

تحديد مواقع مستجمعات المياه السطحية في ناحية شورش (قضاء كوية - محافظة أربيل) باستخدام نموذج (AHP)

نالي جواد حمد^١، ساية سلام صابر^٢، جوانرو آزاد عزيز^٣
^١قسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة كوية، مدينة كوية، كردستان، عراق
^٢قسم الجغرافيا، كلية العلوم الأنسانية، جامعة السليمانية، مدينة السليمانية، كردستان، عراق
 Corresponding author's e-mail: nali.jawad@koyauniversity.org

المستخلص :

يعاني سكان منطقة الدراسة ومناطق الإقليم كردستان العراق من سوء ادارة و تنمية مصادر المائية المتاحة للاستخدامات المختلفة، ، نتيجة للتغيرات المناخية منذ ستينيات القرن الماضي، مما دفع سكان منطقة الدراسة الى الاستفادة القصوى من الموارد المائية المتاحة، وذلك عن طريق حفر آبار في منازلهم، إلا أن كمية المياه التي يمكن تخزينها في تلك الابار محدودة جدا ، لذلك هدفت الدراسة إلى تسخير تقنية نظم المعلومات الجغرافية في دراسة و تحديد أفضل المواقع لإنشاء السدود في منطقة الدراسة. تقع منطقة الدراسة جهة جنوب الشرق من محافظة اربيل وتتمثل بناحية شورش التي تبلغ مساحتها مساحة الناحية حوالي (٦٨٩,٩٠) كم^٢. على ارتفاع يتراوح ما بين (٣٥٨ - ١٣٢١) م فوق مستوى سطح البحر و استخدمت الدراسة معايير طبيعية من تربة و تراكيب جيولوجية و معالم طبوغرافية وخصائص مناخيه وتصنيفات استخدام الاراضي، في اقتراح أفضل المواقع لإنشاء السدود، وتم اعتماد خطوط الكنتور بفواصل رأسي (٥٠) متر في تحليل السطوح الطبوغرافية بالاعتماد على برامج نظم المعلومات الجغرافية المتمثلة في (ArcGIS10.8) و منهج(AHP)، أظهرت الدراسة أن هناك عدة مواقع مناسبة لإقامة السدود وبقدرات تخزينية متفاوتة وأوصت الدراسة ببناء مستجمعات لتخزين مياه الأمطار بحيث تخدم المنطقة في فترة الجفاف وتنظيم وإدارة الموارد المائية المتاحة و توفير احتياجات المنطقة من المياه الصالحة للشرب و الزراعة ، اضافة الى تجنب خطر حدوث الفيضانات.

الكلمات الدالة: التحليل الهرمي (AHP)، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، التحليل المكاني، السدود الموارد المائية.

گوڤاری زانکوی هه له بجه: گوڤاریکی زانستی ته کادیمی زانکوی هه له بجه ده ری ده کات	
به رگ	٧ ژماره ٣ سالی (٢٠٢٢)
رینکه و نه کان	رینکه و نه وه رگرتن: ٢٠٢٢/٧/٢٨ رینکه و نه په سه ندردن: ٢٠٢٢/٨/٢٢ رینکه و نه بلا و کردنه وه: ٢٠٢٢/٩/٣٠
نیمه یلی توژیژه	nali.jawad@koyauniversity.org
مافی چاپ و بلا و کردنه وه	© ٢٠٢٢ د.م.د نالی جواد حمد، د.م.د ساية سلام صابر، م.م جوانرو آزاد، گهیشتن بهم توژیژنه وه په کراوه په له ژئیر په زامه ندی 4.0 CCBY-NC_ND

پوخته :

دانیشتوانی ناوچهی توێژینهوه و هه‌ریمی کوردستان، به شیوه‌یه‌کی گشتی به‌دهست خرابی به‌ریوه‌بردن و په‌ره‌پیدانی سه‌رچاوه‌کانی ناو ده‌نالیئیت به‌تایبه‌تی له‌پاش سالانی شه‌سته‌کانی سه‌ده‌ی رابردوو، ئه‌میش له‌ ئه‌نجامی گۆرانکاریه‌یه‌کانی ناووه‌هوا، بۆیه دانیشتوانی ناوچه‌که بۆ ده‌سته‌که‌وتنی سه‌رچاوه‌ی ناو ناچاربوون په‌نابهرن بۆ هه‌لکه‌ندنی بیر له‌ ماله‌کانی خۆیان، هه‌رچه‌نده‌ بری ئاوی ده‌سته‌که‌وتوو له‌م بیرانه‌ زۆر که‌م و دیاریکراوه، بۆ زالبوون به‌سه‌ر ئه‌م گرفته‌ هه‌ولمانداوه له‌ ڕینگه‌ی به‌کارهێنانی سیسته‌می زانیاری جوگرافی و کۆکردنه‌وه‌ی زانیاری وورد چهند شوپێتیک ده‌ستنیشان بکه‌ین بۆ دروستکردنی به‌ست و به‌نداو.

ناوچه‌ی توێژینه‌وه ده‌که‌وتیه به‌شی باشووری خۆره‌ه‌لاتی پارێزگای هه‌ولێر، روه‌به‌که‌ی ده‌گاته‌ نزیکه‌ی (٦٨٩,٩٠) کم و به‌رزی له‌ نیوان (٣٥٨ - ١٣٢١) م دایه له‌ ئاستی روی ده‌ریا، له‌و توێژینه‌وه‌یه‌دا چهند هه‌لسه‌نگاندنیکی سروشتی به‌کارهێنراون بۆ شیکردنه‌وه‌ی لایه‌نی (خاک و پیکهاته‌ی جیۆلۆجی و ناووه‌هوا و به‌کارهێنانی زه‌وی) بۆ مه‌به‌ستی دیاریکردنی باشترین شوپێن بۆ دروستکردنی به‌ست و به‌نداو، هه‌روه‌ها پشت به‌ستراوه به‌نه‌خشه‌ی که‌نتۆری دووری ئاسۆی (٥٠) م بۆ شیکردنه‌وه‌ی خاسیه‌تی به‌رزونزی ناوچه‌که، ئه‌مه‌ بێجگه‌ له‌ به‌کارهێنانی سیسته‌می زانیاری جوگرافی، وه‌ک پروگرامی (ArcGIS ١٠,٨) و میتۆدی (AHP)، که‌ توانداوه چهند ناوچه‌یه‌کی گونجاو ده‌ستنیشان بکریت بۆ دروستکردنی به‌ست و به‌نداو و کۆکردنه‌وه‌ی ئاوی باران، راسپارده‌کانی توێژینه‌وه بریتیه‌ له‌ دروستکردنی چهند به‌ست و به‌نداویک بۆ کۆکردنه‌وه‌ی ئاوی باران و به‌کارهێنانی له‌ کاتی ووشکه‌ سالی و که‌مئای بۆ ماوه‌یه‌کی درێژ.

کلپه‌ وشه: شیکردنه‌وه‌ی قوچه‌کی (AHP)، سیسته‌می زانیاری جوگرافی، شیکاری شوپێنی به‌نداوه‌کان، ده‌رامه‌تی ناو.

Abstract:

The population of the study area in particular, and population of the Kurdistan region in general have been facing water scarcity, and especially since the 1960s, due to climate change. Thus, the residents of the areas affected by water shortages have been forced to resort to drilling private water wells on their own properties. However, those wells do not provide sufficient quantities of water. To overcome water scarcity, this study tries to identify potential sites to build dams and reservoirs using geographic information systems (GIS) and accurate field data.

The area under study is the southeastern part of Erbil Province which is approximately 689.90 km² in area and has a height of 358 to 1321 m above the sea level. In this study, we have used an environmental impact assessment to evaluate the soil type, geological formations, climate, and land use in the area in order to locate the best sites to construct dams. We have also relied on contour maps with 50 m intervals to analyze the elevation of the area, and used geographic information systems such as ArcGIS10.8 and AHP that enabled us to identify suitable dam construction sites to collect rainwater. This study recommends the construction of a number of dams and reservoirs in the area to harvest rainwater and use the water for a prolonged period of time during the dry seasons.

Key words: (AHP) Model, GIS, Spatial Analysis. Dams. Water Resource

المقدمة:

تعد مياه الامطار من المصادر المائية الطبيعية المهمة لاسيما في البيئات شبه الرطبة و شبة الجافة ، لذا ينصب الجهد العلمي على القيام بإجراءات ودراسات تهدف الى حصاد مياه الامطار، باستخدام طرق أكثر ملاءمة مع خصائص المنطقة المستهدفة لدعم الموارد المائية. ويعد انشاء السدود من أكثر الوسائل شيوعاً للاستفادة من مياه الجريان السطحي واستعمالها في اوقات ندرتها. ونتيجة لصعوبة تقدير معدلات الجريان السطحي من الاحواض المائية بطريقة مباشرة لكونها تحتاج الى توفر معدات واجهزة قياس حقلية فضلاً عن قياس كمية التصريف خلال فترة العاصفة المطرية، لذلك تم تطوير طرق ونماذج رياضية تستخدم لحساب معدلات الجريان السطحي، ولعل اشهرها استخداماً وشيوعاً هي استخدام النموذج منحني الجريان (SCS-CN) الذي يعتمد يعتمد على الارقام المنحنية لتقدير معدلات الجريان السطحي، و أنها طريقة مبسطة وفعالة يمكن تطبيقها بنجاح اعتماداً على الحد الأدنى من المعلومات الممكن توفرها عن هطول الامطار والغطاء الارضي و صنف التربة الهيدرولوجية، وذلك بالاستعانة بتقنية نظم المعلومات الجغرافية GIS، في السنوات الاخيرة شهد ميدان الجغرافيا اقبالاً واسعاً على تطبيق الاساليب الكمية والنمذجة للابتعاد عن الوصف والتعميم. اذ ان البيانات المتوفرة من الخرائط المختلفة مثل خرائط الارتفاع و الانحدار، والغطاء الارضي واستخدام الارض وغيرها يمكن اعتمادها مباشرة في تغذية البيانات للنموذج بسهولة ودقة لمحاكاة سلوك النظام الهيدرولوجي في الاحواض المائية. ومن ثم جاءت الدراسة الحالية لتندرج في إطار ادارة المياه لأحواض الأودية ومحاولة الاستفادة منها والتقليل من مخاطرها.

مشكلة الدراسة: تتمثل المشكلة الدراسة على النحو الآتي:

١. هل للخصائص الطبيعية أثر في تحديد الشبكة المائية والجريان السطحي في المنطقة؟

٢. هل بالإمكان انشاء سدود كبيرة أو سدود صغيرة لحصاد المياه على مجاري الأودية؟

فرضية الدراسة: تمثل الفرضية اجابة على مشكلة الدراسة والتساؤلات العلمية الثانوية والمتمثلة ب:

١. تؤثر الخصائص الطبيعية في تحديد الشبكة المائية للاحواض وفي حجم الجريان السطحي للأحواض المائية.

٢. قدرة عملية التحليل الهرمي AHP، على اقتراح مناطق ملائمة لأنشاء السدود وبناءً على المعايير الطبيعية والبشرية المتوفرة في المنطقة.

اهداف الدراسة:

١. دراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة والمتمثلة بالبنية الجيولوجية والمناخ السائد والتربة والموارد المائية والنبات الطبيعي و توضيح تأثيرها على شبكة التصريف المائية للأحواض.

٢. تقويم ملاءمة الارض لإقامة السدود المختلفة وفقاً للخصائص الطبيعية والبشرية للمنطقة.

منهج الدراسة: تم استخدام المنهج الوصفي التقليدي في وصف الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة من حيث ابعادها و احجامها ، و المنهج الموضوعي الذي يقوم على تصنيف الغطاء الارضي من خلال استعمال تقنيات الاستشعار عن البعد و نظم معلومات الجغرافية كما اعتمدنا على المنهج التحليلي من خلال الاسلوب الكمي الذي يعتمد على جمع البيانات الرقمية و جدولتها و تحليلها و تنظيمها باستخدام الطرق و التقنيات العلمية الحديثة من خلال الاستفادة من نموذج الارتفاعات الرقمية و المرئيات الفضائية.

البيانات والبرامج المستخدمة في البحث: اعتمد الباحثون على مجموعة من البيانات والبرامج من اجل الوصول الي اهداف البحث التي تم تحديدها وهي كالآتي:

١- بيانات الاستشعار عن البعد للقمر الصناعي (LAND SAT 8) متعددة الأطياف والملتقطة بتاريخ 14/6/2021

٢- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبدقة تميزية (١٢,٥ م).

٣- استخدام وبرنامج (Erda Imagine 2014) v ، وبرنامج (ArcMap 10.8) وما يتعلق به من برامج.

