doi.org/10.52866/esj.2020.01.16.11

تحديد مواقع السدود المحتملة في حوض وادي ئاوكورتة في محافظة السليمانية (قضاء بنجوين وقضاء شاربازير) باستخدام AHP , GIS

م.د بشير فرحان محمود التميمي
جامعة الحمدانية / كلية التربية

المستخلص :

يعاني سكان منطقة الدراسة ومناطق العراق من نقص حاد في مصادر المياه المتاحة للاستخدامات المختلفة، ونتيجة الممارسات الإيرانية في تحويل مجاري الأنهار منذ الستينيات من القرن الماضي بتغير المسارات خاصة في المنطقتين الجنوبية والشمالية من العراق (هناك 18 نهراً أساسياً تصريفها المائي يبلغ 7 مليارات م3 تنبع من غرب إيران لتصب في الأراضي العراقية) وباشرت بتحويل بعض الروافد الأخرى في المنطقة الشمالية من العراق، مما دفع سكان منطقة الدراسة إلى تعظيم الاستفادة من الموارد المائية المتاحة، عن طريق حفر آبار الجمع في منازلهم، إلا أن كمية المياه التي يمكن تخزينها في تلك الآبار محدودة، لذلك هدفت الدارسة إلى تسخير تقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسة أفضل المواقع لإنشاء السدود في منطقة الدراسة، ويقع الحوض في الجزء الشرقي من محافظة السليمانية عند الحدود العراقية – الإيرانية، وتبلغ مساحة الحوض حوالي (2542) كم2 على ارتفاع يتراوح (636 – 2742) متراً فوق مستوى سطح البحر، واستخدمت الدراسة معايير طبيعية في اقتراح أفضل المواقع لإنشاء السدود، وتم اعتماد خطوط الكنتور بفاصل رأسي 10 متر في تحليل السطوح الطبوغرافية بالاعتماد على مجموعة من البرامج المتكاملة من برمجيات نظم المعلومات الجغرافية المتمثلة في (ArcGIS10.3) و(AHP) وأظهرت الدراسة أن هناك 10 مواقع لإقامة السدود بقدرات تخزينيه متفاوتة

وأوصت الدراسة ببناء مستجمعات لتخزين مياه الأمطار بحيث تخدم المنطقة في فترة الجفاف بعيدة الأمد، والتخطيط الجيد لأستثمار مياه الوديان في مختلف المجالات وكذلك توظيف مهارات أهالي المنطقة بهدف التنمية الزراعة المستدامة وتوظيف مهاراتهم في التخطيط البيئي.

الكلمات الدالة: برنامج التحليل الهرمي(AHP)، نظم المعلومات الجغرافية(Gis)، المنطق المضبب، التحليل المكاني، سدود، الموارد المائية، حوض وادي ئاوكورتة.

Determing of location potential dams in the Wadi Aokorta basin in Sulaymaniyah governorate (Penguin District and Sharpazir District) using AHP, GIS.

Dr. Basheer farhan mahmood Al- Tmimie
AL- Hamdaniya University / Faculty of Education Geography Section

Abstract :

Residents of the study area and the regions of Iraq suffer from a severe shortage of water sources available for various uses, and as a result of Iranian practices in diversion of riverbeds since the sixties of the last century by the change of special routes in the southern and northern regions of Iraq (there are 18 main rivers drainage of 7 billion m 3 stemmed from And began to divert some other tributaries in the northern region of the country, which seeks residents of the study area to maximize the use of available water resources, especially surface water by drilling wells in their homes, but the amount of water Uh, which can be stored in those wells is limited, so the study aimed to harness GIS technology in the study of the best sites for the construction of dams in the study area. At an altitude of (636 - 2742) meters above sea level, the study used natural criteria in proposing the best sites for dam construction. Contour lines with vertical separation of 10 meters were adopted in topographic surface analysis based on a set of integrated programs of GIS software. J (ArcGIS10.3) and (AHP)

The study showed that there are 10 sites to build dams with varying storage capacities.

The study recommended the construction of catchments to store rainwater to serve the region in the long-term drought, and good planning to invest the valleys in various fields as well as employ the skills of the people of the region in order to develop sustainable agriculture and employ their skills in environmental planning.

Key words: GIS , AHP , Geo Data Base , Fuzzy logic , spatial analysis , Dams , Water Resources , Eaukorte Valley Basin.

المقدمة

نظراً لمجموعة من الظروف المناخية الجافة وفضلاً عن الظروف السياسية التي عاشها العراق والتي انعكست على ضعف التحكم في مورد المياه والذي أصبح سلعة نادرة ونتيجة لنزوح الأشخاص الى المدن الأكثر وفرة لهذا المورد الحيوي، وعليه فأن الادارات الحالية تسعى لإعادة الاعتبار لقطاع الموارد المائية وذلك من خلال وضع حزمة من التدابير الأفضل لتوزيع المياه، ولعل أهم اجراء هو زيادة حجم التخزين لتسخير الفائض من الجريان الذي غالبًا ما يُفقد ليستخدم في وقت لاحق وذلك من خلال تشييد السدود والمجمعات المائية خصوصا في المناطق الأكثر عرضة للجفاف وذلك من اجل استغلالها في الاستخدامات المختلفة خاصة الشرب وري الاراضي الزراعية.

يعتمد الخبراء والباحثون على مجموعة من المعايير والتي تساعد في اختيار المواقع المحتملة لأي مشروع تجميع مياه ، ومن بين هذه العوامل هي المناخ ، والهيدرولوجيا ، التضاريس، وأنواع التربة، والطبيعة الاجتماعية والاقتصادية لتلك المناطق، وتحديد هذه العوامل يعتمد في المقام الأول على توافر البيانات والظروف في الموقع.

في السنوات الأخيرة ، مثلت أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) منصة مرنة وقوية لتمكين الباحثين من استعمال بيانات الاستشعار عن بعد ومخرجات نموذج الجريان السطحي من أجل تحديد المناطق المناسبة لموقع السد بشكل صحيح ، يتم ذلك عادة باستخدام أدوات التحليل المكاني، وذلك من خلال دمج عوامل مختلفة باستخدام تراكب GIS وبالاستعانة بنموذج المنطق المضبب (fuzzy logic) كتقنية في تحليل طبقات تراكب طبقات أنظمة المعلومات الجغرافية (Overlay Analysis) ، (Raster Calculator) أداة هامة جداً وذلك لحل المشاكل الناتجة عن تطبيقات تحليل التراكيب التقليدية مثل اختيار الموقع الأفضل ونماذج الملائمة. الفرضية الأساسية التي يعتمد عليها المنطق المضبب هو أنه هناك عدم دقة (Inaccuracies) في البيانات الوصفية (Attribute) والبنية الهندسية (Geometry) للبيانات المكانية أذ يوفر المنطق الضبابي تقنية لمعالجة كل أنواع عدم الدقة.

مشكلة الدراسة

تعاني منطقة الدراسة كبقية مناطق العراق من شح المصادر المائية المتاحة، نتيجة تحويل الحكومة الإيرانية مجرى الأنهار إلى محافظات إيرانية ، كما قامت بقطع المياه عن الزاب الصغير، ما تسبب بحصول مشكلة في تزويد أهالي بلدة قلعة دزة (شمال السليمانية) بمياه الشرب. ويذهب جزء من المياه السطحية عبر الأودية دون استغلال نظراً لوعورة تضاريس المنطقة وانحداراتها الشديدة. تأتي هذه الدراسة لتسلط الضوء على امكانية استغلال المياه السطحية والمساهمة في التخفيف من حدة ازمة المياه في منطقة الدراسة. ويبلغ معدل التساقط السنوي على منطقة الدراسة 700 ملم وهذا المعدل الجيد للأمطار يعود إلى مواجهة المنطقة للمؤثرات القادمة من البحر المتوسط من جهة والى ارتفاع المنطقة عن سطح البحر أذ يتراوح بين636 م في الشمال الغربي و 2742 م في الشمال الشرقي.

ويمكن طرح عدة تساؤلات منها:

1. ما مدى ملائمة الأحواض لتجمع المياه؟
2. ما أفضل المناطق لإنشاء السدود؟
3. كم تبلغ القدرة التخزينية للسدود المقترحة من خلال حساب المياه الجارية؟

فرضية الدراسة

1. يمكن استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية للمساعدة في تحديد وتطوير حصاد المياه في المناطق التي لا يوجد عنها معلومات تفصيلية.
2. كمية الجريان السطحي كافية لكي يتم تجميعها في مستجمع.
3. الطبيعة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة ملائمة للحصاد المائي.

