حصاد المياه بتطبيق مؤشر تجمع المياه (TWI) في حوض وادي درشكي محافظة دهوك باستعمال لغة بايثون مع برنامج Arc Map (دراسة في الذكاء الاصطناعي)

أ.د علي مجيد ياسين
جامعة ذي قار- كلية الآداب
قسم الجغرافية

(مُلَخَّصُ البَحث)

لغة البايثون من اللغات القوية والسهلة في الوقت نفسه ، وهي الآن من اللغات المستعملة على نطاق واسع من جوجل وناسا وغيرهما من الوكالات العالمية، تم استخراجها من لغةC / ++ C / C #، وسيتم استعمالها للكشف عن المواقع المفضلة لمشاريع حصاد مياه الأمطار والسيول في الوديان وذلك لإدارة العرض على المياه لانخفاض التجهيز الآمن، طبقت هذه الدراسة على حوض وادي درشكي الواقع في قضاء زاخو شمالي محافظة دهوك، تقع منابع الحوض عند جبل كيشان تكوّن بفعل اتحاد كل من وادي كيشان وبارازان وهريزا ليشكل المجرى الرئيس الذي يصب في نهر الخابور، بلغت مساحته (٨٧.٢٧/ كم^2) ، اما موقعه فلكيا فيقع بين دائرتي عرض (٣٧° ٦' ٥٠" - ٣٧° ١٧' ١٦") شمالا، وقوسي طول (٤٣° ٠' ٣٨" - ٤٤ °٧' ٩") شرقا.

يعد تذبذب الأمطار وانخفاض تجهيز المياه الآمنة للمستوطنات البشرية سبباً مباشراً في الكشف عن المواقع المفضلة لتنفيذ مشاريع حصاد مياه الأمطار والسيول في الأحواض باستعمال الذكاء الاصطناعي، والبحث في امكانية استعمال اللغة البرمجية (بايثون) لتطوير أداة مؤشر تجمع المياه (TWI) Topographic Wetness Indexوتوقعات تدفق مياه الأمطار لمدة ٣ ساعات مقدمة من المركز الأوروبي للتنبؤ بالطقس متوسطة المدى لنظام جريان الاودية GEOGloWS ECMWF Stream flow System، وهو أنموذج هيدرولوجي يحاكي تدفق مياه الأمطار في الأحواض والمتوقع في جميع أنحاء العالم، ومنها احواض شمال العراق، يهدف البحث إلى تحقيق تنمية للموارد المائية في شمال العراق باعتماد برنامج Arc Map عبر تطبيق مؤشر تجمع المياه (TWI) لتحديد المواقع المفضلة لتنفيذ تقانة حصاد مياه الوديان لإدارة العرض على المياه الآمنة، ولتنفيذ ذلك تم بناء أنموذج (Model Builder) في صندوق الأدوات (Arc Toolbox) ومن ثم العمل على تغيير خصائص الأنموذج (Model Properties) ليتمكن البرنامج من تحديد آلية التحليل

المكاني (Spatial Analyst Tools)، ومن ثم إدراج الطبقات ذات المعايير الخاصة بالموقع المفضل، وهي اشتقاق خصائص الانحدار Slope Layer استناداً إلى أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) من موقع USGU بالولايات المتحدة الأمريكية www.earthexplorer.usgs.gov المرئية الرادارية من القمر الصناعي Aster Global DEM، ومن ثم تحديد اتجاه جريان المياه Flow Direction layer و مناطق تجمع المياه Flow Accumulation، يتوقع من هذا البحث التوصل إلى نتائج، وهي تحديد الحوض وشبكة المراتب النهرية، واستخراج حجم الجريان للحوض بالمتر المكعب الواحد، ومن ثم أماكن تجمع المياه الناتجة عن العاصفة المطرية وتسهيل مهمة اتخاذ القرار التخطيطي لإدارة العرض على المياه في منطقة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: اللغة البرمجية (بايثون)، مؤشر تجمع المياه ((TWI، نظام جريان الاودية GEOGloWS ECMWF، الذكاء الاصطناعي.

المقدمة:

تتأثر منطقة الدراسة شمالي العراق بمرور المنخفضات الجوية التي تعمل على تساقط الأمطار في فصلي الشتاء والربيع، احيانا تكون تلك الأمطار ذات مجموع كبير، من ذلك على سبيل المثال المياه الناتجة عن العاصفة المطرية بتاريخ (٢٠٢٤/٣/١٩)، التي بلغت (١٣٥ ملم و ١٤٥ ملم ١٣٨ ملم) في كل من محطات (باتيفا، بامه رانى ومنكيش) على التوالي، وهي مشجعة لتنفيذ مشاريع الحصاد المائي، تؤثر خصائص التضاريس في نظام جريان المياه فوق المنحدرات وصولا إلى أقل نقطة انخفاضا وهي السهول، التي يمكن استعمالها كنقاط لتجميع المياه، ومن ثم تصميم نظم حصاد المياه الخاصة بالأودية، يهدف البحث إلى الافادة من خصائص المنطقة الطبيعية في السيطرة على نظام الجريان وايقاف هدر المياه أو المشكلات المرافقة لها المتمثلة بالسيول، عبر إقامة مشاريع خزن المياه؛ لذا سيتم الكشف عن الخصائص التضاريسية والهيدرولوجية التي تعمل على تحديد الأماكن المفضلة لإدارة العرض على المياه عبر مشاريع الخزن، والكشف عن إمكانية تطبيق الذكاء الاصطناعي واستعمال اللغة البرمجية (بايثون) لتطوير أداة مؤشر تجمع المياه، ولتحقيق ذلك تم استخلاص خصائص تضاريسية عدة للعمل على ايجاد التباين المكاني للظاهرة قيد الدراسة، وتحديد الأماكن التي تتجمع فيها المياه في منطقة الدراسة.

