JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ
العدد التاسع والثلاثون
(٥٧٩) (٦٠٩)

اثر المؤشرات التكتونية على مورفومترية أحواض وادي شور اب في قضاء بدرة باستخدام GIS & RS

م.د ماجد راضي حسين القريشي
جامعة واسط / كلية التربية الاساسية
Majid.Radi@uowasit.edu.iq

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى تحليل أثر المتغيرات التكتونية في تشكيل الخصائص المورفومترية لحوض وادي شور أَب الواقع في قضاء بدرة ضمن الجزء الشرقي من العراق، وذلك بالاعتماد على تقنيات الاستشعار عن بُعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS). تم استخدام بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة مناسبة لاستخراج الخصائص المورفومترية الأساسية للحوض، بما في ذلك مساحة الحوض، محيطه، معامل الشكل، نسبة الاستطالة، نسبة التضرس، الانحدار، وخصائص الشبكة المائية من رتب الأنهار وكثافتها ونمط تصريفها. كما تم تحليل مؤشرات التكتونية النشطة مثل معامل عدم التماثل الهيدرولوجي للحوض (AF)، ومؤشر تناوب الضفاف (BF), ومعامل شكل الوادي (Vf)، ونسبة الطي الحوضي SL، لبيان مستويات تأثير الحركات التكتونية الحديثة في بنية الحوض وشبكته المائية. وأظهرت النتائج وجود علاقات واضحة بين نشاط التكتونية واتجاهات التصريف، وانحدار الأودية، وعدم انتظام المجاري، مما يشير إلى دور فاعل للمتغيرات التكتونية في إعادة تشكيل البنية الجيومورفولوجية للحوض. يسهم هذا البحث في فهم ديناميكية التطور المورفوتكتوني في منطقة بدرة الحدودية، وتحديد درجة النشاط التكتوني وتأثيره في التطور الهيدرومورفولوجي للحوض، بما يوفر قاعدة بيانات يمكن الاستفادة منها في إدارة الموارد المائية وتحديد المخاطر الجيومورفولوجية المستقبلية.

الكلمات المفتاحية: التكتونية النشطة، التحليل الموفومتري، حوض وادي شور أَب، قضاء بدرة، GIS، RS، النموذج الرقمي للارتفاعات، النشاط البنيوي، المورفوتكتونيات.

Impact of Tectonic Indicators on the Morphometric Characteristics of the Shor Ab Valley Basins, Badra District, Eastern Iraq, Using GIS and Remote Sensing Techniques

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

Asst. Prof. Dr. Majid Radi Hussein Al-Quraishi
University of Wasit / College of Basic Education
Majid.Radi@uowasit.edu.iq

Abstract

This study aims to analyze the impact of tectonic variables on the morphometric characteristics of the Shor Ab Valley Basin, located in Badra District in the eastern part of Iraq, using Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS). Digital Elevation Model (DEM) data with appropriate resolution were used to extract the basin's fundamental morphometric parameters, including basin area, perimeter, form factor, elongation ratio, relief ratio, slope, and drainage network characteristics such as stream orders, drainage density, and drainage pattern. Active tectonic indicators were also analyzed, such as the asymmetry factor (AF), basin shape factor (BF), valley floor width-to-height ratio (Vf), and stream length–gradient index (SL), to determine the extent to which recent tectonic movements influence the basin's structure and drainage network. The results revealed clear relationships between tectonic activity and drainage directions, stream gradients, and channel irregularities, indicating a significant role of tectonic variables in reshaping the geomorphological structure of the basin. This research contributes to understanding the morphotectonic evolution of the Badra border region and identifying the degree of tectonic activity and its impact on the basin's hydromorphological development. The findings provide a useful database for water resource management and for assessing potential future geomorphological hazards.