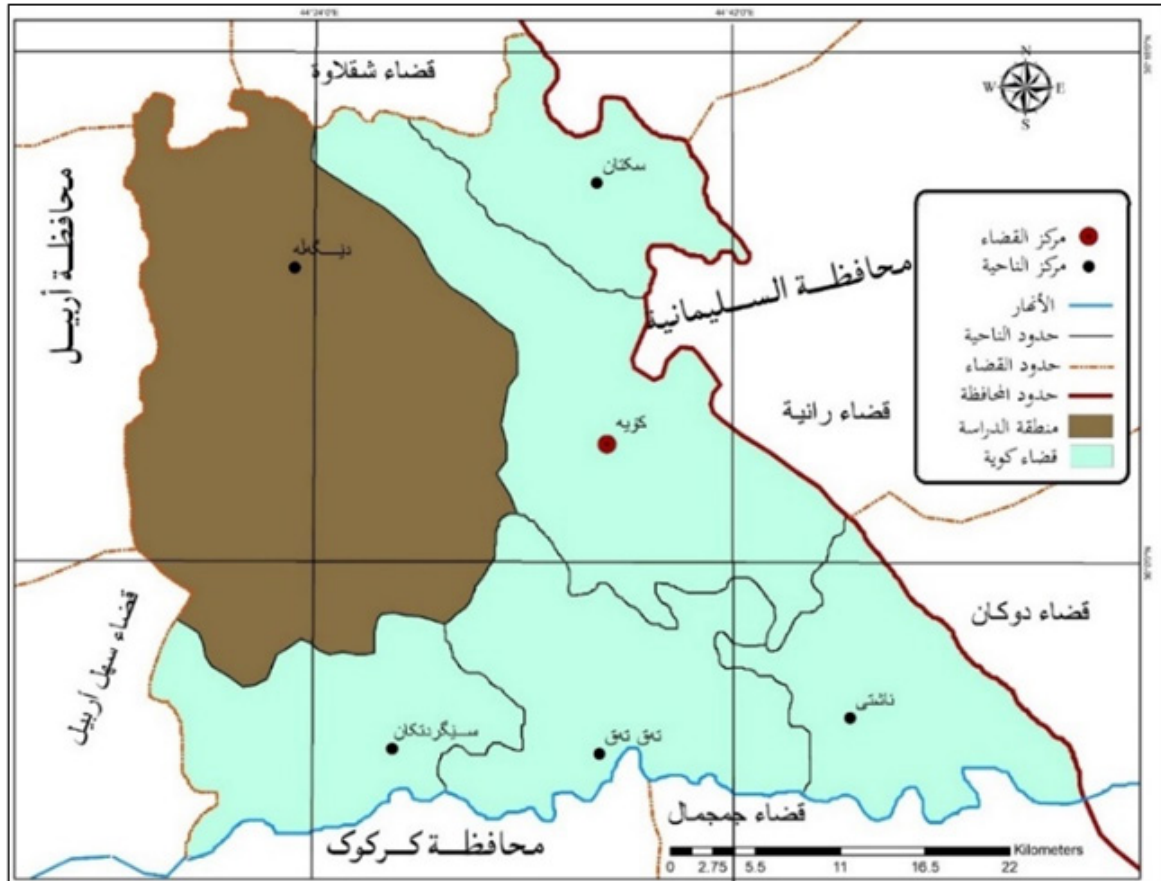
٤- استخدام التحليل الهرمي في اختيار أفضل معيار مؤثر في أنشاء السدود في منطقة الدراسة

بالاعتماد على البيانات والبرامج السابقة المستخلصة من مجموعة الخرائط التي تخص موضوع البحث.

منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمال الغربي من قضاء كوية في محافظة أربيل، تبلغ مساحتها (٦٨٩,٩٠) كم^٢، تحدها ناحية مركز قضاء كويسنجق في شرقا ومن الجنوب ناحية سيكرتكان من جهة جنوب الشرق ناحية طق. ويحدها من الغرب قضاء سهل أربيل، في حين يحدها من الشمال قضاء شقلاوة التابع للمحافظة أربيل. تنحصر فلكياً بين دائرتي عرض (١٥°١٦'٣٦" - ٢٩°٥٥'٣٥" شمالاً، وخطي طول (١١°٣٣'٤٤" - ٦°١٦'٤٤" شرقاً، خريطة (١).

خارطة (١) موقع المنطقة الدراسة بالنسبة لقضاء كوية



المصدر: جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية، لسنة ٢٠١٠، مقياس ١/١٠٠٠٠٠

تقييم مواضع السدود المحتملة في ناحية شورش:

تعد عملية تقييم مواضع السدود لغرض تنمية حصاد المياه في ناحية شورش من الاهمية بمكان، إذ يتطلب الامر توفر المعلومات الضرورية عن بيئة موضع السد بهدف اختيار افضل المواضع المناسبة لإنشاء السدود، والحد من المشاكل والاثار السلبية الناتجة عن الاختيار غير الملائم لها، وذلك باستخدام التقنيات الحديثة لنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، والتي تساعد في تطبيق معايير تقييم وتحليل واستنتاج البيانات اللازمة لتنمية حصاد المياه في ناحية شورش، وتتطلب المواضع الملائمة لإنشاء السدود عددا من العوامل التي تؤهل الموضع لاختياره لإنشاء السد، بناء على عدة اعتبارات أهمها) التكوينات الجيولوجية و الظواهر الخطية، المظاهر الطبوغرافية و العوامل المناخية و النباتات الطبيعية للغطاء الارضي ((وقد تم تحديد هذه العوامل ووفقا لثمان معايير يجب أخذها في عين الاعتبار لتقييم مواضع السدود في ناحية شورش، وتمثل هذه المعايير العوامل المؤثرة في اختيار مواضع السدود، حيث ان لكل عامل دور في تحديد موقع و موضع انشاء السدود، حيث أن لتحديد مواضع إنشاء السدود مواصفات معينة و معايير محددة، وبما أن المواضع

الملائمة لإنشاء السدود يجب أن تفي بالمعايير المحددة، فإن عدم توفر أحد هذه المعايير يقلل من ملائمة الموضوع.

خطوات العمل:

المرحلة الأولى: تجميع وتحضير طبقات البيانات الموافقة للمعايير وإدخالها ضمن برنامج نظم المعلومات الجغرافية.
المرحلة الثانية: 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 الـ Raster، بتغيير القيم الأصلية للبيانات بقيم جديدة).
٣. المرحلة الثالثة: تم في هذه المرحلة استخراج الأوزان المرجحة لكل طبقة عن طريق منهجية (AHP) التي وضعها وطورها توماس ساعاتي، أستاذ الرياضيات بجامعة بتسبريج، في ولاية بنسلفانيا في الولايات المتحدة الأمريكية في سبعينيات القرن الماضي، ويمكن الاختيار من بين العديد من البدائل والاختيارات (مع أخذ جميع المعايير) العوامل والمبادئ التي تتوقف عليها عملية الاختيار بالاعتبار، والتي قد لا تكون رقمية يمكن قياسها بسهولة. والتي تعد خياراً جيداً حينما يصعب صياغة المعايير، حيث تعتمد المقارنات الثنائية على أرقام ولا توجد قيم مطلقة وتعتمد عملية التحليل الهرمي ببساطة على العلاقة بين المعايير بالإضافة للعلاقة بين البدائل لكل معيار (باهر مز ٢٠٠٤). إذ تساهم هذه المنهجية في تحديد مواضع إنشاء السدود المحتملة، ليتم بعد ذلك ضرب الوزن.

تعريف النموذج:

النموذج عبارة عن مجموعة من الخرائط على هيئة طبقات Map layers تشترك فيما بينها في إطار خرائطي واحد يعتمد على المرجعية المكانية المعروفة بالإحداثيات، كما يمكن أن يحتوي على البيانات الوصفية (Attribute Data) التي تتعلق بالخصائص التطبيقية لمنطقة الدراسة التي تغطيها لبناء نموذج تحديد أفضل المواقع لإنشاء السدود في منطقة الدراسة اعتقدت تم اتباع ما يلي:

١. أعداد الخرائط الرقمية الأولية التي تدخل في بناء النموذج.
٢. بما أن عملية بناء نماذج الملائمة تعتمد في بنائها على بيانات بصيغة خلوية (Raster) كان لزاماً تحويل جميع البيانات والتي هي بصيغة خطية إلى الصيغة الخلوية وذلك بتحويل جميع المعايير التي حددت في الجداول والخرائط السابقة إلى خرائط جبرية Algebra Map، من خلال استخدام أدوات التحليل المكاني (Spatial analysis Tools) في بيئة البرنامج (ArcGIS). وذلك من خلال استخدام حقيبة (conversion Tools) في (Arc toolbox)، ومن ثم التطبيق (To Raster) واختيار الأمر (Polygon to Raster) لأن البيانات كانت بصيغة مساحية.

٣. بسبب تباين أحجام الخلايا للبيانات الداخلة في بناء النموذج تم توحيد جميعها لكي يكون مطابقاً لحجم خلية نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) المستخدم في بناء النموذج، لأنه في حال عدم تطابق قيم الخلايا لا يتمكن البرنامج من القيام ببناء نموذج الملائمة ويعطي إيعاز بوجود الخطأ. وتم ذلك من خلال تغيير كل من الخصائص (output coordinate system) و (Extent) و (Snap Raster) في الإعدادات العامة (General settings) وكذلك تم تغيير كل من (Mask و Cell Size) في إعدادات تحليل الشبكية (Raster analysis) (setting) إلى دقة نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الداخل في بناء النموذج، وكان كلا الإعدادين تدرج تحت عنوان ال (Environment) ضمن واجه الأمر (Polygon to Raster).

٤. تم استخدام الأمر (Straight Line) والتي هي أحد أوامر التطبيق (Distance) ضمن الأدوات المحلل المكاني (Spatial analyst) في (ArcGIS). بغية إيجاد المسافات المستقيمة لكل المعايير الداخلة في بناء النموذج، منتجةً لنا مناطق متساوية في المسافات مقسمة إلى (١٠) مراتب متساوية في المسافة تغطي كامل مساحة منطقة الدراسة.

٥. إن الطبقات الناتجة في المرحلة السابقة تم إعادة تصنيفها من خلال استخدام وظيفة (Reclassify) ضمن الأدوات المحلل المكاني (Spatial analyst)، إلى (١٠) فئات أيضاً، وقد أعطيت قيم عالية للفئات الملائمة وقيم الواطئة للفئات الغير الملائمة وبشكل يتلاءم مع أهداف عملية التحليل.

٦. ضمن قائمة (Spatial Analysis tools) تم استخدام الاداة (Overlay) و الامر (weighted Overlay) ، لاجراء عملية مطابقة قيم العوامل مع بعضها بعد اعطاء وزن نسبي لكل طبقة بناء على اهميتها في تحديد مواضع السدود المطلوبة وتوحيدها بعد ظريها في وزنها .
-عملية التحليل الهرمي (AHP Analytic Hierarchy Process)

هي من الأساليب المستعملة في مجال واسع في الوسط العلمي والتطبيقي على حدٍ سواء، التي طورها توماس ساعاتي (T.saaty, 1980) ، استعملت هذه الطريقة من قبل الافراد والشركات والمؤسسات الحكومية في عملية التخطيط والتصنيع ولتحديد أفضل المواقع لبناء المصانع وانشاء السدود.

يعد بناء هرم الخطوة الاولى في عملية التحليل الهرمي بدءاً بتحديد الهدف والعوامل الرئيسة مروراً بالمعايير الثانوية والفرعية في عملية صنع القرار.

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد المواقع الملائمة لانشاء السدود بحسب المعايير الطبيعية الرئيسة والثانوية للمنطقة. وهو أحد أكثر القرارات المهمة والمعقدة، لأنه يمكن ان يؤثر في الغطاء الارضي واستعمالات الارض واسلوب الحياة للمستقرات السكانية المجاورة، لذا يعد من الضروري إجراء دراسة دقيقة في منطقة الدراسة، وهذا ما توفره عملية التحليل الهرمي AHP في اتخاذ مثل هذا القرار (Mbura, 2018, pp. 113-133). ركزت الدراسة على العوامل التي تزيد من دقة اختيار موقع السد بعد عرضها على مجموعة من المحكمين والخبراء من أساتذة الجامعات والمسح الجيولوجي ومهندسي الموارد المائية والسدود، اذ تم تحديد اوزان العوامل المدخلة في مصفوفة المقارنات وتعديل بعض فقراتها، وصنف كل عامل و إدخال مستمر إلى خمس فئات رئيسة هي: الأكثر ملاءمة، وملاءمة، وملاءمة إلى حد ما، وقليلة الملاءمة، وغير ملاءمة تماماً. واعطاء ارقام للفئات الخمسة الرئيسة هي (١، ٣، ٥، ٧، ٩)، لاسيما القيم الوسطية بين الفئات على أساس ان الارقام تعطي تفاوتاً اعمق مما تقدم الالفاظ، اذ يكون غير الملائم هو (١)، والاكثر ملاءمة هو (٩) (Saaty, T.L.; Vargas, L.G. , 1980, p. 180-191). ، جدول(١).

الجدول (١) مقياس الاهمية النسبية على وفق (1980Saaty)

التعريف	درجة الأهمية
غير ملاءمة تماما	١
قليلة الملاءمة	٣
ملائمة الى حد ما	٥
ملاءمة	٧
الاكثر ملاءمة	٩
القيم الوسيطة بين حكمين متجاورين	٢،٤،٦،٨

المصدر: (Saaty 1980) Saaty's scale of preferences in the pairwise comparison process

معايير تقييم مواضع السدود في ناحية شورش:

كما اشرنا اليها سابقا بان العوامل الطبيعية و المتمثلة بالتكوين الجيولوجي و التضاريس و عناصر مناخ خصوصا التساقط و نوعية التربة و الغطاء الارضي تؤثر بشكل مباشر في تحديد مواضع و مواقع انشاء السدود سواء كان تأثيرها على جسم السد او على منطقة خزن مياه (حوض السد)، و هذه العوامل من المعايير المهمة لتقييم مواضع السدود ومن اهم هذه المعايير:

١- جيولوجية منطقة الدراسة (Geological):

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

بحيث تتحمل إقامة المنشآت الهندسية لجسم السد، وتقاوم الضغوط المتولدة نتيجة لثقل المياه المخزنة، ومن ناحية أخرى يفضل تجنب المواضع ذات الطبيعة الصخرية الهشة واللينة والتي قد تشكل خطراً على جسم السد، وقد ينجم عن تجمع المياه إحداث خلل في توازن الطبقات الصخرية، بسبب تجمع كميات كبيرة من المياه التي تمثل ثقلاً اصطناعياً إضافياً على سطح الأرض، ومن الممكن أن يؤدي هذا الثقل إلى حدوث هزات أرضية خفيفة بسبب ضغط الماء الذي يسبب أحياناً هبوطاً لقشرة الأرض في موقع السد (كيلو ١٩٨٥).
تتكشف في منطقة الدراسة تكوينات جيولوجية قديمة التي تعود إلى حقبة الحياة المتوسطة Mesozoic Era، متمثلة بتكوين الشرانش وانتهاء بتكوين باي حسن الذي يعود عمره التكويني إلى عصر البلايوسين، كما في الخريطة (٢)، وهي على النحو الآتي:

١,١,٢,١ تكوينات الزمن الثاني حقبة الحياة المتوسطة Mesozoic Era: المتمثلة ب:

أ-تكوين الشيرانش Shiransh Formation: يتمثل بشريط الضيق في الأجزاء العليا من منطقة الدراسة، يتكون القسم الأسفل لهذا التكوين من طبقات رقيقة من الحجر الجيري الممزوج بالمارل الرمادي، وتعلوها طبقات من الحجر الجيري رمادية متقاطعة مع طبقة رقيقة من المارل الأزرق، سمك التكوين متغير يصل في بعض الجهات حوالي ١٥٠٠ م.