منطقة الدراسة وطريقة العمل:

يقع الحوض ضمن الحدود الادارية لقضاء زاخو التابع إلى محافظة دهوك شمالي العراق، هو من الأحواض الشمالية المغذية لنهر الخابور، بلغت مساحته (٨٧.٢٧/ كم^2) ، أما موقعه فلكيا فيقع بين دائرتي عرض (٣٧° ٦' ٥٠" – ٣٧° ١٧' ١٦") شمالاً، وقوسي طول (٤٣° ٠' ٣٨" – ٤٤ °٧° ٩") شرقاً. الخريطة (١)، تم تحليل البيانات الرقمية لأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) من موقع USGU بالولايات المتحدة الأمريكية www.earthexplorer.usgs.gov المرئية الرادارية من القمر الصناعي Aster Global DEM، وقبل الشروع بالعمل تم معالجة أنموذج الارتفاع الرقمي عبرملأ الفجوات البيانية عن طريق استيراد الملف من برنامج Global Mapper على شكل DEM Raster، ومن ثم استعمال أداة Fill في برنامج Arc Map، و تم تعديل درجة حساسية البرنامج عند اشتقاق مناطق تجميع المياه Flow Accumulation ومن ثم اشتقاق شبكة المراتب النهرية للحوض، كما تم تعديل شبكة المراتب النهرية بحسب قانون ستريهلر عبر دمج عقد المجرى لتوحيد الأعداد الحقيقية لكل مرتبة، ومن ثم اشتقاق خط تقسيم المياه للحوض لفصله عن الأحواض المجاورة، من بعد ذلك تم بناء أنموذج (Model Builder) في صندوق الأدوات (Arc Toolbox)، وادخال الأوامر الخاصة باشتاق مؤشر تجمع المياه Topographic Wetness Index، عبر تصدير الأنموذج وحفظه على شكل Script– Python وهو بحسب الخطوات الآتي ذكرها: ينظر الشكل (١، ٢، ٣).

مؤشر تجمع المياه (**TWI**)– **Topographic Wetness Index**

- أنموذج الارتفاع الرقمي DEM .
- اتجاه جريان المياه Flow Direction layer
- مناطق تجمع المياه Flow Accumulation
- درجات الانحدار Slope Layer

المعادلات بحسب الآتي ذكره:

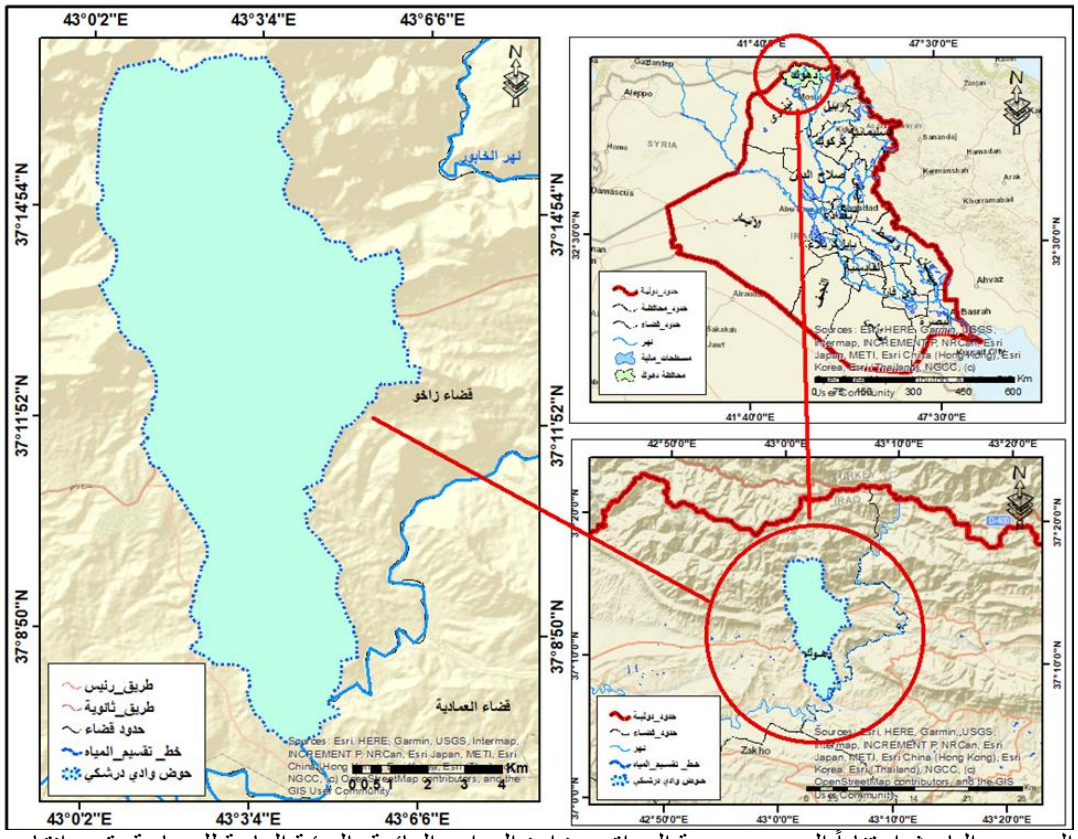
$$\text{Slope} = \text{Slope} * 1.570796 / 90$$

$$\text{Tan Slope} = \text{Con}(\text{Slope} > 0, \text{Tan}(\text{Slope}), 0.001)$$