Keywords: Active tectonics, morphometric analysis, Shor Ab Basin, Badra District, GIS, RS, Digital Elevation Model, structural activity, morphotectonics**.**

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

المبحث الاول

الاطار النظري

المقدمة

يُعد التحليل المورفوتكتوني أحد الفروع التطبيقية في علم الجيومورفولوجيا، ويهتم بدراسة تأثير الحركات التكتونية في تشكيل المظاهر الأرضية من خلال تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية. ويستند هذا التحليل إلى فكرة أساسية مفادها أن أشكال الأحواض وشبكات التصريف تعكس التوازن بين العمليات الداخلية (التكتونية) والعمليات الخارجية (التعرية والترسيب). تعتمد الدراسات المورفوتكتونية على مجموعة من المؤشرات الجيومورفولوجية، مثل مؤشر عدم التماثل (AF) الذي يقيس درجة انحراف الحوض، ومؤشر شكل الحوض (BS) الذي يعكس مدى استطالة الحوض وتأثره بالبنية الجيولوجية، ومؤشر التماثل الطبوغرافي (T) الذي يوضح درجة انتظام الحوض، إضافة إلى مؤشر تعرج مقدمة الجبل (SMF) الذي يبين العلاقة بين الرفع التكتوني والتعرية، ومؤشر طول المجرى المائي (SL) الذي يعكس التغيرات في الانحدار ومقاومة الصخور، وأخيرًا مؤشر (Vf) الذي يوضح العلاقة بين عرض أرضية الوادي وارتفاعه. وتشير هذه المؤشرات إلى وجود علاقة عكسية بين قيمها ومستوى النشاط التكتوني، حيث تعكس القيم المنخفضة نشاطًا تكتونيًا مرتفعًا نتيجة سيادة النحت الرأسي، في حين تشير القيم المرتفعة إلى استقرار نسبي وسيادة عمليات التعرية الجانبية. وللحصول على تقييم شامل، يتم دمج هذه المؤشرات ضمن مؤشر الفعالية التكتونية النسبية (LAT)، الذي يمثل محصلة الدرجات لجميع المؤشرات ويعطي صورة عامة عن مستوى النشاط التكتوني في الأحواض المدروسة.

١. مشكلة البحث

ما مدى تأثير المتغيرات التكتونية في تشكيل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية في منطقة الدراسة، وكيف تعكس المؤشرات الجيومورفولوجية مستوى النشاط التكتوني فيها؟

٢. فرضية البحث

يفترض البحث وجود علاقة واضحة بين المؤشرات الجيومورفولوجية ومستوى النشاط التكتوني، بحيث تعكس الاختلافات في قيم هذه المؤشرات تباينًا في درجة الفعالية التكتونية بين الأحواض، مع وجود علاقة عكسية بين بعض المؤشرات والنشاط التكتوني.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

٣. هدف البحث

يهدف البحث إلى تحليل تأثير المتغيرات التكتونية في الخصائص المورفومترية للأحواض المائية باستخدام المؤشرات الجيومورفوتكتونية وتقنيات (GIS وRS)، وذلك لتحديد درجة النشاط التكتوني وتفسير التطور الجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة.

٤. أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في كونه يسهم في فهم العلاقة بين النشاط التكتوني والخصائص الجيومورفولوجية للأحواض المائية، كما يوفر قاعدة بيانات علمية دقيقة يمكن الاستفادة منها في دراسات التخطيط البيئي وإدارة الموارد المائية. إضافة إلى ذلك، يساعد البحث في تحديد المناطق المعرضة للمخاطر الجيومورفولوجية مثل السيول والانجراف والنشاط الزلزالي، مما يدعم اتخاذ القرارات التخطيطية السليمة.

