https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

دراسة إمكانية حصاد السيول بحوض وادي تفالغو بمنطقة مزدة ليبيا باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

أ. جمعة علي الحداد
مكتب التربية والتعليم بلدية نسمة– ليبيا
jomaaalialhadad@gmail.com

د. عبداللطيف بشير الديب
قسم الجغرافيا/ الأكاديمية الليبية فرع الخمس– ليبيا
abeldeeb@elmergib.edu.ly

تاريخ الاستلام 2025/10/16 تاريخ القبول 2025/11/14 تاريخ النشر 2026/01/01

الملخص:

تناولت الدراسة *إمكانية حصاد السيول* بحوض وادي تفالغو باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد ونُظُم المعلومات الجغرافية ومعرفة الأخطار السيلية بحوض الوادي وإمكانية تجنبها. يشغل حوض الوادي ما مساحته من الأرض 2059 كم^2. تغطي منطقة الدراسة التكوينات الجيولوجية التي ترجع إلى العصر الطباشيري الأعلى أو الكريتاسي بنسبة 93.5%، وهي بذلك تكون التكوينات الجيولوجية الأكثر انكشافاً بالحوض. يتراوح ارتفاع سطح الحوض ما بين 234م عند مصبه بوادي سوف الجين و952م فوق مستوى سطح البحر في أعالي جبل نفوسة فيما بين غريان والأصابعة، بفارق كبير يصل إلى 718م، وما بينهما يتدرج الارتفاع. يتراوح انحدار الحوض ما بين 0 درجة إلى 40 درجة، أما بالنسبة لاتجاه الانحدارات، فالسائد منها هو نحو الجنوب بنسبة 14%، يليه الاتجاه الجنوب الشرقي 13.9%، يليه الشرق 13.8%، يليه الاتجاه الجنوبي الغربي 13%، وهذه الاتجاهات لها الصدارة في تحديد اتجاه الجريان السطحي لمياه الأمطار. التربة السائدة بحوض الوادي هي التربة المزيجية المختلطة بمواد متوسطة الخشونة إلى خشنة 99.7%، بينما تشغل النسبة المتبقية 0.3% التربة الطينية الرملية. أظهرت الدراسة وجود ستة أصناف من الغطاء الأرضي، وأن معظم المساحة تشغلها الشجيرات بنسبة (96.1%). وتوصلت الدراسة إلى إمكانية تطبيق الحصاد المائي، وتم اقتراح عدة مواقع لإنشاء سدود لحجز مياه الأمطار، ودرء خطر السيول.

الكلمات المفتاحية: وادي تفالغو، الحصاد المائي، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية.

© Journal of Libya for Geographical Studies, Sirte University 2026

Vol. 6, Issue.1, January 2026 *Journal of Libya for Geographical Studies*
Online ISSN : 2789-4843 print ISSN : 3080-0463
المجلد 6 العدد 1 ، يناير 2026م **مجلة ليبيا للدراسات الجغرافية**

Assessment of Flash Flood Harvesting Potential in the Wadi Tifalghu Basin, Mizdah Region, Libya Using Remote Sensing and Geographic Information Systems

Alhadad, Jomma Ali
Nessma Education Office- Libya.
jomaaalialhadad@gmail.com

Eldeeb, Abdelatif Bashir
Libyan Academy Elkhoms- Libya.
abeldeeb@elmergib.edu.ly

Received: 16/10/2025 Accepted: 14/11/2025 Published: 01/01/2026

Abstract:

This study examines the potential for flash flood harvesting in the Wadi Tifalghu basin using remote sensing techniques and Geographic Information Systems (GIS), with the aim of identifying flood hazards within the basin and assessing possibilities for mitigating their impacts. The drainage basin covers an area of approximately 2,059 km². The study area is dominated by geological formations dating back to the Upper Cretaceous period, which account for about 93.5% of the basin and represent the most extensively exposed formations. The elevation of the basin surface ranges from 234 m at its outlet into Wadi Souf Al-Jeen to 952 m above sea level in the upper parts of Jabal Nafusa between Gharyan and Al-Asabi'a, with a significant elevation difference of about 718 m and a gradual transition in elevation between these points. Basin slopes vary from 0° to 40°. With regard to slope aspect, the dominant direction is southward (14%), followed by southeast (13.9%), east (13.8%), and southwest (13%). These slope directions play a major role in controlling the direction of surface runoff generated by rainfall. The prevailing soils in the basin consist mainly of loamy soils mixed with medium- to coarse-grained materials, covering about 99.7% of the area, while sandy clay soils occupy only 0.3%. The study identified six land-cover classes, with shrubs occupying the largest proportion of the basin area (96.1%). The results indicate that the application of water harvesting techniques in the basin is feasible. Accordingly, several suitable sites were proposed for the construction of dams to store rainwater and reduce the risks associated with flash floods.

Keywords: Wadi Tifalghu, water harvesting, remote sensing, Geographic Information Systems (GIS).

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

المبحث الأول: الإطار النظري للدراسة

المُقدمة Introduction:

مع اتساع المعرفة الإنسانية وتطور العلوم وطرائق البحث العلمي حظي الجريان السطحي للمياه (runoff) بالعديد من الدراسات النظرية والتجريبية، لما يشكله الماء من أهمية كبيرة لحياة الإنسان، ولا تقتصر دراسة الجريان السطحي للمياه على الفوائد فقط، وإنما يُدرس أيضًا بهدف تقويم مستوى خطر الفيضانات (Flood Hazard) المحتملة. فعندما تعجز القنوات الطبيعية والصناعية عن استيعاب المياه المتجمعة عقب هطول الأمطار فإنها تشكل السيول والفيضانات وتتبع انحدار الأرض نحو مخرج الوادي وتجتاح كل ما يعترضها محدثة الخراب والدمار؛ لهذا فإن الجريان السطحي يدخل ضمن الدراسات الأولية المتعلقة بمشاريع التخطيط الحضري والخدمات حيث يراعى في تحديد مواقعها الأمان من خطر السيول.

هذا وقد أصبحت عملية دراسة أحواض الأودية الجافة أسهل من ذي قبل وأكثر دقة، وذلك بما أتاحته التقنية المتقدمة من أقمار صناعية، وأجهزة حاسب آلي، وبرمجيات متخصصة اختصرت كثيرًا من الوقت والجهد، فتقنية الاستشعار عن بعد أو كما يحلوا للبعض تسميتها علم التحسس أو التجسس أو التحسس النائي، أو الاستشعار من بعد أتاحت الوصول إلى أماكن يصعب على الإنسان الوصول إليها. فظهرت صور الأقمار الصناعية (نماذج الارتفاعات الرقمية)، وكذلك (المرئيات الفضائية)، والصور الجوية.

وهذا ما شجعنا على القيام بهذه الدراسة التي تتناول السيول وإمكانية حصادها بحوض وادي تفالغو بمنطقة مزدة وتحديداً بقُرى نسمة ورأس الطبل والمكمورة ببلدية نسمة، وذلك لأن وادي تفالغو من الأودية المهمة بالمنطقة بشكل عام، وبلدية نسمة بشكل خاص حيث يقع جزء من حوض الوادي ومنطقة المصب بوادي سوف الجين عند قريتي المكمورة ورأس الطبل ضمن حدودها الإدارية، فالوادي يعتبر من الروافد المهمة لوادي سوف الجين، فهو يفيض بالمياه في المواسم الجيدة للهطول المطري أعالي حوضه في جبال نفوسة، وأحيانا أخرى تكون المياه ذات قوة تدميرية كما حدث أكثر من مرة عندما دُمرت بعض أجزاء الطريق الرابط بين نسمة وبني وليد؛ مما أدى إلى انقطاعها تماما كما حدث بتاريخ 26 سبتمبر 2018م .

