



Available online at <http://aran.garmian.edu.krd>



Aran Journal for Language and Humanities

<https://doi.org/10.24271/ARAN.2025.01-01-19>

## العلاقة المكانية لنشاط التكتوني و مؤشرات الجيومورفولوجية في حوض زلم

عزالدين جمعة درويش البالاني<sup>1</sup>، ئوميد حمه باقى حمه امين<sup>2</sup>

١- قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة كرميان، اقليم كردستان- العراق  
٢- قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة السليمانية، اقليم كردستان- العراق

Article Info		الملخص:
Received	May, 2025	يهدف البحث الى تحليل المؤشرات الجيومورفولوجية لتقييم فئات النشاط التكتوني النسبي في الحوض، متمثلة بمؤشر الطبوغرافيا وعدم تناسق حوض الصرف (Af)، وطول المجرى ودرجة انحداره (SL)، ونسبة عرض قاع الوادي إلى ارتفاع الوادي (Vf)، وشكل حوض الصرف (Bs)، لثمانية عشرة أحواض فرعية في الحوض نفسه، وفقاً لمقاييس رياضية. وعليه تم تصنيف فئات النشاط التكتوني النسبي (lat) التي تم الحصول عليها من متوسط (S/n) لفئات المؤشرات الجيومورفولوجية المختلفة إلى ثلاث مجموعات. جاءت المجموعة الأولى بنشاط تكتوني مرتفع بقيمة (S/n) أقل من (2)، في حين جاءت المجموعة الثانية بنشاط تكتوني معتدل بقيمة (S/n) تتراوح بين أكثر من (2) وأقل من (2,5)، أما المجموعة الثالثة فتعكس نشاطاً تكتونياً منخفضاً بقيمة (S/n) تساوي أو تزيد عن (2,5) قيم وعليه جاءت نتائج قيم فئات المؤشرات الجيومورفولوجية التكتونية مطابقة مع الاشكال الجيومورفولوجية التي تم مشاهدتها ميدانياً في منطقة الدراسة، تلك الأشكال المتمثلة بالوديان العميقة والتغيرات المفاجئة في مجرى النهر والشلالات النهرية عند مستويات الصدوع المختلفة , يجب إجراء دراسات جيومورفولوجية لتحديد المخاطر الجيومورفولوجية والتغيرات المورفولوجية في المناطق القريبة من الأنشطة البشرية، في الأماكن التي صنفت ضمن درجات النشاط التكتوني العالي، من أجل معالجتها ووضع الحلول المناسبة لها , كيفية صيانة وتنمية بيئة المنطقه من التدهور بفعل استمرار تأثير تلك النشاط .
Accepted	July, 2025	
Published:	August , 2025	
Keywords		
حوض زلم، النشاط التكتوني النسبي (lat)، شكل حوض الصرف (Bs) ارتفاع الوادي (Vf).		
Corresponding Author		
<a href="mailto:azzadeen.jumaa@garmian.edu.krd">azzadeen.jumaa@garmian.edu.krd</a> <a href="mailto:Omed.ameen@univsul.edu.iq">Omed.ameen@univsul.edu.iq</a>		

**مقدمة:**

من أجل الوصول الى تحديد وبيان أثر النشاط التكتوني على أشكال سطح الأرض ، يجب الاعتماد على بعض المؤشرات ذات الدلالات الجيومورفولوجية، والتي من خلالها توضح دور النشاط التكتوني في تكوين الأشكال الأرضية وتطورها. ومن خلال التطور الحاصل في التكنولوجيا والاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، قادت إلى التطور في معرفة العمليات الجيومورفولوجية وفهم التغيرات الحاصلة في الأشكال الأرضية. و تعد تطبيق المؤشرات الجيومورفولوجية من الأساليب الحديثة للوصول الى عملية تحليل كيفية تكوين الأشكال الأرضية وتطورها التاريخي, مثل البيدمنت وشبكات التصريف النهري والشلالات والخوانق وأنظمة المروحة الغرينية الخ, وعليه يمكن القول انها تعد من الدلائل المهمة التي تعطي نظرة قيمة لتاريخ التطور التكتوني لأي منطقة كان على سطح الأرض, ويمكن التعبير عن الخصائص التكتونية ونشاطها من خلال استخدام المؤشرات ألاتيه:

**مشكلة البحث:**

- 1- الى أي مدى يتأثر حوض زلم وأحواضها الثانوية بالنشاط التكتوني ؟
- 2- ما هي السمات الجيومورفولوجية الناتجة عن الأنشطة التكتونية في الحوض؟

**فرضية البحث:**

- 1- يتأثر حوض زلم وأحواضها الثانوية بالعوامل التكتونية بدرجات متفاوتة.
- 2- يتأثر شكل ووضفان الوديان والمجري المائية بالنشاط التكتوني بشكل كبير .

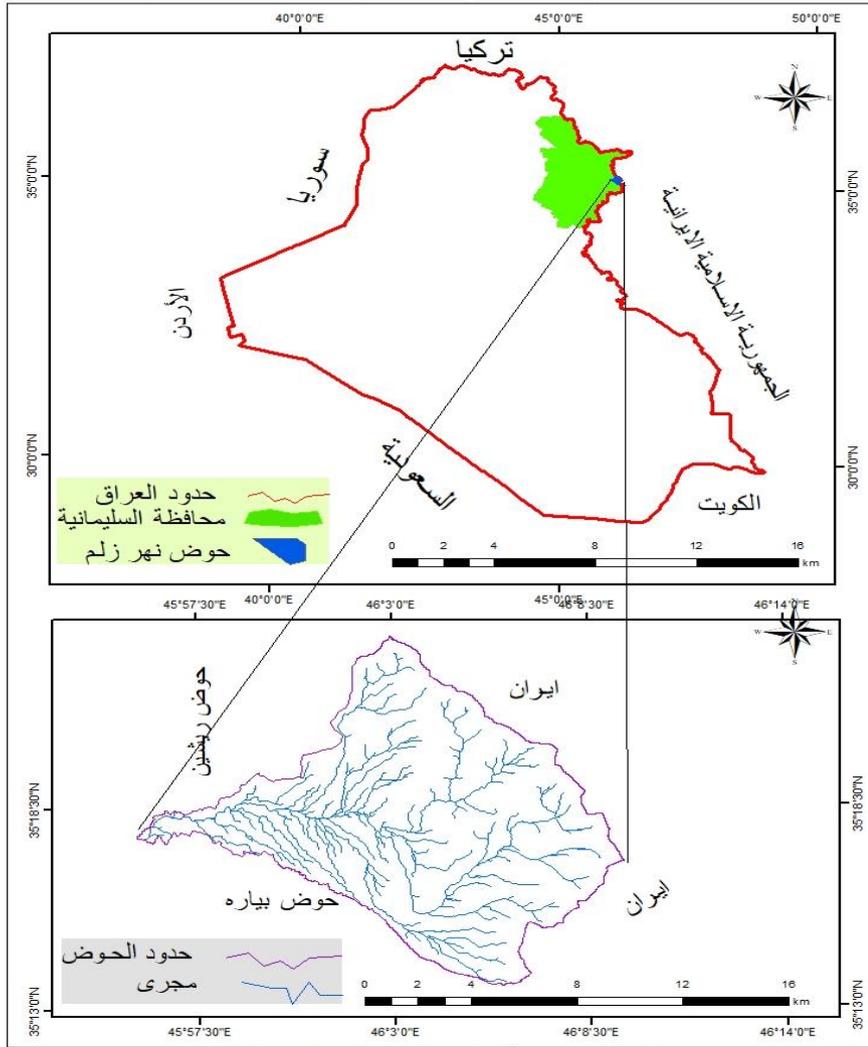
**أهداف البحث:**

يهدف البحث الى دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني في الحوض وتصنيف تلك التأثيرات بناء على نتائج قويم المؤشرات من خلال الاعتماد على أسلوب التحليل الكمي, للمساهمة في كيفية صيانة وتنمية بيئة المنطقه من التدهور بفعل استمرار تأثير تلك النشاطات.

