



العمليات والمؤشرات المورفوتكتونية للمنطقة المحصورة بين حوض وادي عنه
الغربي وسبخة البو غارس

م. احمد عياده خضير
الجامعة العراقية/كلية الآداب



**Morphotonic processes and indicators of the area between the Wadi
Anah western basin and the marsh al-Bughars in the desert of the
Iraqi island**

**Ahmed Eyada kudiar
Al-Iraqia University
college of Arts**



الملخص

تعد دراسة العمليات والمؤشرات المورفوتكتونية من الدراسات المهمة، كونها توضح التراكيب الخطية لمنطقة الدراسة، من خلال اعداد خريطة توضح توزيعها واماكن تركزها فضلاً عن معرفة اطوالها والاتجاه السائد لها وهو اتجاه الشمال- جنوب وبعدهد (90) تكراراً. اما الخصائص التي تحدد قياس النشاط التكتوني، فتم قياسها من خلال مؤشرات طبقت على جميع احواض منطقة الدراسة البالغة احد عشر حوضاً. وبينت النتائج ان جميع الاحواض كانت منخفضة النشاط ماعدا حوضي الميلان والطيارات فكانت معتدلة النشاط وفقاً للتصنيف النهائي لتلك للمؤشرات.

Abstract

One of the important studies is the study of morphotonic processes and indicators, It shows the linear structures of the study area, by preparing a map showing its distribution and places of concentration, as well as knowing its lengths and its prevailing direction, which is north-south and number(90) repeatedly. As for the characteristics that determine the measurement of tectonic activity, they were measured through indicators applied to all basins of the study area of eleven basins. The results showed that all ponds were low activity, except the tilt and flying basins, and they were moderate activity according to the final classification of these indicators.

موقع منطقة الدراسة.

تقع منطقة الدراسة في الجزء الغربي من العراق، وتحديداً في الشمال الغربي لمحافظة الانبار ضمن بادية الجزيرة العراقية، يحدها من الشمال محافظة نينوى ومن الشرق بحيرة سد حديثة، أما من الجنوب فيحدها نهر الفرات ومن الغرب الحدود العراقية السورية. أما فلكياً فتقع المنطقة بين دائرتي عرض (02°.'22.'34) و(11°.'10.'35) شمالاً، وقوسي طول (38°.'01.'41) و(22°.'07.'42) شرقاً. ويشغل بذلك مساحة (4909) كم². الخريطة (1).

مشكلة الدراسة .

- 1- هل بالإمكان دراسة المؤشرات المورفوتكتونية بالاعتماد على التقنيات الحديثة وتطبيقها على احواض المنطقة.
- 2- هل تتصف المنطقة بنشاط تكتوني، وما هو درجة النشاط فيها.

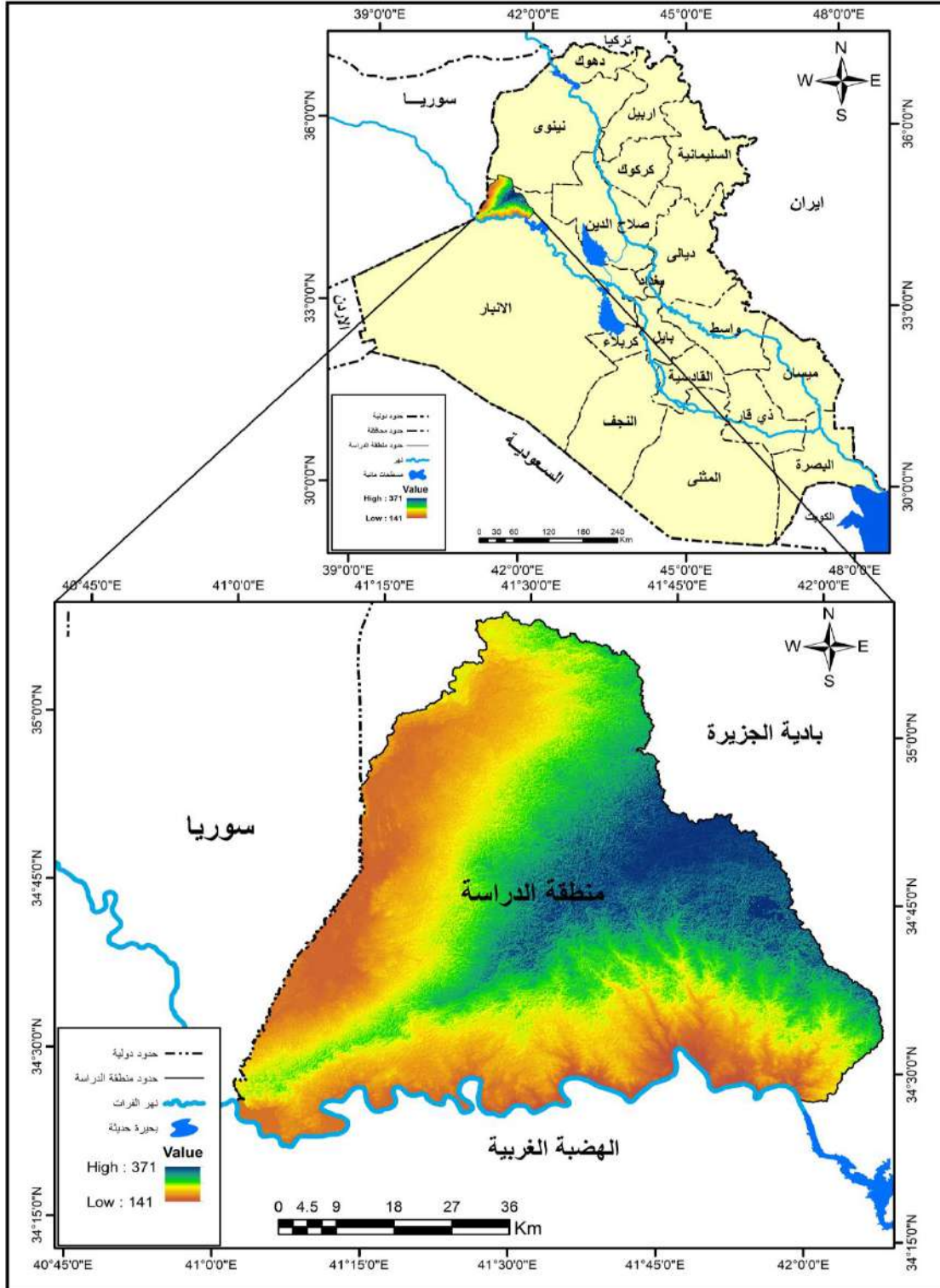
فرضيات الدراسة.

- 1- بالإمكان دراسة المؤشرات المورفوتكتونية بالاعتماد على المرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة، مع تطبيق القوانين الخاص بتلك المؤشرات.
- 2- تتصف المنطقة بانخفاض النشاط التكتوني فيها، إذ كانت درجة النشاط فيها منخفضة الى معتدلة.