ب-تكوين تانجرو Tanjero formation: يظهر هذا التكوين بشكل نطاق ضيق في المناطق العليا للمنطقة، يتكون الجزء الأسفل منه من المارل المليء بالأحافير والمارل الجيري مع السلت وتعلوها صخور المارل والرمل والمدلكمات، سمك هذا التكوين متغير قد يصل إلى ٤٠٠ متر (العمرى، ١٩٧٧، p. ١١٠).

٢,١,٢,١ تكوينات الزمن الثالث Tertiary Formations :

أ-تكوين الجركس Gercus Formation: ينكشف تكوين الجركس في الجزء الشمال الشرقي من منطقة الدراسة، يعود عمره إلى الإيوسين الأوسط- الإيوسين الأعلى Middle- Late Eocene ويتكون من تتابع صخري من الطفل الأحمر والبني والحجر الطيني وصلصال رملي حبيبي وطبقات رقيقة من الحجر الجيري وعدسات من الجبس وهو تكوين فتاتي. يبلغ سمك التكوين في المقطع المثالي حوالي ٨٥٠ م.
ب- تكوين خورماله Khurmala Formation - يعود التكوين إلى الباليوسين - الأيوسين الأسفل (Eocene Lower-Paleocene) يظهر هذا التكوين في المناطق الجبلية داخل المنطقة. يتكون من الحجر الجيري والدلومايتي، وذو لون أبيض (العمرى، & صادق، ١٩٧٧، p. ١١٠).

ب-تكوين بيلاسبي Pila Spi formation: يظهر هذا التكوين على شكل شريط ضيق في شمال وشمال شرق منطقة الدراسة، يعود عمر هذا التكوين إلى الإيوسين الأوسط- الإيوسين الأعلى Middle-late Eocene تتكون صخور تكوين بيلاسبي من صخور جيرية Limostone متبلورة طباشيرية التطبيق وصخور دولومايتية Dolomatic تتخللها بعض طبقات المارل ويفصله عن التكوينات الأخرى التي تعلوه طبقة من المدملكات وغالباً ما يكون تكوين الفتحة (Buday, T, 1980, p. 228)، يبلغ سمك التكوين من ١٠٠-٢٠٠ متر، وقد يتواجد بسمك أقل عند السطوح المتعرية في المناطق الجبلية وإن بيئة الترسيب هي بحرية (السياب، وآخرون، ١٩٨٢، p. ١٢٤).

ت-تكوين الفتحة Fatha formation: ينكشف تكوين الفتحة في جنوب التكوين السابق في منطقة الدراسة، ويظهر بموازاة امتداد سلسلة جبل باواجي، يعود هذا التكوين إلى عصر المايوسين الأوسط (السياب، وآخرون، ١٩٨٢، p. ١٣٤). Middle Miocene، يتكون القسم الأسفل من هذا التكوين من طبقات سميكة من الجبس Gypsum وتميل طبقاته إلى اللون الأخضر يبلغ سمك هذا الجزء ٢٠ متر، أما القسم الأعلى فيتكون من تعاقب دورات ارسابية من الجبس والحجر الطيني مع فتاتيات حمراء اللون ويبلغ سمك هذا التكوين ٢٣٧ م، وبيئة الترسيب لهذا التكوين هي بيئة بحرية ضمن أحواض مغلقة (خرباط، ٢٠٠٨، p. ١٩).

ث-تكوين انجانة (Injana Formation): ينكشف هذا التكوين في المقدمات الجبلية خريطة (٢)، يعود عمر هذا التكوين إلى عصر المايوسين الأعلى (Upper Miocene. (Al-Musawi، Azzawi and Abdallah، 2020 p29) ويتألف من تتابع طبقي من الحجر الطيني الأحمر والغرين مع طبقات رقيقة من الرمال الناعمة ذات لون رصاصي فاتح ورصاصي مخضر وتكون متوسطة الصلابة ويبلغ سمك

التكوين ٦١٨م (Hamza, 1989, pp. 58-59).

ج-تكوين المقدادية Muqdadiya Formation: ينكشف تكوين المقدادية على مساحات واسعة في جنوب و جنوب غربي في منطقة الدراسة الخريطة (٢)، يعود عمر التكوين الى عصر المايوسين الاعلى، ويتكون من دورات ترسيبية عدة تتألف الدورة الواحدة من الحجر الرملي والحصوي والحجر الطيني والغريني ويتصف بتزايد حجم الحبيبات باتجاه الاعلى ذات اللون البني، سمك التكوين حوالي ٥٠م. (Barwari, A.M, 1991)

ح-تكوين باي حسن Bia Hassan Formation: ينكشف هذا التكوين في وسط منطقة الدراسة، خريطة (٢) يعود عمر هذا التكوين الى عصر البلايوسين، وتتألف صخرية التكوين من تكتلات من الحجر الرملي والحصي والحجر الطيني والغريني والرملي، وغالبا ما تكون حدوده العليا مغطاة برواسب الزمن الرباعي سمك التكوين ٥٨٠م. (Anon., 1992)

تؤثر التكوينات الجيولوجية ونوع الصخور في قوة الأساسات الصخرية وتماسكها ومقاومتها للتعرية والترشيح والضغط، لذا فهي تأخذ اهمية قوية جداً من بين العوامل الطبيعية التي تؤثر على السدود، تم اكتشاف أن مشاكل الأساس هي أكثر الأسباب شيوعاً لفشل السد، (Xinyi, 2016, pp. 21-22) وفقاً لخصائص فئات الصخور في التكوينات المختلفة، والتي يمكن أن تمثل الأفضلية لبناء السد، يتم إعادة تصنيف البيانات الجيولوجية إلى (٩) تكوين كما هو موضح في الجدول (٢)، تعود التكوينات الجيولوجية في المنطقة الى تكوينات الزمن الثاني و الثلاثي. اذ حصلت تكوينات جركس، خورماله بيلاسي التي تتألف من صخور جيرية Limestone متبلورة طباشيرية التطبيق وصخور دولومايتية Dolomitic على (ملاءمة الى حد ما) لانشاء السدود.

وحصل تكوين انجانة المتكون من الحجر الطيني والغرين مع طبقات من الحجر الرملي على (ملاءمة الى حد ما) في تحديد المواقع المناسبة لأنشاء السدود. كما حصلت تكوينات شيرانش، تانجرو باي حسن التي تتكون من طبقات رقيقة من الحجر الجيري الممزوج بالمارل الرمادي، وتكوين باي حسن المتكون من الحجر الرملي والحجر الطيني والغريني على (قليل الملاءمة) في تقييم مواقع السدود. في حين حصلت التكوينات الاخرى المتمثلة بتكوين (الفتحة، المقدادية) على طبيعة ملائمة (غير ملاءمة تماماً) في تحديد المواقع المناسبة لأنشاء السدود، لان اغلب صخور هذه التكوينات تتألف من الحجر الرملي واحجار طينية وطبقات من الحصى الناعم والخشن.

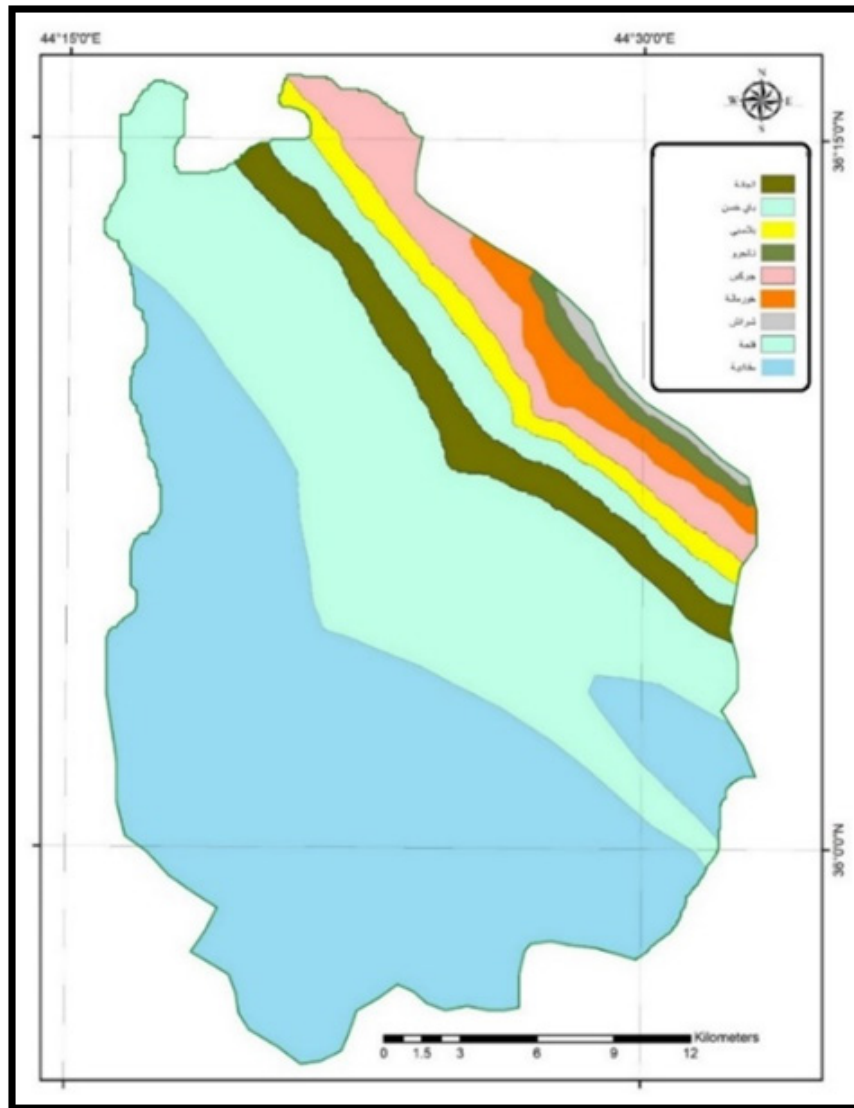
الجدول (٢) التكوينات الجيولوجية وطبيعة الملاءمة

الجيولوجيا	طبيعة الملاءمة	درجة الملاءمة
تانجرو	قليل الملاءمة	٢
جركس	ملاءمة الى حد ما	٣
خورماله	ملاءمة الى حد ما	٣
شيرانش	قليل الملاءمة	٢
الفتحة	غير ملاءمة تماماً	٢
انجانة	ملاءمة الى حد ما	١
المقدادية	غير ملاءمة تماماً	١
باي حسن	قليل الملاءمة	٢
بيلاسي	ملاءمة الى حد ما	٣

المصدر: ١- خريطة (٢). جدول (٢)

٢- رأي الباحثين والجيولوجين المختصين في بناء السدود

خريطة (٢) التوزيع الجغرافي للتكوينات الجيولوجية لناحية شورش

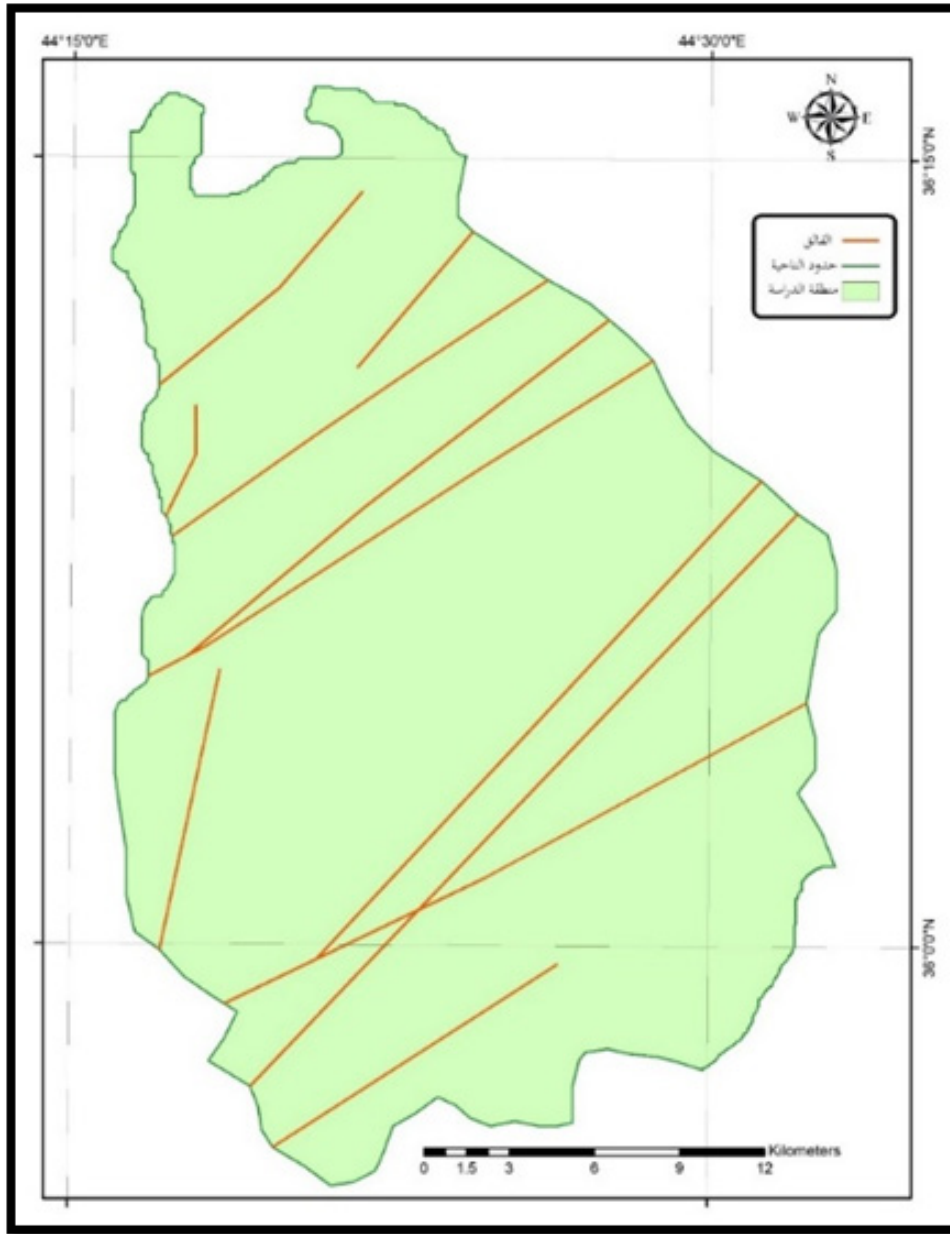


المصدر: وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، خريطة جيولوجية للوحة اربيل ولوحة كركوك، مقياس (٢٥٠٠٠/١) اعداد فاروجان خاجيك سيسكان، بغداد ١٩٩٤.