**موقع منطقة البحث:**

يقع حوض زلم بين دائرتي عرض (35°15'26" - 35°37'2") شمالاً وخطي طول (45°35'12" - 45°57'47") شرقاً على بعد (65 كم) جنوب شرق السليمانية، تبلغ مساحته (184 كم<sup>2</sup>)، من الشرق يحدها الجمهوريه الإسلامية الإيرانية، ويحدها حوض بياره من الجنوب، ومن الغرب تحدها بحيرة دربندخان , وتشكل حوض ريشين حدودها الشمالية والغربية, خريطة (1).

## خريطة ( ١ ) الموقع الجغرافي لحوض نهر زلم



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على خريطة العراق الإدارية باستخدام برنامج ( Arc GIS 10.8 )

**1- مؤثر وعامل التماثل الطبوغرافي:**

إن مؤثر عامل التماثل الطبوغرافي يبين هجرة أو نزوح المجرى الرئيسي للحوض المائي عن محور الحوض، تتمثل قيم عامل التماثل الطبوغرافي بمديات من (0-1)، والذي يعبر عن الحوض إذا كان ذات تماثل تام أو متعرجاً نسبياً، فكلما اتجهت قيمها نحو (0) كلما اتجهت نحو التماثل، وكلما اتجهت نحو (1) اتجهت نحو اللاتماثل (النزوح) (فؤاد عبد الوهاب محمد العمري، نجم عبدالله كامل، 2013، ص288). ويتم تطبيق هذا المؤثر من خلال المعادلة الآتية:  $T = Da / Dd$

$Da$  = المسافة من الخط الوسط للحوض الى خط منتصف المجرى الرئيسي المتعرج للحوض

$Dd$  = المسافة من الخط الوسط للحوض الى خط الحد الخارجي عند الوسط

بالاعتماد على تصنيف (Edvin A. T. and Fereydn Rezaie, 2015) حسب جدول (1)، ان قيم مؤثر (T) كانت متباينة في احواض المنطقة، تشير القيمة المنخفضة إلى تماثل طبوغرافي واستقرار المجرى النهري على محور الحوض، في حين أن القيم المعتدلة إلى العالية تدل على وجود لاتماثل طبوغرافي ونزوح في المجرى النهري عن محور الحوض، كما يبين في جدول (2) و خريطة (2).

جدول ( 1 ) دليل اصناف مؤثر التماثل الطبوغرافي (T)

الدرجة	الصنف	القيم
عالية النشاط	1	أكبر من 0,6
معتدلة النشاط	2	0,6-0,3
ضعيفة النشاط	3	أقل من 0,3

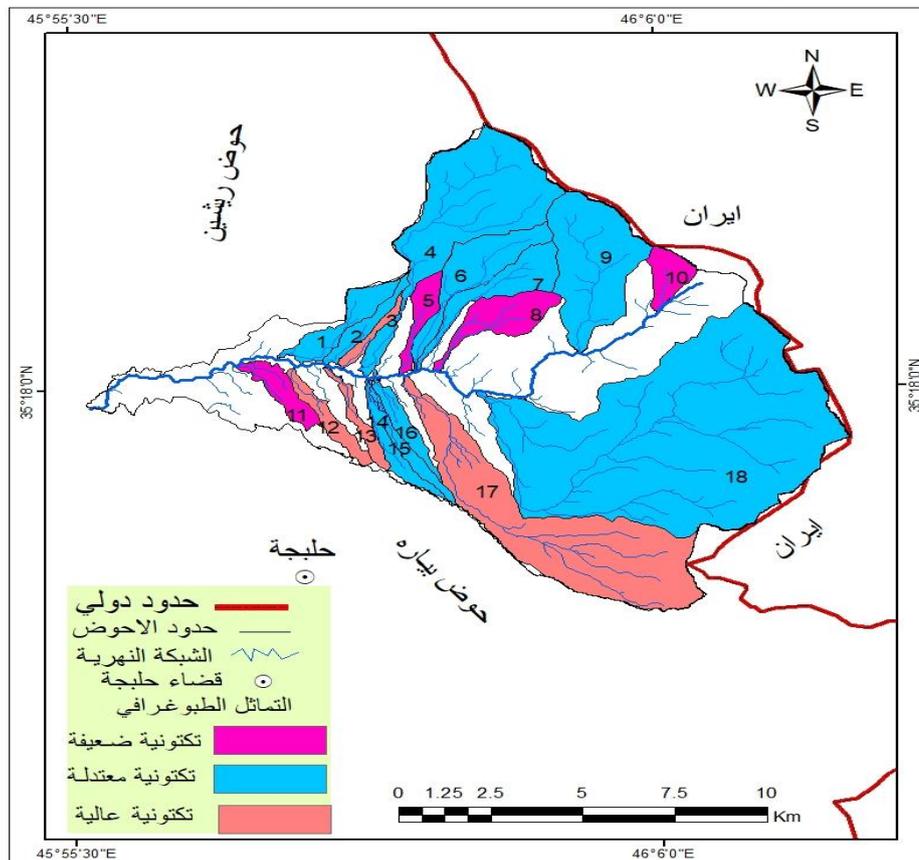
Edvin AsatourDizaj Takieh, ManochehrGhorashi, Fereydn Rezaie , The Transverse Topographic Symmetry Factor of Darakeh Stream in the North Tehran ,Iran , Open Journal of Geology ,2015,p.772.

