



المؤشرات المورفوتكتونية لحوض وادي المانعي في الهضبة الغربية العراقية

هاله حاكم محمد *¹ ID ، مشعل محمود فياض²

edw.aljuumaily1956@uoanbar.edu.iq hala.hakem@uoanbar.edu.iq

¹ قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الأنبار، الرمادي، العراق.

² قسم الجغرافية، كلية التربية للنبات، جامعة الأنبار، الرمادي، العراق.

تاريخ الاستلام: 12 مايو 2025 تاريخ المراجعة: 27 يونيو 2025 تاريخ القبول: 14 أغسطس 2025

تاريخ النشر الإلكتروني: 01 تموز 2026

الملخص

بعد حوض وادي المانعي من الأودية الموسمية التي تنتهي بنهر الفرات، والذي يقع في الجزء الشمالي من الهضبة الغربية العراقية، ضمن منطقة الوديان السفلى، وتبلغ مساحة حوضه 3634 كم². تمت دراسة حوض وادي المانعي واحواضه الثانوية لمعرفة درجة النشاط التكتوني ومدى تأثيرها على شكل الحوض. عند دراسة الخصائص التركيبية للمنطقة تبين بأن هناك خمسة صدوع تحت سطحية وخمس طبقات محدبة تحت سطحية و خمسة وثمانون تراكيباً خطياً. وقد أثرت هذه التراكيب على الخصائص المورفومترية للاحواض. كما تم تحديد المؤشرات الجيومورفولوجية المحسوبة من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS). تم تقييم الوضع التكتوني في هذه المنطقة من خلال مزيج من المؤشرات الجيومورفولوجية وهي: مؤشر التماثل الطبوغرافي (T) و مؤشر عدم التماثل (AF) و مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره (SL) و مؤشر نسبة عرض الوادي إلى نسبة ارتفاعه (VF) و مؤشر شكل الحوض (BS). وبعد اجراء تحليل المؤشرات لكل حوض ومقارنتها مع درجات التصنيف النهائي (IRAT) تبين أن الحوض الرئيسي ذات درجة نشاط تكتوني منخفضة، اما الاحواض الثانوية فقد اظهرت درجات نشاط تكتوني متفاوتة تراوحت بين الدرجة المنخفضة للاحواض المانع الشرقي ويطبخة والجابرية التي بلغ مجموع مساحتها 1408 كم²، والمتوسطة احواض الضايح والمعاني ودرج الساعي وجعاطة التي بلغ مجموع مساحتها 2226 كم². بشكل عام تشير هذه المعطيات على عدم وجود نشاط تكتوني كبير في المنطقة وهذا يتناسب مع الطبيعة الجيولوجية للمنطقة التي تقع ضمن الرصيف المستقر من العراق.

الكلمات المفتاحية:

مؤشرات مورفوتكتونية، عدم التماثل، التنشيط التكتوني، التماثل الطبوغرافي.

DOI: [10.33899/injes.v26i3.56162](https://doi.org/10.33899/injes.v26i3.56162), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. المقدمة

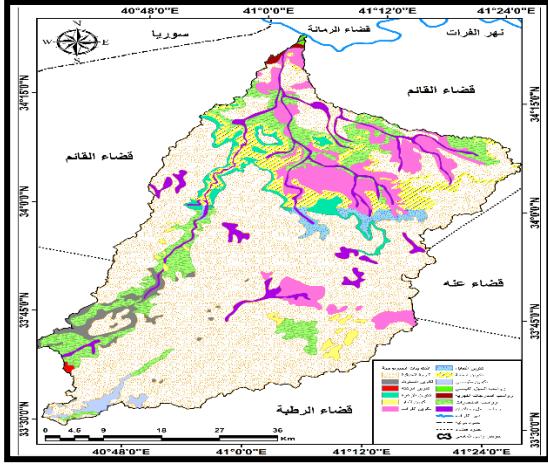
تظهر نتائج المؤشرات الجيومورفولوجية مدى تأثير سطح الأرض بالعوامل الجوية، ومدى تسارع عمليات التعرية والارساب من جهة ومدى تأثير المنطقة بالنشاط التكتوني من جهة أخرى، لذا تعد هذه المؤشرات أدوات مفيدة في تقييم الأنشطة التكتونية بصورة عامة والحديثة منها بصورة خاصة. (Bety, 2015). وتعد الخصائص الجيومورفولوجية للحوض النهري من أهم المؤشرات في هذا المجال، إذ يعد نظام جريان الأنهار انعكاساً للنشاط التكتوني؛ لأن مجاري الأنهار حساسة جداً للتغيرات في العوامل التي تسيطر على جيومورفولوجيتها لا سيما انحدارها (Hussien and Altarif, 2026).

أدى التحسن الكبير في الدقة المكانية والطيفية لبيانات الأقمار الصناعية وتقنيات معالجة الصور والتوافر السريع لبيانات الاستشعار عن بعد ونماذج الارتفاع الرقمي عالي الدقة (DEM) من إجراء تحاليل أكثر كمية ودقة للمؤشرات المورفومترية والمورفوتكتونية

تعد المؤشرات الجيومورفولوجية من الأدوات الفعالة في فهم التنشيط التكتوني لأي منطقة، إذ تمكن من تقديم فهماً سريعاً للمنطقة الخاضعة لتغيرات تكتونية نشطة أو تعديلات تكتونية نسبية، وبعد النشاط التكتوني الحديث من التخصصات الحديثة والناشئة في علوم الأرض، إذ باتت أداة مهمة تتيح تحديد معدلات العمليات الجيومورفولوجية كمعدلات الرفع والهبوط وإزاحة الصدوع والتعرية، وذلك بفعل التقدم في تقنيات التأريخ الجيولوجي والأساليب الجيوديسية (Singh and Bezbaruah, 2021).

تؤثر الأنشطة التكتونية في المعالم الجيومورفولوجية كالتشوهات في الأشكال الأرضية والتغيرات المفاجئة في انحدار سطوح احواض الصرف والمجاري المائية وتغير أنماط الصرف المائي، إذ إن حدوث النشاط التكتوني يؤدي إلى تسارع عمليات التعرية والارساب.

البعض الآخر من الصخور الرسوبية الفتاتية مثل الحجر الرملي والحجر الرملي والحجر الغريني والمارل، فضلاً عن رواسب الطين والغرين والطيني (Al-Dabbaj and Al-Khashab, 2002).



الشكل 2: التكوينات الجيولوجية في حوض وادي المانعي.

الجدول 1: التكوينات الجيولوجية ونسبتها المئوية في منطقة البحث.

ت	نوع التكوين الجيولوجي	المساحة / كم ²	النسبة المئوية %
1	تكوين الملوصي	33	0.9%
2	تكوين الرتكة	3	0.1%
3	تكوين الدولوك	68	1.9%
4	تكوين الغار	33	0.9%
5	تكوين الفرات	326	9.0%
6	تكوين النفايل	54	1.5%
7	تكوين انجانة	209	5.8%
8	تكوين الزهرة	92	2.5%
9	التربة المتبقية	2290	63.0%
10	رواسب السهل الفيضي	2	0.1%
11	رواسب المدرجات النهرية	5	0.1%
12	رواسب المنحدرات	354	9.7%
13	رواسب ملء الوادي	165	4.5%
	المجموع	3634	100.0%

ينعكس هذا التنوع الصخري في منطقة الدراسة على تباين الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للصخور ومدى استجابتها للضغط والتصدع مقارنة بالصخور الجيرية استجابات مختلفة من حيث التكرار والمؤثرة في تفسير مؤشرات النشاط التكتوني .