هدف الدراسة.

تهدف الدراسة الى معرفة التراكيب الخطية للمنطقة من خلال تحليل المرئيات الفضائية المتعلقة بمنطقة الدراسة، كما تسعى الدراسة الى تطبيق مؤشرات لتبيان الوضع التكتوني لمجاري الاحواض، معتمدين بذلك على اهم المؤشرات المورفوتكتونية .

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة من العراق والمناطق المجاورة لها



المصدر: بالاعتماد على

- 1- الهيئة العامة للمساحة ، الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس 1:100000 لسنة 1980.
- 2- المرئية الفضائية للقم الصناعي (Land sat)، لسنة 2017، بدقة (30م).

ثانياً: العمليات المورفوتكتونية. Processes Morphotectonic

يستفاد من دراسة العمليات المورفوتكتونية في معرفة نتائج عمليات الشد والضغط والارتفاع والهبوط التي تعرف بـ التراكيب الخطية وتبين عوامل الضعف الصخري المكتسبة. تعد التراكيب ابرز هذه العمليات، ونتيجة لأهميتها تمت دراستها بشيء من التفصيل وكالاتي:

1- التراكيب الخطية (Liners)

وهي مظهر طبيعي ذا أصل جيولوجي يتميز عن المظاهر المجاورة لها، وسميت بالخطية كونها تتخذ اشكالا مستقيمة في وجودها على الارض وعند تمثيلها على الخريطة⁽¹⁾. ويمكن تعريفها بانها مناطق ضعف تعرضت لحركات تكتونية متنوعه وباتجاهات مختلفة، تم اشتقاقها من المرئية الفضائية ومعالجتها في برنامج الـ (gematica.18).

ومن خلال الخريطة (2) يتضح انتشار التراكيب الخطية باتجاهات واطوال مختلفة وتركزها بالاتجاه الشمالي والشمالي الغربي، كما تتباين التراكيب فيما بينها وفقاً لفعل العوامل التي ادت الى تكوينها. فالخطيات التي تبلغ اطولها اقل من (2كم) يطلق عليها بالتراكيب الخطية القصيرة ، اما التراكيب التي تتراوح اطوالها من (2الى 10)كم فيطلق عليها بالاستطاليات وتكون موافقة للصدوع التي تتواجد في المنطقة⁽¹⁾. بلغ عدد التراكيب (312) تركيبه وبمجموع اطوال (485)كم جدول (1) والشكل (1) و (2). توزعت التراكيب باتجاهات ونسب مختلفة وكما يأتي من الاكبر الى الاصغر:

أ- التراكيب الخطية ذات الاتجاه شمال - جنوب:

تعد تراكيب هذا الاتجاه من اكثر التراكيب انتشاراً في منطقة الدراسة ، اذ بلغ عدد تكرارها (90) تكراراً شغلت نسبة (28.85%) ، وبطول (141.4كم) وبنسبة (29.16%).

ب- التراكيب الخطية ذات الاتجاه شمال شرق - جنوب غرب.

تأتي هذه التراكيب بالمرتبة الثانية من حيث عدد التكرار والاطول ، فقد سجل هذا الاتجاه (77). تكراراً وبمجموع اطوال (123.9كم) وبنسبة (24.69%) و (22.54%) للتكرار ولاطوالها لكل منهما على التوالي.

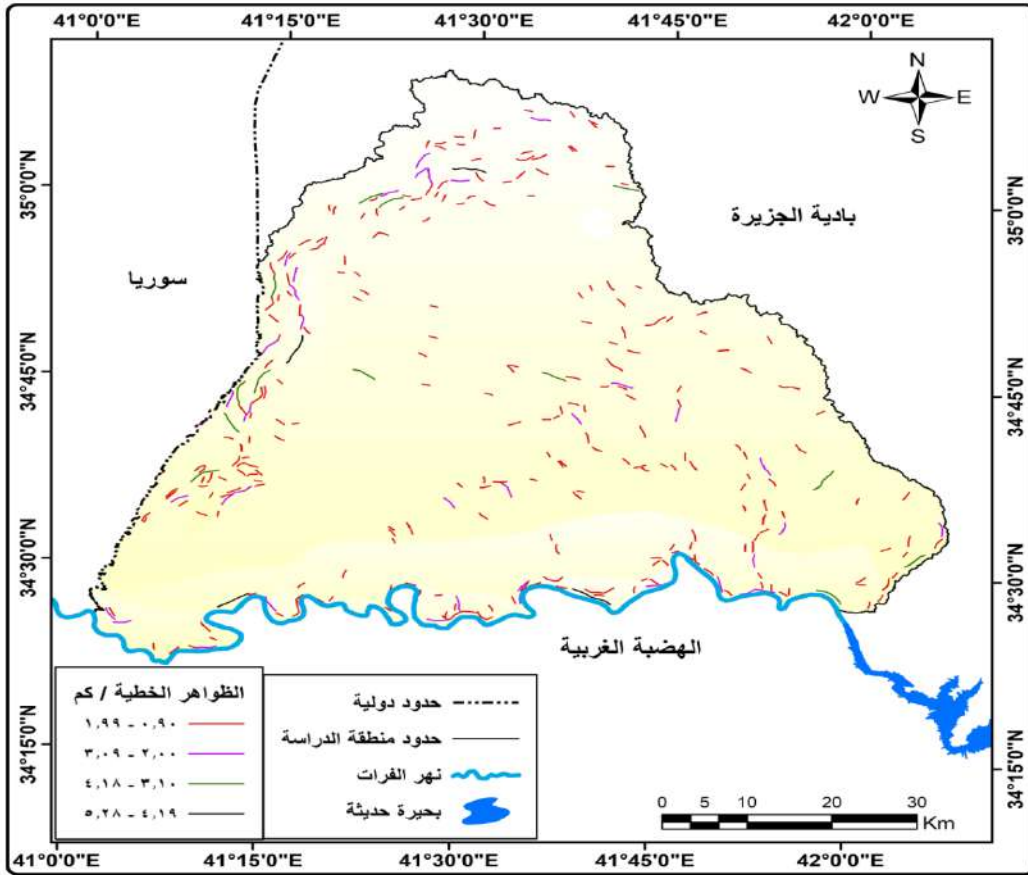
ج- التراكيب الخطية ذات الاتجاه جنوب شرق - شمال غرب:

جاء هذا الاتجاه بالمرتبة الثالثة من حيث عدد التكرارات الـ (73) وبنسبة (23.39%) من النسبة الكلية لعدد التكرار، في حين بلغ اطوال هذا الاتجاه (110.7) كم. وبنسبة (22.82%) من مجموع الاطوال في منطقة الدراسة.

