

Cartographic Representation of Tectonic Activity Indicators to Valley Basins South of Kira's Mount by Using Geographic Information Systems

Asst. Prof. Mohammed Abbas Jaber Al-Humairi (Ph. D)
University of Misan / College of Education
Department of Geography
mhmed_abbas1984@uomisan.edu.iq

DOI: <https://doi.org/10.31973/aj.v2i147.4467>

Abstract:

The current study aims to use geographic information systems software, and topographical and geological maps in the process of derivation and cartographic representation of indicators of tectonic activity to valley basins south of Mount Kira, which are represented by indicators of stream length and degree of slope (SL) and the indicator of the ratio of the width of the valley floor to the height of the valley (V_F), the topographic symmetry factor index (T), the asymmetry factor index (AF), the mountain front meander index (S_{mf}), the basin shape index (B_s), and finally the relative tectonic activity index (Iat). It has been revealed through the final classification of tectonic activity indicators that the ten basins of the valleys of the study area fall into three categories, which is a category with very high tectonic activity and includes the valleys of Wadi Batadim and Dar Halal. As for the second category, represented by high tectonic activity, it includes the basins of the valleys of Davro, Babak, and Kandalus. The third category, which has moderate tectonic activity, includes the valleys of Al-Wala, Jalal, Jem Mashko, Asaki, and Horiz basins.

Keywords: Cartographic Representation, Digital Elevation Model (DEM), Geographic Information Systems (GIS), Kira's Mount , Tectonic Indicators .

التمثيل الخرائطي لمؤشرات النشاط التكتوني لأحواض وديان جنوبي جبل كيره باستعمال نظم المعلومات الجغرافية

أ.م.د. محمد عباس جابر الحميري

جامعة ميسان / كلية التربية

قسم الجغرافية

mhmed_abbas1984@uomisan.edu.iq

(مُلخَصُ البَحْث)

تهدف الدراسة الحالية إلى استعمال نظم المعلومات الجغرافية والخرائط الطبوغرافية والجيولوجية في عملية الاشتقاق والتمثيل الخرائطي لمؤشرات النشاط التكتوني لأحواض وديان جنوبي جبل كيره والتي تتمثل بمؤشرات طول المجرى ودرجة انحداره (SL) ومؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي (V_F)، ومؤشر عامل التماثل الطبوغرافي (T) ، ومؤشر عامل عدم التماثل (AF) ، ومؤشر تعرج مقدمة الجبل (S_{mf}) ، ومؤشر شكل الحوض (B_s) وأخيراً مؤشر الفعالية التكتونية النسبية (I_{at})، وقد تبين من التصنيف النهائي لمؤشرات النشاط التكتوني أن أحواض وديان منطقة الدراسة والبالغ عددها عشرة أحواض تقع ضمن ثلاث فئات وهي فئة عالية النشاط التكتوني جداً وضمت حوضي وادي بتاديم ودار حلال، أما الفئة الثانية والتي مثلت بعالية النشاط التكتوني فضمت أحواض وديان دفرو وبابك وكندلس، في حين ضمت الفئة الثالثة والتي تكون معتدلة النشاط التكتوني أحواض وديان الوله وجلال وجم مشكو واساكي وهوريز.

الكلمات المفتاحية: التمثيل الخرائطي، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، المؤشرات التكتونية، جبل كيره.

المبحث الأول (المقدمة والإطار النظري للمبحث)

مقدمة:

تهتم الجيومورفولوجيا البنوية بدراسة نظام الصخور وما يرتبط بها من توزيع الانكسارات والالتواءات ودراسة خصائصها وما تعكسه من أشكال على سطح الأرض، كما تهتم بدراسة أثر البنية في تشكيل تضاريس سطح الأرض وتطورها والعلاقة بين العوامل التكتونية التي تميل إلى بناء التضاريس الأرضية وبين العوامل الخارجية التي تؤدي إلى عمليات الهدم (عيد: ٦٧: ٢٠٢٢)، وقد تركز الجيومورفولوجيا البنوية على تطبيق مؤشرات كالمعادلات الحسابية لتحديد فاعلية النشاط التكتوني عبر توضيح دور التشوهات البنوية في

تشكيل الوحدات الجيومورفولوجية من جهة، ومن جهة أخرى تؤثر على حدوث النشاط التكتوني والتي تقود على تسارع العمليات الجيومورفولوجية من التعرية والإرساب (العمري وكامل: ٢٨٣:٢٠١٣) .

وتعد الخرائط المورفوتكتونية أحد أنواع الخرائط الجيومورفولوجية التي تهتم بتمثيل كل ما يتعلق بالسمات الجيومورفولوجية البنوية الناتجة عن القياسات الكمية والمبنية على أسس علمية حديثة ودقيقة مشتقة عبر المرئيات الفضائية عالية الدقة أو الصور الجوية أو نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) أو الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس الكبير، ويعد هذا النوع من الخرائط ذات أهمية كبيرة عند المهندسين والجيولوجيين، وقد تستعمل الخرائط المورفوتكتونية رموز خاصة متفق عليها دولياً في أغلب الأحيان .

لقد أسهمت وبشكل فاعل تقنية نظم المعلومات الجغرافية في تطور علم الخرائط، ومنحته منحى جديداً يختلف في أساليبه ومنهجياته عما كان سابقاً، وذلك؛ لأنه هذه التقنية إضافة أساليب خرائطية جديدة لهذا العلم لم تكن موجودة في السابق عند الخرائط التقليدية، وإن استعمالها في عملية اشتقاق الخرائط المورفوتكتونية وتحليلها ورسمها وتصنيفها أدت إلى تيسير إعدادها وتطويرها بشكل كبير، فضلاً عن التغلب على الكثير من المشاكل التي كانت تواجه راسمي هذا النوع من الخرائط بالطرائق التقليدية .

تناول البحث اجراء تمثيل خرائطية للمؤشرات المورفوتكتونية لأحواض منطقة الدراسة والبالغ عددها عشرة أحواض عبر قياسات تم استخراجها من نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بعد إجراء عملية التحليل الهيدرولوجي في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لاشتقاق الأحواض المائية، وتطبيق المعادلات الرياضية لستة مؤشرات مورفوتكتونية عليها، وفي النهاية تم وضع تصنيف نهائي لتلك المؤشرات وذلك عبر تجميع نتائجها وقيمتها وتحديد درجة نشاط الفاعلية التكتونية لمنطقة البحث .

١- مشكلة البحث: هل يمكن لبرامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) اشتقاق خرائط تحدد عن طريقها الفاعلية التكتونية لأحواض منطقة الدراسة باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، وهل للعوامل التكتونية أثر في تغيير شكل الأحواض، وهل المؤشرات المورفوتكتونية تعطي نتائج دقيقة في معرفة الخصائص التكتونية لأحواض المنطقة .

٢- فرضية البحث: لبرامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) الإمكانات العالية والدقيقة في اشتقاق خرائط تحدد عن طريقها الفاعلية التكتونية لأحواض منطقة الدراسة باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)، كما تؤثر العوامل الطبيعية ذات العلاقة في الفاعلية التكتونية، وتعطي تلك المؤشرات قيمة دقيقة لمعرفة النشاط التكتوني في الأحواض.

٣- **هدف البحث:** إن الهدف الأساس من البحث هو الشروع في إنتاج ورسم خرائط توضح فاعلية النشاط التكتوني لأحواض جنوبي جبل كيره باستعمال نظم المعلومات الجغرافية، وذلك لبناء قاعدة بيانات جيومورفولوجية خرائطية لها تحوي على متغيرات كمية مورفوتكتونية تتميز بدقة عالية من التفاصيل ، لغرض تلبية احتياجات الجغرافيين والأكاديميين والاختصاصات التطبيقية الأخرى عند دراسة منطقة الدراسة في محاور أخرى لها صلة بعلم أشكال سطح الأرض.

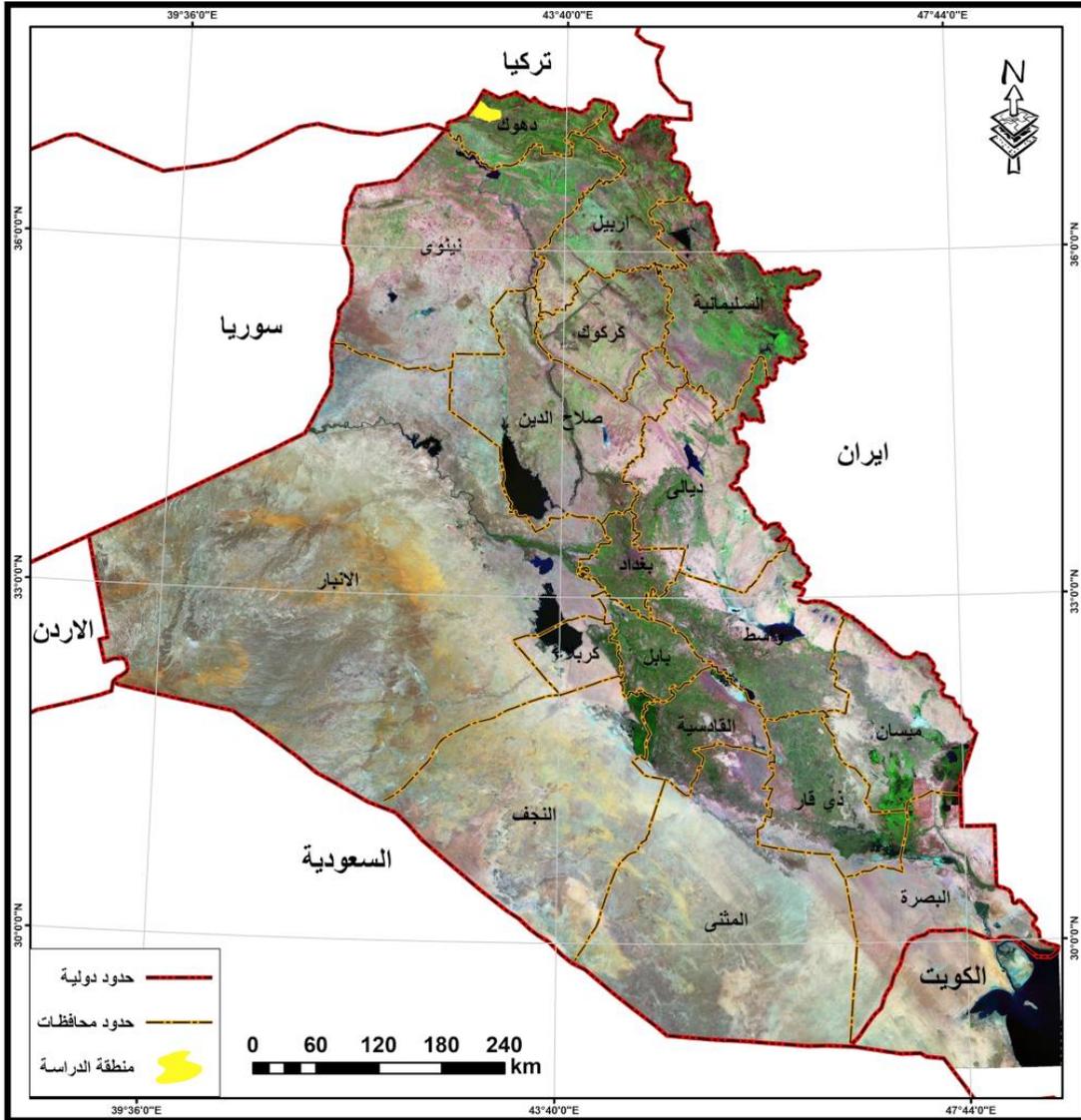
٤- **منهجية البحث:** اعتمد البحث الحالي مناهج عديدة منها: منهج البحث الخرائطي، إذ استعمل هذا المنهج في اشتقاق خرائط المؤشرات المورفوتكتونية وإعدادها ورسمها وتصنيفها، وخرائط العوامل الطبيعية . كما اتبع البحث المنهج التحليلي والأسلوب الكمي في دراسة العوامل الطبيعية والمؤشرات المستعملة وتحليلها، فضلاً عن استعمال منهج التحليل التكاملية (الدمج)، إذ استعمل هذا المنهج عبر التكامل المعلوماتي بين معطيات الاستشعار عن بعد والمتمثلة بأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وتحليله في برامج نظم المعلومات الجغرافية ، كاشتقاق خريطة الأودية النهرية وخريطة الانحدارات وغيرها من الخرائط .