$$\text{Fa Scaled} = (\text{FlowAcc} + 1) * \text{Cell size}$$

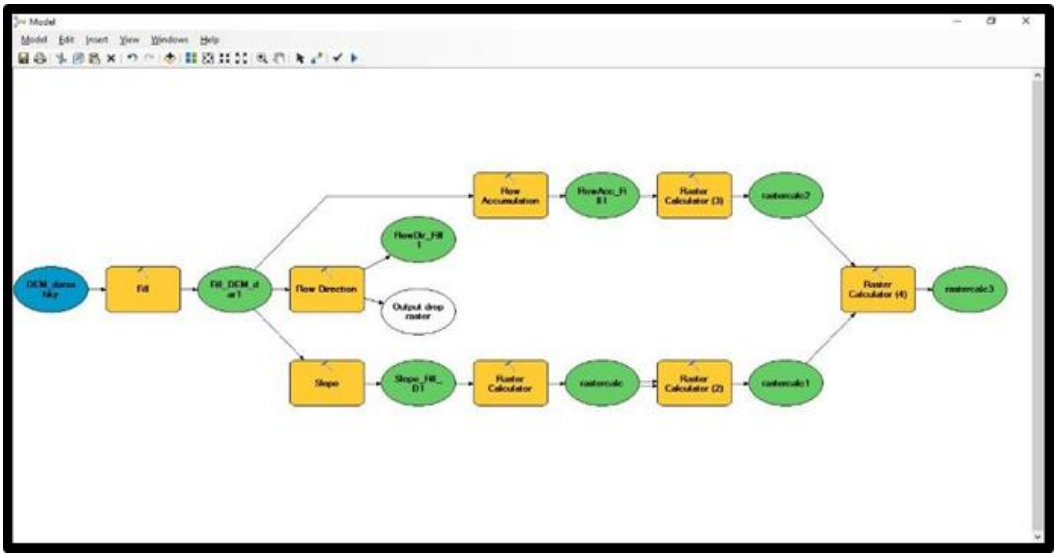
$$\text{TWI} = \text{Ln}(\text{Fa Scaled} / \text{Tan}) \text{ slope})$$

الخريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق ومحافظة دهوك

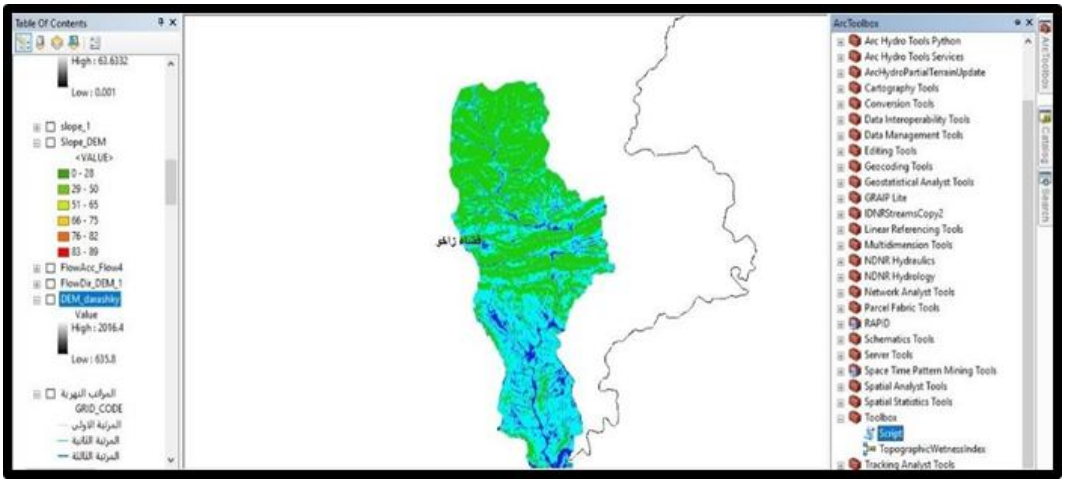


المصدر: الباحث استناداً إلى : جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، قسم إنتاج الخرائط، خريطة العراق الإدارية ١:١٠٠٠٠٠٠، وخريطة محافظة دهوك الإدارية مقياس ١:٢٥٠٠٠٠ ٢٠١٠، بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، أنموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map ١٠.٤.١.

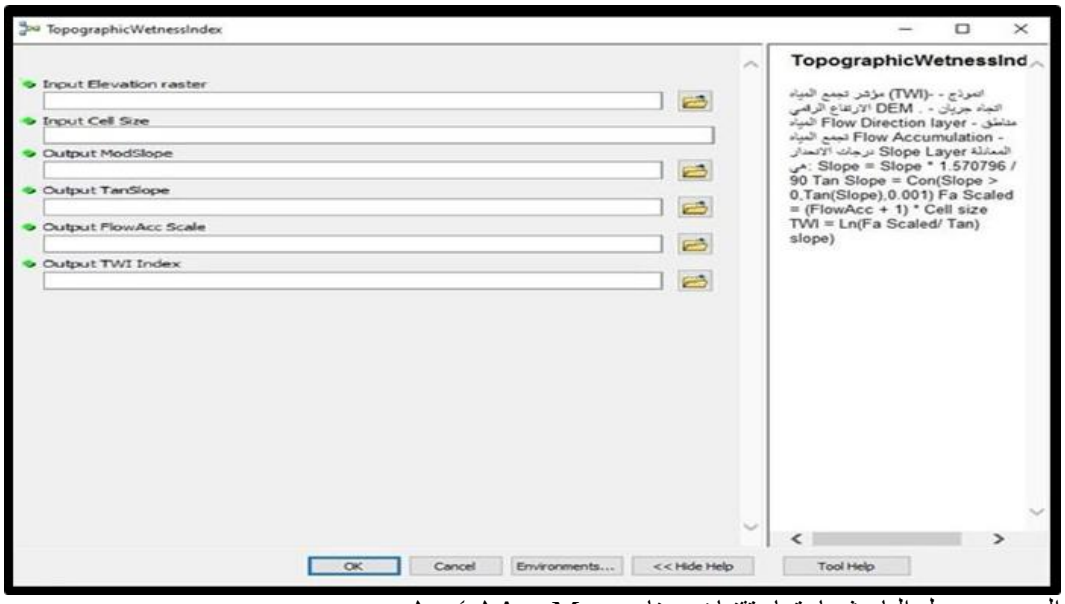
الشكل (١) بناء أنموذج (Model Builder)



الشكل (٢) حفظ الموديل على شكل Script- Python



الشكل (٣) اداة مؤشر تجمع المياه (Topographic Wetness Index (TWI



المصدر: عمل الباحث باعتماد تقنيات برنامج Arc Map ١٠.٤.١.

