
Digital Modeling of Geomorpho-Tectonic Indicators in Valley Al-Ratka Basin via Using Remote Sensing and Geographic Information Systems.

Researcher: Awrad Imad Shehab
University of Anbar, College of Education for Human Sciences,
Department of Geography.

Awr20h5003@uoanbar.edu.iq

Prof. Ahmed Falih Fayyad (Ph.D.)

ahmed.flaih@uoanbar.edu.iq

University of Anbar, College of Education for Human Sciences,
Department of Geography.

DOI: <https://doi.org/10.31973/aj.v1i148.4135>

Abstract

Through the application of geomorphic-tectonic indicators, which are closely related to the shape of the river network and its measurements, it was found that the region has a high and medium tectonic index, meaning that the region suffers from tectonic changes that have a sudden impact on the landforms, and it also shows the relationships between the building processes with their corresponding forms. The earth's surface. It is worth noting that geomatic technologies have achieved application on data within its inputs (DEM - Raster Image Satellite), and within digital analysis software and building a geographical database, which reflects the possibility of planning for environmental sustainability in the region, The indicators differ from one place to another within its geographical location. The study dealt with a quantitative analysis of the secondary basins of the study area using equations of geomorphological indicators of the valleys, indicating the presence of tectonic activity . As the river network was extracted through the Digital Elevation Model (DEM) and the region was divided into (6) secondary basins, and then the equations of geomorphological indicators were applied, the collection of these indicators, and the design of a model showing the degrees of tectonic activity for each basin in the region. The study concluded that the region has high and medium tectonic activity.

Keywords: The estate basin, Geomorpho-tectonic indicators, Digital modeling.

النمذجة الرقمية للمؤشرات الجيومورفوتكتونية في حوض وادي الرتكة باستعمال التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية

الباحثة اوراد عماد شهاب
جامعة الانبار/ كلية التربية للعلوم
الانسانية/قسم الجغرافية

أ.د. احمد فليح فياض
جامعة الانبار/ كلية التربية للعلوم
الانسانية /قسم الجغرافية

(مُلخَصُ البَحْث)

من خلال تطبيق المؤشرات الجيومورفوتكتونية والتي لها ارتباط بشكل كبير بهيئة الشبكة النهرية وقياساتها، تبين أن المنطقة ذات مؤشر تكتوني عالي ومتوسط اي ان المنطقة تعاني من تغيرات تكتونية لها تأثير على الأشكال الأرضية بشكل مفاجئ، كما أنها تبين العلاقات بين العمليات البنائية مع ما يوافقها من أشكال سطح الأرض. ومن الجدير بالذكر أن تقنيات الجيوماتكس حققت التطبيق على البيانات ضمن مدخلاتها (- DEM Raster Image Satellite، وضمن برمجيات التحليلات الرقمية وبناء قاعدة بيانات جغرافية مما يعكس امكانية التخطيط لأجل الاستدامة البيئية في المنطقة، وتختلف المؤشرات من مكان إلى آخر ضمن موقعها الجغرافي. تناولت الدراسة تحليل كمي للأحواض الثانوية لمنطقة الدراسة باستعمال معادلات المؤشرات الجيومورفولوجية للأودية والتي تدل أو تؤشر على وجود نشاط تكتوني، إذ تم استخراج الشبكة النهرية من خلال أنموذج للارتفاعات الرقمية (DEM) وتقسيم المنطقة على (٦) احواض ثانوية ومن ثم تطبيق معادلات المؤشرات الجيومورفولوجية وتجميع هذه المؤشرات وتصميم نموذج يوضح درجات النشاط التكتوني لكل حوض بالمنطقة وتوصلت الدراسة إلى أن المنطقة ذات نشاط تكتوني عالي ومتوسط.

الكلمات المفتاحية: حوض الرتكة، المؤشرات الجيومورفوتكتونية، النمذجة الرقمية.

المقدمة

تقوم الجيومور وتكتونية على تطبيق الطرق الكمية الحديثة اذ انها تعتمد على تطبيق المؤشرات التي من خلالها يتم تحديد درجات النشاط التكتوني، إذ يتم من خلالها بيان وتوضيح دور التشوهات البنيوية في تكوين الوحدات الأرضية في دلالة منها على حدوث النشاط التكتوني ضمن منطقة الدراسة، ونظراً لكون قياس المؤشرات ميدانياً يحتاج وقتاً وجهد تم الاعتماد على هذه الدراسات في الأونة الأخيرة باستعمال نظم المعلومات الجغرافية (Gis) والاستشعار عن بعد (RS)، الذي ساهم في معالجة البيانات الرقمية والوصول إلى نتائج دقيقة .

مشكلة البحث

هل هناك نشاط تكتوني بالمنطقة يؤثر في جيومورفولوجية وهيدرولوجية المنطقة، ما الوسائل لقياس هذا النشاط وآثاره، وما هي انعكاساته على اختلاف المظهر الأرضي.

فرضية البحث

ان لوقوع المنطقة ضمن الصفيحة العربية النوبية جعلها ذات نشاط تكتوني معتدل لارتباط الخصائص المورفومترية بدلالات تكتونية كانت السبب في رسم ملامح الشكل الأرضي الحالي.

هدف البحث

تهدف الدراسة إلى تحديد قيمة المؤشرات الجيومور وتكتونية بالحوض وأحواض الثانوية وعلاقتها بهيئة الشبكة النهرية و مورفولوجيتها.

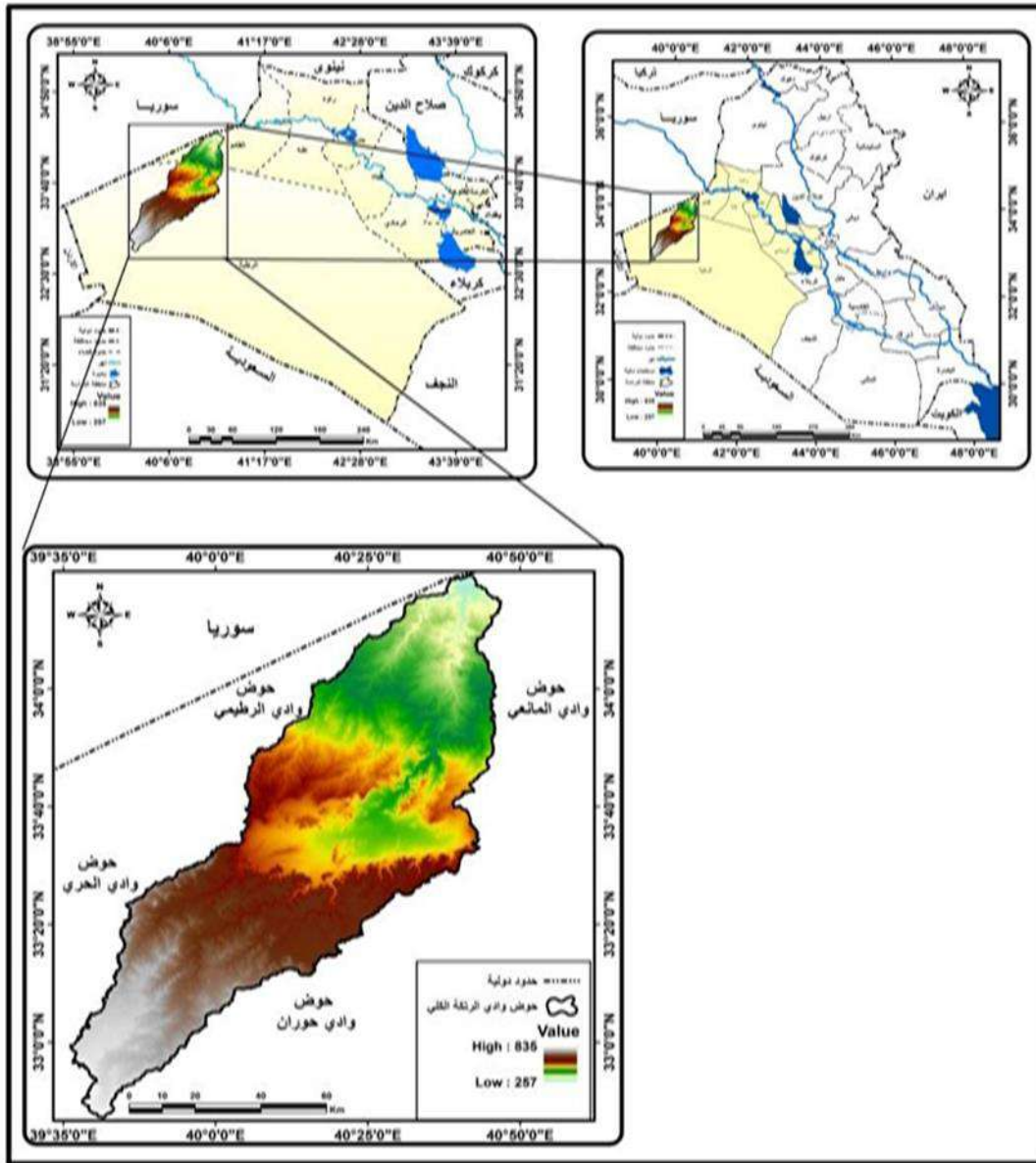
منهجية البحث

اعتمدت الدراسة على المنهج الكمي الذي يقوم على إجراء التحليل الكمي باستعمال البيانات الرقمية واستخدام المؤشرات لهذا الغرض.

موقع منطقة الدراسة

يقع الحوض في الجزء الغربي من العراق، وتحديدًا في محافظة الأنبار، كما في الخريطة (1) يشكل الحوض وحدة طبيعية بمساحة (7134) كيلومتر مربع، وعليه تتحصر المنطقة بين دائرتي عرض (١° ٣٢' ٥٥" - ٣٨° ٣٤' ١٧") شمالاً، وقوسي طول (١٨° ٣٦' ٣٩" - ٤٤° ٤٦' ٤٠") شرقاً.

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من العراق ومحافظه الأنبار



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على وزارة الموارد المائية، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الادارية، مقياس 1: ١,٠٠٠,٠٠٠، بغداد، ٢٠٠٠ وباستخدام برنامج (Arc GIS10.8) لابد من التطرق الى الخصائص الطبيعية في حوض وادي الرتبة لأجل التعرف على الإمكانيات المتوفرة بالمنطقة وهي كالآتي:

١- جيولوجية المنطقة:

أولاً: تعد منطقة الدراسة جزءاً من الصفحة العربية النوبية داخل العراق ويعد العراق جزءاً من الصفحة العربية التي تشكلت أثناء حقبة الوسيط والحديث والتي تمتد حتى نطاق زاكروس - وطوروس الذي يمثل الحد الفاصل بين كتلة إيران والأناضول (ناصر، ٢٠٠١) و بالاعتماد على تقسيم بودي الثنائي تقع منطقة الدراسة ضمن الرصيف المستقر تحديداً ضمن (حزام عنه البعاج، حزام عكاشات كبيسة، حزام الرطبة)

ثانياً: المكاشف الصخرية: تظهر في منطقة الدراسة مجموعة من التكوينات الجيولوجية إذ تمثل عمودها الطباقى ب(20) تكويناً سيتم تناولها بحسب العمر الجيولوجي من الأقدم إلى الأحدث ، الذي يبدأ من العصر البرمي إلى الزمن الرباعي، ومن أهمها كما في خريطة (٢):

تكوينات الزمن الجيولوجي الأول: يتواجد منها في المنطقة تكوين الكعرة فقط:

١- تكوين الكعرة (البرمي المبكر - المتأخر): يعد من التكوينات المهمة من الناحية الهيدرولوجية نظراً لسمكه الكبير وامتداده الواسع واحتواء صخره الرملية على المسامات والفراغات، فضلاً عن وقوعه تحت منسوب الماء الجوفي للمنطقة وهذا ما جعل منه مكن جوفي مهم، يشكل مساحة تقدر بـ 138 كيلو متر مربع بنسبة 1.92 % من مساحة منطقة الدراسة.