د- التراكيب الخطية ذات الاتجاه شرق- غرب:

مثل هذا الاتجاه ادنى عدداً واقل نسبة بالمقارنة مع الاتجاهات الاخرى لمنطقة الدراسة، فقد سجل (72) تكرار ونسبة (23.07%) ، اما اطوال هذا الاتجاه فقد بلغت (109 كم) مثلت (22.48%) من النسبة الكلية لأطوال منطقة الدراسة.

خريطة (2) التراكيب الخطية في منطقة الدراسة



المصدر: المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة، ومخرجات برنامج Arc Gis 10.4

جدول (1) تكرار التراكيب الخطية واطوالها ونسبهما في منطقة الدراسة

الاتجاه	التكرار	نسبة التكرار	الطول كم	نسبة الأطوال
جنوب شرق - شمال غرب	73	23.39	110.7	22.82
شمال شرق - جنوب غرب	77	24.69	123.9	25.54
شرق - غرب	72	23.07	109.0	22.48
شمال - جنوب	90	28.85	141.4	29.16
المجموع	312	100	485	100

المصدر: خريطة (2).

شكل (1) نسبة اطوال التراكيب الخطية في منطقة الدراسة



المصدر: جدول (1) .

شكل (2) نسبة تكرار التراكيب الخطية في منطقة الدراسة



المصدر: جدول (1) .

2- المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني لمنطقة الدراسة.

وهي عبارة عن مؤشرات يمكن من خلال تطبيقها معرفة اي الاحواض اكثر نشاط من الاخر، فضلا عن تفسير الحركات التكتونية لها، وفيما يلي اهم المؤشرات التي طبقت لمنطقة الدراسة.

1- مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي Topographic Symmetry Factor(T)

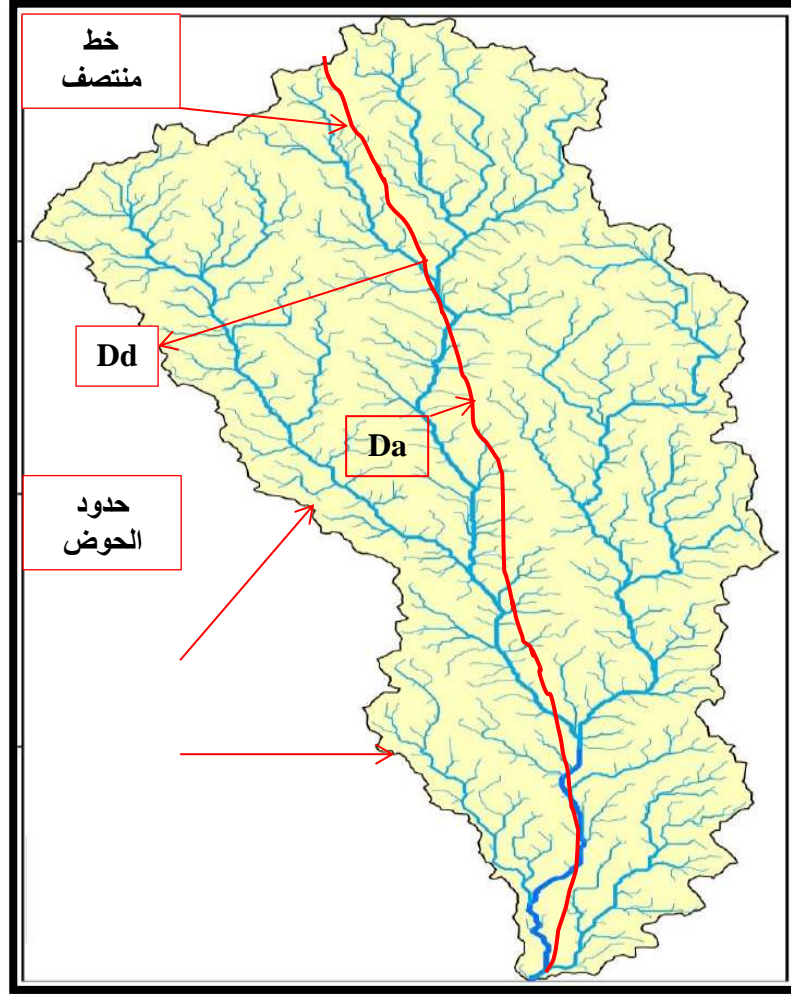
تشير نتائج هذا المؤشر الى مدى هجرة المجرى الرئيس عن محور الحوض نتيجة لزيادة نشاط تكتونية الحوض او لوجود صدوع تحت سطحية اثرت في تغيير المجرى⁽¹⁾. تشير النتائج التي تقترب من العدد (1) الى حالة عدم التماثل وزيادة نشاط نزوح المجرى عن محور الحوض، وكلما اقتربت من الصفر دلت على انخفاض النشاط وبقاء مجرى الحوض بالقرب من المحور، صنفت قيم نتائج المؤشر^(*) وفقا للجدول (2) . وبعد تطبيق المعادلة كما هو موضح بالشكل (3). صنفت المؤشرات الى ثلاثة اصناف. الجدول (3) والخريطة(3).

جدول (2) اصناف مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط	1	اكثر من 0.6
معتدلة النشاط	2	0.6 الى 0.3
منخفضة	3	اقل من 0.3

Edvin Asatour Dizaj Takieh,Manochehr Ghorashi,Fereydon Rezaie,The Transverse Topographic Symmetry Factor of Darakeh Stream in the North Tehran, Iran,Open Journal of Geology,2015,p.772 .

شكل (3) كيفية تطبيق معادلة التماثل الطبوغرافي (T)



