


التشيط التكتوني ومؤشراته الجيومورفولوجية والمورفومترية في حوض
ماوران

الأستاذ الدكتور احمد عبد الستار جابر
الجامعة المستنصرية، كلية التربية، قسم الجغرافية
ahmedabdsatar@uomustansiriyah.edu.iq



**Tectonic activation and its geomorphological and
morphometric indicators in the Mauran Basin**

**Prof. Dr. Ahmed Abdul Sattar Jabir
University OF Mustansiriyah, College of Education,
Department of Geography**



المستخلص

يهدف البحث الى دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية والمورفومترية (التحليل الكمي) للتدشيط التكتوني لحوض وادي ماوران في شمال العراق ضمن محافظة أربيل واثار هذه المؤشرات على العمليات والأشكال الأرضية باعتماد دراسة الخصائص الطبيعية للمنطقة (الجيولوجية والتضاريس والانحدار والمناخ فضلا عن التربة والنبات الطبيعي) وتحليل العلاقة بينهما، للمساهمة في بناء خطط لحفظ وتنمية بيئة المنطقة، ومن اهم نتائج البيانات المستنبطة من الاستشعار عن بعد ونموذج الارتفاع الرقمي (DEM) واستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، واعتماد المؤشرات الجيومورفولوجية، اتضح أن الحوض عالي النشاط، متأثرا بموقعه (ضمن نطاق الطيات)، أما مورفومتريا، تبين أن مساحة الحوض المستوية (474.2 كم²) ومن المرتبة السابعة، ومعدل نسبة تشعب فيه عالية (4.4) لارتفاع أعداد المراتب (5351)، والكثافة التصريفية العالية، الذي ساهم بزيادة فرص التعرية والترسيب، والشكل المستطيل للحوض المتأثر بالطيات والانحدار العام للحوض والمنطقة.

مفاتيح الكلمات: ماوران/ تنشيط/ مورفومترية/ حوض

Abstract

The research aims to study the geomorphological and morphometric indicators (quantitative analysis) of the tectonic activation of the Mauran Valley Basin in northern Iraq within Erbil Governorate and the effects of these indicators on land processes and forms by adopting a study of the natural characteristics of the region (geology, topography, slope, climate, as well as soil and natural vegetation) and analyzing the "Relationship" between them, to contribute In building plans to preserve and develop the environment of the region. Among the most important results of the data derived from remote sensing, the digital elevation model (DEM), the use of geographic information systems (GIS), and the adoption of geomorphological indicators, it became clear that the basin is highly active, influenced by its location (within the range of folds). Morphometrics, it was found that the flat area of the basin is (474.2) km² and is ranked seventh. Its rate of bifurcation is high (4.4) due to the high number of layers (5351), and the high drainage density, which contributed to increasing the chances of erosion and sedimentation, and the rectangular shape of the basin affected by folds and the general slope of the basin and the region.

Keywords: : Maurane/ activation/ morphometry/ Valley

المقدمة:

يقصد بدراسة الخصائص المورفومترية لأي مظهر على سطح الأرض هو دراسة الوصف والشكل والنشأة ومراحل تطوره وهذا يتم من خلال دراسة الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية.

ترتبط الخصائص المورفوتكتونية والمورفومترية لحوض وادي ماوران ارتباطاً مباشراً بالعوامل الطبيعية المتمثلة بالبنية الجيولوجية، ونوعية الصخر، والمناخ، والترسبات، والغطاء النباتي والزمن، ومدى تأثير تلك الخصائص على هيدرولوجية المجاري المائية والعمليات والأشكال الأرضية فضلاً عن كميات الترسيب المتوقعة، وبعد ذلك تم تطبيق المعادلات التجريبية والصيغ الرياضية وأجريت القياسات واستخرجت بعض المعادلات والمتغيرات و صُنفت إلى أ صناف معينة بناءً على القياسات المورفومترية المتبعة في ذلك لغرض تحديد المؤشرات المورفوتكتونية والمورفومترية للحوض.

مشكلة الدراسة : يمكن اعتماد المشكلة الرئيسية للموضوع (ان العوامل الطبيعية لمنطقة الدراسة المتمثلة في البنية الجيولوجية والسطح والمناخ والموارد المائية والنبات الطبيعي تؤثر في المؤشرات المورفوتكتونية والمورفومترية في منطقة الدراسة) ومن هذا الجانب يمكن أن نقدم المشاكل الفرعية:

1- هل تتعرض المنطقة الى التنشيط التكتوني وما هي اهم الصفات الطبيعية للمنطقة

2- ماهي المؤشرات الرئيسية التي يمكن اعتمادها في دراسة التنشيط التكتوني للمنطقة

3- ماهي المؤشرات المورفومترية لمنطقة الدراسة

4- هل يمكن دراسة المؤشرات المورفوتكتونية والمورفومترية باستخدام التحسس

النائي ونظم المعلومات الجغرافية (RS-GIS)

فرضية الدراسة: يمكن اعتماد الفرضية الرئيسية للموضوع

بتحليل المؤشرات المورفوتكتونية والمورفومترية للحوض وجد انه يتأثر بالخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة فضلاً عن العمليات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة. من هنا يمكن عمل فرضيات ثانوية منها:

1- تشكل الصفات الطبيعية للمنطقة (الجيولوجية والتضاريسية والمناخ والتربة) مدخلاً لتشكيل مظاهر السطح والعمليات المورفوتكتونية والمورفومترية وتساهم في التنشيط التكتوني

2- تتعدد المؤشرات المورفوتكتونية التي يمكن اعتمادها في دراسة الأحواض المائية

3- أثرت طبيعة المنطقة في المؤشرات المورفومترية لحوض ماوران

4- من خلال بيئة الـ (GIS و RS) يمكن دراسة وتحليل المؤشرات المورفوتكتونية والمورفومترية

هدف الدراسة : يهدف البحث إلى تحقيق ما يأتي:

1- تبيان هل يوجد تنشيط تكتوني في منطقة الدراسة

2- تحليل صفات المنطقة الطبيعية وعلاقتها بالتنشيط في منطقة الدراسة

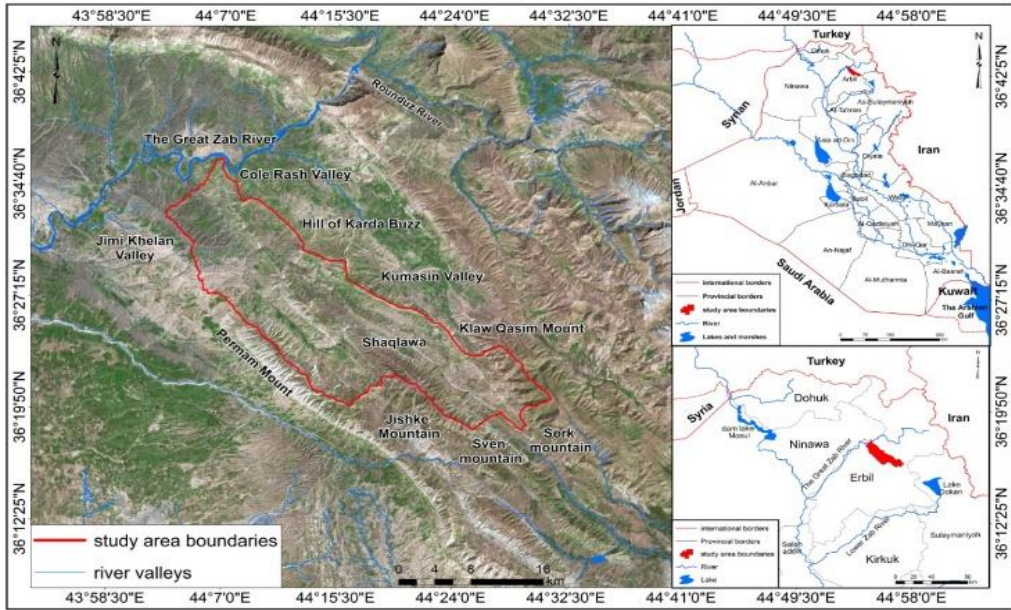
3- تحليل إحصائي كمي للتنشيط التكتوني وخصائص الحوض (المساحية والشكلية والعديدية والتضاريسية)

حدود منطقة الدراسة: يقع حوض وادي ماوران في محافظة أربيل قضاء شقلاوة، يحده من الشمال عند المصب نهر الزاب الصغير ومن الغرب جبل بيرمام من الجنوب جبل سفين وجبل سورك ومن الشرق والجنوب الشرقي جبل كلاو قاسم وجبل حرير سبيلك، فلكياً بين قوسَي طول (44.20.40 - 44.31.20) شرقاً، وبين دائرتي عرض (36.18.40 - 36.36.40) شمالاً خريطة (1). وبلغت المساحة الكلية للحوض ماوران (474.2 كم²).

- جيولوجية المنطقة

تتميز منطقة الدراسة بالتنوع الكبير في تكويناتها الجيولوجية وامتداد الطيات فيها، إذ تتخذ الطيات المحدبة الاتجاه العام من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي، كما تتباين المكاشف الصخرية من خلال بيئة الترسيب ومكوناتها الصخرية ودرجة كثافتها من منطقة إلى أخرى، فضلاً عن اختلاف أعمارها، إذ تتراوح عمر هذه التكوينات ما بين الزمن الجيولوجي الثاني (Mesozoic) وتكوينات الزمن الجيولوجي الرابع (Quaternary)، خريطة (2)، يمكن تقسيم هذه التكوينات: -

شكل (1) موقع حوض وادي ماوران



المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arccgis,10.3).

تكوينات الزمن الثاني

- تكوين بالمبو: هي ترسبات من الحجر يبلغ سمكها بين (5-1,4م) وعدسات من الحجر الرملي، فضلاً عن تراكيب كلسية وجرينية ورملية بنية اللون، وتكون بيئة الترسيب نهريّة-قارية. يتواجد جنوب منطقة الدراسة وجزء من الجنوبي الغربي.

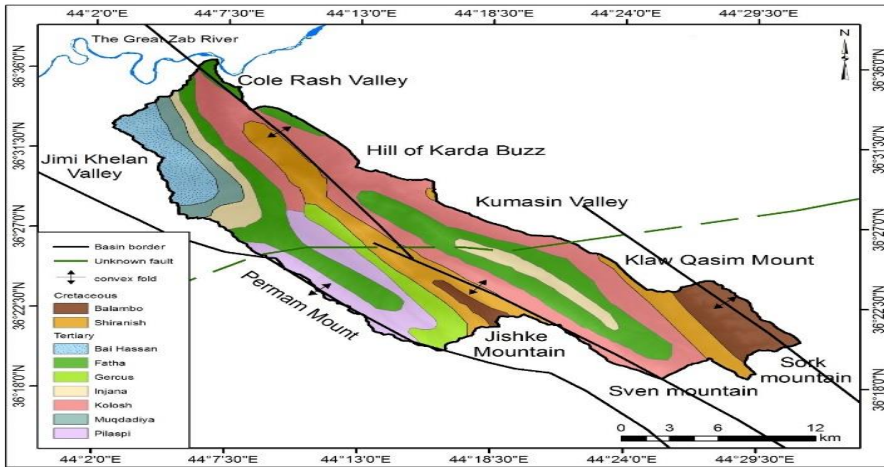
- تكوين شيرانش: يوجد هذا التكوين على نطاق واسع إذ يحتوي على تكوينات الحجر الجيري المارل والتراب الكلسي، وأحجار السلت رصاصية ذات لون مائل للأزرق ينكشف على شريط وسط الحوض وجزء من الجنوب منطقة الدراسة.