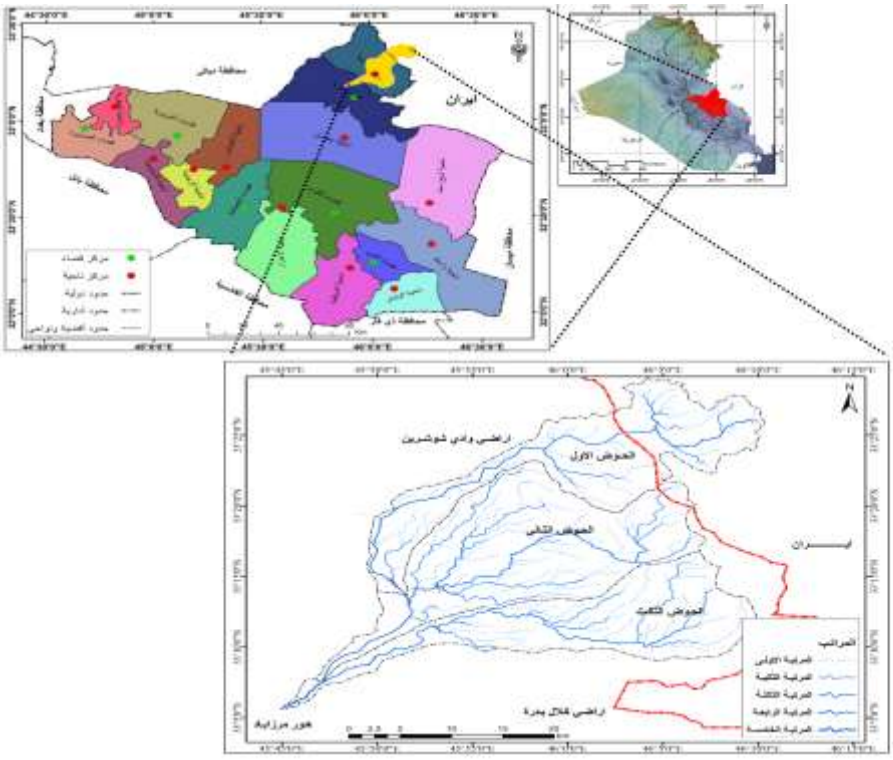
٥. حدود منطقة البحث

يقع حوض وادي شور آب فلكيًا بين دائرتي عرض (٣٣° ١٦′ ٢٤″ شمالًا) و(٣٣° ٤٩′ ٣٢″ شمالًا)، وخطي طول (٤٥° ٤٥′ ١٠″ شرقًا) و(٤٦° ١٠′ ١٢″ شرقًا)، الأمر الذي يحدد موقعه ضمن الجزء الجنوبي الشرقي من العراق من الناحية الجغرافية الطبيعية. ويقع الحوض إداريًا ضمن الحدود الشمالية الشرقية لمحافظة واسط، وتحديدًا في منطقة زرباطية. ويُعد وادي شور آب من الأودية الموسمية، إذ ينبع من المرتفعات الجبلية في سلسلة جبال كلان كوجك الواقعة ضمن محافظة إيلام على الحدود العراقية–الإيرانية، ثم يجري عبر تضاريس وعرة داخل الأراضي العراقية. وتبلغ مساحة حوضه نحو (٤٧٤.٦ كم²)، في حين يصل طول الحوض إلى (٦٣.٣ كم)، مما يعكس امتداده الطولي الواضح. كما هو موضح في الخريطة (١).

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

خريطة (١)

الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة بالنسبة لمحافظة واسط والعراق



المصدر: ١- الباحث باستخدام برنامج (نظم المعلومات الجغرافية) Arc map Gis V 10.8.
٢- جمهورية العراق، الهيأة العامة للمساحة العسكرية، خريطة (مندلي- زرباطية – بدرة) بمقياس ١:١٠٠٠٠٠ لعام ١٩٩٧