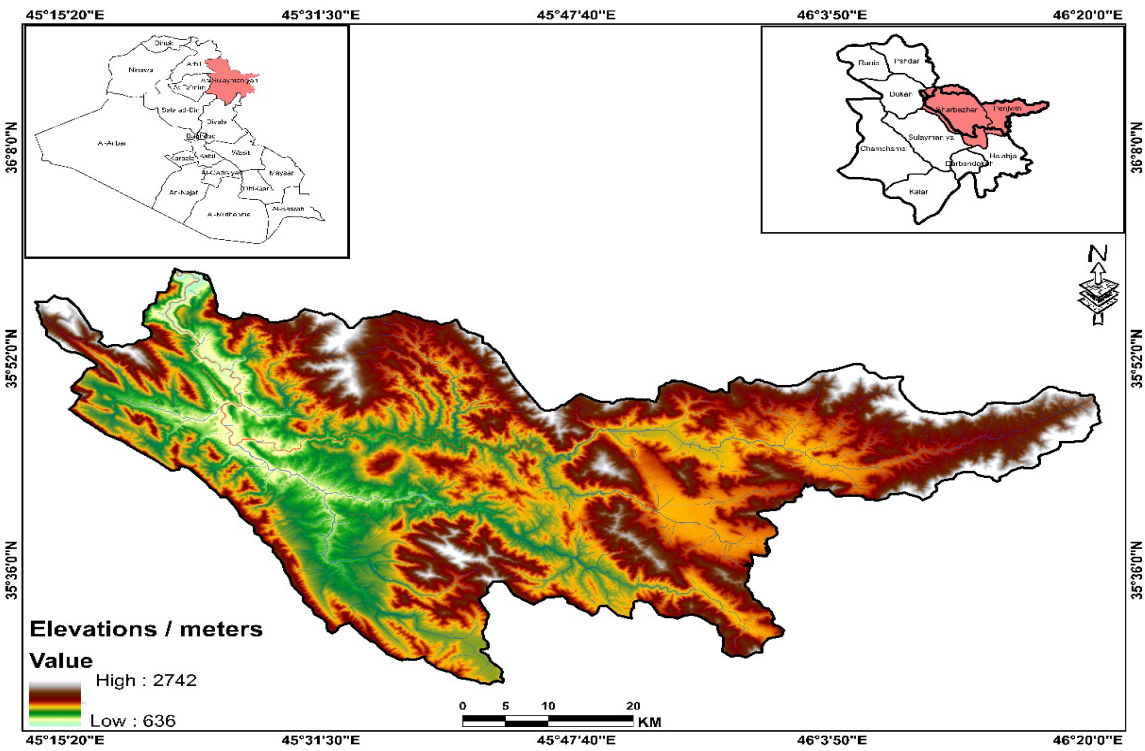
أهمية الدراسة :

تكمن أهمية هذه الدراسة في أنها توفر قاعدة بيانات تفصيلية عن المنطقة للمخططين والباحثين من خلال استخدام تقنية نظم المعلومات الجغرافية، كما أنها تتناول موضوعا مهمًا يتعلق بإمكانية استغلال المياه السطحية والتقليل من حدة مشكلة عدم توفر الكميات الكافية من المياه للسكان بسبب تحويل ايران مجاري وروافد الأنهار التي تنبع من أراضيها وتصب في الأراضي العراقية .

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشرقي من محافظة السليمانية عند الحدود العراقية – الإيرانية، بين دائرتي عرض (36° 35َ – 36° 8َ) شمالا، وخطي طول(45° 15َ – 46° 20َ) شرقاً، وتبلغ مساحة الحوض حوالي (2,542) كم^2 على ارتفاع يتراوح (636 – 2742)متراً فوق مستوى سطح البحر، والخريطة (1) تبين موقع الحوض من قضاء بنجوين وقضاء شاربازير و محافظة السليمانية والعراق.

خريطة (1) موقع الحوض من محافظة السليمانية والعراق



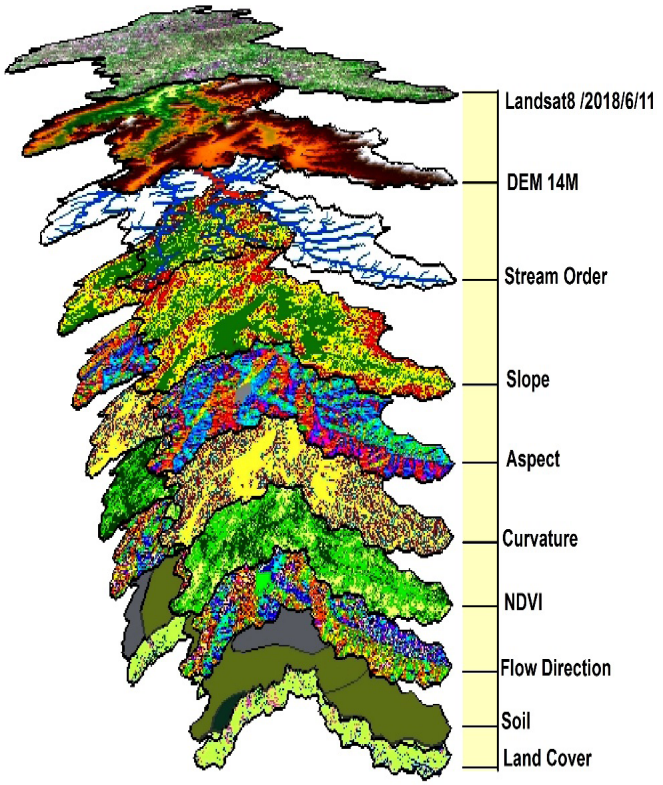
المصدر: جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية لسنة 2010، مقياس (1/ 1000000).

البيانات والبرامج المستخدمة في البحث:

اعتمد الباحثين على مجموعة من البيانات والبرامج من اجل الوصول الى اهداف البحث التي تم تحديدها وهي كالاتي:

1. بيانات الاستشعار عن البعد للقمر الصناعي (LAND SATLC 8) متعددة الاطياف والملتقطة بتاريخ 11/ 6/ 2018 .
2. نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبدقة تميزية (14) مترا .
3. خريطة العراق الطبوغرافية بمقياس 1:100000 لسنة 1990 الصادرة عن الهيئة العامة للمساحة.
4. استخدام برنامج (Global mapper v 11)، وبرنامج (Erdas Imagine v 9.3)، وبرنامج (Arc Map v 10.3) وما يتعلق به من برامج.
5. استخدام برنامج التحليل الهرمي في اختيار أفضل معيار مؤثر في أنشاء السدود في حوض منطقة الدراسة.
6. الاعتماد على البيانات والبرامج السابقة المستخلصة من مجموعة الخرائط التي تخص موضوع البحث والموضحة طبقاتها بالشكل (1) ويأتي توضيحها لاحقا بشكل مفصل.

شكل (1) الطبقات التي تم الاعتماد عليها في موضوع البحث



المصدر: بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc Scene v 10.3).

تقييم مواضع السدود المحتملة في حوض وادي ئاوكورتة

تعد عملية تقييم مواضع السدود لغرض تنمية حصاد المياه في حوض وادي ئاوكورتة من الأهمية بالمكان، إذ يتطلب الأمر توفير المعلومات الضرورية عن بيئة موضع السد بهدف اختيار المواضع المناسبة لإنشاء السدود، والحد من المشاكل والآثار السلبية الناتجة عن الاختيار غير الملائم لمواضع السدود، وذلك باستخدام التقنيات الحديثة لنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، والتي تساعد في تطبيق معايير التقييم وتحليل واستنتاج البيانات اللازمة لتنمية حصاد المياه في حوض وادي ئاوكورتة، وتتطلب المواضع الملائمة لإنشاء السدود عددًا من العوامل التي تؤهل الموضع لاختياره لإقامة السد، بناء على عدة اعتبارات أهمها (التكوينات الجيولوجية و المظاهر الطوبوغرافية و العوامل المناخية و النباتات الطبيعية للغطاء الأرضي، (ال سليمان،2015).

وقد تم تحديد هذه العوامل وافقًا لأحدى عشر معياراً يجب أخذها في عين الاعتبار لتقييم مواضع السدود بحوض ئاوكورتة، وتمثل هذه المعايير العوامل المؤثرة في اختيار مواضع السدود، وقد اعتبر تأثير كل العوامل التي لها دور في تحديد ملائمة موضع السد متساوية، إذ أن مواضع إنشاء السدود يجب أن تتصف بمواصفات متعددة لا يمكن التقليل من أياً منها، لذا اعتبر تأثير كل العوامل متساوياً، وبما أن المواضع الملائمة لإنشاء السدود يجب أن تفي بالمعايير المحددة، فإن عدم توفر أحد هذه المعايير يقلل من ملائمة الموضع لإنشاء السد حتى مع توفر المعايير الأخرى (عزيز2014).