- **تكوينات الزمن الثلاثي**
- **تكوين باي حسن:** ينكشف هذا التكوين في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة، تسود فيه تكوينات خشنة من الرمل والحصى والصخور الحجر الطيني، يتراوح سمكها ما بين (450-150م).
- **تكوين الفتحة:** ينكشف في ضمن بعض الطيات المحدبة في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة، يتألف من حجر الطيني جيرى ذي لون بني محمر بالتتابع مع طبقات سمكة من الحجر الكلسي وحجر غريني بني محمر ويوجد حجر رملي في الجزء العلوي والجيبس في الجزء السفلي سمكه يختلف من منطقة إلى أخرى، بيئته الترسيبية بيئة نهريّة (فاروجان خاجيك سيسكيان 1998). شغل ثاني اعلى امتداد مساحي بواقع 22% من مساحة الحوض جدول (1)
- **تكوين جركس:** يظهر في ضمن نطاق الجبال الشديدة الالتواء، كذلك في أقدام الجبال، يوجد في غرب منطقة الدراسة. تكوين فتاتي هش يتألف من طبقات حمراء من الطفل والطين وبعض المارل والمدملكات في الجزء السفلي (لؤي داود يوسف، سعد نعمان السعدي 2010).
- **تكوين انجانة:** يتألف تكوين انجانة من حجر رملي بني محمر وحجر غريني وحجر طيني، سمكه يختلف من منطقة إلى أخرى، يوجد في اجزاء متفرقه في منطقة الدراسة في الجنوب الشرقي والشمال الغربي.
- **تكوين كولوش:** ينسب هذا التكوين إلى قرية كولوش التي تقع شرق منطقة كويسنجق، وينكشف في وسط والجزء الجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة، ويشغل أكبر مساحة في الحوض 28% يسوده السجيل والحجر الرملي والطفل والمدملكات ويعد من الصخور الرخوة.

- **المقدادية:** يتألف من تعاقب الحجر الطيني الناعم ذي اللون الرصاصي المصفر إلى البني الفاتح مع الحجر الرملي الرصاصي والحجر الغريني البني والرصاصي، يختلف سمكه من منطقة إلى أخرى (Varoujan K.، 1998، Faiza A. Ibrahim، Sissakian) يظهر في الجزء الشمالي من المنطقة .

تكوين بيلاسي: تتكشف صخور تكوين بيلاسي بشكل شريط يمتد من الغرب، يتميز بصلابة عالية، ذو سمك متغير، بيئته الترسيبية مستتعية نتيجة للظروف البحرية، لذا تكون ذات ملوحة عالية وهي سميكة وقوية جداً ومقاومة للتجوية مما جعلها تشكل جروفاً أو نتوءات بارزة.

شكل (2) المكاشف الصخرية في حوض ماوران.



المصدر: المنشأة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، خريطة بمقياس 1:100000، اعداد:

فاروجان خاجيك سيساكيان، بغداد، 2000، وباستخدام برنامج Arc gis 9.3

جدول (1) المكاشف الصخرية

النسبة	المساحة	التكوين
7.3	34.8	بالمبو
14.2	67.2	شيرانش
6.3	30.0	انجاة
8.3	39.3	بيلاسي
4.9	23.2	جرس
22.0	104.3	الفتحة

5.7	26.9	باي حسن
3.3	15.6	المقدادية
28.0	132.9	كولوش

المصدر: خريطة (2)

7 - تضرس الحوض والانحدار

موقع الحوض بين المرتفعات الجبلية ضمن المنطقة الالتوائية الغير مستقرة اظهر لنا تضاريس متباينة الارتفاع والمساحة على امتداد الحوض من المنابع (خط تقسيم المياه) الى المصب على نهر الزاب الصغير شمال غرب الحوض اذ سجل اعلى ارتفاع 1971م واطلها ارتفاعا 373م عن مستوى سطح البحر ومن شكل (3) و (4) وجدول (2) تم تحديد أربع أنواع من التضاريس يمكن استنباطها من (DEM):

1- المنطقة المتموجة التي تغطي الأجزاء الشمالية (مصب الحوض) منطقة التقاء الرافد الكبيرة وبمساحة 54.5 كم² وبنسبة 11.5% - التلال المنخفضة تغطي اغلب مساحة حول المصب ووسط المنطقة و 132.7 كم² ونسبة 28% - 3 - اما التلال المرتفعة فقط غطت مساحة 151.8 كم² ونسبة 32% وتشغل اغلب مناطق وسط وجنوب الحوض 4 - اما الجبال فقد كانت بالمرتبة الثالثة من حيث المساحة على امتداد الحوض من الوسط الى الجنوب الغربي والشرقي بمساحة 135.2 ونسبة 28.5% .

جدول (2) مساحات التضرس

التضرس	اسم	مساحة	نسبة
373 - 600	متموجة	54.5	11.5
600.1 - 800	تلال منخفضة	132.7	28
800.1 - 1000	تلال مرتفعة	151.8	32
1000.1 - 1971	جبال	135.2	28.5

المصدر: شكل 3

8 - اما طبيعية الانحدار في منطقة الدراسة ومن خلال تحليل الخرائط (5) و(6) والجدول (3) و(4) يتضح لنا: حسب تصنيف ((Zink فان المنطقة تمثل خمس فئات لدرجات الانحدار تتمثل (الأراضي المسطحة) باقلها (0-1.9) درجة وتمثل مناطق بطون الوديان ومصباتها وسهولها الفيضية وبأقل مساحة (10 كم²) ونسبة 2.1% .

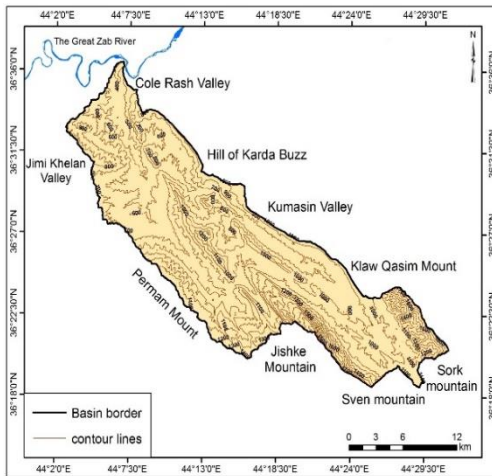
اما على درجة انحدار شغلت مناطق التضرس الشديد (30 فأكثر) درجة في جنوب وجنوب شرق الحوض (مقطعة بدرجة عالية) بمساحة (16.7 كم2). وسجل فئة (8-15.9) درجة (الأراضي المتموجة) اعلى مساحة بواقع 188.2 كم2 ونسبة (39.7%) اما اتجاه الانحدار في المنطقة فقد سجل اعلى نسبة للاتجاه في (الشمال الشرقي) 18.45 بمساحة (87.5 كم2) ويليه اتجاه الجنوب الغربي 17.12 بمساحة (81.2 كم2) وهو متماشيا مع اتجاه الانحدار الحوض (الوديان) والطيات والفوالق.

جدول (3) تصنيف (Zink) للانحدار

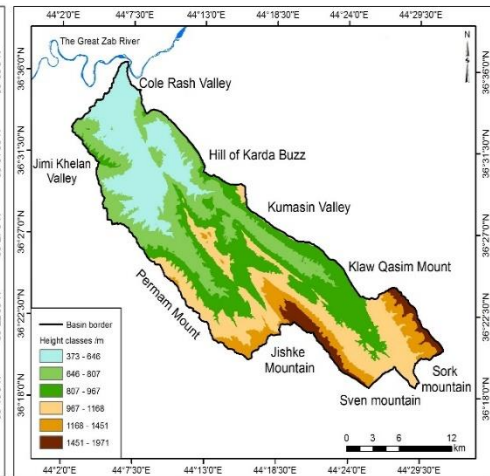
درجة	اسم	مساحة	نسبة
0 – 1.9	مسطح	10	2.1
2 – 7.9	تموج خفيف	145.8	30.7
8 – 15.9	متموج	188.2	39.7
16 – 29.9	مقطعة مجزأة	113.5	23.9
30 فأكثر	مقطعه بدرجة عالية	16.7	3.5

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis, 10.3).

شكل (4) خطوط الارتفاع المتساوي



شكل (3) تضاريس الحوض



المصدر: - باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis, 10.3).

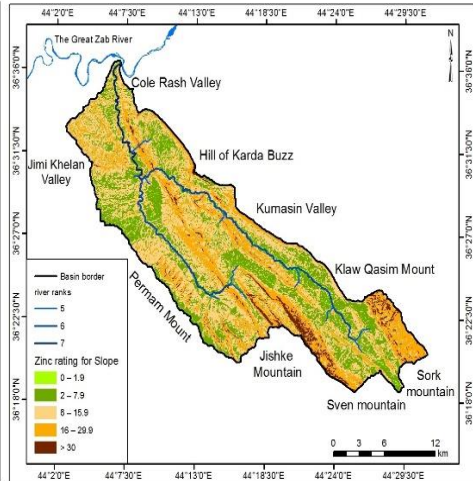
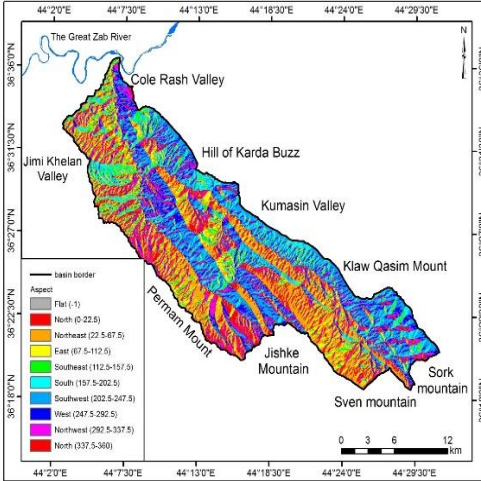
9 - اما مناخ منطقة الدراسة وبعتماد البيانات المناخية المستتبطة من وكالة ناسا الأمريكية باعتماد الأقمار الصناعية ولمدة زمنية (2010 - 2019) لمحطة شقلاوة

التي تقع في وسط الحوض تقريبا، ومن جدول (5) يتضح لنا ان مناخ المنطقة يماثل مناخ العراق بصورة عامة بارتفاع قيم الإشعاع الشمسي (41.47) جول/ م² / يوم شهر حزيران ودرجات الحرارة العظمى (45.87) م تموز وانقطاع الأمطار وقلة الرطوبة وزيادة حركة وفعالية الرياح (3.1) م/ث في فصل الصيف شهر اب ، وحوث التساقط المطري (97.09) ملم في شهر اذار والمصاحب لانخفاض قيم الإشعاع الشمسي ودرجات الحرارة وتدني سرعة الرياح في الفصل البارد (شتاء)

10 - التربة: تعرف التربة بانها جسم طبيعي له خصائص فيزيائية وكيميائية تحتوي على طبقات يتراوح ارتفاعها من (1سم الى عدة امتار (الحديثي 2023). تعد التربة عاملاً جيومورفولوجياً يحدد قوة وحجم التصريف المائي للفيضانات النهرية ويظهر هذا الدور من خلال العلاقة المباشرة بين نفاذية التربة من جهة، وحجم الجريان المائي في الشبكة النهرية من جهة اخرى، وصنفت تربة منطقة الدراسة حسب دراسة (Buring) لسنة 1960، خريطة (7) وجدول (6) وهي كالآتي

شكل (6) اتجاه الانحدار في حوض ماوران

شكل (5) تصنيف (Zink) للانحدار



المصدر: - باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).