المصدر: بالاعتماد على برنامج ArcGis V10.4

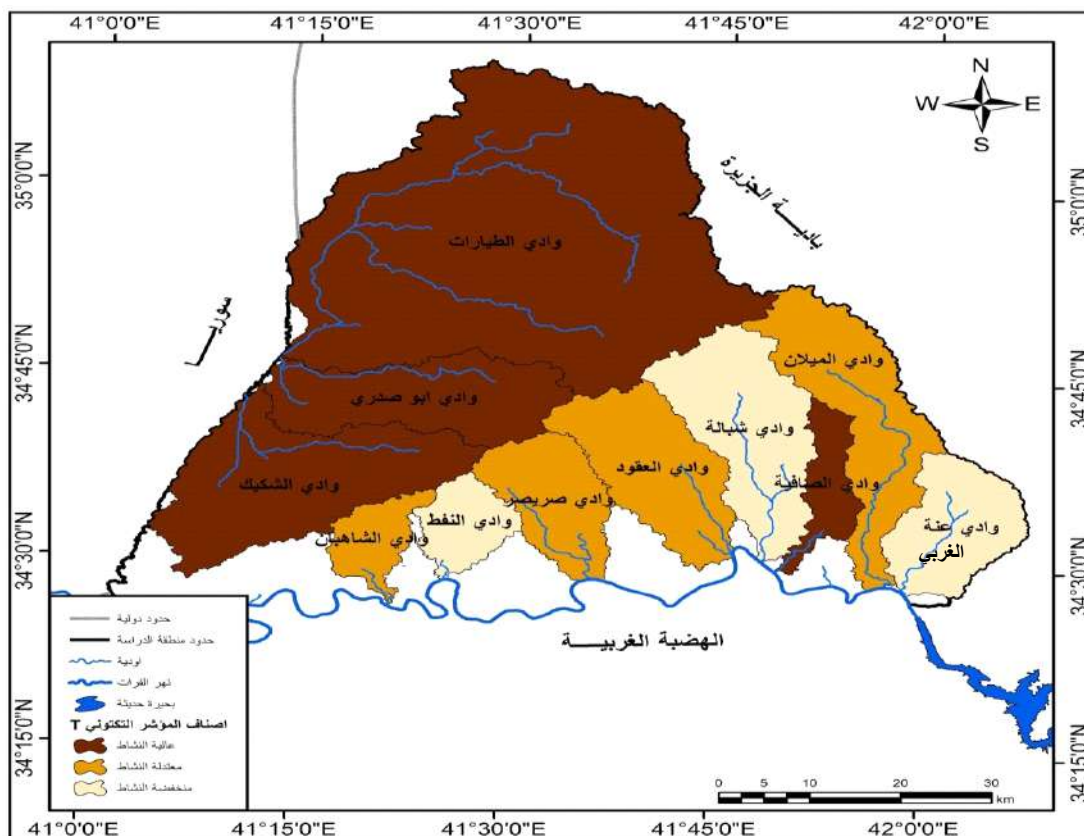
- 1- احواض عالية النشاط الصنف (1): تشمل كل من الاحواض الطيارات والشكيك والصافية وابو صدي.
- 2- احواض معتدلة النشاط تمثل الصنف (2):تضمنت احواض الميلان والعقود والشاهبان وصريصر.
- 3- احواض ذات نشاط منخفضة الصنف (3): تمثلت بحوض عنه الغربي والنفط وشبالة.

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

الصف	الدرجة	T	Da	Dd	الحوض
1	عالية النشاط	0.86	5201.5	6035	ابو صدري
1	عالية النشاط	0.63	125159	19910.7	الطيارات
1	عالية النشاط	0.71	4660.1	6573.3	الشكيك
2	معتدلة النشاط	0.50	2097.1	4157.5	الشاهبان
3	منخفضة النشاط	0.07	413.6	5913.9	النفط
2	معتدلة النشاط	0.61	2567.1	4201.7	صريصر
2	=	0.39	2555.9	6481.4	العقود
3	منخفضة النشاط	0.13	936.6	7031.6	شبالة
1	عالية النشاط	0.68	1.843	2699	الصافية
2	معتدلة	0.36	1916.2	5276.5	الميلان
3	منخفضة النشاط	0.21	1578.9	7559.6	عنه الغربي

المصدر: تطبيق معادلة مؤشر التماثل الطبوغرافي (T)

خريطة (3) اصناف مؤشر التماثل الطبوغرافي لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: الجدول (3).

2- مؤشر عدم التماثل (AF). Factor Asymmetry

يبين هذا المؤشر الميل الجانبي للحوض بالنسبة للمجرى الرئيس في الحوض المائي، والتي تكونت بفعل تأثير القوى التكتونية⁽¹⁾. فالقيم المرتفعة تكون اكبر من (65) اما اذا تراوحت ما بين (65 الى 57) فتكون معتدلة، وتكون منخفضة اذا كانت اقل من (57). جدول (4). دلت نتائج المؤشر^(*) على ان معظم احواض المنطقة تكون ذات منخفضة النشاط (قريبه من التماثل، يستثنى من ذلك حوضي الشاهبان والعقود فقد بلغت قيم المؤشر اكبر من الـ (65) لكل منهما، اما حوض ابو صدي فكان ضمن الصنف الـ(2) معتدلة النشاط. الجدول (5) والخريطة (4).

الجدول (4) اصناف مؤشر عدم التماثل (AF)

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية	1	اكبر من 65
معتدلة	2	65 الى 57
منخفضة	3	اقل من 57

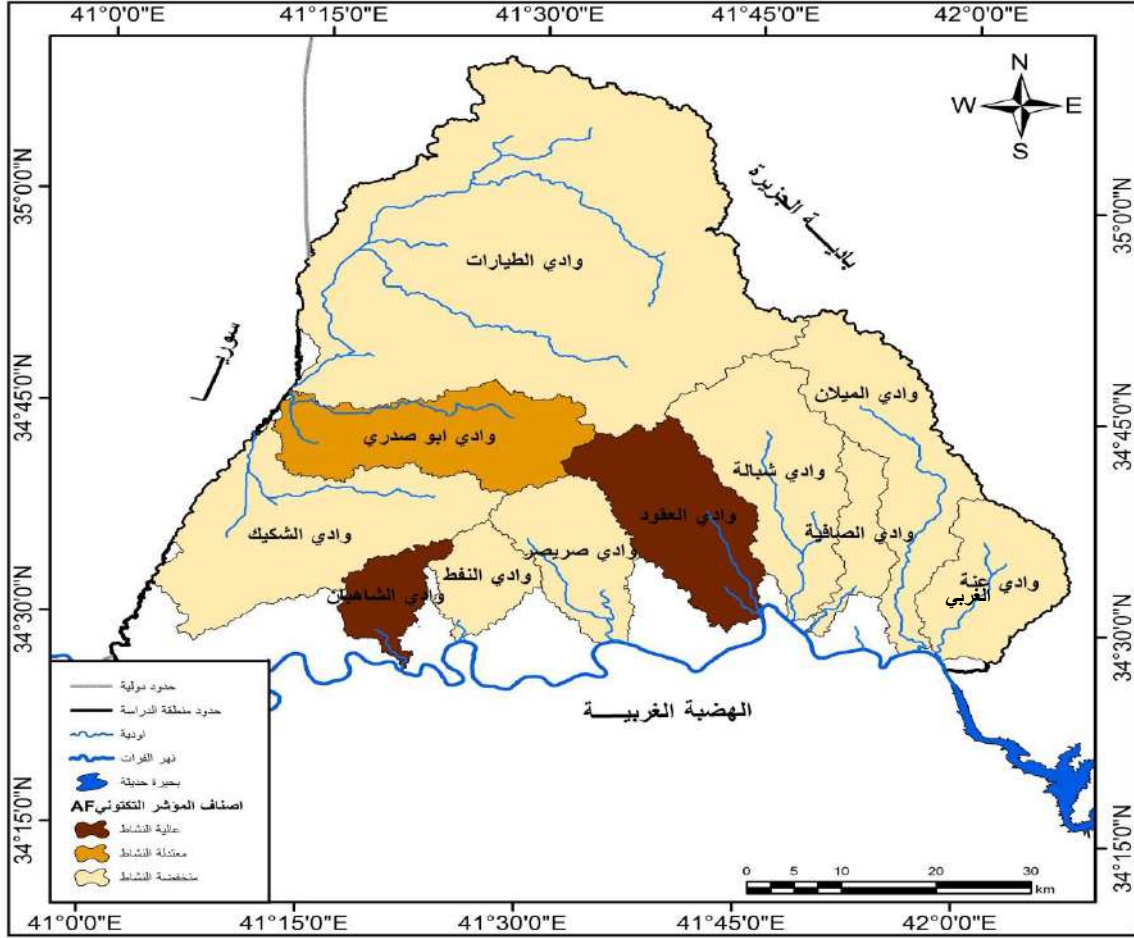
Burbank, D.w., & Anderson, R.S. Tectonic Geomorphology. Blackwell Science. Massachusetts, 2001, p274.