تهدف هذه الدراسة لمحاولة الوصول إلى وسائل فعالة للحد من أخطار هذه السيول، وإنتاج خريطة لأفضل المواقع للحصاد المائي، واقتراح أفضل الوسائل لحصاد هذه المياه، مع تحديد استخدامات الأرض داخل الحوض ، ورسم خرائط مختلفة للحوض باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.

تبدأ الدراسة بإطار نظري وآليات العمل المتبعة، ثم دراسة إمكانية حصاد هذه المياه للاستفادة منها. وأتبع ذلك كله بما توصلت إليه الدراسة من نتائج، وما اقترح من توصيات.

مشكلة الدراسة (The subject of the study):

يمكن تحديد مشكلة الدراسة في مخاطر مياه السيول بوادي تفالغو، ومدى إمكانية حصادها للاستفادة منها، وذلك باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

تساؤلات الدراسة (Study questions):

س. هل تشكل كمية الوارد المائي خطرا كبيرا على حدوث السيول؟

س. ما درجات خطر الأحواض الفرعية؟

س. ما هي أنسب الأماكن لإقامة السدود؟

أهداف الدراسة (Objectives of the study):

1. تحديد دور الخصائص المناخية وإسهامها في تباين كمية الوارد المائي في الحوض.
2. إنتاج خريطة لأفضل المواقع للحصاد المائي في حوض الوادي.

فرضيات الدراسة (Study hypotheses):

1. العوامل الطبيعية وبخاصة الجيولوجيا والمناخ لها دور كبير في حدوث السيول بالمنطقة.
2. تحسين التخطيط العمراني والغطاء النباتي يقلل من تدفق سرعة المياه في الأحواض الفرعية
3. قدرة نظم المعلومات الجغرافية على إيجاد قياسات مورفومترية دقيقة لمنطقة الدراسة، مع توفير الوقت والجهد الذي يتطلبه العمل الميداني.

مجال الدراسة وحدودها:

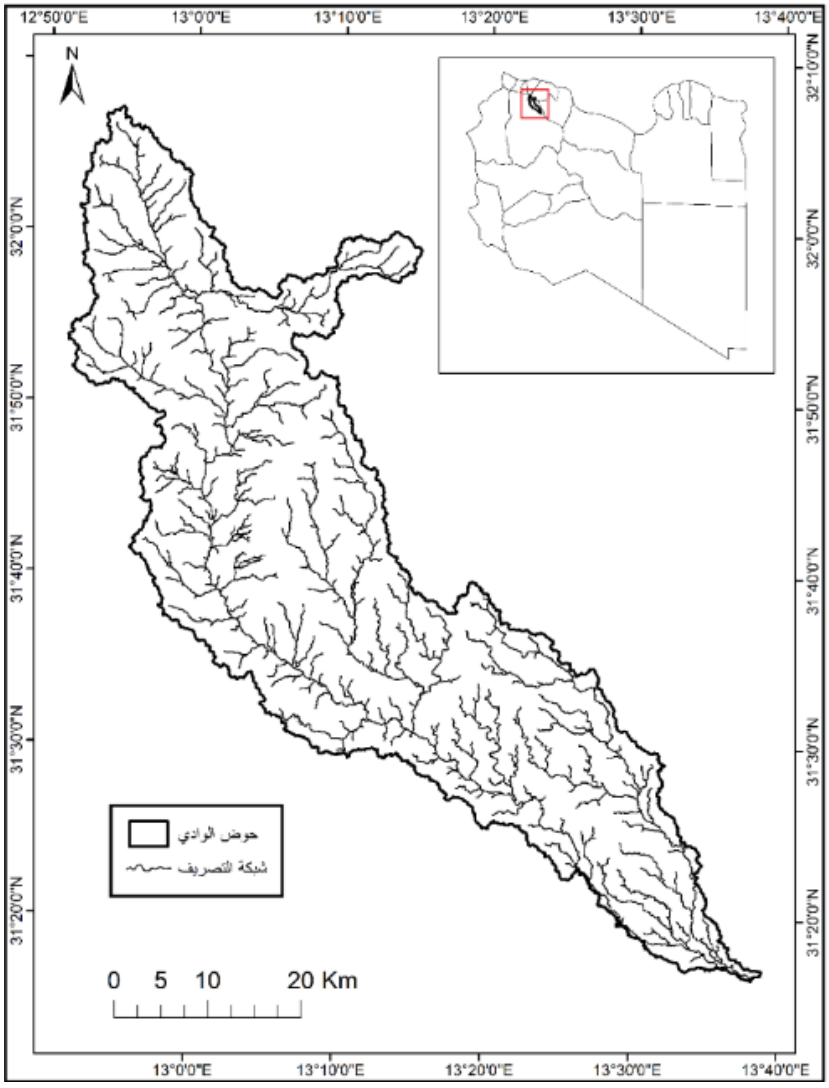
حوض الوادي بحدوده المكانية حسب الخريطة رقم (1)، أما الحدود الزمانية فهي من عام 1982م إلى 2021م.

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

حدود منطقة الدراسة (The boundaries of the study area):

يمتد حوض وادي تفالغو ما بين 8′ 32° إلى 15′ 31° شمالا، و39′ 13° إلى 51′ 12° شرقا، كما هو موضح بالخريطة (1). ضمن اللوحة RN 33 (الشريحة Zone 33) حسب نظام UTM (Universal Transverse Mercator Projection) (مسقط ميريكاتور المستعرض العالمي).

الخريطة (1) موقع حوض وادي تفالغو



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map اعتمادا على مرئية DEM SRTM سنة 2014م

منهج الدراسة:

تمّ استخدام المنهج الوصفي التحليلي، ومن خلاله أمكن تحليل البيانات من نموذج الارتفاع الرقمي DEM، والخرائط الخاصة بمنطقة الدراسة لتحديد واشتقاق الخصائص الطبيعية والمورفومترية للحوض ككل وأحواضه الفرعية، وتحليلها بصورة آلية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS.

الدراسات السابقة (Previous studies):

هناك العديد من الدراسات الجيومرفولوجية المعتمدة على التقنيات الحديثة فيما يتعلق بدراسة الأودية الجافة والحصاد المائي، ويمكن التطرق إلى بعضها التي تناولت هذا الموضوع أو جزء منه وهي كما يأتي:

– **دراسة أبو الشواشي (2003م)** تناولت تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي المجينين وروافده بليبيا. خلصت الدراسة إلى أن حوض الوادي وروافده تميز بقلة أعداد روافده وقصر أطوالها مقارنة بالأعداد والأطوال المثالية، وأن حوض الوادي الرئيسي متوسط الاستدارة بينما تقترب أشكال الأحواض الفرعية له من الشكل المثلث.. كما أظهر تحليل المنحنيات الطولية للوديان ظهور خمس نقاط تجديد شباب ارتبطت بخمس مستويات للمدرجات النهرية ترتبط بخمس دورات مطيرة تعرضت لها منطقة الدراسة خلال فترات سابقة.