جدول (4) مساحات اتجاه الانحدار

الاتجاهات	مساحة	نسبة
مستقيم او بدون اتجاه	0.17	0.04
شمال	39.02	8.23
شمال شرق	87.45	18.45
شرق	48.51	10.23
جنوب شرق	34.23	7.22
جنوب	44.21	9.33
جنوب غرب	81.18	17.12
غرب	57.69	12.17
شمال غرب	51.59	10.88
شمال	30.05	6.34

المصدر: الشكل (8)

جدول (5) المعدلات الشهرية للعناصر المناخية في محطة شقلاوة للمدة 2010-

2019

الأشهر	الحرارة الاعتيادية c	الحرارة العظمى c	الحرارة الصغرى c	الرطوبة النسبية %	سرعة الرياح م/ثا	الإشعاع الشمسي - جول /م ² /يوم	الامطار/ملم
JAN	3.01	17.98	-9.99	70.62	2.81	17.47	63.27
FEB	4.92	20.25	-9.7	67.05	2.53	22.61	73.09
MAR	8.71	25.43	-7.82	64.77	2.23	29.33	97.09
APR	14.33	30.79	-2.92	58.03	1.51	35.62	93.36
MAY	20.63	36.68	6.87	47.34	1.27	39.83	73.63
JUN	27.38	43.51	11.37	27.8	1.71	41.47	8.72
JUL	31.39	45.86	14.85	19.14	2.5	40.48	0
AUG	31.04	44.69	17.03	19.79	3.11	36.95	0.54
SEP	26.05	41.03	10.47	23.93	2.84	31.36	11
OCT	18.63	35.15	2.94	39.91	3.01	24.67	49.54
NOV	10.18	26.74	-3.06	53.71	2.89	18.76	42.09
DEC	5.03	26.09	-7.87	66.32	2.84	15.9	92.27
Average	16.77	32.85	1.84	46.53	2.43	29.53	50.38

[:https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer](https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer)

تربة السمك المتوسط والضحل:

تشغل التربة الجزء الشمالي ووسط المنطقة، وتشغل مساحة 247.8 كم² ونسبة 52% من منطقة الدراسة خريطة (7)، وتتصف المناطق المغطاة بهذه التربة بالطابع الهضبي يتراوح انحدار الأراضي التي غطتها بين (18-3) مما يعني وجود فئات انحدارية معتدلة وشديدة جداً، ولذا تتصف هذه المناطق بكونها اراضي رديئة (Bad Land). إن الصخور المشققة في هذه التربة تتكون من مدمكات وحجر طيني مع طبقات من الصخور الرملية والغرينية في تكوين باي حسن وهي تربة (بنية) يقل سمكها عند مناطق المرتفعات ولاسيما عند القمم ويزداد سمكها عند أقدم المرتفعات (Imad Al-din Omar Hassan .1998.)

تربة جبلية وعرة ومشققة: تغطي مساحة واسعة من منطقة الدراسة 216,5 كم² ونسبة 45.6% في وسط وجنوب منطقة حوض ماوران خريطة (7)، وهي تمتاز بضالتها لشدة الانحدار، وهي مشتقة من حجر الكلس وصخور المتحولة، تظهر على سطحها آثار التعرية المائية الشديدة والتلجية، لونها كستنائي والنسجة خشنة، وهي غير صالحة للزراعة بسبب وعورتها وانحدارها الشديد. اذ تتباين في انحداراتها، فهي ضحلة في المنحدرات وعميقة في الوديان، وبسبب ارتفاع معدلات الانحدار التي تتجاوز (30) وبعضها تصل عن (90) وجريان سطحي سريع جداً تسود فيها عمليات التعرية المائية الذي له علاقة بالكثير من المتغيرات المورفومترية. تربة الليثوسول مع الكلس: تظهر بشكل محدود في الجزء الشمالي وبمساحة 10 كم² ونسبة 2.1 من مساحة الحوض وهي تربة صخرية قليلة العمق ضحلة غير صالحة للزراعة لتعرضها المستمر للتعرية

جدول (6) مساحات الترب

الترب	مساحة	نسبة
ارض وعرة مشققة صخرية	216.5	45.6
تربة الليثوسول مع الكلس	10	2.1
تربة بنية ذات السمك المتوسط والضحل تكسو الحصى البختياري	247.8	52.3

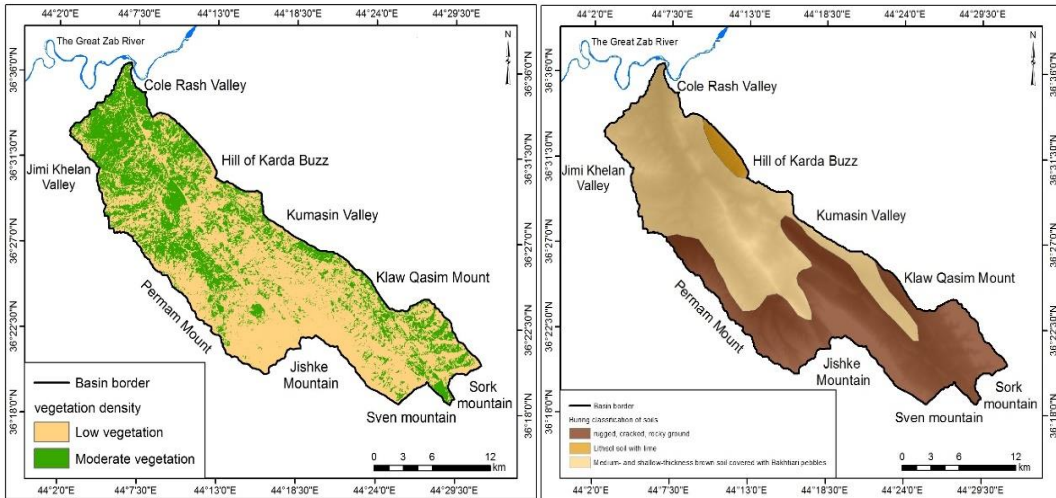
المصدر: شكل (7)

11 - مؤشر الغطاء الخضري في حوض ماوران

من تحليل الشكل (8) وجدول (7) يمكن تمييز نوعين من الغطاء الخضري باعتماد مؤشر (Ndvi) لمرئية اخذت بتاريخ 2021-3-1 هما الغطاء الخفيف المنتشر بنسبة (64.3) % المتمثل الحشاش والنبات المتفرقة المنتشرة في المناطق الأشد انحدارا والمضرسة ذات الترب قليلة السمك في وسط وجنوب الحوض، والغطاء متوسط الكثافة وبنسبة (35.7) % وتمثل بالغابات والأراضي الزراعية في شمال الحوض والشمال الغربي عند منطقة المصب.

الشكل (8) مؤشر (ndvi)

شكل (7) تربة حوض ماوران



المصدر: مرئيات القمر الصناعي Land sat 7

بدقة تمييز 30 متراً مربعاً، ومعالجتها باستخدام برنامج arc map 10.3.

المصدر: المرئية الفضائية للقمر الصناعي landsat8 بتاريخ 2021/3/1

جدول (7) Ndvi

كثافة	مساحة	نسبة
غطاء نباتي خفيف	304.9	64.3
غطاء نباتي متوسط	169.3	35.7

المرئية الفضائية للقمر الصناعي landsat8 بتاريخ 2021/3/1

12- المؤشرات المورفوتكتونية في حوض ماوران

تتأثر العمليات والأشكال الأرضية في أي منطقة بصفات الجغرافية وخصائصها الطبيعية بصفة مباشرة ومنها الخصائص الجيولوجية (التاريخ الجيولوجي والتكتوني وتركيبية المنطقة فضلا من المكاشف الصخرية) التي لها بصمة واضحة في تشكيل المنطقة وأظهرها بشكلها النهائي، ومن أساليب دراسة الأشكال الأرضية التي تتعرض للتشوه بفعل النشاط التكتوني والبنوي تم اعتماد مؤشرات مورفومترية (كمية) ذات الدلالات الجيومورفولوجية لتحديد فعالية النشاط التكتوني، إذ عن طريقها توضح دور التشوهات البنيوية في تشكيل الوحدات الجيومورفولوجية، وتشير الى حدوث التنشيط التكتوني والذي يسهم بتسارع العمليات الجيومورفولوجية التعرية والارساب فضلا عن العمليات المورفوتكتونية المورفوديناميكية ، ويمكن دراسة الموضوع عن طريق عدة مؤشرات وهي:

1- مؤشر وعامل التماثل التضاريسي (T): *Topographic Symmetry Factor*:

ان مؤشر عامل التماثل الطوبوغرافي (T) يمثل مدى نزوح المجرى الرئيسي للحوض المائي عن محور الحوض، وتتمثل قيم المعامل بمديات من (0-1)، والذي يعكس لا تماثل تام او متعرج نسبياً ، فكلما اتجهت القيمة نحو (0) كلما اتجهت نحو التماثل وكلما اتجهت نحو (1) اتجهت نحو اللاتماثل (النزوح)، والذي يبين حالة التأثير بتعرج الطبقة السفلية (تحت السطحية) او تصدعها ، والذي يؤدي الى نزوح المجرى الرئيسي للحوض مع اتجاه الصدوع التحت سطحية، وتمثل اصناف مؤشر الجيومورفولوجي (T) بالارتفاع اذا كانت القيمة (>0.6)، ومعتدلة اذا كانت القيمة

(0.3-0.6)، وتتصف بالانخفاض اذا كانت القيمة (<0.3)، ويتم التعبير عن مؤشر (T) من خلال تطبيق المعادلة: (Burbank, D. W., & Anderson, R.) (2001.S

$$T = Da/Dd$$

حيث أن: $T =$ مؤشر وعامل التماثل التضاريسي $Da.T =$ المسافة من الخط الوسطي للحوض الى خط المنتصف المجرى الرئيسي المتعرج للحوض.