جدول (5) قياسات مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي (AF)

الصنف	الدرجة	AF	AT	AR	الحوض
2	معتدلة النشاط	61.9	330.8	204.7	ابو صدي
3	منخفضة النشاط	44.4	1682.7	747.8	الطيارات
3	=	21.7	486	105.4	الشكيك
1	عالية النشاط	68	98	66.6	الشاهبان
3	منخفضة النشاط	50	113.1	56.6	النفط
3	=	22.7	204.9	46.5	صريصر
1	عالية النشاط	72.6	302.9	220.0	العقود
3	منخفضة النشاط	46.3	356.3	165	شباله
3	=	28.6	102.1	29.2	الصالفة
3	=	41.9	359.1	150.5	الميلان
3	=	35.1	224.7	78.8	عنه الغربي

المصدر: تطبيق معادلة مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي (AF)

خريطة (4) اصناف مؤشر عدم التماثل الطبوغرافي(AF) لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: جدول (5).

3- مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره. Index Gradient -Length Stream (SL)

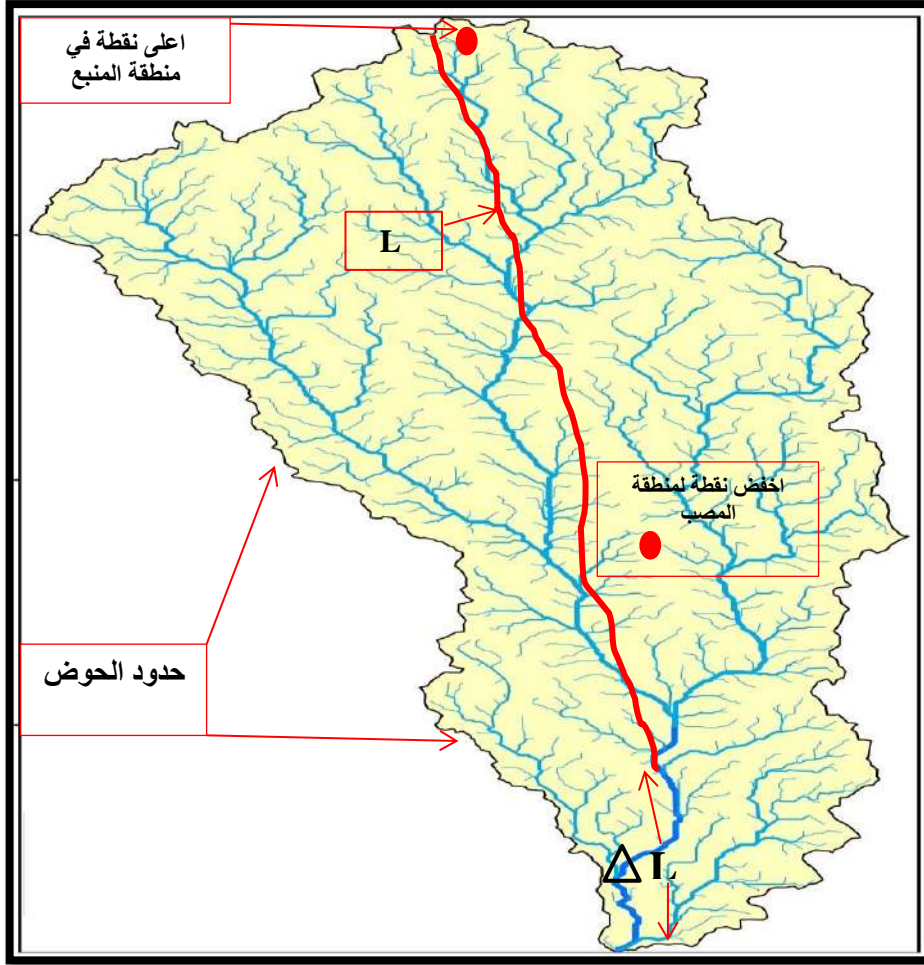
يستخدم هذا المؤشر لمعرفة مدى مقاومة الصخور لعمليات التعرية المائية وارتباط ذلك بالنشاط التكتوني للمنطقة، واثار درجة الانحدار وتعرج مجرى الحوض. ويعرف بأنه متغير هيدرولوجي يتعلق بالقدرة الحثية وعمليات التعرية والنقل والارساب له صلة بطاقة النهر وكفاءته وخصائص مقاومة القناة للجريان⁽¹⁾. هناك علاقة بين مقاومة الصخور ومؤشر انحدار المجرى اذ يدل ارتفاع المؤشر الى وجود صخور صلبة ذات مقاومة نسبية، اما انخفاض المؤشر فيدل على الصخور اللينة⁽²⁾. جدول (6). طبقت معادلة المؤشر^(*). الشكل (4). بينت النتائج ان احواض منطقة الدراسة كانت معتدلة ومنخفضة النشاط ولا يوجد حوض ذات نشاط تكتوني عالي يقع ضمن الصنف (1). اذ صنف حوضي الميلان والطيارات ضمن الصنف (2) الذي مثل القيم (300الى500) ، اما الاحواض الاخرى فكانت ضمن الصنف (3) وبناتج اقل من (300). الجدول (7) والخريطة (5) .

الجدول (6) اصناف مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره (SL)

القيمة	الصنف	الدرجة
اكثر من 500	1	عالية النشاط
300 الى 500	2	معتدلة النشاط
اقل من 300	3	منخفضة

Hack, J.T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. Journal Research of United States Geological Survey. 1973. p421-429.