B. الخصائص التركيبية لمنطقة البحث

تضم منطقة الدراسة المتمثلة بحوض وادي المانعي تراكيب جيولوجية مختلفة لها دور كبير في رسم الملامح الجيومورفولوجية للمنطقة، ومن أهمها ما يأتي:

1-الطيّات Folds

تضمنت منطقة البحث خمسة طيات محدبة تحت سطحية في الغلاف الرسوبي ضمن الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية، تراوحت أطوالها بين (29.82 - 5.44) كم، وفيها تنتهي الطبقات الصخرية إلى

والجيومورفولوجية مما يوفر نتائج دقيقة عن درجة وصنف نشاط المنطقة .

تم في الدراسة الحالية التحري عن الدلائل المورفوتكتونية التي قد تعكس وجود النشاط التكتوني ومدى تأثيرها (في توأجها) على الخصائص الشكلية للحوض. بناء على ما سبق تضمنت اهداف الدراسة الحالية الاهداف التالية:

1 - قياس المؤشرات المورفوتكتونية لحوض وادي المانعي واحواضه الثانوية باستخدام تقنيات الإستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية.

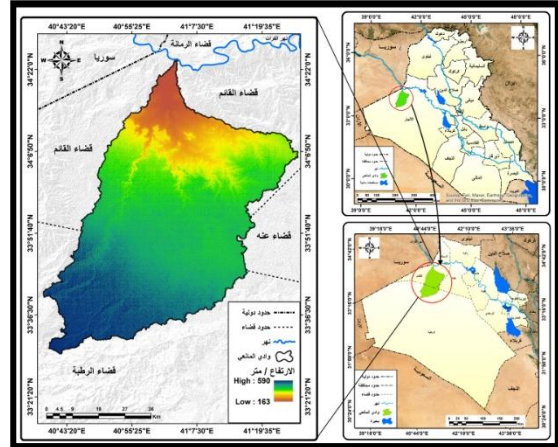
2- تحديد مستوى النشاط التكتوني في الحوض من خلال ربط نتائج المؤشرات المورفوتكتونية بالبيئة الجيولوجية والتركيبية السائدة، وربطه بالنشاط التكتوني في الهضبة الغربية العراقية.

3- رسم الخرائط التفصيلية للمؤشرات المورفوتكتونية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (Arc GIS) لتوضيح التوزيع المكاني للمؤشرات وتفسيرها، وتقييم درجة وصنف النشاط التكتوني النسبي.

4- توضيح أثر النشاط التكتوني على تطور شبكة المجاري المائية وكيفية تأثيرها على انحراف الأنهار .

2. حدود منطقة البحث

تقع منطقة البحث في الجزء الشمالي من الهضبة الغربية العراقية، وتقع ادارياً ضمن محافظة الأنبار ضمن قضائي القائم والرطبة. وتقع فلكياً بين دائرتي عرض (33° 40' - 34° 20') شمالاً، وخطي طول (40° 40' - 41° 20') شرقاً (الشكل 1-) .



الشكل 1: موقع منطقة البحث من العراق ومحافظة الانبار.

A. الخصائص الجيولوجية لمنطقة البحث

تظهر منطقة البحث تنوعاً في التكوينات الجيولوجية التي تعود إلى ازمة جيولوجية مختلفة تمتد من الزمن الجيولوجي الثاني (الترياسي الأعلى) إلى الزمن الرباعي (الهولوسين) وتشمل تكوينات الملوصي، والرتكة والدولوك والغار والفرات والنفايل وانجانة والزهرة والتربة المتبقية الأكثر امتداداً في الحوض بمساحة 2290 كم² بنسبة 63.0% ورواسب السهل الفيضي الأقل امتداداً بمساحة 2 كم² بنسبة 0.1% ورواسب المدرجات النهرية ورواسب المنحدرات ورواسب ملء الوادي (الشكل 2) الجدول (1). تتكون صخور بعض هذه التكوينات بصورة عامة من الصخور الرسوبية الجيرية مثل الحجر الجيري والدولومايت، بينما يتكون

C. العمليات المورفوتكتونية

إن العمليات المورفوتكتونية تعني: بدراسة العلاقة بين الوضع التكتوني لأي منطقة ونشوء وتطور المظاهر الجيومورفية عليها، التي تنشئ بفعل قوى الشد والضغط الناتجة عن الحركات الأرضية الباطنية. وتتكون نتيجة للعمليات التكتونية أشكال محدبة أو مقعرة أو تشققات بهيئة صدوع، تتعرض بعدها لعمليات التعرية والتجوية التي تعمل على تحويرها بحسب قوة وسرعة العامل الجيومورفي وطبيعة المكون الصخري، لذا تُعد العملية المورفوتكتونية العامل المحدد والمتحكم في شكل حوض الوادي الرئيس وأحواضه الثانوية، كما لها تأثير في خصائص الحوض المورفومترية (Al-Gurairy, 2023). ولتحديد النشاط التكتوني لمنطقة الدراسة، تم الاعتماد على عدد من المؤشرات المورفوتكتونية التي تم الحصول عليها من نموذج الارتفاع الرقمي (Digital Elevation Model) بدقة تمييزية (30×30) باستخدام برنامج (Arc GIS)، وهي:

1- مؤشر التماثل الطوبوغرافي (T) Topographic symmetry factor Transverse

وهو مؤشر مورفولوجي كمي يعبر عن مدى انحراف المجرى النهري الرئيسي عن محور الحوض، بسبب وجود صدوع تحت سطحية أو نشاط تكتوني أثر على المجرى المائي (Al-Thuwaini and Al-Omari, 2024)، يستخرج مؤشر (T) باستخدام المعادلة التالية: (Yousif and Dawood, 2016)

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

إذ إن:

T = مؤشر التماثل الطوبوغرافي.

Da = المسافة من الخط الوسطي للحوض إلى خط منتصف للمجرى الرئيسي المتعرج للحوض.

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

تتراوح قيمة المؤشر بين (0-1) تدل القيم المرتفعة على عدم التماثل وتعرج الطبقة السفلية وتصدعها، بينما تدل القيم المنخفضة على تماثل الحوض (Verrios and Kokkalas, 2004)، ويعد هذا المؤشر الأنسب للاحواض ذات نمط الصرف الشجري، صنف مؤشر التماثل إلى ثلاثة أصناف (Burbank and Anderson, 2001). الجدول (3).

الجدول 3: أصناف مؤشر التماثل الطوبوغرافي (T)

المدى	الصنف	درجة النشاط التكتوني
أكبر من 0.6	1	عالية النشاط
0.6-0.3	2	معتدلة النشاط
أقل من 0.3	3	منخفضة النشاط

تبين من الجدول (4) والشكل (4) أن قيم مؤشر (T) في منطقة الدراسة تقع ضمن صنفين وكما يأتي:

-الصنف (2) ويتمثل بالاحواض ذات درجة نشاط تكتوني معتدل، ويضم الاحواض التي تتراوح فيها قيمة (T) بين (0.6-0.3)، يقع حوض وادي المانعي وجميع احواضه الثانوية ضمن هذا الصنف بأستثناء حوض وادي المانعي الشرقي، مما يدل على تماثلها الطوبوغرافي المعتدل نسبياً، وميلان المجرى الرئيسي باتجاه محور الحوض ولكن

الأعلى وتميل الصخور بعيداً عن محاور الطيات في كل من جانبيها في اتجاهين متضادين (الشكل 3).