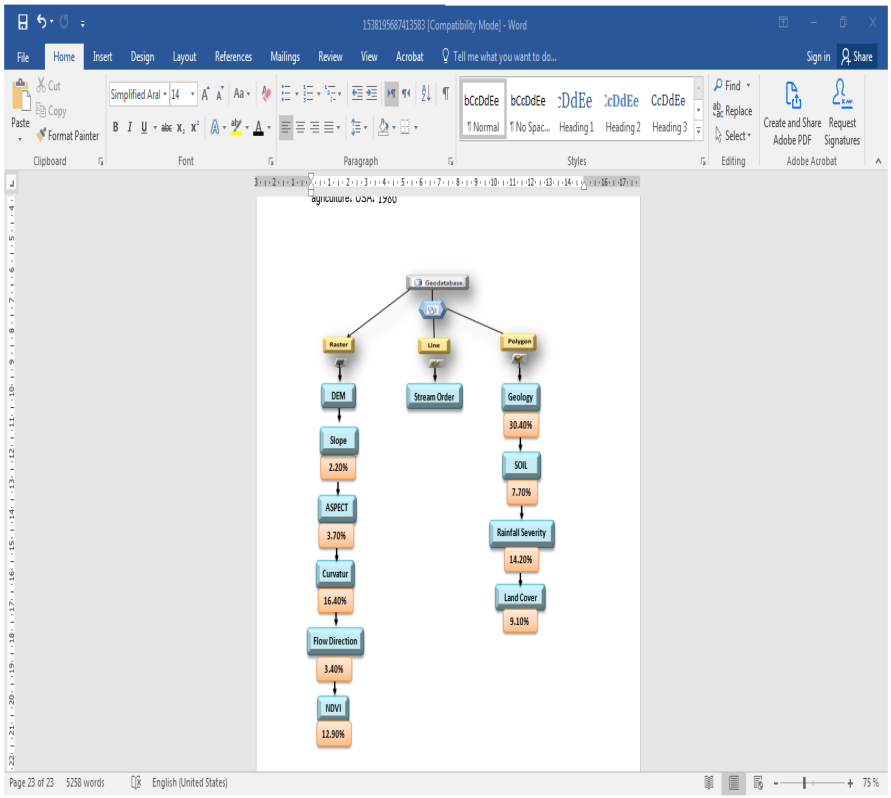
منهجية الدراسة

أن المنهجية المتبعة في التنبؤ بالموقع الأمثل لأنشاء السدود المحتملة ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافيةGIS تعتمد على:

1. تجميع وتحضير طبقات البيانات الموافقة للمعايير وإدخالها ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية. كما في الشكل رقم (1).
2. تحديد توابع الانتماء الضبابية وفق كل شرط من الشروط: مرحلة بناء توابع الانتماء تمثل خطوة إعادة تصنيف البيانات وهذه العملية تتم لتسهيل قراءة البيانات المخزنة بصيغة الراستر (Raster)، بتغيير القيم الأصلية للبيانات بقيم جديدة.
3. تم في هذه المرحلة استخراج الأوزان المرجحة لكل طبقة عن طريق منهجية (Analytic Hierarchy Process)، التي وضعها وطورها توماس ساعاتي، أستاذ الرياضيات بجامعة بتسبيرج، في ولاية بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية، في سبعينيات القرن الماضي ويمكن الاختيار من بين العديد من البدائل (الاختيارات) مع أخذ جميع المعايير (العوامل والمبادئ) التي تتوقف عليها عملية الاختيار بالاعتبار، والتي قد لا تكون رقمية يمكن قياسها بسهولة. وهي أيضاً خيار جيد حينما تصعب صياغة المعايير، حيث لا تعتمد المقارنات الثنائية على أرقام ولا يوجد قيم مطلقة وتعتمد عملية التحليل الهرمي ببساطة على العلاقة بين المعايير بالإضافة للعلاقة بين البدائل لكل معيار (باهرمز 2004).

إذ تساهم هذه المنهجية في تحديد مواضع أنشاء السدود المحتملة، ليتم بعد ذلك ضرب الوزن

المرجح في الطبقات المدخلة واستخراج مواضع أنشاء السدود، إذ تعطى كل طبقة وزن من خلال تطبيق معادلات خاصة شكل (2) وتعد هذه الطريقة لمعرفة تأثير كل طبقة على أنشاء السدود المقترحة .



شكل (2)
رسم تخطيطي
يوضح رماحل
إعداد الطبقات
وأوزانها

المصدر : من عمل الباحث على أساس عملية التسلسل الهرمي التحليلي.

معايير تقييم مواضع السدود في حوض وادي ئاوكورتة.

تم الاعتماد في تقييم مواضع السدود على النظام الثلاثي (1 – 3) في إعطاء الوزن المرجح لكل عامل من العوامل ، فتم إعطاء القيمة (1) للمواضع الملائمة لإقامة السدود، وإعطاء القيمة (2) للمواضع الملائمة نسبيا لأقامه السدود بعد المعالجة والصيانة، أما قيمة (3) للمواقع غير صالحة لإقامة السدود وفقاً للمعيار المحدد، ثم حساب الوزن النسبي لمواضع السدود وتصنيفها إلى ثلاث درجات ضمنت المواضع الملائمة تماماً والمواضع الملائمة نسبياً والمواضع غير الملائمة لإنشاء السدود لغرض حصاد المياه في حوض وادي ئاوكورتة، وفيما يلي تقييم مواضع السدود وفقاً للمعايير المحددة وكالتالي:

1 . جيولوجية منطقة الدراسة (Geological) :

يهدف تحديد المعيار التكوينات الجيولوجية إلى ضرورة مراعاة أن تكون المواضع المختارة لإقامة السدود واقعة على أراضي صخرية صلبة، بحيث

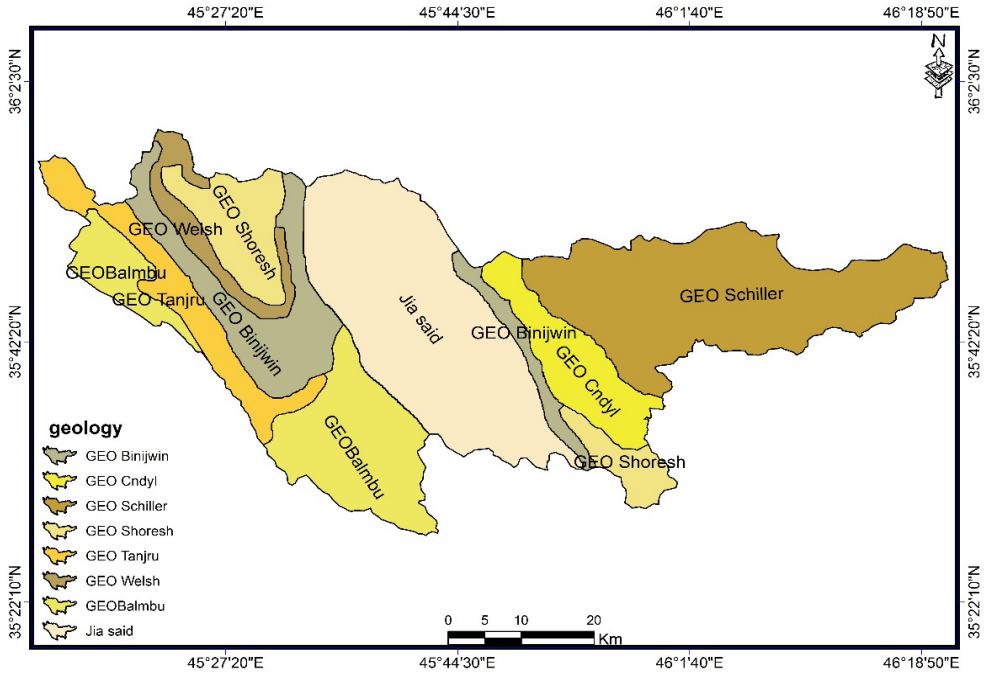
تتحمل إقامة المنشآت الهندسية للسد، وتقاوم الضغوط المتولدة نتيجة لثقل مياه الحصاد المخزنة، ومن ناحية أخرى يفضل تجنب المواضع ذات الطبيعة الصخرية الهشة واللينة والتي قد تشكل خطراً على جسم السد، وقد ينجم عن تجمع مياه الحصاد إحداث خلل في توازن الطبقات الصخرية، بسبب تجمع كميات كبيرة من المياه التي تمثل ثقلاً اصطناعيا إضافياً على سطح الأرض، ومن الممكن أن يؤدى هذا الثقل إلى حدوث هزات أرضية خفيفة بسبب ضغط الماء الذي يسبب أحيانا هبوطاً لقشرة الأرض في موقع السد (كيلو 1985).

