The Morphological and Topographical Characteristics of Quweiq Basin (in the Northwest of Syria) by Using the Geographic Information System (GIS)

Tareq Nammorah
Hussam Husien
Nazem Essa

This study aimed at using the geographic information systems to facilitate the study of topographical and morphological characteristicsof river basins especially large and shared basins between countries such as Quweiq basin, which is located in the plateau of the north western Syrian city of Aleppo, while its source is located in Turkey. The study was carried out in 2015 using 18 topographic Maps at scale 1:50000 covering the entire area within Syria. Digital Elevation Model data (DEM-SRTM 90m) was used to complete the data about the Turkish part, and data was processed using the geographic information system (ArcGIS). The results showed that Basin has an Area of 5831 km^2, a Perimeter of 900 km, a Length of 145 km and a width of 41 km, Form Factor is 0.2, Basin Circularity is 0.41, Basin Elongation is 0.5, Lemniscate Ration is 0.88, and Compactness Factor is 12.4. The Topographic characteristics showed that most of land of the Quweiq Basin has a slight slope and it has reached advanced ages of its geomorphological cycle and arrived to old age stage.

Keywords: Quweiq Basin, Morphometric Topographic characteristics, Digital Elevation Model, Geographic Information System.

دراسة الخصائص المورفولوجية والتضاريسية لحوض وادي قويق (شمال غرب سورية) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

طارق نمورة(*)
حسام حسين(**)
نظام عيسى(***)

ملخص: استخدمت هذه الدراسة نظم المعلومات الجغرافية لدراسة الخصائص التضاريسية والمورفولوجية للأحواض النهرية، وخاصةً الأحواض الكبيرة والمشتركة بين الدول، كحوض وادي قويق الذي يقع بمعظم مساحته في سورية وتقع منابعه في تركيا، نفذت الدراسة في عام 2015 باستخدام 18 رقعة طبوغرافية مقياس 1:50000، تغطي كامل مساحة الحوض ضمن سورية، كما استخدمت معطيات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM-STRM 90m) لاستكمال البيانات عن المنطقة الواقعة في تركيا. عولجت البيانات باستخدام نظام المعلومات الجغرافي (ArcGIS)، وأظهرت النتائج أنّ مساحة الحوض تبلغ 5831 كم^2 ومحيطه 900 كم، وطوله 145كم وعرضه 41كم، ومعامل الشكل 0.2، ومعدل الاستدارة 0.41، ومعامل الاستطالة 0.5، ونسبة التفلطح 0.88، ومعامل التماسك 12.4، في حين دلت معظم نتائج الخصائص التضاريسية على أن معظم أراضي الحوض سهلية قليلة الانحدار وأنّ الحوض قطع شوطاً كبيراً في دورته الحتيّة ووصل إلى مرحلة الهرم.

المصطلحات الأساسية: حوض قويق، الخصائص المورفولوجية والتضاريسية، نموذج الارتفاع الرقمي، نظام المعلومات الجغرافي.

المقدمة:

تتعدّد منهجيات تصنيف التّضاريس؛ فهناك منهجيّة المدرسة الأمريكية، والمدرسة الروسية، والمدرسة الفرنسية، التي يختلف بعضها عن بعض بحسب اعتمادها على صفات التضاريس وخصائصها أو عوامل نشأتها، ولكنها تشترك في أنّها تهدف إلى تسهيل دراسة التضاريس وإلى توحيد المصطلحات المستخدمة في

(*) ماجستير في الجغرافيا الطبيعية، طالب دكتوراه، جامعة دمشق، سوريا. tareqnamora@gmail.com
(**) قسم بحوث نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، إدارة بحوث الموارد الطبيعية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية. hussam_syr1@yahoo.com
(***) قسم الجغرافيا، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة دمشق، سورية. nazemessa@hotmail.com

الخرائط الجيومورفولوجيّة، وفي أنها ذات بنية هرميّة، وتعتبر منهجيّة (Zinck, 1988) من المنهجيّات المهمة التي تستخدم على نطاق واسع في دراسات التضاريس وخاصةً من قبل علماء التربة؛ فقد استخدمت في معظم أبحاث (International Institute 0f Geoinformation Science and Earth Observation)، وفي دراسة تغير استخدامات الأراضي وتدهورها في شمال غرب الأرجنتين (2006)، ومشروع دراسة التضاريس في جنوب الصومال (FAO - SWALIM, 2007)، ويتألف نظام التصنيف السابق من ستة مستويات رئيسة، يحوي كل منها عدّة مستويات فرعية، وكلّما ابتعدنا عن الفئات الصغيرة في التصنيف زاد الاختلاف؛ ممّا يؤدي إلى تمايز المستويات العليا من التصنيف.

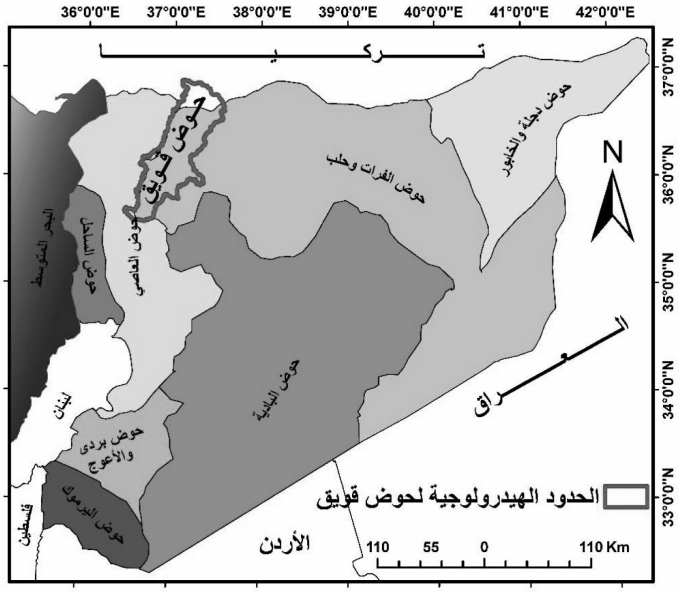
تفيد دراسة التضاريس العديد من التخصصات، فمسّاحو التربة يترافق عملهم مع المسح المورفولوجي ؛ وذلك لإنتاج خرائط التربة، فالجيومورفولوجيا تستخدم كأداة للمساعدة في إنتاج خرائط التربة، كما أنّ التضاريس أحد عوامل تكوّن التربة على نحو ما بين (Jenny, 1941)، وهي تسهم في تفسير نشأتها، بالإضافة إلى أن علماء التربة يعتمدون على دمج الجيومورفولوجيا وعلم التربة كأداة لتسهيل وتسريع عملية مسح التربة وتسريعها (Zinck, 1988)، كما تفيد دراسة بعض أشكال سطح الأرض – كالمصاطب النهريّة (Terraces) – في تحديد العلاقة بين مستويات الأنهار من جهة ومستويات مصبّاتها من جهة ثانية، وتدل أيضاً على تتالي عمليات الحت والإرساب في الأودية النهريّة، فضلاً عن فائدتها في الاستدلال على المناخات القديمة، ويستفيد منها علماء الأجناس البشرية (Anthropology)؛ لأنها كانت ملجأ للإنسان القديم، وتؤثّر التضاريس في عمليّات نقل مواد التربة وتراكمها عند أسفل المنحدرات، كما أنّها قد تكون عاملاً حاسماً في تطوّر التربة أو فقدانها، وتتحكم في محتوى رطوبة التربة والمناطق المعرّضة للانجراف، وتؤثّر في الأنشطة البشريّة، وكذلك فإنّ درء الكوارث والأخطار البيئيّة بحاجة إلى معرفة ودراية في خصائص التضاريس.