$Dd =$ المسافة من الخط الوسطي للحوض الى خط الحد الخارجي عند الوسط. من خلال تطبيق المعادلة بلغت قيمة المؤشر (T) (0.5) وهي قيمة معتدلة تشير الى تعادل تماثل الطوبوغرافي وغير متعرج. شكل (9) وجدول (8)

جدول (8) مؤشر وعامل التماثل التضاريسي T

المتغيرات المؤشر	Da	Dd	T	الصف	الدرجة
T	2635	6053	0.4	2	معتدلة النشاط

المصدر: - باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arctgis,10.3)

- مؤشر عدم التماثل: (AF) Asymmetry Factor:

أن عامل عدم التماثل (AF) يقيس ميل جانبي الحوض بالنسبة للمجرى الرئيسي في الحوض المائي، والتي نتجت بفعل تأثيرها بالقوى التكتونية، وصنفت قيم مؤشر (AF) الى مرتفعة إذا كانت القيمة (>65)، ومعتدلة إذا كانت القيمة (57-65)، ومنخفضة إذا كانت (<57)، ويمكن التعبير عن مؤشر (AF) عن طريق المعادلة: (2002،

(Keller , E.A. and Pinter, N

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

حيث ان: $AF =$ مؤشر عامل عدم التماثل.

$AR =$ باتجاه المصب مساحة الحوض في الجهة اليمنى للمجرى الرئيسي.

AT=المساحة الكلية للحوض. وعند تطبيق المعادلة بلغت قيمة المؤشر (AF) (66.7) وهي قيمة مرتفعة، وهي قيمة تشير الى ميل جانبي نتيجة التنشيط التكتوني. جدول (9) وشكل (10)

مؤشر عامل عدم التماثل AF جدول (9)

الدرجة	الصف	AF	AT	AR	المتغيرات المؤشر
عالية النشاط	1	66.7	474	316	AF

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arctgis,10.3)

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

صخور صلبة ومقاومة لعمليات التعرية، اما القيم المنخفضة للمؤشر فإنها تميز فعالية تكتونية منخفضة وتعكس لوجود صخور هشة قليلة المقاومة لعمليات التعرية، وصنفت قيم المؤشر (SL) الى ثلاث أصناف الأول (>500) تتصف بالارتفاع، والثاني (300-500) تتصف بأنها معتدلة، وللقيمة الثالثة (<300) قيمة منخفضة ويمكن حساب قيمة المؤشر من خلال تطبيق المعادلة (Keller , E.A. and, 2002) (Pinter, N

حيث ان: $L =$ طول الكلي للوادي. $\Delta H =$ فرق الارتفاع في منطقة المصب المحددة. $\Delta L =$ طول المسافة المستقيمة في منطقة المصب المحددة.

يمثل مؤشر (SL) حساب اطوال المجرى، ويستخدم مؤشر (SL) لتقييم مقاومة الصخور لعمليات التآكل (التعرية المائية) وعلاقتها بفعاليات الأنشطة التكتونية، ويتأثر هذا المؤشر بدرجة الانحدار

وتعرج قناة وادي النهر، كما ويرتبط بقوة الجريان إذ ان قوة الجريان توضح مدى طول او قصر قناة التصريف، وقدرة الجريان ترتبط على تعرية والتآكل ونقل الرواسب (Carolina Doranti-Tiritan, & Pete, 2014)، عند تطبيق المعادلة

على حوض ماوران بلغت قيمة مؤشر (SL) (312.4) وهي قيمة معتدلة النشاط مما يدل على فعالية تكتونية معتدلة ووجود صخور مقاومة للتعرية جدول (10) شكل (11).

4- نسبة عرض أرضية الوادي الى ارتفاع الوادي: Ratio Of Valley Floor Width To Valley Height:(VF)

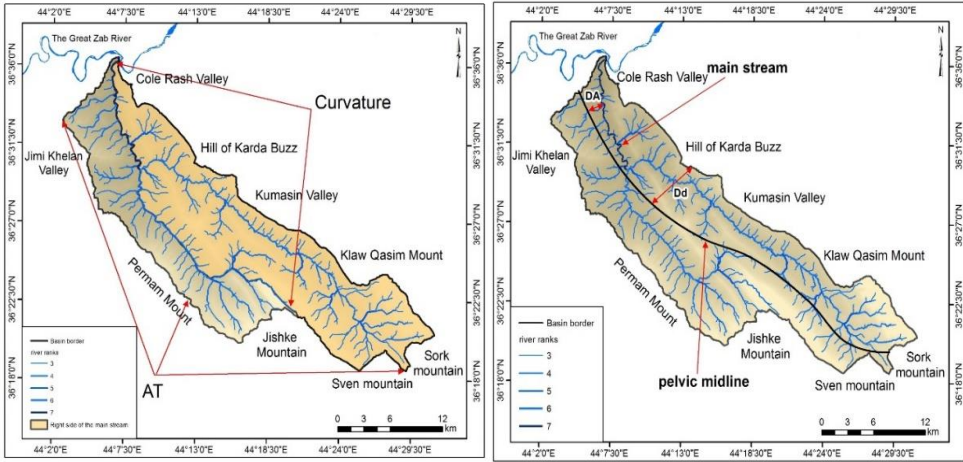
يعكس مؤشر (VF) الفرق بين أرضية الوديان التي تشكلت استجابة لارتفاع في معدل التشييط التكتوني لصخور القاعدة (الطبقة التحت سطحية)، وبين أرضية الوادي التي تشكلت بسبب التعرية الجانبية للوديان المنحدرة أسفل التلال والتي تعكس فعالية تكتونية منخفضة، وان قيم مؤشر (VF) عند منابع الحوض تتميز بالانخفاض والتي تعكس تكتونية عالية، وتزداد قيم المؤشر تدريجياً كلما اتجهنا عند منطقة المصب ، والتي تتميز تكتونية منخفضة، وتفاوت قيم المؤشر حسب طاقة التصريف وصلابة صخور القاعدة (Verrios., Zygouri., and Kokkalas ,2004,1708) تصنف بالارتفاع بالنسبة للقيمة ($0.5 <$) ومعتدلة للقيمة ($1-0.5$) ومنخفضة اذا كانت القيمة (>1)، و يمكن ان تستخرج عن طريق المعادلة (BULL, W.B.)

MCFADDEN1977.L

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

حيث أن: Vfw =عرض أرضية الوادي. Eld =ارتفاع القسم الايسر للوادي.
 Erd =ارتفاع القسم الايمن للوادي. Esc =ارتفاع ارضية الوادي.
 وعند تطبيق المعادلة على الحوض ماوران بلغت القيمة المؤشر (2.1) وهي قيمة منخفضة ويمكن الاستدلال من هذه القيمة ان حوض ماوران ذات تكتونية منخفضة النشاط وهذا ما يؤكد طول المجرى وانحداره في الحوض. جدول (11) وشكل (12)

شكل (9) مؤشر وعامل التماثل التضاريسي T شكل (10) مؤشر عدم التماثل



المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arctgis,10.3)

جدول (10) مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره $SL = (\Delta H / \Delta L) \cdot L$

الدرجة	الصف	SL	ΔL	ΔH	L / م	المتغيرات المؤشر
معتدلة النشاط	2	312.4	8567	81	33041	SL

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج

(arctgis,10.3).

جدول (11) نسبة عرض ارضية الوادي الى ارتفاع الوادي VF

الدرجة	الصف	VF	ELD(m)	ERD(m)	ESC(m)	Vfw(m)	المتغيرات المؤشر
منخفضة النشاط	3	2.1	872	878	450	884	VF

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arctgis,10.3).

5- مؤشر تعرج مقدمة الجبل S_{mf}

مؤشر (s_{mf}) يعكس التوازن بين التعرية والقوى التكتونية المشكلة لواجهة الجبل، وبالإمكان حساب مؤشر مقدمة الجبل من خلال المعادلة (Bull and McFadden) 1977.

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

L_{mf} = the length of the mountain front sinuosity. - طول مقدمة الجبل

بشكل متعرج.

لوأجهة الجبل. L_s = the straight-line length of the mountain front - طول الخط المستقيم

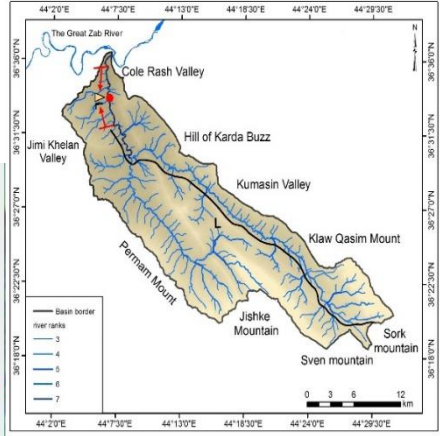
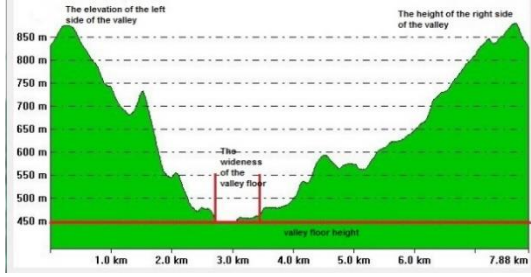
فإذا كانت قيم لمؤشر SMF اقل من (1.6) فإنها تشير الى عمليات تكتونية نشطة (عمليات تعرية، وعورة وتعرج مقدمة الجبل) وإذا ا زدت قيم المؤشر عن الرقم المذكور فأنها تدل على عمليات تكتونية اقل او منخفضة نسبيا، من الجدول (13) وشكل (13) الذي يظهر مؤشرات الحوض يتضح انه ذو نشاط مرتفع، وتتمثل أصناف المؤشر حسب تصنيف في الجدول (12) بما يلي

التصنيف النهائي للمؤشرات التكتونية (LAT):

يمثل التصنيف النهائي (LAT) تجميع نتائج قيم والتصانيف للمؤشرات الجيومورفولوجية ولجميع نتائج تطبيق المعادلات السابقة، المعايير المعتمدة في تصنيف (VF)،(SL)،(T)، (AF)، (smf) مع اعطاء لكل متغير ثلاث تصانيف (1) مرتفع ، (2) معتدل، (3) منخفض، إذ سيقود الى اعطاء نظرة شمولية عن تأثير هذه المؤشرات الجيومورفولوجية بالأنشطة التكتونية في حوض ماوران، اذا اعتمدت الدراسة على اربع درجات للتصنيف الأولى مرتفعة جدا إذ بلغت قيمة هذا المؤشر ما بين (1- 1.5) والثانية مرتفعة إذ بلغت قيمته (2-1.5) والثالثة معتدلة إذ بلغت قيمة هذا المؤشر أكثر من (2-2.5)، والرابعة منخفضة اذا سجل (أكثر من 2.5) جدول (15) والتي مثلت التصانيف التكتونية بأربع أصناف ((Ziyad, 2013, Elias من خلال تجميع نتائج اصناف المعادلات لكافة المؤشرات المطبقة على منطقة الدراسة اتضح ان قيمة (LAT) تبلغ (2) اي انها ضمن صنف (2) بالقيمة التصنيفية التكتونية (2-2.5)، والذي مثل أنشطة تكتونية معتدلة الى عالية وهذا ما ينطبق على منطقة الدراسة جدول (14).

شكل (11) مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره

شكل (12) نسبة عرض أرضية الوادي الى ارتفاع الوادي



المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3).