– **دراسة النفيعي (2010م)** تناولت تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية،. وقد أمكن تقدير الجريان السطحي باستخدام طريقة حفظ وصيانة التربة الأمريكية (SCS – CN) بناءً على عاصفتي مطر منتقاتين بلغت الأولى 18 ملم، والثانية 191 ملم، كذلك تم تقدير الجريان السطحي السنوي.

– **دراسة أبوحصيرة (2013م)** فقد استخدم فيها تقنية نظم المعلومات الجغرافية في استخلاص الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء بفلسطين، حيث استخدم برنامج ArcGIS، حيث أظهرت الدراسة أن منطقة الحوض تمر بمرحلة متقدمة في دورتها الجيومورفولوجية.

– **دراسة الدعدي (2014م)** تعرفت على السبل السائدة لحصاد المياه والإمكانات المتاحة لتطويرها في منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية وتقديم نموذج مقترح للمواقع الملائمة

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

للحصاد المائي بناء على عدة معايير واشتراطات طبيعية وبشرية واعتمادا على تطبيق نظم المعلومات الجغرافية. وخلصت الدراسة إلى إمكانية تطبيق نظم كاملة لحصاد مياه الأمطار بمنطقة القصيم إضافة إلى خريطة حصاد مائي لمنطقة القصيم تضم المناطق المثالية والجيدة والمناسبة للحصاد المائي اعتمادا على المعايير المطبقة.

– **دراسة المغاري (2015م)** للخصائص المورفومترية المساحية والشكلية والتضاريسية لحوض وادي الحسى بفلسطين وأحواضه الفرعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وتوصلت الدراسة إلى اشتقاق الحوض والشبكة النهرية من طبقة DEM باستخدام برنامج GIS، والخروج بمجموعة من الخرائط الخاصة بالحوض بناء على قاعدة البيانات الرقمية التي تم استخراجها.

– **دراسة سليم (2016م)** قامت بتحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام في ليبيا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. وتوصل البحث إلى بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام، وإنتاج خرائط رقمية له. وقد أوصت الدراسة بعمل قاعدة بيانات مورفومترية ومناخية وهيدرولوجية موثوقة ومتاحة يمكن الاستفادة منها في الدراسات المستقبلية وخاصة المتعلقة بالتنبؤات.

– **دراسة اشليبطة و مُحَمَّد (2020م)** درسا حوض وادي تماسلة أحد نظم الأودية الموسمية في الشمال الغربي لليبيا. وهدفت الدراسة إلى تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لشبكة التصريف المائي لحوض الوادي.. وتوصلت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للحوض، وذلك من خلال دراسة الارتباط ما بين الخصائص المورفومترية وبعض المتغيرات الهيدرولوجية. وقد أوصت الدراسة إقامة السدود في قناة الوادي للتقليل من مخاطر الفيضان.

المبحث الثاني

حصاد مياه السيول بحوض وادي تفالغو

أولا طرق الحصاد المائي المستخدمة قديماً وحالياً في منطقة الدراسة:

تقوم عملية الحصاد المائي على مبدأ أن تكسب شيء أفضل من أن تخسر كل شيء، وهو مبدأ الخروج من اللعبة بأقل خسارة ممكنة، فالأقاليم الجافة وشبه الجافة تعاني من عجز مائي مزمن، وكمية الأمطار المتهاطلة غير كافية في كثير من الأحيان لإنتاج المحاصيل الزراعية

أو لسد احتياجات السكان من المياه لأغراض الاستخدامات المختلفة ، ولكي لا تذهب كمية المياه القليلة أدراج الرياح دون الاستفادة منها ، فإنه يتم من خلال أساليب و تقنيات الحصاد المختلفة تجميعها وتخزينها إما على شكل مياه أو رطوبة في التربة وبصورة تسمح بالاستفادة منها في مجال الإنتاج الزراعي أو في مجالات ونشاطات أخرى. إن الحصاد المائي عبارة عن عملية تتكون من أربع مراحل متسلسلة ومترابطة، وهي كالآتي:

1. مرحلة هطول الأمطار.
2. مرحلة حجز مياه الأمطار في مناطق هطولها لرفع معدلات تسير بها داخل التربة وبالتالي زيادة رطوبة التربة لتصبح قادرة على إنتاج زراعي معين والبديل الآخر لهذه المرحلة هو تجميع وتوجيه وتركيز مياه الأمطار في صورة جريان سطحي ثم يتم حجزها لاحقاً في غير مناطق هطولها بوسائل مختلفة.
3. مرحلة تخزين مياه الأمطار.
4. مرحلة الاستفادة من مياه الأمطار في الأغراض المختلفة.

تنحصر أساليب الحصاد المائي السائدة بحوض وادي تفالغو في كونها لا تعدوا عن بعض الأساليب البسيطة من حيث استخدام أسطح المنازل، أو استخدام الفسكية، أو الماجن، أو الحواجز الترابية المؤقتة التي تندثر مع تكرار السيول شيئاً فشيئاً مما يتطلب إعادة وضعها مرة أخرى.

أما السدود فلا وجود لها في منطقة حوض وادي تفالغو، ربما لأن السدود لا توضع على روافد الأودية، فوادي تفالغو هو رافد مهم من روافد وادي سوف الجين الكبير. وفيما يلي توضيح بسيط لهذه الأساليب والطرق:

أ- الفسكية: هي بناء مربع أو مستطيل الشكل في داخل الأرض بأبعاد وأعماق مختلفة، حيث يتم اختيار مكانها تحت أقدام الجبال، أو التلال، إذ توضع في المكان الذي تتجمع فيه مياه الأمطار، والذي يُطلق عليه مَسقَى الوادي ويُعرف محلياً بالشطيب، ويتم أحياناً عمل السدود التعويقية لتوجيه المياه باتجاه الفسكية، ولا يُنصح بوضعها في بطن الوادي لأن قوة جريان المياه أثناء هطول الأمطار الغزيرة تؤدي الى تحطيم الفسكية. ولا تُحفر أيضا في الأرض الرملية.

ب– الماجن: هو نوع آخر من أنواع خزانات المياه، وهو نفس نظام الفسكية، ولكن يختلف عنها من حيث الشكل، إذ يكون الماجن أسطواني الشكل من بداية حفره من سطح الأرض إلى العُمق المطلوب ثم يأخذ الحفر بعد ذلك عدة اتجاهات لزيادة قدرته التخزينية، وهو مُزَوَّد أيضاً بنظام (الرقَّادة) المشابه تماماً لنظام الفسكية ولذات الغرض أيضاً.

ج– السدود الترابية التعويقية (الرِّبَاطات): تُعرَف باسم (الرِّبَاطات)، مفردها (رباط) الذي يستخدم لحجز مياه السيل لتروية الأراضي الزراعية المتاخمة لمجرى الوادي لحراثتها بمحصول الشعير بشكل أساسي، أو بعض القمح، أو القُصَّيبة التي تستعمل كعلف للحيوانات، وأحياناً لزراعة بعض محاصيل البقوليات كالحمص، أو محصول البطيخ الأحمر (الدِّلاَّع) في بعض السنوات.

إنّ هذه الأساليب والطُرُق المستخدمة لحصاد المياه باستخدام نظام الفسكية أو الماجن أو الرباطات عرفها سكان المنطقة لعدم توفر المياه السطحية بشكل مستمر، وذلك بتخزين مياه الأمطار وقت جريانها بالوادي لفترات أخرى من السنة.