جدول رقم (1) التكوينات الجيولوجية ودرجة الملائمة

درجة الملائمة	نوع التكوين
ملائم	, GEOBalmbu Jia said , GEO Binijwin GEO Welsh ,GEO Tanjru GEO Shoresh
ملائمة نسبياً	GEO Schiller , GEO Cndyl

المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على خريطة (2).

خريطة (2) التكوينات الجيولوجيا الملائمة لأنشاء سد في حوض وادس ئاوكورتة



المصدر :من عمل الباحث بالاعتماد على : وزارة الصناعة والمعادن الشركة العامة للمسح الجيولوجي، الخارطة الجيولوجية للعراق مقياس 1:1000000

2 . التقوس (Curvature) :

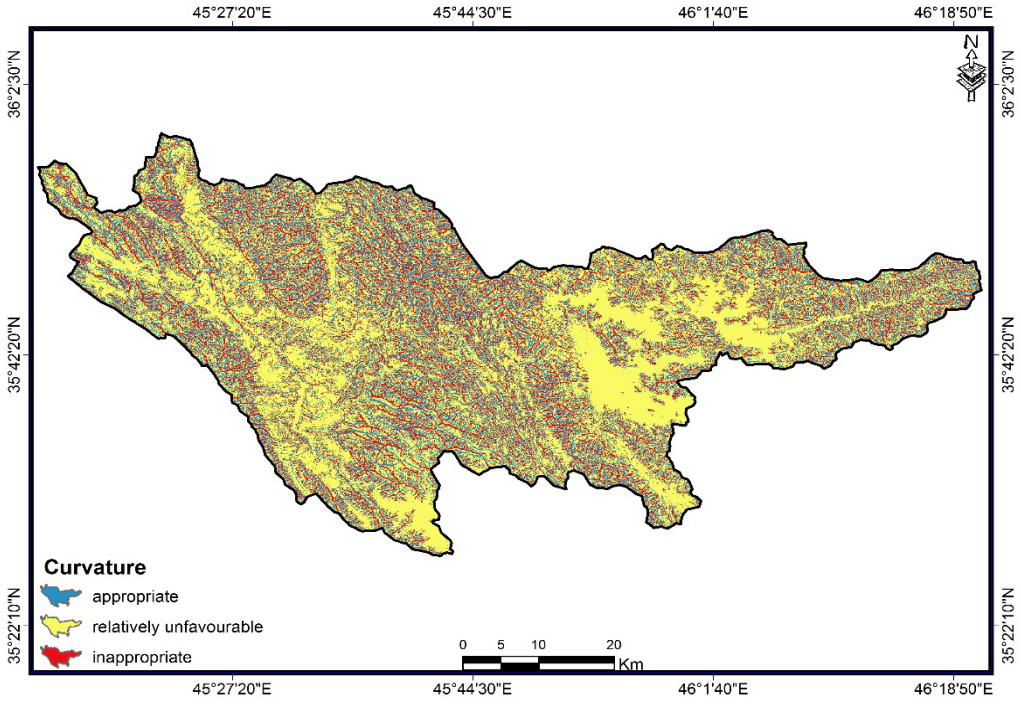
يتم اشتقاق التقوس من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) حيث يعبر التقوس عن مدى تحدب (Convexity) أو تقعر (concavity) لمنطقة ما على سطح الارض ينتج هذا النوع من الخرائط عن طريق ادخال الخارطة التي تكون بالهيئة الخلوية (Raster) والتي تكون ناتجة اصلا من نموذج الارتفاع DEM، ويتم حساب مقدار التقوس في المنطقة لكل خلية من خلايا الشكل الخلوي كما موضح في خريطة رقم (3) وجدول (2)، إذ يستخدم في معرفة المناطق المحدبة من المناطق المقعرة، ومعرفة اتجاه الجريان السطحي، ومعرفة اتجاه الترسيب (Deposition) ومعرفة نوعية انماط التصريف (pattern drainage).

جدول رقم (2) تقعر وتحدب الأرض ومدى ملائمتها لأنشاء السدود

الملائمة (Aptness)	قيمة الأنحناء (Rainfall Severity)
ملائم (Appropriate)	56– – 1.7–
ملائم نسبياً (Appropriate Relatively)	1.6 – – 0.38
غير ملائم (nappropriate)	0.39 – 48

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج(Arc Gis) والخريطة (3) .

خريطة (3) تقعر وتحدب الأرض ومدى ملائمتها لأنشاء سد في حوض وادس ئاوكورتة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3.

3 . **شدة الأمطار (Rainfall intensity) :**

تعد كميات التساقط بأنواعه المختلفة وبصفة خاصة على الأمطار، الجانب الرئيس للمياه السطحية والمؤثر الاول في تكوين الاودية المائية التي على اساسها يمكن حصاد المياه. اشتقت معلومات كمية الأمطار بالأعتماد على المحطات (محطة السليمانية، محطة بنجوين، محطة رانية)، ومن خلال بيانات نقطية الجدول رقم (3)، والتي تمثل قياسات موضعية لكميات الأمطار في منطقة الدراسة حيث تم استيفاء (Interpolation) لهذه النقاط لتغطية كافة أنحاء منطقة الدراسة كما موضح في خريطة رقم (4).

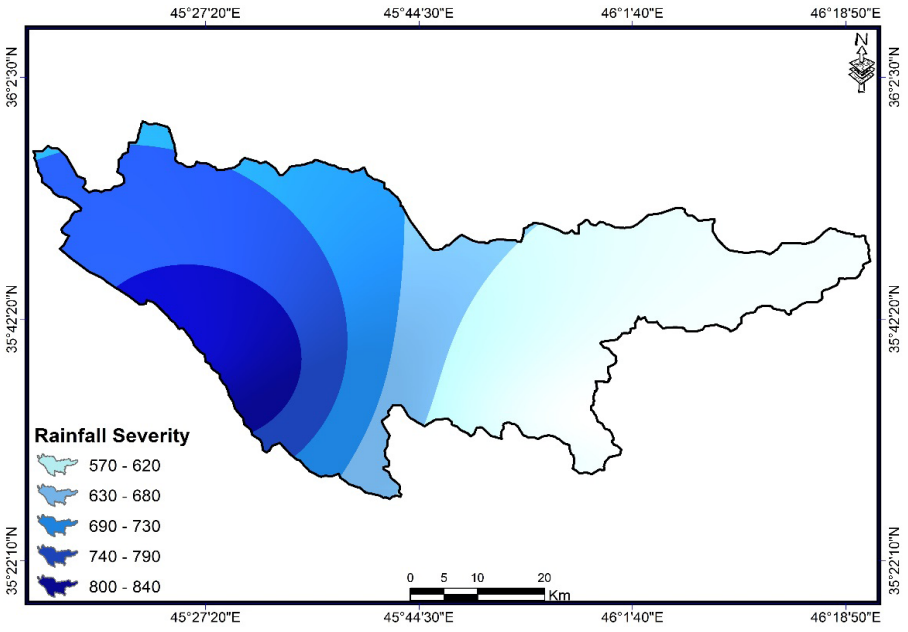
كما وضعت درجات الملائمة حسب الأفضلية من ناحية الجريان السطحي فالمناطق الأكثر مطراً هي نظرياً الأكثر ميلا لإنتاج جريان السطحي، فالمناطق التي يزيد فيها المطر عن(670)ملم/ السنة هي المنطقة المفضلة وتعطي درجة التفضيل الأعلى.

جدول رقم (3) كمية الأمطار الفعالة ودرجة ملائمتها

شدة الأمطار	الملائمة
760 - 840	ملائم
670 - 750	ملائم نسبيا
570 - 660	غير ملائم

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد مخرجات برنامج (Arc Gis).