2- الصدوع Faults

تضم منطقة البحث خمسة صدوع تحت سطحية تتراوح أطوالها بين (77.69) كم كأطول صدع ويمتد بشكل طول في الحوض، و(20.13) كم كأقصر صدع ويمتد بشكل عرضي الشكل (3)؛ إذ أن منطقة البحث تتكون من الصخور الرسوبية والتي تعتبر بيئة مناسبة لتكون الصدوع، يعتبر وجود الصدوع في منطقة البحث دليل على أن المنطقة متعرضة إلى نشاط تكتوني.

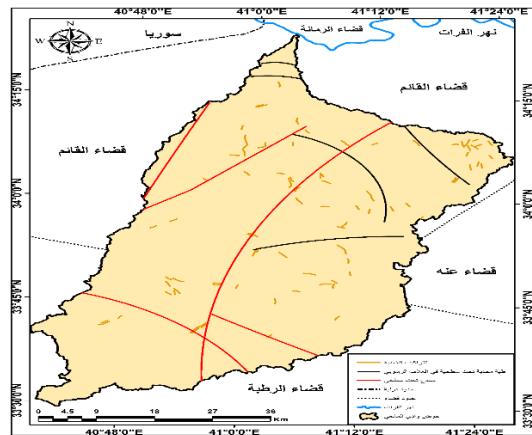
3- التراكيب الخطية Lineaments structures

تم تحديد التراكيب الخطية في منطقة البحث بالاعتماد على المرئية الفضائية للقم الصناعي (Land Sat +ETM 8) لعام 2024 م وبرنامج (GEOMATICA 2015) وبرنامج (Arc Gis) (10.4.1). إذ تبين تواجد 85 تركيباً خطياً تقع على مساقط الأودية الرئيسية (الشكل 3)، و الجدول (2). بلغ مجموع أطوالها 115.4 كم، مع سيادة الاتجاه (جنوب شرق-شمال غرب) بعدد (27) تركيباً، وبنسبة (31.8%)، وطول (35.4) كم، وبنسبة (30.7%)، وأقلها في الاتجاه (شرق-غرب) بعدد (11) تركيباً، وبنسبة (12.9%)، وطول (14.2) كم، وبنسبة (12.3%).

تتميز منطقة البحث بوجود مناطق ضعف جيولوجي تتمثل بالصدوع والفواصل والطيات والتراكيب الخطية، كما يتضح في الشكل (3)، مما يدل على أن المنطقة قد تعرضت للنشاط التكتوني ودرجات مختلفة.

الجدول 2: اتجاهات واعداد وأطوال التراكيب الخطية في منطقة البحث

الاتجاه	العدد	النسبة %	الطول (كم)	النسبة %
جنوب شرق - شمال غرب	27	31.8%	35.4	30.7%
شمال شرق - جنوب غرب	24	28.2%	34.4	29.8%
شمال شرق - غرب	11	12.9%	14.2	12.3%
شمال - جنوب	23	27.1%	31.4	27.2%
المجموع	85	100.0%	115.4	100.0%



الشكل 3: التراكيب الخطية لحوض وادي المانعي.

دليل قابل للقياس من خلال القياسات المورفومترية فعندما ييزاح خط تقسيم المياه بفعل النشاط التكتوني فإن المجاري تنقل في أحد الجوانب وتطول في الجانب الآخر مما يؤدي إلى عدم التوازن، فإذا كان ميلان حوض الصرف باتجاه الجانب الأيسر، فإن الروافد على الجانب الأيمن من المجرى الرئيسي ستكون طويلة وأن قيمة (AF) أكبر من (50)، أما إذا كان الميل بالاتجاه المعاكس فستكون المجاري المائية في الجانب الأيسر طويلة وستكون قيمة (AF) أقل من (50). (Keller and Pinter, 2002).



الشكل 4: أصناف مؤشر التماثل الطبوغرافي (T) للأحواض الثانوية.

تفترض هذه الطريقة أن تكون التكوينات الجيولوجية والظروف المناخية والغطاء النباتي لا تسبب عدم التماثل، ويعطي المؤشر نتائج أفضل عندما يكون حوض الصرف تحت نفس نوع الصخور (Keller and Pinter, 2002)، وصنف المؤشر إلى ثلاثة أصناف، الجدول (5).

الجدول 5: أصناف مؤشر عدم التماثل (AF)

المدى	الصنف	درجة النشاط التكتوني
أكبر من 65	1	عالية
57-65	2	معتدلة
أقل 57	3	منخفضة

يتبين من الجدول (6) والشكل (5) أن قيم مؤشر (AF) في منطقة الدراسة تقع ضمن ثلاثة أصناف وكما يأتي:
-الصنف (1) يتمثل بالأحواض ذات درجة نشاط تكتوني عالي، ويضم الأحواض التي تزيد فيها قيمة (AF) عن (65)، ويشمل حوضي درب الساعي وجعاطة، مما يدل على وجود نشاط تكتوني بدرجة عالية مما يثبت ذلك وجود التراكيب الخطية والصدوع تحت سطحية في الحوض الشكل (3)، وميلان الحوض باتجاه الجانب الأيسر وانحراف خط تقسيم المياه، وطول المجاري المائية وتفرعها في الجانب الأيمن من المجرى الرئيسي أكثر من الجانب الأيسر ويبرز ذلك بشكل واضح في الشكل (4)، مما يدل على نشاط عملية التعرية وتجمع الرواسب في الجانب الأيمن أكثر من الجانب الأيسر.

-الصنف (3) يتمثل بالأحواض ذات درجة نشاط تكتوني منخفضة، ويضم الأحواض التي تقل فيها قيمة (AF) عن (57)، يقع حوض وادي المانعي ضمن هذا الصنف، أما الأحواض الثانوية فيشمل (الضايح، المانعي الشرقي، بطيخة، المانعي، الجابرية)، مما يدل على وجود نشاط تكتوني بدرجة منخفضة، وميلان الأحواض باتجاه الجانب

بشكل بطيء؛ لتأثرها بنشاط تكتوني معتدل ناتج عن حركة التراكيب تحت سطحية كالصدوع، الفواصل، والطيات، تعكس القيم المعتدلة توازناً نسبياً بين خصائص التضاريس وخصائص الصرف المائي، إذ تتميز هذه المناطق بانحدارات متوسطة إلى بسيطة ومستويات معتدلة من الرطوبة في التربة لذا تُعد هذه المناطق مناسبة للعديد من الأنشطة الزراعية أو البيئية؛ نظراً لقدرتها على الاحتفاظ بالماء دون تشبع مفرط أو تصريف مفرط.

-الصنف (3) ويتمثل بالأحواض ذات درجة نشاط تكتوني منخفضة، ويضم الأحواض التي تكون قيمة (T) فيها أقل من (0.3) يشمل هذا الصنف حوض وادي المانعي الشرقي، مما يدل على تماثل هذا الحوض طبوغرافياً، ويعكس انحدار الحوض وتضمرسه وتضارح جريان المياه السطحية عقب تساقط الأمطار إذ لا تمكث لفترات طويلة مما يشير إلى أن هذه المناطق غير مواتية لتراكم الرطوبة وقد تكون أكثر مناطق الحوض عرضة لعمليات التعرية بسبب سرعة تدفق المياه، يستوجب إدماج هذه البيانات مع خطط التنمية البيئية، وحماية التربة، وإدارة الغطاء النباتي لاسيما المناطق ذات الاستخدامات البشرية.

الجدول 4: قيم مؤشر التماثل الطبوغرافي (T) في حوض وادي المانعي وأحواضه الثانوية.