النتائج والمناقشة:

١/ خصائص التضاريس:

للتضاريس دور أساس في شمالي العراق؛ لأنها تعزز من القيم الفعلية للتساقط، كما أنها عامل مهم لتحديد اتجاه الجريان من المناطق المرتفعة نحو السهول، تقع منطقة الدراسة ضمن منطقة الجبال العالية، بين فئتي ارتفاع ٦٤٠م- ٢٠٠٠م، فارق الارتفاع الذي بلغ ١٣٦٠م يعمل على توليد جريان سريع نحو المنطقة السهلية، يظهر من الخريطة (٢) والجدول (١)، ان ما يقارب ٦٥.٠٢% من منطقة الدراسة تقع ضمن فئات الارتفاع (٩٢٠-٢٠٠٠ م)، وهذا سيعمل على سرعة تجمع مياه تلك الارتفاعات عن طريق شبكة المراتب النهرية الدنيا إلى منطقة السهول التي يقع فيها مجرى الوادي الرئيس (المرتبة الثالثة) التي

تشكل مساحة قدرها ٣٠.٥٢/ كم ^{2}وبنسبة ٣٤.٩٨% من عموم مساحة منطقة الدراسة، وبذلك تسمح تلك التضاريس سهولة توليد جريان مائي واستقبال كميات مياه وفيرة في موسم التساقط المطري، وضمان ايصالها الى منطقة المصب دونما تعرضها الى الضياع بفعل التسرب إلى باطن الأرض، فضلا عن خصائص درجات الانحدار، إذ تبين من الخريطة (٣) والجدول (٢)، أن ما يقرب ٥٣.١٧ / كم ^{2}من مساحة منطقة الدراسة تقع ضمن فئة الانحدار الخامسة (٨٢- ٨٩°)، أي ما يعادل ٦٠.٩% من مساحة المنطقة، وهذا سيعمل على تعزيز الجريان السطحي وضمان عدم تسرب المياه إلى باطن التربة، إذ تؤدي زيادة التضرس ودرجة الانحدار إلى زيادة الكثافة التصريفية والتكرار النهري وعمق الاقنية والتصريف المائي .[١]

٢/ الحوض والمراتب النهرية :

تعد مناطق تقسيم المياه (المنابع)، وشبكة المراتب النهرية وما فيها من الوادي الرئيس والسفوح التي تصل بين خطوط تقسم المياه والوادي الرئيس حتى مصبه تعد من أهم مكونات الحوض المائي [٢]. وبفعل خصائص التضاريس فإن حوض منطقة الدراسة ضمن المرحلة الحتية المبكرة، إذ إن مجرى المياه نحو الوادي الرئيس يعمل على نشاط التعرية التراجعية في المراتب الدنيا، الأمر الذي أدى إلى توافر مراتب ثلاث، هذا بالتأكيد يعمل على سرعة وصول الأمطار إلى منطقة المصب؛ لذا ستكون تلك المنطقة هي المفضلة لإنشاء مشاريع حصاد المياه، مساحة الحوض بلغت ٨٧.٢٧/ كم ^{2}وهي مساحة كافية لتجميع مياه الأمطار والثلوج، وهذا يعمل على زيادة الفائض المائي، وتعد الأمطار أهم مصدر للجريان المائي السطحي المسؤول عن تطور شبكة المراتب النهرية [٣]، إذ انتشرت المرتبة الأولى والثانية ضمن منحدرات وصلت إلى ٨٢- ٨٩ درجة، يؤدي ذلك إلى سرعة وصول المراتب الدنيا (الاولى والثانية) إلى درجة التشبع، فالجريان الغشائي لا يلبث أن يتحول إلى جريان متهيج وقنوي، يظهر من الخريطة (٤) والجدول (٣)، وضوح المجرى الرئيس ضمن المرتبة الثالثة الذي بلغ طوله ٢٤.٠٤ كم، الذي يعمل على تصريف مياه

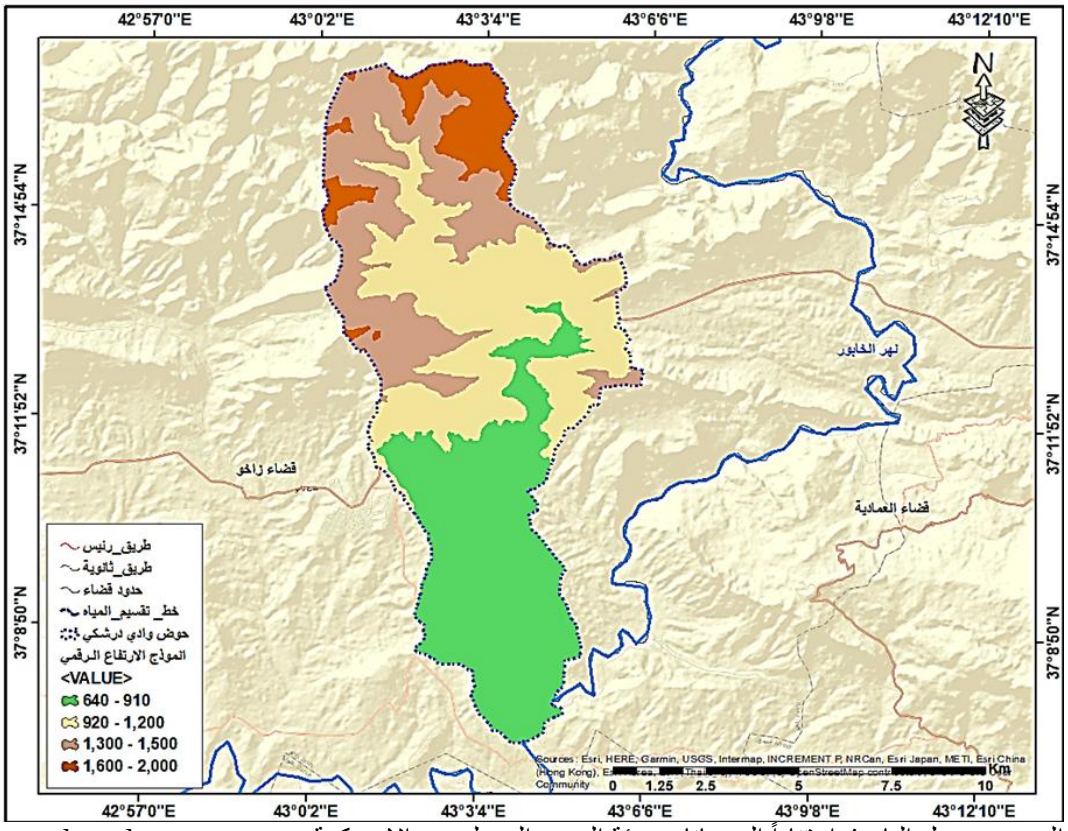
[١] - حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للنشر والتوزيع والطباعة، عمان، الأردن، الطبعة الرابعة، ٢٠١٣، ص١٨٤.