هدف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تعرف الخصائص المورفولوجية والتضاريسية لحوض وادي قويق الذي يعد الحوض الرئيس في هضبة حلب، وذلك باستخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومعالجة البيانات باستخدام نظام المعلومات الجغرافي (ArcGIS).

منطقة الدراسة:

تمتدّ منطقة الدراسة من جنوب تركيا إلى شمال غرب سورية، بين درجتي طول (21 36° و 37 37°) شرقاً، ودرجتي عرض (34 35° و 56 36°) شمالاً، على مساحة 5831كم^2، منها 4930 كم^2 ضمن سورية و901 كم^2 ضمن تركيا (شكل 1)، ويشغل الحوض من ناحية التقسيم الهيدرولوجي للأحواض المائيّة المعتمد في سورية الجزء الغربي من حوض حلب، ويحدّه من الشرق حوض نهر الذهب الذي يؤلّف الجزء الشرقي من حوض حلب، ومن الغرب حوض العاصي، ومن الجنوب حوض البادية، ويصب نهر قويق في منخفض (سبخة) السّيحة الذي يعتبر مستوى أساس محلي له (Local base levels).



شكل (1): خريطة توضح موقع منطقة الدراسة على خريطة الأحواض الهيدرولوجية في سورية

تكوّنت جيومورفولوجيا حوض قويق نتيجة للتفاعل بين العمليّات الداخليّة والخارجيّة للقشرة الأرضيّة عبر الأزمنة الجيولوجيّة، وتعود أقدم الصخور فيه إلى الحقب الجيولوجي الثاني، وأحدثها إلى الحقب الرابع (عبد السلام، 1990)، وقد أثرت فيها العوامل الخارجيّة وعلى رأسها عمل المياه الجارية، وتصنّف تضاريسها ضمن تضاريس الحتّ والتعرية ذات الطابع التلّي المتموّج، وتحلّ محلّها أشكال لطيفة التموّج كلّما اقتربنا من جزئها المركزي.

يشمل تصنيف زينك (Zinck,1988) ستة مستويات، كما يبين جدول (1)، وقد صنفت تضاريس الحوض بحسبه ضمن المستويات الأربعة الأولى إلى المجموعة (Group) وهو اللاندسكيب (Landscape)، الذي شمل كلاً من الكتل الجبلية (Block mountain) والمقعرات (Piedmont) والهضاب (Plateau) والأودية (Valley)، ومستوى تحت مجموعة (Subgroup)، وهو التضاريس/ التقعر (Relief/molding)، وقد شمل الانحدار Slope والمقعرات Pedimont وقيعان الأودية المستوية (Flat floor valley)، ومستوى عائلة (Family) الذي شمل التركيب الجيولوجي والطبقات السفلية (Substratum) ومستوى تحت عائلة (Subfamily)، الذي شمل الأشكال الأرضية (Landforms)، وهي (River levee) والسهول الفيضية (Floodplain) وقمة المصاطب (Summit Terraces) والأكتاف (Shoulder) و(Back slope) و(Foot slope) وأسفل المنحدر (Toe slope) والمنحدرات العليا (Upper slope) والمنحدرات الدنيا (Lower slope).

جدول (1)
خلاصة نظام تصنيف الوحدات الجيومورفولوجية (المصدر Zinck, 1988)

المستوى Level	الفئة Category	التصور النوعي Generic concept	تعريف موجز Short definition
6	رتبة Order	التركيب الجيوغرافي Geostructure	جزء قاري كبير ميز ببنية جيولوجية واسعة (Cordillera, geosynclinals basin)
5	تحت رتبة Suborder	البيئة الشكلية الوراثية Morphogenetic environment	نوع واسع من الوسط البيوفيزيائي ناشئ ومضبوط بنوع جيوديناميكي داخلي أوخارجي (بنائي، ترسيبي، انجرافي....)
4	مجموعة Group	معالم سطح الأرض Landscape	قسم كبير من الأرض ميز من خلال تواتر أنواع متشابهة من التضاريس أو اتحاد أنواع من التضاريس غير المتماثلة (واد، مقعر، جبل)
3	تحت مجموعة Subgroup	التضاريس/التقعر Relief/molding	تضاريس تم تحديدها عن طريق دمج التركيب الجيولوجي والطبوغرافي (هورست Horst، كويستا Cuesta) نماذج تقعر حددت بظروف أشكال مناخية خاصة أو عمليات وراثية شكلية (الجليديات، المصاطب، الدلتا)

تابع/ جدول (1)
خلاصة نظام تصنيف الوحدات الجيومورفولوجية (المصدر Zinck, 1988)

المستوى Level	الفئة Category	التصور النوعي Generic concept	تعريف موجز Short definition
2	عائلة Family	الطبقات السفلية Substratum	التركيب الصخري للحجارة القاسية (غنايس، صخر رملي) واجهات مكونة من أغطية ناعمة (Periglacial، توضعات بحيرية، توضعات نهرية)
1	تحت عائلة Subfamily	الأشكال الأرضية Landforms	نموذج واضح وأساسي من الأشكال الجغرافية يتميز بتآلف مميز هندسياً وديناميكياً وتاريخياً (رصيف، تل، منحدر علوي، سهل)

الطرائق والأساليب:

أولاً- الخصائص المورفولوجية لحوض وادي قويق:

- **محيط الحوض المائي Basin Perimeter**: يرمز له (p)، رسم اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وهو خطّ تقسيم المياه (Water divide line)، الذي يشكّل الحدود الخارجيّة للأحواض المائيّة، ويفصل الحوض عن الأحواض الأخرى المجاورة له، ويرسم بدلالة قمم المرتفعات، فضلاً عن رؤوس منحنيات الارتفاع المتساوي، التي تمثل البروزات، ويتأثر محيط الحوض بشكل مباشر بتطورالمجاري المائيّة من الرتبة الأولى ونموها، وبعمليات الأسر النهري، ونشوء المجاري الموسميّة عقب كل عاصفة مطريّة، كما يتأثّر بتراجع المنحدرات التي تمثّل قممها وجروفها خطوط تقسيم مياه الأحواض، وكذلك بتوزيع الصدوع وامتدادها، مع العلم أن هناك صعوبة في تحديد خط تقسيم المياه في المناطق المنخفضة أو المستوية، وقد يتّخذ شكل نطاق عريض غير واضح المعالم في منطقة الحوض الأدنى لوادي قويق (سلوم، 2012).

- **مساحة الحوض المائي Basin Area**: لمساحة الحوض أهميّة كبيرة، وهي تشير إلى كميّة الأمطار التي يستحوذ عليها حوض التصريف، ومن ثم فهي تؤثّر بشكل مباشر في حجم التصريف المائي وكميّة الرسوبيات وحجمها؛ إذ توجد علاقة طردية بين المساحة وحوض الصرف بمائه وحمولته، ويؤثّر كبر مساحة

الحوض واستطالته في إعاقة المياه والحمولة النهريّة، وزيادة نسبة التبخّر، هذا فضلاً عن بعض المعادلات الرياضيّة المورفومترية الأخرى التي تعتمد في استخراجها على هذا المتغيّر.

- **طول الحوض المائي Basin Length:** حسب الطول على حسب معادلة (Dade, 2001)، وعلى حسب طريقة (Shumm, 1966) التي تعتمد على الخط الفاصل بين المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض، وكذلك استخرج الطول على حسب (Maxwell, 1960) الذي يحدد طول الحوض اعتماداً على رسم خط يوازي القناة الرئيسة من المصب إلى المنبع، وقد قورنت الأطوال في كل حالة، ويرتبط طول الحوض بمساحته على الرغم من قلّة دقتها بالنسبة للمساحات الكبيرة (سلوم، 2012)، ويمثّل طول الحوض أحد المتغيرات المورفومتريّة المهمّة التي ترتبط بالعديد من الخصائص الأخرى الخاصّة بحوض الصرف، ويستخرج طول الحوض من المعادلة الآتية:

$$L = \frac{A(km^2)}{Bw(km)}$$

حيث: L: أقصى طول للحوض (كم)، A: مساحة الحوض (كم^2)، Bw: عرض الحوض (كم).

- **عرض الحوض المائي Basin Width**: ويفيد هذا المتغيّر في تحديد شكل الحوض، الذي يؤثّر بدوره على حجم التصريف النهري، ومن ثم تحديد حجم أخطار السيول والفيضانات، وحسب بأخذ خطوط عرضية متوازية وعددها 132 خطاً عرضياً، فصلت بينها مسافات رأسية متساوية بين المنبع والمصب. ثم حسب متوسط طول هذه الخطوط للحصول على متوسط عرض الحوض، ويشتق أيضاً من المعادلة الآتية:

$$Bw = \frac{A(km^2)}{L(km)}$$

حيث: Bw: عرض الحوض (كم)، A: مساحة الحوض (كم^2)، L: أقصى طول للحوض (كم).

- معدل نسبة الطول إلى العرض Length Width Ratio:

$$Q = \frac{L}{BW}$$

حيث: L: أقصى طول للحوض (كم)، Bw: عرض الحوض (كم)

– **معامل الشكل Form Factor:** ويحسب بقسمة مساحة الحوض المائي (كم^2) على مربع أقصى طول للحوض المائي (كم)، وهو مؤشّر يعطي فكرةً عن مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض المختلفة اعتماداً على قيمته؛ فكلما قل معامل الشكل دلّ ذلك على عدم تناسقه وانتظامه، والعكس صحيح؛ حيث إن ارتفاع قيمته تدل على الشكل الدائري الذي له دور في سرعة تحويل مياه الأمطار إلى مياه سيول، وتحسب معادلة معامل شكل الحوض بحسب الصيغة الرياضيّة الآتية:

$$F = \frac{A(km^2)}{L^2(km)}$$

حيث: F: معامل الشكل للحوض، A: مساحة الحوض (كم^2)، L: أقصى طول للحوض (كم).

– استدارة الحوض Basin Circularity: وتحسب من قسمة مساحة الحوض على مساحة دائرة لها المحيط الحوضي نفسه، وكلما اقترب معامل الاستدارة من الواحد اقترب شكل الحوض من الدائرة، والعكس صحيح.

$$Rc = \frac{4\pi A}{P^2}$$

حيث: Rc: معامل استدارة الحوض، A: مساحة الحوض (كم^2)، p: محيط الحوض.

– استطالة الحوض Basin Elongation: وتحسب من قسمة قطر دائرة مساوية لمساحة الحوض بالكم^2 على أقصى طول للحوض، وكلّما ابتعد معامل الاستطالة عن الواحد الصحيح اقترب شكل الحوض من المستطيل، والعكس صحيح.

$$E = \frac{2[\frac{A}{\pi}]^{0.5}}{L}$$

حيث: E: معامل الاستطالة، A: مساحة الحوض (كم^2)، L: أقصى طول للحوض.

– نسبة التفلطح Lemniscate Ratio: ويتمّ حسابها وفقاً للمعادلة الآتية:

$$K = \frac{L^2}{4A}$$

حيث: K: نسبة التفلطح، A: مساحة الحوض (كم^2)، L: أقصى طول للحوض (كم).

– معامل التماسك للحوض Compactness Factor: ويستخرج من قسمة محيط

الحوض المائي (كم) على جذر محيط دائرة لها مساحة الحوض المائي نفسها، مضروبة في النسبة الثابتة، ثم مضروبة في (2) بحسب المعادلة الآتية:

$$C = \frac{P}{2\sqrt{M\pi}}$$

حيث: C: معامل التماسك، p: محيط الحوض، M: محيط دائرة لها مساحة الحوض نفسها.

ثانياً – الخصائص التضاريسية للحوض:

– الارتفاعات (Elevations): حسبت اعتماداً على (DEM)، ثم حسبت مساحة كل فئة من الفئات.