الحوض	T	Dd	Da	الصنف	الدرجة
حوض وادي درب الساعي	0.5	6.8	3.1	2	معتدلة النشاط
حوض وادي جعاطة	0.4	4.2	1.6	2	معتدلة النشاط
حوض وادي الضايح	0.3	4.7	1.5	2	معتدلة النشاط
حوض وادي المانعي الشرقي	0.2	7.4	1.5	3	منخفضة النشاط
حوض وادي بطيخة	0.6	3.8	2.3	2	معتدلة النشاط
حوض وادي المانعي	0.3	8.4	2.3	2	معتدلة النشاط
حوض وادي الجابرية	0.4	4.6	1.7	2	معتدلة النشاط
حوض وادي المانعي الرئيسي	0.3	24.1	7.8	2	معتدلة النشاط

2-مؤشر عدم التماثل (AF) Asymmetry Factor

وهو متغير مورفوميتري مساحي يستخدم للكشف عن وجود أو غياب الميل الجانبي للحوض بالنسبة للمجرى الرئيسي أو المستوى الإقليمي، بسبب وجود قوى تكتونية نشطة أو التحكم الصخري، ويُستخرج وفق معادلة (Hare and Gardner, 1985) التالية (Jayappa and Nagaraju, 2012)

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

إذ إن:

$$AF = \text{مؤشر عدم التماثل}$$

$$AR = \text{مساحة الحوض في الجهة اليمنى للمجرى الرئيسي}$$

باتجاه أسفل الحوض (منطقة المصب).

$$AT = \text{المساحة الكلية لحوض الصرف المائي}$$

وتكون قيمة مؤشر عدم التماثل ((AF (50)) للأحواض التي تشكلت في بيئات مستقرة، أما إذا كانت قيمة (AF) أكبر أو أقل من ذلك فهي دليل على تعرض الحوض وروافده إلى نشاط تكتوني، وأثر ذلك على أطوال المجاري المائية كنتيجة مباشرة للحركات التكتونية، وهو

تدل القيم المرتفعة على وجود نشاط تكتوني عالي وصخور صلبة مقاومة للتعرية المائية، اما القيم المنخفضة فتدل على نشاط تكتوني منخفض وصخور ضعيفة المقاومة للتعرية (Keller and pinter, 2002) ، اما الشذوذ في المؤشر فقد قام كل من (Seeber and Gornitz, 1983) بحساب نسبة قناة SL فإذا كانت النتيجة أقل من (2) فلا يوجد شذوذ ويكون انحدار المجرى بشكل متدرج، وإذا كانت بين (2-10) فيوجد شذوذ من الدرجة الثانية والتي تكون فيها الجداول ذات انحدار بسيط، وإذا كانت أكثر من (10) فالشذوذ من الدرجة الأولى الذي يدل على وجود انحدار شديد في الجداول (Magar and Magar, 2016) ، صنف (Hack, 1957) مؤشر (SL) إلى ثلاثة أصناف الجدول (7) (Mohammed et al., 2018).

الجدول 7: أصناف مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره (SL)

المدى	الصنف	درجة النشاط التكتوني
أكبر من 500	1	عالي
300-500	2	معتدل
أقل من 300	3	منخفض

من الجدول (8) والشكل (6) يتبين أن قيم مؤشر (SL) في الحوض الرئيسي واحواضه الثانوية تقع ضمن ثلاثة أصناف وهي كما يأتي:

-الصنف (1): يتمثل بالاحواض ذات درجة نشاط تكتوني عالي، ويضم الاحواض التي تزيد فيها قيمة (SL) عن (500) ويشمل حوض وادي الضايح، مما يدل على وجود نشاط تكتوني عالي، ووجود صخور صلبة مقاومة لعمليات التعرية المائية.

-الصنف (2): يتمثل بالاحواض ذات درجة نشاط تكتوني معتدل، ويضم الاحواض التي تتراوح فيها قيمة (SL) بين (300-500)، ويشمل الحوض الرئيسي وحوض وادي بطيخة، مما يدل على أن الحوض يشهد توازناً نسبياً بين التعرية والبناء التكتوني، وتباين انحدار المجرى المائي بشكل طفيف وتدرجي وبدون تغيرات حادة، كما تدل هذه الدرجة على ميل خفيف في التضاريس أو فروقات ارتفاع معتدلة قد تشير إلى حركات أرضية قديمة أو بطيئة، وأن المنطقة تعرضت لنشاط تكتوني معتدلاً أو قديماً ما زالت آثاره واضحة جزئياً، وقد لا توجد فوالق نشطة بل قد توجد ارتفاعات محلية أو طيات أثرت على مجرى النهر.

-الصنف (3): يتمثل بالاحواض ذات درجة نشاط تكتوني منخفضة، ويضم الاحواض التي تقل فيها قيمة (SL) عن (300)، ويشمل حوض وادي (درب الساعي، جعاطة، المانعي الشرقي، المعاني، الجابرية)، مما يدل على ضعف النشاط التكتوني ووجود صخور ضعيفة المقاومة لعمليات التعرية.

الجدول 8: قيم مؤشر (SL) في حوض وادي المانعي واحواضه الثانوية

الدرجة	الصنف	SL	L/m	$\Delta L/m$	$\Delta H/m$	الحوض
منخفض	3	21	64356.92	1200.48	0.39	حوض وادي درب الساعي
منخفض	3	9	30913.52	3401.58	1	حوض وادي جعاطة
عالي	1	555	76962.16	7126.4	51.37	حوض وادي الضايح
منخفض	3	156	40521.72	3022.6	11.67	حوض وادي المانعي الشرقي
معتدل	2	330	52024.13	564.94	3.58	حوض وادي بطيخة
منخفض	3	238	101511.39	1390.94	3.26	حوض وادي المعاني

الأيمن، وتكون المجاري المائية وتفرعاتها في الجانب الأيسر من المجرى الرئيسي أكثر من الجانب الأيمن، ويدل ذلك إلى أن التطور الطبوغرافي لهذه المناطق خاضع لعوامل التعرية الريحية أو السيول وليس بفعل النشاطات التكتونية.

الجدول 6: قيم مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي (AF) في حوض وادي

الدرجة	الصنف	AF	AT	AR	الحوض
عالية	1	68	515	353	حوض وادي درب الساعي
عالية	1	75	224	167	حوض وادي جعاطة
منخفضة	3	28	539	153	حوض وادي الضايح
منخفضة	3	42	407	172	حوض وادي المانعي الشرقي
منخفضة	3	21	379	80	حوض وادي بطيخة
منخفضة	3	37	948	354	حوض وادي المعاني
منخفضة	3	35	622	215	حوض وادي الجابرية
منخفضة	3	43	3634	1574	حوض وادي المانعي الرئيسي

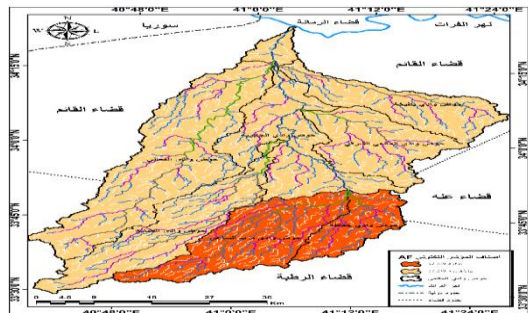
3-مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره (SL) Stream

Length-Gradient index

مؤشر هيدرولوجي يستخدم لبيان مدى قدرة الصخور على مقاومة عمليات التآكل وعلاقتها بفعاليات الأنشطة التكتونية، متأثر بالانحدار، ويُعد مؤشراً جيداً للوصف المورفومتري لشبكة الصرف المائي، ويوفر المعرفة عن العوامل الجيومورفولوجية والهيدرولوجية والرسوبية التي تتحكم في تكوين وتاريخ تطور حوض الصرف، كما يساهم هذا المؤشر في تحديد العوامل التي تتحكم في شبكة الصرف مثل النشاط التكتوني ومدى مقاومة الصخور والظروف المناخية، وتغير مستوى القاعدة المحلي والتقاء الروافد والتدخل البشري (Magar and Magar, 2016).