[2] - Farhan, Y., Morphometric Assessment of Wadi WalaWatershed, Southern Jordan Using ASTER (DEM) and GIS.Journal of Geographic Information System, 2017. 9(02): p.158.

[3] - Strahler, A. N., Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, 1952. 63(11): p. 1117-1142.

المرتبة الأولى والثانية، هذا الأمر يعمل على اختيار مجرى الوادي الرئيس بوصفه أفضل مكان لتنفيذ حصاد المياه.

الخريطة (٢) فئات الارتفاعات المتساوية في حوض وادي درشكي



المصدر: عمل الباحث استناداً إلى بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، أنموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

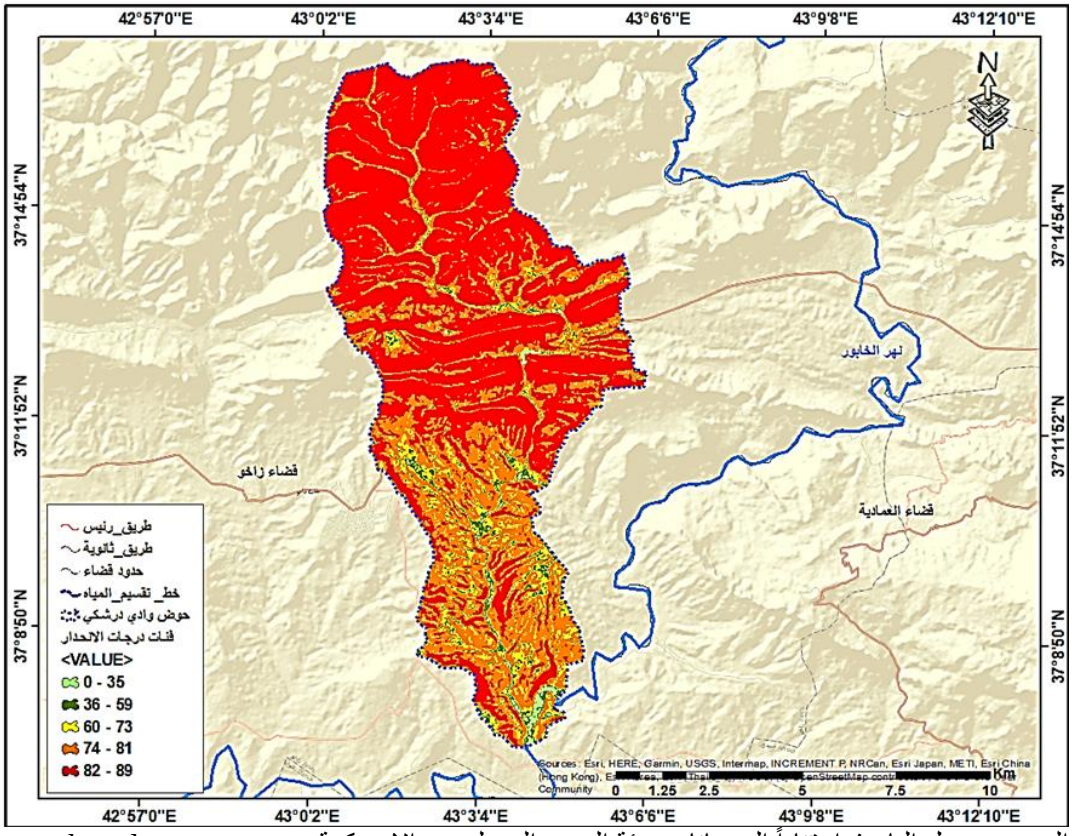
الجدول (١)

فئات الارتفاعات المتساوية ومساحتها/ كم^{2}ونسبتها المئوية % في حوض وادي درشكي

الفئة	فئة الارتفاع/ م	المساحة/ كم^2	النسبة %
الفئة الاولى	640 – 910	30.52	34.98
الفئة الثانية	920 – 1,200	27.95	32.03
الفئة الثالثة	1,300 – 1,500	21.4	24.52
الفئة الرابعة	1,600 – 2,000	7.4	8.47
المساحة الكلية		**87.27**	**100**

المصدر: عمل الباحث استناداً إلى بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، أنموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map ١٠.٤.١.

الخريطة (٣) فئات درجات الانحدار في حوض وادي درشكي



المصدر: عمل الباحث استناداً إلى بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، أنموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map10.4.1.