جدول ( 2 ) مؤشر التماثل الطبوغرافي (T) لبحوض المنطقة

الاحواض	Da	Dd	T	الصف	الدرجة
1	316	561	0,56	2	معتدلة النشاط
2	136	367	0,37	2	معتدلة النشاط
3	146	136	1,07	1	عالية النشاط
4	516	904	0,57	2	معتدلة النشاط
5	109	175	0,62	1	عالية النشاط
6	529	654	0,8	1	عالية النشاط
7	187	322	0,58	2	معتدلة النشاط
8	213	233	0,91	1	عالية النشاط
9	323	778	0,41	2	معتدلة النشاط
10	90	338	0,26	3	ضعيفة النشاط
11	159	533	0,29	3	ضعيفة النشاط
12	108	132	0,81	1	عالية النشاط
13	94	106	0,88	1	عالية النشاط
14	149	247	0,60	2	معتدلة النشاط
15	57	97	0,58	2	معتدلة النشاط
16	84	206	0,40	2	معتدلة النشاط
17	628	885	0,70	1	عالية النشاط
18	1309	3406	0,38	2	معتدلة النشاط

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (25م) نتائج معادلة التماثل الطبوغرافي ومخرجات برنامج (ArcGIS10.8)

خريطة (٢) أصناف مؤشر التماثل الطبوغرافي لأحواض المنطقة



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (25م) وبيانات الجدول (١) و(٢) وباستخدام برنامج (Arc GIS 10.8)

**2- مؤشر عدم التماثل:**

من المعايير المستخدمة في تقييم وجود ميل في المجرى الرئيسي للحوض المائي ويستخدم لمعرفة الجانب المتعرض للهبوط والخسف نتيجة تأثرها بالقوى والفعاليات التكتونية. (انتصار مزهر عويد و هالة محمد سعيد, 2022, ص184) ويعبر عنه بالمعادلة التالية:

$$AF=100( AR/AT)$$

AR = مساحة الحوض من الجهة اليمنى للمجرى الرئيسي باتجاه اسفل الحوض (مصب)

AT = المساحة الكلية للحوض المائي

اعتماداً على تصنيف (Keller E.A. and Pinter,2002,p125) في جدول (3)، وبعد تطبيق المعادلة على أحواض منطقة البحث، يبين الجدول (4) و الخريطة (3) تُظهر بعض الأحواض نشاطاً تكتونياً عالياً، في حين تتميز أحواض أخرى بنشاط تكتوني ضعيف. وتشير القيم التي تتجاوز (57) إلى وجود ميل في الأحواض، مما يجعل روافدها عرضة للتقوس والتحدب. وينعكس هذا التأثير على أطوال الروافد على جانبي المجرى الرئيسي، حيث تكون الروافد في الجانب الأيسر أقصر مقارنةً بالجانب الأيمن، مما يدل على عدم التماثل في الحوض وتأثره بالنشاط التكتوني.

جدول ( 3 ) دليل اصناف مؤشر عدم التماثل(AF)

الدرجة	الصنف	القيم
عالية النشاط	1	أكبر من 65
معتدلة النشاط	2	65-57
ضعيفة النشاط	3	أقل من 57

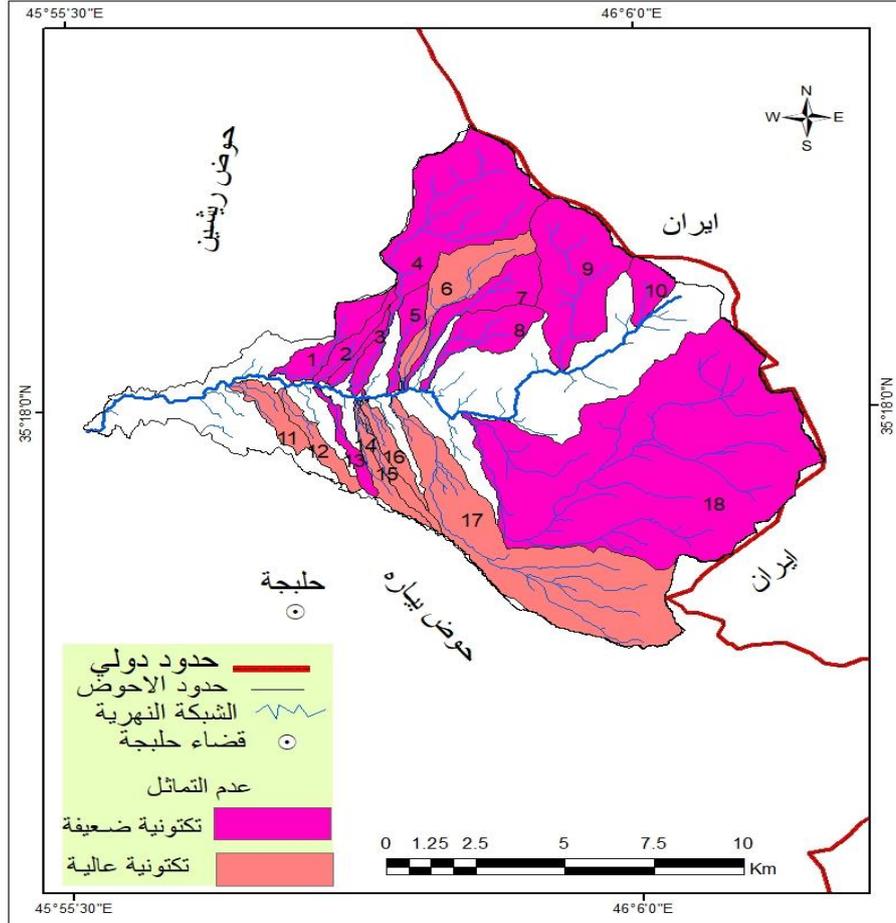
-Keller,E.A. and pinter, Active tectonics, Earthquakes uplift , and landscape 2nd edition. NewJersey, prentice Hall,2002,p.127.

جدول ( 4 ) قيم وأصناف مؤشر عدم التماثل(AF)

الدرجة	الصنف	AF	AT	AR	الاحواض
ضعيفة النشاط	3	47,3	2,6	1,23	1
ضعيفة النشاط	3	41,4	1,4	0,58	2
ضعيفة النشاط	3	39,7	0,73	0,29	3
ضعيفة النشاط	3	41,4	14,1	5,84	4
ضعيفة النشاط	3	47,5	1,6	0,76	5
عالية النشاط	1	65,2	4,6	3	6
ضعيفة النشاط	3	42,2	3,6	1,52	7
ضعيفة النشاط	3	40	3,4	1,36	8
ضعيفة النشاط	3	40,8	9,8	4	9
ضعيفة النشاط	3	38,8	1,8	0,7	10
عالية النشاط	1	89,4	1,9	1,7	11
عالية النشاط	1	68,7	1,6	1,1	12
ضعيفة النشاط	3	14,6	1,3	0,19	13
عالية النشاط	1	58,6	1,5	0,88	14
عالية النشاط	1	82,5	1,2	0,99	15
عالية النشاط	1	73,3	1,5	1,1	16
عالية النشاط	1	75,5	19,2	14,5	17
ضعيفة النشاط	3	41,6	47,5	19,8	18

المصدر : من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (25م) و نتائج معادلة التماثل الطبوغرافي و مخرجات برنامج (Arc GIS 10.8).

## خريطة (3) أصناف مؤشر عدم التماثل لأحواض المنطقة



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (25م) وبيانات الجدول (3) و(4) وباستخدام برنامج (Arc GIS 10.8)

## 3- مؤشر طول المجرى و درجة انحداره:

القيم المرتفعة يشير الى صخور صلبة و مقاومة لعمليات التعرية, أما القيم المنخفضة للمؤشر فإنها تعكس فعالية تكتونية منخفضة وتدلل على صخور هشة قليلة المقاومة لعمليات التعرية. ( احمد عبدالستار جابر, 2024, ص371). وصنفت قيم المؤشر الى ثلاث اصناف كما يوضح في جدول(5), ويمكن حساب قيم المؤشر من خلال تطبيق المعادلة التالية:

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

$L$  = طول الوادي الكلي.

$\Delta H$  = فرق الارتفاع في منطقة المصب المحددة.

$\Delta L$  = طول المسافة المستقيمة في منطقة المصب المحددة.