يرتبط مؤشر (SL) بقوة السيل المائي، إذ تُعد طاقة السيل الإجمالية المتاحة عند نطاق معين من القناة متغيراً هيدرولوجياً مهماً؛ لأنها مرتبطة بقدرة السيل على تآكل قاعه ونقل رواسبه، يستخرج وفق معادلة (Hack, 1973) التالية:

$$SL = \frac{\Delta H}{\Delta L} L$$



الشكل 5: أصناف المؤشر التكتوني (AF) للاحواض الثانوية.

إذ إن:

SL = مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره .

ΔH = فرق الارتفاع في منطقة المصب المحددة (م).

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

L = الطول الكلي للمجرى الرئيسي من المنبع إلى النقطة المحددة

عند المصب (م) .

الحوض الرئيسي وجميع احواضه الثانوية ضمن هذا الصنف، وهذا يُعد مؤشراً دالاً على أن المنطقة المدروسة تمر بمرحلة من الاستقرار التكتوني النسبي، قد تكون في الماضي شهدت نشاطاً تكتونياً نشطاً أدى إلى تضمن الحوض مظاهر ضعف جيولوجية، لكنه توقف منذ زمن طويل مما يعكس توازناً نسبياً في النظام الجيومورفولوجي للحوض النهري، حيث أخذت الاشكال الإرضية في الاستقرار والتوسع، وسيادة عمليات التعرية الجانبية على حساب التعرية الرأسية مما يسهم باتساع قاع الوادي فتتخذ مقاطعة العرضية شكلاً أقرب لشكل الحرف (U) أو الشبة متمائل.

الجدول 10: قيم مؤشر (VF) في حوض وادي المانعي واحواضه الثانوية.

الحوض	Vf (m)	Eld (m)	Esc (m)	Erd (m)	VF	الصنف	الدرجة
حوض وادي ترب الساعي	58	421	417	419	19.3	3	منخفضة
حوض وادي جماعمة	49.1	413.5	412.5	415	24.6	3	منخفضة
حوض وادي الضايح	112.5	377.5	362.5	374	8.5	3	منخفضة
حوض وادي المانع الشرقي	600	347	329	350	30.8	3	منخفضة
حوض وادي بطيخة	407.3	301	289	307	27.2	3	منخفضة
حوض وادي المانعي	1002.1	310	254	311	17.7	3	منخفضة
حوض وادي الجارية	400	385	369.3	393	20.3	3	منخفضة
حوض وادي المانعي الرئيسي	269	184	174	182	29.9	3	منخفضة

5- مؤشر شكل الحوض (BS) Basin Shape Index

وهو مؤشر جيومورفومتري يستخدم في تقييم النشاط التكتوني النسبي لاحواض الصرف المائي، بدلالة شكل الحوض، يُحسب باستخدام المعادلة التالية (Hidayat et al., 2024) :

$$BS = \frac{BL}{BW}$$

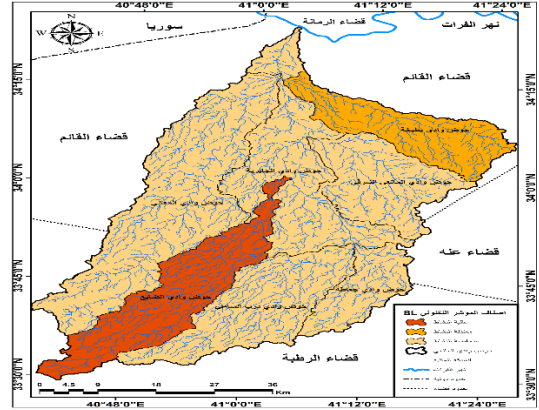
إذ أن :

BL= طول الحوض، يُقاس من منطقة مصب الحوض الى النقطة الأكثر بعداً في فجوة التصريف .
BW= عرض الحوض، يقاس في أوسع جزء من الحوض.
يعكس هذا المؤشر الاختلافات الشكلية بين الاحواض المائية والتي يمكن من خلالها الاستدلال على النشاط التكتوني، إذ تميل احواض الصرف المائي إلى اتخاذ شكل ممدود يشبه الشكل المستطيل في المناطق النشطة تكتونياً، بينما تدل القيم المنخفضة على اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري وانخفاض النشاط التكتوني (Zhazhlayi and Surdashy, 2022)، صنف مؤشر (BS) إلى ثلاثة أصناف، الجدول (11) (El Hamdouni et al., 2008).

الحوض	$\Delta H/m$	$\Delta L/m$	L/m	SL	الصنف	الدرجة
حوض وادي الجارية	17.4	5600	72322.90	225	3	منخفض
حوض وادي المانعي الرئيسي	17.4	5635.5	137185.83	424	2	معتدل

4- مؤشر نسبة عرض الوادي إلى ارتفاع الوادي Ratio of valley floor width to valley height (VF)

مؤشر جيومورفولوجي يعكس مستوى النشاط التكتوني في حوض الصرف المائي، ويستخدم للتمييز بين احواض الصرف التي تشبه حرف (V) والمتأثرة بالنشاط التكتوني للصخور تحت سطحية، وتلك التي تشبه حرف (U) المتأثرة بعمليات التعرية الجانبية، ويستخرج وفق معادلة Bull and Mcfadden التالية (Yousif, 2021):



الشكل 6: أصناف المؤشر التكتوني (SL) للاحواض الثانوية.

$$VF = \frac{2VFW}{(Eld - Esc) + (Erd - Esc)}$$

إذ أن :

VF = نسبة عرض الوادي إلى ارتفاع الوادي .

VFW = عرض أرضية الوادي (م) .

Eld = ارتفاع الجانب الأيسر للوادي (م) .

Erd = ارتفاع الجانب الأيمن للوادي (م) .

Esc = ارتفاع أرضية الوادي عن مستوى سطح البحر (م) .

تدل القيم المنخفضة (الأقرب إلى 0) على وجود نشاط تكتوني عالي وأقتراب شكل الحوض من الحرف (V)، بينما تدل القيم المرتفعة (القريبة من 1) قلة النشاط التكتوني وأقتراب شكل الحوض من الحرف (U)، تختلف قيم المؤشر باختلاف طاقة التصريف وصلابة صخور القاعدة، إذ تتميز بالانخفاض عند منطقة المنابع، وتزداد القيمة تدريجياً كلما اتجهنا عند منطقة المصب (Keller and Pinter, 2002)، صنف (Bull and Mcfadden, 1977) مؤشر (VF) إلى ثلاثة أصناف، الجدول (9) (Mohammed et al., 2018).

الجدول 9: أصناف مؤشر نسبة عرض الوادي إلى ارتفاع الوادي (VF).