المبحث الثاني

المؤشرات المورفوتكتونية لأحواض وادي شور اب

تُعدّ المؤشرات الجيومورفولوجية (Geomorphic Indices) من أهم الأدوات والأساليب العلمية الحديثة التي يُعتمد عليها في الدراسات الجيومورفولوجية والمورفوتكتونية، لما لها من دورٍ فاعل في تشخيص وتقييم درجة النشاط التكتوني في المناطق المختلفة. إذ تُسهم هذه المؤشرات في تقديم صورة دقيقة وواضحة عن مدى التطور أو التغير الذي يطرأ على الأحواض النهرية، سواء من حيث أشكالها أو خصائصها المورفولوجية، الأمر الذي يساعد على فهم طبيعة العمليات المؤثرة في تشكيل سطح الأرض. (الحسناوي، ٢٠١٧ , ص٨٠)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

ومن خلال تحليل المؤشرات الجيومورفولوجية يمكن تفسير الحركات التكتونية اعتمادًا على دراسة المعالم الهيكلية للنهر أو الوادي، والتي تُعد انعكاسًا مباشرًا للتغيرات المناخية والعمليات التكتونية التي تعرضت لها منطقة الدراسة عبر الزمن الجيولوجي الحديث. وعليه، فقد جرى تطبيق هذه المؤشرات على منطقة الدراسة بهدف تحليل الأشكال الأرضية السائدة والكشف عن بصمات النشاط التكتوني الحديث وتحديد درجته، فضلاً عن تتبع مراحل التطور الجيومورفولوجي التي مرت بها المنطقة. (العزاوي ،٢٠١٠،ص١١٠)

واعتمدت الدراسة على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بوصفه أحد أهم المصادر الرقمية في التحليل الجيومورفولوجي، لما يوفره من بيانات دقيقة عن الارتفاعات والانحدارات والاتجاهات. كما تم توظيف برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ArcGIS) لاستخلاص الشبكة المائية لمنطقة الدراسة وتحليلها، ومن ثم تحديد أحواض التصريف الرئيسة المتمثلة في أربعة أحواض هي: حوض الحاوي، وحوض الجفتة، وحوض التليل، وحوض الزعفران. وقد أتاح ذلك إمكانية دراسة الخصائص المورفولوجية لكل حوض على حدة، وإجراء المقارنات فيما بينها. ولغرض استخراج القيم الخاصة بكل مؤشر من المؤشرات الجيومورفولوجية، تم استخدام أداة الاستيفاء المكاني (IDW) التي تُعد إحدى الأدوات التحليلية المهمة ضمن بيئة برنامج (ArcGIS)، إذ تتميز هذه الأداة بقدرتها على تقدير القيم المكانية بدقة اعتمادًا على النقاط القريبة، فضلاً عن دورها في تقليل الوقت والجهد المبذولين من قبل الباحث. وقد أسهم ذلك في تعزيز دقة النتائج المتحصلة ودعم التحليل العلمي للمؤشرات الجيومورفولوجية، بما يحقق أهداف الدراسة في تفسير النشاط التكتوني الحديث لمنطقة البحث المؤشرات التي تم دراستها وتحليلها هي : (عمران ، ٢٠٢٤، ص٧)

١ – مؤشر عامل عدم التماثل AsymmetryFactor (AF) :

يُعدّ مؤشر عامل عدم التماثل (Asymmetry Factor – AF) من المؤشرات المورفومترية المساحية الأساسية في التحليل المورفوتكتوني للأحواض التصريفية، إذ يُستخدم للكشف عن مدى استجابة الأحواض النهرية للحركات التكتونية الحديثة، ولاسيما تلك التي تؤدي إلى ميل سطح الأرض باتجاه أحد جانبي الحوض. ويقوم هذا المؤشر على مقارنة المساحة الواقعة على جانبي المجرى الرئيسي للحوض، الأمر الذي يعكس درجة التوازن أو الاختلال في تطور الحوض التصريفي. ويفترض هذا المؤشر أن الحوض المتوازن تكتونيًا يتسم بتماثل نسبي في توزيع المساحات على جانبي المجرى الرئيسي، بحيث تكون قيم مؤشر عامل عدم التماثل قريبة من القيمة (٥٠)، وهي

