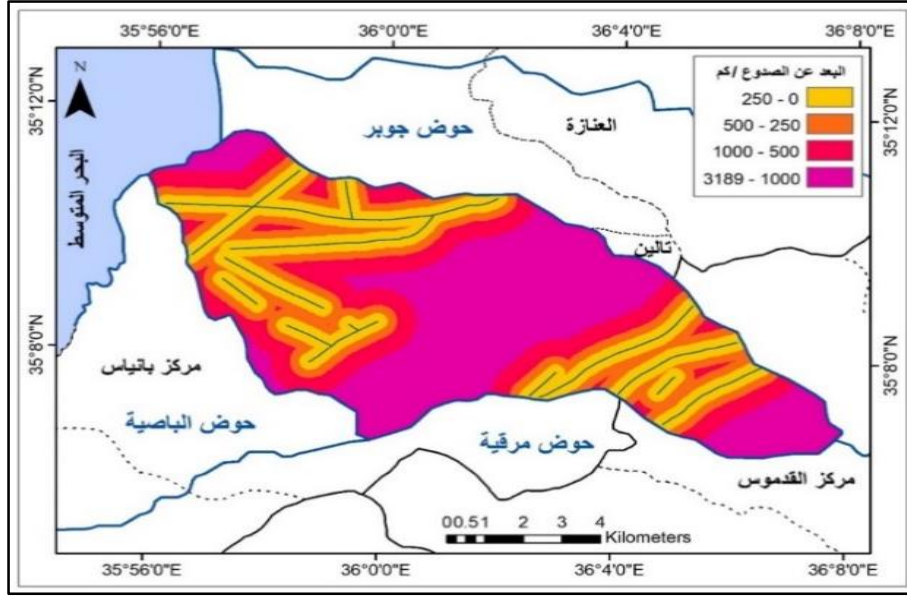
الجدول (٨) فئات درجات الانحدار في حوض نهر بانياس

درجة الانحدار	المساحة (كم ^٢)	النسبة (%)	درجة الملاءمة
٣ - ٠,١	7.3	7.51	4
٥ - ٣	8.7	8.97	3
١٠ - ٥	29.4	30.4	2
٣٧,٧ - ١٠	51.6	53.2	1
المجموع	97	100	-

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الشكل (١٠)، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.

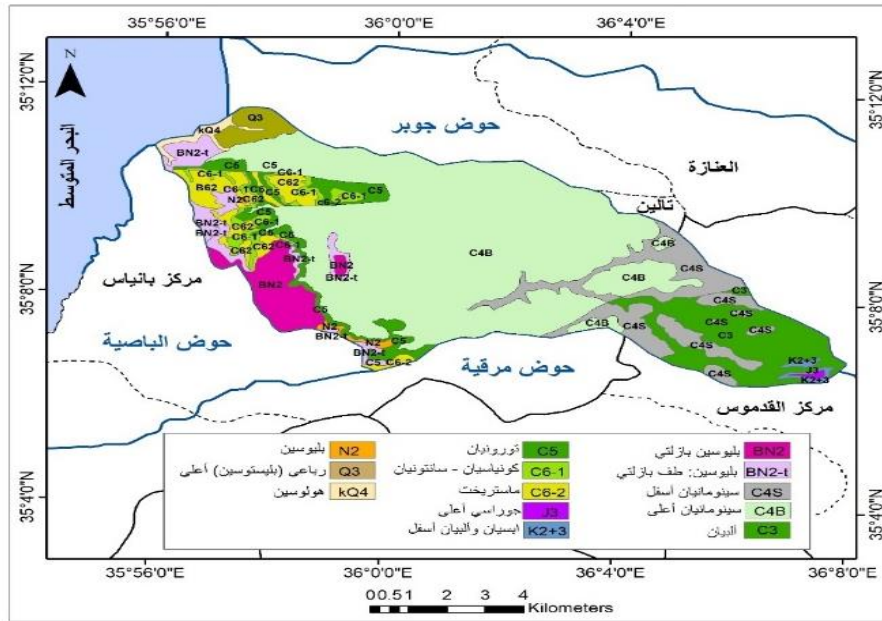
- تأثير البعد عن الصدوع والفوالق:

تعد الصدوع والفوالق من العوامل المؤثرة في حصاد المياه الجارية، حيث تحدد الصدوع والفوالق مواقع تسرب المياه ضمن الطبقات تحت السطحية. بلغ عدد الصدوع في منطقة الدراسة ١٤ صدعاً باتجاهات مختلفة، ويعد البعد عن موقع الصدع أو الفالق هو الموضع الأمثل لإقامة منشآت لحصاد المياه السطحية، ويوضح كل من الجدول رقم (٩)، والشكل (١١) تقييم منطقة الدراسة طبقاً لمدى ملاءمتها الجريان السطحي، وفق المسافة عن الصدوع والفوالق، كما يوضح الشكل (١٢) التشكيلات الجيولوجية في حوض نهر بانياس، فإن درجة الملاءمة الأولى (الموقع الأمثل) تشمل المواقع التي تبعد مسافة تزيد عن ١ كم عن الصدوع والفوالق، وتشغل مساحة تقدر بنحو ٣٧,٥ كم^٢ بنسبة ٣٩%؛ في حين إن المناطق الأقل ملاءمة والتي تبعد مسافة تقل عن ٢٥٠ م عن الصدوع والفوالق تشغل مساحة قدرها ٢٣,٢ كم^٢ بنسبة ٢٤%.