٢- تكوينات الزمن الجيولوجي الثاني: ويندرج ضمنه التكوينات الآتية:

أ. تكوين ملصي (الترياسي الأعلى): يحتوي هذا التكوين على جزأين، الجزء الأسفل يتكون بشكل رئيسي من حجر الجير وغالباً ما يتحول إلى الدولوميت وفيه شيء من المارل ذو اللون الأصفر والحجر الجيري المارلي ، أما الجزء الأعلى فيتميز بوجود الحجر الرملي الدلو مايتي والكلس مع طبقات من الدولوميت تبلغ المساحة المنكشفة للتكوين (453 كيلومتر مربع ويشكل نسبة (6.36%) من مساحة المنطقة

ب. تكوين زور حوران (الترياسي الأعلى): يتوافق هذا التكوين مع تكوين ملصي من خلال أول ظهور الطبقة المارل الأصفر، يتراوح سمكه بين 3023 متر يشكل مساحة تقدر بـ (51) متر ونسبته (0.71%) من مساحة المنطقة.

ت. تكوين عبيد (الترياسي الأعلى): يحتل مساحة تقدر بـ (6) كيلو متر مربع وبنسبة (0.08%) من مساحة المنطقة.

ث. تكوين مسعد (الطباشيري المبكر): يشكل مساحة تقدر بـ (30) كيلو متر مربع وبنسبة (0.42%) من مساحة المنطقة.

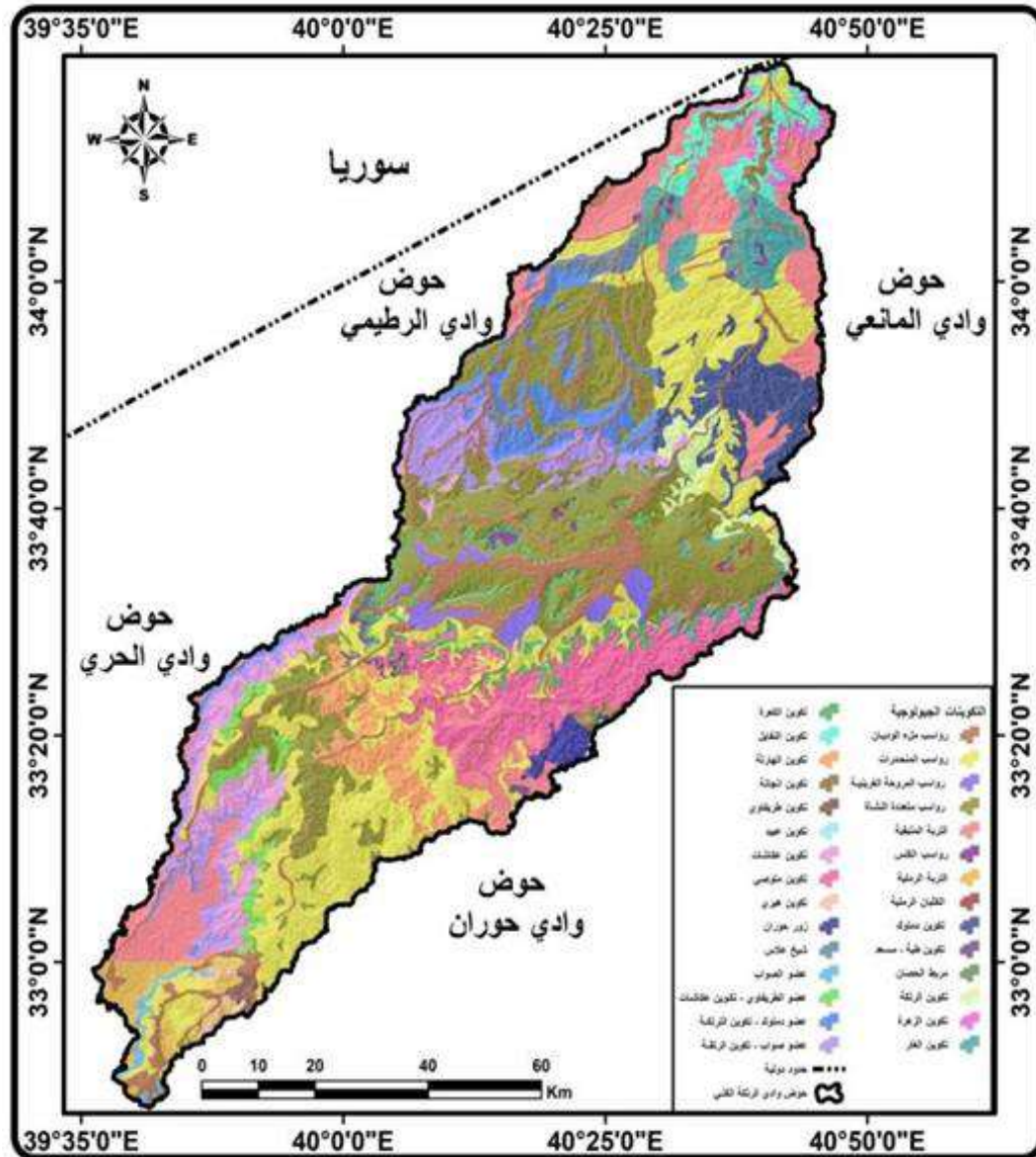
ج. تكوين الهارثة (الطباشيري المبكر): يشغل مساحة تقدر بـ (205) كيلومتر مربع ونسبته (2.87%) من المساحة الكلية للمنطقة.

ح. طبقات المربط (الطباشيري المبكر): وتبلغ مساحته (24) كيلو متر مربع ونسبته (0.33%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

- ٣- تكوينات الزمن الجيولوجي الثالث ويندرج ضمنه التكوينات الآتية:
- أ. تكوين عكاشات (الباليوسين المبكر - المتأخر): يظهر هذا التكوين بشكل احزمة ضيقة في منطقة النخيب يشغل التكوين مساحة تقدر بـ (329 كيلو متر مربع) وبنسبة (4.61%).
- ب. تكوين الرتكة (الأيوسين الأسفل - المتوسط): يشغل هذا التكوين مساحة تقدر بـ (707 كيلو متر مربع ونسبته 9.92%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة
- ت. تكوين شيخ علاس (الأيوسين المتأخر): يتألف هذا التكوين من حجر جيرى متبلور دولوميتي، يتراوح سمكه بين 26-50 متر (عبد العالي، ٢٠٠٢) يشغل مساحة تقدر بـ (36) كيلو متر مربع اما نسبته 0.51%) من مساحة المنطقة الكلية.
- ث. تكوين الغار (المايوسين المبكر): ويتألف من رمال وحصى مع قليل من الانهيدرايت والطين والحجر الجيري، يتراوح سمكه بين ١٥٠-١٠٠ متر (السياب، ١٩٨٢)، تبلغ مساحته (207) كيلو متر مربع، اما نسبته (2.89%) من مساحة المنطقة الكلية.
- ج. تكوين النفايل (الميوسين الأوسط): يتألف من المارل الأخضر والحجر الرملي والحجر الجيري والحجر الكلسي (الشماع، ١٩٩٣)، يبلغ مساحته ((132) كيلو متر مربع ونسبته (1.85%) من مساحة المنطقة الكلية.
- ح. تكوين انجانة (الميوسين الأوسط): يشغل هذا التكوين مساحة تقدر بـ (23) كيلو متر مربع وبنسبة (0.23%) من مساحة المنطقة الكلية.
- خ. تكوين الزهرة (البلايوسين): بلغت مساحته (46) كيلو متر مربع وبنسبة (0.64%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة
- ٤- ترسبات الزمن الرباعي (البلايستوسين - والهولوسين)
- ٥- رواسب الكثبان الرملية: تتكون من الرمل والحصى الناعم ومظاهرها النباك والكثبان وتجمعات الرمال (Varoujian K. Sissakian and Buthaina)، تغطي مساحة تقدر بـ (٧) كيلو متر مربع وبنسبة (0.10%) من مساحة منطقة الدراسة.
- ٦- رواسب المنحدرات: تشغل مساحة تقدر بـ (1341) كيلو متر مربع وبنسبة (18.80%) من مساحة منطقة الدراسة.
- ٧- رواسب المروحة الغرينية: تشغل مساحة تقدر بـ (102) (كيلو متر مربع وبنسبة (1.44%) من مساحة منطقة الدراسة.
- ٨- رواسب متعددة النشأة: تشغل مساحة تقدر بـ (1424) كيلو متر مربع وبنسبة (١٩.٩٦%) من مساحة منطقة الدراسة.

- ٩- رواسب ملء الوديان: وتتكون من حصى خشن يتراوح حجمه بين (0.3-20) سم مع خليط رملي خشن (عمار ياسين، ٢٠٢٠) تشغل مساحة تقدر بـ(654 كيلو متر مربع وبنسبة (9.17%) من مساحة المنطقة الكلية.
- ١٠- التربة المتبقية: وتبلغ مساحتها (782) اما نسبتها (10.96%) من مساحة المنطقة الكلية.