٢- المسافة الى الفوالق النشطة:

يجب الاخذ بالحسبان عند اختيار مواقع السدود بعدها عن الفوالق النشطة، ومناطق الضعف التكتوني، اذ لا بد ان تكون مواقع السدود المختارة على بعد (٢٠٠٠) متر على الاقل عن الفوالق والصدوع بحسب اراء الخبراء في هذا المجال، تأثرت منطقة الدراسة بالحركات الارضية المختلفة نتج عنها عدد من الفوالق المعروفة أبرزها (فالق ديكله)، والمتصل مع الفوالق غير المعروفة القاطعة للوديان المذكورة، الذي يحد المنطقة من جهة الشمال الغربي وفوالق غير المعروفة في الاجزاء الجنوبية الغربية منها يغلب عليها اتجاه شمال شرق -جنوب غرب وباطوال مختلفة خريطة (٣)، وهذا يشير الى تأثر المنطقة بالفوالق، مما انعكست سلباً على طبيعة الملائمة في اختيار مواقع انشاء السدود. الخريطة (٣)، الجدول (٣).

الخريطة (٣): الفوالق النشطة في منطقة الدراسة



المصدر: وزارة الصناعة والمعادن/ الهيئة العامة للمسح الجيولوجي لوحة اربيل ولوحة كركوك ١
الجدول (٣) المسافة الى الفوالق في منطقة الدراسة

درجة الملائمة	طبيعة الملائمة	المسافة
١	غير ملائمة تماما	١٠٠٠-٠
٣	قليل الملائمة	٢٠٠٠-١٠٠٠
٥	ملائمة الى حد ما	٥٠٠٠-٢٠٠٠
٧	ملائمة	١٠٠٠٠-٥٠٠٠
٩	الاکثر ملائمة	١٠٠٠٠

المصدر: الخريطة (٢) الجدول (١)

٣. درجة الانحدار:

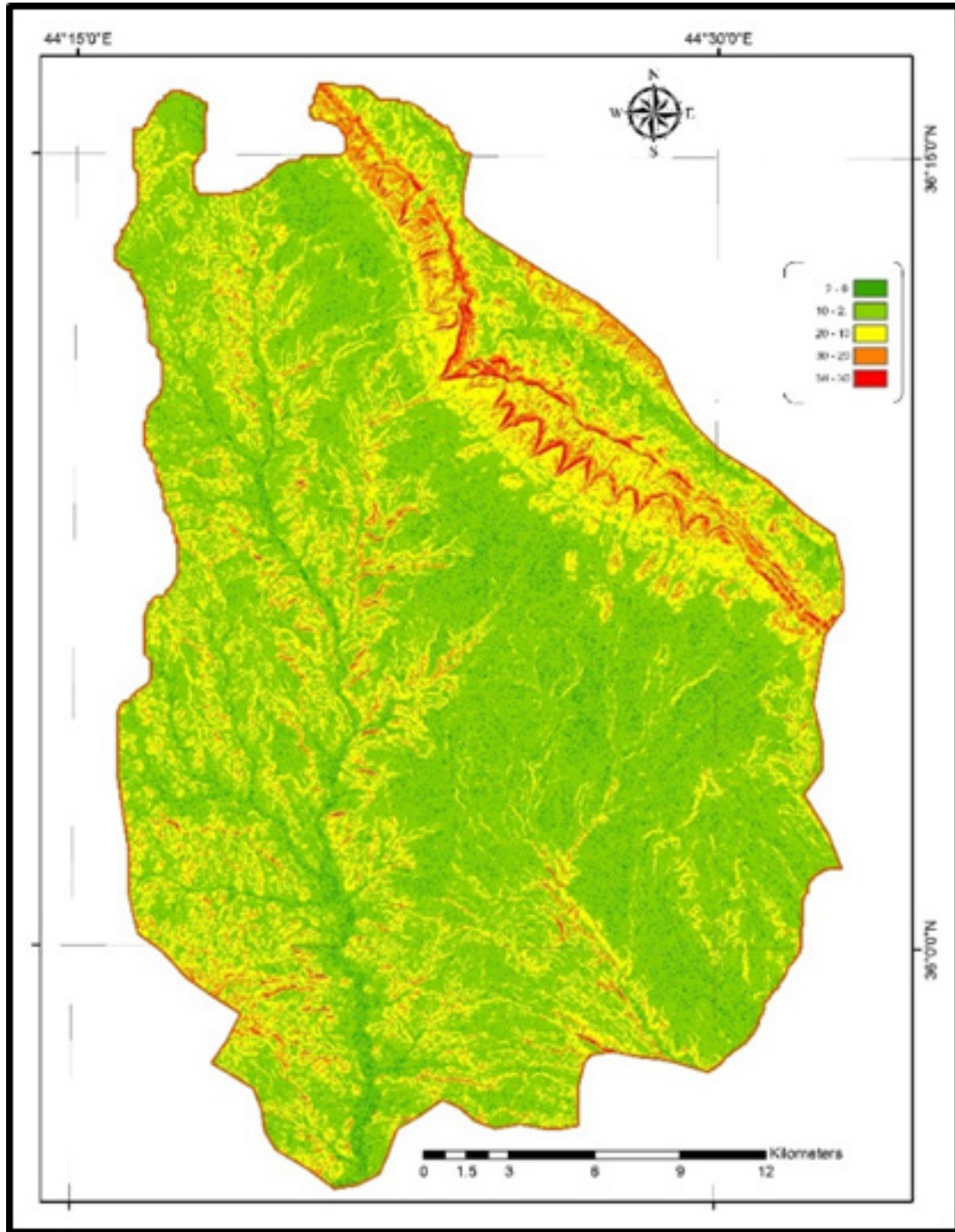
يعد الانحدار أحد الخصائص الهندسية المهمة في تنفيذ المشاريع، إذ تؤثر درجة الانحدار في سلامة السدود ومدى ملائمة السطح للاستعمالات المختلفة، نظرًا لأن المنحدرات التي تزيد درجة انحدارها عن ٣٠ درجة لاتصلح لإقامة المنشآت البشرية بسبب تعرضها للانهيئات الأرضية (عطية، و عطية ، ٢٠١٥ ، صفحة ٨٦). كما يتحكم الانحدار بطبيعة الجريان المائي السطحي والجوفي وسرعته والتي تتناسب طردياً مع المنحدر. ويؤثر الانحدار في الخصائص الهيدرولوجية إذ غالباً ما ترتبط السيول والفيضانات بالمناطق المرتفعة وذات الانحدار الشديد. تم الحصول درجات الانحدار باعتماد أنموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة تمييزية ٩٠ متراً، تم تصنيف درجة الانحدار في منطقة الدراسة الى ٥ فئات تراوحت بين ٢-٠ إلى أكبر من ٤٥ درجة إذ تشير كل درجة الى فئة انحدارية معينة. خريطة (٥). وتشكل درجة الانحدار ذات الميل ٢-٠ والاكثر ملائمة لإنشاء السدود بين درجات الانحدار الأخرى. الجدول (٤).

جدول (٤) درجة الانحدار ومدى ملائمتها لإنشاء السدود

درجة الانحدار	طبيعة الملاءمة	درجة الملاءمة
٢-٠	الأكثر ملاءمة	٩
١٠-٢	ملاءمة	٧
٢٠-١٠	ملاءمة الى حد ما	٥
٣٠-٢٠	قليل الملاءمة	٣
>٣٠	غير ملاءمة تماماً	١

المصدر: اعتماداً على بيانات DEM باستخدام برنامج (ArcGIS 10.8)

خريطة (٤): ملاءمة درجة الانحدار في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على بيانات DEM باستخدام برنامج (ArcGIS 10.8)

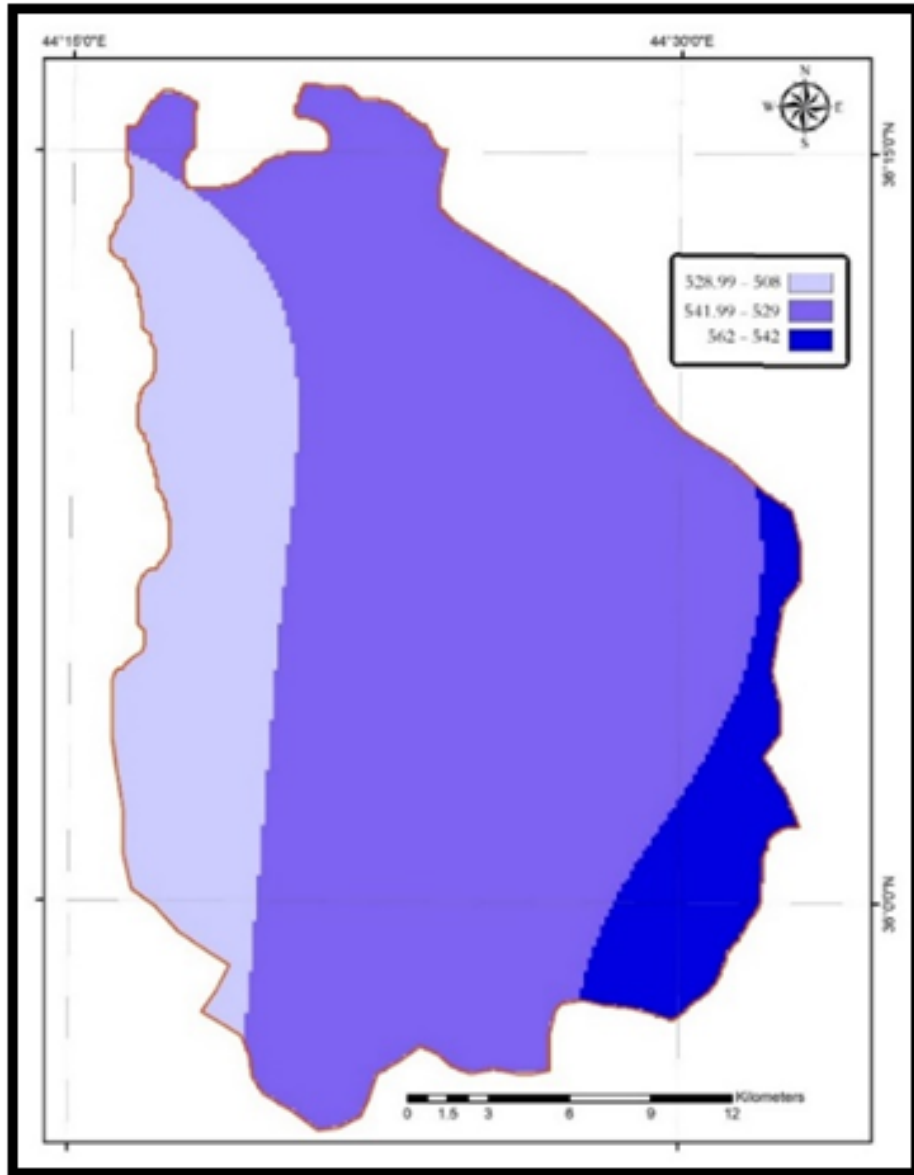
٤- لتساقط (precipitation): تعد كميات التساقط بأنواعه المختلفة و الأمطار بصفة خاصة ، الجانب الرئيسي للمياه السطحية والمؤثر الاول في تكوين الاودية المائية. اشتمت معلومات كمية الامطار بالاعتماد على المحطات (كويسنجق، بيرمام، أربيل)، (ومن خلال بيانات نقطية الجدول رقم (٥) والتي تمثل قياسات موضعية لكميات الامطار في منطقة الدراسة حيث تم استيفاء (Interpolation - IDW) لهذه النقاط لتغطية كافة أنحاء منطقة الدراسة كما موضح في خريطة (٥) كما وضعت درجات الملائمة حسب الافضلية من ناحية الجريان السطحي فالمناطق الاكثر مطرا هي نظريا الاكثر ميلا لإنتاج جريان السطحي.

جدول رقم (٥) كمية الأمطار الفعالة ودرجة ملائمتها

درجة الملائمة	الملائمة	شدة الأمطار
٨	ملائم	٥٠٨ – ٥٢٨,٩٩
٥	ملائم نسبيا	٥٢٩ – ٥٤١,٩٩
٢	قليل الملائمة	٥٤٢ – ٥٦٢

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد مخرجات برنامج (Arc GIS) (خريطة ٥).

خريطة (٥) فعالية المطر في ناحية شورش.



المصدر: بالاعتماد حكومة اقليم كردستان، وزارة الزراعة، بيانات مناخية في محطات (كوية – صلاح الدين- أربيل)، للمدة (٢٠٠٦-٢٠٢١). غير منشورة.