عند تطبيق المعادلة على الاحواض المنطقة, تبين أن قيمة المؤشر (SL) في بعض الاحواض تراوحت بين (8,8 الى 185,3) مما يدل على فعالية تكتونية منخفضة, والسبب في ذلك يعود الى وجود صخور هشة و قليلة المقاومة لعمايات التعرية, في حين تصل قيمة المؤشر التكتونية في بعض الاحواض إلى (650 الى 916), مما يشير إلى نشاط تكتوني عالي مع سيادة صخور صلبة و مقاومة للتعرية في تلك الأحواض, جدول(6) و الخريطة(4).

جدول ( 5 ) دليل اصناف مؤشر طول المجرى و درجة انحداره (SL)

القيم	الصنف	الدرجة
أكبر من 500	1	عالية النشاط
500-300	2	معتدلة النشاط
أقل من 300	3	ضعيفة النشاط

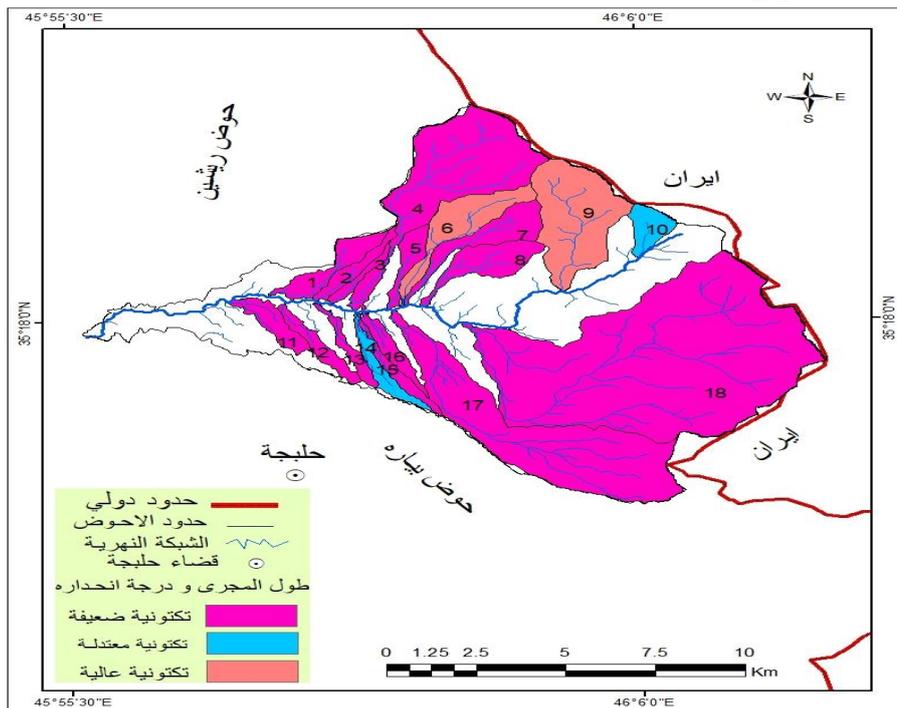
-Keller,E.A. and pinter, Active tectonics Earthquakes uplift and landscape, op.cit,p.128.

جدول (6) قيم مؤشر طول المجرى و درجة انحداره (SL) لبحوض المنطقة

الدرجة	الصف	SL	H	م / L	L	البحوض
ضعيفة النشاط	3	120,1	2	230	3,83	1
ضعيفة النشاط	3	76,2	1	157	2,06	2
ضعيفة النشاط	3	59,7	1	86	1,44	3
ضعيفة النشاط	3	8,8	2	48	10,9	4
ضعيفة النشاط	3	36	1	111	3,08	5
عالية النشاط	1	650	10	416	6,4	6
ضعيفة النشاط	3	16,9	1	88	5,2	7
ضعيفة النشاط	3	23,5	1	92	3,9	8
عالية النشاط	1	916	23	231	5,8	9
معتدلة النشاط	2	481,2	10	77	1,6	10
ضعيفة النشاط	3	26,5	1	53	2	11
ضعيفة النشاط	3	102	1	204	2	12
ضعيفة النشاط	3	50	1	100	2	13
معتدلة النشاط	2	405	5	324	4	14
ضعيفة النشاط	3	185,3	4	139	3	15
ضعيفة النشاط	3	39	1	78	2	16
ضعيفة النشاط	3	9,2	2	60	13	17
ضعيفة النشاط	3	24,7	3	132	16	18

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (25م) و نتائج معادلة SL (و مخرجات برنامج Arc GIS 10.8).

خريطة (٤) أصناف مؤشر طول المجرى و درجة انحداره لأحوض المنطقة



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (25م) و بيانات الجدول (٥) و (٦) و باستخدام برنامج Arc GIS 10.8

**4-عرض ارضية الوادي الى ارتفاع الوادي:**

هذا المؤشر يشير إلى قوة التيار المائي الذي يقطع قاع الوادي ويشكل الأخاديد على شكل (V) ذات القيم المنخفضة نسبياً يشقها، أم أنه يتآكل جانبي الواديان في أسفل منحدرات التلال المجاورة ويشكل الأخاديد ذات الأرضية العريضة على شكل (U) والتي تعكس فعالية تكتونية عالية يشقها النهر عبر الصخور الصلبة. (p1708، 2004، and Kokkalas، Zygouri، Verrio). وصنفت قيم المؤشر إلى ثلاث

أصناف كما في جدول (7) ويمكن استخراجها عن طريق المعادلة التالية:  $VF = 2 VFW / \{(Eld-Esc) + (Erd-Esc)\}$   
 = VFW عرض ارضية الوادي.

= Eld ارتفاع جزء الايسر من الوادي.

= Erd ارتفاع جزء الايمن من الوادي.

= Esc معدل ارتفاع ارضية الوادي.

عند تطبيق المعادلة على الاحواض المنطقة بلغت قيم المؤشر في جميع الاحواض أكبر من (1) وهي قيمة منخفضة وهذا ما يؤكد على طول المجرى وانحدار سطح الارض في الاحواض والنشاط التكتوني الضعيف، جدول(8) و خريطة(5).

جدول( 7 ) دليل اصناف مؤشر عرض ارضية الوادي الى ارتفاع الوادي (VF)

الدرجة	الصنف	القيم
عالية النشاط	1	اقل من 0,5
معتدلة النشاط	2	1-0,5
ضعيفة النشاط	3	أكبر من 1

Bull , W . B . and Mcfadden , L , (1977) , Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault , California . / n Geomorphology in Arid Regions,p108 .