خريطة (2) جيولوجية حوض وادي الرنتكة

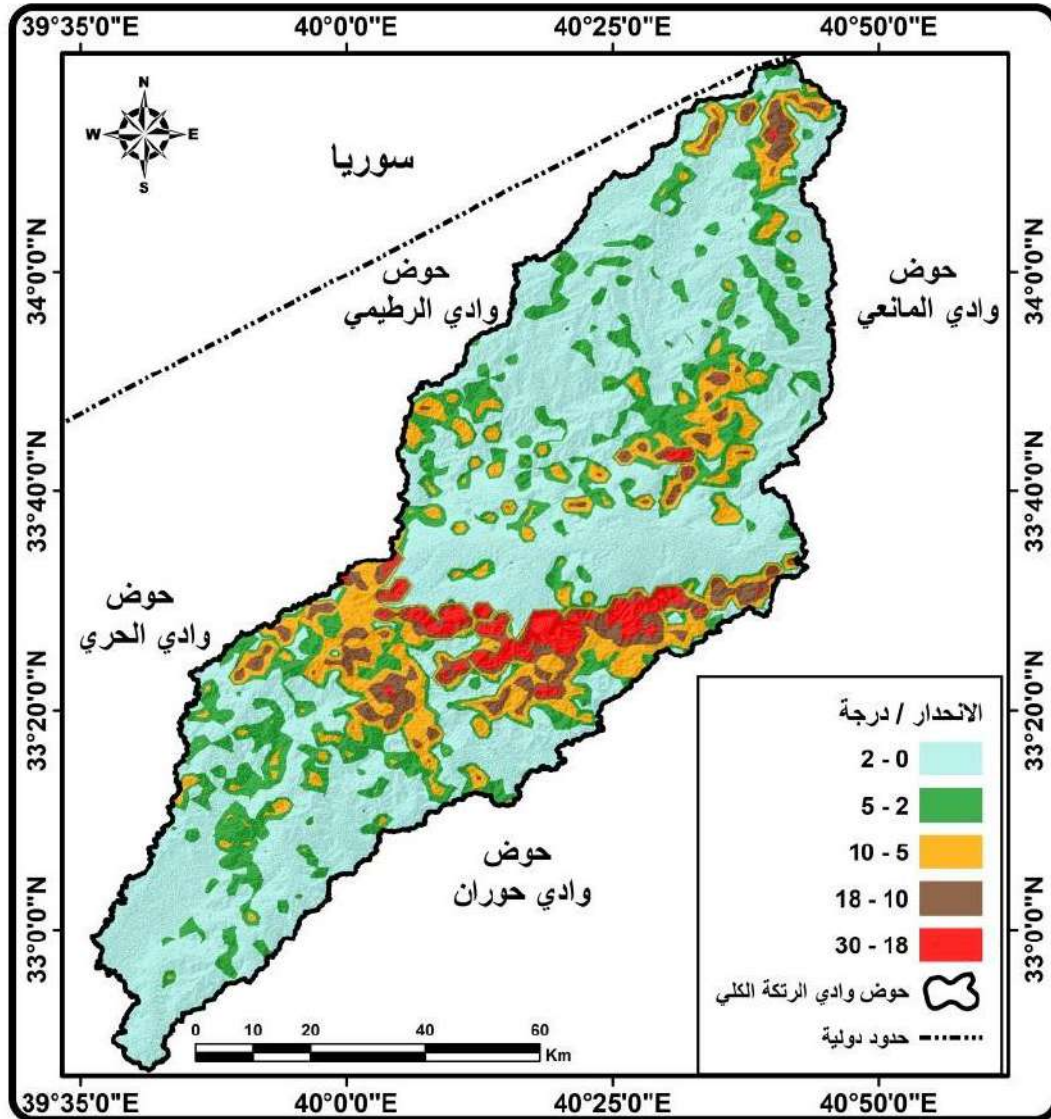


المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على وزارة الصناعة والمعادن ، المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتحري المعدني، خريطة الجيولوجية مقياس 1:250,000، عام ٢٠٠٠ .

٢-السطح:

١- الانحدار: تم تصميم خريطة الانحدار بالاعتماد على بيانات الارتفاع الرقمي من خلال استخدام برنامج (Arcgis 10.8)، وقسمت المنطقة إلى (5) فئات انحدارية تعبر كل فئة عن مقدار التغير الحاصل بالارتفاع بين كل خلية والخلية المجاورة لها، وهي كالآتي: ينظر الخريطة (3)

خريطة (3) مستويات الانحدار لمنطقة الدراسة حسب تصنيف يونج



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على أنموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) بدقة تمييزية قدرها (٣٠x٣٠) م، وخريطة السطح لمحافظة الأنبار مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠، ومعالجتها باستخدام برنامج (8.Arcgis 10).

- ١- فئة الأراضي شبه المستوية: تشغل الأراضي شبه المستوية الجزء الأكبر من منطقة الدراسة إذ بلغت مساحتها (4250) كيلو متر مربع، أما نسبتها فقد بلغت (59.6%) من مساحة المنطقة الكلية.
- ٢- فئة الأراضي بسيطة الانحدار: يتميز هذا النطاق بأنه منطقة انتقالية ما بين الأجزاء المستوية والهضبية، تشغل مساحة تقدر بـ(1487) كيلو متر مربع ونسبة (20.9%) من مساحة المنطقة.
- ٣- فئة الأراضي الخفيفة الانحدار: تأتي هذه الفئة في المرتبة الثالثة حيث تتراوح درجة انحدارها (5-10)، تشغل مساحة تقدر بـ(814 كيلو متر مربع)، ونسبة (11.4%).
- ٤- فئة الأراضي المعتدلة الانحدار: تأتي هذه الفئة بالمرتبة الثانية من حيث المساحة، تتراوح درجة انحدارها بين (10-18)، وتشغل مساحة تقدر بـ (402 كيلومتر مربع)، ونسبة (5.6%).
- ٥- فئة الأراضي شديدة الانحدار: تشغل هذه الفئة أقل المساحات حيث بلغت مساحتها (181) كيلو متر مربع، ونسبة (2.5).
- ٢- اتجاه الانحدار: من خلال تحليل الخريطة (4) والجدول (1) التي تمثل اتجاه الانحدارات الموضوعية والمصممة من خرائط الارتفاعات الرقمية (DEM)، نجد أن هناك ثمانية اتجاهات موضوعية للانحدار.

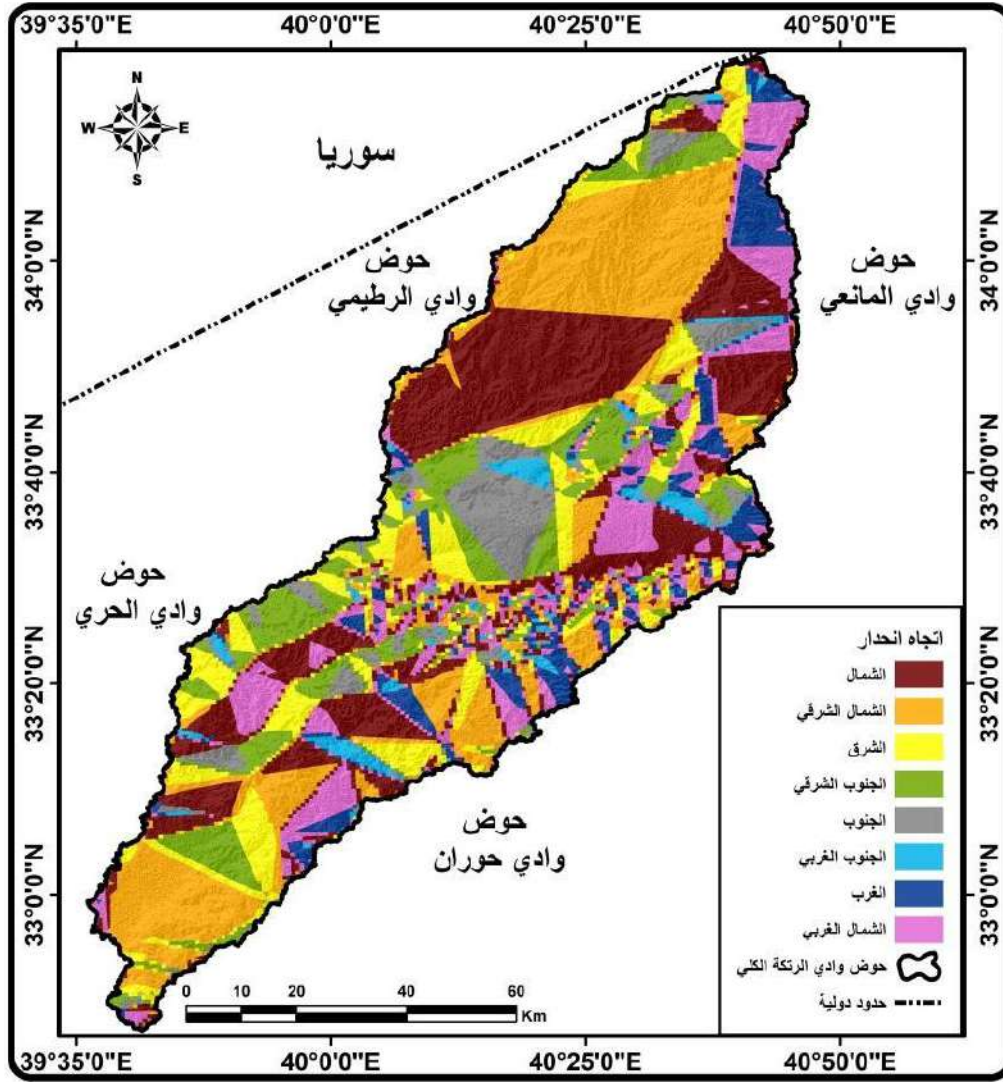
جدول (1)

اتجاهات الانحدار بالدرجة ومساحتها (كم²) ونسبتها من المساحة (%)

النسبة المئوية %	المساحة / كم ²	زاوية اتجاه الانحدار بالدرجات	اتجاه الانحدار
23.7	1692	22.5 - 337.5	الشمال
23.8	1697	22.5 - 67.5	الشمال الشرقي
12.3	880	67.5 - 112.5	الشرق
11.8	847	112.5 - 157.5	الجنوب الشرقي
7.3	518	157.5 - 202.5	الجنوب
2.6	185	202.5 - 247.5	الجنوب الغربي
6.7	475	247.5 - 292.5	الغرب
11.8	840	292.5 - 337.5	الشمال الغربي
100%	7134	المجموع	

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الخريطة (٤).

خريطة (4) التوزيع الجغرافي لاتجاهات الانحدار



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي (Landsat + ETM+ 8) لعام ٢٠١٦ ومعالجتها باستعمال برنامج (. 8.Arcgis 10)

كما نلاحظ ان اتجاه الشمال الشرقي جاء بالمرتبة الأولى إذ بلغت المساحة التي يغطيها (1697) كيلو متر مربع ونسبة (23.8%) وهذا يشير الى ان تلك الاراضي أكثر عرضة للتبخر والجفاف وتستلم كمية اشعاع شمسي كبيرة وتكون اكثر تأثيراً بعمليات التعرية. ثم يليه اتجاه الشمال إذ يشغل مساحة تقدر بـ (1692 كيلو متر مربع) ونسبة (23.7%) ينتشر هذا الاتجاه في المناطق المحاذية للأودية منها وادي المناعي ووادي الرطمي، ثم يليه اتجاه الشرق إذ يشغل مساحة تقدر بـ (880) كيلو متر مربع ونسبة (12.3%)، ثم يليه الاتجاهين الجنوب الشرقي والشمال الغربي اللذان يشكلان مساحة (1687 كيلو متر مربع) ونسبة (23.6%)، ينتشران في مناطق متفرقة من الحوض، ثم يليه اتجاه الجنوب إذ يشغل مساحة تقدر بـ (518) كيلو متر مربع ونسبة (7.3%)، ثم يليه الاتجاهين الغربي والجنوب الغربي إذ بلغت مساحتها (660) كيلو متر مربع ونسبة (7.3%).