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

القيمة التي تمثل حالة التماثل المثالية. أما في حال تعرض الحوض لتأثيرات تكتونية، فإن ذلك يؤدي إلى ميل أحد جانبي الحوض على حساب الآخر، مما ينعكس على اتجاه انحراف المجرى الرئيسي نحو الجانب المنخفض تكتونيًا، وبالتالي يزداد اتساع مساحة أحد جانبي الحوض مقارنة بالجانب الآخر. وتكمن أهمية مؤشر عامل عدم التماثل في قدرته على رصد الانحرافات الجانبية للمجاري المائية، سواء باتجاه اليمين أو اليسار، والتي تُعد من أبرز الأدلة الجيومورفولوجية على النشاط التكتوني الحديث. إذ إن استمرار الحركات التكتونية يؤدي إلى إعادة توجيه شبكة التصريف النهري وتعديل مسارات الأودية، الأمر الذي يسهم في اختلال التوازن المساحي للحوض التصريفي بمرور الزمن. ويُحسب مؤشر عامل عدم التماثل باستخدام المعادلة الآتية: **(Bull,2007,P90)**

$$AF = 100 \left(\frac{Ar}{At}\right)$$

حيث ان :

Af= عدم تماثل الحوض

Ar = مساحة الحوض في الجهة اليمنى للمجرى الرئيسي باتجاه أسفل الحوض.

At= المساحة الكلية لحوض التصريف.

وتُفسَّر قيم هذا المؤشر على النحو الآتي: فكلما ابتعدت قيمة AF عن القيمة (٥٠) باتجاه الأعلى أو الأدنى، دلّ ذلك على ازدياد درجة عدم التماثل، وهو ما يشير إلى نشاط تكتوني أو بنيوي مؤثر في تطور الحوض. أما القيم القريبة من (٥٠) فتعكس حالة من الاستقرار النسبي أو سيادة العمليات الجيومورفولوجية غير التكتونية، مثل التعرية والترسيب. ويُستحسن عند تفسير نتائج هذا المؤشر دعمه بمؤشرات مورفوتكتونية أخرى، مثل مؤشر انحدار المجرى ومؤشر التكامل الطولي للنهر، للوصول إلى تفسير أكثر دقة وشمولية للنشاط التكتوني في منطقة الدراسة. (الجبوري ٢٠١٨، ص٤٤٥)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الجدول (١) اصناف مؤشر عدم التماثل AF

الصنف	الدرجة Degree	المدى Ranges
١	مرتفع	٦٥<
٢	متوسط	٦٥_٥٧
٣	منخفض	٥٧>

المصدر: انتظار مهدي عمران وضياء بهيج رؤوف ، المؤشرات المورفوتكتونية لحوض درا دوين في محافظة السليمانية ، مجلة العلوم الانسانية ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، المجلد ١٥ ، العدد ٤ ، ٢٠٢٤ ، ص٧.

الجدول (٢) قياس مؤشرات عدم التماثل (AF) ونتائجه واصنافه في احواض منطقة الدراسة

الحوض		AR	AT	AF	التصنيف	الدرجة
١	الحوض١	٥٩.٧٩	142.38	41.99	٣	منخفض
٢	الحوض ٢	١٤٠	237.3	59.00	٢	متوسط
٣	الحوض ٣	٤٩.٣٥	94.92	51.99	٣	منخفض
٤	شور اب	٢٤٩.١٤	474.6	52.49	٣	منخفض