المعايير المستخدمة لتحديد النموذج المقترح:

الجدول رقم (1) يوضح المعايير المستخدمة في تحليل المناطق المثلى بحوض الوادي وبيان درجات الملاءمة لكلٍ منها.

الجدول (1) المعايير المطبقة في دراسة الحصاد المائي.

ت	المعيار	درجته				
		مناطق ممتازة	مناطق جيدة جداً	مناطق جيدة	مناطق متوسطة	مناطق ضعيفة
1	التكوينات الجيولوجية للحصاد السطحي	البليستوسين- التوروني السينوماني السانتوني- الكونياشي- التوروني- النيوجين- الهولوسين		الكامباني (الطباشيري)		
2	الميول	أقل من 2%	2-5%	5-10%	10-15%	أكثر من 15%
3	معدل الأمطار السنوي	97 ملم فأكثر	أقل من 97 ملم	أقل من 80 ملم	أقل من 62 ملم	أقل من 45 ملم
4	بُعد المسافة عن التجمعات السكنية	أكثر من 3000م	2500-3000م	2000-2500م	1500-5000م	أقل من 1500م
5	بُعد المسافة عن الطريق	250-500م	500-1000م	1000-2000م	2000-2500م	أكثر من 2500م
6	التربة في حالة الاستخدام المباشر للري والشرب	الطمية المزيجية	الطينية الرملية			
7	استعمالات الأراضي	مياه - أعشاب - شجيرات - أرض عارية	محاصيل زراعية (الحبوب)			منطقة مبنية
8	شبكة الأودية	أقل من 250م	250-500م	500-750م	750-1000م	أكثر من 1000م

المصدر: (الدعدي، 2014، ص 85).

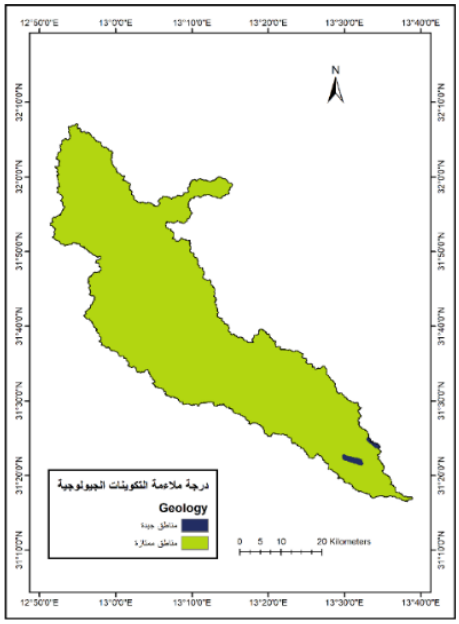
فيما يلي دراسة كل معيار لوحده، ثم تحويل قاعدة البيانات إلى خريطة تُظهِر درجات الملاءمة لكل معيار، ثم دمج جميع الخرائط في نهاية الأمر لينتج لنا نموذج الملاءمة المكاني لمناطق الحصاد المائي بحوض وادي تفالغو.

أولاً: التكوينات الجيولوجية:

من خلال الخريطة رقم (2) أنه عند اختيار مواقع الحصاد المائي يجب إجراء الدراسات الجيولوجية للمنطقة لما لها من أهمية في معرفة أنواع وخصائص الصخور ومدى صلابتها أو مساميتها، لأن ذلك ينعكس على طبيعة إنشاء مواقع للحصاد المائي من حيث التكاليف وتوفر المواد اللازمة للبناء، كذلك يجب أن تقام مشاريع الحصاد المائي على صخور صلبة متماسكة أو رواسب ثقيلة منخفضة المسامية (الدعدي، ص88).

معظم التكوينات الجيولوجية بحوض وادي تفالغو هي مناطق ممتازة لإقامة مشاريع الحصاد المائي حيث تكوينات البليستوسين (الرابع) _ التوروني السينوماني (الطباشيري) _ السانتوني (الطباشيري) _ الكونياشي، التوروني الأعلى (الطباشيري) _النيوجين (الرابع) _الهولوسين (الرابع). أما تكوينات الكامباني (الطباشيري) فاعتُبِرت من المناطق الجيدة.

الخريطة (2) درجة ملاءمة التكوينات الجيولوجية للحصاد المائي بحوض وادي تفالغو.



المصدر: من عمل الباحثلن باستخدام برنامج Arc Map 10.5.

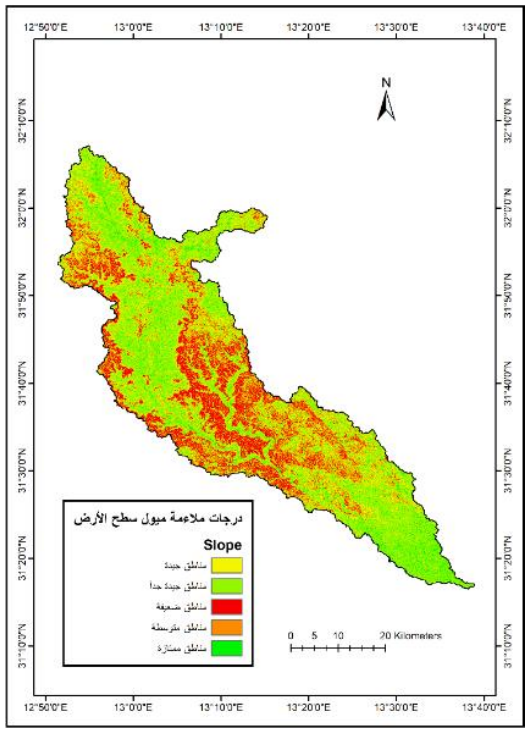
https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

ثانياً: الانحدارات (الميول):

يتضح من الجدول (2) تصنيف الانحدارات حسب درجة الملاءمة كالآتي:

1. مناطق ينخفض ميولها عن 2%، وهي أفضل المناطق لعمليات تجميع المياه وتمثل ما نسبته 6.6%.
2. مناطق جيدة جداً يتراوح معدل انحداراتها ما بين 2-5%، حيث تمثل ما نسبته 39.8% من مساحة الحوض.
3. هي المناطق الجيدة لعمليات تجميع المياه التي يتراوح معدل ميولها ما بين 5-10%، وهي تمثل ما نسبته 26.7% من مساحة الحوض.
4. مناطق متوسطة لتجميع المياه يتراوح ميولها بين 10-15%، وهي تمثل ما نسبته 11.4% من مساحة الحوض.
5. أخيراً المناطق الضعيفة لتجميع المياه ويتراوح ميولها أكثر من 15%، وهي تمثل 15.5% من مساحة الحوض.

الخريطة (3) درجة ملاءمة ميول الأرض للحصاد المائي بحوض وادي تفالغو.



المصدر: من عمل الباحثان باستخدام برنامج Arc Map 10.5.

الجدول (2) درجات الملائمة لمعيار الانحدارات(الميول).

المعيار	درجته				
	مناطق ممتازة	مناطق جيدة جداً	مناطق جيدة	مناطق متوسطة	مناطق ضعيفة
الميول	أقل من 2%	2_5%	5_10%	10_15%	أكثر من 15%
درجة الملاءمة	10	8	6	4	2

ثالثاً: معدل الأمطار السنوي:

من أهم عناصر المناخ التي تؤثر على عملية اختيار مواقع الحصاد المائي في حوض الوادي، فالمناطق الأكثر مطراً هي مثالية للحصاد المائي أكثر من المناطق الأقل مطراً.