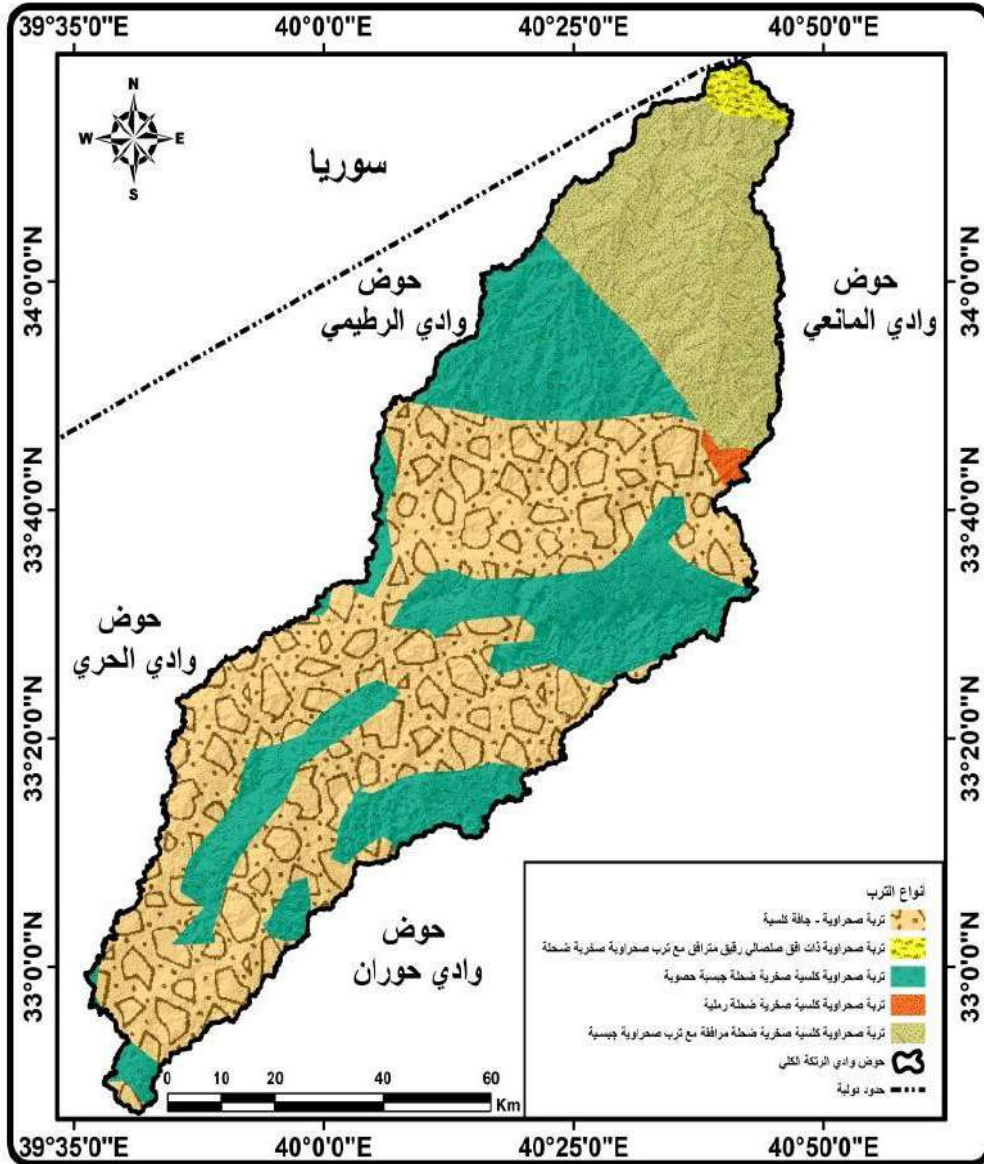
٣-التربة: توجد في حوض الرتكة أنواع من الترب والتي تم التعرف عليها من خلال الخرائط الطبوغرافية والمرئية الفضائية لمنطقة الدراسة، كما في الجدول (2) والخريطة (5)، وهي تربة صحراوية - جافة كلسية ، تشغل مساحة تقدر بـ(3558 كيلو متر مربع) وبنسبة(49.9%)، وتربة صحراوية ذات افق صلصالي رقيق مترافق مع ترب صحراوية صخرية ضحلة، تشغل مساحة تقدر بـ(77) كيلو متر مربع وبنسبة (1.1%)، وتربة صحراوية كلسية صخرية ضحلة مرافقة مع ترب صحراوية جبسية، تشغل مساحة تقدر بـ(1311) كيلو متر مربع وبنسبة (18.4%)، وتربة صحراوية كلسية صخرية ضحلة رملية، تشغل مساحة تقدر بـ(٣٤) كيلو متر مربع وبنسبة (0.5%)، و تربة صحراوية كلسية صخرية ضحلة جبسية حصوية، ، تشغل مساحة تقدر بـ(٢١٥٤) كيلو متر مربع وبنسبة (30.2).%

جدول (2) مساحة ونسب ترب منطقة الدراسة

النسبة المئوية %	المساحة / كم ²	النوع
49.9	3558	تربة صحراوية - جافة كلسية
18.4	1311	تربة صحراوية كلسية صخرية ضحلة مرافقة مع ترب صحراوية جبسية
0.5	34	تربة صحراوية كلسية صخرية ضحلة رملية
30.2	2154	تربة صحراوية كلسية صخرية ضحلة جبسية حصوية
1.1	77	تربة صحراوية ذات أفق صلصالي رقيق مترافق مع ترب صحراوية صخرية ضحلة
100	7134	المجموع

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (5).

خريطة (5) التوزيع الجغرافي للتربة في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة العراق للتربة الهيدرولوجية الصادرة عن منظمة (FAO) العالمية لعام ٢٠٠٧ باستعمال برنامج (Arcgis 10.8).

٤-النبات الطبيعي: من أجل التعرف على النباتات السائدة في منطقة الدراسة والوصول الى ادراك تقني أفضل وذلك من خلال الاستفادة من معطيات الاستشعار عن بعد، وذلك بما يوفره من بيانات يمكن اعتمادها لإيجاد معيار مؤشر التغطية النباتية Normalized Difference Vegetation Index NDVI وبحسب المعادلة الآتية:

$$NDVI = (4: R - 5:NIR) / (4:R + 5:NIR) \times 1.0$$

إذ ان:

NIR = نطاق الأشعة تحت الحمراء القريبة من (Band ٥) للقمر Landsat + ETM 8

R = نطاق الأشعة الحمراء القريبة من (Band ٤) للقمر Landsat + ETM 8

من نتائج تلك المعادلة تم تصنيف كثافة التغطية النباتية في المنطقة إلى ثلاثة أصناف

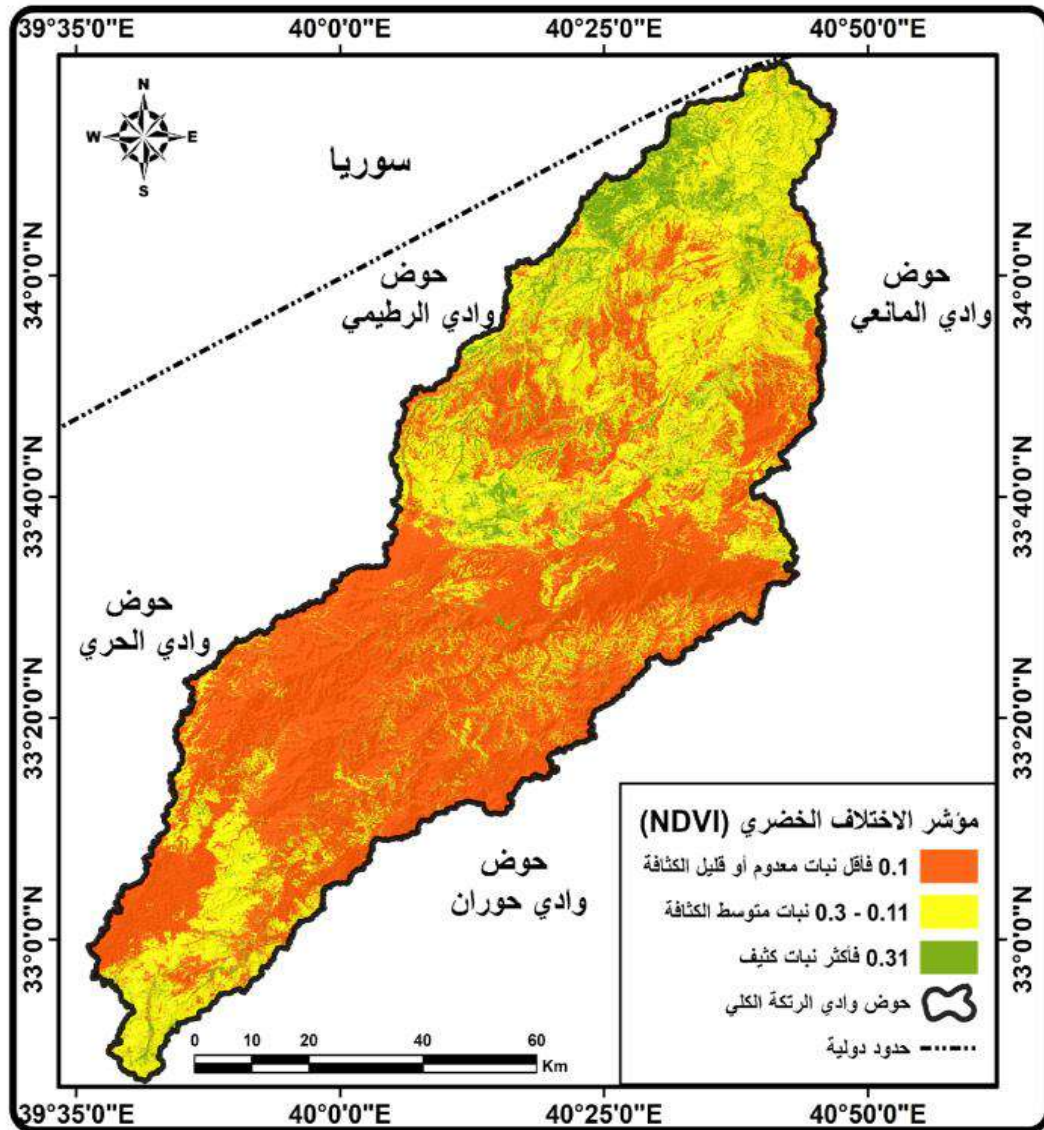
بحسب قيمة (NDVI)، ينظر الخريطة (6).

١- فئة انعدام الكثافة : إذ بلغت مساحة هذا الصنف (٢كم3938) وبنسبة (55.2%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة.

٢- فئة القليلة الكثافة : بلغت مساحته (٢كم2672) وبنسبة (37.5%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة

٣- فئة متوسطة الكثافة : بلغت مساحته (٢كم524) وبنسبة (7.3%) من المساحة الكلية لمنطقة الدراسة

خريطة (6) كثافة الغطاء النباتي في حوض وادي الرنتكة حسب مؤشر NDVI



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على المرئية الفضائية للقمر الصناعي (Landsat + ETM+ 8) لعام 2016 ومعالجتها باستخدام برنامج (8.Arcgis 10).

من المؤشرات المهمة في تقويم التنشيط التكتوني لأي منطقة، فضلاً عن إيضاح الحركات التكتونية لها من خلال الأشكال الهيكلية لأودية الحوض التي تمثل انعكاس للعناصر المناخية والعمليات التكتونية، وفيما يأتي توضيح لأهم الظواهر الجيومورفولوجية التي تدل على وجود تنشيط تكتوني في الحوض (القيم، العدد ٩٥).