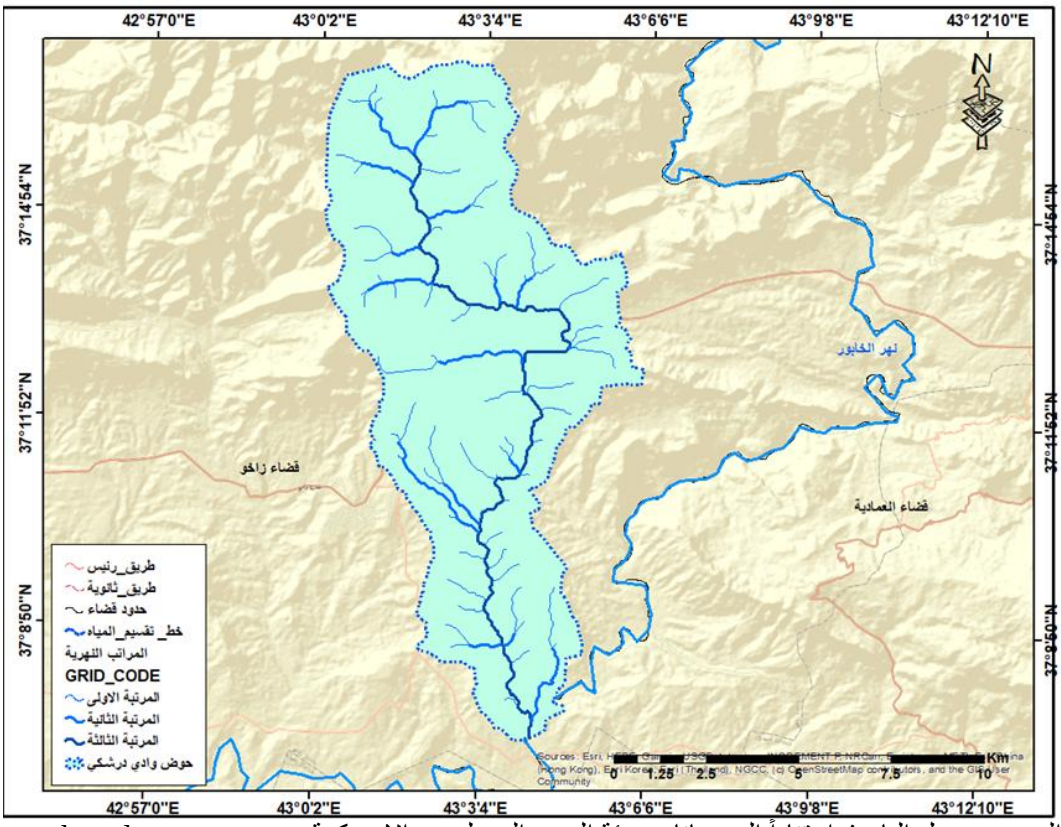
الجدول (٢)

فئات درجات الانحدار ومساحتها/ كم^{2}ونسبتها المئوية % في حوض وادي درشكي

الفئات	الانحدار/ درجة	المساحة/ كم^2	النسبة %
الفئة الاولى	0 – 35	0.99	1.14
الفئة الثانية	36 – 59	2.66	3.05
الفئة الثالثة	60 – 73	7.79	8.93
الفئة الرابعة	74 – 81	22.65	26
الفئة الخامسة	82 – 89	53.17	60.9
المساحة الكلية		**87.27**	**100**

المصدر: عمل الباحث استناداً إلى بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، أنموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map١٠.٤.١.

الخريطة (٤) الحوض وشبكة المراتب النهرية في حوض وادي درشكي



المصدر: عمل الباحث استناداً إلى بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، أنموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map ١٠.٤.١.

الجدول (٣) المراتب النهرية في حوض وادي درشكي

المرتبة	العدد	النسبة %	الطول/ كم
المرتبة الاولى	64	78.04	47.49
المرتبة الثانية	17	20.73	24.66
المرتبة الثالثة	1	1.21	24.04
المجموع	82	100	96.20

المصدر: عمل الباحث استناداً إلى بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، أنموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map ١٠.٤.١.

٣-٣: مؤشر تجمع المياه (TWI)

هو عامل طوبو-هيدرولوجي اقترحه Beven وKirkby وغالبًا يستعمل لتحديد التحكم الطبوغرافي في العمليات الهيدرولوجية [٤] هناك علاقة عكسية بين درجة الانحدار

[4] - Beven, K.J.; Kirkby, M.J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology/un modèleà base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. Hydrol. Sci. Bull. 1979, 24, 43–69 (1) (PDF) GIS-Based Site Selection for Check Dams in Watersheds: Considering

ودرجة تشبع التربة بالمياه، إذ كلما زادت درجة الانحدار تتشبع المراتب النهرية الدنيا (الاولى والثانية) ويتحول الجريان من غشائي إلى قنوي، سرعان ما يصل إلى منطقة ذات درجات انحدار قليلة (٠- ١٠°) ليتجمع؛ لذا يتم الكشف عن تلك المناطق بوصفها مفضلة لتجمع المياه ومن ثم حصادها، أساس هذه الفكرة تقوم على حساب اتجاهات الجريان وتجمعها ومن ثم درجات الانحدار استناداً إلى أنموذج الارتفاع الرقمي DEM، وكلما اقترب الرقم من الواحد الصحيح يدل على ارتفاع احتمالية تجمع المياه في المنطقة، اتصفت المناطق الواقعة ضمن المنطقة السهلية من الحوض بين خطي درجات انحدار (٠- ٣٥°) بأنها أكثر الأماكن إحتمالية تجمع مياه الأمطار فيها، إذ يظهر من الخريطة (٥) والجدول (٤)، ان مجموع المساحة التي تتجمع فيها المياه ضمن الفئة الثالثة من المؤشر هي ٦.٩٨ كم ^{2} ونسبتها ٨.٠٠١% من مجموع مساحة منطقة الدراسة، وهذه المناطق إذا تم استغلالها ستكون مناسبة لتنفيذ تقانات حصاد مياه الوديان، كما تبين من خصائص الانحدار إن ٩٥% من منطقة الدراسة تقع ضمن الفئة (٦٠- ٨٩ °)، هذه المنطقة ستعمل على تصريف مياه الأمطار جميعها إلى نقطة تجميع واحدة وهي عند مصبات الوادي. أما كمية المياه التي قام بتصريفها الحوض بتاريخ ٢٠٢٤/٣/١٩ فكانت موزعة إلى فئات عدة، وهي:

الفئة الأولى التي شملت المرتبة الاولى (أكبر من ٢٠ متر مكعب/ ثانية).