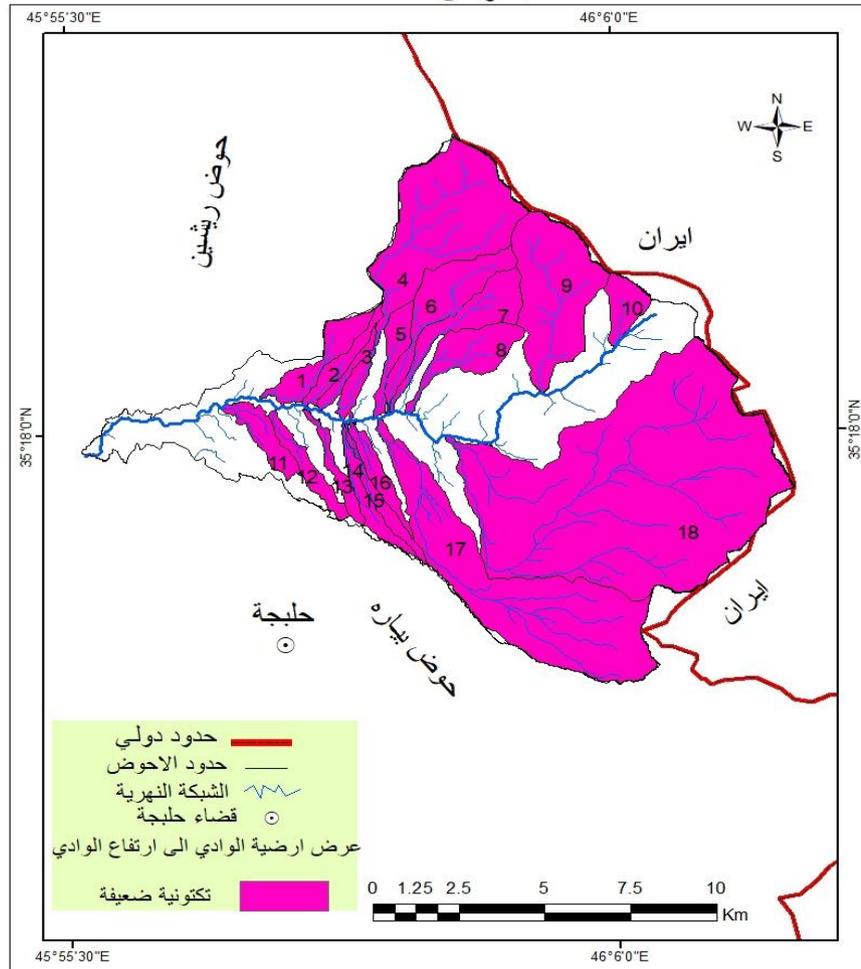
جدول( 8 ) قيم مؤشر عرض ارضية الوادي الى ارتفاع الوادي (VF) للاحواض المنطقة

الاحواض	Vfw	Esc	Erd	Eld	Vf	الصنف	الدرجة
1	107	518	520	520	53,5	3	ضعيفة النشاط
2	110	528	530	530	55	3	ضعيفة النشاط
3	41	530	532	534	13,6	3	ضعيفة النشاط
4	65	536	538	538	32,5	3	ضعيفة النشاط
5	70	544	544	545	140	3	ضعيفة النشاط
6	40	548	549	549	40	3	ضعيفة النشاط
7	30	550	551	551	30	3	ضعيفة النشاط
8	117	554	555	555	117	3	ضعيفة النشاط
9	30	730	732	732	15	3	ضعيفة النشاط
10	23	1124	1125	1125	23	3	ضعيفة النشاط
11	72	513	514	514	72	3	ضعيفة النشاط
12	41	539	540	540	41	3	ضعيفة النشاط

ضعيفة النشاط	3	40	550	550	549	40	13
ضعيفة النشاط	3	33	558	558	557	33	14
ضعيفة النشاط	3	42	556	556	555	42	15
ضعيفة النشاط	3	118	554	554	553	118	16
ضعيفة النشاط	3	51	536	536	535	51	17
ضعيفة النشاط	3	21	752	752	750	42	18

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (25م) و نتائج معادلة مؤشر (smf) ومخرجات برنامج (Arc GIS 10.8).

خريطة (٥) أصناف مؤشر عرض ارضية الوادي الى ارتفاع الوادي لأحواض المنطقة



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (25م) وبيانات الجدول (٧) و(٨) وباستخدام برنامج (Arc GIS 10.8)

### 5- مؤشر تعرج مقدمة الجبل:

يُعد مؤشر (SMF) من المقاييس الجيومورفولوجية التي تستخدم على نطاق واسع لمعرفة النشاط الزلزالي في المناطق كلها، إذ يعكس حالة التوازن بين عمليات الرفع من جهة وعمليات التعرية المائيّة الناتجة عن الجداول من جهة أخرى، مما يؤدي في النهاية إلى تعرض طبوغرافية الواجهة الجبلية إلى شذوذ مع مرور الوقت، وعليه يُعد مؤشر (SMF) انعكاساً لحالة التوازن بين عمليات التعرية والقوى التكتونية المكونة لواجهة الجبل (طه ياسين عبد الله، 2022، ص 276)، وقد صنفت قيم المؤشر إلى ثلاث أصناف كما هو موضح في جدول (9)، ويمكن استخراجها عن طريق المعادلة التالية:  $SMF = Lmf / Ls$ .

Lmf = طول مقدمة الجبل بشكل متعرج.

Ls = طول خط المستقيم لواجهة الجبل.

عند تطبيق المعادلة على الأحواض، كانت نتائج المعادلة متباينة من حواض لأخر في منطقة الدراسة، حيث بلغت قيم المؤشر في بعض الأحواض أكبر من (3) وهي قيمة عالية، وهذا ما يؤكد طول المجرى وانحدار سطح الأرض في الأحواض لأنها ذات نشاط تكتوني ضعيف. وفي بعض الأحواض الأخرى كانت القيم أقل من (1.6) وهي قيمة منخفضة، وهذا يؤشر إلى النشاط التكتوني العالي. جدول (10) والخريطة (6).

جدول (9) دليل اصناف مؤشر التعرج مقدمة الجبل(SMF)

الدرجة	الصنف	القيم
عالية النشاط	1	1,6-1
معتدلة النشاط	2	3-1,6
ضعيفة النشاط	3	5-3

Keller,E.A.and Pinter,n.(2002) Pp.134.

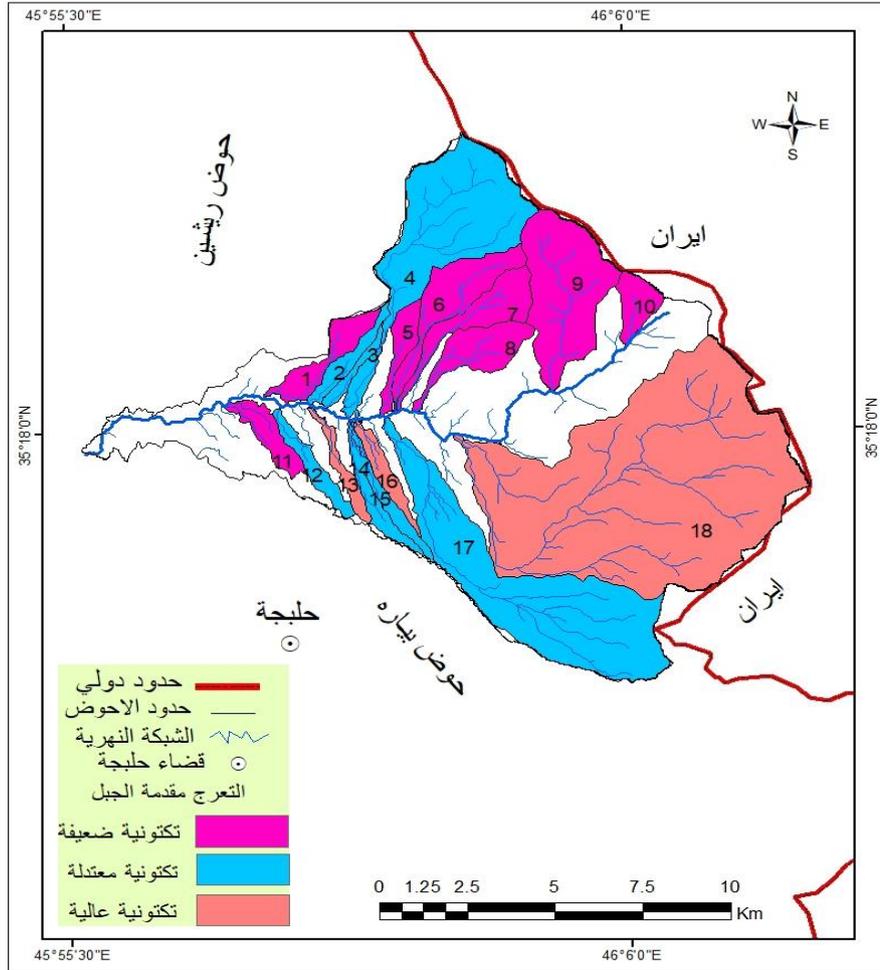
جدول (10) قيم مؤشر التعرج مقدمة الجبل(SMF)لأحواض المنطقة