أ – الارتفاع الأقصى Maximum Elevation: يرمز له (Z Max) ويمثّل أعلى قيمة منسوب على خط تقسيم المياه، وحددت من الخرائط الطبوغرافيّة، وكذلك من بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية للحوض (DEM).

ب – الارتفاع الأدنى Minimum Elevation: ويرمز له (Z Min)، وهو أدنى منسوب على خط تقسيم المياه، وتمثّل نقطة المصب التي تم تحديدها من الخريطة الكنتورية المساعدة، وبيانات نموذج الارتفاعات الرقمية للحوض (DEM).

– نقطة المنبع Fountainhead ونقطة المصب Estuary: تمثّل نقطة المصب أدنى نقطة على خط تقسيم المياه، وقد حددت سابقاً، أما نقطة المنبع فلا تتطابق مع نقطة أقصى ارتفاع على خط تقسيم المياه.

– المسافة الأفقية Horizontal Equivalent: ويرمز لها (Air)، وتقاس بالمتر، وقيست في نظام المعلومات الجغرافية باستخدام أداة Measure، وهي المسافة المستقيمة التي تفصل بين نقطتين تمثلان أقصى ارتفاع وأدنى ارتفاع، على خط تقسيم المياه في الحوض، أو هي المسافة المستقيمة التي تصل بين نقطة المنبع ونقطة المصب، وتحسب برسم خط مستقيم يصل بين أقصى نقطة وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه، أو رسم خط بين نقطة المنبع ونقطة المصب من خلال الطبقة الخطيّة التي تمثّل طول الحوض المائي.

– انحدار الحوض Slope: عرف (مصطفى، 1981) الانحدار بأنه سطح من الأرض ينحدر عن المستوى الأفقي لسطح الأرض بدرجة لا تزيد على تسعين درجة، وبمفهوم نظم المعلومات الجغرافيّة فإنّ الانحدار هو التغيّر في الارتفاع بين

كل خليّة والخليّة المجاورة لها، ويمكن أن تمثّل الانحدارات في برنامج نظم المعلومات الجغرافيّة بطريقة الدرجات أو النسب المئويّة. أجري تحليل الانحدار (Slope) بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي على الطبقة المساحيّة التي تضم نّموذج الارتفاعات الرقمية.

– مساحة الانحدار Slope Area: ويقصد بها حساب مساحة فئات درجة الانحدار من مجموع المساحة الكليّة للحوض؛ وذلك لمعرفة ما تمثّله مساحة كل فئة من فئات الانحدار بالنسبة لمساحة الانحدار الكلي للحوض، وذلك بإعادة تصنيف خريطة الانحدارات.

– اتجاه الانحدار للحوض Aspect: أجري تحليل اتجاه الانحدار (Aspect) بالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاعات الرقميّة على الطبقة المساحيّة التي تضمّ نموذج الارتفاعات الرقميّة.

– الانحنـاء (Curvature): ويتضمن تصنيف المظهر الجانبي للانحناء (Profile Curvature) وتصنيف الانحناء بالعلاقة مع الاتجاه (Plan Curvature).

عرّف (Evans, 1980) المظهر الجانبي للانحناء بأنه معدّل التغيّر مع الاتجاه؛ حيث يدل على أنّ المواد المتدفقة سوف تتسارع أو تتباطأ عندما تمرّ فوق نقطة معينة على المنحدر (Schmidt, 2003)، في حين عرّف (Evans, 1980) الانحناء بالعلاقة مع الاتجاه بأنه معدّل التغيّر مع الانحدار الذي يدلّ على أنّ المواد المتدفّقة سوف تتجمّع أو تتفرّق عند تحرّكها فوق نقطة معينة على المنحدر (Mooreet al., 1993).

يصف المظهر الجانبي للانحناء المنحدر بالاتجاه نحو الأسفل، ويدلّ على معدّل تغير نسبة الانحدار وله تأثير في سرعة جريان الماء وعمليات الانجراف والتراكم، في حين يصف الانحناء بالعلاقة مع الاتجاه شكل المنحدر في الاتجاه العمودي على المنحدر، ويدلّ على معدّل التغيّر في نسبة الانحدار وله تأثير على مستوى نسبة الرطوبة في التربة.

يصنف المظهر الجانبي للانحناء والانحناء بالعلاقة مع الاتجاه إلى محدّب (Convex) ومقعّر (Concave)؛ حيث إن الشكل المحدّب سببه تباعد خطوط الارتفاعات المتساوية عند القمّة وتقاربها في أسفل المنحدر والعكس يكون في الشكل المقعّر، وعند تصنيف المظهر الجانبي للانحناء فإن القيم تكون إيجابية عندما يكون الانحناء مقعّراً (المياه والمواد تتباطأ عند هذه النقطة) وقيماً سالبة

عندما يكون الانحناء محدّباً (المياه والمواد تتسارع)، وتدل القيمة صفر على أنّ المنطقة سهليّة وعند تصنيف الانحناء بالعلاقة مع الاتجاه تعبر القيم الإيجابية عن انحناء محدّب (المياه والمواد تتباعد)، والقيم السالبةعن الانحناء المقعّر (المياه والمواد تتجمع)، والقيمة صفر تدلّ على أنّ المنطقة سهليّة.

– دراسة مؤشر التموضع الطبوغرافي (Topographic Position Index): ويرمز لها اختصاراً بـ (TPI)، ويحسب هذا المؤشر بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وباستخدام الأداة (ArcToolboxAnalysis).

والجدير بالذكر أنه يمكن إنتاج خرائط أشكال الأرض باستخدام الأداة (Relief Analysis) التي يمكن من خلالها إنشاء خريطة التضاريس بثلاث طرق، الأولى ينتج فيها خريطة لعشر وحدات تضاريسية، والثانية لخمس وحدات، والثالثة لست وحدات، ويمكن أيضاً استخدام الأداة (Land Facet Corridor Designer Tools) لإنتاج خريطة أشكال الأراضي لثلاث أو أربع أو ست، وحدات تضاريسيّة.

– التضاريس القصوى للحوض المائي Maximum Basin Relief: وتبرز أهمية تضرّس الحوض باعتباره عنصراً مهماً، له انعكاس على زيادة فعاليّة ونشاط عمليات التعرية، وأثرها في تشكيل سطح الأرض داخل حدود الحوض، كما يعدّ انعكاساً لأثر الصخور وخصائصها البنيوية، ويتمّ حسابه من خلال الفرق بين أعلى نقطة على خط تقسيم المياه وأدنى نقطة بحسب الصيغة الرياضية الآتية:

$$H = H_{max}(m) - h_{min}(m)$$

حيث: $H_{max}(m)$ الارتفاع الأقصى للحوض المائي (متر)، $h_{\{min}(m)$ الارتفاع الأدنى للحوض المائي (متر).