خريطة (4) فعالية المطر الملائم لأنشاء سد في حوض وادس ئاوكورتة.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3

4 . مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) :

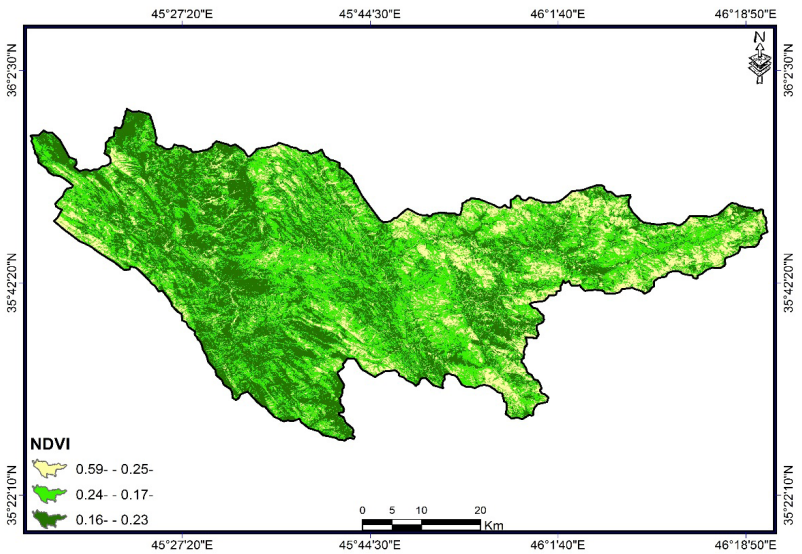
يرتبط انتشار ووجود النباتات، بالعوامل الطبيعية كالمناخ والتضاريس والتربة، حيث تعد هذه العوامل من أهم المحددات في تنوع النبات الطبيعي واختلاف كثافته من منطقة إلى أخرى، حيث تنتشر النباتات بشكل متجانس مع الأقاليم المناخية، إذ يحمي الغطاء النباتي التربة من فعل المطر ويقلل من التقشر، وأن النظام الجذري والمادة العضوية في التربة تزيدان من مساحتيها، وتعمل زيادة المسامية على زيادة غيض الماء في التربة. كذلك فأن الأعشاب تعمل إعاقة السيح السطحي وخاصة في المنحدرات المعتدلة معطية بذلك زمنا أطول لغيض الماء في التربة وزيادة التبخر. لذلك ان التربة التي تغطي بالأعشاب تنتج سيحا اقل مما هو عليه في الأرض المكشوفة ويؤثر الغطاء النباتي في حصاد المياه بمواضع السدود من خلال زيادة الناقلية الهيدروليكية، وزيادة تكوين ظاهرة البقع المائية وبالتالي تزيد عملية التبخر، كمل يشكل الغطاء النباتي حواجز أمام المياه وبالتالي زيادة كمية الماء المعرضة للتبخر (حمادة2010). يلاحظ شكل رقم(4) وخريطة رقم (5).

جدول رقم (4) كثافة مؤشر الغطاء النباتي ودرجة الملائمة

الملائمة	NDVI
ملائم	0.59- _ 0.25-
من ملائم نسبياً	0.24- _ 0.17-
غير ملائم	0.16- _ 0.23

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc Gis).

خريطة (5) أصناف مؤشر الغطاء النباتي الملائم لأنشاء سد في حوض وادس ئاوكورتة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3

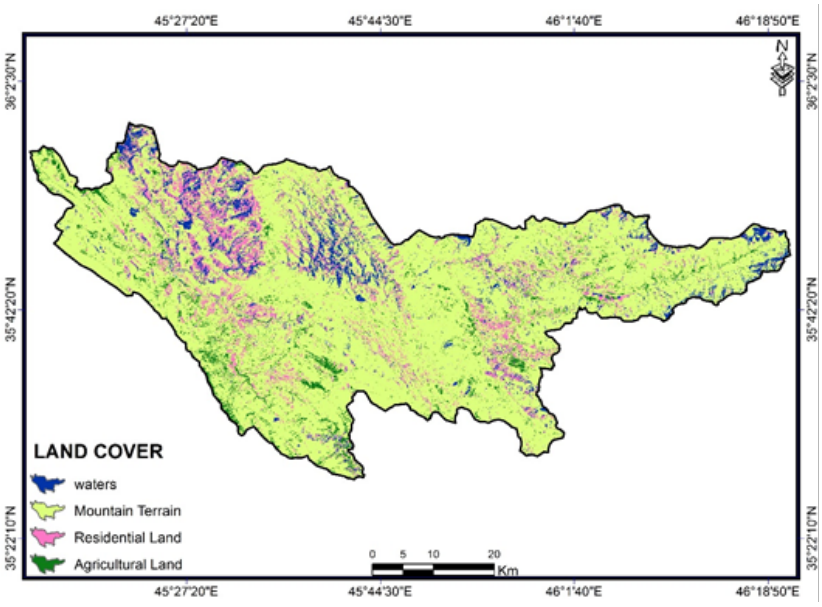
5 . استخدامات الأرض (Land use) :

يعد معيار الغطاء الأرضي واستخدامات الأرض المعيار الخامس الذي يجب الإحاطة به في عملية تقييم مواضع السدود لغرض تنمية حصاد المياه في حوض وادي ثاوكورتة، حيث تعد مناطق الاستخدامات البشرية بمثابة المناطق المستهدفة التي تستخدم فيها المياه التي يجرى حصادها، ومن ثم فانه ينبغي أن تكون مواضع السدود المشيدة لغرض حصاد المياه بعيدة قدر الإمكان عن شبكة الطرق والمناطق السكنية و المناطق الزراعية ومناطق المراعي والمناطق الصناعية والسياحية والاستعمالات الخاصة، بينما قد يكون من الملائمة تشييد السدود في المناطق الجبلية ومجارى الأودية ومناطق البحيرات والمستنقعات والأراضي الصحراوية وأراضي الجرداء. إذ تم تقسيم منطقة الدراسة إلى أربعة أقسام بالاعتماد على التصنيف الموجة كما هو موضح في الخريطة (6) .

جدول رقم (5) نوع استخدامات الأراضي ودرجة الملائمة

نوع الاستخدامات	الملائمة	المساحة (كم^2)	٪النسبة المئوية
الأراضي الزراعية	ملائم نسبيا	412.2	16.5٪
التضاريس الجبلية	ملائم	725	28.52٪
مياه	غير ملائم	502.41	19.78٪
الأراضي السكنية	غير ملائم	902.39	35.2٪
المجموع		2542	100٪

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (Arc Gis10.3).



خريطة (6)
استخدامات الأرض الملائمة لإنشاء سد في حوض وادس ثاوكورتة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج (ArcGIS 10.3).

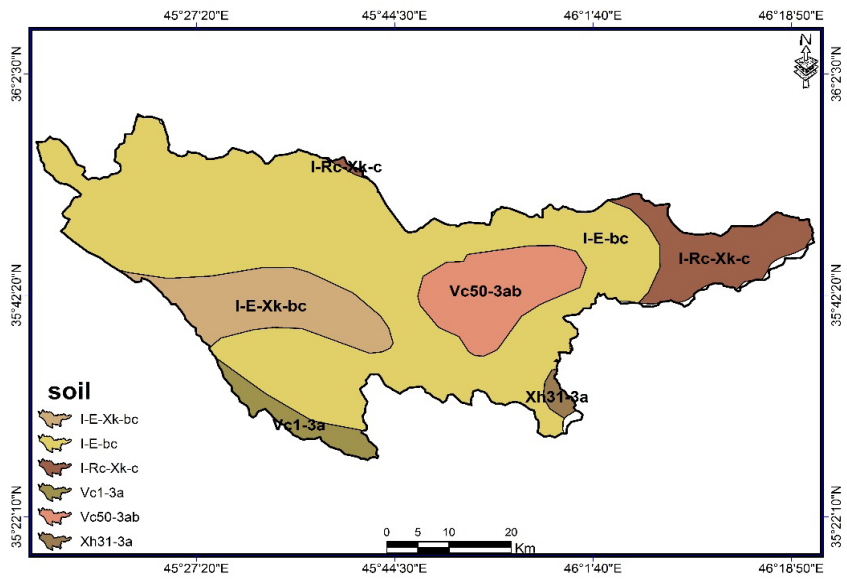
6. التربة (Soil) :

تعتمد مسامية التربة على نوع التربة أذ تختلف النسبة المئوية والتوزيع الحجمي للمسامات من تربة إلى أخرى . وهذا بدوره يؤثر في كل من سعة غيض الماء في التربة وقابلية التربة على خزن الماء ومدى مقاومتها للتسرب من مقد التربة . إن سعة الغيض تكون عالية في الترب الرملية المفككة بينما تعد الترب الطينية الثقيلة والمزيجية ذات سعات غيض ماء اقل إذ توجد علاقة عكسية بين سعة غيض الماء في التربة والسيح السطحي للماء ، فكلما ازدت سعة غيض الماء في التربة كلما قلت كمية السيح السطحي، إن زيادة محتوى الرطوبة الابتدائي للتربة يؤدي إلى خفض معدل غيض الماء فيها ، حيث ان المحتوى الرطوبة الابتدائي للتربة يؤثر بشكل كبير في قابلية التربة في اخذ الماء (نافع 2018).