- الانحراف الحاد في مجاري الاودية الكبيرة او ذات الرتب العالية.
 - تغير حاد في أنماط الشبكة النهرية.
 - التناظر في انحرافات مجموعة من الأحواض المتجاورة.
 - تواصل انحراف المجرى النهري باتجاه واحد فقط.
 - التغير القليل في ارتفاع بعض الحافات الصخرية دون غيرها.
 - هجرة الأنهار الكبيرة لمجاريها واختيار مجاري جديدة.
- ومن أهم الخصائص التكتونية التي سيتم استخدامها هي:

١- مؤشر التماثل الطبوغرافي : (T)

يعد مؤشر كمي يساعد في تقييم مقدار اختلاف المجرى داخل حوضه، فهو يشير الى مدى نزوح وهجرة المجرى الرئيس عن محور الحوض وذلك لارتفاع نشاط تكتونية الحوض او بفعل الصدوع تحت سطحية التي أثرت في تغيير المجرى. وتتمثل نتائجه بقيم تتراوح ما بين (0-1) والذي يعكس تماثل تام او تعرج نسبي، فكلما اقتربت القيم من (٠) اتجهت نحو التماثل، وكلما اقتربت من (1) اتجهت نحو عدم التماثل والذي يدل على حالة التأثر بتعرج الطبقة السفلى (تحت السطحية) الأمر الذي يؤدي الى هجرة المجرى الرئيس للحوض مع اتجاه الصدوع تحت السطحية (العمرى، فؤاد عبد الوهاب محمد، ٢٠١٦) تم استخراج مؤشر التماثل الطبوغرافي من المعادلة التالية: (Edvin 2015)

$$T = Da/Dd$$

إذ ان:

Da = المسافة من الخط الوسطي للحوض الى خط منتصف المجرى الرئيس المتعرج للحوض.

Dd = المسافة من الخط الوسطي للحوض الى خط الحد الخارجي للوسط.

جدول (٢) أصناف مؤشر التماثل الطبوغرافي (T)

النطاق	الصنف	الدرجة
$0.6 >$	1	عالية النشاط
$0.6 - 0.3$	2	متوسطة النشاط
$0.3 <$	3	منخفضة النشاط

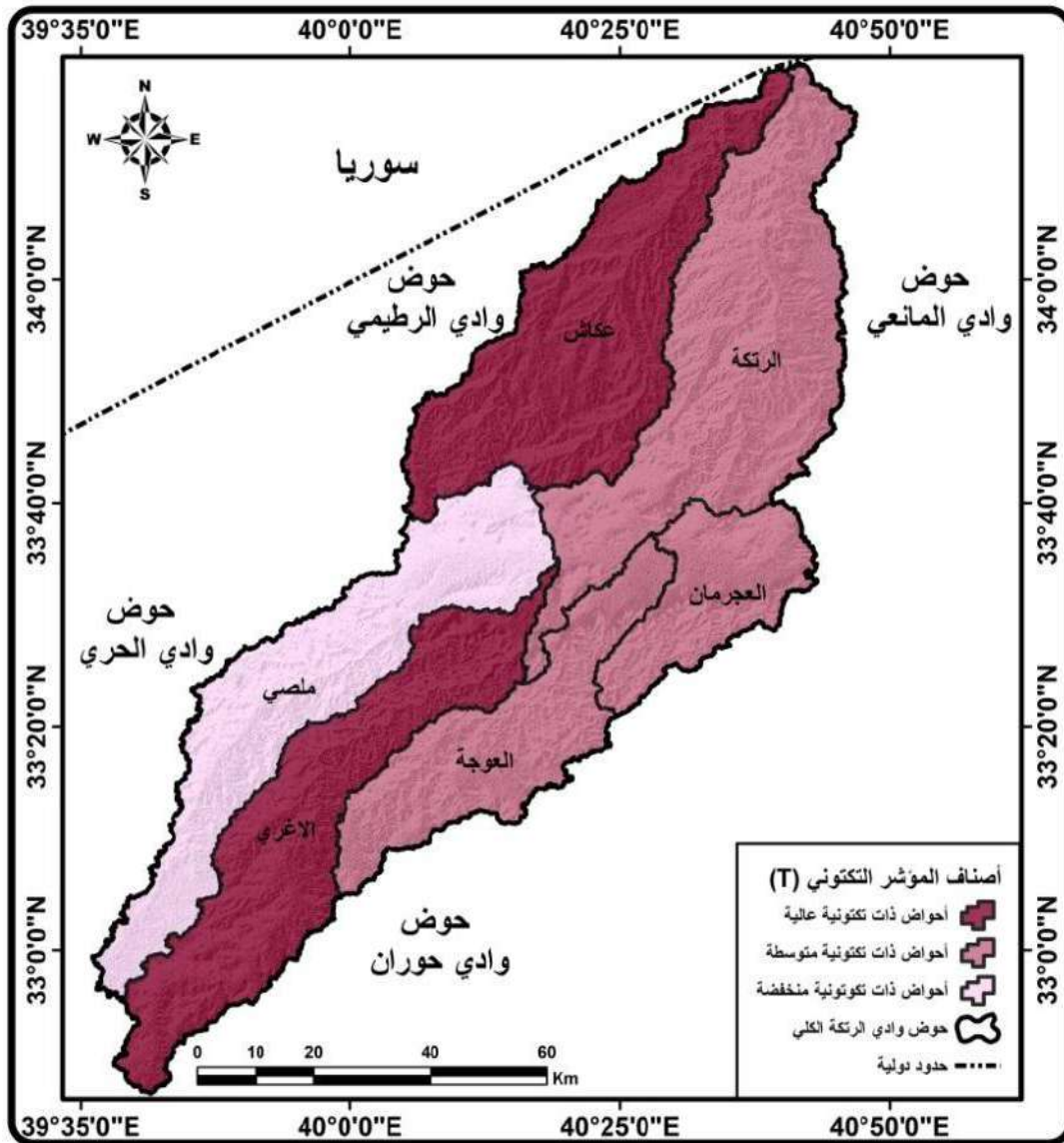
المصدر: (Burbank, D.W and Anderson, RS.(2001)

جدول (3) قياسات ونتائج مؤشر التماثل الطبوغرافي (T) لمنطقة الدراسة

الاحواض	Da	Dd	T	الصنف	الدرجة
الاغري	6056	5281	1.15	1	عالية النشاط
ملصي	2625	10249	0.26	3	منخفضة النشاط
العجرمان	4051	10131	0.40	2	متوسطة النشاط
عكاش	989	8129	0.12	1	عالية النشاط
الرتكة الثانوي	8227	15692	0.52	2	متوسطة النشاط
العوجة	3224	5861	0.55	2	متوسطة النشاط

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arc GIS 10.8).

خريطة (7) اصناف المؤشر التكتوني (T) للأحواض الثانوية لحوض الرتكة



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arcgis10.8).

٢- مؤشر عدم التماثل (AF)

يعد مؤشر المورفومتري مساحي يشير الى مدى ميل جانبي الحوض بالنسبة للمجرى الرئيس في الحوض المائي والتي تكونت تحت تأثير القوى التكتونية، تم استخراج هذا المؤشر كما في الجدول (٤) اعتماداً على المعادلة التالية: (Arian, 2012 Mehran ,

$$AF = 100 \left(\frac{AR}{AT} \right)$$

AR = مساحة الحوض في الجهة اليمنى للمجرى الرئيس باتجاه اسفل الحوض (المصب)

AT = المساحة الكلية للحوض المائي

جدول (4) أصناف مؤشر عدم التماثل (AF)

الدرجة	الصنف	النطاق
عالية النشاط	1	65>
متوسطة النشاط	2	65- 57
منخفضة النشاط	3	57<

المصدر: Keller, E.A and printer, n(2002) pp ١٢٥

عند تطبيق مؤشر معادلة (AF) واستخراج قيمها بحسب ما موضح في الجدول (5) والخريطة (8) وبالاعتماد على جدول (4) تبينت النتائج التالية:

الصنف ((١ القيم الأكبر من 65)) التي تعبر عن مؤشرات تكتونية عليه النشاط، وتركزت في حوض (العجرمان).

الصنف ((٢ القيم بين 65- 57)) التي تضم مؤشرات تكتونية متوسطة النشاط، وقد تمثلت في حوض (الأغري).

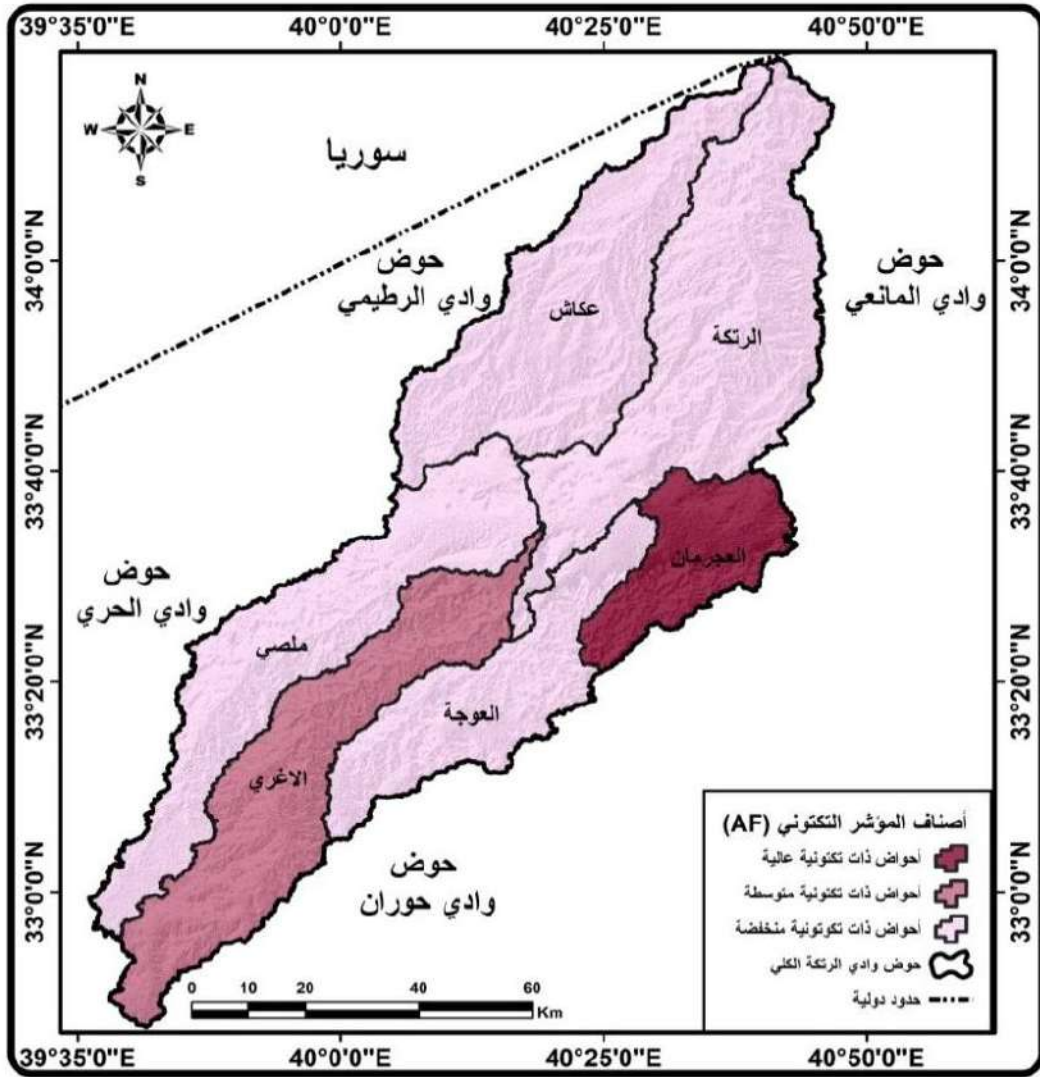
الصنف ((٣ القيم الأصغر من 57)) التي تمثل مؤشرات تكتونية منخفضة النشاط، وقد ضمت الأحواض (ملصي، عكاش، الرتكة الثانوي والعوجة).