شكل (4) كيفية تطبيق معادلة عدم التماثل الطبوغرافي (SL)



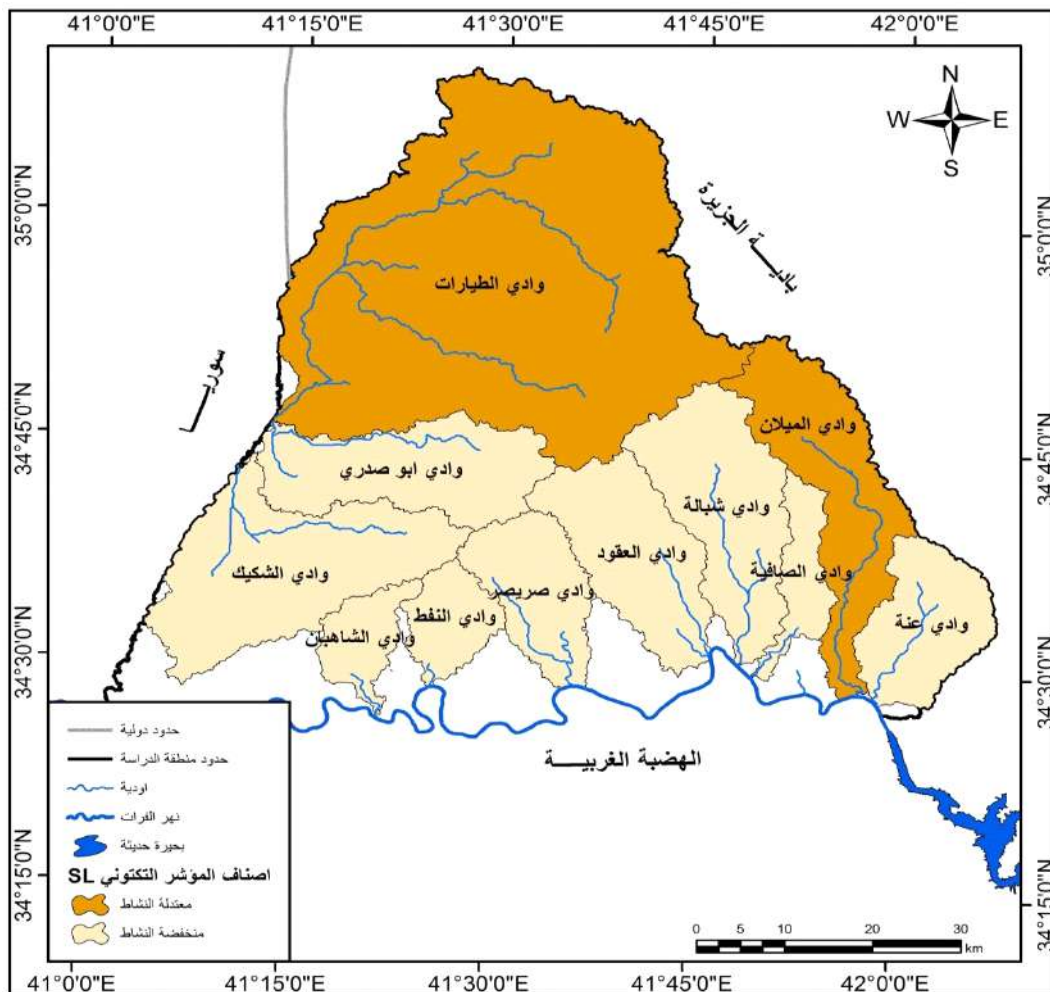
المصدر: بالاعتماد على برنامج Arc Gis.v10.4

جدول (7) قياسات مؤشر طول المجرى وانحداره (SL)

الوصف	الدرجة	SL	L/م	ΔH	ΔL	الحوض
3	منخفضة النشاط	120.52	40986.2	8	2720.7	ابو صدري
2	معتدلة النشاط	342.74	90272.7	39	10272.74	الطيارات
3	منخفضة النشاط	93.10	36112.3	13	5042.5	الشكيك
3	=	89.40	22433.5	17	4265.7	الشاهبين
3	=	190.55	20128.2	28	2957.7	النفط
3	=	268.96	28668.7	39	4157.1	صريصر
3	=	141.01	31471.4	9	2008.6	العقود
3	=	272.12	33393.3	73	8958.1	شباللة
3	=	151.39	27285.4	46	8290.9	الصالفة
2	معتدلة النشاط	418.78	51813.9	57	7052.4	الميلان
3	منخفضة النشاط	268.87	23323.4	48	4163.8	عنه الغربي

المصدر: تطبيق معادلة مؤشر طول المجرى وانحداره

خريطة (5) اصناف مؤشر طول المجرى وانحداره (AF) لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: جدول (7).

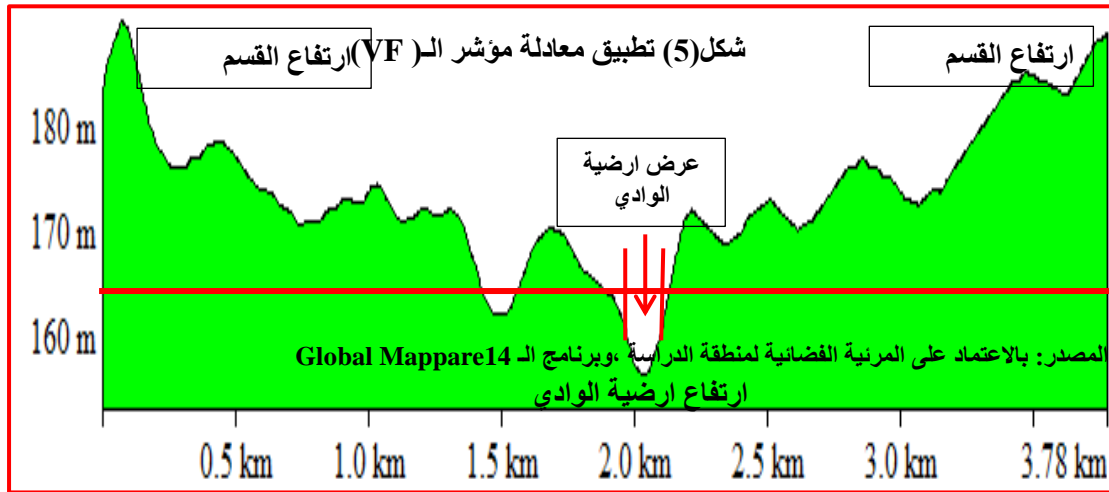
4- مؤشر نسبة عرض ارضية الوادي الى ارتفاع الوادي .

Ratio of Valley Floor Width to valley Height(VF).

الدرجة	الصنف	القيمة
عالية النشاط	1	اقل من 0.5
معتدلة النشاط	2	0.5 الى 1
منخفضة النشاط	3	اكبر من 1

Verrios, Zygouri, and Kokkalas, Morphotectonic Analysis in The Eliki Fault Zone (Gulf of Corinth, Greece). Bulletin of the Geological Society of Greece International Congress. 2004, p1708.