٥- **أهمية البحث:** تأتي أهمية البحث عبر استعمال نظم المعلومات الجغرافية في عملية التمثيل الخرائطي لمؤشرات النشاط التكتوني لأحواض جنوبي جبل كيره ، فضلاً عن عدم تطبيق هذه المؤشرات على منطقة الدراسة سابقاً.

٦- **الحدود المكانية لمنطقة البحث:** تقع منطقة الدراسة في شمال العراق ضمن المنطقة الجبلية والحدود الإدارية لمحافظة دهوك وتحديداً ضمن قضاء زاخو، ويحدها من الشرق وادي بنك نومن الشمال جبل كيره، ومن الغرب نهر هيزل، ومن الجنوب نهر الخابور، وتتكون من عشرة أحواض مائية تنتهي ثلاثة من مصباتها في نهر هيزل ، وسبعة أحواض منها في نهر الخابور ، أما فلكياً فتقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (٨' ١٨' ٣٧° - ٥' 37' 6" 16) وخطي طول (٤٥' ٣٦' ٤٢° 42' 57" 11 - °) ، وتبلغ مساحة اجمالي الأحواض (٣٧٠.٦٣ كم²) خريطة (١) ، جدول (١) .

٧- **البيانات والبرامج المستعملة في البحث :** اعتمد البحث مصادر مختلفة في دراسة مؤشرات النشاط التكتوني وتمثيله خرائطياً لأحواض منطقة الدراسة ، ومن هذه المصادر هي: الخريطة الطبوغرافية لمنطقة زاخو بمقياس (١: ١٠٠٠٠٠٠) الصادرة عن الهيئة العامة للمساحة العراقية ، والمرئية الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي (landsat-٨) ذات النطاقات المتعددة الأطياف وذات المتحسس (OLI) و الملتقطة بتاريخ (٦-٩-٢٠٢٣) ، وأنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبدقة تمييزية (٣٠×٣٠ م) ، فضلاً عن استعمال برنامج

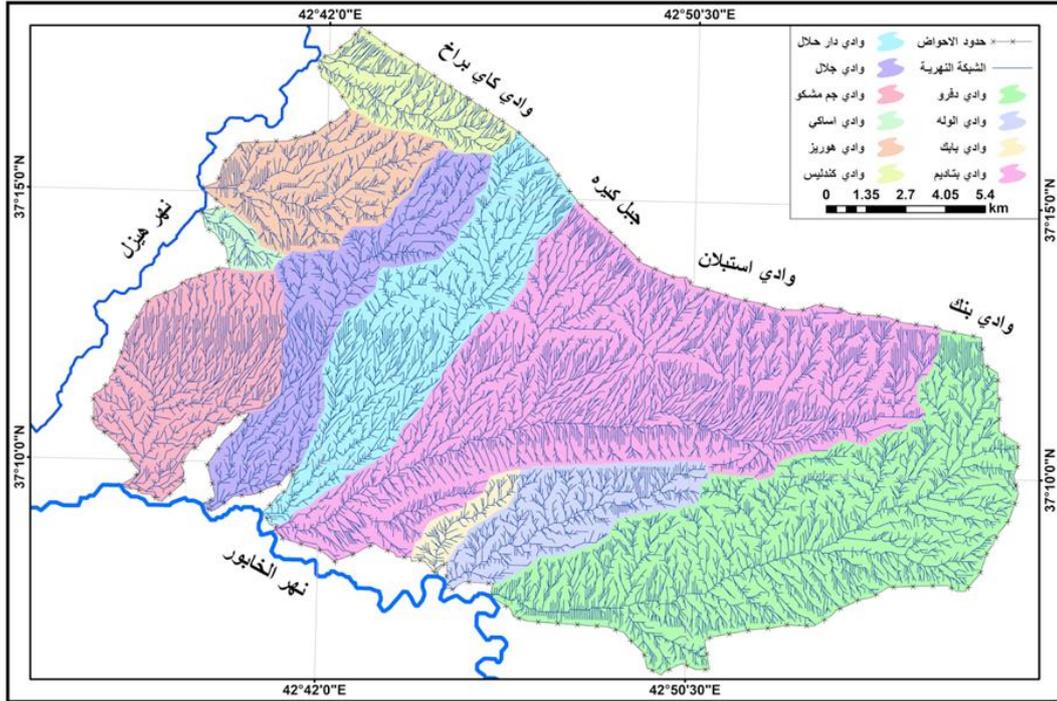
ARCGIS ١٠.٤.١) وبرنامج (ERDAS ٨.٥)، وبرنامج (Geomatica)، وبرنامج (Global Mapper ١١) في عملية التصحيح والرسم والاشتقاق .
خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق



المصدر من عمل الباحث بالاعتماد على :-

- ١- جمهورية العراق ، وزارة الموارد المائية ، مديرية المساحة العامة ، خريطة العراق الادارية ، مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠٠ لعام ٢٠١٠ .
- ٢- المرئية الفضائية للعراق (موزانيك) للقمر الصناعي لاتدسات ٨ .

خريطة (٢) أحواض منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) .

جدول (١) أسماء الأحواض ومساحتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة

ت	اسم الحوض	المساحة (كم ²)	النسبة المئوية
1	وادي دفرو	87.60	23.64
2	وادي الوله	19.83	5.35
3	وادي بابك	4.34	1.17
4	وادي بتاديم	114.12	30.79
5	وادي دار حلال	42.16	11.38
6	وادي جلال	30.34	8.19
7	وادي جم مشكو	32.26	8.70
8	وادي اساكي	3.08	0.83
9	وادي هوريز	23.61	6.37
10	وادي كندلس	13.29	3.59
	المجموع	370.63	%100

المصدر : من عمل الباحث باعتماد خريطة (٢).

المبحث الثاني (الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة وتمثيلها خرائطياً)

تعد العوامل الطبيعية أحد أهم المرتكزات الأساسية التي تؤثر في الخصائص التكتونية لأحواض التصريف المائي في المنطقة ، إذ تتمثل تلك العوامل بالبنية الجيولوجية والتركيبية والسطح، فضلاً عن العوامل الأخرى . وعليه فإن من الضروري التعرف على تلك العوامل وتمثيلها خرائطياً لتشكل مجملها مجموعة من الخرائط تعيد في بناء طبقات معلوماتية رقمية وصورية تساعد في استقراء المعلومات وتحليلها لعمليات النشاط التكتوني لأحواض منطقة الدراسة.

أولاً: جيولوجية منطقة الدراسة :

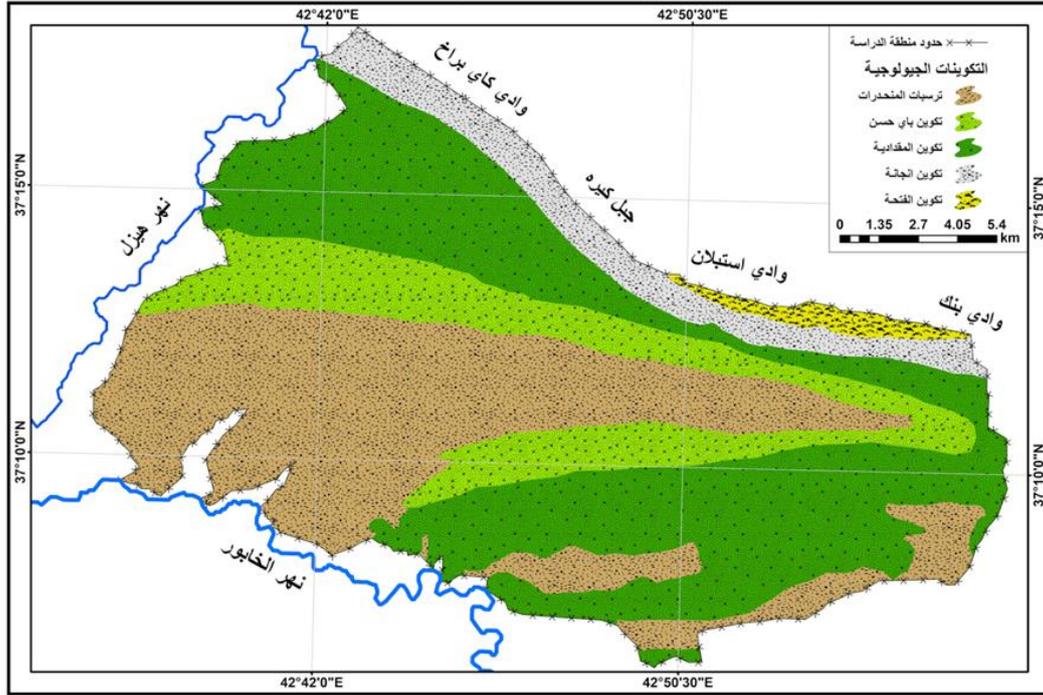
تعد التكوينات الجيولوجية أحد أهم العوامل الطبيعية الرئيسة التي تؤثر في مورفوتكتونية ومورفومترية وجيومورفولوجية أحواض التصريف النهري، إذ تشترك عوامل الطبيعة الصخرية، من نظام بنية الطبقات، والتراكيب الصخرية من صدوع وفواصل وشقوق مع العوامل الأخرى في تشكيل الخصائص المساحية والتضاريسية وخصائص الشبكة النهريّة لأحواض التصريف المائي. وقد ينحصر التاريخ الجيولوجي للمنطقة ما بين الزمن الجيولوجي الثالث وترسبات الزمن الجيولوجي الرباعي، ويمكن تتبع ملامح التوزيع المكاني (الجغرافي) لهذه التكوينات الجدول (١)، (خريطة ٣)، وبحسب تسلسلها من الأقدم إلى الأحدث:

١- **تكوينات الزمن الثلاثي:** تبلغ مساحته تكوينات الزمن الجيولوجي الثلاثي حوالي (٢٣٨.٧٦ كم²)، وبنسبة (٦٤.٤٢%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وتتمثل بالتكوينات الآتية:

١- **تكوين الفتحة:** يعود هذا التكوين إلى عصر الميوسين الأوسط ، ويتألف من ترسبات المارل الأخضر المصفر، والحجر الجيري الخفيف، والجبس السميك، والحجر الطيني الأحمر، والسلت الملحي، والحجر الرملي (القريشي: ١٤: ٢٠١١) ، ويبلغ سمك هذا التكوين حوالي (١٥٠ م) ويوجد في أقصى شمال شرق منطقة الدراسة على شكل شريطي بمساحة تبلغ حوالي (٥.٧٦ كم²) وبنسبة (١.٥٥%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة وهي بذلك أقل التكوينات مساحة في المنطقة.