– نسبة التضرّس للحوض المائي Relief Ratio: ، وتحسب من قانون (Schumm, 1963).

$$R_h = \frac{H(m)}{L(km)}$$

حيث: R_h: نسبة التضرّس، H: فارق الارتفاع بين أقصى نقطة وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه (م)، L: أقصى طول للحوض المائي (كم).

– معامل التضرّس للحوض المائي Relief index: ويحسب من خلال قسمة

مساحة الحوض (كم^2) على أقصى طول الحوض بالكم، وذلك بحسب صياغة المعادلة الآتية:

$$R_i = \frac{A\ (km^2)}{L\ (km)}$$

حيث: R_i: معامل التضرّس للحوض المائي، A: مساحة الحوض (كم^2)، L: أقصى طول للحوض المائي (كم).

– التضاريس النسبيّة للحوض المائي Relative Relief: تمثل فارق الارتفاع بين أقصى نقطة وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه مقسوماً على محيط الحوض المائي(كم) وفقاً للمعادلة الآتية:

$$R_{hp} = \frac{H}{P}$$

حيث: R_{hp}: التضاريس النسبيّة للحوض المائي، H: التضاريس القصوى للحوض المائي (م)، P: محيط الحوض المائي(كم).

– قيمة وعورة التضاريس للحوض المائي Ruggedness Value: وتحسب من المعادلة الآتية:

$$N_R = H\ Dd/1000$$

حيث: (N_R): قيمة وعورة التضاريس للحوض، H: التضاريس القصوى للحوض المائي (م)، Dd: كثافة المجاري المائيّة (كم/كم^2).

– الرقم الجيومتري للحوض المائي Geometry Number: ويحسب من قيمة التضاريس القصوى التي تمثّل فارق الارتفاع بين أقصى نقطة وأدنى نقطة، على خط تقسيم المياه مضروباً بكثافة المجاري المائيّة للحوض مقسومة على ظل زاوية الانحدار للحوض المائي، وذلك وفقاً للمعادلة الرياضية الآتية:

$$G_n = \frac{H\ Dd}{S_g}$$

حيث: G_n: الرقم الجيومتري للحوض المائي، H: التضاريس القصوى للحوض المائي (م)، Dd: كثافة المجاري المائية (كم/كم^2)، tan S: ظل زاوية انحدارالحوض المائي.

– النسيج الحوضي Basin Structure: يمثل هذا المعامل معياراً لمعرفة مدى تضرّس سطح الأرض، ومدى تقطّعها ومؤشّراً لمدى كثافة الصرف فيها. فكلّما زاد اقتراب الأودية بعضها من بعض، وتزاحمت خطوط شبكة الصرف بأعداد الأودية

دون الأخذ في الحسبان أطوالها دلّ ذلك على شدة تقطّعها، ومدى حجم معدلات الحت فيها. وعلى وفق ما جاء به (Strahler, 1952) يستخرج النسيج الحوضي باستخدام المعادلة الآتية:

$$S = \frac{N_u}{P}$$

حيث: N_u: أعداد أودية الحوض، P: محيط الحوض (كم).

النتائج ومناقشتها:

أولاً- الخصائص المورفولوجية لحوض وادي قويق:

- محيط الحوض المائي Basin Perimeter: وقد بلغ محيط الحوض نحو 900 كم.

- مساحة الحوض المائي Basin Area: بلغت المساحة 5831 كم^2، منها 4930 كم^2 ضمن الأراضي السورية، و 901 كم^2 ضمن الأراضي التركيّة، وذلك بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي.

- طول الحوض المائي Basin Length: يستطيل حوض قويق من الشمال إلى الجنوب، ويزيد طوله على عرضه بنحو ثلاث مرات ونصف المرة، وطوله هذا يؤثر في زيادة معدل التبخر باتجاه المصب (السيحة)، وفي ضياع قسم من مياهه بالتسرّب، وخاصة أن أراضي الحوض - في معظمها - قليلة الانحدار، وقد أثر الطول أيضاً في زيادة زمن التركيز وبتطبيق معادلة استخراج الطول السابقة كان طول الحوض مساوياً 145 كم.

وقد أعطت علاقة (Dade, 2001) لحساب أطوال الأحواض خطأً كبيراً عند تطبيقها؛ حيث بلغ طول الحوض L = 231 كم بنسبة خطأ نحو +65%، وعلى حسب طريقة (Schumm, 1977) بلغ الطول L = 120 كم. أما حسب (Maxwel, 1960) فبلغ طول الحوض تقريباً L = 168 كم، علماً أن طول الحوض - اعتماداً على أخذ المتوسط بين طريقة (Schumm, 1977) و(Maxwell, 1960) - بلغ 144 كم، وهو قريب جداً من الطول الذي حسب اعتماداً على المعادلة السابقة.

- عرض الحوض المائي Basin Width: وقد بلغ متوسط عرض الحوض Bw = 41 كم. علماً أن أقصى عرض للحوض بلغ 63 كم، ومن ثم هو حوض عريض

جداً، وعرضه هذا كان يجب أن يعطيه شكلاً مائلاً للاستدارة، ولكن زيادة طوله بثلاث مرات ونصف المرة عن عرضه جعلته يبتعد عن الشكل الدائري. كما بلغت نسبة طول الحوض إلى عرضه (Length Width Ratio) 3.5، وتشير إلى أن الطول يعادل ثلاثة أضعاف ونصف الضعف من العرض، وهذا يدل على استطالة الحوض ومن ثم زيادة زمن التركيز.

– معامل الشكل Form Factor: كانت قيمة F =0.2، وتدل هذه القيمة المنخفضة على صغر مساحة الحوض بالنسبة لطوله، ويدل على استطالة الحوض وهذا ما نلاحظه من الشكل العام لحوض وادي قويق الذي يستطيل بشكل عام من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، الذي بدوره لايساعد على وصول مياه الجريان السطحي ومياه السيول بسرعة إلى مصب الحوض، ومن ثم يعطي ذلك فرصة أكبر لزيادة كميّة التبخر والتسرب لهذه المياه في الحوض.

– استدارة الحوض Basin Circularity: بلغ معامل الاستدارة RC=0.14؛ وذلك للتعرّج الشديد لمحيط الحوض المرسوم اعتماداً على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، ويدلّ هذا الرقم على أن شكل الحوض متطاول وبعيد عن الاستدارة وغير منتظم الأجزاء مع تعرج في خط تقسيم المياه.