من خلال دراسة المعدلات السنوية لكميات الأمطار على حوض وادي تفالغو من خلال المحطات المؤثرة على الحوض، وحسب طريقة (Thiessen Polygon) لمعرفة نطاق التأثير لكل محطة، وحسب المعيار المحدَّد لدراسة الحصاد المائي فقد تم تصنيف هذه المعدلات إلى قسمين، هما (جدول رقم 3):

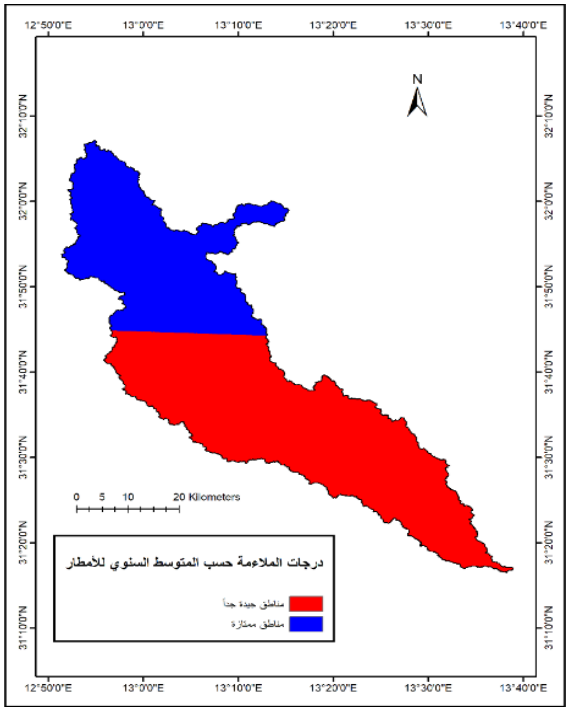
1. القسم الممتاز، وهو الذي تزيد فيه المعدلات السنوية للأمطار عن 97 ملم، وهو يتركز في القسم الشمالي من حوض الوادي.
2. القسم الذي يعتبر جيد جداً، وهو الذي تقل فيه المعدلات السنوية للأمطار عن 97 ملم، وهو القسم الغالب في حوض الوادي، حيث يشمل المناطق الوسطى والجنوبية. أنظر الخريطة رقم (4).

الجدول (3) درجات الملائمة لمناطق الحصاد المائي تبعاً للمعدلات السنوية للأمطار

المعيار	درجته				
	مناطق ممتازة	مناطق جيدة جداً	مناطق جيدة	مناطق متوسطة	مناطق ضعيفة
معدل الأمطار السنوي	97 ملم فأكثر	أقل من 97 ملم	–	–	–
درجة الملاءمة	10	8	6	4	2

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

الخريطة (4) درجة الملاءمة للحصاد المائي بحوض وادي تفالغو حسب المتوسط السنوي للأمطار.



المصدر: من عمل الباحثان باستخدام برنامج Arc Map 10.5.

رابعاً: بُعد المسافة عن التجمعات السكنية:

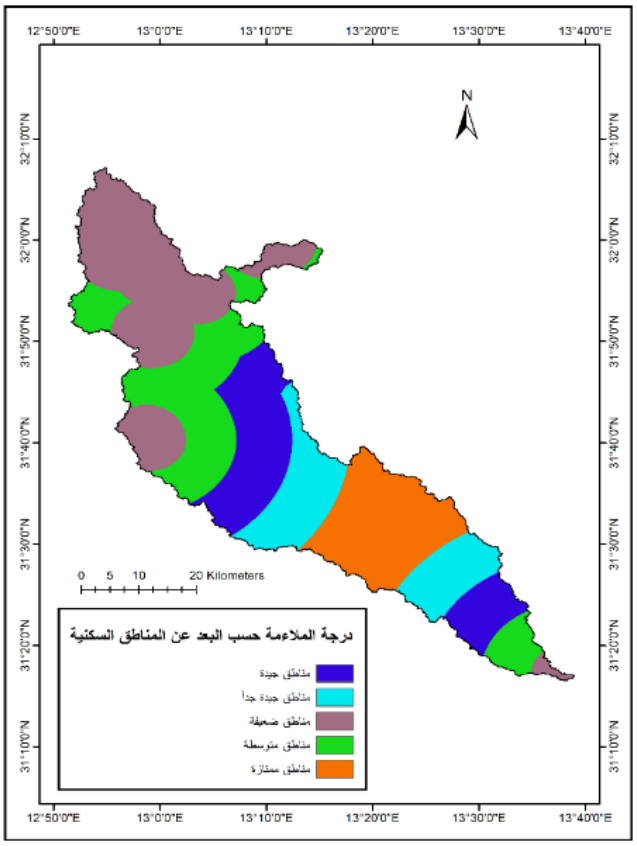
تمّ تصنيف بُعد المناطق عن التجمعات السكانية حسب هذا المعيار إلى خمس مناطق هل تصلح أو لا تصلح للحصاد المائي، من مناطق ممتازة إلى مناطق ضعيفة.

تكمن أهمية هذا المعيار في أن المناطق المثالية للحصاد المائي هي التي تبعد عن العمران والتجمعات السكانية لمسافة تزيد عن 3 كم، وذلك لتجنب تأثير ارتفاع منسوب الماء الجوفي السيء على المباني من حيث التأثير السلبي للرطوبة. بعد تطبيق هذا المعيار جاءت النتيجة كما هي موضحة في الجدول (4)، والخريطة رقم (5).

الجدول (4) درجات الملائمة لمناطق الحصاد المائي تبعاً لبعد المنطقة من التجمعات السكنية.

المعيار	درجته				
	مناطق ممتازة	مناطق جيدة جداً	مناطق جيدة	مناطق متوسطة	مناطق ضعيفة
بُعد المسافة عن التجمعات السكنية	أكثر من 3000م	3000_2500م	2500_2000م	5000_1500م	أقل من 1500م
درجة الملاءمة	10	8	6	4	2

الخريطة (5) درجة الملاءمة للحصاد المائي بحوض وادي تفالغو حسب البُعد عن المناطق السكنية.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map 10.5.

خامساً: بُعد المسافة عن الطريق:

تكمن أهمية هذا المعيار في عملية الحصاد المائي في الآتي:

1. عامل البُعد عن الطريق يؤثر في استخدام المياه بصورة مباشرة أو غير مباشرة.
2. في حالة الضرورة القصوى لنقل المياه عبر الأنابيب فإنها تُركَّب موازية لمسارات الطرق.

وبهذا فإن الطرق تكون قد ساهمت في حل بعض المشاكل الإنشائية.

ولهذا فإن مناطق الحصاد المائي كلما اقتربت من الطرق بدايةً من مسافة 250م تعتبر مناطق ممتازة، وكلما بَعُدت المسافة تقل درجة أهمية المكان تدريجياً.