٢- **تكوين انجانة:** يعود هذا التكوين إلى عصر الميوسين الأعلى، ويظهر بصورة شريطي يمتد في الجزء الأعلى من منطقة الدراسة وبصورة مستمرة من الشرق الى الغرب، إذ تبلغ مساحته حوالي (٢٦.٨١) كم² وبنسبة (٧.٢٣%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، ويتألف من حجر طيني أحمر وبني متعاقب مع حجر رملي أحمر وبني ويتراوح سمكه بين (٧٠٠ - ١٢٠٠ م) (الجنابي: ٢٠: ٢٠١٦).

خريطة (٣) التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على :-
 جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، الخريطة الجيولوجية للوحة زاخو ، بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ ، لعام ٢٠١٢.

جدول (٢) اسماء التكوينات الجيولوجية ومساحتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة

النسبة المئوية	المساحة (كم ²)	اسم التكوين	العصر	الزمن الجيولوجي
1.55	5.76	تكوين الفتحة	الميوسين	تكوينات الزمن الثلاثي
7.23	26.81	تكوين انجانة		
39.05	144.73	تكوين المقدادية	البلايوسين	
16.58	61.46	تكوين باي حسن		
35.58	131.87	ترسبات المنحدرات	الهولوسين	ترسبات الزمن الرباعي
100.00	370.63	المجموع		

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على خريطة (٣) .

٣- **تكوين المقدادية** : يعود التكوين إلى عصر البلايوسين الأسفل ، ويتكون من طبقات من الحجر الرملي ذو اللون الرمادي الفاتح والحجر الرملي الناعم والحجر الغريني والحجر الطيني، وبعض آفاق الحجر الرملي تكون مرصوفة بالحصى ويتراوح سمكه ما بين (٢٠٠ - ١٠٠٠ م) (Lateef and Hradecky: ١٩٧٧: ٥٠) ويوجد في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة بمساحة تبلغ حوالي (١٤٤.٧٣) كم² وبنسبة (٣٩.٠٥%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة.

٤- **تكوين باي حسن** : يعود التكوين إلى عصر البلايوسين، وينكشف في شرق وشمال شرق ووسط منطقة الدراسة على شكل حزام، وتبلغ مساحته حوالي (٦١.٦٤) كم² ونسبة (١٦.٥٨%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، ويتكون من طبقات من الكونكلوميرت متداخلة مع طبقات من الحجر الطيني والرملية ذات حبيبات خشنة، كما يبلغ سمكه ما بين (١٠٠ - ٢٠٠ م) (Al- Musawi, A: ٢٠٠٧: ١٢).

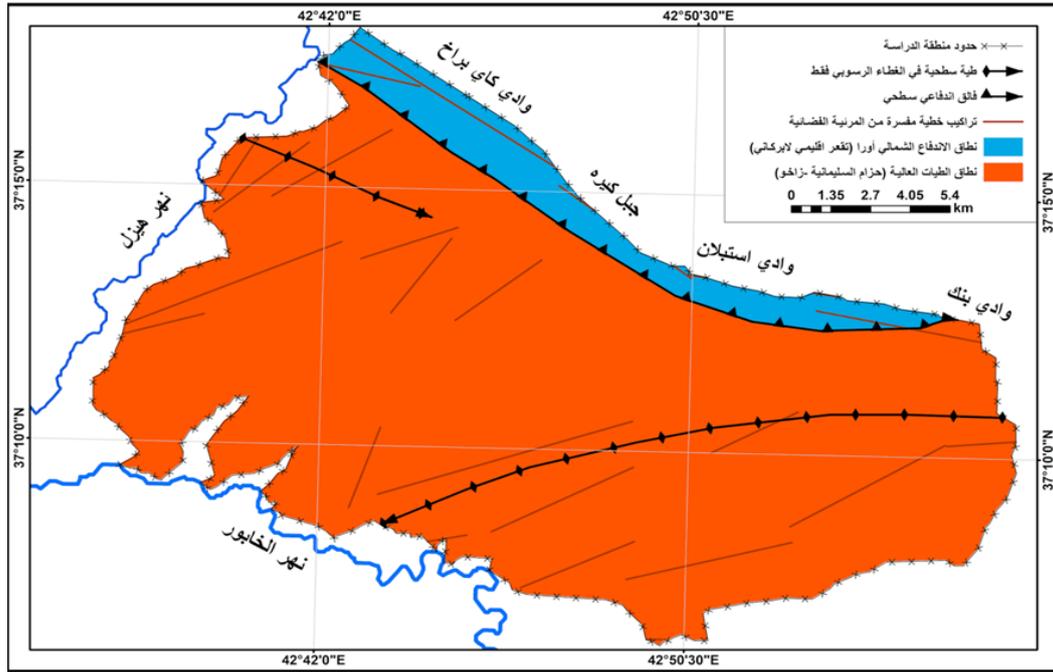
٢- **ترسبات الزمن الرباعي** : تتألف ترسبات الزمن الرباعي من ترسبات البلايوسين والهولوسين، وتتكشف في منطقة الدراسة ترسبات المنحدرات فقط وتغطي مساحة قدرها (١٣١.٨٧) كم² ونسبة (٣٥.٥٨%) من إجمالي المساحة الكلية، وتنتشر في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة، وتتكون من مواد طينية ورملية وغرينية وكلسية غير مترابطة بصورة جيدة، ويتراوح سمك هذه الرواسب إلى أقل من المتر الواحد وتصل في بعض الأحيان بين (١٥-٢٠ م)، بيد أنها في العادة تكون حوالي (١٠.٥ - ٥ م) (Abid: ١٣).

ثانياً : البنية التكتونية التركيبية : تقع منطقة الدراسة تكتونياً ضمن منطقة التفرع الإقليمي (منطقة الاندفاعات) وتحديداً ضمن نطاق الاندفاع الشمالي أورا التفرع الإقليمي اللابركاني، إذ تحتل هذه المنطقة مساحة قدرها (٣٠.٦٩ كم²)، ويتميز التفرع الإقليمي اللابركاني بوجود طيات محدبة وصفائح اندفاعية خضعت لجميع الحركات الابلية التي تأثرت بها المنطقة، وحزام السليمانية - زاخو الذي يقع ضمن الرصيف غير المستقر بمساحة تبلغ حوالي (٣٣٩.٩٤ كم²)، وتحتوي منطقة الدراسة على فائق اندفاعي سطحي يمتد من الجزء الشمالي الشرقي إلى الجزء الشمالي الغربي، ويبلغ طوله حوالي (٢٤.٦٠ كم). كما بينت المرئية الفضائية أن هناك مجموعة من الطيات والتي يبلغ عددها (٢٣) تركيباً خطأً، وتنتشر في مناطق متفرقة من منطقة الدراسة وذات اتجاهات مختلفة، وتتراوح أطوالها ما بين (٠.٥٣ - ٩.٠٥ كم). أما فيما يتعلق بالطيات فتوجد طيقتان تقعان في الغطاء الرسوبي، إذ تمتد الأولى من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، ويبلغ طولها حوالي (٢١.٨٥ كم²)

والثانية تقع في الجزء الشمالي الغربي، ويبلغ طولها حوالي (٧.١٦ كم²)، خريطة (٤)

ثالثاً: الوضع الطبوغرافي لمنطقة الدراسة: يقف سطح الأرض في مقدمة عناصر المكان التي تؤثر بشكل مباشر في نشوء الأودية النهرية وشبكتها وتطورها من جهة، وتتأثر به من جهة أخرى، إذ يؤدي انحدار السطح الدور الحاسم - بين عناصر السطح - إلى زيادة سرعة المياه الجارية ومن ثم زيادة طاقتها الجيومورفولوجية، مما ينعكس على طبيعة العملية الجيومورفولوجية من نحت وترسيب بل يتعدى ذلك ليتدخل في تحديد أنواعها كالنحت الراسي والجانبى والتراجعي (سلوم: ٣٨١: ٢٠١٢).

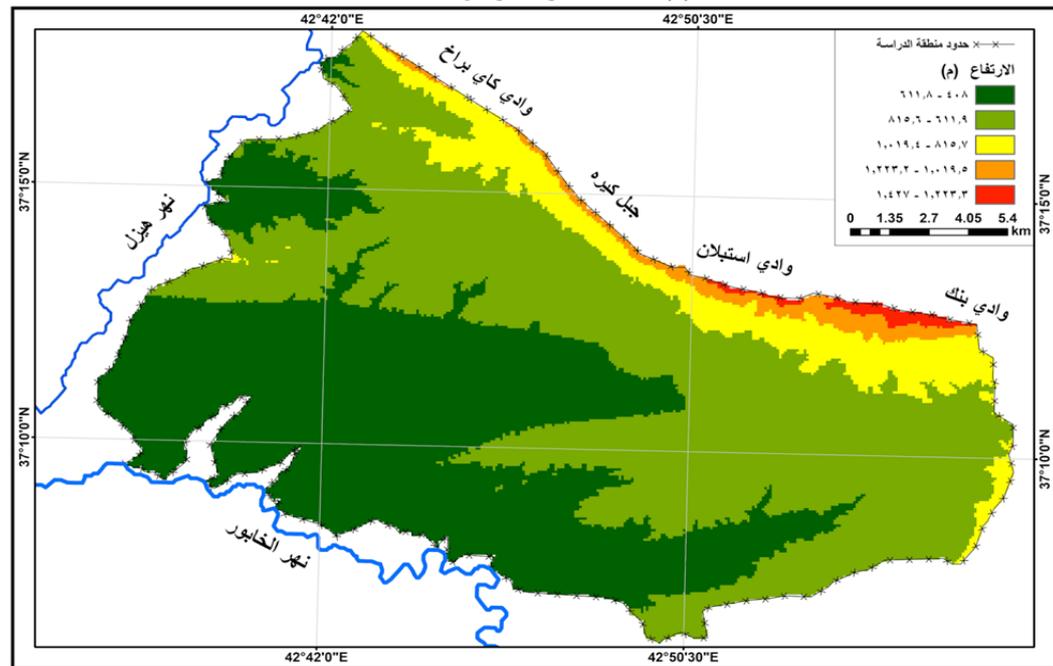
خريطة (٤) الوضع التكتوني - التركيبي في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على :-
 ١- جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، الخريطة البنوية للعراق ، بمقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ ، لعام ١٩٩٦ .
 ٢- الخريطة التضاريسية للمسح الضمائي (Landsat - 8 OLI) لمنطقة الدراسة المشقة بتاريخ ٢٠٢٣-٩-٦ ، الحجم (٧٠٠٠٤) .
 ٣- برنامج PC Geomatica 2016 و برنامج Arc GIS 10.4.1 .

وتعطي خريطة التضاريس الصورة الأولية لطبيعة المنطقة من ناحية الارتفاعات والانخفاضات ، وتشكل منطقة الدراسة جزءاً من نطاق الطيات العالية في الجزء الشمالي من العراق، ويتبين من (الخريطة ٥) والجدول (٣) أن أعلى ارتفاع للمنطقة بلغ (٤٢٧ م) فوق مستوى سطح البحر في حين سجل أقل ارتفاع حوالي (٤٠٨ م) فوق مستوى سطح البحر ولغرض توضيح هذا التباين في الارتفاعات فقد صنفت منطقة الدراسة إلى خمس فئات (الخريطة ٥) ، جدول (٣)

خريطة (٥) مستويات ارتفاع السطح في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) .