– استطالة الحوض Basin Elongation: وقد بلغ معامل الاستطالة E= 0.5.

– نسبة التفلطح Lemniscate Ratio: بلغت قيمة نسبة التفلطح K = 0.88، وتدل القيمة المنخفضة على تفلطح الحوض، وزيادة أعداد مجاريه الأوليّة وأطوالها، ومن ثم نشاط عمليات الحت التراجعي، وهذا يعني أن الحوض قد قطع شوطاً طويلاً من دورته الحتيّة.

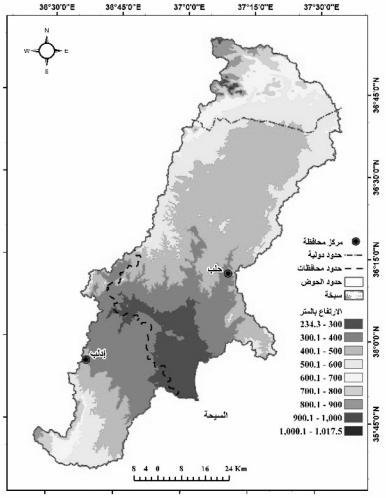
– معامل التماسك للحوض Compactness Factor: وبلغ معامل التماسك C= 12.4.

ثانياً – الخصائص التضاريسية للحوض:

– الارتفاعات (Elevations): تبين أن غالبية أراضي الحوض (57%) تقع بين ارتفاع 400 م – 600 م، على نحو ما هي في جدول (2) وشكل (2):

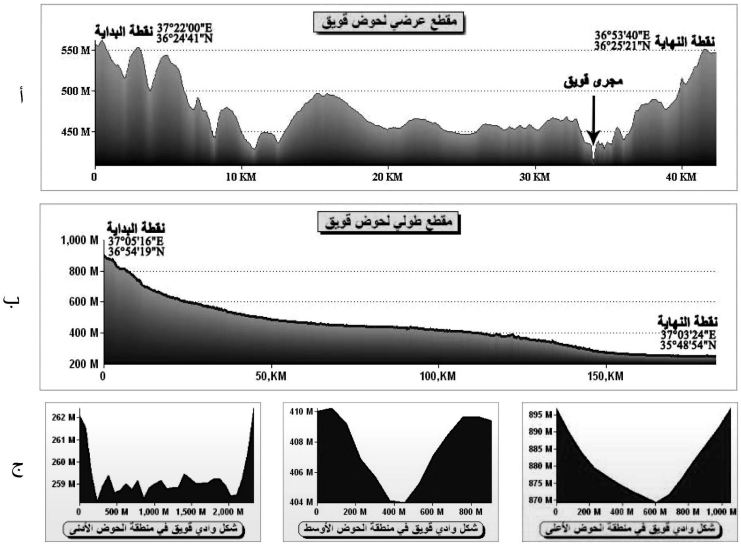
جدول (2)
تصنيف فئات انحدارات الحوض ومساحاتها

الارتفاع (م)	المساحة	
	كم^2	%
300 - 245	499.3	8.6
400 - 300.1	1234.1	21.2
500 - 400.1	2103.4	36.1
600 - 500.1	1222.0	21.0
700 - 600.1	418.2	7.2
800 - 700.1	223.5	3.8
900 - 800.1	111.7	1.9
1000 - 900.1	18.2	0.3
1017.5 - 1000.1	0.4	0.0



شكل (2): خريطة الارتفاعات لحوض وادي قويق (شمال غرب سورية)

تتميز منطقة الحوض الأعلى بوجود سهل فيضي ضيق، ويوضح شكل 3 (أ، ب، ج) مقطعاً عرضياً وطولياً للوادي، تتخذه مناطق الحوض المختلفة، ويكون مقطع الوادي العرضي بشكل (V) في منطقة الحوض الأعلى، في حين كان شكل الوادي في منطقة الحوض الأوسط بشكل حرف (U)، أما منطقة المصب فكان شكل الوادي صندوقاً عريضاً مشوشاً في قاعه (شكل 3).



شكل 3: (أ، ب، ج) مقطع عرضي (أ) وطولي (ب) لوادي قويق والأشكال التي تتخذها مناطق الحوض المختلفة (ج)

أ- الارتفاع الأقصى Maximum Elevation: سجلت أعلى نقطة لخط تقسيم المياه 920م، وذلك من خلال جدول طبقة نموذج الارتفاعات الرقميّة للحوض (DEM).

ب – الارتفاع الأدنى Minimum Elevation: سجلت أدنى نقطة لخط تقسيم المياه245 م، وذلك من خلال جدول طبقة نموذج الارتفاع الرقمي للحوض (DEM) وخريطة بردة الطبوغرافيّة مقياس (1:50000).

– نقطة المنبع Fountainhead ونقطة المصب Estuary: بلغ ارتفاع نقطة المنبع 901 متر، وتكون قيمتها أقل من نقطة الارتفاع الأقصى، في حين تمثل نقطة

المصب الارتفاع الأدنى للحوض (245). ويوضح جدول (3) إحداثيات نقطتي المنبع والمصب.

جدول (3)
إحداثيات نقطتي المنبع والمصب

النقطة	درجة الطول	درجة العرض
نقطة المنبع Fountainhead	37º5'16"E	36º54'21"N
نقطة المصب Estuary	37º3'25"E	35º48'55"N

– المسافة الأفقية Horizontal Equivalent: وقد بلغت 119 km.

– انحدار الحوض Slope: حسب ظل زاوية الانحدار وكانت 0.0057، وكانت زاوية الانحدار 0.32، وهي قيم صغيرة جداً، بينما كانت نسبة الانحدار 176؛ أي أنّ كل 1م ارتفاع يقابله مسافة أفقية 176م، وكان معدل الانحدار 57.0% ؛ بمعنى أنّ كل 100م مسافة أفقية يقابلها 0.57م فرق ارتفاع، ويوضح جدول (4) تصنيف انحدارات الحوض بحسب تصنيف زينك.