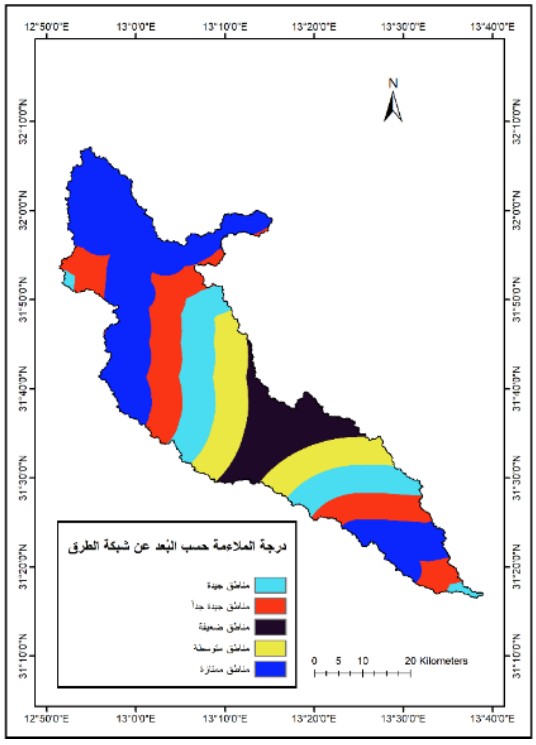
يمكن معرفة نتيجة دراسة هذا المعيار في التأثير على تحديد مناطق الحصاد المائي، من خلال الجدول رقم (5)، والخريطة رقم (6).

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

الجدول (5) درجات الملائمة لمناطق الحصاد المائي بالنسبة لمعيار البعد عن شبكة الطرق.

المعيار	درجته				
	مناطق ممتازة	مناطق جيدة جداً	مناطق جيدة	مناطق متوسطة	مناطق ضعيفة
بُعد المسافة عن الطريق	من 250_500م	من 500_1000م	1000_2000م	2000_2500م	أكثر من 2500م
درجة الملاءمة	10	8	6	4	2

الخريطة (6) درجة الملاءمة للحصاد المائي بحوض وادي تفالغو حسب البُعد عن شبكة الطرق.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map 10.5.

سادساً: التربة: أمكن تمييز نوعين من التربة، هما: التربة الطمِّية المزيجية، والتربة الطينية الرملية، حيث يمكن القول ما يأتي:

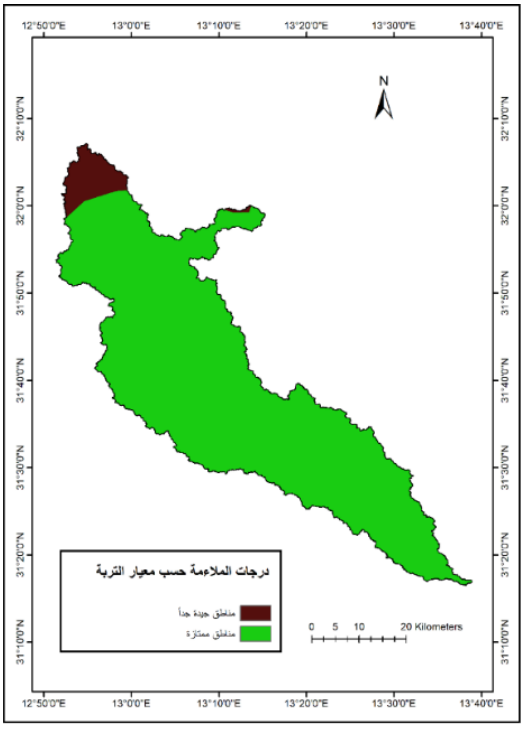
1. أنّ التربة المزيجية من الرمل والطمي والطين بنسب متفاوتة سواء التربة السطحية أو تحت السطحية هي السائدة بحوض الوادي، وهذه التربة لها القدرة على الاحتفاظ بالماء، وهي ذات رشح متوسط، لذلك صُنِّفت المناطق التي تسود فيها بأنها مناطق ممتازة للحصاد المائي، وهي تمثل ما نسبته 95.4% من مساحة الحوض.

2. أنّ التربة الطينية الرملية التي هي عبارة عن تربة خليط بين الرمل والطين بنسب متفاوتة سواء للتربة السطحية أو تحت السطحية، وهي ذات معدل ارتشاح منخفض دون الوسط قبل وصول التربة إلى حالة التشبع، لذلك صُنِّفت المناطق التي تسود فيها بأنها مناطق جيدة جداً للحصاد المائي، وهي تمثل ما نسبته 4.7% من مساحة الحوض. يُنظر الجدول رقم (6)، والخريطة رقم (7).

الجدول (6) درجات الملائمة لمناطق الحصاد المائي تبعاً لمعيار التربة.

المعيار	درجته				
	مناطق ممتازة	مناطق جيدة جداً	مناطق جيدة	مناطق متوسطة	مناطق ضعيفة
التربة في حالة الاستخدام المباشر للري والشرب	الطمية المزيجية	الطينية الرملية	–	–	–
درجة الملاءمة	10	8	6	4	2

الخريطة (7) درجة الملاءمة للحصاد المائي بحوض وادي تفالغو حسب معيار التربة.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map 10.5.

سابعاً: استعمالات الأراضي:

من خلال الجدول (7) والخريطة (8) يمكن توضيح التالي بخصوص هذا المعيار:

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

1.جاءت المناطق التي تصنيفها (مياه وأعشاب وشجيرات وأرض عارية)، كمناطق ممتازة للحصاد المائي، وهي تمثل ما نسبته حوالي 97.9%، وبالتالي هذه المناطق هي السائدة في الحوض.

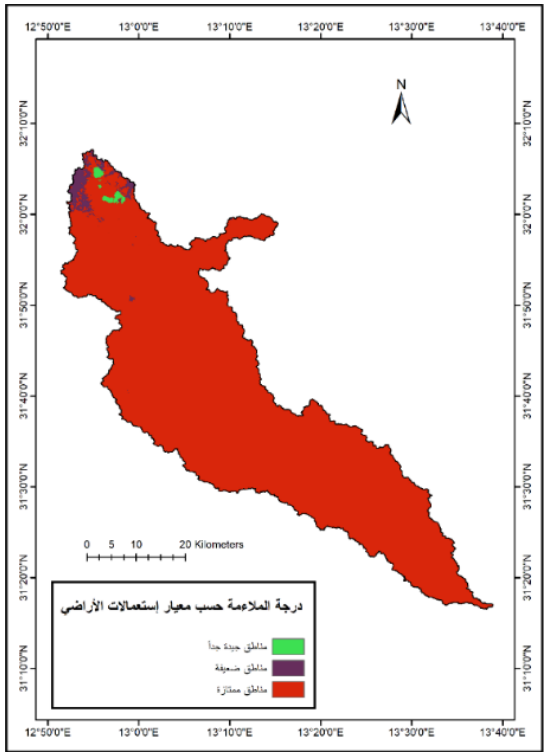
2.أما المناطق المزروعة ببعض المحاصيل الزراعية كالحبوب فقد صُنِّفَت على أنها مناطق جيدة جداً للحصاد المائي، بنسبة مئوية بلغت حوالي 0.4% من مساحة الحوض.

3.أما المناطق المبنية فهي مناطق ضعيفة للحصاد المائي لأنها غير مناسبة، وهي تمثل 1.7% من مساحة الحوض.

الجدول (7) درجات الملائمة لمناطق الحصاد المائي تبعاً لمعيار استعمالات الأراضي.