جدول رقم (6) نوع التربة ودرجة ملائمتها

نوع التربة	الملائمة	رطوبة التربة
Vc1-3a	ملائم	0
Vc50-3ab	ملائم	30
Xh31-3a	ملائم	50
I-E-bc	ملائم نسبياً	100
I-Rc-Xk-c	ملائم نسبياً	100
I-E-Xk-bc	ملائم نسبياً	100
I-Rc-Xk-c	ملائم نسبياً	100

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (7).



خريطة (7)
أصناف الترب الملائمة لأنشاء سد في حوض وادس ئاوكورتة

المصدر:
من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3.

7. أتجاه الأنحدار (Aspect) :

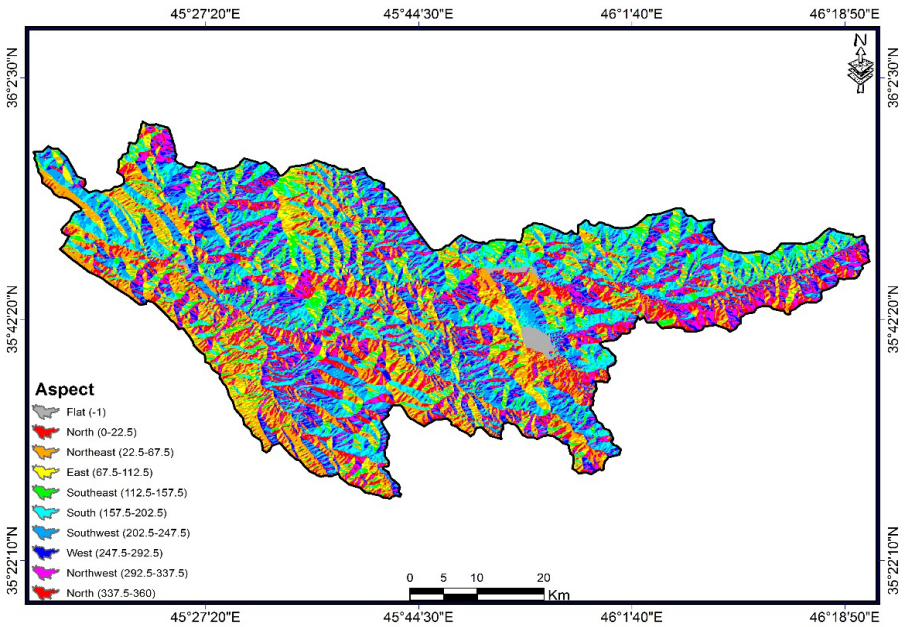
يؤثر اتجاه انحدار السفوح الجبلية في كمية الرطوبة ونظام الأمطار، حيث تتلقى المنحدرات الشرقية كميات أكبر من الأمطار مقارنة مع المنحدرات الغربية التي تشكل مناطق ظل مطري، كما تتعرض السفوح الجنوبية والشرقية إلى قدر أكبر من الإشعاع الشمسي مقارنة بالسفوح الشمالية والغربية ، وهذا يؤدي إلى تفاوت الغطاء النباتي من غطاء نباتي كثيف في السفوح الشمالية والشرقية، إلى غطاء نباتي خفيف ومبعثر في السفوح الجنوبية والغربية مما يؤثر بشكل مباشر في كمية حصاد المياه بمواضع السدود. وقد تم تطبيق معيار اتجاه انحدار السطح باعتباره احد المعايير الطبوغرافية اعتماداً على طبقة اتجاه الانحدار، وتم تحديد المعيار المقبول لاتجاه انحدارات سطح الأرض التي تقع ضمنيا مواضع السدود بالاتجاهات الشمالية الغربية والغربية، بحيث تستقبل الأرض التي تقع عليها مواضع السدود أكبر كمية تساقط مطري (الكفري 2008) .

جدول رقم (7) اتجاهات الانحدار ودرجة ملائمتها

الملائمة	أتجاة الأنحدار
ملائم	الشمال والشمال الشرقي
ملائم نسباً	الشمال والشمال الغربي
غير ملائم	الأتجاهات الأخرى

المصدر: من عمل الباحث بالأعتماد على خريطة (8).

خريطة (8) أتجاه الانحدار الملائم لأنشاء سد في حوض وادس ئاوكورتة



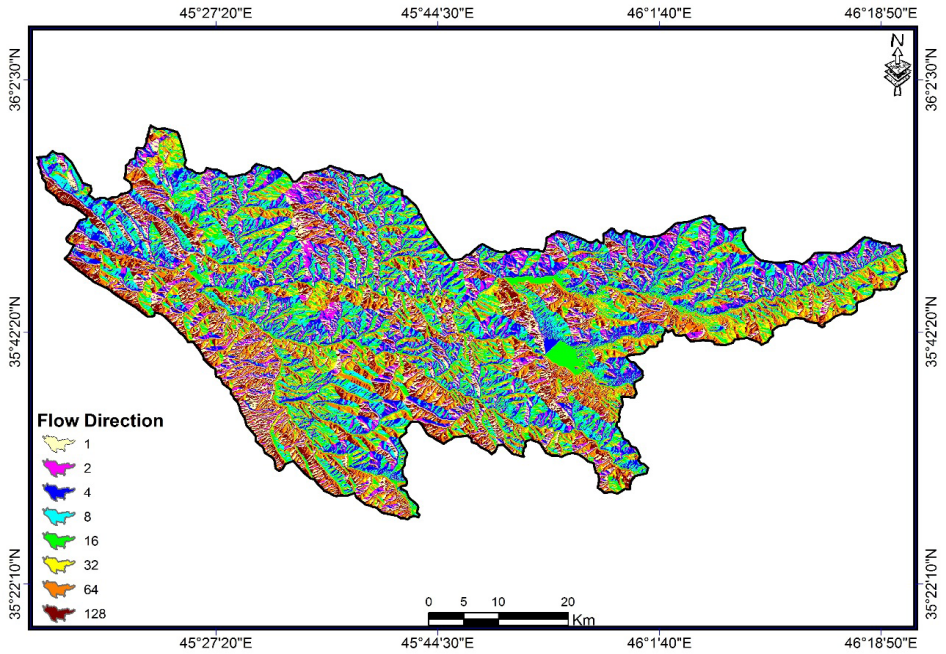
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (ArcGIS 10.3).

8. **أتجاة التدفق (Flow Direction) :**

السد هو إنشاء هندسي يقام فوق وادى أو منخفض بهدف حجز المياه، والسدود عمومًا هي للأحتفاظ بالمياه، في حين أن الهياكل الأخرى مثل الخنادق تستخدم لمنع تدفق المياه إلى مناطق محددة في الأرض، وبالتالي يعد عامل اتجاه تدفق المياه مؤشر مهم بأفضل الأماكن لإقامة سد مائي تبعا لأفضل مسار يحدده المجرى المائي.

ففي منطقة الدراسة تم اعتماد كثافة التصريف المائي وأفضل المواقع التي تتركز فيها أكبر كمية من الشبكة المائية والتي تميز الموقع لغرض بناء سد مثالي وتحديد أكبر كمية من المستجمعات المائية في الحوض.

خريطة (9) اتجاه تدفق المياه الملائمة لأنشاء سد في حوض وادس ئاوكورتة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3

9. **الإنحدار (Slope) :**

يظهر تأثير انحدار سطح الأرض في حصاد المياه بمواضع السدود واضحاً بين المرتفعات والسفوح شديدة الانحدار وبين المنخفضات أو المناطق المستوية، حيث تكون التربة رقيقة وحجرية في مناطق السفوح شديدة الانحدار، ومن ثم تتعرض الطبقة العلوية من تربة السفوح للانجراف بتأثير الجريان المائي، بينما تكون التربة سميكة ناعمة في المناطق المستوية. وتم دراسة الخصائص الأنحدارية بتطبيق تصنيف (Zink) وبالأعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM).