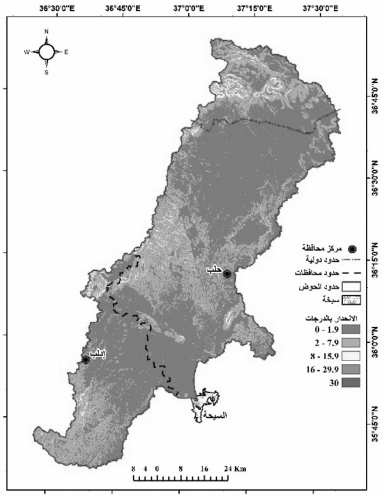
جدول (4)
تصنيف انحدارات الحوض بحسب منهجية زينك

الانحدار (درجة)	المساحة		الشكل	التصنيف
	كم^2	%		
1.9 - 0	3760.5	64.5	مسطح	سهل، وادي
7.9 - 2	1919.2	32.9	تموج خفيف	سهول تحاتية نهرية عليا، سفوح، أقدام جبال
15.9 - 8	140.1	2.4	متموج	تلال منخفضة
29.9 - 16	10.3	0.2	مقطعة، مجزأة	تلال مرتفعة
30 ⩽	–	–	–	–

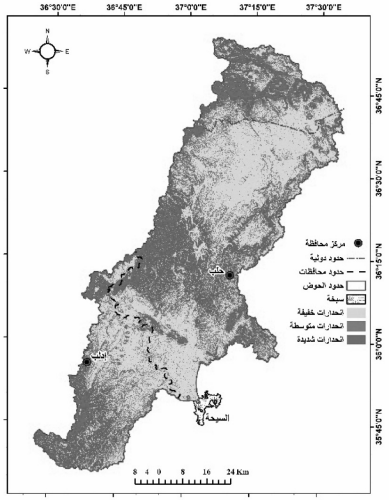
تتيح منهجية (Zinck, 1988) تصنيف التضاريس بحسب درجة الانحدار، ويظهر من جدول (3) وشكل (4) أربع وحدات تضاريسية وغالبية أراضي الحوض

سهلية، كما يمكن تصنيف أراضي الحوض إلى انحدارات خفيفة، وانحدارات متوسطة، وانحدارات شديدة باستخدام الأداة (Relief Analysis) شكل (5).

– مساحة الانحدار Slope Area: وقد تبين من جدول (4) أنّ غالبية أراضي الحوض سهلية بنسبة 64.5% من أراضي الحوض، كما أنّ استخدام الأداة المجانيّة (Toolbox → Relief Analysis → + Classification) أظهر أيضاً أنّ غالبية أراضي الحوض ذات انحدارات خفيفة بنسبة 48% من أراضي الحوض، والانحدارات المتوسطة بنسبة 28%، والانحدارات الشديدة 24%، كما يبين شكل (5)، وبمقارنة الخريطتين في الشكلين (4) و(5) يتبين أنّ الأراضي السهلية – بحسب (Zinck, 1988) – تقابل الأراضي ذات الانحدارات الخفيفة بحسب (HP Classification +).



شكل (4): خريطة الانحدار بحسب (Zinck, 1988) في منطقة الدراسة.

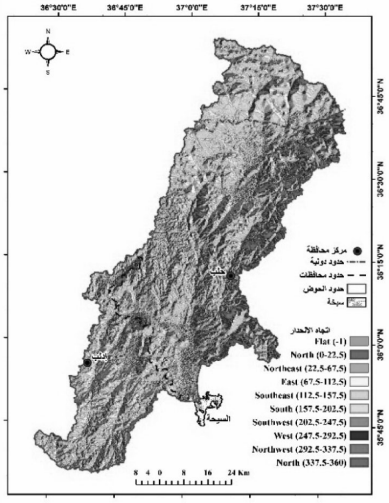


شكل (5): خريطة الانحدار بحسب HP Classification في منطقة الدراسة.

– اتجاه الانحدار للحوض Aspect: وقد تم حساب اتجاه الانحدار من خلال نموذج الارتفاع الرقمي. ويوضح جدول (5) تصنيف انحدارات الحوض بحسب منهجية زينك، كما يوضح شكل (6) اتجاه الانحدار في حوض وادي قويق.

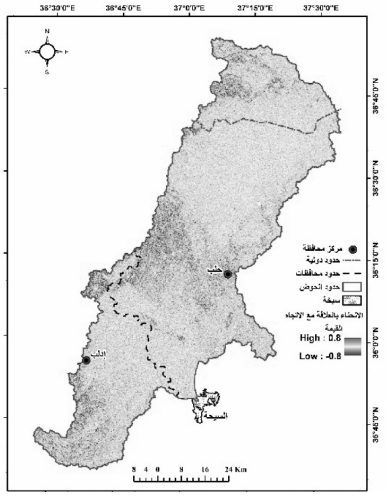
جدول (5)
تصنيف اتجاهات الانحدار الحوض بحسب منهجية زينك

المساحة		الاتجاه	زاوية اتجاه الانحدار بالدرجات
%	كم^2		
0.0	0.1	Flat	No Slope
4.8	281.5	North	22.5 - 0
11.6	673.4	Northeast	45 - 22.5
14.3	831.7	East	135 - 45
15.5	901.3	Southeast	180 - 135
15.2	885.8	South	225 - 180
13.0	758.3	Southwest	270 - 225
11.4	666.9	West	315 - 270
9.8	569.3	Northwest	337.5 - 315.5
4.5	261.1	North	360 - 337.5

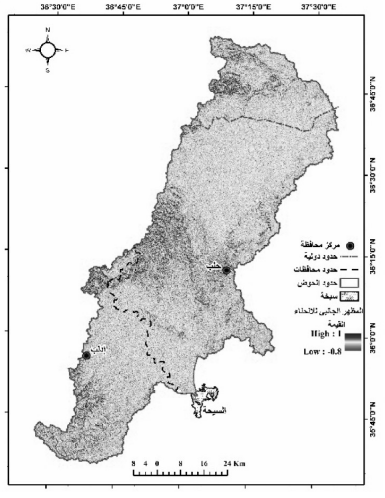


شكل (6): خريطة اتجاه الانحدار في منطقة الدراسة

– الانحناء (Curvature): صنف المظهر الجانبي للانحناء (Profile Curvature) والانحناء بالعلاقة مع الاتجاه (Plan Curvature) إلى محدّب (Convex) ومقعر (Concave) على التوالي، على النحو الموضح في الشكلين (7) و (8).