المعيار	درجته				
	مناطق ممتازة	مناطق جيدة جداً	مناطق جيدة	مناطق متوسطة	مناطق ضعيفة
استعمالات الأراضي	مياه – أعشاب – شجيرات أرض عارية.	محاصيل زراعية (الحبوب).	–	–	منطقة مبنية.
درجة الملاءمة	10	8	6	4	2

الخريطة (8) درجة الملاءمة للحصاد المائي بحوض وادي تفالغو حسب معيار استعمالات الأرض.



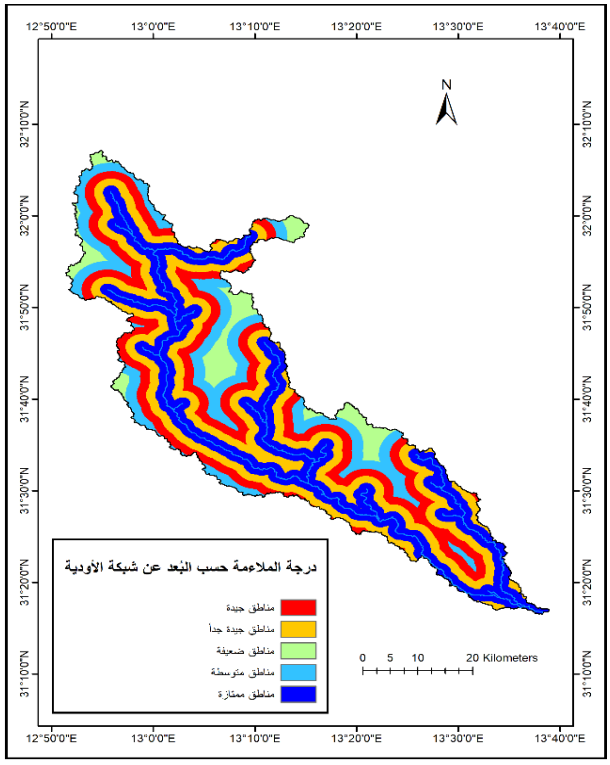
المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map 10.5.

ثامناً: شبكة الأودية:

يُعدُّ معيار شبكة الأودية هاماً جداً حيث تم اختيار الثلاث رُتب الكبيرة للمجاري المائية بحوض الوادي، وهي الرُتبة الرابعة والخامسة والسادسة، على اعتبار أن هذه الرُّتب هي التي تجري بها كميات كبيرة من المياه عكس الرُّتب الصغيرة (انظر للجدول 8 والخريطة 9). وبعد إجراء التحليل اللازم أظهرت النتائج ما يأتي:

1. المناطق الممتازة للحصاد المائي، وهي التي تكون على جانبي الأودية بمسافة أقل من 250م.
2. المناطق الجيدة جداً، وهي التي تكون على مسافة من 250-500م من بطن الوادي.
3. المناطق الجيدة وهي التي تكون على مسافة من 500-750م من بطن الوادي.
4. المناطق المتوسطة وهي التي تكون على مسافة من 750-1000م من بطن الوادي.
5. أخيراً المناطق الضعيفة، وهي التي تكون على مسافة أكثر من 1000م من بطن الوادي.

الخريطة (9) درجة الملاءمة للحصاد المائي بحوض وادي تفالغو حسب البُعد عن شبكة الأودية.



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map 10.5.

الجدول (8) درجات الملائمة لمناطق الحصاد المائي تبعاً لبعدها عن شبكة الأودية.

المعيار	درجته				
	مناطق ممتازة	مناطق جيدة جداً	مناطق جيدة	مناطق متوسطة	مناطق ضعيفة
شبكة الأودية	أقل من 250م	250-500م	500-750م	750-1000م	أكثر من 1000م
درجة الملاءمة	10	8	6	4	2

ثانيًا المناطق الملائمة للحصاد المائي وتوزيعها في منطقة الدراسة:

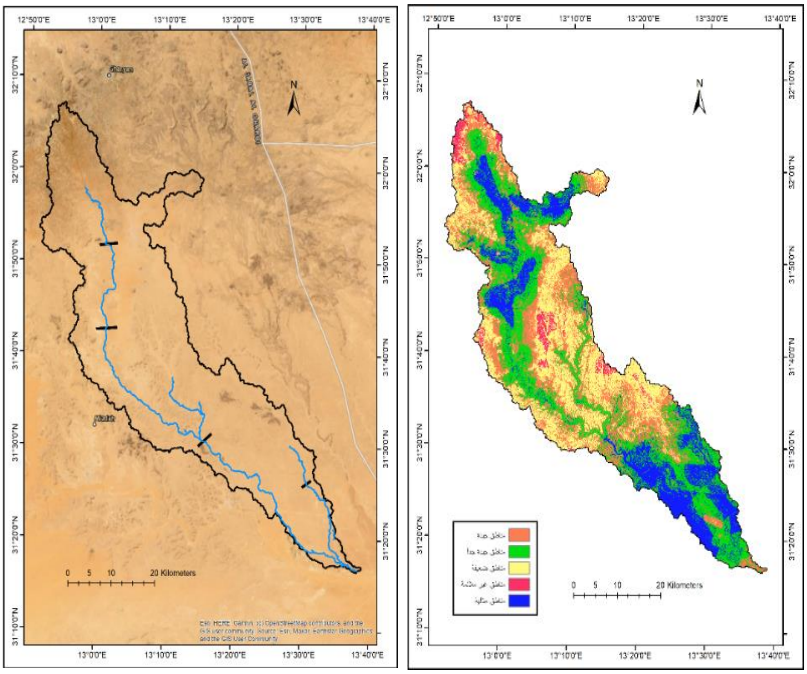
بعد دراسة جميع المعايير التي استُخدِمت في تحديد المناطق الملائمة للحصاد المائي كلٌ على حدة، لابد من تتويج هذا كله بدمجها جميعاً مع بعض لمعرفة درجة الملاءمة الإجمالية.

ناتج عملية الدمج هو الخريطة رقم (10) التي توضح خمس فئات تحدد درجة الملاءمة للحصاد المائي، التي يمكن توضيحها كالآتي:

1. الفئة الأولى تمثل المناطق غير الصالحة للحصاد المائي، وهي تشكل ما نسبته 3.2% من مساحة الحوض.
2. الفئة الثانية تمثل المناطق الضعيفة، وهي تشكل ما نسبته 23.2% من مساحة الحوض.
3. الفئة الثالثة تمثل المناطق الجيدة، وهي تشكل ما نسبته 25.4% من مساحة الحوض.
4. الفئة الرابعة تمثل المناطق الجيدة جداً، وهي تشكل ما نسبته 30.2% من مساحة الحوض.
5. الفئة الخامسة تمثل المناطق المثالية للحصاد المائي، وهي تشكل ما نسبته 18% من مساحة الحوض.

وبناءً على تحديد مناطق الملاءمة للحصاد المائي، وتوزيعها الجغرافي فقد اقترح الباحث عدد من المواقع في حوض وادي تفالغو تُحَقِّق تجميع مياه الأمطار، للاستفادة منها من ناحية، ومن ناحية أخرى درء أخطار هذه المياه التي تأتي في صورة مدمرة لكل ما يعترضها، كما هو موضح بالخريطة رقم (11).

الخريطة (10) المناطق الملائمة للحصاد المائي بالحوض الخريطة (11) السدود المقترحة بالحوض



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام برنامج Arc Map 10.5.