الفئة الثانية التي شملت المرتبة الثانية (٢٠- ٢٥٠ متر مكعب/ ثانية).

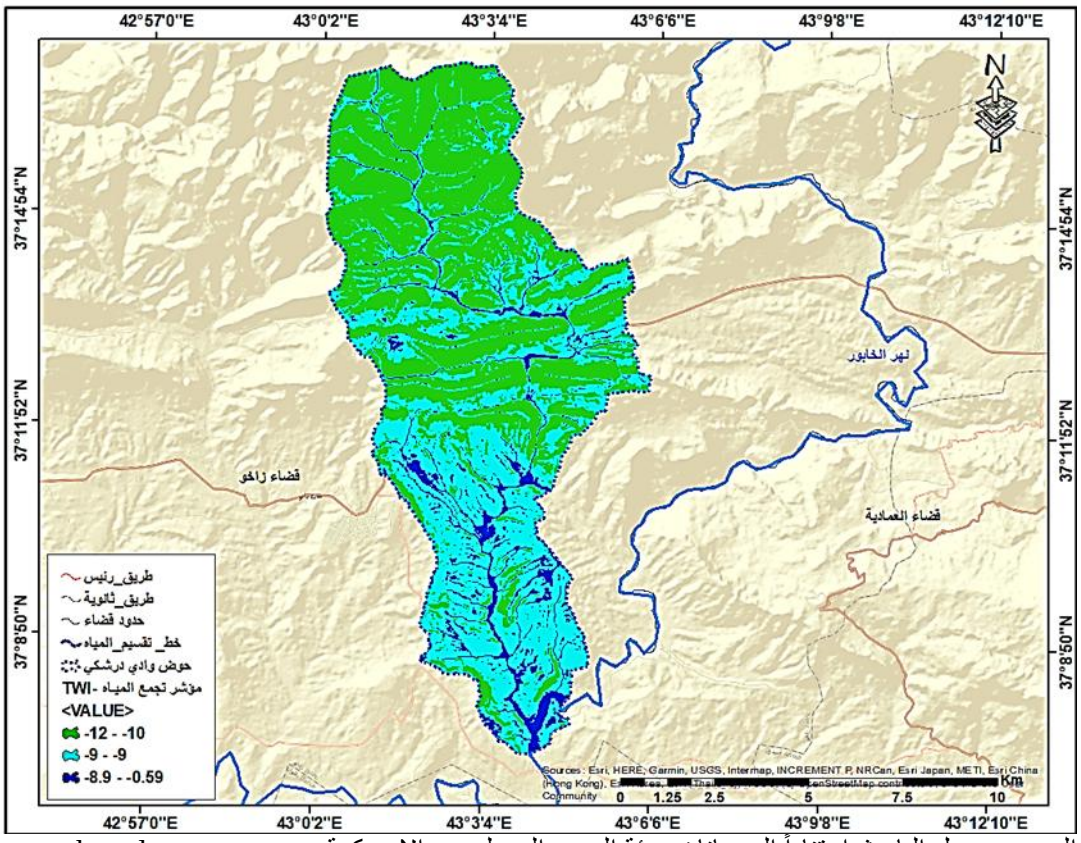
الفئة الثالثة التي شملت المرتبة الثالثة (٢٥٠- ١٥٠٠ متر مكعب/ ثانية).

الفئة الرابعة التي شملت المرتبة الرابعة (١٥٠٠- ١٠٠٠٠ متر مكعب/ ثانية).

الفئة الخامسة التي شملت المرتبة الخامسة (اكبر من ٣٠٠٠٠ متر مكعب/ ثانية). إذ يقع مجرى الوادي الرئيس ضمن الفئة الثانية من التصنيف، ينظر الخريطة (٦).

Geomorphometric and Topo-Hydrological Factors. Available from: https://www.researchgate.net/publication/336486301_GIS-Based_Site_Selection_for_Check_Dams_in_Watersheds_Considering_Geomorphometric_and_Topo-Hydrological_Factors [accessed Apr 18 2024].