تعد التربة احد العوامل الطبيعية التي تأتي بالمرتبة الثانية بعد العوامل المناخية اهمية في الدراسات الهيدرولوجية، عن طريق تأثيرها في التوازن المائي والجريان السطحي (Lvovoich, 1980, pp. 33-45). ويلعب التربة دورا اقتصادياً ايضا و عند انشاء السدود يفضل الابتعاد عن الترب الخصبة وذلك لجدواها الاقتصادية تعد التربة من المحددات الاساسية للجريان السطحي فكلما ازدادت نفاذية التربة ازدادت كمية الامطار المتسربة الى باطن الارض على حساب الكمية الذي يتكون منها الجريان السطحي (المالكي ، & رحيم، ٢٠١٦، p. ١٦٩) وقد تمت دراسة ترب المنطقة على اساس نوعية النسيج الحبيبي لها و درجة خشونتها و ذلك بالاعتماد على تصنيف منظمة الاغذية والزراعة الدولية (F.A.O) و لقد تبين بحسب هذا التصنيف ان ترب المنطقة تعود الى ثلاثة أنواع من الترب موزعة على منطقة الدراسة الخريطة (٦) والجدول (٦)، وفيما يلي اهم أصناف الترب السائدة في المنطقة:

٤,١ الترب الجافة الكلسية (XK28-b (Calcic Xerosols): وتشكلت في مسطحات ومصاطب الانهار القديمة وهي ترب غرينية طينية (Loamy Clay) تمتاز بانها ذات نسيج وتصريف متوسط ولون فاتح، وتحتوي على افق كلسي ضمن ١٢٥ سم من السطح. ومن مميزاتا بأنها تحتوي على اكثر من افق تحت سطحي، وذات ملوحة قليلة في محتواها و هي التربة الكربوناتية القلوية العادية (علوان، ٢٠١٤) وهي ترب رديئة النسجة، تنتشر هذه الترب في المناطق المستوية وشبه المستوية وهي ترب ملائمة للزراعة، وقد تشكلت في الاصل من مصاطب الانهار القديمة، وتعد هذه الترب من اكثر الانواع سيادة في المنطقة اذ بلغ نسبتها حوالي (٧٣,٣٪) من مساحة من منطقة الدراسة .

٤,٢ الترب الطينية المقلوبة (VC50-3ab (Chromic Vertisols) هي تربة طينية جدا موجودة في الوديان الجبلية وبعض أجزاء سفوح التلال. وهي ذات نسجة ناعمة وتصريف منخفض وتتكون من (٦٠-٧٠) ٪ من الطين الجاف بحيث تشكل شقوقا واسعة وعميقة عندما تجف بسبب عمليات التمدد والانكماش الحاصل فيه في موسم الجفاف. كما ينتج عن هذه التشققات هدم وانهيار لحواف الودية ومن ثم انقلاب التربة لذلك سميت بالتربة المقلوبة. وهذه الترب غنية في نباتاتها الطبيعية والاشجار لذا فهي تصلح كمراعي، كما يمكن استثمارها في الزراعة اذا ما توفرت مياه الري او الرطوبة الكافية ، وتغطي نسبة ١٥,١٩ ٪ من مساحة منطقة الدراسة.

٤,٣ الترب الصخرية (le-xk-bc (Lathei) هي ترب صخرية وتسمى ايضا بالترب الحجرية، تتداخل معها ترب كلسية ورواسب حديثة غير متماسكة قليلة العمق ولا توجد فيها آفاق تحت سطحية وانما تتواجد فوق الصخر الصلب مباشرة (organizations, 1.2,2012). وهي ذات نسيج متوسط الى خشن وذات تصريف رديء. تغطي هذه الترب نسبة (١١,٥١) ٪ من مساحة منطقة الدراسة. تمتاز هذه الترب بقلّة سمكها اذ لا تتجاوز ١٠ سم في اغلب مناطق تواجدها، اذ رغم استلام هذا الصنف لكميات كبيرة من الامطار الا انه لا يحتفظ بالرطوبة فلا يصلح للزراعة بسبب قلة سمكه اذ تتواجد فيه بعض الشجيرات الجبلية والغابية.

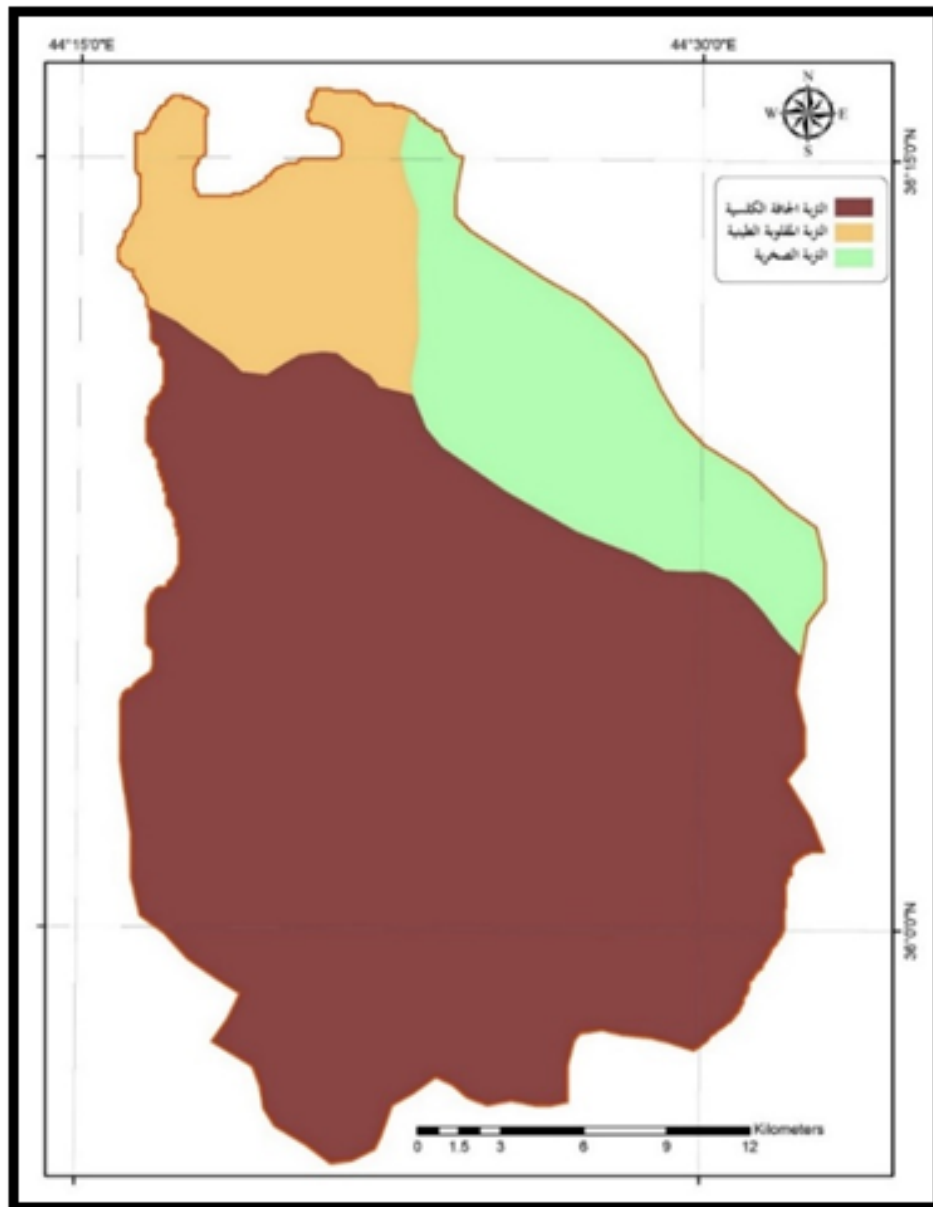
باعتقاد خريطة نسجه التربة تم تصنيف منطقة الدراسة الى ثلاث اصناف من التربة الهيدرولوجية هي (B,C,D) خريطة (٥) ، وتختلف هذه الترب في نسيجها وقابليتها على الاحتفاظ بالماء والجريان السطحي من صنف لأخر، اذ يكون صنف التربة B غير ملائم تماما لإقامة السدود، لان امكانية الجريان السطحي ومعدلات تسرب المياه في هذه الفئة متوسطة الى حد ما، والتربة الجافة الكلسية من هذا النوع. اما صنف التربة C فيتراوح مستوى النفاذية فيها من المتوسط الى الجيد لذلك يكون معدل تسرب الماء فيها منخفض الى حد ما عندما تكون التربة رطبة ومن حيث طبيعة الملائمة في اختيار مواقع انشاء السدود فهي قليلة الملائمة تدرج نوع الترب الطينية المقلوبة من هذا التصنيف، في حين عد صنف التربة D ملائم الى حد ما لأنشاء السدود نظراً لانخفاض نفاذيتها وقدرتها العالية على الاحتفاظ بالمياه، تصنف الترب الصخرية من هذا النوع الجدول (٦). الخريطة (٦).

جدول (٦) انواع ومساحات الترب في منطقة الدراسة

ت	نوع التربة	الرمز	المساحة كم ^٢	% النسبة	صنف التربة الهيدرولوجية	طبيعة الملاءمة	درجة الملاءمة
١	الترب الجافة الكلسية	Xk-٢٨b	٥٠٥,٦٨	٧٣,٣	B	غير ملاءمة تماما	١
٢	الترب المقلوبة الطينية	Vc	١٠٤,٨٢	١٥,١٩	C	قليل الملاءمة	٣
٣	الترب الصخرية	I-F	٧٩,٤٠	١١,٥١	D	ملاءمة الى حد ما	٥
	المجموع		٦٨٩,٩٠	١٠٠			

المصدر: خريطة (٦) وجدول (١) باستخدام برنامج (ArcGIS 10.8).

خارطة (٦) اصناف الترب الرئيسية في منطقة الدراسة

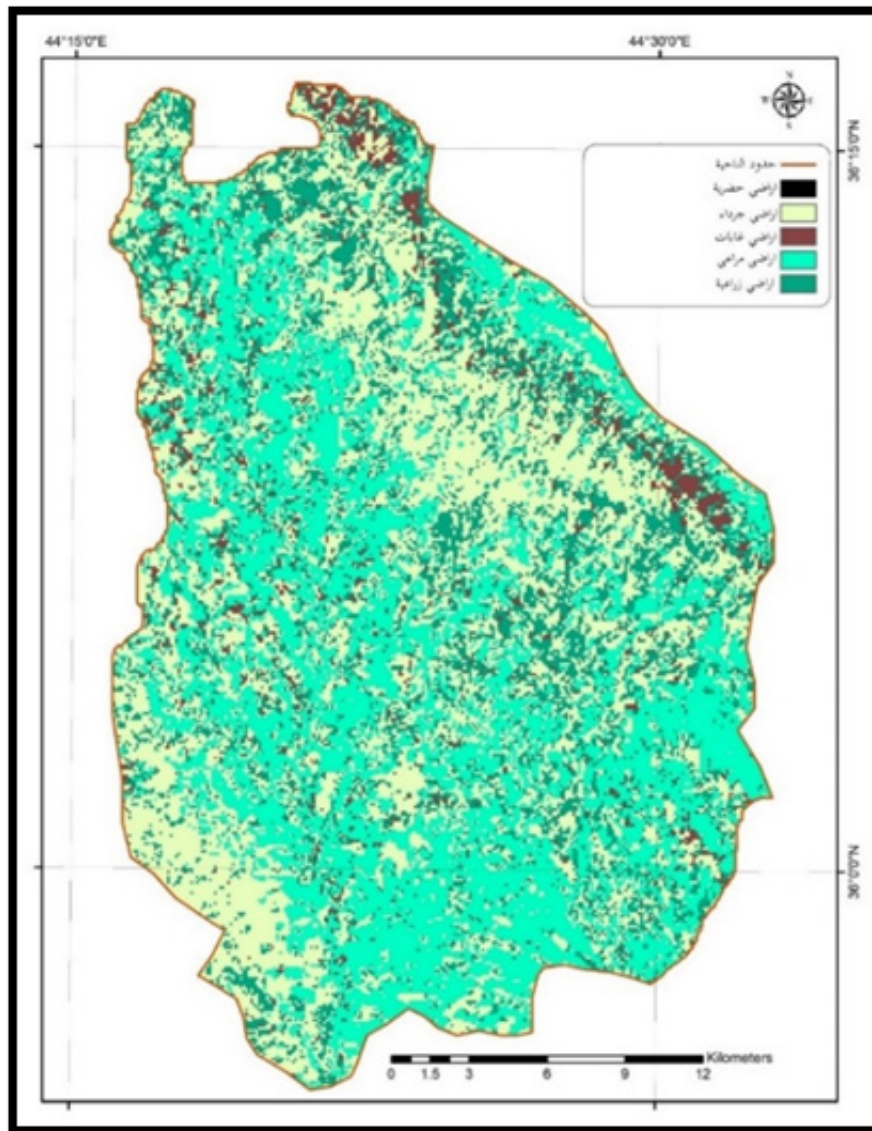


المصدر: The Digital Soil Map of the World, FAO/UNESCO, Version 3.6, January 2006

٦. الغطاء الارضي:

يؤثر الغطاء الارضي في اختيار موقع السد عن طريق تأثيره على شدة هطول الامطار وما ينتج عنها من تعرية للتربة، اذ ان مناطق التعرية المائية المرتفعة تجعل الاساس ضعيفاً لبناء السدود (Adinarayana, et al., 1995, pp. 375-384)، من ناحية اخرى، يؤدي بناء السد الى مصادر الاراضي المحيطة بالسد التي لها تكلفة اقتصادية مختلفة حسب نوع الغطاء الارضي. في هذه الدراسة وباعتماد خريطة (٧) تم تصنيف الغطاء الارضي الى (٥) انواع من الغطاءات الارضية واستعمالات الارض، تم التركيز على قسماً منها لأهميتها في الاحتفاظ بالماء، وهي متباينة ما بين غير ملائمة تماماً في صنف الاراضي الحضرية والعمرائية وبين الملائمة في فئة الاراضي الجرداء التي تشكل المساحة الاكبر في منطقة الدراسة بمساحة (٢٦٦,٦٩) كم^٢ أي بنسبة (٣٨,٦٢)٪ من المساحة الكلية للمنطقة، وتتصف هذه الفئة بانها ذات صخور قليلة النفاذية لا تسمح بتسرب كميات كبيرة من الماء الى داخل التربة وقدرتها على الاحتفاظ بالماء، ثم تعمل على تكوين جريان سطحي، ولذا فهي تقع ضمن فئة الملائمة لأنشاء السدود. الجدول (٧)، الخريطة (٧).