درجة النشاط التكتوني	الصنف	المدى
عالي	1	أقل من 0.5
معتدل	2	0.5-1
منخفض	3	أكبر من 1

يتبين من الجدول (10) والشكل (7) أن الحوض الرئيسي

واحواضه الثانوية تقع ضمن صنف واحد وهو كما يأتي:

-الصنف (3): يتمثل بالاحواض التي تكون فيها درجة النشاط التكتوني منخفضة، وتكون قيمة المؤشر (VF) أكثر من (1)، يقع

الدرجة	الصف	BS	BW	BL	الحوض
عالية النشاط	1	5.22	13.1	68.4	حوض وادي الضايح
منخفضة النشاط	3	1.70	20.81	35.4	حوض وادي المانع الشرقي
منخفضة النشاط	3	2.68	15.39	41.2	حوض وادي بطيخة
عالية النشاط	1	4.37	18.60	81.3	حوض وادي المعاني
معتدلة النشاط	2	3.37	21.15	71.2	حوض وادي الجابرية
منخفضة النشاط	3	2	55.44	110.5	حوض وادي المانعي الرئيسي

7- مؤشر النشاط التكتوني النسبي (IRAT) Index of relative active tectonic

يعد مؤشر (IRAT) المؤشر الأكثر كفاءة لتقييم الاختلافات المكانية في النشاط التكتوني داخل منطقة ما، إذ أنه مزيج من المؤشرات الجيومورفولوجية المختلفة لتقييم العمليات التكتونية والتأكلية المختلفة، ويستخرج وفق المعادلة التالية (El Hamdouni et al., 2008):

$$IRAT = \frac{S}{N}$$

إذ أن:

IRAT = مؤشر النشاط التكتوني النسبي .

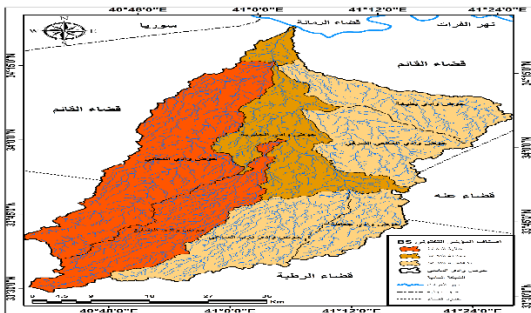
S = رقم صف المؤشر لكل حوض مائي .

N = عدد المؤشرات .

صنف المؤشر إلى أربع فئات، الجدول (13) (Hidayat et al., 2024).

الجدول 13: أصناف مؤشر النشاط التكتوني النسبي (IRAT).

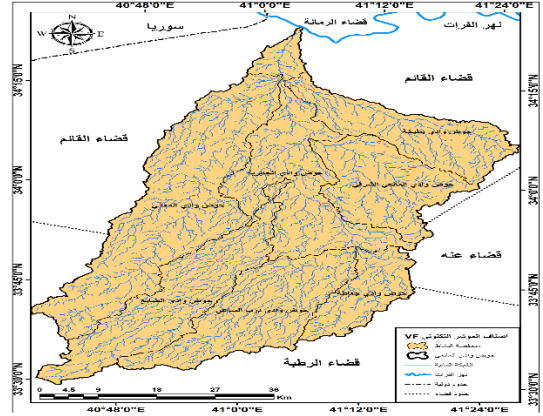
النطاق	الصف	الدرجة
1 - 1.5	1	عالي جداً
1.5 - 2	2	عالي
2 - 2.5	3	معتدل
أكبر من 2.5	4	منخفض



الشكل 8: أصناف المؤشر التكتوني (BS) للاحواض الثانوية.

من الجدول (14) والشكل (9) الذي يمثل التقييم النهائي للنشاط التكتوني النسبي في منطقة الدراسة يتبين حوض وادي المانعي واحواض الثانوية تقع ضمن صنفين وهي كما يلي:

الصنف (3): يتمثل بالاحواض ذات درجة نشاط تكتوني معتدلة، ويضم الاحواض التي تتراوح فيها قيمة (IRAT) بين (2-2.5)، ويشمل احواض (الضايح، المعاني، درب الساعي، جعاطة) مما يدل على وجود نشاط تكتوني هو وجود امتدادات لثلاث صدوع تحت سطحية في كل من الاحواض الثلاثة الأولى المذكورة شكل (9)، مع وجود امتداد لطيحة تحت سطحية محدبة في حوض وادي الضايح الذي سجل أعلى نشاط تكتوني إذ بلغت قيمته (2) (IRAT) اما حوض وادي جعاطة فيوجد فيه امتداد لصدع تحت سطحي واحد. وفضلاً عن ذلك توجد



الشكل 7: أصناف المؤشر التكتوني (VF) للاحواض الثانوية.

الجدول 11: أصناف المؤشر الجيومورفولوجي (BS)

درجة النشاط التكتوني	الصف	المدى	شكل الحوض
منخفضة النشاط	3	أقل من 3	دائري
معتدلة النشاط	2	3-4	مستطيلة إلى دائرية
عالية النشاط	1	أكبر من 4	مستطيل

تبين من الجدول (12) والشكل (8) أن قيم مؤشر (BS) في الحوض الرئيسي واحواضه الثانوية تقع ضمن ثلاثة أصناف وهي كما يأتي:

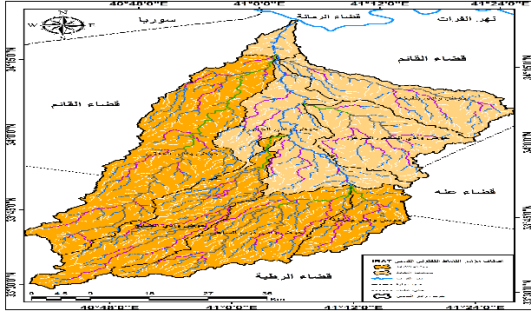
الصنف (1): يتمثل بالاحواض ذات درجة نشاط تكتوني عالي، ويضم الاحواض التي تزيد فيها قيمة (BS) عن (4) ويشمل حوضي الضايح والمعاني، مما يدل على امتداد الحوض بشكل طولي يشبه الشكل المستطيل ووجود نشاط تكتوني عالي نسبياً، وأن الحوض تطور بفعل تأثير الصدوع أو قوى تكتونية توجهت بشكل طولي، مما يعكس تأثيراً على شبكات التصريف إذ تكون متجهة باتجاه الصدوع، ويتطابق ذلك مع الخصائص التكتونية في الحوض إذ تضم صدوع امتدت بشكل طولي إضافة إلى الصدوع العرضية ينظر الشكل (8).

الصنف (2): يتمثل بالاحواض ذات درجة نشاط تكتوني معتدلة، ويضم الاحواض التي تتراوح فيها قيمة (BS) بين (3-4) ويشمل حوض وادي الجابرية، مما يدل على أن الحوض متوسط الاستطالة (دائري إلى مستطيل)، ذات نشاط تكتوني معتدل يعكس توازناً بين التعرية والتحكم البنوي.

الصنف (3): يتمثل بالاحواض ذات درجة نشاط تكتوني منخفضة، ويضم الاحواض التي تقل فيها قيمة (BS) عن (3) ويقع حوض وادي المانعي الرئيس ضمن هذا الصنف، اما الاحواض الثانوية فقد شمل احواض (درب الساعي، جعاطة، المانع الشرقي، بطيخة)، يدل هذا الصنف على أن الاحواض تشبه الشكل الدائري (عريض) تنشأ في بيئات مستقرة جيولوجياً أي أن الحوض مستقر نسبياً، منبسط نسبياً، ذات شبكة تصريف أكثر تفرعاً وانتظاماً، تطور بفعل عمليات التعرية والتجوية على مدى زمني طويل دون تأثير كبير للرفع التكتوني.

الجدول 12: قيم مؤشر (BS) في حوض وادي المانعي واحواضه الثانوية.

الدرجة	الصف	BS	BW	BL	الحوض
منخفضة النشاط	3	2.88	17.13	49.4	حوض وادي درب الساعي
منخفضة النشاط	3	2.46	11.86	29.2	حوض وادي جعاطة



الشكل 10: أصناف مؤشر النشاط التكتوني النسبي (IRAT) للاحواض الثانوية.