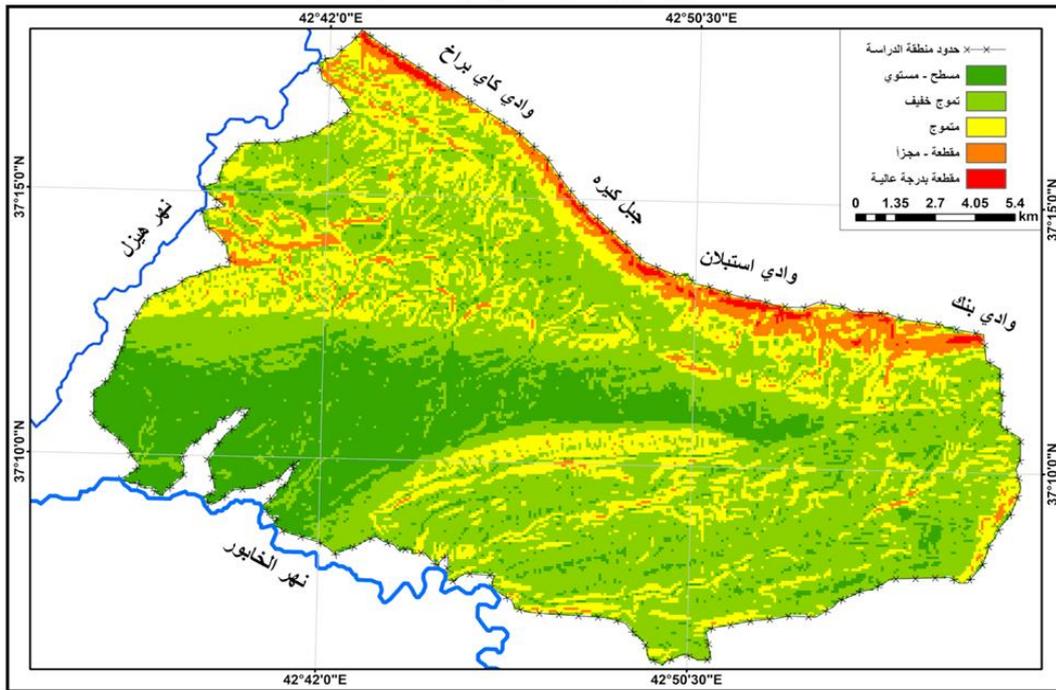
جدول (٣) فئات الارتفاع ومساحتها ونسبها المئوية في منطقة الدراسة

الفئة	طول الفئة (م)	المساحة (كم ²)	النسبة المئوية (%)
1	408 - 611.8	155.69	42.01
2	611.9 - 815.6	171.94	46.39
3	815.7 - 1019.4	32.51	8.77
4	1019.5 - 1223.2	7.95	2.14
5	1223.3 - 1427	2.54	0.69

المصدر : من عمل الباحث باعتماد خريطة (٥) .

إن هذا الارتفاع له انعكاسات على مورفوتكتونية أحواض منطقة الدراسة فالمناطق التي ارتفعت عن الأراضي المجاورة لها دليل ذلك على حدوث تغيرات داخلية تنعكس على أحواض منطقة الدراسة ولاسيما على مجاريها الرئيسية . أما فيما يخص الإنحدارات في المنطقة فيمكن تصنيفها على أساس تصنيف (Zink) إلى خمسة مستويات، وتظهر جميعها في منطقة الدراسة وبمساحات مختلفة، إذ شكل الصنف الخامس الذي حدد بـ (٣٠) درجة فأكثر أقلها مساحة وذلك بواقع (٢.٦٥ كم ٢) وبنسبة (٠.٦٩%) من إجمالي مساحة منطقة الدراسة، في حين شكل الصنف الثاني والذي حدد بالدرجة (٢ - ٧.٩) أكبر مساحة وذلك بواقع (١٩٠.٥٧ كم²) وبنسبة (٥١.٤٢%) وهو بذلك يمثل أكثر من نصف مساحة منطقة الدراسة (الخريطة ٦) والجدول (٤) .

خريطة (٦) انحدارات السطح في منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) .

جدول (٤) مستويات الانحدار بحسب تصنيف زنك (Zink) في منطقة الدراسة

المستوى	حدود درجة الانحدار	صنف السطح	المساحة (كم ²)	النسبة المئوية (%)
الأول	0 – 1.9	مسطح	77.08	20.80
الثاني	2 – 7.9	تموج خفيف	190.57	51.42
الثالث	8 – 15.9	تموج	82.21	22.18
الرابع	16 – 29.9	مقطع (مجزأ)	18.21	4.91
الخامس	٣٠ فأكثر	مقطع بدرجة عالية	2.56	0.69

المصدر : ١- عبد الكريم هاوتا عبد الله كاك احمد ، مشكلات تمثيل التضاريس لمنطقة راوندوز باستعمال المرئيات الفضائية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، ٢٠٠٣ ، ص ١٣ . ٢- خريطة (٦) .

المبحث الثالث (مؤشرات النشاط التكتوني لأحواض منطقة الدراسة وتمثيلها خرائطياً)

لقد تطور علم الجيومورفولوجيا تطوراً كبيراً بعد أن دخلت التقنيات الجغرافية الحديثة المتمثلة بالاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في محور دراسته وذلك عبر دقة النتائج المستخلصة من المرئيات الفضائية وأنموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية ، وتعد المؤشرات الجيومورفولوجية التي تعتمد التقنيات الحديثة ذات أهمية في تقويم النشاط التكتوني وتفسيره لأية منطقة باعتماد الطرائق الكمية في بيان مدى نشاطها التكتوني ، وفي ضوء ذلك سوف نتناول المؤشرات الآتية وعرض نتائجها خرائطياً:

١- **مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره** : يستعمل هذا المؤشر في معرفة مدى مقاومة الصخور لعمليات التعرية المائية التي تتعرض لها منطقة الدراسة وعلاقتها بفعاليات الأنشطة التكتونية ، كما أن هذا المؤشر مرتبط بقوة السيل ، وقوة السيل توضح مدى طول أو قصر قناة التصريف الذي يرتبط بقدرته السيل على تعرية وتآكل أرضية القناة ونقل الرواسب ، وبذلك فإن قوة السيل تعد متغيراً هيدرولوجياً مهماً، والذي يقدر شدة الانحدار والتصريف المائي، وقد يوضح هذا المؤشر الفاعلية التكتونية وذلك عبر إجراء تصنيف لقيم المؤشر، إذ تعني القيم العالية بأن المنطقة ذات فاعلية تكتونية مرتفعة والتي تشير إلى وجود صخور صلبة في أرضية القناة ، أما القيم المنخفضة فإنها تتميز بفاعلية تكتونية منخفضة وتعكس وجود صخور قليلة المقاومة لعمليات التعرية (العمرى وكامل: ٢٩٠:٢٠١٣) ، ويتم حساب

$$SL = \left(\frac{\Delta H}{\Delta L} \right) L$$

هذا المؤشر عبر المعادلة الآتية:- (Keller and Pinter:2002:126)

إذ إن:

SL = طول المجرى ودرجة انحداره

L = طول القناة الكلية للوادي إلى النقطة الوسطية في منتصف المصب (م)

ΔH = فرق الارتفاع في منطقة المصب المحددة (م)

ΔL = طول المسافة المستقيمة في منطقة المصب المحددة (م).

ويتم تصنيف القيم التي يتم الحصول عليها عبر تطبيق المعادلة في أعلاه إلى ثلاثة أصناف وكما هي موضحة في الجدول أدناه .

جدول (٥) أصناف مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط	1	أكبر من ٥٠٠
معتدلة النشاط	2	500 - 300
منخفضة النشاط	3	أقل من ٣٠٠

El Hamdouni, R., Irigaray C., Fernández T., Chacón J., Keller E.A. (2008). Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain)., Geomorphology, Vol. 96, No. 1 – 2 ,pp150-173

ومن تطبيق المعادلة في أعلاه على أحواض منطقة الدراسة تبين أن قيم مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره متباينة فيما بينها ، فقد كانت قيم هذا المؤشر تقع ضمن فئتين وهما جدول (٦) وخريطة (٧) .

١- فئة عالية النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره أكبر من (٥٠٠) ، وشملت أحواض وديان (دفر، وبتايم، ودار حلال)، وهذا يدل على أن أحواض هذه الفئة تحتوي على صخور مقاومة لعمليات التعرية المائية، أو عدم توافر الظروف المناسبة للتعرية المائية، أو أن عملية الترسيب للمجرى المائي تكون بعيدة عن المنحدر وتحديداً عند نهاية الوادي وإن شكل قناة المجرى الرئيس أسفل المنحدر تكون مستقيمة وبذلك تعد المنطقة ذات مؤشر تكتوني عال.

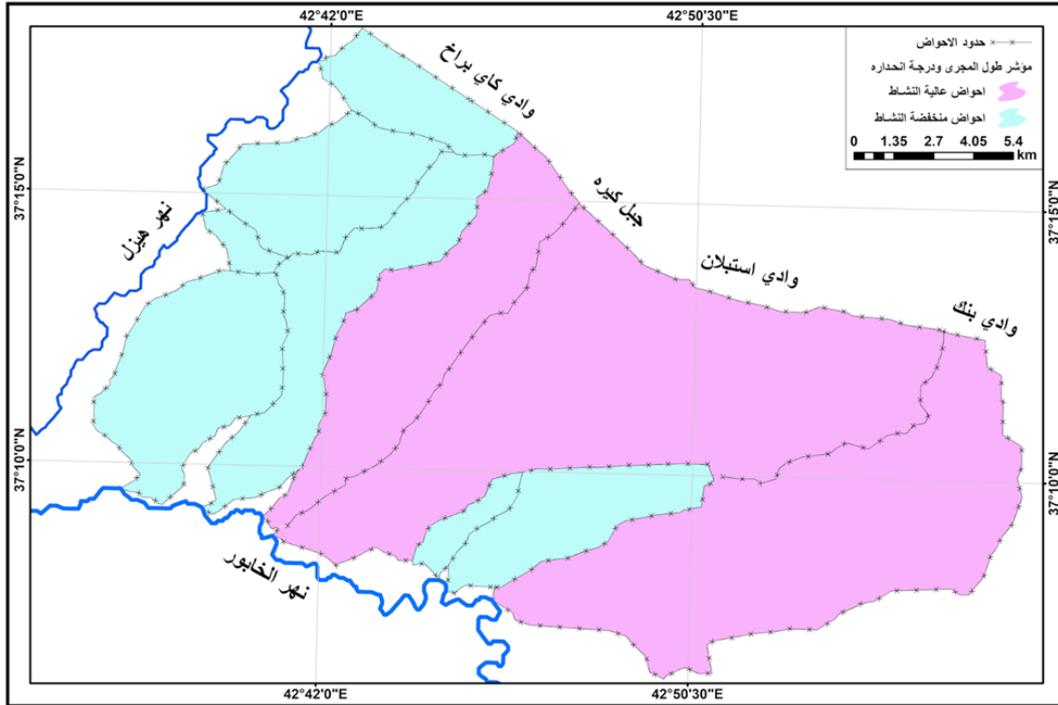
٢- فئة منخفضة النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره أقل من (٣٠٠) ، وشملت أحواض وديان (الوله، وبابك، وجمال، وجم شكو، واساكي، وهوريز، وكندلس)، وإن قيم هذه الأحواض منخفضة نتيجة وجود صخور هشة وقليلة المقاومة لعمليات التعرية المائية، وتوجد في المناطق التي تحتوي على رواسب المنحدرات وتكوين باي حسن، فضلاً عن أن الترسيب للمجرى المائي يتراجع إلى الخلف باتجاه المنبع أو المنحدر وبذلك تعد المنطقة ذات مؤشر تكتوني منخفض .