جدول (5) قياسات ونتائج مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي (AF) لمنطقة الدراسة

الاحواض	AR	AT	مؤشر AF	الصنف	الدرجة
الاغري	795	1280	62.11	2	متوسطة النشاط
ملصي	717	1305	54.94	3	منخفضة النشاط
العجرمان	366	544	67.28	1	عالية النشاط
عكاش	353	1420	24.86	3	منخفضة النشاط
الرتكة الثانوي	811	1718	47.21	3	منخفضة النشاط
العوجة	172	867	19.84	3	منخفضة النشاط

المصدر: من عمل الباحثة اعتماد على أنموذج للارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arcgis 10.8).

خريطة (8) اصناف المؤشر التكتوني (AF) للأحواض الثانوية لحوض الرتكة



المصدر: من عمل الباحثة اعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arcgis10.8)

٣- مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره (SL)

يعد مؤشر هيدرولوجي يرتبط بالقدرة الحثية عملية التعرية والنقل والإرساب له علاقة بطاقة النهر وكفاءته ومدى مقاومة القناة للجريان (علي وآخرون، ٢٠١٧) يستعمل هذا المؤشر لتقييم مقاومة الصخور لعمليات التآكل وارتباطها بفعاليات الانشطة التكتونية، يتأثر هذا المؤشر بعوامل منها درجة الانحدار وتعرج قناة وادي النهر (الزاملي، وآخرون، ٢٠١٨)، يستخرج مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره عن طريق المعادلة الآتية: (العمرى، ٢٠١٦).

$$SL = (\Delta H / \Delta L) L$$

L = طول الوادي الكلي

ΔH = فرق الارتفاع في منطقة المصب المحددة

Δ = طول المسافة المستقيمة في منطقة المصب المحددة

يكون هذا المؤشر مرتبط بقوة الجريان ، إذ ان قوة الجريان الكلية تبين مدى قصر او طول قناة التصريف، الذي يرتبط بقدرة الجريان على تآكل وتعرية ارضية القناة وتحرك ونقل الرواسب، لذا فإن قوة الجريان تمثل متغير هيدرولوجي مهم تحدد شدة الانحدار والتصريف المائي، إذ تشير القيم المرتفعة للمؤشر الى حدوث فعالية تكتونية عالية مما يدل على وجود صخور صلبة وشديدة المقاومة لعملية التعرية، أما القيم المنخفضة فتشير الى فعالية تكتونية قليلة الأمر الذي يوضح طبيعة الصخور الهشة وضعيفة المقاومة لعملية التعرية. وعند تطبيق المعادلة على أحواض منطقة الدراسة جدول (7) وخريطة (9) وبالاعتماد على جدول (6) نلاحظ ما يأتي:

صنف (3) الذي يمثل القيم التي هي أقل من (300) الذي يعبر عن مؤشرات تكتونية منخفضة النشاط وقد شملت جميع احواض منطقة الدراسة وهي (الأغري، ملصي، العجرمان، عكاش، الرتكة الثانوي والعوجة).

جدول (6)

أصناف المؤشر الجيومورفولوجي SL

النطاق	الصنف	الدرجة
$500 >$	1	عالية النشاط
$500 - 300$	2	متوسطة النشاط
$300 <$	3	منخفضة النشاط

المصدر: Keller, E.A and printer, n(2002) pp125

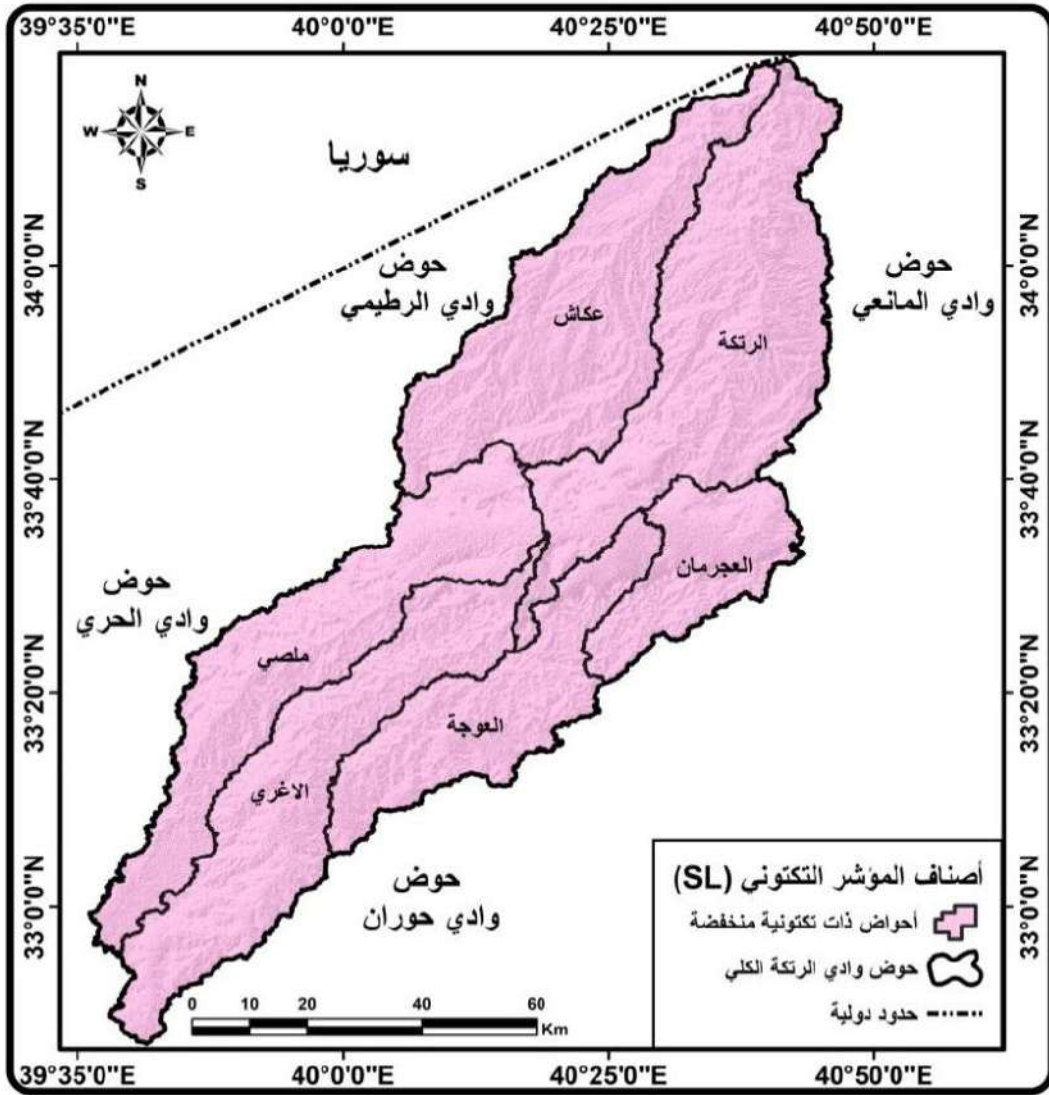
جدول (7)

قياسات ونتائج المؤشر الجيومورفولوجي (SL) واصنافه

الأحواض	HΔ	LΔ	L	SL	الصنف	الدرجة
الأغري	500	493	145	147.06	3	منخفضة النشاط
ملصي	482	294	138	226.24	3	منخفضة النشاط
العجرمان	460	298	30	46.31	3	منخفضة النشاط
عكاش	265	404	120	78.71	3	منخفضة النشاط
الرتكة	260	794	123	40.28	3	منخفضة النشاط
العوجة	462	572	106	85.62	3	منخفضة النشاط

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arcgis10.8).

خريطة (9) اصناف المؤشر التكتوني (SL) للأحواض الثانوية لحوض الرتكة



المصدر: من عمل الباحثة اعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي ((DEM ومخرجات برنامج (Arcgis 10.8).

٤- مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي الى ارتفاع الوادي

يعبر هذا المؤشر عن الفرق بين أرضية الوادي التي تتخذ شكل حرف (V) التي تكونت نتيجة ارتفاع معدل النشاط التكتوني لصخور القاعدة وبين أرضية الوادي التي تتخذ شكل حرف (U) التي تكونت نتيجة التعرية الجانبية للوديان المنحدرة أسفل التلال والتي تدل على فعالية تكتونية منخفضة، ويتم استخراج نسبة عرض أرضية الوادي الى ارتفاعه عن طريق المعادلة التالية. (Bull, W,B, 1977)

$$VF=2Vfw/[(Eld-Esc)+(Erd-Esc)]$$

إذ ان :

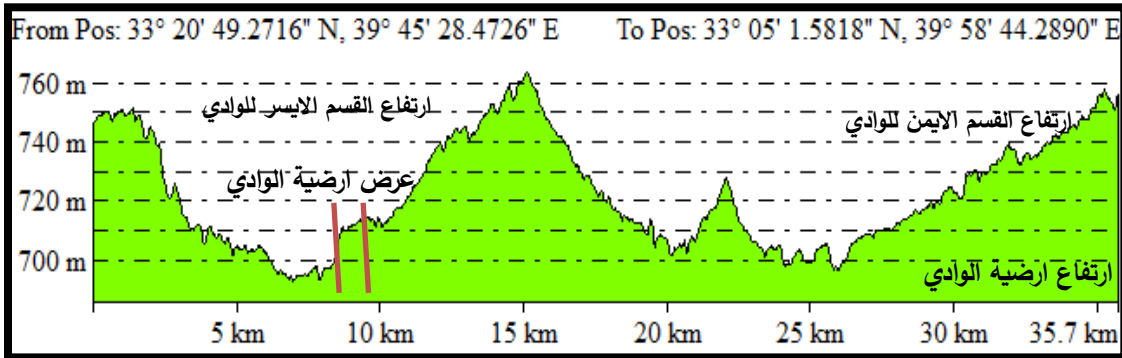
Vfw = عرض أرضية الوادي = Eld ارتفاع الجانب الأيسر من الوادي

Erd = ارتفاع الجانب الأيمن من الوادي = Esc معدل ارتفاع أرضية الوادي

تم استخراج قياسات معادلة مؤشر عرض ارضية الوادي الى ارتفاعه لجميع الاحواض الجدول (9) والشكل (1) والخريطة ((10 بالاعتماد على الجدول (٨) الذي يبين أصناف المؤشر الجيومورفولوجي، وقد أظهرت النتائج الآتية :

الصنف (2) القيم ما بين ((1- 0.5 والتي تعبر عن مؤشرات تكتونية متوسطة النشاط وقد شملت حوض (ملصي). الصنف (٣) القيم أكبر من (1) والتي تعبر عن مؤشرات تكتونية منخفضة النشاط وقد شملت الأحواض (الأغري، العجرمان، عكاش، الرتكة الثانوي والعوجة).