جدول (12) مؤشر تعرج مقدم الجبل Smf

Ranges	Class	Degree
1-1.6	1	High
1.6-3	2	Moderate
3-5	3	Low

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3)

جدول (13) مؤشر تعرج مقدمة الجبل Smf

الدرجة	الصف	كم /Smf	Ls /كم	كم/Lmf	المتغيرات المؤشر
مرتفعة النشاط	1	1.04	4.41	4.61	Smf

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3)

جدول (14) مؤشر الفعالية التكتونية النسبية LAT

الدرجة	الصف	lat	S/n	Af	smf	t	vf	sl	المؤشرات
عالية النشاط جدا	1	1.2	9	1	1	2	3	2	الحوض

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis,10.3)

جدول (15) يمثل التصنيف النهائي للمؤشرات الجيومورفولوجية

Ranges	Class	Degree
1-1.5	1	Very High
1.5-2	2	High
2-2.5	3	Moderate
> 2.5	4	Low

المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arccgis,10.3).

13 - (الخصائص المورفومترية في حوض ماوران):

من خلال الاطلاع على جدول (16) الذي يظهر نتائج التحليل المورفومتري لنموذج الارتفاع الرقمي بدقة التميز (30) م وبالاعتماد على وسيلة الحساب المورفومتري (Morphometric toolbox v.2) والمطورة من قبل (Beg 2015) المنشورة على الموقع ESRI الامريكي، وهي وسيلة مكملة لوسيلة القياسات المورفومترية toolbox (ArcGIS –Hydrology)، وعلى هذا الاساس تمت دراسة الحوض بالاعتماد على نمونجي الارتفاع الرقمي (30) م وعلى اساس حساب المعاملات المورفومترية الاتية (شبكة الصرف والخصائص الشكلية والخصائص النسيجية والخصائص التضاريسية فضلا عن التحليل الهيسومتري).

- معاملات شبكة التصريف Drainage Network Parameters

تؤثر خصائص المنطقة الطبيعية ومنها خصائص الصخور واشكالها التركيبية ودرجة استجابتها للمؤثرات المناخية القديمة والحالية و(النفاذية والمسامية والصلابة) والانحدار العام للسطح فضلا عن التراكيب من صدوع وفواصل وطيات، في تحديد الشكل العام لروافد الحوض برتبه المختلفة من اعداد واطوال (محسوب 2001) ومن المعاملات المهمة في شبكة الصرف

- (اعداد واطوال المراتب النهرية) (Numbers and lengths of Stream Order)

وبأسلوب (Horton, 1945) وتعديله من قبل (Schumms 1956) (Strahler, 1952) الذي ينص على ان المرتبة الاولى التي لا يصب بها اي رافد، والثانية التي تتكون من التقاء رافدين من الاولى، و يؤشر ذلك ان المنطقة متضرسة اذا زاد عدد الرتب النهرية و بخلافه فالمنطقة تصبح في مرحلة النضج اي (تعرضت للتأكل اكثر من

غيرها) ومن الجدول (16) وشكل (14) يظهر لنا ان الحوض من المرتبة السابعة وسجل الحوض (5351) وادي لكل المراتب و(4049) المرتبة الأولى هي الأكثر عددا في الحوض هو يتفق مع قوانين هورتن و وهذا يدل على نشاط العمليات الجيومورفولوجية التعرؤية التي شكلت المنطقة لاسيما المائية (السطحية) اذ تشير الاعداد الكبيرة الى تضرس الحوض والعكس ان المنطقة قد فقدت جزاء من تضاريسها بالتعرية ، كما سجل الحوض مجموع اطوال لكل المراتب (1856.1) كم ، وهذا يعني ان الحوض الذي فيه اطوال المراتب قليلة يعني انه يجري في منطقة مزرسة .

نسبة التشعب (Bifurcation Ratio Rb) نسبة التشعب أحد المؤشرات التي توضح تماثل بيئة الحوض الجيولوجية وظروفه المناخية أو انعدام مثل هذا التماثل ويعد بمثابة مؤشر مهم في معدل التصريف أي العلاقة بين عدد المجاري في رتبة ما إلى عدد المجاري في الرتبة التي تليها،(عاشور،1986)، وبما إن نسبة التشعب تتأثر بالبنية والتركيب الجيولوجي والظروف المناخية فإن القيمة الواطئة تعكس كون الصخور نفاذة(أبو العينين ،1995) ، سجل حوض ماوران متوسط نسبة التشعب الكلية (4.2) وهي نسبة عالية تدل على اعداد كثيرة من الروافد وبالتالي تصريف وتعرية وترسيب اعلى.

. الخصائص الشكلية للحوض Geometry Parameters بالاعتماد على الاشكال الهندسية (المربع والمستطيل والدائري والمثلث) يتم دراسة الخصائص الشكلية للأحواض والغرض منها لفهم المرحلة الجيومورفولوجية التي وصل لها الحوض والعمليات المشكلة له وحجم الفيضانات، وطبيعة عمليات التعرية والترسيب وامكانية تحديد الاخطار التي تتعرض لها المنطقة (محسوب 2001) ، وتحت هذا العنوان يمكن استخلاص (15) متغير يتعلق بشكل ومساحة الحوض بالاعتماد على نموذجي الارتفاع الرقمي 30 م وعلى بيانات (SRTM-DEM)، سابقا كان على أربع او خمس متغيرات فقط.

- مساحة الحوض (Basin Area): هي المنطقة المحاطة بحدود الحوض ولمساحة الحوض أهمية في الدراسات المورفومترية والهيدرولوجية لا سيما الفيضانات التي ترتبط بمساحة الاحواض، فكلما زادت المساحة زادت مساحة تغذية الاحواض وزيادة اعداد واطوال المراتب النهرية، سجل وادي ماوران مساحة مستوية كلية (474.2) كم² اما المساحة السطحية (المضرسة) (493.2) كم².

- محيط الحوض (Basin perimeter(P) : ويقصد بالمحيط الحوضي خط تقسيم المياه الذي يفصل بين الحوض والأحواض المجاورة (أبورية، 2007). ويستعمل هذا المعامل لتوضيح مدى انتشار الحوض واتساعه، إذ كلما زاد طول محيط الحوض ازداد انتشاره وتوسعه، وازداد تطوره الجيومورفولوجي (العرومي، 1993)، كما له علاقة بالخصائص الشكلية للحوض، سجل وادي ماوران محيط (135.1) كم.

- طول الحوض (Length Basin) Lb

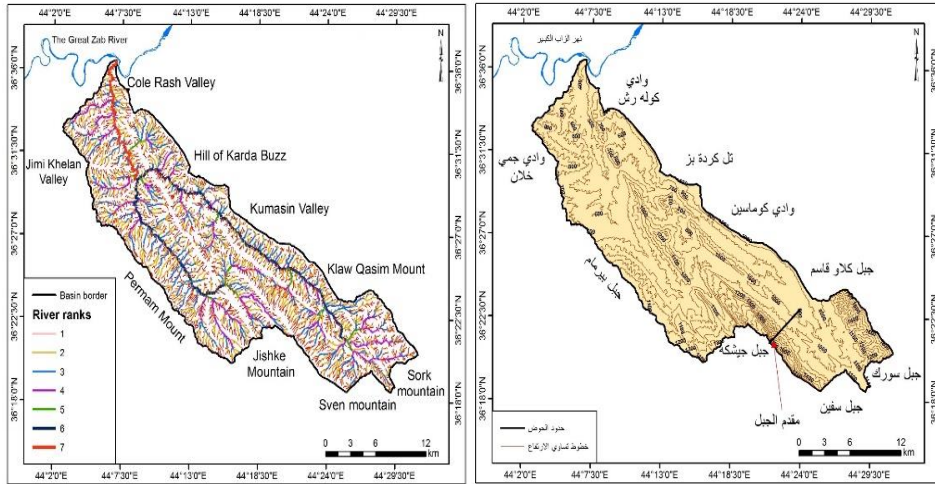
يمثل طول الحوض احد المتغيرات المورفومترية المهمة التي ترتبط بالكثير من الخصائص الأخرى الخاصة بحوض الصرف ، ويتحدد بخط يمتد فيما بين نقطة المصب النهري وحتى أعلى نقطة ضمن منطقة تقسيم المياه بأعلى النهر (محسوب، 2001)، اما طول القناة فهو غالبا أكبر من طول الحوض، حيث بلغ طول حوض وادي ماوران (52.7 كم) اما طول القناة لحوض ماوران (45.7) كم، لذا تتباين الأحواض طولياً تبعاً لدرجة الانحدار وشدة التضرس، أن الأحواض التي يقل طولها تقع في مناطق شديدة التضرس ودرجات انحدار كبيرة وهو ما ينطبق على منطقة الدراسة، أما الأحواض التي يزداد معدل طولها فهي ذات علاقة عكسية، أي قليلة الانحدار وقليلة التضرس. كما ان الاحواض الطويلة غالبا ما تفقد المياه من مجاريها أكثر من الاحواض القصيرة قبل الوصول الى مصباتها بفعل التسرب والتبخر وضعف فرص الفيضان فيها. وهذا يدخل في قياسات مورفومترية عدة وبالتالي التحليل الجيومورفولوجي والهيدرولوجي للحوض.

- نسبة المطابقة R_f (Fitness ratio):

هي نسبة طول القناة الرئيسية الى طول المحيط وهو مقياس طبوغرافي حسب (Melton, 1957) و (Hajam al et, 2013) () ويستخرج من المعادلة: $R_f = L_c/P$ ، حيث R_f نسبة التتابع، L_c طول الوادي الرئيسي للحوض، P محيط الحوض، اذ سجل الحوض (0.4)

- معامل الشكل او معامل الهيئة F_f (Form Factor): يوضح النسبة بين مساحة الحوض على مربع طول الحوض، ويدل انخفاض المعامل على الامتداد الطولي وقلة المساحة بالنسبة لطوله اي يكون أقرب الى المثلث (محسوب، 2001) كانت النتيجة (0.20) وهذا يؤشر ان الحوض طولي الشكل حسب (Pareta and Pareta, 2011)، وعليه يمكن التنبؤ بالجريان السطحي وفرصة حدوث الفيضانات وهي فرص ضعيفة في الحوض ويمكن استخراجه من المعادلة: $F_f = A/L_p^2$ حيث F_f : معامل الهيئة، A المساحة من شبكة الصرف، L_p^2 يمثل مربع طول الحوض. نسبة معامل الشكل S_f (Shape Factor Ratio): هي عكس معامل الشكل في النتائج اي كلما قلت كلما اقتربت من الشكل الدائري وإذا ازداد كان طولي، وهو نسبة مربع طول الحوض الى مساحة الحوض (Strahler, 1964) وهي بعيدة عن الواحد الصحيح (1.1) .