الشكل (١١): تقييم الملاءمة المكانية لإقامة منشآت لحصاد المياه السطحية وفق عامل المسافة عن الصدوع

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الخريطة الجيولوجية لمحافظة طرطوس، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8، وبالاستناد إلى المرئية الفضائية Landsat8، 2023.



الشكل (١٢) التشكيلات الجيولوجية في حوض بانياس

المصدر: إعداد الطالبة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8، بالاعتماد على خريطة سورية الجيولوجية، رقعة القدموس-بانياس مقياس ١/٥٠٠٠٠.

الجدول (٩) تقييم الملاءمة المكانية لإقامة منشآت لحصاد المياه السطحية وفق عامل المسافة عن الصدوع

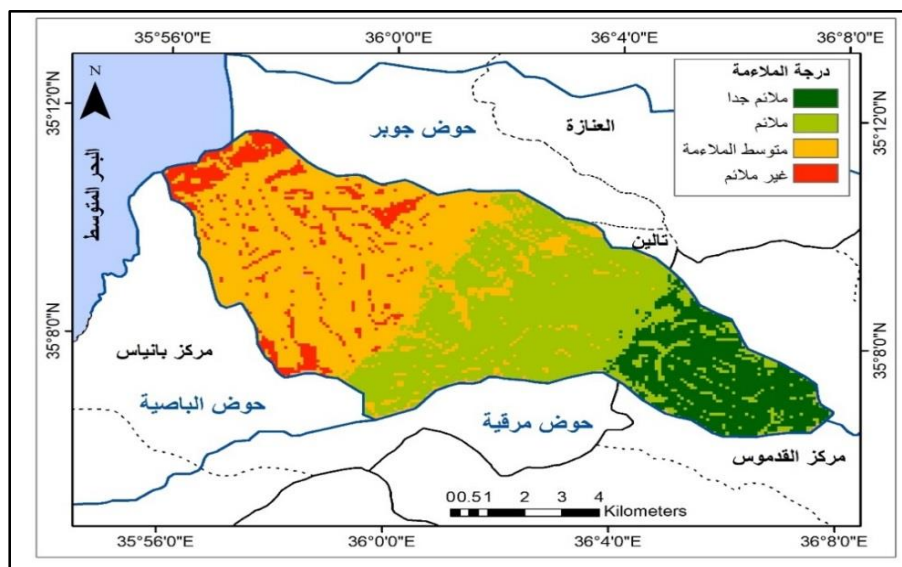
درجة الملاءمة	النسبة (%)	المساحة (كم ^٢)	المسافة من الفوالق والصدوع (م)
٤	24	23.2	أقل من ٢٥٠
٣	18	17.8	500-250
٢	19	18.5	1000-500
١	38.6	37.5	3189-1000
-	١٠٠	97.0	المجموع

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الشكل (١٣)، باستخدام برنامج ArcGIS 10.8.

٤-١-٤- إعداد الخريطة النهائية الموزونة للجريان السطحي:

تأتي هذه المرحلة نتاجاً نهائياً لتحديد الأماكن المناسبة للجريان السطحي؛ إذ جرى تحديد مستوى الملاءمة لكل عامل بإعطائه وزناً باستخدام أداة وزن المعايير Weighted Overlay، وذلك بناء على ثلاثة معايير: سماكة الجريان ٦٠%، درجة الانحدار ٣٠%، البعد عن الفوالق والصدوع ١٠%.

يتضح من الشكل (١٣) أن غالبية الأراضي الملائمة جداً للجريان السطحي تقع في الجهات الشرقية من الحوض، والتي تحقق جملة المعايير المعتمدة في الدراسة، ويجاورها من جهة الغرب الأراضي الملائمة، وتقل درجة الملاءمة بالاتجاه غرباً حيث تتركز التجمعات السكانية وما يلحق بها من طرق رئيسية، إضافة إلى انخفاض درجات الانحدار ووجود الصدوع؛ فهذه عوامل تشكل مجتمعة نطاقاً غير ملائم للجريان السطحي.