الاحواض	Lmf / م	Ls / م	Smf / م	الصنف	الدرجة
1	3840	869	4,4	3	ضعيفة النشاط
2	2056	447	4,6	2	معتدلة النشاط
3	1439	371	3,9	2	معتدلة النشاط
4	10882	546	19,9	3	ضعيفة النشاط
5	3084	675	4,6	3	ضعيفة النشاط
6	6435	432	14,8	3	ضعيفة النشاط
7	5227	481	10,8	3	ضعيفة النشاط
8	3895	966	4	3	ضعيفة النشاط
9	5810	121	48	3	ضعيفة النشاط
10	1629	252	6,4	3	ضعيفة النشاط
11	1204	294	4	3	ضعيفة النشاط
12	622	280	2,2	2	معتدلة النشاط
13	490	358	1,4	1	عالية النشاط
14	790	443	1,8	2	معتدلة النشاط
15	175	89	2	2	معتدلة النشاط
16	855	519	1,6	1	عالية النشاط

معتدلة النشاط	2	1,7	2542	4390	17
عالية النشاط	1	1,2	2246	2736	18

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (25م) و نتائج معادلة مؤشر (Smf) و مخرجات برنامج (Arc GIS 10.8).

خريطة (٦) أصناف مؤشر التعرج مقدمة الجبل لأحواض المنطقة



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (25م) و بيانات الجدول (٩) و (١٠) و باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8)

### 6- مؤشر شكل الحوض:

يعبر طول الحوض (BL) عن طول الحوض المقاس من مصب الحوض إلى أبعد نقطة على محيطه، بينما (BW) هو عرض الحوض المقاس عند تقسيم مساحة الحوض على محيطه. يعكس المؤشر الاختلافات بين الأحواض الطويلة ذات القيم العالية أكبر من (7) المرتبطة بنشاط تكتوني عالي، والأحواض الأكثر دائرية ذات القيم المنخفضة المرتبطة عادةً بنشاط تكتوني منخفض. تميل أحواض الصرف الصغيرة نسبياً في المناطق التكتونية النشطة إلى أن تكون مستطيلة الشكل عمودياً على المنحدر الطبوغرافي للجبل. (K.S. Jayappa, 2012, P217). وصنفت قيم المؤشر إلى ثلاث أصناف كما يوضح في جدول (11) ويمكن استخراجها وفقاً للمعادلة الرياضية

$$Bs = BL / BW$$

$$BL = \text{طول الحوض}$$

$$BW = \text{معدل عرض الحوض (مساحة الحوض} \div \text{طول الحوض)}$$

وعند تطبيق المعادلة جأت النتائج بقيم متباينة للأحواض السائدة في منطقة الدراسة وكانت القيمة العالية هي الأكثر شيوعاً، وهذا يدل على ارتفاع النشاط التكتوني في تلك الأحواض حسب مؤشر شكل الحوض.

جدول ( 11 ) دليل اصناف مؤشر شكل الحوض (BS)

القيم	الصنف	الدرجة
اكبر من 7	1	عالية النشاط
7-4	2	معتدلة النشاط
اقل من 4	3	ضعيفة النشاط

- Keller,E.A. and pinter, N.Active tectonics , Earthquakes , uplift , and landscape.edition.NewJersey, prentie Hall,2002,p.125.

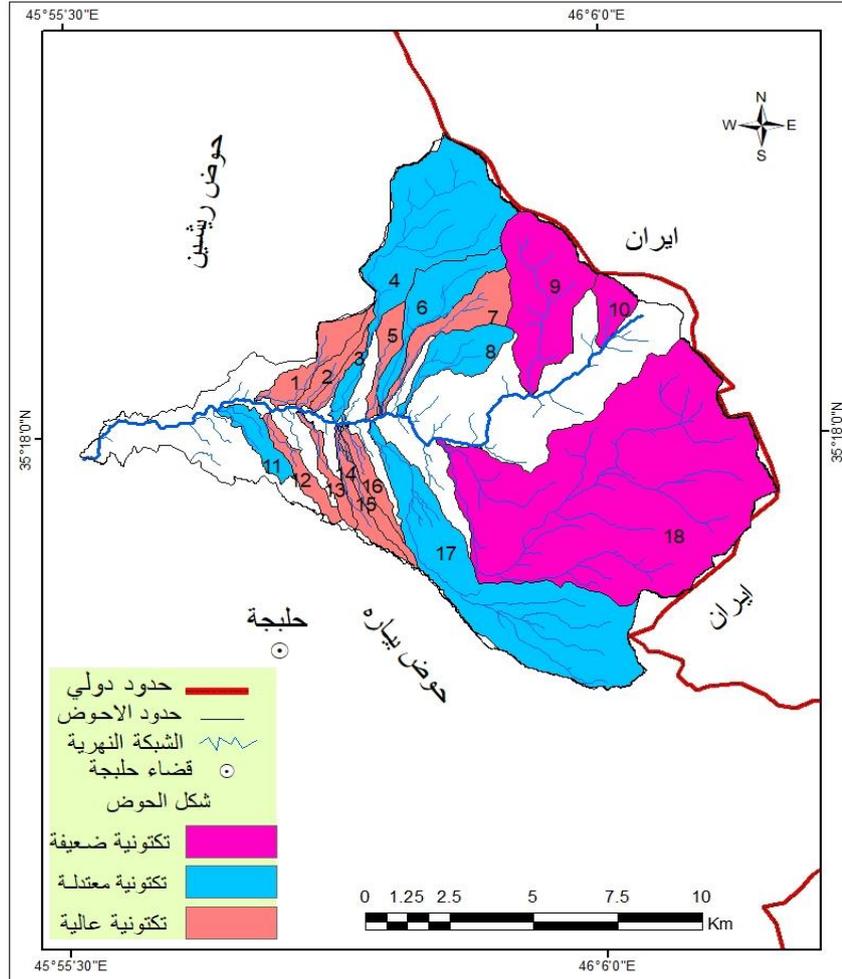
جدول ( 12 ) قيم مؤشر شكل الحوض (BS) لاجواض المنطقة