خريطة (٧): ملائمة الغطاء الارضي في منطقة الدراسة



(ArcGIS v10.8) المصدر: اعتمادا على المرئية الفضائية لاندسات ٨ بتاريخ ٢٠١٨/٣/٢٠، بأستخدام

جدول (٧) كثافة الغطاء الارضي ودرجة الملاءمة لإنشاء السدود

الغطاء الارضي	طبيعة الملاءمة	درجة الملاءمة
اراضي زراعية	غير ملاءم	٢
اراضي جرداء	ملاءمة	٧
اراضي حضرية	غير ملاءمة تماما	١
اراضي غابات موسمية	قليل الملاءمة	٣
اراضي مراعي	قليل الملاءمة	٣

المصدر: خريطة (٦) جدول (١)

٧. الارتفاع:

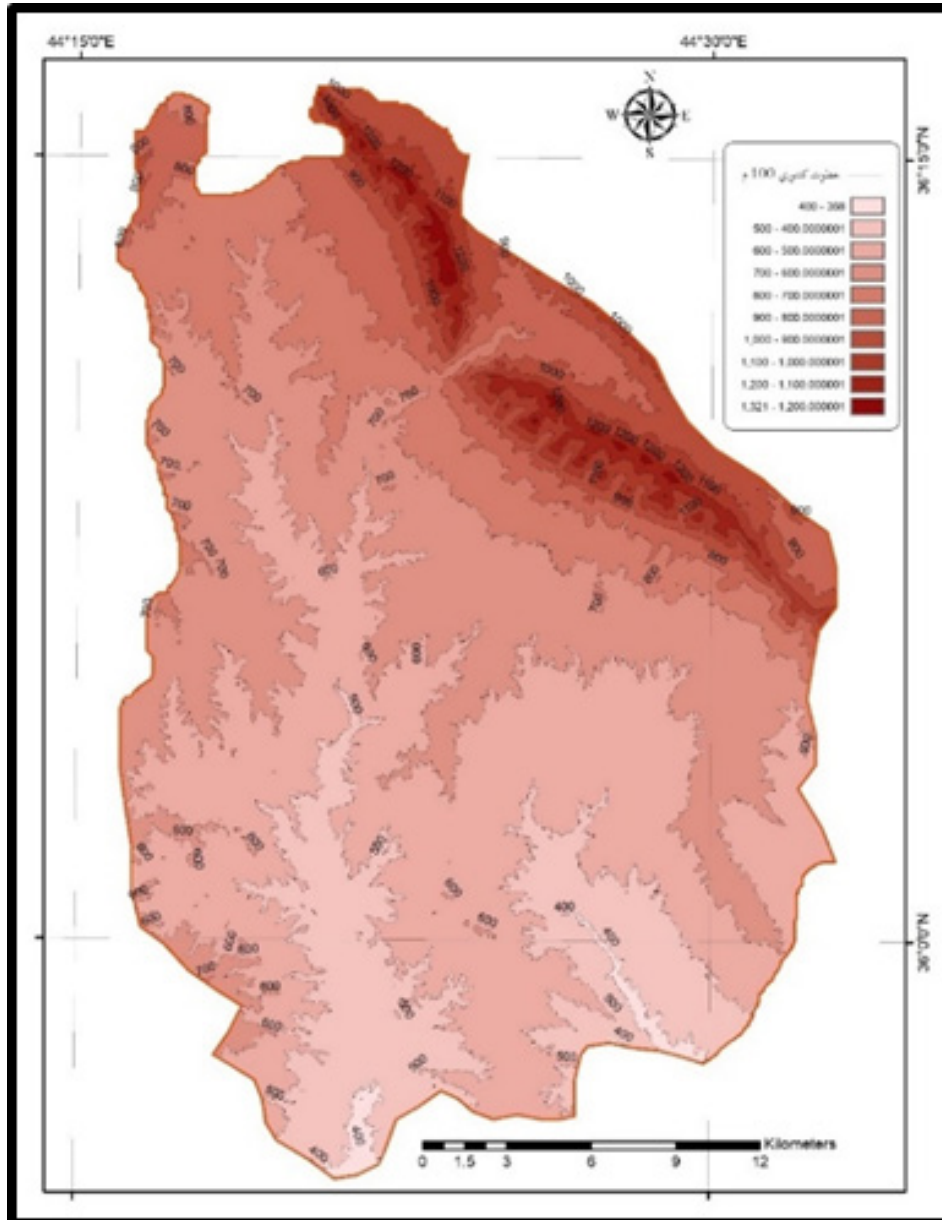
يعد الارتفاع أحد العوامل الرئيسية الذي يتم أخذه في الحسبان عند إنشاء السدود، حيث إن خزن المياه يحتاج إلى منطقة حوضية و تكون ذات انحدار منبسط إلى معتدل وذلك للحد من عمليات لتعرية و الانهيارات و التدفقات الطينية هذا من جهة ومن الجهة الاخرى يؤثر الارتفاعات على درجة الانحدار وذلك من خلال الفرق ما بين ميلان بين ادنى و اعلى النقطة في مناطق المختارة ، باضافة الى تأثيرها على مواقع ، السدود والخزانات من خلال تأثيره في تجمع المياه وحركتها. تم الحصول على الارتفاعات باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة تمييزية ١٢,٥ متراً ، تراوحت خطوط الارتفاع في منطقة الدراسة ما بين (٣٥٨ – ١٣٢١)م فوق مستوى سطح البحر، ويعد الارتفاع المنخفض الاقل من ٥٠٠ متر الذي يمثل الاراضي السهلية في منطقة الدراسة غير ملائم لتحديد مواقع السدود والخزانات بسبب تراكم الترسبات المتعرية من المناطق المجاورة لها، تعتبر الاراضي ذات الارتفاعات (٥٠٠-٦٠٠)م و (٩٠٠-١٠٠٠)م قليلة الملائمة لتحديد المواقع لإنشاء السدود، في حين تمثل الارتفاعات من (٧٠٠-٨٠٠)م هي الاكثر ملائمة في تحديد مواقع انشاء السدود، نظراً لإمكانية تجمع المياه وقلة تراكم الترسبات. وتمثل الاراضي المرتفعة أكثر من (١٠٠٠) متر المنطقة الجبلية المرتفعة مناطق غير ملائمة تماماً لتحديد مواقع السدود، لأنها تكون معرضة للتسرب وحدوث فيضانات موقعيه في المنطقة (الغرابي، ٢٠٢١، p. ١٤٤). الجدول (٨)، الخريطة (٨).

الجدول (٨) ملاءمة الارتفاع لإنشاء السدود في منطقة الدراسة

الارتفاع/م	طبيعة الملائمة	درجة الملائمة
<٥٠٠	غير ملاءمة تماما	١
٦٠٠-٥٠٠	قليل الملاءمة	٣
٧٠٠-٦٠٠	ملاءمة	٧
٨٠٠-٧٠٠	الاكثر ملاءمة	٩
٩٠٠-٨٠٠	ملاءمة الى حد ما	٥
١٠٠٠-٩٠٠	قليل الملاءمة	٣
>١٠٠٠	غير ملائمة تماما	١

المصدر: الخريطة (٧) الجدول (١)

خريطة (٨): الارتفاعات في منطقة الدراسة



المصدر: اعتمادا على بيانات DEM باستخدام برنامج (ArcGIS 10.8).

٧. التقوس Curvature:

يتم اشتقاق التقوس من نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) حيث يعبر التقوس عن مدى تحدب (Convexity) أو تقعر (Concavity) منطقة ما على سطح الأرض، 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 (٨) وجدول (٩)، يمكن تصنيف المنحدرات حسب شكلها الى صنفين كما يأتي:

١- منحدرات مقعرة: تتميز بكونها شديدة الانحدار بكونها شديدة الانحدار في قممتها ومعتدلة في وسطها ونهايتها وينشأ التقعر عادة عند قاعدة المرتفعات بسبب نشاط عمليات الغسل بواسطة المسيلات النهرية التي تنبع من المرتفعات، حيث تشير القيم السالبة الى وجود هذا النوع من المنحدرات التي تكون ذات دلالة هيدرولوجية تشير الى تجمع الجريان المائي (الدليمي، ٢٠١٢، p. ٢٢٧) لذا تكون هذه الاشكال من المنحدرات ملائمة لأنشاء السدود و خزن المياه.

٢- المنحدرات المحدبة: يظهر هذا النوع من المنحدرات بالقرب من خطوط تقسيم المياه، تكون درجة الانحدار شديدة على السفوح و

خاصة في اسفل المنحدر حيث تكون قدرة المياه على النحت كبيرة لذا يعد هذا النوع من اشكال المنحدرات غير ملائم لأنشاء السدود نتيجة لوعورة المنطقة و نشاط عمليات التعرية والتاكل حيث تشير قيم التقوس الموجبة لهذا النوع من المنحدرات (الدليمي, ٢٠٠٥)

جدول رقم (٩) تقعر وتحذب الارض ومدى ملائمتها لأنشاء السدود

درجة الملائمة	قيمة الانحناء (Curvature value)	الملائمة (Aptness)
٧	٥٦ - -٧,١	ملائم (Appropriate)
٥	٦,١ - ٣٨,٠	ملائمة الى حدما (Relatively Appropriate)
١	٣٩,٠ - ٤٨	غير ملائم (inappropriate)

المصدر: عمل الباحث بالاعتماد علي مخرجات برنامج (Arc GIS)
خريطة (٩) تقعر وتحذب الارض ومدى ملائمتها لأنشاء سد في ناحية شورش



المصدر: اعتمادا على بيانات DEM باستخدام برنامج (ArcGIS, ١٠,٨).

٣,٤ تحديد المواقع المناسبة لإنشاء للسدود بواسطة عملية التحليل الهرمي AHP

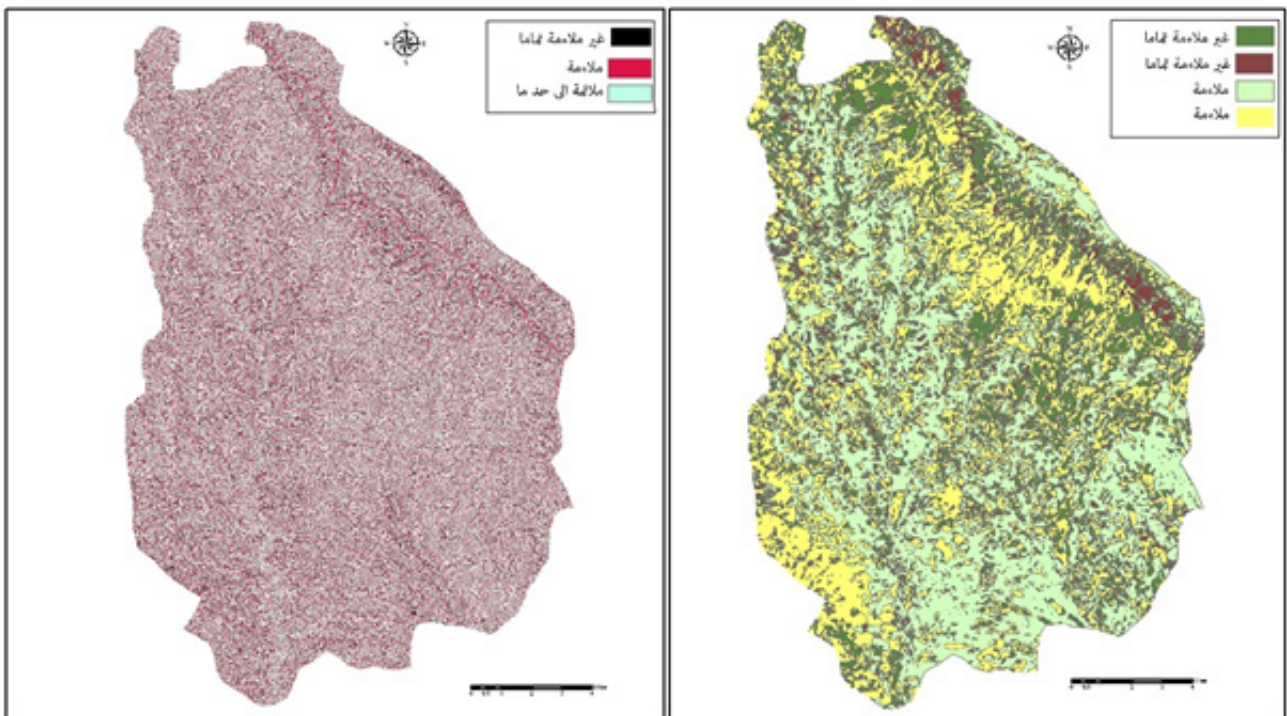
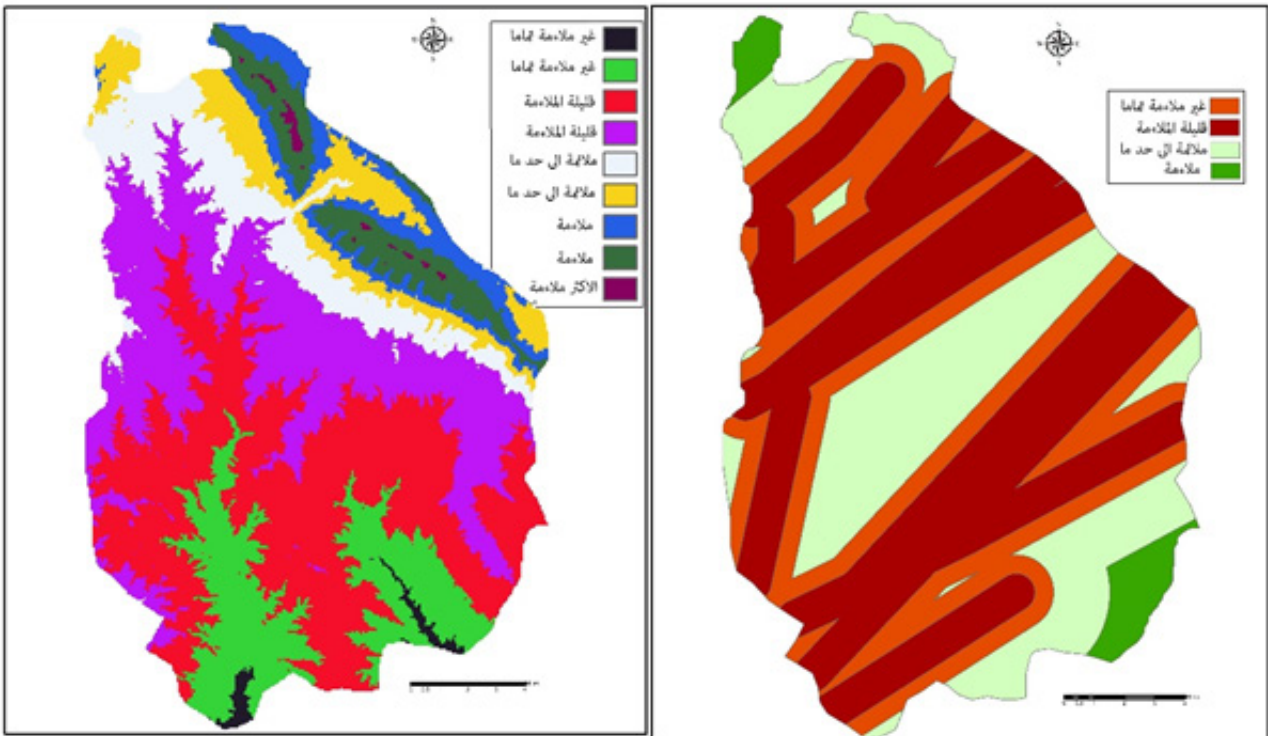
حسبت اوزان المعايير المدخلة في عملية التحليل الهرمي AHP باستخدام برنامج Excel وتطبيق المقارنات الثنائية Pair wise comparison matrix من اجل حساب الاوزان للمدخلات وبالاعتماد على مقياس (Saaty, 1980)، ذي القيم من 1-9، (جدول 10) تم التحقق من نسبة الثبات لقرار الدراسة. ثم مرحلة دمج اوزان المعايير المختارة مع طبقات خرائط تصنيف الاراضي في برنامج ArcGIS 10.8، وخراج خريطة ملائمة منطقة الدراسة لإقامة السدود المقترحة. الخريطة (9). حيث توصلنا الى وجود أربع مستويات من مواضع لملائمة إنشاء السدود وهي (غير ملائمة تماماً، غير ملائمة، قليلة الملائمة، ملائمة)، إذا احتل المستوى غير ملائم تماماً، وغير ملائم معظم منطقة الدراسة. تم أخذال عدد من مواقع السدود التي ظهرت في خرائط المنطقة، وتم التركيز فقط على القيم التي حصلت على مؤشر ملائم أكثر من 70٪ من المحددات التي اعتمدت في هذه الدراسة واستبعادت المعايير التي حصلت اقل من ذلك. ولتحديد ملائمة السدود بالدقة تم عمل نطاق Buffer لمجري الاودية الرئيسية للمراتب الرابعة والخامسة والسادسة، لمسافة 100 متر يمين ويسار مجري الاودية واجراء عملية intersect ضمن الحدود المذكورة لاطهار المواقع التي تتلائم فقط مع مجري الوديان المدروسة. فامر ذلك عن انتاج خريطة لدينا خارطة لتحديد المواقع الملائمة لإنشاء السدود على مجري الوديان الرئيسية. الخريطة (10).