وهو النسبة او الفرق بين ارضية الوادي ذات الشكل الذي يشبه الحرف (V) والتي تشكلت نتيجة لارتفاع معدل النشاط التكتوني لقاعدة الحوض (الطبقة تحت سطحية) وبين ارضية الوادي التي تشكلت بفعل التعرية الجانبية للوديان المنحدرة⁽¹⁾. تستخرج نسبة الـ (VF) من خلال المعادلة^(*). اخذت مقاطع عرضية لكل حوض من احواض منطقة الدراسة شكل (5). ووفقا للجدول (8) اصناف المؤشر تم اجراء القياسات وتبين ان جميع احواض المنطقة كانت ضمن الصنف (3) وذات درجة منخفضة النشاط. جدول (9).



جدول (8) اصناف مؤشر الـ (VF)

جدول (9) نتائج مؤشر الـ (VF) لأحواض منطقة الدراسة

الوصف	الدرجة	vf	Eld(m)	Erd(m)	Esc(m)	Vfw(m)	الحوض
3	منخفضة النشاط	25	159	159	158	25	ابو صديري
3	=	55.7	183	161	158	780	الطيارات
3	=	68	162	160	159	136	الشكيك
3	=	19.2	183	185	178	115	الشاهبان
3	=	21.5	180	170	160	322	النفط
3	=	9.7	182	167	151	228	صريصر
3	=	22	155	148	146	121	العقود
3	=	16.7	148	149	147	25	شباله
3	=	71.8	178	170	168	431	الصابية
3	=	24.6	236	189	172	996	الميلان
3	=	8.9	193	165	155	213	عنه الغربي

المصدر: تطبيق معادلة مؤشر (VF)

5- التصنيف النهائي للمؤشرات التكتونية. L.A.T

يعطي هذا المؤشر التصنيف العام لمنطقة الدراسة بالاعتماد على جميع الاصناف للأحواض وقسمتها على عددها، ووفقاً للمؤشرات الاربعة التي اعتمدت عليها الدراسة، قسمت التصنيف الى ثلاث درجات جدول (10). جمعت نتائج التصنيف واستخرجت القيمة التصنيفية النهائية لأحواض المنطقة وتبين ان المنطقة تتضمن صنفين فقط هما :

أ- الصنف (3): ويمثل النتائج التي تتراوح قيمها من (2 الى 2.5) وتكون من ضمن الصنف المعتدل النشاط وشملت الاحواض (ابو صديري، الطيارات، الشكيك، الشاهبان، العقود، الصافية، الميلان). الجدول (11).

ب- الصنف (4): تضمن الاحواض ذات النشاط التكتوني المنخفض وهي (النفط، وصرير، وشباله، وعنه الغربي). الخريطة (28).

جدول (10) درجات التصنيف للمؤشرات التكتونية LAT

الدرجة	الصنف	القيمة
مرتفع جدا	1	1 الى 1.5
عالي	2	1.5 الى 2
معتدل	3	2 الى 2.5
منخفض	4	اكبر من 2.5

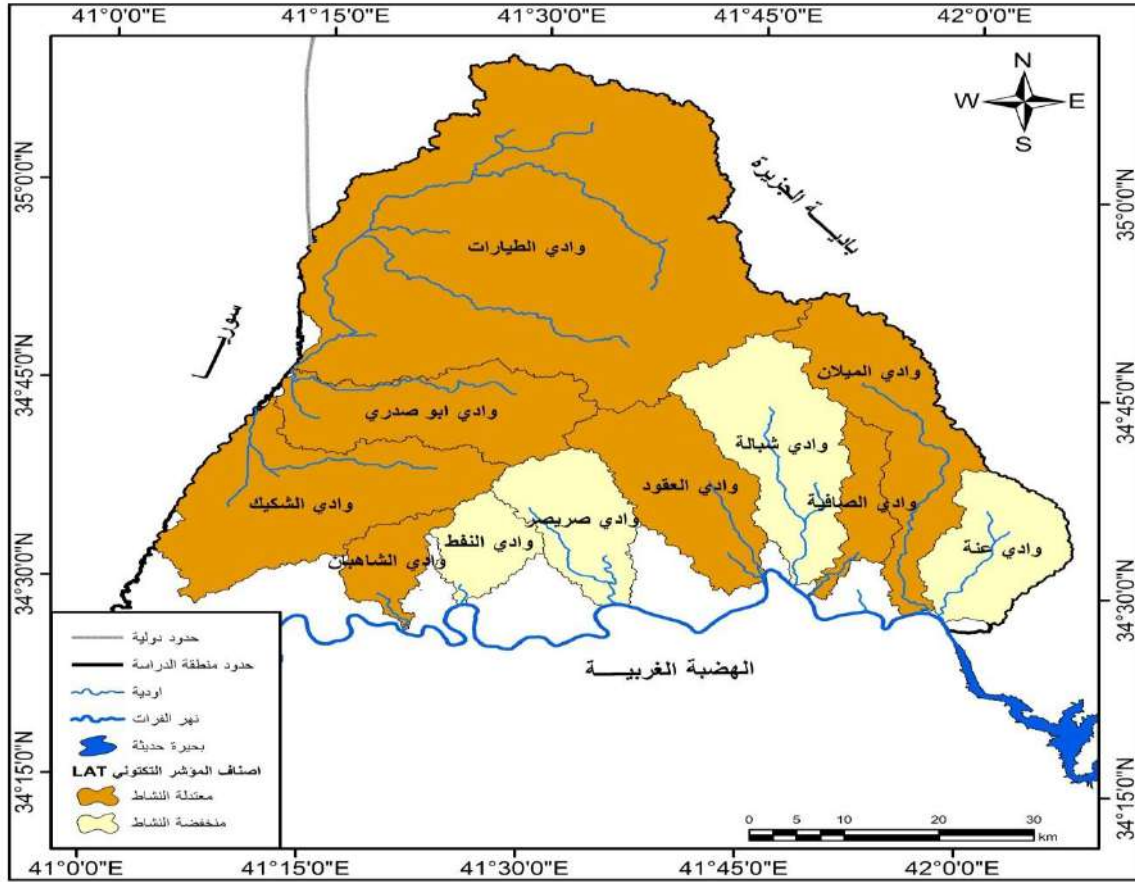
Keller, E.A. and Pinter, N. Active tectonics, Earth quakes, uplift, and landscape. edition ,New Jersey, prentice Hall, 2002, p125.

جدول (11) نتائج التصنيف النهائي للمؤشرات التكتونية L.A.T.