شكل (١) طريقة تمثيل قياسات معادلة مؤشر (VF)



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arcgis). ١٠.٨

جدول (٨) أصناف المؤشر الجيومورفولوجي VF

الدرجة	الصنف	النطاق
عالية النشاط	1	$0.5 <$
متوسطة النشاط	2	$0.5- 1$
منخفضة النشاط	3	$1 >$

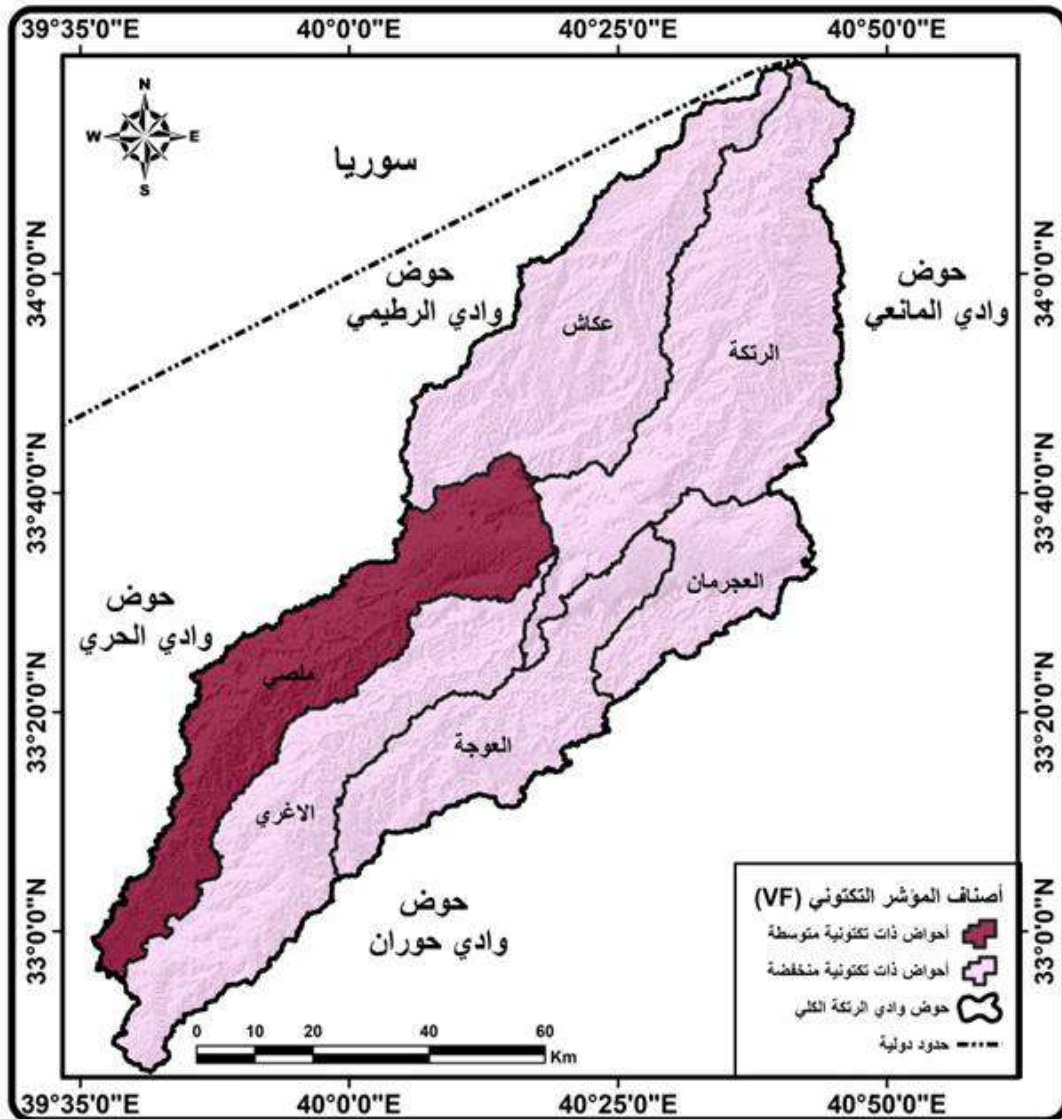
المصدر: R,E, Hamdouni, C Irigaray, T, Femandes , J, Chacon, E, A, Keller, , ١٥٠2008,pp.

جدول (9) قياسات ونتائج المؤشر الجيومورفولوجي ((VF) واصنافه

الأحواض	VFW	ELD	ESC	ERD	مؤشر VF	الصنف	الدرجة
الاغري	42	480.4	478.4	479.5	17.42	3	منخفضة النشاط
ملصي	94	573	456.4	565	0.83	2	متوسطة النشاط
العجرمان	30	457.5	455.54	460	9.29	3	منخفضة النشاط
عكاش	69	266	262.56	267	17.38	3	منخفضة النشاط
الرتكة	54	265	258.45	270	5.95	3	منخفضة النشاط
العوجة	13	457	455.8	460	4.81	3	منخفضة النشاط

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على أنموذج الارتفاع الرقمي ((DEM) ومخرجات برنامج (Arcgis) (10.8).

خريطة (10) أصناف المؤشر التكتوني ((VF) للأحواض الثانوية لحوض الرتكة



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي ((DEM ومخرجات برنامج Arc GIS10.8).

٥- مؤشر شكل الحوض : (BS)

يعد مؤشر المورفومتري يستخدم في توضيح أثر الحركات التكتونية على شكل الأحواض المائية ومدى اقترابها من الشكل المستطيل ويستخرج من خلال المعادلة الآتية : (Niloofer, 2015)

$$BS = BL/Bw$$

إذ ان :

BS = شكل حوض التصريف

BL = طول الحوض

BW = عرض الحوض

يعبر هذا المؤشر عن الاختلافات الشكلية لأحواض منطقة الدراسة، إذ تدل القيم العالية لهذا المؤشر على حصول نشاط تكتوني عالي اي بمعنى اقترابه من الشكل المستطيل، اما القيم المنخفضة فتدل على عدم حصول نشاط تكتوني أي اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، كما في الجدول (11) والخريطة (١١) بالاعتماد على الجدول . (10)

١- الصنف ((1 القيم أكبر من (٤) التي تعبر عن مؤشرات تكتونية عالية النشاط وتضم الأحواض (الأغري، ملص والتركة الثانوي).

٢- الصنف (٢) القيم ما بين (3-4) تعبر عن مؤشرات تكتونية متوسطة النشاط وتضم الأحواض (عكاش والعوجة).

٣- الصنف (٣) القيم اصغر من ((3 تعبر عن مؤشرات تكتونية منخفضة النشاط وتضم حوض (العجرمان).

جدول (١٠)

أصناف المؤشر الجيومورفولوجي BS

النطاق	الصنف	الدرجة
4 >	1	عالية النشاط
3 - 4	2	متوسطة النشاط
3 <	3	منخفضة النشاط

المصدر: Keller, E.A and printer, n(2002) pp125

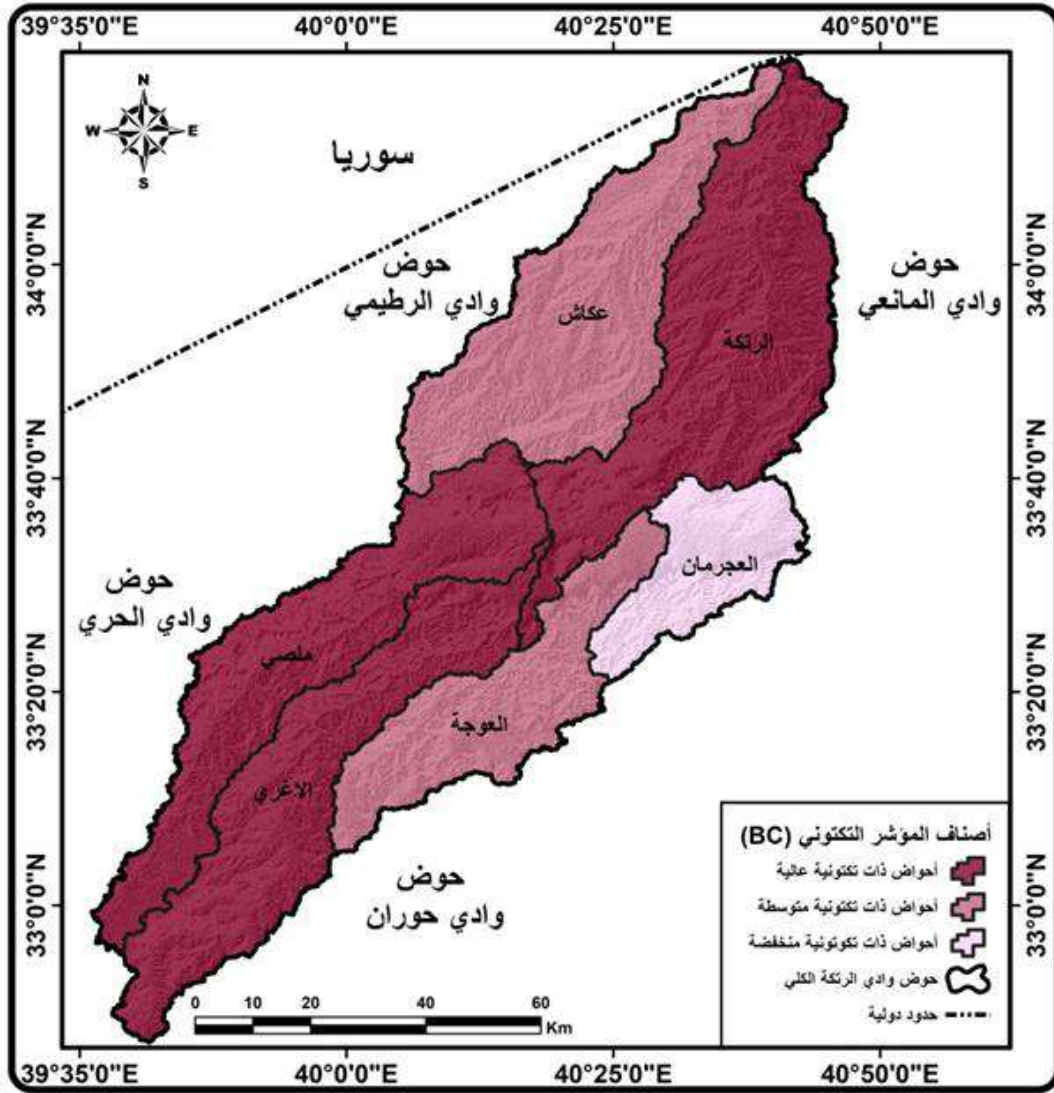
جدول (11)

قياسات ونتائج المؤشر الجيومورفولوجي (BS) واصنافه

الاحواض	BL	Bw	مؤشر BS	الصنف	الدرجة
الاغري	106.7	19	5.62	1	عالية النشاط
ملصي	105.6	21	5.03	1	عالية النشاط
العجرمان	42.5	23	1.85	3	منخفضة النشاط
عكاش	91.6	27	3.39	2	متوسطة النشاط
التركة	110.1	27	4.08	1	عالية النشاط
العوجة	75.0	21	3.57	2	متوسطة النشاط

المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arcgis10.8).

خريطة (11) أصناف المؤشر التكتوني (BS) للأحواض الثانوية لحوض الرتكة



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات برنامج (Arcgis10.8).