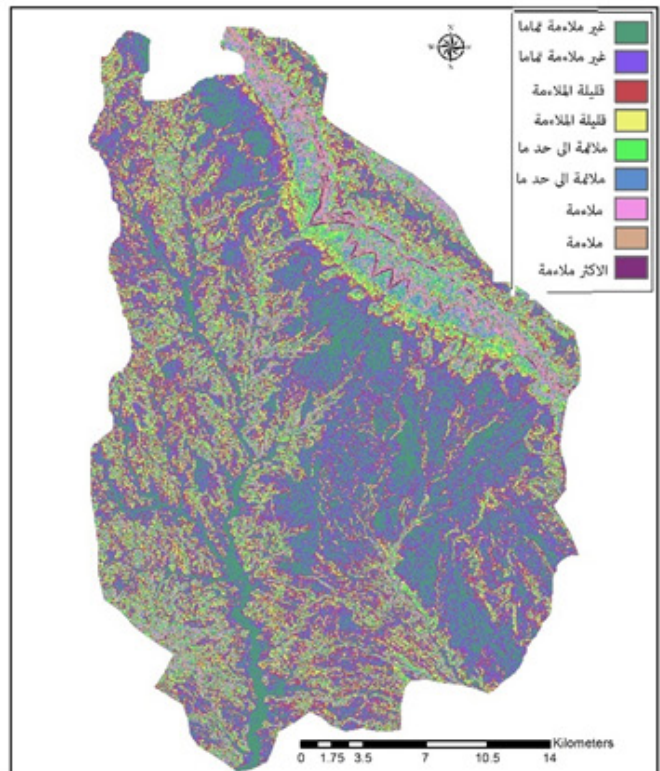
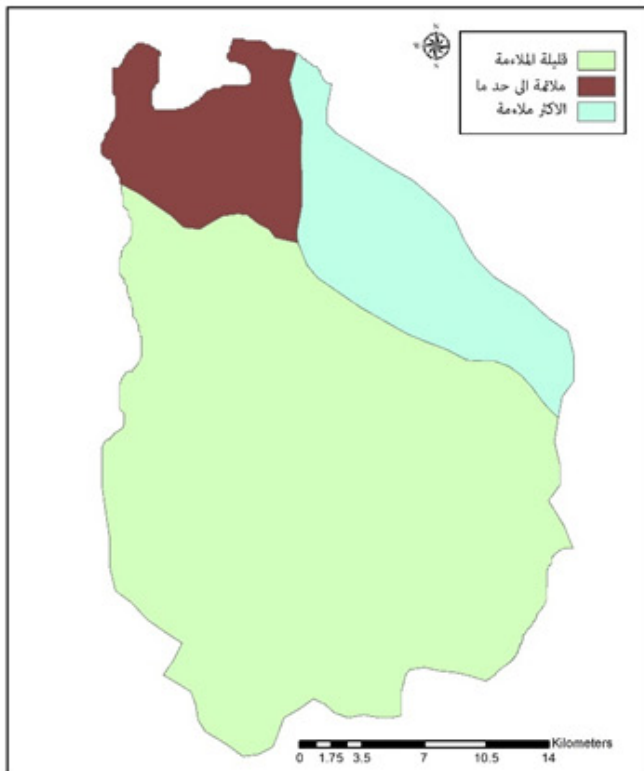
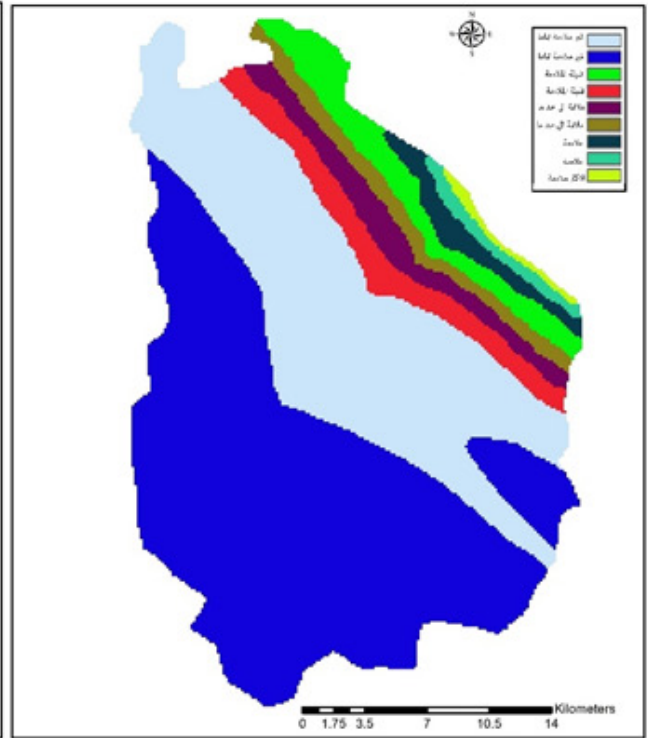
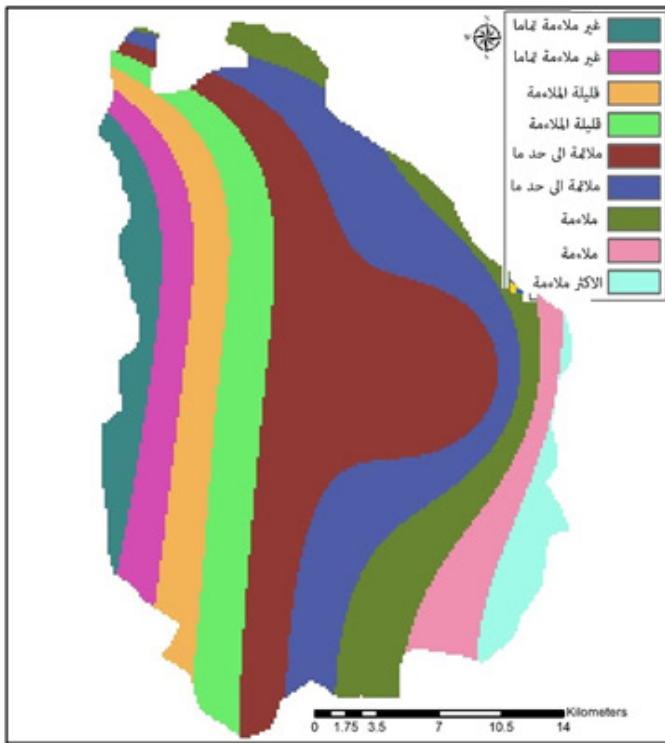
توصلت الدراسة الحالية الى تحديد (9) مواقع بوصفها أفضل مناطق ملائمة ومرشحة لإنشاء سدود على مجري الاودية في الاجزاء الشمالية الشرقية والوسطى من منطقة الدراسة، ان هذه السدود مرنة خفيفة الوزن تتناسب مع جيولوجية وطبوغرافية المنطقة وهو مقترح جيد إذا ما انشئت هذه السدود على مجري الاودية الامر الذي يساعد في تنظيم جريان المياه في الاودية والاستفادة منها في رفع مناسيب المياه للجدول والانهار القريبة من القرى المجاورة واستعماله بوصفه رياً تكملياً للزراعة والتخفيف من حدة الموجة الفيضانية. خريطة (12). ويرجح بشكل كبير ان تكون هذه المناطق مناسبة أكثر من غيرها في عملية ادارة المياه سواء عن طريق السدود المطاطية أم انشاء مستجمعات المياه المؤقتة.

جدول (١٠) قيم اوزان الطبقات والمتغيرات لاستخلاص مستويات الملائمة الارضية الدراسة

الطبقة	اصناف الطبقة	طبيعة الملائمة	قيمة وزن صنف	قيمة وزن الطبقة
الجيولوجيا	تانجرو	قليل الملائمة	٢	٢٠
	جركس	ملائمة الى حد ما	٣	
	خورماله	ملائمة الى حد ما	٣	
	شيرانش	قليل الملائمة	٢	
	الفتحة	غير ملائمة تماما	٢	
	انجانة	ملائمة الى حد ما	١	
	المقدادية	غير ملائمة تماما	١	
	باي حسن بيلاسي	قليل الملائمة ملائمة الى حد ما	٢ ٣	
المسافة الى الفوالق النشطة	١٠٠٠٠٠	غير ملائمة تماما	١	١٢
	٢٠٠٠-١٠٠٠	قليل الملائمة	٣	
	٥٠٠٠-٢٠٠٠	ملائمة الى حد ما	٥	
	١٠٠٠٠٠-٥٠٠٠ <١٠٠٠٠	ملائمة الاكثر ملائمة	٧ ٩	
الانحدار	٢-٠	الاكثر ملائمة	٩	١٣
	١٠-٢	ملائمة	٧	
	٢٠-١٠	ملائمة الى حد ما	٥	
	٣٠-٢٠	قليل الملائمة	٣	
	>٣٠	غير ملائمة تماما	١	
شدة الأمطار	٥٠٨ - ٥٢٨,٩٩	ملائم	٨	١٢
	٥٢٩ - ٥٤١,٩٩	ملائم نسبيا	٥	
	٥٤٢ - ٥٦٢	قليل الملائمة	٢	
التربة	الترب الجافة الكسبية	غير ملائمة تماما	١	١٥
	الترب المقلوبة الطينية	قليل الملائمة	٣	
	الترب الصخرية	ملائمة الى حد ما	٥	
الغطاء الارضي	اراضي زراعية	غير ملائم	٢	١٠
	اراضي جرداء	ملائمة	٧	
	اراضي حضرية	غير ملائمة تماما	١	
	اراضي غابات موسمية	قليل الملائمة	٣	
	اراضي مراعي	قليل الملائمة	٣	
الارتفاع	<٥٠٠	غير ملائمة تماما	١	٨
	٦٠٠-٥٠٠	قليل الملائمة	٣	
	٧٠٠-٦٠٠	ملائمة	٧	
	٨٠٠-٧٠٠	الاكثر ملائمة	٩	
	٩٠٠-٨٠٠	ملائمة الى حد ما	٥	
	١٠٠٠-٩٠٠	قليل الملائمة	٣	
	>١٠٠٠	غير ملائمة تماما	١	