شكل (7): خريطة المظهر الجانبي للانحناء لمنطقة الدراسة

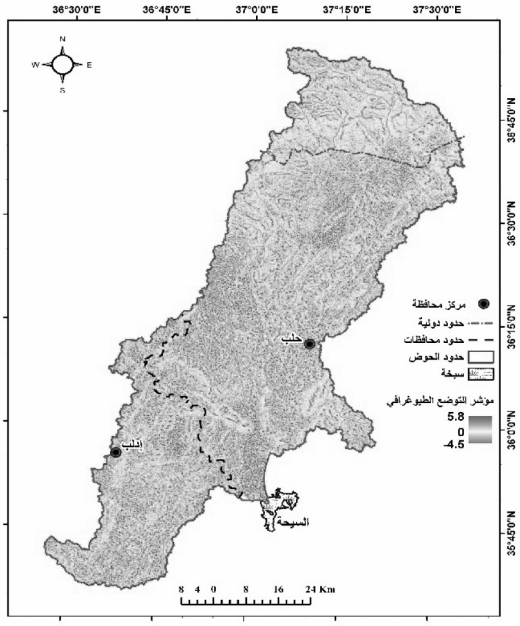


شكل (8): خريطة الانحناء بالعلاقة مع الاتجاه لمنطقة الدراسة

– دراسة مؤشر التموضع الطبوغرافي (Topographic Position Index): تشير القيمة صفر لمؤشر التموضع الطبوغرافي إلى أراض سهلية أو أراضي أواسط المنحدرات، والقيم الموجبة إلى قمة المنحدر، في حين أنّ القيم السالبة تشير إلى الأودية والمسيلات. شكل (9).

– التضاريس القصوى للحوض المائي Maximum Basin Relief: بلغت قيمة التضاريس القصوى $H = 675m$.

– نسبة التضرّس للحوض المائي Relief Ratio: بلغت قيمة نسبة التضرّس R_h = 4.7 م/كم، وتشير هذه القيمة المتدنيّة إلى نشاط عمليات الحتّ والتراجع نحو المنابع، وهذا بدوره يدل على تقدم الحوض في دورته الحتيّة ووصوله إلى مرحلة الهرم.



شكل (9): خريطة قيم مؤشر التموضع الطبوغرافي لمنطقة الدراسة

– معامل التضرّس للحوض المائي Relief index: بلغت قيمة معامل نسبة التضرّس 40.5.

– التضاريس النسبيّة للحوض المائي Relative Relief: بلغت قيمة التضاريس النسبية للحوض 0.09.

– قيمة وعورة التضاريس للحوض المائي Ruggedness Value: بلغت قيمة وعورة التضاريس للحوض المائي 1.9.

– الرقم الجيومتري للحوض المائي Geometry Number: بلغت قيمة الرقم الجيومتري 0.4.

– النسيج الحوضي Basin Structure: كانت قيمة النسيج الحوضي 36.1 مجرى بالكم، وهو ذو نسيج ناعم.

الاستنتاجات والمقترحات:

1 – لم تدرس الخصائص التضاريسية لحوض وادي قويق بشكل منفصل؛

حيث كان يدمج دائماً مع حوض وادي الذهب، الذي يحده من الشرق ليشكلا معاً حوض حلب الذي يعتبر – بحسب تقسيمات وزارة الري للأحواض المائية في سورية – الجزء الغربي من حوض حلب والفرات.

2 – يتيح استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) إمكانية تحديد حدود الأحواض النهرية واستنباط الأشكال التضاريسية بسهولة وسرعة، وبخاصة في المناطق المضرسة التي يكون فيها خط تقسيم المياه واضحاً.

3 – تتميز منهجية (Zinck, 1988) بتوافقها مع نظام المعلومات الجغرافي (GIS) وبإمكانية تحديد الوحدات التضاريسية بحسب قيم الانحدار لسطح الأرض.

4 – أظهرت الدراسة أنّ التضاريس السهلية هي المسيطرة على أراضي الحوض تليها السفوح ثم التلال.

5 – تبين من خلال المؤشرات المستخدمة في حساب الخصائص التضاريسية أنّ الحوض قد قطع شوطاً كبيراً في دورته الجيومورفولوجية، ووصل إلى مرحلة الهرم.

6 – من الضروري العمل على تحديث الخريطة الجيومورفولوجية لسورية، وإنجاز دراسات تضاريسية لحوض قويق على خرائط ذات مقاييس كبيرة، والتوسّع في مجال دراسة الخصائص الشكلية والتضاريسية باستخدام الطرائق الآليّة التي توفر في التكاليف وتختصر الزمن.

7 – تطبيق منهجية (Zinck, 1988) على أحواض أخرى وباستخدام معطيات توابع صنعية مختلفة ومقارنة النتائج وتحديد نوع المستشعر المناسب الذي يجب استخدام بياناته وفقاً لمنهجية (Zinck, 1988).

8 – العمل على إنجاز مشروع إدارة متكاملة لموارد حوض وادي قويق.

المراجع :

أحمد مصطفى. (1981). **الخرائط الكنتورية: تفسيرها وقطاعاتها**. (ط2)، جمهورية مصر العربية، جامعة الإسكندرية: دار المعرفة الجامعية.

عادل عبد السلام. (1990). **علم أشكال الأرض**. الجمهورية العربية السورية، جامعة دمشق.

غزوان سلوم. (2012). حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية). **مجلة جامعة دمشق**، 28(1)، 373–405.

Dade, W.B. (2001). Multiple scale in river basin morphology. *American Journal*. Soc. Vol 301, 60-73.

Evans, I.S. (1980). An integrated system of terrain analysis and slope mapping. *Zeitschrift für Geomorphologie*. 36, 274 - 295.

FAO - SWALIM. (2007). *Field survey manual, project Report NO L - 01*. Nairobi, Kenya.

Jenness, J. (2013). *Dem surface tools*. Jenness Enterprises. Manual.

Jenny, H. (1941). *Factors of soil formation*. NewYork: McGraw-Hill.

Moore, I.D., Gessler, P. E., Nielsen, G.A., & Peterson, G.A. (1993). Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 57(2). 443 - 452.

Maxwell, J.C. (1960). Quantitative geomorphology of the San Dimas experimental forest, California ; Office of Naval Research, Geography Branch, Project NR 389-042: Technical Report 19, Columbia University.

Schumm, S. A. (1977). *The fluvial system*. John Wiley & sons. United states of America.

Schumm, S. A. (1963). Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains; *Gological Society of America Bulleiin*, 74, 1089-1100.

Schmidt, J. Evans, I.S., & Brinkmann, J. (2003). Comparison of polynomial models for land surface curvature calculation. *International Journal of Geographical Information Science*, 17(8), 797 - 814.

Strahler, A. N. (1952). Dynamic basis of geomorphology. *Gological Society of America Bulleiin*, vol 63,923-938.

Zinck, J. A. (1988). *Physiogrphy and soil*. ITC Lecture Notes, Sol.4.1, Enschede, Netherland. 150 p.

قدم في: ديسمبر 2015

أجيز في: يوليو 2016