الخريطة (٥) مؤشر تجمع المياه TWI- في حوض وادي درشكي



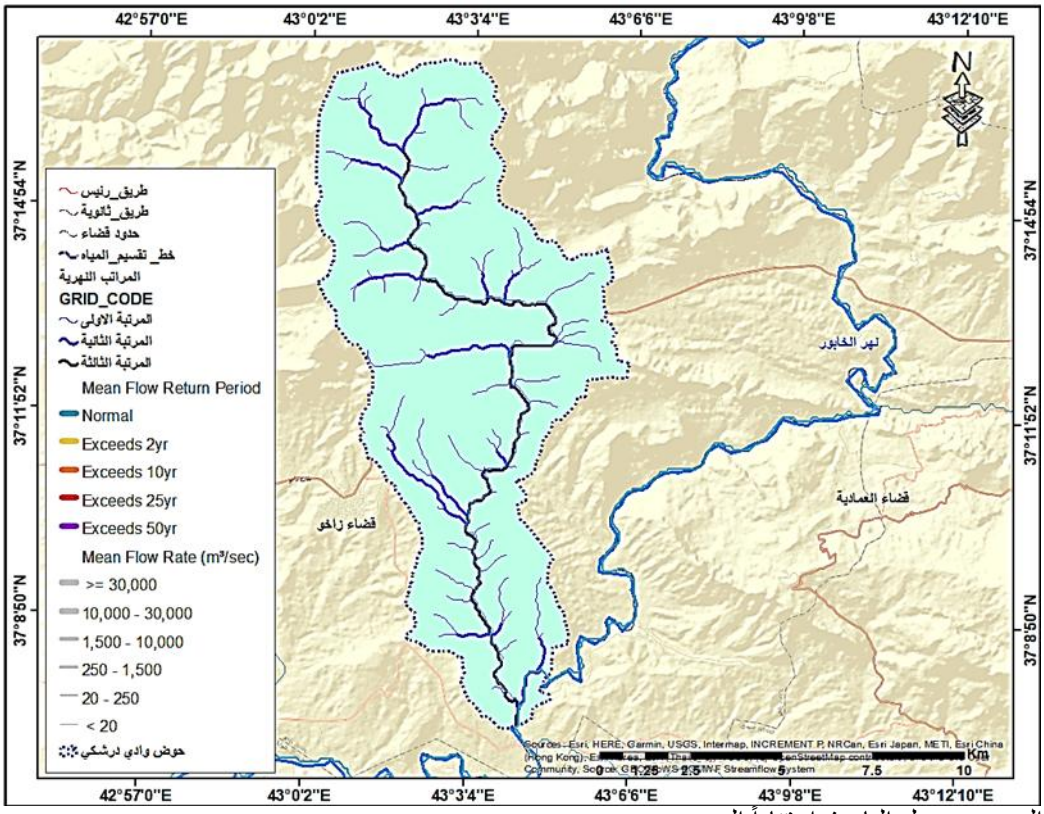
المصدر: عمل الباحث استناداً إلى بيانات هيئة المسح الجيولوجي الامريكية earthexplorer.usgs.gov، إنموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتقنيات برنامج Arc Map ١٠.٤.١.

الجدول (٤) تباين مساحة ونسبة TWI- مؤشر تجمع المياه في حوض وادي درشكي

المؤشرات	قيم المؤشر	المساحة/ كم^2	النسبة المئوية %
TWI- مؤشر تجمع المياه	-12 - -10	43.07	49.35
	-9 - -9	37.22	42.65
	-8.9 - -0.59	6.98	8.001
المجموع		**87.27**	**100**

المصدر: عمل الباحث استناداً إلى الخريطة (٥).

الخريطة (٦) حجم الجريان في حوض وادي درشكي للمدة من ١٩- ٣/٢٤/ ٢٠٢٤



المصدر: عمل الباحث استناداً إلى
https://livingatlas.arcgis.com/en/browse/#d=2&categories=Weather+and+Climate (6Day Forecast), GEOGloWS ECMWF Stream flow System, 19/3- 24/3/2024.

الاستنتاجات:

إن الموارد المتاحة لتخطيط وإدارة مستجمعات المياه، بما في ذلك تحديد مواقع تجمع المياه التي تم تحليلها، باستعمال مؤشر تجمع المياه TWI وتطويرها باستعمال لغة برمجة بايثون والمطبقة في هذه الدراسة أداة مفيدة لتحقيق مثل هذا الذكاء التخطيطي وإدارة العرض على الموارد المائية السطحية، كما تبين أن لخصائص التضاريس أثر في تجميع مياه الأمطار ضمن المنطقة السهلية في منطقة المصب التي شكلت مساحة كافية ٦.٩٨/ كم^2.

Water harvesting by applying Topographic Wetness Index (TWI) in valley Darashki Basin - Dohuk Governorate using the Python language with the Arc Map program (study in artificial intelligence)

Prof. Dr. Ali Majeed Yasseen
Republic of Iraq - Dhi Qar University / College of Arts
Department of Geography
07702605734
alimajeed@utq.edu.iq

Abstract

The Python language is one of the powerful and easy languages at the same time, and it is now one of the languages widely used by Google, NASA and other global agencies. It was extracted from the C / C ++ / C # language, and will be used to detect the preferred sites for water harvesting projects. Rain and floods in the valleys in order to manage water supply due to the lack of safe equipment, this study was applied to valley Darashki basin located in the Zakho District, north of Dohuk Governorate. The sources of the basin are located at Mount Kishan and are formed by the union of the Kishan, Barazan and Hariza Valleys to form the stream. The main river, which flows into the Khabur River, has an area of (87.27/km^2), and its location astronomically is located between two circles of latitude (37° 6' 50" - 37° 17' 16") N, and two arcs of longitude (43° 0' 38" - 44°7' 9") E.

The fluctuation of rain and the decrease in the supply of safe water for human settlements is a direct reason for revealing the preferred locations for implementing rainwater harvesting projects and floods in the basins using artificial intelligence and researching the possibility of using the programming language (Python) to develop the Topographic Wetness Index (TWI) tool and flow forecasts. Rainwater for a period of 3 hours provided by the European Center for Medium-Range Weather Forecasting for the GEOGloWS ECMWF Stream flow System, which is a hydrological model that simulates the flow of rainwater in basins expected all over the world, including the basins of northern Iraq. The research aims to achieve development of water resources in northern Iraq. Iraq relied on the Arc Map program by applying Topographic Wetness Index (TWI) to determine the preferred locations for implementing valley water harvesting

technology to manage the supply of safe water. To implement this, a Model Builder was built in the Arc Toolbox, and then work was done to change Model Properties so that the program can specify the spatial analysis mechanism (Spatial Analyst Tools) and then insert layers with criteria for the preferred location, which is deriving the Slope Layer properties based on the Digital Elevation Model (DEM) from the USGU website in the United States of America www.earthexplorer .usgs.gov Radar visualization from the Aster Global DEM satellite, and then determining the direction of water flow (Flow Direction layer) and areas of water accumulation (Flow Accumulation). This research is expected to reach results, namely determining the basin and the network of river beds, and extracting the flow volume of the basin in one cubic meter. Then, the places where water resulting from the rainstorm is collected and facilitate the task of making the planning decision to manage the supply of water in the study area.

Keywords: Programming language (Python), Topographic Wetness Index (TWI), GEOGloWS ECMWF valley flow system, artificial intelligence.