وقد تم تطبيق معيار انحدار السطح باعتباره أحد المعايير الطبوغرافية اعتماداً على طبقة الانحدارات، وتم تحديد المعيار المقبول لانحدارات سطح الأرض التي تقع ضمنها مواضع السدود بالانحدارات التي تتراوح ما بين (0 – 2)درجة

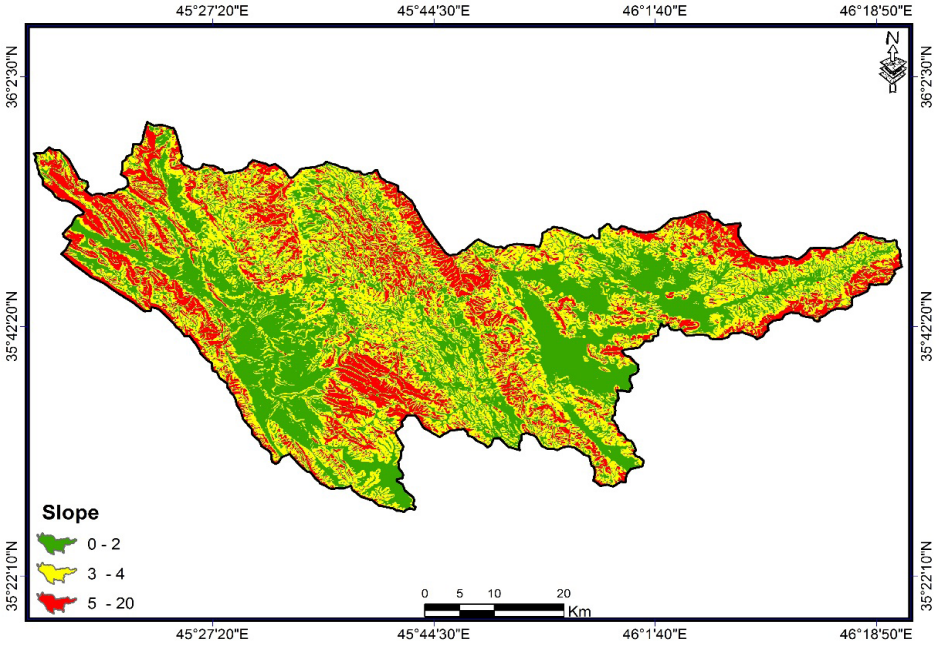
وفقاً للمعايير العالمية، بحيث تكون الأرض انحدارات خفيفة (سلامه 1985) . التي تقع عليها مواضع السدود منبسطة أو ذات

جدول رقم (8) درجات الانحدار ومدى ملائمتها

الملائمة	درجة الأنحدار
ملائم	٠ – ٢
ملائم نسبياً	٣ – ٤
غير مناسب	٥ – ٢٠

المصدر :- أعتماداً على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي(DEM)

خريطة (10) درجات الانحدار الملائم لأنشاء سد في حوض وادس ئاوكورتة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3

10. النموذج المستخدم في تنبؤ بمواضع السدود في حوض وادي ئاوكورتة:

بعد استعراض معايير تقييم مواضع السدود، يمكن نمذجة البيانات الخاضعة للدراسة والتحليل في ضوء نموذج يعبر عن البيانات بصورة مجمعة، وقد تم إتباع أساليب التحليل المكاني لتحديد درجة الملائمة لمواضع السدود، مستعيناً بتقنيات نظم المعلومات الجغرافية كأدوات تحليل الملائمة Spatial Analyst التي تتميز بقدرتها على تحليل البيانات وخاصة المكانية والمرتبطة بقاعدة البيانات الوصفية التي تبين خصائص المواضع والتعرف على درجة الملائمة، وتعمل هذه التقنية على

صياغة فرصة لاستكشاف وتحليل الموضع بأسلوب تراكمي من خلال تحليل مجموعة من الطبقات الرئيسة المشكلة لبيانات الموضع سواءً أكانت البيانات وصفية أم مكانية والتي تعمل على تحديد مدى ملائمة الموضع من عدمه.

وقد تم إنتاج الخرائط التحليلية الرقمية من خلال جمع مجموعة الصفات لموضع معين عن طريق الأسلوب التراكمي (Weighted Overlay) لمجموعة من الطبقات المكونة للموضع(Langley) كما تم استنتاج الحسابات التراكمية باستخدام البيانات الشبكية، إذ يتميز أسلوب التحليل المكاني الشبكي بقدرته العالية في التعامل بإسلوب النمذجة.

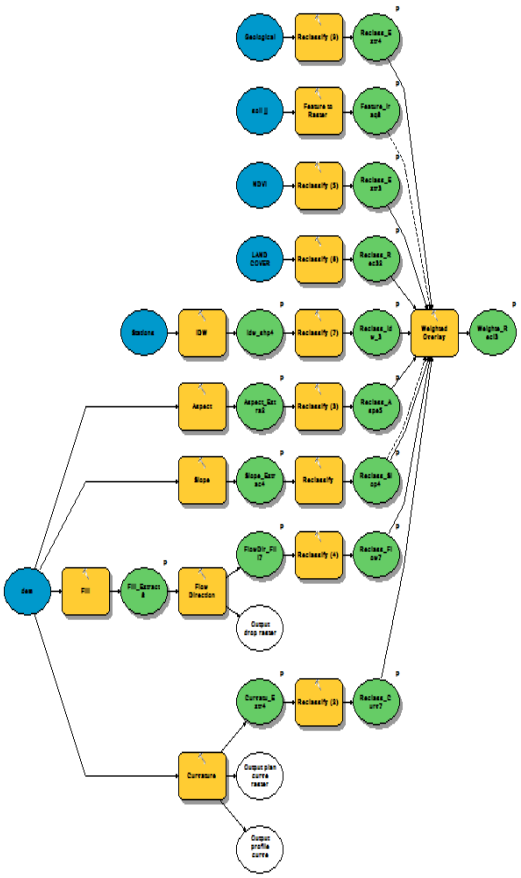
جدول رقم (9) وزن العامل المساهم بتحديد مواضع السدود المقترحة

الفئات	الأفضلية	النسبة المئوية
1	الجيولوجي	30.40٪
2	الأنحناء	16.40٪
3	الشدة المطرية	14.20٪
4	مؤشر الغطاء الارضي	12.90٪
5	الغطاء الأرضي	9.10٪
6	التربة	7.70٪
7	أتجاه الانحدار	3.70٪
8	أتجاه التدفق	3.40٪
9	الأنحدار	2.20٪

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج (Analytic Hierarchy Process).

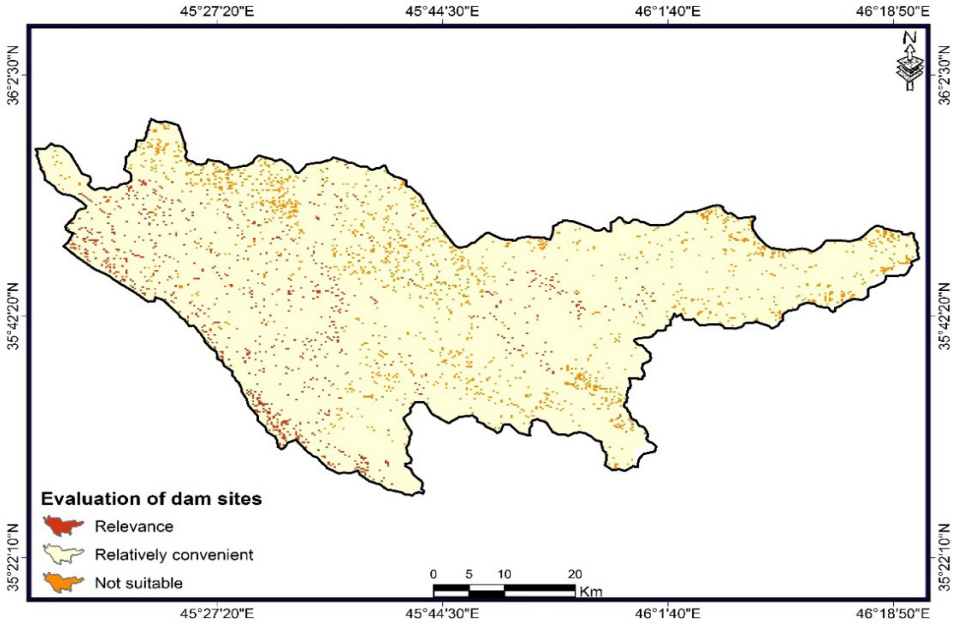
ومن خلال إجراء أسلوب التراكمي لجميع المعايير المستخدمة في التقييم، تم استنتاج خريطة التقييم النهائي الموضحة في خريطة رقم (11)، و(12)، إذ خلصت مرحلة التحليل المكاني للموقع إلى تحديد ثلاثة مناطق تتفاوت في درجة ملائمتها لمواضع السدود، ويتسم كل منها بدرجة حساسية بيئية مستمدة من الخصائص الموضعية المشاركة في تقييم مواضع السدود.

الشكل (3)
النموذج المستخدم في تقييم مواقع
السدود في منطقة الدراسة.