النتائج:

تناولت هذه الدراسة إمكانية حصاد السيول بحوض وادي تفالغو، باستخدام وسائل الاستشعار عن بُعد ونُظُم المعلومات الجغرافية ومعرفة الأخطار السيلية بحوض الوادي وإمكانية تجنبها. ويمكن إجمال ما توصلت إليه الدراسة من نتائج في النقاط الآتية:

1. يشغل حوض وادي تفالغو ما مساحته من الأرض 2059 كم^2، وقد تم اشتقاق 11 حوضاً فرعياً لدراسة المتغيرات الجيومترية والمورفومترية التي لها علاقة بالوارد المائي بالحوض، وتحديد أماكن الخطر بدرجاته المختلفة.
2. تغطي منطقة الدراسة التكوينات الجيولوجية التي ترجع إلى العصر الطباشيري الأعلى أو الكريتاسي، وهو العصر الثالث والأخير من عصور حقبة الحياة الوسطى بفتراته الثلاثة (التوروني–السينوماني، الكونياشي–التوروني الأعلى، السانتوني، الكامباني) بنسبة 93.5%، وهي بذلك تكون التكوينات الجيولوجية الأكثر انكشافاً بالحوض، ثم تكوينات العصر الرابع (النيوجين) وهو ثاني العصور الثلاثة لحقبة الحياة الحديثة بنسبة

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

3.6%، ثم تكوينات العصر الرابع ثالث عصور حقبة الحياة الحديثة، وتنحصر تكويناته في فترتين هما (البليستوسين، الهولوسين) بنسبة 2.9%. بشكل عام التكوينات الجيولوجية لحوض الوادي هي تكوينات حديثة.

3. يتراوح ارتفاع سطح الحوض ما بين 234م عند مصبه بوادي سوف الجين و952م فوق مستوى سطح البحر في أعالي جبل نفوسة فيما بين غريان والأصابعة، بفارق كبير يصل إلى 718م، وما بينهما يتدرج الارتفاع.

4. يتراوح انحدار الحوض ما بين 0 درجة إلى 40 درجة، أما بالنسبة لاتجاه الانحدارات، فالسائد منها هو نحو الجنوب بنسبة 14%، يليه الاتجاه الجنوب الشرقي 13.9%، يليه الشرق 13.8%، يليه الاتجاه الجنوبي الغربي 13%، وهذه الاتجاهات لها الصدارة في تحديد اتجاه الجريان السطحي لمياه الأمطار.

5. التربة السائدة بحوض الوادي هي التربة المزيجية المختلطة بمواد متوسطة الخشونة إلى خشنة 99.7% ، وهي ذات رشح متوسط، بينما تشغل النسبة المتبقية 0.3% التربة الطينية الرملية، وهي ذات رشح منخفض.

6. بلغت رُتب المجاري المائية بحوض وادي تفالغو 5 رُتب حسب تصنيف ستريلر.

7. وجود ستة أصناف من الغطاء الأرضي، وأن معظم المساحة تشغلها الشجيرات بنسبة (96.1%).

8. إمكانية تطبيق الحصاد المائي، وتم اقتراح عدة مواقع لإنشاء سدود لحجز مياه الأمطار، ودرء خطر السيول.

التوصيات: هناك بعض التوصيات يمكن تدوينها في النقاط الآتية:

1. ضرورة استخدام برامج نُظُم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاعات الرقمية في مثل هذه الدراسة لما توفره من وقت وجُهد.

2. يجب على الحكومة من خلال المؤسسات ذات العلاقة توفير الإمكانات للباحثين من خرائط ولوحات الأقمار الصناعية والبيانات المناخية بطريقة إلكترونية، وكذلك التغيرات الطبيعية والبشرية التي تحدث داخل منطقة حوض الوادي.

3. أن يكون هناك تعاون علمي بين الكوادر من مختلف التخصصات كالجيولوجيين ومهندسي الري والجغرافيين؛ لدراسة إمكانية الاستفادة من وادي تفالغو في مختلف

النشاطات البشرية.

4. تشييد سدود في المواقع المقترحة بما يحقق فائدة مزدوجة، تتمثل في حصاد مياه الأمطار من جهة، والحد من أخطارها وآثارها السلبية من جهة أخرى.

5. وجود مكب داخل الحوض مقابل مخطط نسمة الجديدة، الأمر الذي يحتاج معه إعادة النظر في مكان هذا المكب كخطة مستقبلية لإبعاده عن الحي السكني. كذلك إجراء تقييم المخطط من ناحية الموقع بدراسة متخصصة وأنه بعيد عن مخاطر السيول.

https://doi.org/10.37375/jlgs.v6i1.3745

المصادر والمراجع:

- الأسدي، صفاء عبد الأمير رشم، (2014)، جغرافية الموارد المائية، الطبعة الأولى، البصرة، شركة الغدير للطباعة والنشر المحدودة.
- أبو سمور، حسن والخطيب، حامد، (1999)، جغرافية الموارد المائية، عمان، دار صفاء للنشر والتوزيع.
- البناي، جاسم، (2019)، علم المكان مقدمة إلى نظم المعلومات الجغرافية، الطبعة الأولى، الكويت، دار كلمات للنشر والتوزيع.
- عبد الكريم، أشرف أحمد علي، (2019)، النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية للسيول، الرياض، العبيكان للنشر والتوزيع.
- سليم، علي مصطفى، (2016)، تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي كعام ليبيا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المؤتمر والمعرض الدولي للتقنيات الجيومكانية – ليبياجيوتك 2, طرابلس، ليبيا، ديسمبر 2016م.
- اشليبطة، مُحَمَّد فرج مفتاح، ومُحَمَّد، عقيلة سعد ميلاد، (2020)، دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي تماسلة ببني وليد ليبيا، المؤتمر الدولي الرابع للتقنيات الجيومكانية، ليبيا جيوتك 4، طرابلس ليبيا، مارس 2020م.
- الفيتوري، علي مُحَمَّد، (2014)، تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة مورفومترية وهيدرولوجية بعض وديان الهضبة الأولى بالجبل الأخضر شمال شرق ليبيا، المجلة الدولية للبيئة والمياه، المجلد الثالث، العدد الرابع.
- أبو الشواشي، نادية يخلف، (2003)، التحليل الجيومورفومتري لحوض وادي المجينين (دراسة في أشكال سطح الأرض)، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة السابع من أبريل، كلية الآداب، ليبيا.
- الدعدي، ماجدة بنت عبد الله بن عبيد الله، (2014)، استخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لدراسة الحصاد المائي لمياه السيول في منطقة القصيم، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة أم القرى، المملكة العربية السعودية.
- خريطة جيولوجية لليبيا لعام 2009م بمقياس رسم 1: 1000,000 من مركز البحوث الصناعية، إدارة البحوث الجيولوجية والتعدين، طرابلس_ ليبيا.
- خريطة التربة الرقمية للعالم لعام 2003م بمقياس رسم 1: 5000,000 الصادرة عن منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة واليونيسكو.
- بيانات مُناخية من موقع ناسا على شبكة الأنترنيت https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/، تاريخ الدخول 11 يوليو 2023م.

– شركة معهد بحوث النُظُم البيئية Esri، بيانات الغطاء الأرضي لعام 2020م، المستمدة من صور ESA Sentinel-2 بدقة 10م، https://www.arcgis.com/home/item.html? تاريخ الدخول: 3 ديسمبر 2021م.