جدول (٦) نتائج مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره لأحواض منطقة الدراسة

الدرجة	الصف	SL	ΔL	ΔH	L	اسم الحوض	ت
عالية النشاط	1	503.78	261.6	6	21964.98	وادي دفرو	1
منخفضة النشاط	3	236.25	611.1	14	10312.22	وادي الوله	2
منخفضة النشاط	3	207.06	328.55	14	4859.28	وادي بابك	3
عالية النشاط	1	766.02	202.97	6	25913.06	وادي بتاديم	4
عالية النشاط	1	571.58	278.27	9	17672.58	وادي دار حلال	5
منخفضة النشاط	3	78.13	420.25	2	16416.53	وادي جلال	6
منخفضة النشاط	3	75.60	1261.17	12	7945.08	وادي جم مشكو	7
منخفضة النشاط	3	84.14	316.46	8	3328.25	وادي اساكي	8
منخفضة النشاط	3	91.47	319	3	9726.37	وادي هوريز	9
منخفضة النشاط	3	211.03	239.03	7	7205.93	وادي كندلس	0

المصدر : من عمل الباحث باعتماد برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS ١٠.٤.١) وأنموذج الارتفاع الرقمي ومعادلة . SL

خريطة (٧) اصناف مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره لأحواض منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٥).

٢- مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي : يعكس مؤشر عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي النسبة أو الفرق بين أرضية الوديان التي تكون بشكل حرف (V) والتي شكلت استجابة لارتفاع معدل النشاط التكتوني لصخور قاع الوادي وبين أرضية الوديان التي تكون على شكل حرف (U) والتي تكونت بسبب التعرية الجانبية وتشير إلى فاعلية تكتونية منخفضة (جعفر: ٢٠١٨: ١٧٥) ويتم حساب هذا المؤشر عن طريق المعادلة الآتية (-): (Keller and Pinter:2002:137)

$$V_f = \frac{2(V_{fw} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})}{E_{ld} - E_{sc}}$$

إذ إن :

 V_f = نسبة عرض أرضية الوادي إلى

ارتفاع الوادي .

 V_{fw} = عرض أرضية الوادي (م) . E_{ld} = ارتفاع الجانب الأيسر للوادي (م). E_{rd} = ارتفاع الجانب الأيمن للوادي (م). E_{sc} = معدل ارتفاع أرضية الوادي (م).

ويتم تصنيف القيم التي يتم الحصول عليها عبر تطبيق المعادلة في أعلاه إلى ثلاثة

اصناف وكما موضحة في الجدول أدناه .

جدول (٧)

أصناف مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط	1	أقل من ٠.٥
معتدلة النشاط	2	0.5 - 1
منخفضة النشاط	3	أكبر من ١

Bull, W.B., &McFadden,L.D. (1977). "Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In D.O.Doehring(ed), Geomorphology in Arid Regions" Proceedings of the Eighth Annual Geomorphology Symposium. Binghamton, NY: State University of New York at Binghamton, pp 115-183.

ومن تطبيق المعادلة في أعلاه على أحواض منطقة الدراسة تبين أن قيم مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي متباينة فيما بينها ، فقد كانت قيم هذا المؤشر تقع ضمن فئتين وهما جدول (٨) وخريطة (٨).

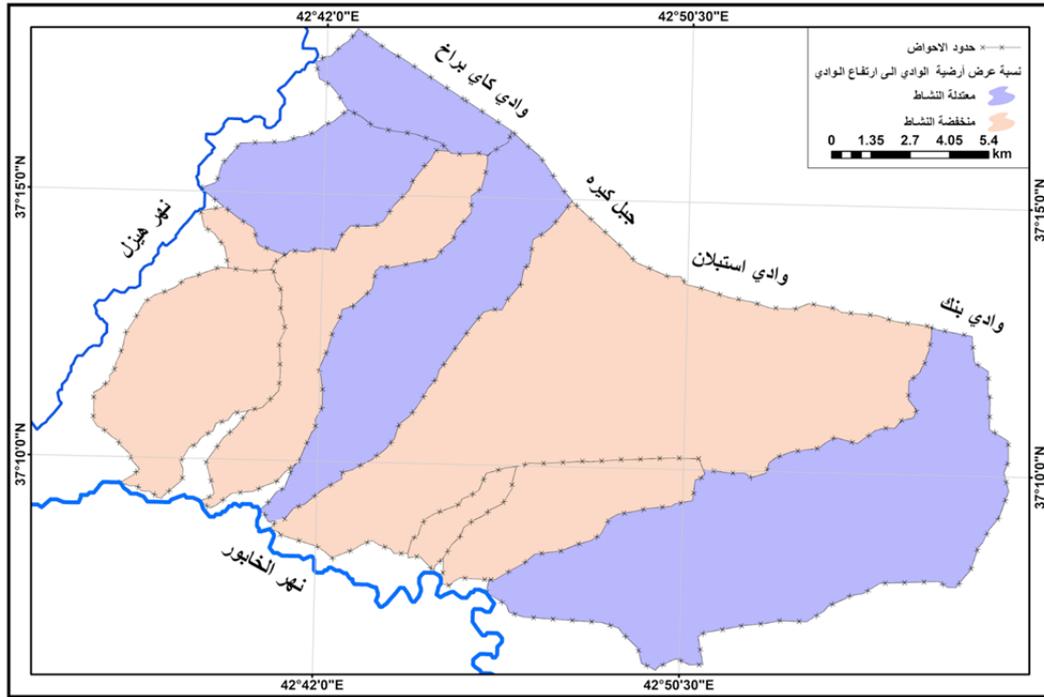
جدول (٨)

نتائج مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي لأحواض منطقة الدراسة

ت	اسم الحوض	V_{fw}	E_{sc}	E_{rd}	E_{ld}	V_f	الصنف	الدرجة
1	وادي دفرو	110.61	541.00	748.99	702.68	0.60	2	معتدلة النشاط
2	وادي الوله	144.14	569.77	723.72	683.62	1.08	3	منخفضة النشاط
3	وادي بابك	60.37	550.02	591.38	587.91	1.52	3	منخفضة النشاط
4	وادي بتايم	150.63	512.42	545.1	661.9	1.65	3	منخفضة النشاط
5	وادي دار حلال	93.43	618.93	748.07	706.46	0.86	2	معتدلة النشاط
6	وادي جلال	205.1	562.10	748.36	659.15	1.45	3	منخفضة النشاط
7	وادي جم مشكو	89.22	428.41	448.94	437.14	6.10	3	منخفضة النشاط
8	وادي اساكي	128.37	538.18	598.48	691.59	1.20	3	منخفضة النشاط
9	وادي هوريز	124.96	554.47	693.97	676.18	0.96	2	معتدلة النشاط
10	وادي كندلس	153.34	676.74	1139.72	792.77	0.53	2	معتدلة النشاط

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS ١٠.٤.١) وأنموذج الارتفاع الرقمي ومعادلة V_f .

خريطة (٨) اصناف مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي الى ارتفاع الوادي لأحواض منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (٨).

١ - فئة معتدلة النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي إلى ما بين (٠.٥ - ١) ، وشملت أحواض وديان (دفر، ودار حلال، وهوريز، وكندلس)، وهذا يعني أن هذه الأحواض متعادلة تكتونياً من حيث عملية الرفع التكتوني وعمليات التجوية والتعرية.

٢ - فئة منخفضة النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي إلى أكبر من (١)، وشملت أحواض وديان (الوله، بابك، بتاديم، جلال، جم شكو، اسكي)، وهذا يعني أن التعرية الجانبية هي السائدة في أحواض هذه الفئة أي أنها: تشهد عمليات تعرية وتجووية نشطة في أثناء تساقط الأمطار مما انعكس ذلك على عرض أرضية أودية المنطقة .

٣ - مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي: يشير هذا المؤشر إلى مدى هجرة أو نزوح المجرى الرئيس للحوض المائي عن محور الحوض، وتتمثل قيم هذا المؤشر بمديات تتراوح بين (٠ - ١) أي بمعنى أن قيم المؤشر كلما اتجهت نحو الواحد اتجه الحوض نحو اللاتماثل (النزوح) وبذلك فهو يبين حالة التأثير بتعرج الطبقة تحت سطحية أو تصدعها مما يؤدي إلى نزوح المجرى الرئيس للحوض مع اتجاه تلك الصدوع تحت سطحية ، أما إذا كانت القيم

تتجه نحو الصفر فيعني ذلك أن الحوض يميل إلى التماثل (فياض والعكام: ٢٠٢١: ٢٨٨) ويمكن حساب عامل التماثل عبر تطبيق الصيغة الرياضية الآتية . (Luay & Dawood: 2016:18):

$$T = \frac{Da}{Dd}$$

إذ إن :

T = مؤشر التماثل الطبوغرافي .

Da = المسافة من الخط الوسطي للحوض إلى خط المنتصف للمجرى المعرج للحوض (م)

Dd = المسافة من الخط الوسطي للحوض إلى خط الحد الخارجي عند الوسط (م) .

ويتم تصنيف القيم التي يتم الحصول عليها عبر تطبيق المعادلة في أعلاه إلى ثلاثة أصناف وكما موضحة في الجدول أدناه .

جدول (٩) أصناف مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط	1	أكبر من ٠.٦
معتدلة النشاط	2	0.3 - 0.6
منخفضة النشاط	3	أقل من ٠.٣

Burbank, D.W. and Anderson, R.S. (2012). "Tectonic Geomorphology", Malden, Massachusetts: Blackwell Science, Inc, p56.

ومن تطبيق المعادلة في أعلاه على أحواض منطقة الدراسة تبين أن قيم عامل التماثل الطبوغرافي متباينة فيما بينها، فقد كانت قيم هذا المؤشر تقع ضمن فئتين وهما : جدول (١٠) وخريطة (٩).

١- فئة معتدلة النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي ما بين (٠.٦ - ٠.٣)، وشملت أحواض وديان (دفرو، وبابك، وبتاديم، ودار حلال، وجلال، وهوريز، وكندلس)، وهذا يعني أن هذه الأحواض متعادلة تكتونياً أي عدم نزوح المجرى الرئيس للحوض عن محور الحوض بشكل كبير.

٢- فئة منخفضة النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي أقل من (٠.٣)، وشملت أحواض وديان (الوله، وجم شكو، واساكي)، ومن ثم فإن أحواض هذه الفئة تكون قريبة من التماثل أو أنها متناظرة في سيرها ومن ثم يؤدي إلى قلة أو عدم انحراف مجراها عن اتجاهات سيرها المفترضة ، وهذا يؤدي إلى انخفاض النشاط التكتوني فيها .