٦- التصنيف النهائي لمحصلة المؤشرات التكتونية ART

يوضح هذا المؤشر التصنيف العام لمنطقة الدراسة بالاعتماد على تجميع نتائج أصناف المؤشرات الجيومورفولوجية ولكافة الاحواض، يعطي هذا التصنيف صورة اكثر شمولية عن تأثير هذه المؤشرات الجيومورفولوجية بالأنشطة التكتونية لمنطقة الدراسة وتم استخراجها من خلال المعادلة الآتية: (منذر، ريم ثائر، ٢٠١٨):

$$ART = S/N$$

اذ ان :

ART = التصنيف النهائي لمحصلة المؤشرات للنشاط التكتوني

S = رقم صنف المؤشر لكل حوض مائي

N = عدد المؤشرات

صنفت الاحواض الى صنفين كما في الجدول (١٢) والخريطة (١٣) و كما يلي:
 الصنف (٢) يمثل النتائج التي تتراوح قيمتها بين (٢-١.٥)، والتي تشير الى مؤشرات
 تكتونية عالية النشاط وتضم حوض (الأغري).
 الصنف (٣) يمثل النتائج التي تتراوح قيمتها بين (٢.٥-٢)، والتي تعبر عن مؤشرات
 تكتونية معتدلة النشاط وتضم الأحواض (ملصي، العجرمان، عكاش، الرتكة الثانوي
 والعوجة).

جدول (12)

التصنيف النهائي للمؤشرات الجيومورفولوجية ART

الدرجة	الصنف	النطاق
مرتفع جداً	1	1.5-1
عالي	2	2-1.5
معتدل	3	2.5- 2
منخفض	4	اكبر من ٢.٥

المصدر: Keller, E. A and pinter, 2002 p ١٢٥.

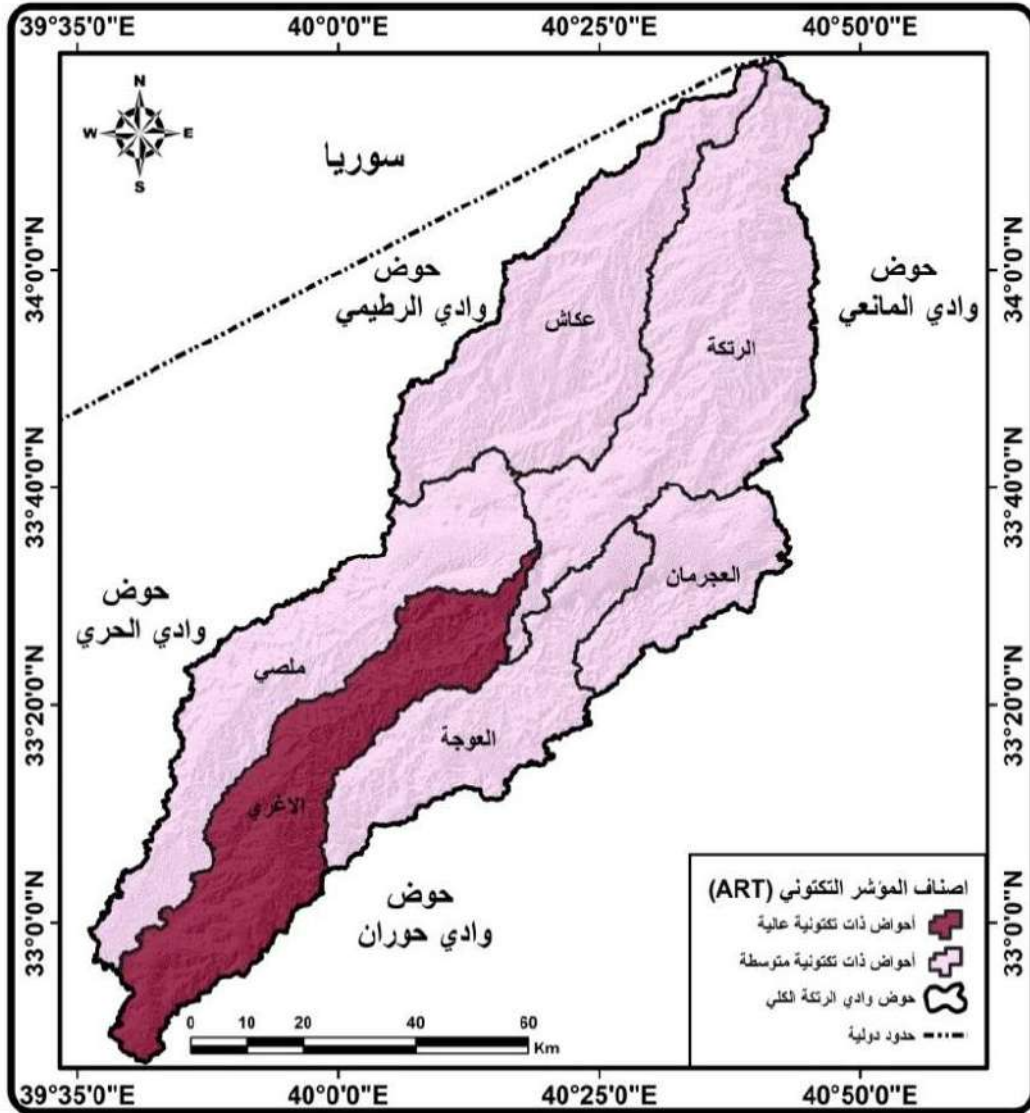
جدول (13)

نتائج التصنيف النهائي للمؤشرات الجيومورفولوجية ART

الأحواض	مؤشر T	مؤشر AF	مؤشر SL	مؤشر VF	مؤشر BS	مجموع المؤشرات	مؤشر ART	الصنف	الدرجة
الاغري	1	2	1	3	1	8	1.6	2	عالية النشاط
ملصي	3	3	1	2	1	10	2	3	معتدلة النشاط
العجرمان	2	1	1	3	3	10	2	3	معتدلة النشاط
عكاش	1	3	1	3	2	10	2	3	معتدلة النشاط
الرتكة	2	3	1	3	1	10	2	3	معتدلة النشاط
العوجة	2	3	2	3	2	12	2.4	3	معتدلة النشاط

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (١١, ٩, ٧, ٥, ٣).

خريطة (12) التصنيف النهائي للمؤشرات الجيومورفولوجية (ART)



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي ((DEM ومخرجات برنامج (Arcgis10.8).

الاستنتاجات:

- بينت الدراسة أن الموقع التكتوني لحوض الرتكة له دور في رسم الخطوات و التشوهات التكتونية التي نتجت بسبب الأنشطة التكتونية التي حدثت في المنطقة.
- أثرت العمليات المورفو مناخية في نشأة بعض الأشكال الأرضية ولكن هذه الأشكال تتباين حسب النشاط التكتوني.
- اظهرت الدراسة ان المنطقة ذات نشاط تكتوني متوسط وعالي، فكان للنشاط التكتوني دور واضح في اتخاذ الأحواض أشكالها الحالية.

التوصيات:

- الاعتماد على التقنيات الجغرافية الحديثة (GIS) والاستشعار عن بعد في الدراسات الهيدرو جيومورفولوجية للأحواض المائية، فهي تعمل على توفير الوقت والجهد والتكلفة للحصول على نتائج سريعة ودقيقة واقرب للواقع تخص الدراسة.
- متابعة ورصد الأماكن التي صنفت ضمن درجات النشاط التكتوني العالي، ووضع الحلول المناسبة لها.

المصادر:

١. ناصر، وفاء عبد الامير، ٢٠٠١، التطور التركيبي والتكتوني لأنظمة الانهدامات في شمال الصفيحة العربية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد.
٢. الديباج، عبد العالي عبد الحسين حنتوش، نهلة نجم الدين الخشاب، ٢٠٠٢، هيدرو لوجية هيدروكيميائية منطقة ١H (ان أي ٣٧-١٢) و مقياس ١:٢٥٠٠٠٠، هيئة المسح الجيولوجي، ص ١١.
٣. الزامل، عايد جاسم، وآخرون، ٢٠١٨، النمذجة الرقمية للمؤشرات الجيومور وتكتونية في حوض حسب باستخدام تقنية الجيوماتكس، مجلة الفنون والادب وعلوم الانسانيات والاجتماع، مؤتمر كلية التربية الجامعة المستنصرية، العدد ٢٠، ص ٢٨٥.
٤. الشماع، ايسر محمد، ١٩٩٣، دراسة هيدرو لوجية وتكتونية للجزء الجنوبي من الصحراء الغربية (المنطقة الواقعة بين الكسرة وشبهه)، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم جامعة بغداد.
٥. صالح، عمار ياسين عواد، 2020، تحليل جغرافي للمياه الجوفية في قضاء الرطبة وامكانية استثمارها، اطروحة دكتوراه، جامعة الانبار، كلية التربية للعلوم الانسانية، ص ٢٨.
٦. القيم، باسم، الشواهد الجيومورفولوجية لعمليات التنشيط التكتوني الحديث لمنطقة الجزيرة، مجلة كلية الآداب، قسم الجغرافية، جامعة بغداد، العدد ٩٥ ص ٢٢٩.
٧. العمري، فؤاد عبد الوهاب محمد، التحليل الجيومورفولوجي البنوي ودلالاتها لقبية عبد القادر كرم جنوب غرب محافظة السليمانية، ٢٠١٦. مجلة جامعة تكريت للعلوم الإنسانية، المجلد ٢٣، العدد ٧، ص ١٨٣.
٨. علي، احمد ياسين وآخرون، استعمال مؤشر انحدار مجرى النهر (SL) في دراسة مورفولوجية لادي سماقولي، ٢٠١٧، مجلة زانكو للدراسات الإنسانية، مجلد (١)، عدد ٢١، ص ٣.
٩. منذر، ريم ثائر، منذر علي طه الخالدي، دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني في طية بلكانة شمال شرقي الطوز، ٢٠١٨، مجلة ديالى، العدد ٧٧، ص ٤٦٠.
10. Edvin AsatourDizaj Takkieh, Manchehr Ghorashi, Fereydn Rezaie, 2015. The Transverse Topographic Symmetry Factor of Darakeh Stream in North Tehran, Iran, Open Journal of Geology, p.772.
11. Mehran Arian, Nooshin Bagha, Rezvan Khavari and Noroozpour, 2012. Seismic sources and neo- tectonics of Tehran area (North Iran), Indian Journal of Science and Technology vol15 No.3, p.2380.
12. Keller, E. A and pinter, N. 2002. Active tectonics, Earthquakes, uplift, and. Landscape. edition, New Jersey, Prentice Hall, p 125.
13. R,E, Hamdouni, C Irigaray, T, Femandes , J, Chacon, E, A, Keller, 2008, Assessment of relative active tectonic, south west border, of Sierra Nevada, (southern Spain), Geomorphology, p.150.
14. Burbank, D.w, & Anderson, R. S, 2001. Tectonic Geomorphology. Blackwell science. Massachusetts, p274.
15. Gholam Hossein Fard, Ali Sorbi, Mehran Arian, Active Tectonics of Kangavar area West Iran, open Journal of Geology, 2015, p 432-433.
16. Varoujian K. Sissakian and Buthaina S. Mohammed ,2007. Geology of Iraq Western Desert Iraqi Bulletin of Geology mining op, cit, p112.