الشكل (١٣): درجة الملاءمة للجريان السطحي تبعاً للمعايير المدروسة

المصدر: إعداد الطالبة بالاعتماد على الخرائط الثلاث (سماكة الجريان السطحي Q، عامل الإنحدار، البعد عن الصدوع والفوالق) باستخدام برنامج ArcGIS 10.8، وبالاستناد إلى المرئية الفضائية Landsat8، 2023.

٤-٢- اختيار المواقع المناسبة لإنشاء السدات لحصاد مياه الجريان السطحي:

إن عملية اختيار المواقع المناسبة لحصاد المياه تتم وفقاً لعدة خطوات:

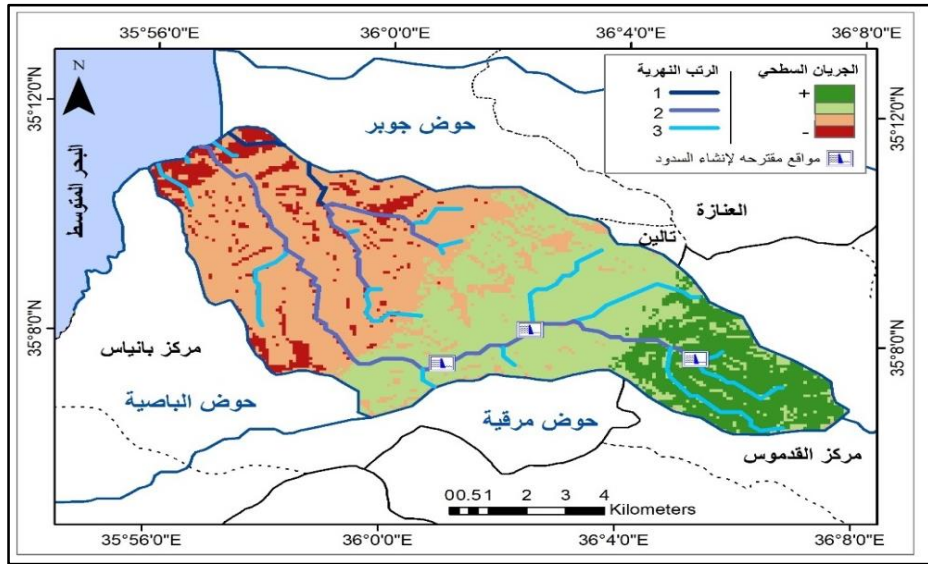
١- الخطوة الأولى: تحديد ارتفاع منطقة احتجاز المياه وتجميعها، ويكون ذلك من خلال نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لمنطقة الدراسة، حيث يتطلب إنشاء حوض تجميع المياه السطحية أن تكون المنطقة أقل ارتفاعاً من المناطق المجاورة.

٢- الخطوة الثانية: تعيين المناطق التي تتسم بالانحدار البسيط أقل من (٥) درجات.

٣- الخطوة الثالثة: استخراج خرائط الرتب النهرية للحوض حيث إن الرتب النهرية تدل على قوة الجريان، ومن المهم إنشاء السدات في المجاري النهرية الرئيسية.

جرى تحديد ثلاثة مواقع لإقامة السدات على نهر بانياس، الشكل (١٤)، تبين أنها المثلى وفقاً للمعايير

المدرسة.



الشكل (١٤): المواقع المقترحة لإقامة السدات في حوض بانياس

المصدر: إعداد الطالبة باستخدام برنامج ArcGIS 10.8 والاعتماد على الشكل (١٣) ونموذج الارتفاع الرقمي DEM

٥- الاستنتاجات والمقترحات

أتاح هذا البحث تحليل الخصائص الطبيعية لحوض نهر بانياس، ودراسة التوزيع المكاني للظواهر المسؤولة عن تشكل الجريان السطحي في الحوض، وأمكن من خلاله الحصول على مخرجات كارتوغرافية توضح تلك الظواهر وتحدد المواقع الملائمة لإنشاء سدات حصاد المياه في الحوض، وقد خلص إلى النقاط الرئيسية الآتية:

١- تقع غالبية مساحة الحوض ضمن فئات (CN) المرتفعة؛ أي أنها تولد جرياناً سطحياً

كبيراً، مما يجعلها منطقة ملائمة لإقامة تقنية حصاد المياه المتمثلة بالسدات.

٢- إن انخفاض درجة الملاءمة بالاتجاه غرباً يمكن أن يعزى إلى تركز التجمعات السكانية،

وما يلحق بها من طرق رئيسية وبنى تحتية.