شكل (13) مؤشر تعرج مقدمة الجبل Smf شكل (14) المراتب النهرية لحوض ماوران



المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arccgis,10.3)

جدول (16) المعاملات المورفومترية (المساحية والعديدية والشكلية والتضاريسية) لحوض وادي

ماوران

ماوران	morphometric analysis
	Drainage Network Parameters
4049	Number of stream orders 1
1007	Number of stream orders 2
236	Number of stream orders 3
45	Number of stream orders 4
11	Number of stream orders 5
2	Number of stream orders 6
1	Number of stream orders 7
5351	Total no. of stream order
924.9	Length of stream order 1 km
486.8	Length of stream order 2 km
241.6	Length of stream order 3 km
103.6	Length of stream order 4 km
20.9	Length of stream order 5 km
60.6	Length of stream order 6 km
17.7	Length of stream order 7 km
1856.1	Total length of streams km
4	Rb for 1:2
4.3	Rb for 2:3
5.2	Rb for 3:4

4.1	Rb for 4:5	
5.5	Rb for 5:6	
2	Rb for 6:7	
4.2	Average Bifurcation ratio	
	Geometry Parameters	
474.2	Total Basin Area(Kms ²)	
493.2	Total Basin Surface Area(Kms ²)	
135.1	Total Basin perimeter(Kms)	
52.7	Basin Length (Kms)	
65.5	Main Channel Length (Kms)	
45.7	ideal channel length(Kms)	
1.4	Stream Meandering	
0.4	Fitness Ratio	
0.2	Form factor	
1.1	Shape Factor Ratio	
3.5	Relative perimeter	
56.5	Length Area Relation	
4.6	Rotundity coefficient	
9	Mean Basin Width	
39.6	Drainage Texture	
1.74	Compactness Coefficient	
0.32	Circularity ratio	
0.46	Elongation ratio	
	Drainage Texture Analysis	
3.9	Drainage density (km/km ²)	
11.3	Stream frequency (number/km ²)	
0.26	Constant of channel maintenance (km ² /km)	
44.1	Infiltration Number	
2.9	Drainage Intensity	
1.95	Average Length of Overland Flow (Kms)	
	Basin Relief	
373	Height of Basin outlet (m)	
1971	Maximum Height of basin(m)	
1598	Total Basin Relief (H) m	
30.3	Relief Ratio	
1.18	Relative Relief Ratio	
30.3	Gradient Ratio	
6.23	Ruggedness Number	
6.74	Melton Ruggedness Number	
	Terrain Undulation Index	
0.30	Hypsometric Integral (Height Area Ratios)	

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على 1- (30) SRTM – 1 arc second متر وبرنامج ArcGIS
– Morphometric toolbox V.2

- الشكل الدائري، ان استخدام نسبة معامل الشكل في شكل الحوض هي مشابه من حيث المبدأ لمعامل الشكل ولكن في هذه الحالة كلما صغرت قيمة معامل الشكل كلما اتقرب من الشكل الدائري وكلما كبرت القيمة اقترب من الشكل الطولي

- المحيط النسبي (Relative perimeter Rp): استخرج (Schumm1956)

من قسمة مساحة الحوض الى محيط الحوض $Rp = A/P$ اذ A مساحة الحوض و P محيط الحوض وكانت مرتفعة في علاقة طردية مع زيادة مساحة ومحيط الاحواض إذا سجل الحوض (3.5) وهذا يسمح بزيادة الجريان لزيادة المساحة المغذية للحوض.

- علاقة الطول بالمساحة (Length Area Relation Lar): يستخرج (Pareta and Pareta,2011, Hack 1957) من المعادلة $Lar = 1.4 \times A^{0.6}$ تمثل A مساحة الحوض و (0.6) ثابت لذا سجل الحوض قيمة (56.5) بالاعتماد على الامتداد المساحي للحوض

- معامل التكوير (Rotundity coefficient R c) استخرج من المعادلة: (Zavoianu1985, Strahler1964): $Rc = Lb^2 \times (\pi/4A)$ حيث A مساحة الحوض و Lb طول الحوض ويكون أقرب الى الدائري او شبه الدائري كلما اقترب الناتج من الواحد الصحيح وإذا ارتفعت قيمته ل 1.27 فانه يكون مربع اما في حال وصلت الى (10-15) يكون مستطيل، ومن الجدول (16) نجد ان حوض ماوران سجل (4.6)، وهو بهذا يشير الى الشكل مستطيل مقللا خطر الفيضان في المنطقة لوصول المياه على شكل موجات عكس الشكل الدائري الذي تصل امواجه دفعة واحدة وبمدة قصيرة.

- نسيج التصريف (Dt Drainage Texture): (Horton1945) هي مجموع اعداد الرتب النهرية الى محيط الحوض، $Dt = Nu/P$ ، حيث t نسيج الصرف، Nu أعداد الرتب النهرية، P محيط الحوض، وقد صنفت (Smith1950) الى خمس فئات تعتمد على طبيعة المنطقة لاسيما (الصخور والمناخ والانحدار والنباتات ونوع التربة)، تتراوح بين الخشن جدا (اقل من 2) والخشنة (2-4) والمعتدلة من (4 - 6)

والناعمة جدا أكثر من (8) ولوحظ ان حوض ماوران سجل (39.6) وبهذا يكون الحوض ناعم جدا ويمكن ان يعزى ذلك الى الشقوق والتراكيب و قلة مقاومة الصخور وضعف الغطاء النباتي وزيادة الانحدار في المنطقة.

- متوسط عرض الحوض (Wb (Mean Basin Width): يمكن الحصول عليه من حاصل قسمة المساحة على طول الحوض (محسوب 2001)، ويمكن استخراجها من معادلة $Wb=A/Lb$ حيث A المساحة و Lb طول الحوض، (Horton1932)، ويرجع تباين العرض الى خصائص الحوض الطبيعية من انحدار وطبيعة الصخور ونوعية المناخ، وكانت القيمة مرتفعة في الحوض (ماوران) اذ سجل (9).

معامل الاندماج او معامل التماسك (Compactness coefficient Cc): و يستخرج من قسمة محيط الحوض على محيط دائرة لها نفس مساحة الحوض والقيم المنخفضة تدل على تقدم الحوض في تطوره الجيومورفولوجي وقلة الانحدار والعكس من ارتفاع القيم تدل على عدم تناسق محيط الحوض وابتعاده عن الشكل المستدير (محسوب ،2001) وتحسب من المعادلة (Horton1945): $Cc=0.282 \times p/\sqrt{A}$ ، اذ (Cc) معامل التماسك ، 0.282 ثابت ، p محيط الحوض ، A مساحة الحوض ، وسجل الحوض (1.77) ، وهي نسبة مرتفعة تدل على عدم تناسق محيط الحوض وابتعاده عن الشكل المستدير، وقلة خطر الفيضان .

نسبة الاستدارة (Circularity Ratio Rc) : وهي النسبة بين مساحة الحوض الى مساحة دائرة لها نفس محيط الحوض ، عند اقتراب قيم نسبة الاستدارة من الواحد الصحيح تشير الى اقترابه من الشكل المستدير وتقدم الحوض في دورته التحاتية و زيادة عمليات الحت الراسي (محسوب ،2001) ويمكن الحصول عليها من المعادلة الاتية: $Rc=4A\pi/P$ وتمثل Rc معدل الاستدارة، 4 ثابت p محيط الحوض A مساحة الحوض اذ سجل حوض ماوران (0.32) وهو بذلك بعيد عن الشكل الدائري المنتظم مع تعرج محيطه، مما يؤشر على طول القنوات المائية و بالتحديد القريبة من مناطق تقسيم المياه

نسبة الاستطالة (Elongation Ratio Re): (Schumm, 1956) لتحديد استطالة الحوض أو اقترابه من الشكل المستطيل أو ابتعاده عنه، من خلال قسمة طول قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض الى أقصى طول للحوض، وحسب (Pareta and Pareta, 2011) يمكن تصنيف استطالة الحوض بين (0-1)، اذا كانت (0.5-0) شديدة الاستطالة، (0.7-0.5) طويل، (0.8-0.7) قليل الطول، (0.8-0.9) بيضوي، (1-0.9) دائري، ومن جدول (16) نلاحظ ان نسبة الاستطالة كانت في ماوران (0.46)، وتستخرج من المعادلة التي اقترحها (Zavoianu, 1985):

$$Re = 1.129 \times \sqrt{A} / Lb$$

حيث Re معدل الاستطالة ، Lb طول الحوض ، A المساحة، 1.129 ثابت ويستدل منها ان الحوض شديد الاستطالة لارتباطه بانحدار واتجاه الطيات في المنطقة وبالتالي ضعف خطر الفيضان وزيادة الضائعات المائية، ومتطابق مع بقية المعاملات الشكلية التي تشير الى ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري المنتظم.

تحليل الخصائص النسيجية (Drainage Texture Analysis) وتشمل الخصائص الآتية:

- كثافة التصريف (Drainage Density Dd) حسب (Horton, 1945) تحسب من خلال قسمة اطوال المجاري المائية للحوض الكلية على مساحة الحوض $Dd = Lu/A$ ، Lu تمثل مساحة حوض الصرف، Lu هو طول المجاري الكلي لشبكة التصريف، وهو مؤشر على خصائص المنطقة من (نفاذية التربة والانحدار ونوعية المناخ والنبات الطبيعي) التي تتحكم بهذه الكثافة وتباينها من منطقة الى اخرى، كما ان الكثافة العالية تشير الى مخاطر الفيضان، في حين ان النفاذية العالية وقلة التساقط وقلة الانحدار تزيد من معامل الترشح وقلة الجريان السطحي. وفي حوض وادي ماوران ومن الجدول (16) سجل (3.9) كم/كم² وهذا يشير الى ان الخصائص الطبيعية للمنطقة وزيادة الاطوال بالقياس لمساحة الاحواض وبالتالي زيادة الجريان وزيادة التعرية و الناتج الرسوبي لأحواض المنطقة.

- التكرار النهر (F Stream frequency) و هو العلاقة بين اعداد المراتب النهرية والمساحة (محسوب، 2001) $F = Nu / A$ اذ F التكرار النهرى و A المساحة و Nu اعداد المراتب الكلي ، ويوضح طبيعة المنطقة من ناحية التركيب الجيولوجي والغطاء النباتي ومدى نفاذية التربة، فضلا عن الشدة المطرية و كمية الامطار الساقطة على المنطقة ،وفي الحوض سجل التكرار النهرى (الكثافة العددية) (11.3) مجرى/كم² في ماوران وهي بهذه البيانات تكون المنطقة متوسطة الى عالية الكثافة العددية والطولية تبعا لنوع المناخ والصخور الجبسية والكلسية فضلا عن انحدار المنطقة .

معدل بقاء المجرى او (معامل صيانة المجرى) (Ccm Constant of channel maintenance)، مؤشر اعتمده (Schumm 1956) لقياس المساحة المطلوبة لتغذية كم² من طول ويمكن الحصول عليه من قسمة جميع اطوال المراتب على مساحة الحوض وكانت النتيجة في الحوض (0.26) كم²/كم وهي قيم تشير لقلّة المساحة الكافية لتغذية كم² واحد بالمياه ويرتبط الامر بطبيعية المنطقة ومنها المناخ والانحدار ونوعية الصخور وكثافة الغطاء النباتي والتي تمثل بيئة الحوض.