الدرجة	الصنف	BS	BW	BL	الاجواض
عالية النشاط	1	7,5	0,59	4,4	1
عالية النشاط	1	11,4	0,35	4	2
عالية النشاط	1	14,5	0,22	3,2	3
معتدلة النشاط	2	6,6	1,46	9,6	4
عالية النشاط	1	8,6	0,43	3,7	5
معتدلة النشاط	2	4	1,06	4,3	6
عالية النشاط	1	9,3	0,62	5,8	7
معتدلة النشاط	2	5,4	0,79	4,3	8
ضعيفة النشاط	3	3,4	1,68	5,8	9
ضعيفة النشاط	3	2,9	0,78	2,3	10
معتدلة النشاط	2	5,4	0,59	3,2	11
عالية النشاط	1	10	0,4	4	12
عالية النشاط	1	12,5	0,32	4	13
عالية النشاط	1	15,4	0,31	4,8	14
عالية النشاط	1	20,8	0,24	5	15
عالية النشاط	1	12	0,35	4,2	16
معتدلة النشاط	2	6,6	1,69	11,3	17

ضعيفة النشاط	3	2,1	4,65	10,2	18
--------------	---	-----	------	------	----

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (25م) و نتائج معادلة شكل الحوض (BS) و مخرجات برنامج (Arc GIS 10.8).

خريطة (٧) أصناف مؤشر شكل الحوض لأحواض المنطقة



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (25م) وبيانات الجدول (١١) و (١٢) و باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8)

### 7- مؤشر الفعالية التكتونية النسبية:

تم استخدام متوسط المؤشرات الجيومورفولوجية الستة المقاسة (Bs, Smf, Vf, SL, Af, T) لتقييم توزيع النشاط التكتوني النسبي. ومن خلال حساب متوسط هذه المؤشرات الستة، صنفت قيم المؤشر إلى ثلاث أصناف كما يوضح في جدول (11) ويمكن استخراجها من

خلال تطبيق المعادلة التالية (نجاح صالح هادي، 2023، ص 327)  $RAT = S / N$

$RAT =$  التصنيف النهائي لمحصول المؤشرات النشاط التكتوني

$S =$  رقم صنف مؤشر لكل حوض مائي

$N =$  عدد المؤشرات

نحصل على مؤشر واحد وهو مؤشر معروف للنشاط التكتوني (RAT)، تم من خلال تقسيم قيم المؤشر إلى ثلاث فئات لتحديد درجة النشاط التكتوني. وظهرت نتائج المعادلة على سيادة النشاط التكتوني المنخفض نسبياً في الأحواض ذات الأرقام (1، 4، 7، 8، 9، 10، 11، 18). في حين تمثلت الأحواض ذات النشاط التكتوني النسبي المعتدل في الأحواض المرقمة (2، 3، 5، 13، 15، 17)، وظهرت نتائج النشاط

التكتوني النسبي العالي في الحوض المتمثلة بالرقم (6، 12، 14، 16)، كما في الجدول (14) والخريطة (8)

جدول (13) دليل اصناف مؤشر الفعالية التكتونية النسبية (RAT)

القيم	الصنف	الدرجة
أقل من 1,8	1	عالية النشاط
2,3-1,9	2	معتدلة النشاط

أكبر من 3,2	3	ضعيفة النشاط
-------------	---	--------------

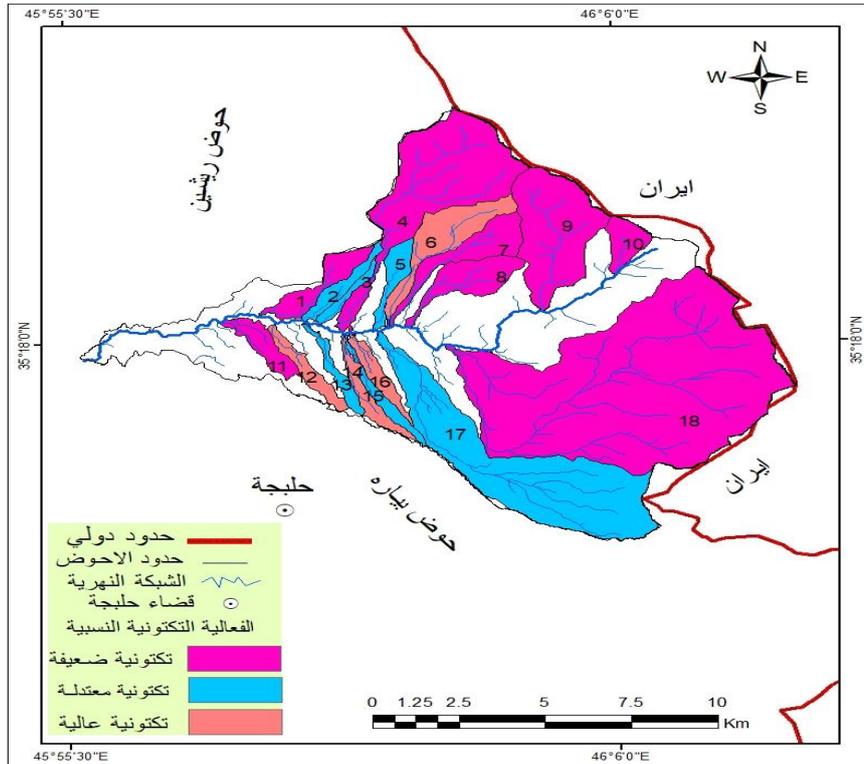
K.S.Jayappa,Vipin Joseph markoes,Nagaraju ,Identification of geomorphic signaturesof Neotectonic activity using Dem in the Precambrian terrain of western ghats ,india, international Archives of the photogrammetry,Remot sensing and seatial ,information science, University.

جدول ( 14 ) قيم مؤشر الفعالية التكتونية النسبية(RAT)لأحواض المنطقة

الدرجة	الصف	RAT	BS	Smf	Vf	SL	AF	T	الاحواض
ضعيفة النشاط	3	2,5	1	3	3	3	3	2	1
معتدلة النشاط	2	2,3	1	2	3	3	3	2	2
معتدلة النشاط	2	2,1	1	2	3	3	3	1	3
ضعيفة النشاط	3	2,6	2	3	3	3	3	2	4
معتدلة النشاط	2	2,3	1	3	3	3	3	1	5
عالية النشاط	1	1,8	2	3	3	1	1	1	6
ضعيفة النشاط	3	2,5	1	3	3	3	3	2	7
ضعيفة النشاط	3	2,5	2	3	3	3	3	1	8
ضعيفة النشاط	3	2,5	3	3	3	1	3	2	9
ضعيفة النشاط	3	2,8	3	3	3	2	3	3	10
ضعيفة النشاط	3	2,5	2	3	3	3	1	3	11
عالية النشاط	1	1,8	1	2	3	3	1	1	12
معتدلة النشاط	2	2	1	1	3	3	3	1	13
عالية النشاط	1	1,8	1	2	3	2	1	2	14
معتدلة النشاط	2	2	1	2	3	3	1	2	15
عالية النشاط	1	1,8	1	1	3	3	1	2	16
معتدلة النشاط	2	2	2	2	3	3	1	1	17
ضعيفة النشاط	3	2,5	3	1	3	3	3	2	18

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) بدقة (25م) و نتائج معادلة مؤشر (Smf) و مخرجات برنامج ( Arc GIS 10.8).