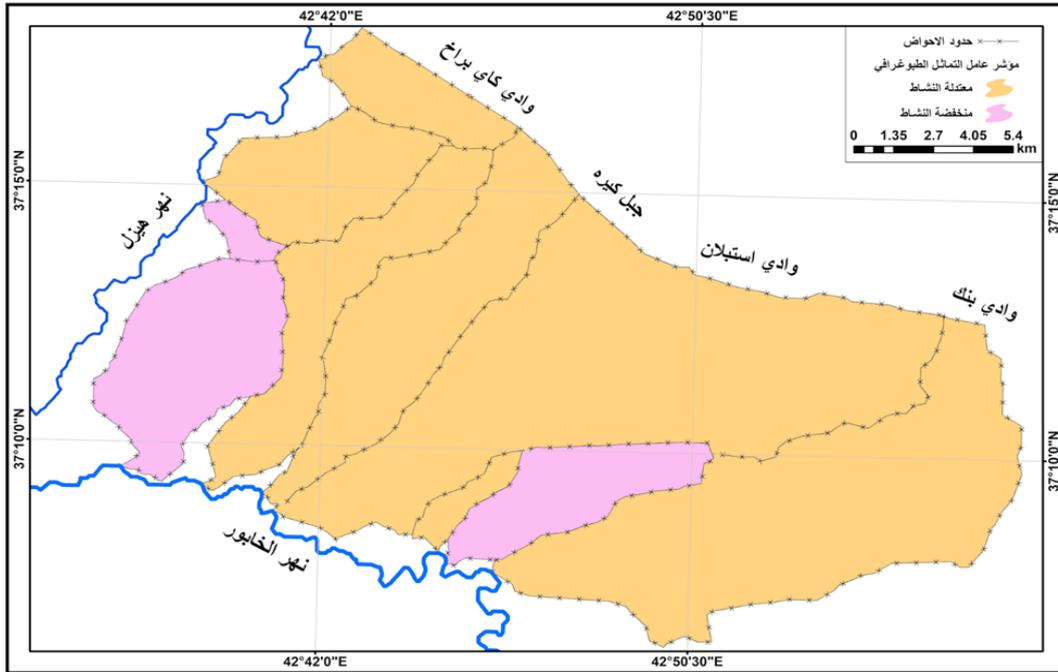
جدول (١٠)

نتائج مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي لأحواض منطقة الدراسة

الدرجة	الصف	T	Dd	Da	اسم الحوض	ت
معتدلة النشاط	2	0.40	2839.51	1138.48	وادي دفرو	1
منخفضة النشاط	3	0.17	1474.29	246.49	وادي الوله	2
معتدلة النشاط	2	0.56	463.32	259.02	وادي بابك	3
معتدلة النشاط	2	0.48	2393.36	1139.7	وادي بتاديم	4
معتدلة النشاط	2	0.39	3179.86	1246.61	وادي دار حلال	5
معتدلة النشاط	2	0.46	498.82	228.45	وادي جلال	6
منخفضة النشاط	3	0.19	2195.01	409.22	وادي جم مشكو	7
منخفضة النشاط	3	0.29	643.37	184.43	وادي اساكي	8
معتدلة النشاط	2	0.58	2109.09	1219.35	وادي هوريز	9
معتدلة النشاط	2	0.35	1705.16	602.13	وادي كندلس	10

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS ١٠.٤.١) وأنموذج الارتفاع الرقمي ومعادلة T.

خريطة (٩) اصناف مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي لأحواض منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٠).

٤- **مؤشر عامل عدم التماثل** : يستعمل مؤشر عامل عدم التماثل لقياس مساحة جانبي الحوض بالنسبة إلى المجرى الرئيس في الحوض والنتيجة عن تأثير النشاط التكتوني، وهو أحد المعايير المستعملة في تقويم وجود ميل في المجرى الرئيس لنطاق حوض التصريف الكلي، أي بمعنى أنه يقيس ميل انحراف جانبي الحوض بالنسبة للمجرى الرئيس للحوض، والتي نتجت بفعل تأثيرها بالقوى والفعالية التكتونية (Arian: ٢٣٨٠:٢٠١٢)، وإن قيم عامل عدم التماثل عندما تكون أكبر من (٦٥)، إذ تشير إلى إمكانية شدة الانحدار، أي بمعنى إن أي حوض تصريف مائي تكون قيمة المؤشر فيه أعلى من (٦٥) سوف يعرض روافده أو قنوات المجرى الرئيس لتدوير أو تقوس تكتوني (محدب)، والذي سوف ينعكس تأثيره على طول الروافد في جانبي المجرى الرئيس للحوض، وبالنتيجة فإنه يمكن وضع فرض بأن هذه الفعالية للمؤشر سوف تسبب انحناء أيسر لحوض التصريف، أي أن: الروافد على يسار المجرى الرئيس سوف تكون أقصر مقارنة مع روافد الجانب الأيمن ومن ثم يعكس عدم تماثل (العمرى وكامل: ٢٨٨:٢٠١٣)، ويتم حساب هذا المؤشر عن طريق المعادلة الآتية (Yousif: ٤٢:٢٠٢١):

$$AF = 100 \left(\frac{A_r}{A_t} \right)$$

إذ إن :

AF = مؤشر عامل عدم التماثل .

 A_r = مساحة حوض التصريف في الجهة اليمنى للمجرىالرئيس باتجاه أسفل الحوض (كم²) . A_t = المساحة الكلية لحوض التصريف (كم²) .

ويتم تصنيف القيم التي يتم الحصول عليها عبر تطبيق المعادلة في أعلاه إلى ثلاثة أصناف وكما موضحة في الجدول (١١) أصناف مؤشر عامل عدم التماثل

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط	1	أكبر من ٦٥
معتدلة النشاط	2	65- 57
منخفضة النشاط	3	أقل من ٥٧

Arian, M. and Aram, Z. (2014). "Relative Tectonic Activity Classification in the Kermanshah Area, Western Iran", Solid Earth, Vol.5, p2100.

ومن تطبيق المعادلة في أعلاه على أحواض منطقة الدراسة تبين أن قيم عامل عدم التماثل تظهر في ثلاث فئات وهي: جدول (١٢) وخريطة (١٠).

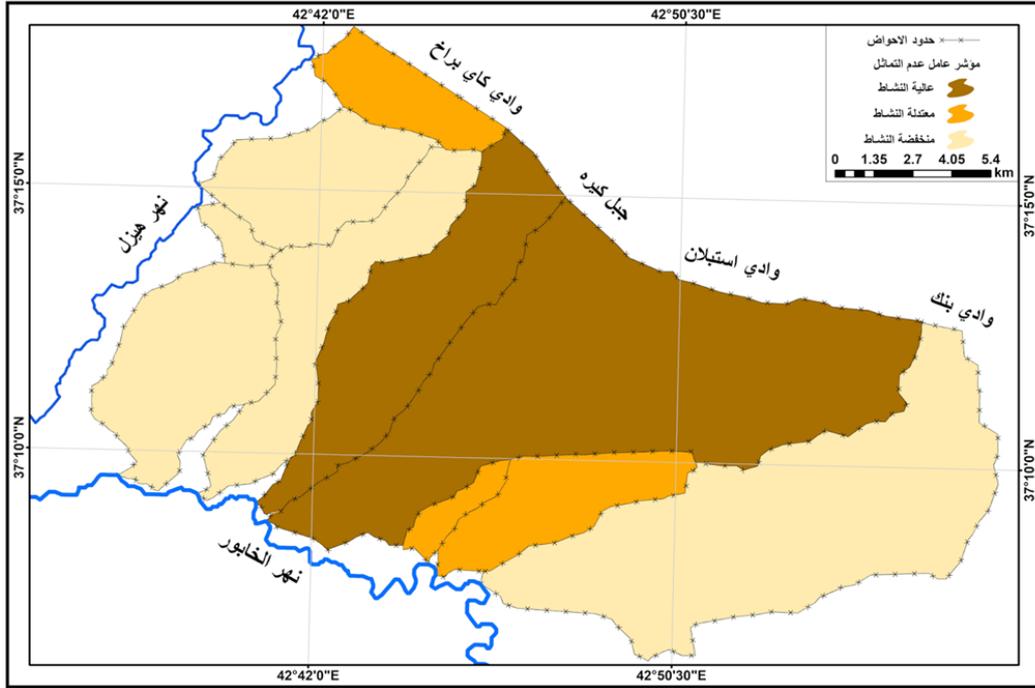
١- فئة عالية النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم هذا المؤشر أكبر من (٦٥)، وشملت حوضي واديا (بتاديم ، دار حلال) ، وهذا يعني أن النشاط التكتوني فيها يكون عالياً بحسب مؤشر عامل عدم التماثل ، وبذلك تتعرض روافد الحوضين لتقوس (تحذب) أي: تسبب انحناءً كبيراً للروافد في الجانب الأيسر من الحوض ومن ثم تكون روافدها أقصر في هذا الجانب من الجانب الأيمن.

جدول (١٢) نتائج مؤشر عامل عدم التماثل لأحواض منطقة الدراسة

ت	اسم الحوض	Ar	At	AF	الصنف	الدرجة
1	وادي دفرو	46.12	87.60	53	3	منخفضة النشاط
2	وادي الوله	12.1	19.83	61	2	معتدلة النشاط
3	وادي بابك	2.82	4.34	65	2	معتدلة النشاط
4	وادي بتاديم	84.84	114.12	74	1	عالية النشاط
5	وادي دار حلال	28.77	42.16	68	1	عالية النشاط
6	وادي جلال	14.49	30.34	48	3	منخفضة النشاط
7	وادي جم مشكو	10.82	32.26	34	3	منخفضة النشاط
8	وادي اساكي	1.24	3.08	40	3	منخفضة النشاط
9	وادي هوريز	12.37	23.61	52	3	منخفضة النشاط
10	وادي كندلس	8.59	13.29	65	2	معتدلة النشاط

المصدر : من عمل الباحث باعتماد برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS ١٠.٤.١) وأنموذج الارتفاع الرقمي ومعادلة . AF

خريطة (١٠) اصناف مؤشر عامل عدم التماثل لأحواض منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٢).

- ٢- فئة معتدلة النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر عامل عدم التماثل ما بين (٥٧ - ٦٥)، وشملت أحواض وديان (الوله، وبابك، وكندلس)، أي أن أحواض هذه الوديان تتميز مجاريها نوعاً ما بالتحدب والتدوير.
- ٣- فئة منخفضة النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر عامل عدم التماثل أقل من (٥٧)، وشملت أحواض وديان (دفرو، وجمال، وجم شكو، واساكي، وهوريز)، أي أن أحواض هذه الفئة تكون نسبة التقوس والتحدب في مجاريها المائية قليلة جداً.

٥- مؤشر تعرج مقدمة الجبل :يعد من المؤشرات التكتونية التي تستعمل لقياس الشكل الأرضي و النشاط التكتوني ، إذ إنه يعكس حالة التوازن بين عمليات الرفع من جهة وبين عمليات التعرية من جهة ثانية التي نتجت من الجداول والمسيلات ، ومن ثم فإن هذه العمليات تؤدي في النهاية إلى تشكيل تعرج تعروي لواجهة الجبل ، وبذلك فإن مؤشر مقدمة الجبل يعكس التوازن بين عمليات التعرية و القوى التكتونية المشكلة لواجهة الجبل (الجبوري والخالدي:٤٥٤:٢٠١٨) ، ويتم حساب هذا المؤشر عبر المعادلة الآتية

:- (Keller and Pinter:2002:134))

$$S_{mf} = L_{mf} / L_s$$

إذ إن :-

S_{mf} = مؤشر تعرج مقدمة الجبل .

L_{mf} = طول مقدمة الجبل بشكل متعرج (كم).

L_s = طول الخط المستقيم لواجهة الجبل (كم).

ويتم تصنيف القيم التي يتم الحصول عليها عبر تطبيق المعادلة في أعلاه إلى ثلاثة أصناف وكما هي موضحة في الجدول (١٣).

جدول (١٣) أصناف مؤشر تعرج مقدمة الجبل

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط	1	1 - 1.6
معتدلة النشاط	2	1.6 - 3
منخفضة النشاط	3	3 - 5

Sarah K. Mohammed, et al, (2018) " Geomorphic Indices of Tectonic Activity Through the Analysis of the Drainage Systems in Pera Magroon Anticline, Northeastern Iraq", Iraqi National Journal of Earth Sciences Vol. 18, No. 2, P105 .