الصف	الدرجة	LAT	S/N	SL	AF	vf	T	الحوض
3	معتدلة النشاط	2.2	9	3	2	3	1	ابو صدري
3	=	2.2	9	2	3	3	1	الطيارات
3	=	2.5	10	3	3	3	1	الشكيك
3	=	2.2	9	3	1	3	2	الشاهبان
4	منخفضة النشاط	3	12	3	3	3	3	النفط
4	=	2.7	11	3	3	3	2	صريصر
3	معتدلة النشاط	2.3	9	3	1	3	2	العقود
4	منخفضة النشاط	3	12	3	3	3	3	شبالة
3	معتدلة النشاط	2.5	10	3	3	3	1	الصافية
3	=	2.5	10	2	3	3	2	الميلان
4	منخفضة النشاط	3	12	3	3	3	3	عنه الغربي

المصدر: الجدول (3)، (5)، (7)، (9).

خريطة (6) اصناف المؤشر التكتوني (L.A.T) لأحواض منطقة الدراسة



المصدر: جدول (11).

المصادر.

1. احمد عياده خضير عباس الحديثي، جيومورفولوجية حوض وادي القصر في هضبة الانبار الغربية، رسالة ماجستير، (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الانبار، 2010.
2. احمد عبد الستار العذاري وحسين كاظم عبد الحسين، الخصائص الانحدارية في منطقة بنجوين في العراق، مجلة الفنون والآداب وعلوم الانسانيات والاجتماع، العدد (11)، 2106.
3. علي محسن كامل جعفر، النمذجة الهيدروجيومورفولوجية لحوض وادي حسب وأثره في التنمية المستدامة، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة الكوفة، كلية الآداب، 2018.
4. اسحق صالح العكام، وفاء مازن عبد الله، الخصائص المورفوتكتونية لحوض وادي الطرفاوي، مجلة كلية التربية للبنات، المجلد (27)، العدد (5)، 2016.
5. احمد ياسين علي وآخرون، استخدام مؤشر انحدار مجرى النهر (SL) في دراسة مورفولوجية لوادي سماقولي، مجلة زانكو للدراسات الانسانية، مجلد (1) عدد (21)، 2017.
6. عايد جاسم الزاملي، وآخرون، النمذجة الرقمية للمؤشرات الجيومورفوتكتونية في حوض حسب باستخدام تقنية الجيوماتكس، مجلة الفنون والآداب وعلوم الانسانيات والاجتماع، العدد (20)، 2018.
7. الهيئة العامة للمساحة، الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس 1:100000 لسنة 1980.
8. المرئية الفضائية للقمر الصناعي (Land sat8)، لسنة 2017، بدقة (30م).

9. Burbank, D. w., & Anderson, R. S. Tectonic. Geomorphology Blackwell Science. Massa chusetts ,2001.
10. Edvin Asatour Dizaj Takieh, Manochehr Ghorashi, Fereydon Rezaie, The Transverse Topographic Symmetry Factor of Darakeh Stream in the North Tehran, Iran, Open Journal of Geology, 2015.
11. Verrios, Zygouri, and Kokkalas, Morphotectonic Analysis in The Eliki Fault Zone (Gulf of Corinth, Greece). Bulletin of the Geological Society of Greece International Congress. 2004.
12. Keller, E. A. and pinter, N. Active tectonics, Earth quakes ,uplift, and. landscape. edition ,New Jersey, prentie Hall, 2002.

الهوامش

(1) احمد عيادة خضير عباس الحديثي، جيومورفولوجية حوض وادي القصر في هضبة الانبار الغربية، رسالة ماجستير، (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة الانبار، 2010، ص24.

(4) احمد عبد الستار العذاري و حسين كاظم عبد الحسين، الخصائص الانحدارية في منطقة بنجوين في العراق، مجلة الفنون والآداب وعلوم الانسانيات والاجتماع، العدد (11)، 2106، ص225.

(1) علي محسن كامل جعفر، النمذجة الهيدروجيوميورفولوجية لحوض وادي حسب وأثره في التنمية المستدامة، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة الكوفة، كلية الآداب، 2018، ص167.

(*) لقياس مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي تستخدم المعادلة الآتية :
 $T=Da/Dd$. اذ تعني T= عامل التماثل الطبوغرافي. Da= المسافة من الخط الوسطي للحوض الى خط المنتصف المجري الرئيس المتعرج للحوض. Dd= المسافة من الخط الوسطي للحوض الى خط الحد الخارجي عند الوسط. للمزيد ينظر .

Edvin Asatour Dizaj Takieh, Manochehr Ghorashi, Fereydon Rezaie, The Transverse Topographic Symmetry Factor of Darakeh Stream in the North Tehran, Iran, Open Journal of Geology, 2015, p.772.

(1) اسحق صالح العكام، وفاء مازن عبد الله، الخصائص المورفوتكتونية لحوض وادي الطرفاوي، مجلة كلية التربية للبنات، المجلد (27)، العدد (5)، 2016، ص1825.

(*) للحصول على مؤشر عدم التماثل تطبيق المعادلة التالية :

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

AF= مؤشر عدم التماثل

AR= مساحة الحوض للجبه اليمنى باتجاه المصب.

AT= المساحة الكلية للحوض. للمزيد ينظر :

Burbank, D.w., & Anderson, R.S. Tectonic Geomorphology. Blackwell Science. Massachusetts, 2001, p.274.

(1) احمد ياسين علي واخرون، استخدام مؤشر انحدار مجرى النهر (SL) في دراسة مورفولوجية لوادي سماقولي، مجلة زانكو للدراسات الانسانية، مجلد (1) عدد (21)، 2017، ص3.

(2) عايد جاسم الزالملي، واخرون، النمذجة الرقمية للمؤشرات الجيومورفوتكتونية في حوض حسب باستخدام تقنية الجيوماتكس، مجلة الفنون والآداب وعلوم الانسانيات والاجتماع، العدد (20)، 2018، ص258.

(*) مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره يعبر عنه بالمعادلة الآتية:

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

اذ ان SL= مؤشر انحدار المجرى. ΔH = الفرق بين اعلى وادنى نقطة في مقطع الحوض المراد قياسه (منطقة المصب). ΔL = طول المسافة المستقيمة في منطقة المصب المحددة. L= الطول الكلي للحوض. للمزيد ينظر:

Hack, J.T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. Journal Research of United States Geological Survey. 1973. p.421-429.

(1) اسحق صالح العكام، وفاء مازن عبد الله، الخصائص المورفوتكتونية لحوض وادي الطرفاوي، مصدر سابق، ص1824.

(*) مؤشر الـ (VF) يتم الحصول عليه من خلال المعادلة الآتية

$$VF= 2VFW/\{(EID-ESC)+(Erd-Esc)\}$$

اذ ان VF = مؤشر الـ (VF). VFW = عرض ارضية الوادي. EID = ارتفاع القسم الايسر للوادي. Erd
ارتفاع القسم الايمن للوادي. Esc = معدل ارتفاع ارضية الوادي. للمزيد ينظر:

Verrios, Zygouri, and Kokkalas, Morphotectonic Analysis in The Elike Fault Zone (Gulf of
Corinth, Greece). Bulletin of the Geological Society of Greece International
Congress. 2004, p1708.