خريطة (٨) أصناف مؤشر الفعالية التكتونية النسبية لأحواض المنطقة



المصدر: من عمل الباحثان اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي بدقة (25م) وبيانات الجدول (١٣) و (١٤) و باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8)

## الاستنتاجات

1- أظهرت نتائج التصنيف النهائي للمؤشرات التكتونية (LAST) ثلاثة اصناف للفاعلية التكتونية, إذ سجلت (8) أحواض نشاط تكتوني نسبية منخفضة متمثلة بالأحواض ذات الأرقام (1، 4، 7، 8، 9، 10، 11، 18) و(6) أحواض ذات أنشطة تكتونية نسبية معتدلة تتمثل بالأحواض (2، 3، 5، 13، 15، 17)، و(4) أحواض ذات أنشطة تكتونية نسبية عالية متمثلة بالأحواض (6، 12، 14، 16)، وعليه نستطيع ان نقول هناك علاقة واضحة بين أثر النشاط التكتوني في اتخاذ الأحواض النهرية صورتها الحالية في حوض زلم.

2- أظهر البحث أن الموقع التكتوني لحوض زلم، الواقع في المنطقة الجبلية العالية ذات الالتواءات الشديدة، أسهم في تشكيل الخطوط البنيوية والتشوهات الناتجة عن النشاط التكتوني الذي تعرض له الحوض. بالإضافة إلى ذلك، فإن الموقع الجغرافي للحوض في منطقة مرتفعة عزز من فاعلية العمليات التكتونية وساهم في تكوين الأشكال الأرضية. ومع ذلك، فإن هذه الأشكال تباينت تبعاً لتأثير النشاط التكتوني، الذي يختلف من منطقة لأخرى نتيجة التباين في الطبوغرافيا والتراكيب والتكوينات الجيولوجية.

## التوصيات

1- يجب إجراء دراسات جيومورفولوجية لتحديد المخاطر الجيومورفولوجية والتغيرات المورفولوجية في المناطق القريبة من الأنشطة البشرية، في الأماكن التي صنفت ضمن درجات النشاط التكتوني العالي، من أجل معالجتها ووضع الحلول المناسبة لها وفق خطه علميه مدروسه، فضلاً عن إجراء دراسات جيومورفولوجية للكشف عن الموارد الطبيعية في الحوض نفسه.

2- استخدام التقنيات الجغرافية الحديثة مثل صور الأقمار الصناعية ونموذج الارتفاعات الرقمية وتقنيات نظم المعلومات الجغرافية في تحليل وتفسير التغيرات المورفولوجية والهيدرولوجية وبناء قاعدة بيانات يمكن الاستفادة منها في دراسات لاحقة.

## المصادر:

1. أحمد، عبد الستار جابر. (2024). التنشيط التكتوني ومؤشراته الجيومورفولوجية والمورفومترية في حوض ماوران. مجلة مداد الآداب، مؤتمر خاص لقسم الجغرافية، الجامعة المستنصرية.
2. انتصار، مظهر عويد، وهالة، محمد سعيد. (2022). التحليل المكاني للنشاط التكتوني وأثره الجيومورفولوجي لأحواض شمال شرق قضاء خانقين/ ديالى. مجلة ديالى للبحوث الإنسانية، العدد 93.
3. العمري، فؤاد عبد الوهاب محمد، وكامل، نجم عبد الله. (2013). دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني في قبة علاس، طية حميرين. مجلة تكريت للعلوم الصرفة، 18(5).
4. طه، ياسين عبد الله. (2022). التحليل المورفوتكتوني لطية عنه وأثرها على تباين شكل قناة نهر الفرات غرب العراق. مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية، (3مج2)، أيلول.
5. نجاح، صالح هادي، وهالة، محمد سعيد مجيد. (2023). دراسة المؤشرات المورفوتكتونية لأحواض شمال شرق كلالر. مجلة ديالى للبحوث الإنسانية، العدد 95.
6. AsatourDizaj, E., Ghorashi, M., & Rezaie, F. (2015). The transverse topographic symmetry factor of Darakeh stream in the north Tehran, Iran. *Open Journal of Geology*.
7. Bull, W. B., & McFadden, L. (1977). Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In *Geomorphology in Arid Regions*.
8. Jayappa, K. S., Markose, V. J., & Nagaraju. (n.d.). (2012). Identification of geomorphic signatures of neotectonic activity using DEM in the Precambrian terrain of Western Ghats, India. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, University*.
9. Keller, E. A., & Pinter, N. (2002). *Active tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape* (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
10. Verriros, A., Zygouri, V., & Kokkalas, S. (2004). MORPHOTECTONIC ANALYSIS IN THE ELIKI FAULT ZONE (GULF OF CORINTH, GREECE), *Bulletin of the Geological Society of Greece International Congress*.



Available online at <http://aran.garmian.edu.krd>



**Aran Journal for Language and Humanities**

<https://doi.org/10.24271/ARAN.2025.01-01-19>

## The spatial relationship of tectonic activity and its geomorphological indicators in the Zalam Basin

Azzadin Jumaa Darwesh Alpalany <sup>1</sup>, Omed Hamabaqi Hama amen<sup>2</sup>

1- Geography, College of Education, University of Garmian, Kurdistan Region – Iraq

2- Geography, College of Humanities Education, University of Sulaimani, Kurdistan Region – Iraq

Article Info		<b>Abstract:</b>  This study aims to analyze geomorphological indicators to assess the relative tectonic activity within a drainage basin, using indices such as the Asymmetry Factor (Af), Stream Length-Gradient Index (SL), Valley Floor Width to Valley Height Ratio (Vf), and Basin Shape Index (Bs). The analysis covers eighteen sub-basins, evaluated according to standardized quantitative criteria. Based on the average value of geomorphological indicator classes (S/n), the relative tectonic activity (Iat) was categorized into three levels: High tectonic activity ( $S/n < 2$ ), Moderate tectonic activity ( $2 \leq S/n < 2.5$ ), Low tectonic activity ( $S/n \geq 2.5$ ). The classification results were consistent with field observations, which revealed geomorphological features indicative of active tectonics, including deeply incised valleys, abrupt shifts in river courses, and waterfalls associated with fault scarps. The study emphasizes the importance of geomorphological investigations in areas of high tectonic activity, especially those adjacent to human developments, to identify potential hazards and guide appropriate mitigation strategies. These efforts are essential to preserving and sustainably managing the regional environment in the face of ongoing tectonic influence.
Received	May, 2025	
Accepted	July, 2025	
Published	August , 2025	
Keywords		
Zalam Basin, relative tectonic activity (Iat), drainage basin shape (Bs), valley elevation (Vf)		
Corresponding Author		
<a href="mailto:azzadeen.jumaa@garmian.edu.krd">azzadeen.jumaa@garmian.edu.krd</a> <a href="mailto:Omed.ameen@univsul.edu.iq">Omed.ameen@univsul.edu.iq</a>		