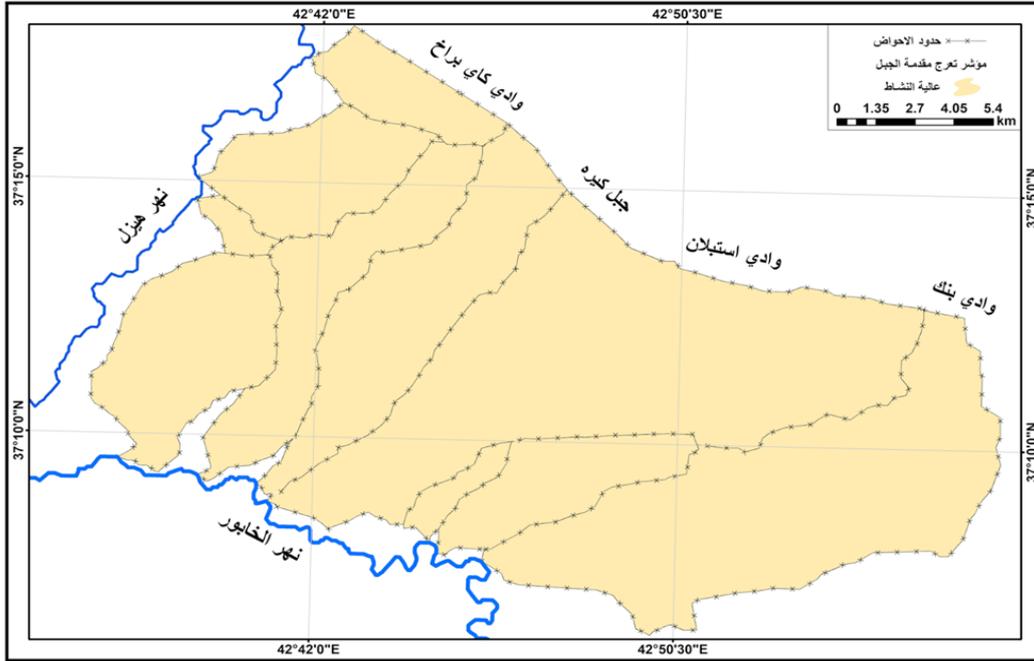
عند تطبيق معادلة مؤشر تعرج مقدمة الجبل وإشارة إلى الجدول (١٣) تبين بأن جميع أحواض منطقة الدراسة تقع ضمن الفئة الأولى التي تنحصر قيمها ما بين (١-١.٦) وهي فئة عالية النشاط التكتوني ويعود سبب ذلك إلى قلة نشاط عمليات التعرية في أحواض منطقة الدراسة الجدول (١٤) وخريطة (١١).

جدول (١٤) نتائج مؤشر تعرج مقدمة الجبل لأحواض منطقة الدراسة

ت	اسم الحوض	Lmf	Ls	Smf	الصنف	الدرجة
1	وادي دفرو	1.38	1.38	1.00	1	عالية النشاط
2	وادي الوله	6.31	6.27	1.01	1	عالية النشاط
3	وادي بابك	1.05	1.02	1.03	1	عالية النشاط
4	وادي بتاديم	13.69	13.07	1.05	1	عالية النشاط
5	وادي دار حلال	3.21	3.20	1.00	1	عالية النشاط
6	وادي جلال	1.7	1.68	1.01	1	عالية النشاط
7	وادي جم مشكو	5.12	4.86	1.05	1	عالية النشاط
8	وادي اساكي	2.18	1.97	1.11	1	عالية النشاط
9	وادي هوريز	3.59	3.53	1.02	1	عالية النشاط
10	وادي كندلس	6.43	6.26	1.03	1	عالية النشاط

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS ١٠.٤.١) وأنموذج الارتفاع الرقمي ومعادلة S_{mf} .

خريطة (١١) اصناف مؤشر تعرج مقدمة الجبل لأحواض منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٤).

٦- **مؤشر شكل الحوض** : يعد شكل الحوض من المؤشرات المورفو تكتونية التي توضح تأثير الحركات التكتونية على شكل الأحواض المائية واقتربها من الشكل المستطيل أو أنها تأخذ الشكل الدائري ، فإن انخفاض قيم هذا المؤشر تشير إلى عدم حصول نشاط تكتوني وإن اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري ، في حين ارتفاع القيم تعكس العكس أي تشير إلى حدوث نشاط تكتوني عال ويكون شكل الحوض قريباً من الشكل المستطيل (السامرائي : ٢٠٢٣ : ٣٣٥) ، ويتم حساب هذا المؤشر عبر الصيغة الرياضية الآتية (Yousif : ٢٠٢١ : ٤٧).

$$B_s = B_L / B_w$$

إذ إن :

B_s = مؤشر شكل الحوض . B_L = طول الحوض (كم) . B_w = عرض الحوض (كم) .
ويتم تصنيف القيم التي يتم الحصول عليها من تطبيق المعادلة في أعلاه إلى ثلاثة أصناف وكما موضحة في الجدول (١٥).

جدول (١٥) أصناف مؤشر شكل الحوض

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط	1	أكبر من ٣
معتدلة النشاط	2	2 - 3
منخفضة النشاط	3	أقل من ٢

Yousif, L. D. (2021). " Identification of the Possible Active Tectonics of Al-Ajeej Valley Drainage Basin, NW Iraq, Using GIS Technique " , Journal of Iraqi Bulletin of Geology and Mining , Vol.17, No.2,p47.

ومن تطبيق المعادلة في أعلاه على أحواض منطقة الدراسة تبين أن قيم عامل شكل الحوض متباينة فيما بينها، فقد كانت قيم هذا المؤشر تقع ضمن فئتين وهما: جدول (١٦) وخريطة (١٢).

١- فئة عالية النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر شكل الحوض أكبر من (٣)، وشملت أحواض وديان (دفر، والوله، وبابك، وبتاديم، ودار حلال، وجلال، واساكي، وكندلس)، وهذا يعني أن أحواض هذه الفئة تكون قريبة إلى الشكل المستطيل مما أعطاهها صفة بأنها ذات نشاط تكتوني عال.

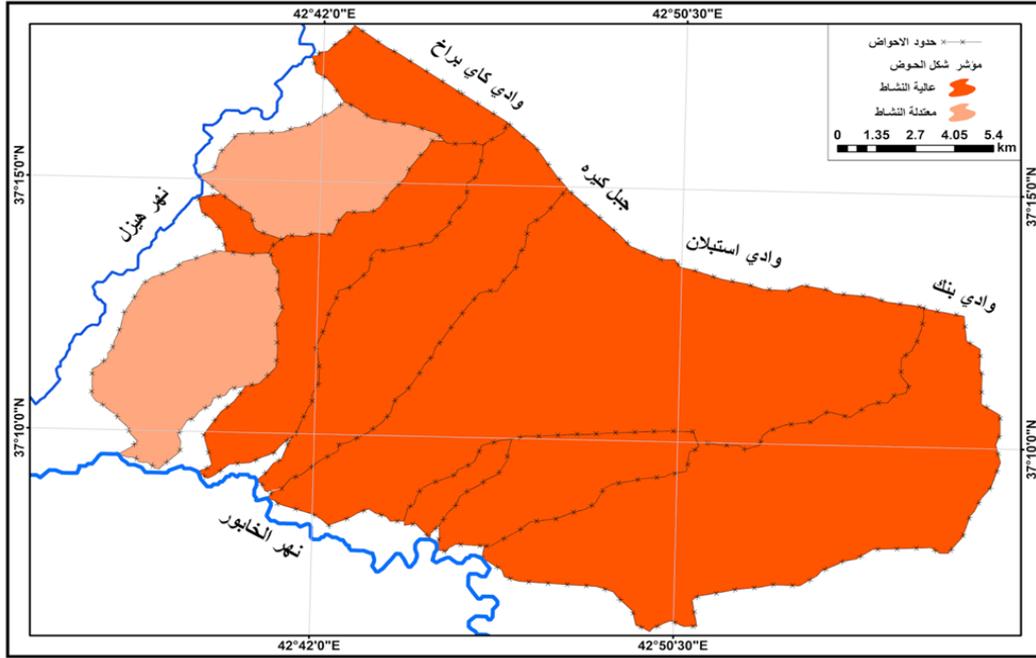
٢- فئة معتدلة النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر شكل الحوض ما بين (٢ - ٣)، وشملت حوضي وادي (جم شكو، هوريز)، ومن ثم فإن أحواض هذه الفئة تكون معتدلة قريبة من الشكل المستطيل ومن ثم فإنها تكون ذات نشاط تكتوني معتدل.

جدول (١٦) نتائج مؤشر شكل الحوض لأحواض منطقة الدراسة

ت	اسم الحوض	BL	Bw	Bs	الدرجة	الصف
1	وادي دفر	18.83	4.65	4.05	عالية النشاط	1
2	وادي الوله	9.81	2.02	4.86	عالية النشاط	1
3	وادي بابك	4.65	0.93	5.00	عالية النشاط	1
4	وادي بتاديم	23.54	4.85	4.85	عالية النشاط	1
5	وادي دار حلال	15.54	2.71	5.73	عالية النشاط	1
6	وادي جلال	15.48	1.96	7.90	عالية النشاط	1
7	وادي جم مشكو	8.94	3.61	2.48	معتدلة النشاط	2
8	وادي اساكي	3.15	0.98	3.21	عالية النشاط	1
9	وادي هوريز	8.07	2.93	2.75	معتدلة النشاط	2
10	وادي كندلس	7.28	1.83	3.98	عالية النشاط	1

المصدر : من عمل الباحث باعتماد برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS ١٠.٤.١) وأنموذج الارتفاع الرقمي ومعادلة B_s .

خريطة (١٢) اصناف مؤشر شكل الحوض لأحواض منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٦).

٧- مؤشر الفعالية التكتونية النسبية : يعد مؤشر الفعالية التكتونية النسبية هو الحصيلة النهائية لجميع المؤشرات الجيومورفولوجية، إذ يعكس هذا المؤشر نسبة النشاط التكتوني لجميع المؤشرات بجميع الأحواض ، وبذلك سيقود المؤشر النسبي للنشاط التكتوني إلى إعطاء نظرة شمولية عن تأثير قيم المؤشرات الجيومورفولوجية بالأنشطة التكتونية ، ويتم ذلك عبر تجميع قيم المؤشرات المدروسة سابقاً وبالبالغ عددها ستة مؤشرات ، ويتم قياس هذا المؤشر عن طريق المعادلة الرياضية الآتية: (Sarah K. Mohammed, et al) : ٢٠١٨ : ١٠٩ .

$$Iat = S / N$$

إذ إن :

Iat = مؤشر الفعالية التكتونية النسبية . **S** = رقم صنف المؤشر لكل حوض مائي .
N = عدد المؤشرات المدروسة .

جدول (١٧) أصناف مؤشر الفعالية التكتونية النسبية

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط التكتوني جداً	1	$1 < - \leq 1.5$
عالية النشاط التكتوني	2	$1.5 < - \leq 2$
معتدلة النشاط التكتوني	3	$2 < - \leq 2.5$
منخفضة النشاط التكتوني	4	$2.5 <$

Eynoddin, E.H, et al.(2017). "Assessment of Relative Active Tectonics in the Bozgoosh Basin (SW of Caspian Sea)". Open Journal of Marine Science, Vol. 7,P225.