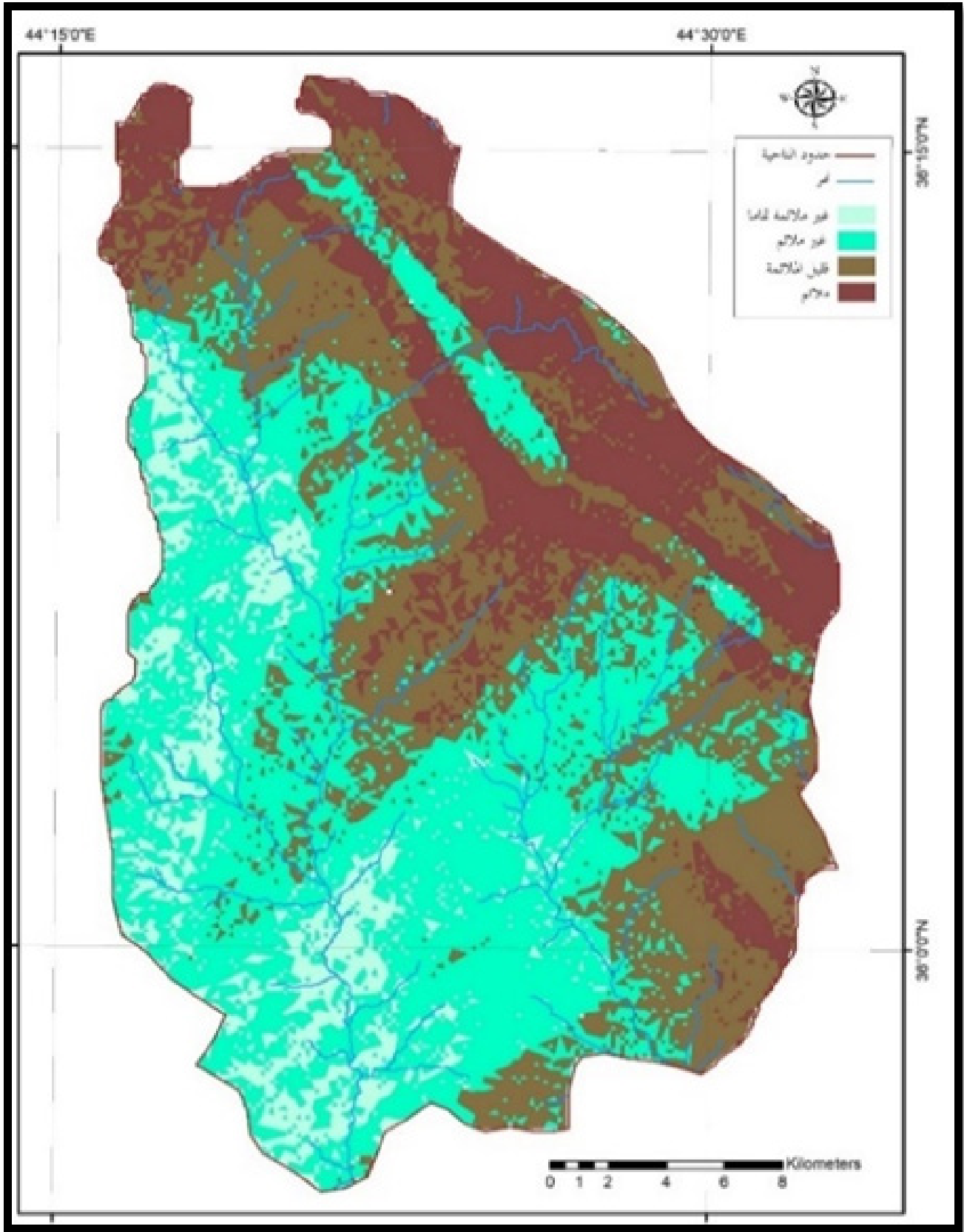
خارطة (١٠) طبقات الراستر لمحددات تحديد السدود





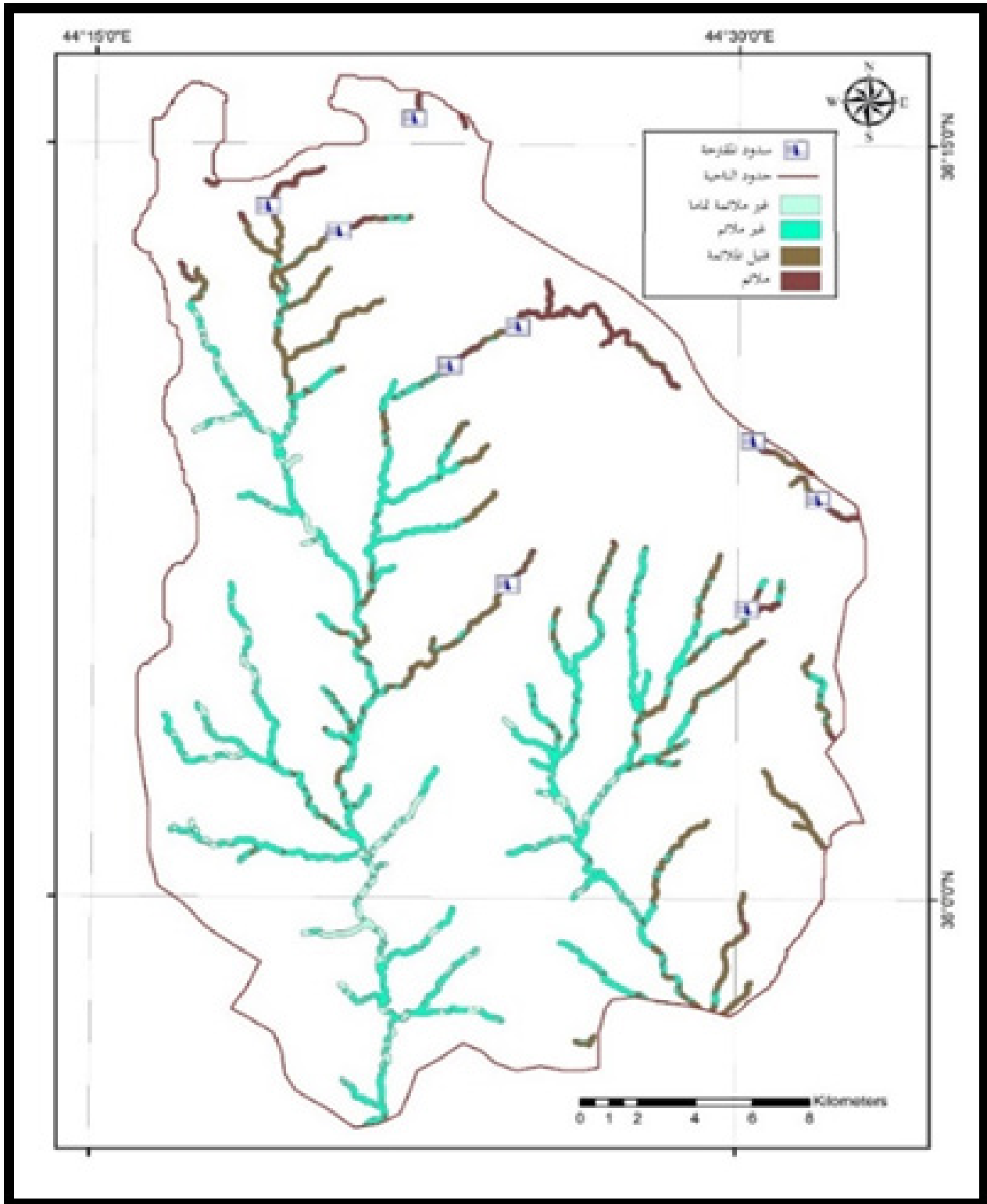
المصدر: من مخرجات (AHP) وبرنامج (ArcGIS 10.8).

خريطة (١١): تحديد المناطق الملائمة لإنشاء السدود على مجاري الوديان الرئيسية



المصدر: باستخدام برنامج (ArcGIS 10.8).

الخريطة (١٢):المواقع المقترحة لإنشاء السدود في منطقة الدراسة



المصدر: باستخدام برنامج (ArcGIS 10.8).

الأستنتاجات:

- ١- تقع احواض الودية على تكوينات جيولوجية يعود أقدمها الى الزمن الجيولوجي الثاني والثالث ورواسب حديثة تعود الى الزمن الجيولوجي الرابع، ساهمت بشكل كبير في تنوع مظاهر السطح واختلاف الشبكة المائية التي تغطي سطح الاحواض.
- ٢- تعد هذه الدراسة مثلاً جيداً على تكامل صور الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وتقنيات التحليل المكاني في تنمية الموارد المائية واختيار المواقع الملائمة لإنشاء السدود، وبناءً على نتائج عملية التحليل الهرمي AHP تم تحديد ٧ مواقع لإنشاء سدود لرفع مناسيب المياه وتخفيف حدة الموجة الفيضانات.
- ٣- توصل الدراسة بأنة بيئة المناطق الجنوبية في الناحية لايساعد لإنشاء السدود بسبب العوامل البيئية الطبيعية للمنطقة غير مناسبة خصوصاً في ما يتعلق بخصائص التكوينات الجيولوجية و التضاريس.
- ٤- لا يمكن إنشاء السدود الكبيرة في المنطقة نظراً لعدم ملائمة تضاريس المنطقة.
- ٥- وتم استخدام برنامج التحليل الهرمي (AHP) ي تحديد أفضلية المعايير وتأثيرها في إنشاء السدود في حوض منطقة الدراسة وأظهرت الدراسة أن معيار الجيولوجيا يحتل المرتبة الأولى في تأثيرها على إنشاء السدود كوهنا الأرضية التي تقام عليها السدود، وأحتل معيار التعر والتحدب سطح الأرض المرتبة الثانية في تأثير على السدود.

التوصيات:

- ١- بناء مستجمع لتخزين مياه الأمطار بحيث تخدم المنطقة في فترة الجفاف وعلى بعيدة الأمد
- ٢- توظيف مهارات أهالي المنطقة بهدف التنمية الزراعية المستدامة وتوظيف مهاراتهم في التخطيط البيئي، وأيضا لمنظومة مياه الأمطار وتجميعه، وتخزينه، ونقله.
- ٣- جعل حصاد امياه جزءاً من خطة تنمية متكاملة لأراضي والموارد املائية.
- ٤- لتحديد أكثر واقعية للاوزان المتغيرات في عملية التطابق الموزون يوصي بالاستعانة بخبراء ذوي علاقة بموضوع الحصاد المائي والاستشاريين في تحديد الأوزان المختلفة .

المصادر:

- ١- باهرمز، أسماء بنت محمد ، تطبيق لأسلوب التحليل الهرمي للقرار الجماعي على تحديد أفضل مواقع لإقامة كليات مجتمعة في المملكة العربية السعودية، المجلة السعودية للتعليم العالي، العدد ٢، ٢٠٠٤ ، ص ١٢
- ٢- الدليمي، خلف حسين على ، الجيومورفولوجيا التطبيقية (علم شكل الارض التطبيقي)، الاهلية للنشر والتوزيع ، الاردن ، عمان ٢٠٠٥.
- ٣- الدليمي، خلف حسين على ، علم اشكال سطح الارض التطبيقي ، ط ١، دار الصفاء للنشر والتوزيع، عمان، ٢٠١٢.
٤. السياب، عبد الله وآخرون ، جيولوجيا العراق، جامعة الموصل، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، ١٩٨٢.
- ٥- شذر، ضياء خرباط وآخرون، جيولوجيا محافظة واسط، وزارة الصناعة والمعادن، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، ٢٠٠٨.
- ٦- عطية، ايمن عطية عبد الحكيم بيومي، تحليل المنحدرات باودية المنطقة الممتدة بين وادي سنور والطرفة الصحراء الشرقية- مصر، مجلة بحوث الشرق الاوسط، العدد ٣٨، ٢٠١٥.
- ٧- علوان، نوال كامل، تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي دويريج، رسالة ماجستير ، كلية تربية للبنات، جامعة بغداد، ٢٠١٤. غير منشورة.
- ٨- العمري، فاروق صنع الله ، صادق، علي ، جيولوجيا شمال العراق، مطبعة جامعة الموصل، ١٩٧٧.
- ٩- الغرابي حمزة جاسم عباس، التحليل الهيدرولوجي لشبكة الأودية وتحديد مواقع إنشاء السدود وأستثماراتها الاقتصادية شرق محافظة

واسط باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، أطروحة دكتورا، مقدمة الى كلية الآداب، جامعة بغداد، ٢٠٢١.

١٠- المالكي، عبدالله سالم ، رحيم، نجم عبدالله ، جغرافية التربة ، ط ١ دار الوضاح للنشر، عمان، ٢٠١٦.

١١- وزارة الصناعة والمعادن، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، خريطة جيولوجية للوحة اربيل ولوحة كركوك، مقياس (٢٥٠٠٠٠/١) اعداد فاروجان خاجيك سيسكان، بغداد١٩٩٤.

13. Adinarayana, J., Krishna, N. R., & Rao, K. G. (1995). An integrated approach for prioritisation of watersheds. *Journal of environmental management*, 44(4), 375-384.

14. Al Amin, M., Das, A., Roy, S., & Shikdar, M. I. (2019). Warehouse selection problem solution by using proper mcdm process. *Int. J. Sci. Qual. Anal*, 5(2), 43-

15. Barwari, A. M. and Yacoub, S. Y, The Geology of Al- Kut Quadrangle, sheet (NI- 38-15), (GM-27), scale 1: 250000, Rept. No .2256, GEOSURV, Baghdad, Iraq, 1992.

16. Barwari, A.M, The Geology of Mandli Quadrangle sheet (NI-38-11), scale 1:250000, Geosurv, lib, report No, 2227, Baghdad, 1991.

17. Buday, T, The regional geology of Iraq, stratigraphy and paleo geography. Dar AL-Kutib publishing house, University of Mosul, Iraq, 1980.

18. Dai, Xinyi. Dam site selection using an integrated method of AHP and GIS for decision making support in Bortala, Northwest China. MS thesis. University of Twente, 2016.

19. Group of Researchers and organizations, Manuel of Harmonized World Soil Database, Version 1.2, , Fao, IIASA, ISRIC, ISSCAS, JRC, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria. 2012.

20. Hala, A. Al-Musawi , Thair, M. Azzawi and Hamed, H. Abdallah, MORPHOMETRIC ANALYSIS OF MAIN DRAINAGE BASINS IN THE ZURBATIYAH VICINITY, EASTERN IRAQ, *Iraqi Bulletin of Geology and Mining* Vol.16, No.1, 2020.

21. Hamza, N.M . Regional Geological Report, S.Co. G.S.M.I. Library, Unpub Report, No 2023, Baghdad, 1989.

22. M. I. Lvovich Soil trend in hydrology / L'importance du sol dans l'hydrologie, *Hydrological Sciences Journal*, 25:1, 1980.

23. Mbura, Fausta. Site Selection for an Earth Dam in Mbeere North, Embu County—Kenya. *Journal of Geoscience and Environment Protection*. 06. 2018.

24. Minatour, Yasser & Khazaei, Jahangir & Ataei, M. Earth dam site selection using the analytic hierarchy process (AHP): A case study in the west of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*. 6. 10.1007. 2012.

25. Saaty, T.L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw Hill. International, Translated to Russian, Portuguese, and Chinese, Revised editions, Paperback Pittsburgh: RWS Publications 1996, 2000.

26. Saaty, T.L.; Vargas, L.G. Hierarchical analysis of behavior in competition: Prediction in chess. *Behav. Sci*. 1980.

27. Salar, S. G., Othman, A. A., & Hasan, S. E. (2018). Identification of suitable sites for groundwater recharge in Awaspri watershed using GIS and remote sensing techniques. *Environmental Earth Sciences*, 77(19), 1-15.