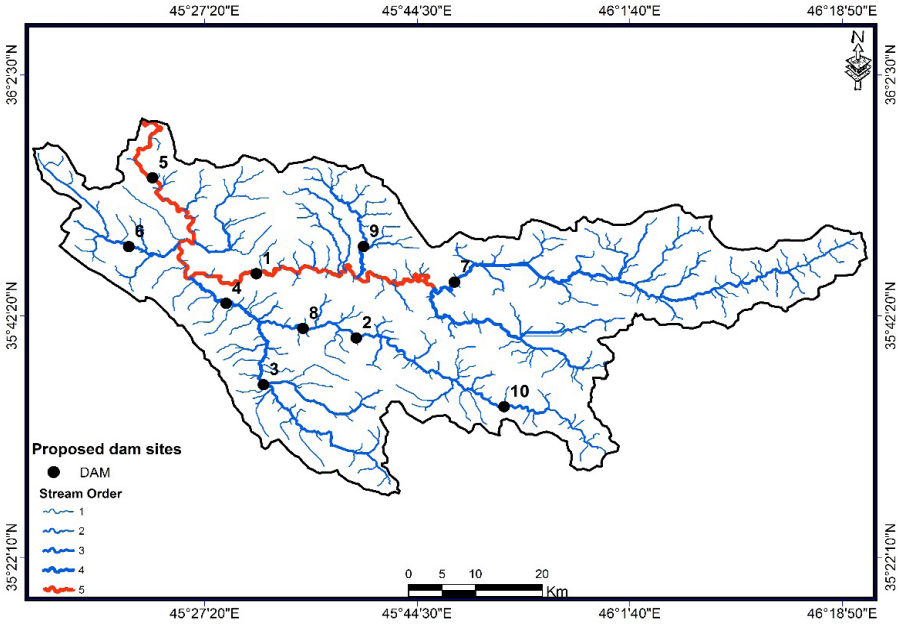
المصدر:
من عمل الباحث
بالاعتماد على (Arc Gis9.3)

خريطة رقم (11) درجات الملائمة المقترحة في تحديد أنسب مواضع السدود



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3

خريطة (12) مواقع المقترحة لأقامه السدود



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3.

جدول رقم (10) مواقع الملائمة لإقامة سد ومساحتها في حوض وادي ئاوكورتة

الملائمة	المساحة	النسبية ٪
مناسب	39.58	2
مناسب نسبياً	2429.07	95
غير مناسب	74.88	3

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج ArcGIS 10.3.

111. تصميم جسم السد وتقدير الحجم المتوقع للتخزين

بعد عملية تحديد مواضع الملائمة لإقامة السدود في حوض وادي ئاوكورتة باستخدام التقنيات الجغرافية والبرمجيات الخاصة بالاستشعار عن بعد والخرائط الخاصة بالمنطقة وذلك لتحديد اصلح المناطق في مجرى وادي ئاوكورتة من انشاء سد الخزن للمياه فيها تم الوصول الى انه يمكن اختيار عشرة مواقع في الحوض لإقامة سدود مقترحة، إذ يقع السد الأول في الجزء الجنوبي من حوض ئاوكورتة في حوض رقم (10) خريطة رقم (12) بطول (50) متر وبلغت مساحة بحيرة السد (83)كم2 و ارتفاع السد (52) متر، أما موقع السد الثاني يقع في حوض رقم (1) بطول (40)م

وارتفاع (45)م فوق مستوى سطح البحروبلغت مساحتة (67)كم2، ثم تليها بقية السدود كما في جدول رقم (11).

جدول رقم (11) خصائص السدود في حوض وادي ئاوكورتة

رقم السد	رقم الحوض	ارتفاع السد متر	عرض السد كم	طول السد متر	مساحة البحيرة كم2
1	10	52	1.1	50	83
2	1	45	1	40	67
3	4	42	1.2	43	64
4	2	55	1.7	52	52
5	3	51	2	44	78
6	10	60	1.1	45	81
7	5	45	1	55	86
8	8	51	1.2	61	74
9	2	57	1.7	67	65
10	8	59	2	51	53

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc gis10.3

الاستنتاجات :

1. أوضحت الدراسة أهمية تقييم مواضع السدود لتفعيل دور تقنية حصاد المياه والتي أصبحت إحدى الآليات المهمة لتنمية الموارد المائية في منطقة الدراسة والمتمثلة في مياه الأمطار، حتى يمكن الاستفادة منها في الاستخدامات الحياتية المختلفة ومنها توفير احتياجات مياه الشرب للإنسان والحيوان والزراعة وإثراء الغطاء النباتي، وتغذية الخزانات الجوفية.
2. أن استخدام تقنية حصاد المياه يمكن أن يسهم بدور مهم في حماية القرى والمدن والبنيات التحتية بالمنطقة، بالإضافة إلى حماية المنشآت والمشروعات الزراعية من أخطار السيول والفيضانات.
3. أمكن من خلال الاستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية بناء قواعد بيانات للخصائص الهيدرولوجية والغطاء الأرضي والجيولوجيا والتربة والمناخ واستخدامات الأرض لمنطقة الدراسة، إن قواعد البيانات تلك يمكن الاستعانة بها والاستفادة منها في دراسات في مجال الجغرافيا الطبيعية أو البشرية لمنطقة الدراسة.
4. تم الاستفادة أيضاً من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تميزية 14 متر في الحصول على قيم الانحدار واتجاه الانحدار واتجاه تدفق المياه في الحوض وعلى قيم تقعر وتحدب سطح الأرض وكذلك الارتفاعات الرقمية في الحوض.

5. وتم استخدام برنامج التحليل الهرمي (AHP) في تحديد أفضلية المعاير وتأثيرها في أنشاء السدود في حوض منطقة الدراسة وأظهرت الدراسة أن معيار الجيولوجيا يحتل المرتبة الأولى في تأثيرها على أنشاء السدود كونها الأرضية التي تقام عليها السدود، وأحتل معيار التقعر والتحدب سطح الأرض المرتبة الثانية في تأثير على السدود.
6. أوضحت الدراسة أن معظم مواضع السدود في منطقة الدراسة ملائمة نسبياً للمعايير المحددة حيث بلغ عددها 10 سدود تتوزع على أغلب منطقة الدراسة.

التوصيات :

1. بناء مستجمع لتخزين مياه الأمطار بحيث تخدم المنطقة في فترة الجفاف وعلى بعيدة الأمد.
2. توظيف مهارات أهالي المنطقة بهدف التنمية الزراعة المستدامة وتوظيف مهاراتهم في التخطيط البيئي، وأيضاً لمنظومة مياه الأمطار وتجميعه، وتخزينه، ونقله.
3. جعل حصاد المياه جزءاً من خطة تنمية متكاملة للأراضي والموارد المائية.
4. لتحديد أكثر واقعية لأوزان المتغيرات في عملية التطابق الموزون يوصي بالاستعانة بخبراء ذوي علاقة بموضوع الحصاد المائي والاستشاريين في تحديد الأوزان المختلفة .

المصادر :

- باهرمز، أسماء بنت محمد، تطبيق لأسلوب التحليل الهرمي للقرار الجماعي على تحديد أفضل مواقع لإقامة كليات مجتمعة في المملكة العربي السعودية، المجلة السعودية للتعليم العالي، العدد2، 2004، ص 12.
- حمادة، صفاء عبدالجليل كامل، الخصائص الطبوغرافية وتأثيرها على الغطاء النباتي في محافظة نابلس باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد ، رسالة ماجستير ، كلية التربية ، الدراسات العليا ، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، 2010 ، ص53.
- سلامه، حسن رمضان ، جيومورفولوجية الحافة الصدعية الشرقية لغور الأردن، مجلة دراسة العلوم الأنسانية، مجلد 12، عدد7 ، الجامعة الأردنية، 1985، ص33.
- آل سليمان، فايز بن محمد، ستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تقييم مواضع السدود لتنمية حصاد المياه في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية، المجلة السعودية للتعليم العالي، العدد7، 2016،ص18.
- عزيز، تحسين عبدالرحيم ، أحمد هونة عبداللة كاك ، إمكانيات حصاد مياه السدود الصغيرة في مرتفعات شربوت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والتحسس النائي ، المجلة الدولية للبيئة والمياه، المجلد 3 ، العدد3، 2014، ص25.
- الكفري، عبدالمجيد ، استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد المواقع الملائمة لإقامة سدود لتجميع مياه الأمطار والسيول، الملتقى الدولي جيوتونس، تونس، 2008، ص 14.
- كليو، عبدالحميد أحمد، الإنسان كعامل جيومورفولوجي ودوره في العمليات الجيومورفولوجية النهرية، رسائل جغرافيةن قسم الجغرافيا بجامعة الكويت و الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 8 ، 1985 ، ص52.
- نافع، فيصل عبد الفتاح، استخدامات تقانات حصاد المياه لتنمية الموارد المائية العراقية، مجلة المستنصرية للدراسات العربية والدولية، العدد60 ، 2018 ، ص 176.