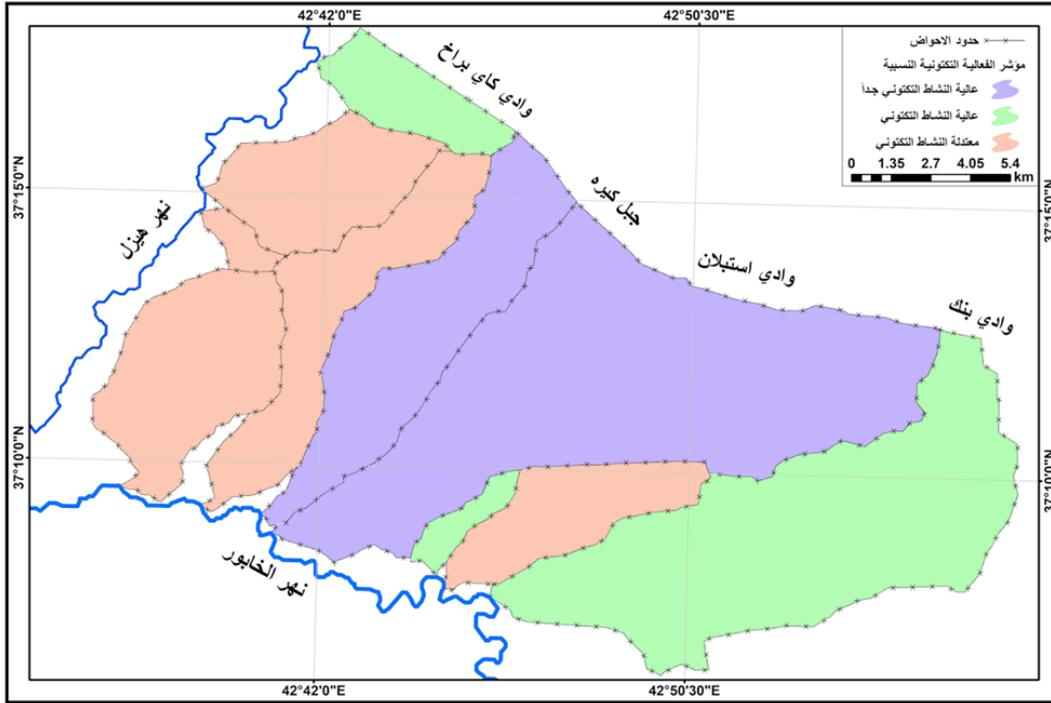
ومن تطبيق المعادلة في أعلاه على أحواض منطقة الدراسة تبين أن قيم مؤشر الفعالية التكتونية النسبية متباينة فيما بينها ، فقد كانت قيم هذا المؤشر تقع ضمن ثلاث فئات هي: جدول (١٨) وخريطة (١٣).

جدول (١٨) نتائج مؤشر الفعالية التكتونية النسبية لأحواض منطقة الدراسة

ت	اسم الحوض	SL	Vf	T	AF	Smf	Bs	lat	الصف	الدرجة
1	وادي دفرو	1	2	2	3	1	1	1.7	2	عالية النشاط التكتوني
2	وادي الوله	3	3	3	2	1	1	2.2	3	معتدلة النشاط التكتوني
3	وادي بابك	3	3	2	2	1	1	2.0	2	عالية النشاط التكتوني
4	وادي بتاديم	1	3	2	1	1	1	1.5	1	عالية النشاط التكتوني جداً
5	وادي دار حلال	1	2	2	1	1	1	1.3	1	عالية النشاط التكتوني جداً
6	وادي جلال	3	3	2	3	1	1	2.2	3	معتدلة النشاط التكتوني
7	وادي جم مشكو	3	3	3	3	1	2	2.5	3	معتدلة النشاط التكتوني
8	وادي اساكي	3	3	3	3	1	1	2.3	3	معتدلة النشاط التكتوني
9	وادي هوريز	3	2	2	3	1	2	2.2	3	معتدلة النشاط التكتوني
10	وادي كندلس	3	2	2	2	1	1	1.8	2	عالية النشاط التكتوني

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على الجداول (٦ ، ٨ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٤ ، ١٦) ومعادلة lat .

خريطة (١٣) اصناف مؤشر الفعالية التكتونية النسبية لأحواض منطقة الدراسة



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على جدول (١٨).

١- فئة عالية النشاط التكتوني جداً: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر الفعالية التكتونية النسبية ما بين $(1 < - \leq 1.5)$ ، وشملت حوضي واديا (بتاديم، دار حلال).

٢- فئة عالية النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر الفعالية التكتونية النسبية ما بين $(1.5 < - \leq 2)$ ، وشملت أحواض وديان (دفرو، بابك، كندلس).

٣- فئة معتدلة النشاط التكتوني: ضمت هذه الفئة الأحواض التي تكون فيها قيم مؤشر الفعالية التكتونية النسبية ما بين $(2 < - \leq 2.5)$ ، وشملت أحواض وديان (الوله، جلال، جم مشكو، اساكي، هوريز) .

الاستنتاجات :

١- أثبت البحث أن لبرامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) إمكانية كبيرة في اشتقاق أحواض التصريف المائي، إذ تميزت تلك الطرائق الإلية بالدقة والسرعة وتفوقها الكبير على الطرائق التقليدية القديمة، كما تميزت الدراسة الحالية بناء قاعدة بيانات جغرافية خرائطية مورفو تكتونية

٢- استعمل نمط التدرج المساحي ووسيلة المساحات وأسلوب الألوان والظلال المتدرجة في عملية التمثيل الخرائطي لنتائج مؤشرات النشاط التكتوني لأحواض منطقة الدراسة ، وذلك لكون هذا النمط يعطي قيمة إدراكية بصرية عالية للظاهرة المرمة فيه .

٣- تعود التكوينات الجيولوجية لأحواض جنوبي جبل كيره إلى الزمن الثلاثي وإلى ترسبات الزمن الرباعي ، وتقع تكتونياً ضمن منطقتي وهي منطقة التقعر الإقليمي وتحديداً ضمن نطاق الاندفاع الشمالي أورا ، وكذلك ضمن حزام السليمانية - زاخو ضمن الرصيف غير المستقر ، وتتحدّر المنطقة باتجاه شمالي شرقي - جنوبي غربي ويتراوح ارتفاعها ما بين (٤٠٨ - ١٤٢٧ م) فوق مستوى سطح البحر .

٤- بينت نتائج التصنيف النهائي (lat) للمؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني أن أحواض منطقة الدراسة تقع ضمن ثلاث فئات وهي فئة عالية النشاط التكتوني جداً وضمت حوضي واديا بتاديم ودار حلال ، أما الفئة الثانية والتي مثلت بعالية النشاط التكتوني فقد ضمت أحواض وديان دفرو وبابك وكندلس ، في حين ضمت الفئة الثالثة والتي تكون معتدلة النشاط التكتوني أحواض وديان الوله وجلال وجم مشكو واساكي وهوريز .

المصادر :

١. الجبوري ، ريم ثاير حبيب ، الخالدي منذر علي طه ، " دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني في طية بلكانة شمال شرقي الطوز " ، مجلة ديالى ، جامعة ديالى ، العدد السابع والسبعون ، (٢٠١٨)
٢. جعفر ، علي محسن كامل ، النمذجة الهيدرو جيومورفولوجية حوض وادي حسب وأثره في التنمية البيئية ، أطروحة دكتوراه ، غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة الكوفة ، ٢٠١٨ .
٣. جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، الخريطة الجيولوجية للوحة زاخو ، بمقياس ١: ٢٥٠٠٠٠٠ ، لعام ٢٠١٢ .
٤. جمهورية العراق ، وزارة الصناعة والمعادن ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، الخريطة النيبوية للعراق ، بمقياس ١: ١٠٠٠٠٠٠٠ ، لعام ١٩٩٦ .
٥. جمهورية العراق ، وزارة الموارد المائية ، مديرية المساحة العامة ، خريطة العراق الادارية بمقياس ١: ١٠٠٠٠٠٠٠ ، لعام ٢٠١٠ .
٦. الجنابي ، بسمة علي عبد الحسين ، التقييم الجيومورفولوجي لمنحدرات سلسلة كارا ، أطروحة دكتوراه ، غير منشورة ، كلية التربية ابن رشد ، جامعة بغداد ، ٢٠١٦ .
٧. السامرائي ، هند طارق مجيد " المؤشرات الجيومورفولوجية ودلالاتها في النشاط التكتوني لحوض وادي كاني ماسي في محافظة دهوك " ، مجلة ابجاث ميسان ، جامعة تكريت ، العدد السابع والثلاثون ، المجلد التاسع عشر ، (٢٠٢٣) .
٨. سلوم ، غزوان ، " حوض وادي القنديل (دراسة مورفومترية) " ، مجلة جامعة دمشق ، العدد الأول ، (٢٠١٢) .
٩. العمري ، فؤاد عبد الوهاب محمد ، نجم عبد الله كامل ، " دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني في قبة علاس طية حميرين الشمالية " ، مجلة تكريت للعلوم الصرفة ، جامعة تكريت ، العدد ١٨ ، المجلد ٥ ، (٢٠١٣) .

١٠. عيد ، هند محمد حسني ، "تقييم النشاط الجيومور وبنوي لمنطقة سانت كاترين" ، المجلة العلمية لكلية الآداب ، جامعة دمياط ، مج ١١ ، ص ٦٧ ، (٢٠٢٢) .
١١. الفياض ، هبة محمد ، اسحق صالح العكام ، " الخصائص المورفو تكتونية لحوض وادي ازيانة" ، مجلة الدراسات التربوية والعلمية ، الجامعة العراقية ، العدد الثامن عشر ، المجلد الثاني، (٢٠١٨) .
١٢. القرشي ، عيبر حميد ساجت جبر ، أشكال سطح الارض في حوض وادي كاني هنجير دراسة في الجغرافية الطبيعية ، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة بغداد ، ٢٠١١ .
١٣. كاك احمد ، عبد الكريم هاوتا عبدالله ، مشكلات تمثيل التضاريس لمنطقة راوندوز باستخدام المرئيات الفضائية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية ، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، ٢٠٠٣
14. Al- Musawi, A. (2007).The Geology of Zakho Quadrangle, sheet (NH-38-9) (G.M.1), scale 1:250000, Rep. No. 3110, GEOSURV, Baghdad, Iraq.
15. Arian, M. and Aram, Z. (2014)."Relative Tectonic Activity Classification in the Kermanshah Area, Western Iran", Solid Earth, Vol.5.
16. Bull, W.B., &McFadden,L.D. (1977). "Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In D.O.Doehring(ed), Geomorphology in Arid Regions" Proceedings of the Eighth Annual Geomorphology Symposium. Binghamton, NY: State University of New York at Binghamton.
17. Burbank, D.W. and Anderson, R.S. (2012)."Tectonic Geomorphology", Malden, Massachusetts: Blackwell Science, Inc.
18. El Hamdouni, R., Irigaray C., Fernández T., Chacón J., Keller E.A. (2008).Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain),. Geomorphology, Vol. 96, No. 1 - 2.
19. Eynoddin, E.H, et al.(2017). "Assessment of Relative Active Tectonics in the Bozghoush Basin (SW of Caspian Sea)". Open Journal of Marine Science, Vol. 7.
20. Keller. E.A. & Pinter, N. (2002).Active Tectonics-Earthquakes, Uplift, and Landscape, Second Ed. Prentice Hall, Inc. New Jersey, USA.
21. Lateef, A. S., and Hardecky, P. (1977). Report on the geological mapping of Al-Khabour area. GEOSURV Library Rep. No.838.
22. Yousif, L. D. (2021)." Identification of the Possible Active Tectonics of Al-Ajeej Valley Drainage Basin, NW Iraq,Using GIS Technique " , Journal of Iraqi Bulletin of Geology and Mining , Vol.17, No.2.
23. Yousif, L. D. &Ra'ad M. D. (2016). "Morphometric Assessment of Tectonic Activity in "Galal Al-Dura" Drainage Basin, East of Iraq",Journal of Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Vol.12, No.2.
24. Mehran. A., Nooshin B.,Rezvan, K.& Hamideh N. (2012).Seismic sources and neo – tectonics of Tehran area (North I ran), Indian Journal of Science and Technology, vol.5 No.3.
25. Sarah K. Mohammed, et al, (2018) " Geomorphic Indices of Tectonic Activity Through the Analysis of the Drainage Systems in Pera Magroon Anticline, Northeastern Iraq", Iraqi National Journal of Earth Sciences Vol. 18, No. 2