٣- إن المواقع الثلاثة التي تم تعيينها كمواقع ملائمة لإنشاء السدات تقع على المجرى الرئيس لحوض نهر بانياس، وقد بينت الدراسة أن المواقع تترتب بدءاً من جهة الشرق الى الغرب، تبعاً للمعايير المدروسة ولاسيما إمكانية تشكل الجريان السطحي، لكن على أرض الواقع من حيث استعمالات الأراضي تعطى الأولوية لسدتي تالين والزريرية الواقعتين في الجزء الأوسط والأدنى من الحوض لأنهما تقعان في منطقة سهلية تكثر فيها الأراضي الزراعية، أما السدة الثالثة (سدة رام حريز) الواقعة إلى الجهة الشرقية من الحوض، فتأتي في المرتبة الثانية من حيث الأهمية لأنها منطقة هضبية تكثر فيها وحولها الأراضي الجرداء والتكشفات الصخرية.

التوصيات

- ١- العمل على بناء السدات المقترحة لحجز مياه الأمطار، والاستفادة منها في فترات انقطاعها.
- ٢- الاعتماد على نتائج هذه الدراسة لتنمية الموارد المائية في الحوض، والأخذ بها من قبل الباحثين والمختصين في مجال إدارة الموارد المائية.
- ٣- إجراء دراسات تطبيقية مماثلة للأحواض المائية التي تعاني نقصاً في الموارد المائية في سورية بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية، باعتبارها أداة مناسبة تعطي نتائج تساعد المخططين وصناع القرار في تنمية الموارد المائية.

المراجع

المراجع العربية:

١. الإبراهيم، عبيد، (٢٠١٤). مساهمة في ادارة واغناء الموارد المائية باستخدام تقنيات حصاد المياه بمعونة التقانات الحديثة في منطقة سلمية. رسالة ماجستير، كلية الهندسة المدنية قسم الهندسة المائية والري، جامعة تشرين، ١١٤ ص.
٢. الجابري، هند والشجيري، خالد، (٢٠٢١). التحليل المكاني لمناطق حصاد المياه في حوض وادي عكاش وإمكانية استثمارها لأغراض التنمية. مجلة مداد الآداب، المجلد ١٣: العدد ١٨.
٣. خضر، ايمان (٢٠٢٢). استخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقييم ونمذجة اختبار أنسب المواقع لحصاد الأمطار في المنطقة من فوكة لرأس علم الروم بالساحل الشمالي الغربي لمصر. كلية الآداب جامعة الزقازيق. العدد ١٠٠، ص ٢٣٧.
٤. الساعدي، حسين والجابري، كمال (٢٠١٨). النمذجة المكانية للحصاد المائي في حوض وادي عرعر غرب العراق باستخدام تقنيات (GIS&RS). مجلة أبحاث البصرة للعلوم الإنسانية، المجلد ٤، العدد ٣: ١-٣٠.
٥. عبد السلام، عادل؛ الشيخ، محمد إسماعيل وحليمة، عبد الكريم (٢٠٠٤). الجغرافية الطبيعية لسورية، منشورات جامعة تشرين، ٤٢٤ ص.
٦. المساعدي، بشير (٢٠١٧). تحديد أنسب المواقع للحصاد المائي في حوض وادي العاقب شمال شرق الأردن باستخدام المعطيات الجيومورفومترية ونظام المعلومات الجغرافية. رسالة ماجستير، كلية الآداب قسم الجغرافية، جامعة اليرموك. ١٧١ ص.

٧. موسى، علي؛ الشيخ، محمد، حليلة، عبد الكريم (٢٠٠٥). مناخ القارات. جامعة تشرين.
٨. النوايسة، سامر والزعول، ميسون، (٢٠٢١). اختيار المواقع المحتملة للحصاد المائي باستخدام النمذجة المكانية المتعددة المعايير في حوض وادي الموجب جنوبي الأردن. مجلة اتحاد الجامعات العربية للأدب، المجلد ١٩ العدد ١: ١٣٧ - ١٦٧.
- مديرية الزراعة في طرطوس، (٢٠٢٣). الدليل التصنيفي للتربة محافظة طرطوس، الهيئة العامة للبحوث الزراعية والعلمية.

المراجع الأجنبية

1. GAMID , S. (1991) Estimating , *Runoff curve Number of the soil conservation Service in Arid and Semi – arid Environments Using Remotely sensed Data* A dissertation Submitted to the Faculty of the University of Utah.
2. MATOMELA, N.(2019). *Rainfall-runoff estimation of Bojiang lake watershed using SCS-CN model coupled with GIS for watershed management*, School of Energy and Environmental Engineering, University of Science and Technology Beijin, p20.
3. ROUSE, J.W., R.H. HAAS, J.A. SCHELL, D.W. DEERING AND J.C. HARLAND. (1973) *Monitoring the vernal advancement of natural vegetation. NASA/GSFC Final Report, Greenbelt, MD, P. 371.*
4. WEERASINGHE. H., SCHNEIDER. U., L'OW. A. (2011). *Water harvest- and storage- location assessment model using GIS and remote sensing*. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, No.(8), (3353-3381).