- رقم الترشيح (Infiltration Number Ifn) وفق (Satish and Vajrappa 2014) ومعادلته: $Ifn = F \times Dd$ عدد الترشيح Ifn، Dd كثافة الصرف، F التكرار النهرى، اي نتاج حاصل ضرب كثافة الصرف بالتكرار النهرى اذ كلما زاد العدد يدل على تسرب اقل وارتفاع الجريان السطحي وبخلافه العكس صحيح، سجل حوض ماوران عدد ترشيح فيه (44.1) التوالي وهي قيمة عالية تشير الى تسرب اقل وزيادة جريان

- شدة التصريف (Drainage Intensity Di) يرتبط هذا المعامل بكل من التكرار النهرى وكثافة الصرف ويمثل النسبة بين التكرار النهرى الى كثافة الصرف (Di=F/Dd):(Pareta2011) حيث Di شدة التصريف، F التكرار النهرى، Dd كثافة الصرف، ومن خلال الدراسة ظهر ان حوض ماوران تبلغ الشدة التصريفية

فيه (2.9) ويعد شدة معتدلة وهي مرتبطة التكرارات النهريّة وكثافتها التصريفية وبالتالي وشدة جريان معتدلة، لانحدار المنطقة لا سيما المناطق المرتفعة في الجنوب والجنوب الغربي، وبالتالي تعرضها لتعرية الصخور والتربة.

- متوسط طول الجريان السطحي (Average Length of Overland Flow Lg)

حسب (Horton 1945). هي امتداد المياه في الجريان السطحي قبل تركزها في قنوات الجريان، و يساوي نصف كثافة الصرف و تشير النسبة التي تصل التي تقل عن (0.2) كم الى مسارات قصيره وانحدار اشد وقلة التسرب، اما اذا كانت (0.2-0.3) انحدار وتسرب وجريان معتدل اما اذا اكثر من (0.3) يعد مسار تدفق طويل مع زيادة التسرب وقلة الجريان السطحي و يمكن استخراج قيمته حسب معادلة (Horton 1945) $Lg = 1/2 \times Dd$ ، حيث ان Lg متوسط طول الجريان السطحي ب(كم)، Dd كثافة الصرف ،سجل الحوض ماوران متوسط طول (1.95)، وهذا يؤشر مسار تدفق طويل مرتبط بزيادة التسرب وانخفاض الجريان السطحي .

تحليل الخصائص التضاريسية (Basin Relief): وتعد انعكاسا لزيادة فعالية ونشاط عمليات التعرية وأثرها في تشكيل مظاهر السطح فضلا عن نوعية الصخور وخصائصها الفيزيائية والكيميائية (محسوب 2001) ومن خلالها يمكن معرفه الخصائص الطبوغرافية للحوض ومن ثم درجه الانحدار واثارها على مناطق تقسيم المياه وفهم تطور الشبكة المائية فضلا عن فهم مرحلة الحوض العمرية والتي يمكن ايجاز اهمها :

- ارتفاع مخرج الحوض (Height of Basin outlet m): ويمثل اقل ارتفاع في الحوض وغالبا ما يكون مصبات الاحواض، في حوض ماوران تم اعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) للحصول على (اعلى و اقل نقاط الارتفاع) وتبين ان النقطة (373) م في مصب الحوض في الشمال الشرقي في نهر الزاب الأعلى.

- اعلى ارتفاع للحوض (Maximum Height of basin m): وتمثل اعلى مناطق محيط الحوض (مناطق تقسيم المياه) او منابع الحوض، اذ سجل (1971) م عند الاجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية للحوض

- تضرس الحوض الكلي (Total Basin Relief H): وهو الفرق بين اعلى واقل منسوب للحوض (سلامة ، 2004) وسجل في حوض ماوران (1598) م الذي يساهم بنشوء علاقة طردية بين زيادة عمليات التعرية المائية مع ارتفاع قيم تضرس الحوض والعكس صحيح.

- نسبة التضرس (Relief Ratio): حسب (1956،Schumm) $RhI=H/Lb$ ، RhI نسبة التضرس، H تضرس الحوض الكلي، Lb طول الحوض (كم)، تتناسب قيمة هذه النسبة مع درجه التضرس الكلية للحوض طرديا ،ويمكن الحصول على نسب التضرس من قسم تضاريس الحوض (الفرق بين اعلى وادنى ارتفاع) على طول الحوض (محسوب 2001) ومن خلال هذه النسبة بالإمكان استنباط مرحلة عمر الحوض، اذ تدل القيم الدنيا على نشاط عمليات التعرية و التراجع نحو المنبع و تقدم الحوض في دورته الحتية، و العكس تشير الى تضرس الحوض و شبابه و تأخر في دورته الحتية(ابو رية 2007) ومن الجدول (16) سجل حوض ماوران (30.3) وهي نسبة تدل على تقدم الحوض في دورته الحتية بصورة عامة ونشاط عمليات التعرية وزيادة كميات الرواسب لتضرس الحوض.

- نسبة التضرس النسبية (Relative Relief Ratio): تدل القيم المنخفضة لهذه النسب على ضعف مقاومة الصخور ونشاط عوامل التعرية في الحوض عند ثبات المناخ، ويمكن الحصول عليها من خلال قسمة تضاريس الحوض على محيطه مضروبا في (10) (محسوب 2001) او من المعادلة الآتية $Rhp=H*100/P$ التي اقترحها (Melton ، 1957) حيث Rhp يمثل التضاريس النسبية، H فرق الارتفاع (كم)، P محيط الحوض (كم)، وكانت هذه النسبة (11.8) وهي نسبة مرتفعة

تؤكد نشاط عمليات التعرية في الحوض لشدة الانحدار وشدة التضرس وصلابة الصخور.

- نسبة التدرج (Gradient Ratio): هو مؤشر على انحدار القناة المائية، الذي يتيح تقدير الجريان السطحي وفق (Pareta and Pareta 2011) استخرجت هذه النسب من المعادلة: $Rg = (Z-z) / Lb$ اذ Rg = نسبة التدرج، $(Z-z)$ أعلى وأدنى قيمة (م)، Lb طول الحوض (كم)، كانت هذه النسب في حوض (ماوران) (30.3) وتدل على الانحدار العالي وسيطرة الظروف الجيولوجية والمناخية للحوض

- عدد الوعورة (Ruggedness Number): هذا المعامل يوضح العلاقة بين تضرس سطح ارض الحوض واطوال مجاري شبكة التصريف فيه، اي نتائج كثافة الصرف مع تضرس الحوض (الدليمي، 2017) ويمكن الحصول على هذا المؤشر من المعادلة التي اقترحها (Strahler1964): $Rn = Dd * (H/1000)$ ، حيث Rn قيمة الوعورة، H فرق الارتفاع بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض (كم)، Dd كثافة التصريف، سجل من الجدول (16) ان عدد الوعورة (6.23) للحوض (ماوران) مرتفع لارتباط هذا المعامل بالكثافة التصريفية التي بدورها تعتمد على اطوال واعداد المرتب النهريه

عدد ميلتون للوعورة (Melton Ruggedness Number) مؤشر يوضح تضرس الحوض من خلال صلابة التضاريس داخل الحوض النهري، ويمكن الحصول عليه من المعادلة (Pareta and Pareta 2011) $MRn = H/A 0.5$ وسجل حوض ماوران عدد (6.74) وهي تؤكد قيمة الوعورة السابقة التي تشير الى ارتفاع القيم يعني المنطقة مخرسة وكثافة تصريف أنه كلما ازدادت الكثافة التصريفية والتضرس في الحوض ازدادت قيم معامل الوعورة للانحدار العالي وزيادة التعرية والترسيب والعكس صحيح

معامل الانعطاف النهري (Stream Meandering): من الجدول (16) يتضح ان الحوض ملتوي بواقع (1.4) ناتج تطبيق معادلة معامل الانعطاف النهري التي تنص على (Wilson,1990).

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الحقيقي}}{\text{طول المجرى المثالي}}$$

وهو بذلك يكون ملتوي وقريب الى الاستقامة لتأثره بالطيات واتجاه الانحدار وطبيعة الصخور وبالتالي قلة النفاذية وزيادة التعرية والتصريف لقلة التبخر وقصر المسافة التي يقطعها المجرى من المنبع باتجاه المصب.

التحليل الهيسومتري: يعد التحليل الهيسومتري من الادوات المهمة في دراسة احواض

الانهار والاوودية (الدليمي 2017) ومن أكثر الطرق شيوعا في هذا التحليل

التكامل الهيسومتري Integral Hypsometric وهو مقياس اخر يظهر المدة الزمنية

التي قطعها الحوض ويعبر عن العلاقة بين مساحة الحوض وتضاريسه وتشير القيم

المرتفعة الى زيادة مساحة احواض التصريف وانخفاض تضرسها (Pike, R.J &

Wilson, S ,E; 1971) ويمكن الحصول عليها من خلال المعادلة الاتية) $E =$

$\text{Mean el} - \text{min} / \text{Max el} - \text{min el}$ بمعامل (Elevation- relief ratio)

التضرس - الارتفاع اذ تمثل E معامل التضرس -الارتفاع و Mean el متوسط

الارتفاع في الحوض و min el اقل ارتفاع في الحوض و Max el اعلى ارتفاع

بالحوض (سلوم،2012،400) هذا يفسر التقدم العمري لهذه الاحواض (ابو

العنين1995) وبالاعتماد على نتائج التحليل الهيسومتري باستخدام وسيلة

morphometric toolbox بلغت قيمة التكامل الهيسومتري في حوض ماوران

(0.30) عليه يتصف الحوض بالنضج المتأخر والشيخوخة

المستجمعات المائية المركز في حوض ماوران: من الشكل (15) يمكن ملاحظة

أماكن تركيز المساحات المائية وحسب نموذج الارتفاع الرقم (30) م ان المنطقة

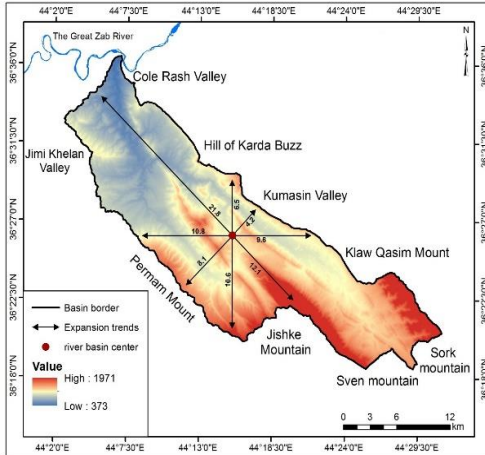
الشمالية والوسط من الحوض كانت اعلى المناطق استيعابا للمياه لوجود العدد الأكبر

من الوديان لا سيما المرتبة الأولى والثانية لأغلب الاحواض والتي تباينت من خلاله

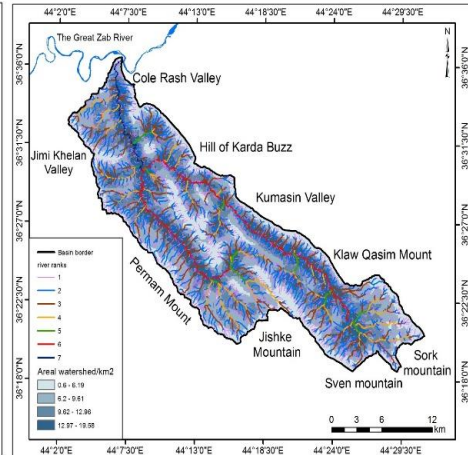
المساحات التي يمكنها استيعاب كميات المياه لعلاقتها بخصائص المنطقة (المورفومترية والطبوغرافية والجيولوجية والمناخية والبيئية) المحيطة بها.