3. الاستنتاجات

1- تبين من خلال تحليل الخصائص الجيولوجية لمنطقة البحث بأن هناك ثلاثة عشر تكويناً جيولوجياً تتكون أساساً من الصخور الرسوبية الجيرية والفتاتية، تتباين في خصائصها الفيزيائية والميكانيكية مما يعكس تأثيرها على مدى استجابتها للحركات التكتونية .

2- تبين من خلال تحليل الخصائص التركيبية لمنطقة البحث بأن هناك خمسة صدوع تحت سطحية وخمس طيات محدبة تحت سطحية، فضلاً عن تواجد تراكيب خطية بلغ عددها 85 تركيباً ذات امتدادات واتجاهات متباينة، وقد أثرت هذه التراكيب على الخصائص المورفومترية على حوض وادي المانعي واحواضه الثانوية.

3 - ظهر من خلال تطبيق بعض مؤشرات التنشيط التكتوني على حوض وادي المانعي الكلي والمتمثلة بـ (التمائل الطبوغرافي T ، عدم التماثل AF ، طول المجرى ودرجة انحدار SL، نسبة عرض الوادي إلى ارتفاع الوادي VF ، شكل الحوض (BS بأن هذا الحوض يقع بين متوسط التنشيط في مؤشري التماثل الطبوغرافي (T) ومؤشر طول المجرى وانحداره (SL) ويكون منخفض التنشيط في المؤشرات الباقية

4- تتصف الاحواض الثانوية لوادي المانعي وهي (الضايح، درب الساعي، المعاني، جعاطة، المانع الشرقي، الجابرية، بطيخة) بأنها متباينة في مقدار تنشيطها التكتوني فهي تقع بين القيم المنخفضة والقيم المتوسطة ولجميع المؤشرات التكتونية التي تم ذكرها .

5- أظهرت قيم مؤشر النشاط التكتوني النسبي (IRAT) بناءً على جمع وتصنيف القيم النسبية للمؤشرات الخمسة، أن حوض وادي المانعي يتصف بدرجة نشاط تكتوني منخفضة إذ بلغت قيمة المؤشر النسبي (IRAT) فيه 2.6 وهذا يتناسب مع طبيعة المنطقة التي تقع ضمن الرصيف المستقر، وتتضمن بعض مظاهر الضعف الجيولوجي التي تدل على حدوث نشاط تكتوني قديماً أثر على المنطقة بشكل عام وبعض الاحواض الثانوية بشكل خاص.

6 - أظهرت نتائج المؤشرات المورفوتكتونية تفاوتاً في النشاط التكتوني النسبي بين الاحواض الثانوية السبعة، إذ صُنفت بعض الاحواض (الضايح، المعاني، درب الساعي، جعاطة) ضمن فئة النشاط التكتوني المعتدل إذ بلغت قيم (IRAT) فيها (2.4-2.4-2.4) لكل من الاحواض المذكورة على التوالي، مما يؤكد تعرض هذه الاحواض إلى نشاط تكتوني هو وجود مظاهر الضعف الجيولوجي كالصدوع التحت سطحية الفواصل والتراكيب الخطية، فضلاً عن انحراف بعض المجاري المائية بزوايا قائمة.

تراكيب خطية تمثل مناطق ضعف جيولوجي والتي تدل على حدوث نشاط تكتوني .

تقع هذه الاحواض ضمن المرحلة المتوازنة بين الشباب والنضج، أي لا تزال هذه الاحواض تحت تأثير بعض العمليات التكتونية أو التعرية الجانبية النشطة والترسيب الجزئي، وتمتاز سطوحها بالتوازن إذ تُعبر عن التنظيم الطبوغرافي وانخفاض نسبي في الانحدار، وتكون مجاري الأنهار منحنية جزئياً ينظر الشكل (10) وفي بداية توسعها.

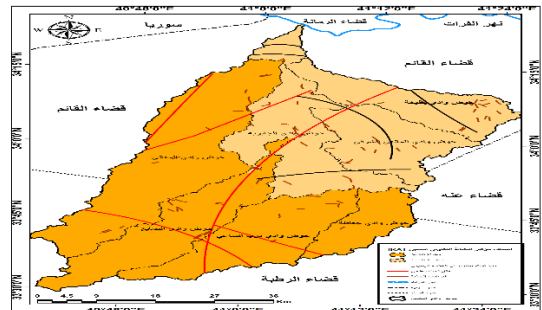
الصف (4): يتمثل بالاحواض ذات درجة نشاط تكتوني منخفضة، ويضم الاحواض التي تزيد فيها قيمة (IRAT) عن (2.5) ويقع حوض وادي المانعي الكلي ضمن هذا الصف، اما الاحواض الثانوية فتشمل (المانع الشرقي، بطيخة، الجابرية) ففي حوض وادي الجابرية يوجد امتداد لإربعة طيات محدبة تحت سطحية، وفي وادي المانع الشرقي يوجد امتداد لطيتين تحت سطحية، اما حوض وادي بطيخة فيوجد امتداد لطية واحدة تحت سطحية، فضلاً عن ذلك توجد مجموعة من التراكيب الخطية التي تتبعها الروافد المائية وتلتقي مع بعضها بزوايا قائمة مشكلةً في ذلك نمط الصرف المستطيل.

تقع ضمن مرحلة جيومورفولوجية متقدمة وتتميز بأشكال أرضية مستقرة مورفولوجياً تدل على استقرار تكتوني مثل السهول الفيضية، وتتميز مجاري الأنهار فيها بتعرجات واضحة الشكل (10)، ومظاهرها الطبوغرافية تجسد حالة من التوازن بين التكتونية وفعالية عوامل التعرية على مدى زمني طويل.

الجدول 14: قيم مؤشر النشاط التكتوني النسبي (IRAT) في حوض وادي

المانعي واحواضه الثانوية.

الحوض	T	AF	SL	VF	BS	IRAT	الصف	الدرجة
حوض وادي درب الساعي	2	1	3	3	3	2.4	3	معتدل
حوض وادي جعاطة	2	1	3	3	3	2.4	3	معتدل
حوض وادي الضايح	2	3	1	3	1	2	3	معتدل
حوض وادي المانع الشرقي	3	3	3	3	3	3	4	منخفض
حوض وادي بطيخة	2	3	2	3	3	2.6	4	منخفض
حوض وادي المعاني	2	3	3	3	1	2.4	3	معتدل
حوض وادي الجابرية	2	3	3	3	2	2.6	4	منخفض
حوض وادي المانعي الرئيسي	2	3	2	3	3	2.6	4	منخفض



الشكل 9: أصناف مؤشر النشاط التكتوني النسبي (IRAT) للاحواض الثانوية.

التوالي. يُعزي ذلك التباين للاحواض الثانوية لحوض وادي المانعي إلى العمليات البنوية والعوامل والعمليات الجيومورفولوجية.

4. المراجع

Jayappa, K. S., Markose, V. J., and Nagaraju, M., 2012. Identification of geomorphic signatures of neotectonic activity using DEM in the Precambrian Terrain of Western Ghats, India. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 39, p. 216. DOI: 10.5194/isprsarchives-XXXIX-B8-215-2012

Keller, E. A., and Pinter, N., 2002. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape, Second Edition, Prentice Hall Earth Science Series, pp. 123-125.

Magar, P.P., and Magar, N.P., 2016. Application of Hack's Stream Gradient Index (SL Index) to Longitudinal Profiles of the Rivers Flowing Across Satpura-Purna Plain, Western Vidarbha, Maharashtra. Journal of Indian Geomorphology, 4, ISSN 2320-0731, Indian Institute of Geomorphologists (IGI), p. 66.

Mohammed, S., Bety, A., and Al-Kubaisi, M., 2018. Geomorphic indices of tectonic activity through the analysis of the drainage systems in Pera Magroon anticline, Northeastern Iraq. Iraqi National Journal of Earth Science, 18(2), p. 107.

Seeber, L., & Gornitz, V. (1983). River Profiles along the Himalayan Arc as Indicators of Active Tectonics. Tectonophysics, 92, 335-367, [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(83\)90201-9](https://doi.org/10.1016/0040-1951(83)90201-9)

Singh, A., and Bezbaruah, D., 2021. Evaluation of Active Tectonics and Geomorphic Indices in Siwalik Basin Around Dikrong River, Eastern Himalaya. Journal of Scientific Research, 65(3), pp. 11-22, p. 11.

Verrios, S., Zygouri, V., and Kokkalas, S., 2004. Morphotectonic Analysis in the Eliko fault zone (GULF OF CORINTH, GREECE). Bulletin of the Geological Society of Greece, vol. XXXVI, Proceedings of the 10th International Congress, Thessaloniki, p. 1708. DOI: 10.12681/bgsg.16578

Yousif, L. D., 2021. Identification of possible active tectonics at-ajeej valley drainage basin, NW IRAQ, using GIS technique. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 17(2), p. 48.

Yousif, L.D., and Dawood, M.R., 2016. Morphometric Assessment of tectonic activity in "Galal al-dura" drainage basin, east of IRAQ. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 12(2), p. 18.

Zhazhlayi, P. K., and Surdashy, A., 2022. Neo-Tectonism and Quantitative Morphotectonic Analysis of Roste Valley at Imbricated-Suture Zones, Kurdistan Region, Iraq. The Iraqi Geological Journal, 55(2E), p. 51. DOI: 10.46717/igj.55.2E.3ms-2022-11-17.

7- تتصف احواض (الجابرية، المانع الشرقي، بطيخة) بنشاط

تكتوني منخفض إذ بلغت قيم (IRAT) فيها (2.6-3-2.6) على

Al-Dabbaj, A. A. H., and Al-Khashab, S. N. D., 2002. Hydrogeology and hydrochemistry of the Rutba and Sabaa Biyar area, Sheet 11-37-NI, scale 1:250,000. Geological Survey Department, General Commission for Geological Survey and Mining, p. 7.

Al-Gurairy, A.S.Y., 2023. The evidences of Neotectonics Activations by using Geomorphological Characteristics and Remote Sensing, and use that in Exploration of Oil and gas: A Case Study in Al-Amghr Valley – Southern Desert of Iraq. Al-Qadisiyah Journal for Humanities Sciences, 25(1), p. 39. DOI: 10.5281/zenodo.7829875

Al-Thuwaini, A.Z. and Al-Omari, F.A.A., 2024. The Role of Geomorphological Processes in Forming the Convex Slopes North of Hamrin between Fatha and Kirkuk Road, Journal of Tikrit University for Humanities, 31 (4), pp. 252-277, DOI: <http://doi.org/10.25130/jtuh.31.4.2024.13>

Bety, A. K. S., 2015. Geomorphic indexes of tectonic activity through the analysis of the drainage systems in the Sangaw area, Kurdistan Region–NE-Iraq. Sulaimani Journal for Pure and Applied Sciences, 17(1), p. 139. DOI: 10.17656/jzs.10368

Bull, W.B. and McFadden, L.D., 1977. Tectonic Geomorphology North and South of the Garlock Fault, California. In: Doehring, D.O., Ed., Geomorphology in Arid Regions. Proceedings of the Eighth Annual Geomorphology Symposium, State University of New York, Binghamton, 115-138.

Burbank, D.W. and Anderson, R.S., 2001. Tectonic Geomorphology. Blackwell Science, Massachusetts, p. 274.

El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernández, T., Chacón, J., and Keller, E. A., 2008. Assessment of Relative Active Tectonics, Southwest Border of the Sierra Nevada (Southern Spain). Geomorphology, 96(1–2), pp. 166-168. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.08.004>

Hack, J.T. (1973) Stream profile analysis and stream gradient index: Journal of Research of the United States Geological Survey. 1(4): 421–429.

Hack, J.T., 1957. Studies of longitudinal stream profiles in Virginia and Maryland. United States Geological Survey Professional Paper. 294: 45–97.

Hare, P.W. and Gardner, T.W. (1985) Geomorphic Indicators of Vertical Neotectonism along Converging Plate Margins, Nicoya Peninsula Costa Rica. In: Morisawa, M. and Hack, J.T., Eds., Tectonic Geomorphology. Proceedings of the 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium, Allen and Unwin, Boston, pp. 123-134.

Hidayat, E., Muslim, D., Wibowo, D. A., Puswanto, E., Aribowo, S., Mulyono, A., and Sudrajat, Y., 2024. Appraisal of active tectonics in Karangsambung Amphitheater: Insights from DEM-derived geomorphic indices and geological data. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1314(1), 012092, IOP Publishing, p. 4. DOI: 10.1088/1755-1315/1314/1/012092

Hussien, K.S. and Altarif, A.M., 2026. Hydromorphometric Analysis of Smaqli Basin, North-Eastern Iraq. Iraqi National Journal of Earth Science, Vol. 26, No. 1, pp. 42-58, DOI: <https://doi.10.33899/injes.v26i1.60207>.



Morphotectonic Indicators of Wadi Al-Manai Basin in the Western Plateau of Iraq

Hala Hakim Mohammed^{1*} , Mishal Mahmoud Fayadh²

hala.hakem@uoanbar.edu.iq

edw.aljuumaily1956@uoanbar.edu.iq

¹ Department of Geography, College of Education for Humanities, University of Anbar, Ramadi, Iraq.

² Department of Geography, College of Education for Women, University of Anbar, Ramadi, Iraq.

Received: 12 May 2025 Received in revised form: 27 June 2025 Accepted: 14 August 2025

Available online: 01 July 2026

ABSTRACT

The Al-Man'i Basin is one of the seasonal valleys located at the end of the Euphrates River, in the northern part of the western Iraqi plateau, within the lower valleys region. Its basin area is 3634 km². The Al-Man'i Basin and its minor basins were studied to demonstrate the degree of tectonic activity and its impact on the form of the basin. This was conducted after studying the structural features of the area, which revealed the existence of five subsurface faults, five subsurface anticlines, and the presence of 85 linear structures. These structures have influenced the morphometric characteristics of the basins. The calculated geomorphological indicators were also demonstrated through the analysis of the digital elevation model (DEM) using geographic information systems (GIS). The tectonic situation in this area was evaluated through gathering geomorphological indicators, including the topographic symmetry index (T), the asymmetry index (AF), the stream length and slope index (SL), the valley width to height ratio index (VF), and the basin shape index (BS). After analyzing the indicators for each basin and comparing them with the final classification grades (IRAT), it was found that the main basin exhibits low tectonic activity. In contrast, the secondary basins vary in activity levels: the basins of Al-Manea Al-Sharqi, Batikha, and Al-Jabriya show low tectonic activity and cover a total area of 1408 km². Meanwhile, the basins of Al-Dayea, Al-Maani, Darb Al-Saai, and Ja'ata demonstrate medium tectonic activity, encompassing a total area of 2226 km². Overall, this indicates a lack of significant tectonic activity in the region, which aligns with the geological characteristics of the area, situated within the stable platform of Iraq.

Keywords:

Topographic symmetry, Asymmetry, Tectonic activation, Topographic asymmetry.

DOI: [10.33899/injes.v26i3.56162](https://doi.org/10.33899/injes.v26i3.56162), ©Authors, 2026, College of Science, University of Mosul.

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

=====