– اتجاه توسع الحوض: من خلال الشكل (16) وبالاعتماد على بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) 30م ومن أداة (مركز الحوض) أمكن تحديد اتجاه توسع الحوض بالاتجاهات الجغرافية الرئيسية إذ إثر الجانب الطبيعي على الحد من التوسع بالاتجاه الجنوب الشرقي والجنوب الغربي لوجود الطيات المدببة المتمثلة بجبال جيشكة وسفين وكلاوقاسم واقتصر التوسع بالاتجاه الشمالي والشمالي الغربي باتجاه المصب وتحول اتجاهه من الشمال الغربي الى الشمال ليصب في نهر الزاب الأعلى(الكبير) عند منطقة

شكل (16) اتجاه التوسع في الحوض



شكل (15) المستجمعات المائية في الحوض



المصدر: - من عمل الباحث باعتماد نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج (arcgis, 10.3).

مكردان واعلى مسافة سجلت في التوسع من مركز الحوض كانت باتجاه المصب (21.8) كم، تلتها باتجاه الشمال الغربي التي تكون على شكل التواء ب(10.8) كم، اما الاتجاهات الأخرى فطبيعة انحدار المنطقة من الجنوب الشرقي والجنوب نحو الشمال والشمال الغربي حدة من التوسع في الاتجاهات الأخرى وأيضا منطقة تقسيم المياه الجنوب والجنوب الغربي والشرقي لم تفسح المجال للتوسع نحوها .

- الاستنتاجات

- من المؤشرات المورفوتكتونية لأشكال الأرضية ظهر ان الحوض يقع في منطقة نشطة تكتونية ويحدث فيها عمليات التعرية والترسيب وزيادة التصريف النهري
- من المؤشرات المورفومترية للحوض انه من المرتبة السابعة ويتصف بالشكل المستطيل المتأثر بالطيات المحيطة بالحوض واتجاه الانحدار العام للمنطقة ومعدل نسبة تشعب عالية المرتبط بنوعية الصخور اللينة نسبيا المتمثلة بالصخور الكلسية والجبسية ومناخ رطب شتاءا ساهم بكثافة الصرف وتكرار النهري عال
- من خلال التكامل الهبوسومري يؤشر ان الحوض يمر بمرحلة النضوج المتأخر وبداية الشيوخة
- أيضا مؤشر التضرس يشير الى ان المنطقة فيها تعرية عالية لاسيما في المناطق الجنوبية والجنوبية الغربية عكس المناطق الشمالية والشمالية الغربية
- كما سجلت المناطق الغربية والشمالية الغربية (منطقة المصب) اعلى اتجاه في التوسع للحوض لقللة التضرس فيها
- كما تبين ان نفس المنطقة يمكن استثمار المستجمعات المائية فيها لتجمع الروافد الرئيسة فيها وقربها من المستوطنات ووجود الترب الصالحة قرب المصبات.

- المقترحات

- إقامة سدود في مناطق المستجمعات المائية
- إقامة السداد والاسيجة في المناطق الأكثر انحدارا لوجود تشيط تكتوني
- بناء محطات مناخية متكاملة في المنطقة
- القيام بالدراسات التفصيلية المستقبلية عن الإمكانيات الهيدرولوجية
- اعتماد المؤشرات المورفوتكتونية والمورفومترية باستعمال تقنيات الاستشعار عن بعد نظم المعلومات الجغرافية لبناء نماذج جغرافية تخدم المنطقة وتقييم الأراضي وتنميتها

المصادر

- ابو العينين، حسن سيد احمد، 1995 اصول الجيومورفولوجيا، مؤسسة الثقافة الجامعية، الاسكندرية، ط 383.11
- أبو رية، أحمد محمد أحمد ، 2007 المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيخ (دراسة جيومورفولوجية)، أطروحة دكتوراه، كلية الآداب- جامعة الإسكندرية. ص46-50.
- الدليمي. خلف حسين، 2017 الانهار (دراسة جيوهيدرومورفومترية تطبيقية)، دار صفاء للنشر والتوزيع، ط1، عمان.90
- سلامة، حسن رمضان، (2004) أصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الاولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان.191
- الحديثي، احمد عيادة خضير (2023). تحليل خصائص الترب لمناطق مختاره من بادية الجزيرة العراقية، مجلة مداد الآداب، مجلد 13 عدد خاص بمؤتمر قسم الجغرافية 2023. ص571.
- سلوم، غزوان محمد امين (2012) حوض وادي القنديل، دراسة مورفومترية، مجلة جامعة دمشق- المجلد -283+4، ص400.
- أ. د رقية أحمد محمد أمين & م. م. م رشا علي خضير أدهم الحمداني. (2021). التحليل المكاني لتراجع منحدرات طية جمبور بدلالة المؤشرات الجيومورفوتكتونية واستعمال معطيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية: التحليل المكاني لتراجع منحدرات طية جمبور بدلالة المؤشرات الجيومورفوتكتونية واستعمال معطيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية.مداد الآداب.309-332, (22) 11 ,
- عاشور، محمود محمد، 1986 طرق التحليل الجيومورفولوجية، لشبكات التصريف المائي، العدد (9) 1986مجلة كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، الدوحة، 463.
- العرومي، يحيى احمد سعيد، 1993 حوض وادي زبيدة، دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة صنعاء، كلية الآداب. 91.
- فاروجان خاجيك سيكسيان، تقرير عن جيولوجية لوحتي أربيل ومهاباد، جي 38-14 وان جي 38-15، مقياس 250000، الهيئة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين، بغداد، 1998، ص14.
- لؤي داود يوسف، سعد نعمان السعدي، تحليل استقراريه المنحدرات الصخرية المحيطة بمنطقة شقلاوة "شمال شرق العراق"، مجلة الجيولوجيا والتعدين العراقية، المجلد 6، العدد1، 2010، ص19.

- محسوب، محمد صبري، 2001 جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي للطباعة والنشر القاهرة. 207.
- Strahler, A. N. (1964) *Quantitative Geomorphology Of Drainage Basin And Channel Networks*. Handbook Of Applied Hydrology. P,439-476
- Beg, A. A. F. (2015) Morphometric Toolbox: A New Technique In Basin Morphometric Analysis Using Arcgis (Pages 21-30). Global Journal Of Earth Science And Engineering 2, 21-30
- Bull, W.B. Mcfadden, L. Tectonic Geomorphology North And South Of The Garlock Fault, California. Geomorphology In Arid Regions, D.O. Doehring, Ed Publications In Geomorphology, State University Of New York At Binghamton,1977, P.116.
- Burbank, D. W., & Anderson, R. Tectonic Geomorphology. Blackwell Science, Massachusetts, 2001, P.274.
- Burring., P, Soil And Conditions In Iraq, Explority Soil Map Of Iraq، N (1)‘ Baghdad, 1960.
- Carolina Doranti-Tiritan, Peter Christian Hackspacher, Daniel Henrique De Souza, Marli Carina Siqueira-Ribeiro, The Use Of The Stream Length-Gradient Index In Morphotectonic Analysis Of Drainage Basins In Poços De Caldas Plateau, SE Brazil, International Journal Of Geosciences, Vol 22, 2014, P. 1387
- Hack, J. T. 1957. *Studies Of Longitudinal Stream Profiles In Virginia And Maryland*. 62-49
- Hajam, R. A., A. Hamid & S. Bhat (2013) *Application Of Morphometric Analysis For Geo-Hydrological Studies Using Geo-Spatial Technology–A Case Study Of Vishav Drainage Basin*. Hydrology: Current Research.
- Horton, R. E. (1932) *Drainage-Basin Characteristics*. Eos, Transactions American Geophysical Union, 13, P 350-361.
- Horton, R. E. (1945). *Erosional Development Of Streams And Their Drainage Basins; Hydro Physical Approach To Quantitative Morphology*. Geological Society Of America Bulletin, 56, 275-370.
- <https://Power.Larc.Nasa.Gov/Data-Access-Viewer>
- Imad Al-Din Omar Hassan, Urban Hydrology Of Erbil City Region, A Doctorate Thesis Submitted To The College Of Sciences, University Of Baghdad, Baghdad, 1998, P7.
- Amin, R. A. M., Al-Asadi, M. A., & Saleh, A. M. (2019). GEOMORPHOTACTONIC INDICATORS AND THEIR IMPACT ON THE POTENTIAL OF THE WATER HARVESTING USING RS–GIS AL-BAGHDADI, ANBAR, IRAQ AREA STUDY. *Plant Archives*, 19(2), 37-43.
- Keller, E.A. And Pinter, N. Active Tectonics, Earthquakes, Uplift, And Landscape. Edition. New Jersey, Prentice Hall, 2002, P.125
- Melton, M. A. 1957. *An Analysis Of The Relations Among Elements Of Climate, Surface Properties, And Geomorphology*. DTIC Document.P11

- Pareta, K. & U. Pareta (2011) *Quantitative Morphometric Analysis Of A Watershed Of Yamuna Basin, India Using ASTER (DEM) Data And GIS*. International Journal Of Geomatics And Geosciences, 2, 248-269.
- Pike, R.J & Wilson, S, E; (1971): *Elevation- Relief Ratio, Hypsometric Integral, And Geomorphic Area – Altitude Analysis*, G S A Bulletin, V 82, P 1079
- Amin, R. A. M., & Shnichal, B. S. (2020). Risks of rainfall intensity on geomorphic processes of Duhok Governorate in Northwest Iraq using RS and GIS. *Indian Journal of Ecology*, 46(8), 7-14.
- Satish, K. & H. Vajrappa (2014) *Morphological Parameter Estimation Derived From ASTER DEM Using GIS And Remote Sensing Techniques*. International Journal Of Research, 1, 1959-1967.
- Schumm, S. A. (1956) *Evolution Of Drainage Systems And Slopes In Badlands At Perth Amboy*, New Jersey. Geological Society Of America Bulletin, 67, 597-646
- Smith, K. G. (1950) *Standards For Grading Texture Of Erosional Topography*. American Journal Of Science, 248, 655-668.
- Strahler, A. N. (1952b) *Hypsometric (Area-Altitude) Analysis Of Erosional Topography*. Geological Society Of America Bulletin, 63, 1117-1142.
- Varoujan K. Sissakian, Faiza A. Ibrahim, 1998 , Series Of Geological Hazard Maps Of Erbil And Mahabad Quadrangle Op.Cit, P13.
- Berrios., Zygouri., And Kokkalas, *Morphotectonic Analysis In The Eliki Fault Zone (Gulf Of Corinth, Greece)*, Bulletin Of The Geological Society Of Greece International Congress, 2004, P.1708.
- Wilson, E. (1990). *Engineering Hydrology*. 4th Edition, RIBS/ Macmillan
- Zavoianu, I. 1985. *Morphometry Of Drainage Basins*. Elsevier.P100
- Ziyad Elias, *Quantitative Geomorphology Of Analyzing Tectonic Activity In The Roczek And Shwork Rivers Valley In The Zagros Mountains (Iraqi Kurdistan)*, International Journal Of Enhanced Research In Science Technology & Engineering, Vol. 2 Issue 11, November-2013.