المصدر : الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

وعند تطبيق المعادلة على احواض وادي شور اب يلاحظ من نتائج الجدول (٢) إلى وجود تباين محدود في قيم مؤشر عدم التماثل بين أحواض منطقة الدراسة، إذ تراوحت القيم بين (٤١.٩٩ – ٥٩.٠٠)، وهو ما يعكس اختلافًا نسبيًا في درجة تماثل الأحواض. فقد سجل الحوض الأول قيمة (٤١.٩٩)، وهي أقل من القيمة المتعادلة للمؤشر، مما يشير إلى ميل نسبي لشبكة التصريف نحو أحد جانبي الحوض، إلا أن تصنيفه ضمن الدرجة الثالثة (منخفض) يدل على أن هذا الانحراف ما يزال ضمن الحدود الطبيعية التي تعكس استقرارًا نسبيًا في الخصائص المورفومترية للحوض.

أما الحوض الثاني فقد سجل أعلى قيمة للمؤشر بلغت (٥٩.٠٠)، وقد جاء ضمن التصنيف المتوسط (الدرجة الثانية)، وهو ما يدل على وجود درجة أكبر من عدم التماثل مقارنة ببقية الأحواض. ويمكن تفسير ذلك باحتمالية تأثر هذا الحوض ببعض العوامل البنيوية أو التكتونية التي أدت إلى انحراف شبكة التصريف باتجاه أحد جانبي الحوض، أو نتيجة تأثير التباين في الانحدارات الطبوغرافية والبنية الجيولوجية السائدة في المنطقة. في المقابل، أظهر الحوض الثالث قيمة بلغت (٥١.٩٩)، وهي قيمة قريبة جدًا من الحد المتعادل للمؤشر، الأمر الذي يعكس درجة واضحة من التماثل في توزيع المساحات داخل الحوض، ويشير إلى أن تطور شبكة التصريف فيه يخضع بدرجة أكبر للعوامل الطبيعية المرتبطة بالتعرية والانحدار العام للسطح أكثر من تأثره بالعوامل البنيوية. كما

JOBS مجلة العلوم الأساسية Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

سجل حوض شور آب قيمة (٥٢.٤٩)، وهي أيضًا قريبة من القيمة المتعادلة، وقد جاء ضمن التصنيف المنخفض، مما يدل على أن الحوض يتمتع بدرجة جيدة من التوازن المورفومتري. وبصورة عامة، تُظهر نتائج التحليل أن غالبية أحواض منطقة الدراسة تتسم بدرجة منخفضة من عدم التماثل، الأمر الذي يشير إلى أن تطور هذه الأحواض يرتبط بدرجة أكبر بالعوامل الجيومورفولوجية الطبيعية مثل الانحدار والتعرية المائية، مع محدودية تأثير العوامل التكتونية أو البنيوية في إعادة توجيه شبكة التصريف. ومع ذلك، فإن القيمة الأعلى المسجلة في الحوض الثاني قد تعكس مؤشرًا محليًا على تأثير بنيوي أو تكتوني نسبي يستدعي مزيدًا من التحليل بالاعتماد على مؤشرات مورفومترية أخرى، مثل مؤشر الانحدار الطولي (SL) ومؤشر تكامل الحوض (HI)، للوصول إلى فهم أدق لديناميكية التطور الجيومورفولوجي للأحواض في منطقة الدراسة. الخريطة (٢)

٢ – مؤشر شكل الحوض Basin shape parameters (BS):

يُعدّ مؤشر شكل الحوض (Basin Shape Index – BS) أحد المؤشرات المورفومترية الأساسية في الدراسات الجيومورفولوجية، إذ يُستخدم لتحديد الخصائص الشكلية للحوض المائي ودرجة استطالته أو اقترابه من الشكل الدائري، لما لذلك من دور مهم في تفسير سلوك الجريان السطحي، والاستجابة الهيدرولوجية، وتأثير العوامل البنيوية والتكتونية في تطور الأحواض. يُحسب هذا المؤشر من خلال العلاقة بين الطول الأقصى للحوض (Bl) والعرض الأقصى له (Bw) وفق المعادلة: (Keller,2002,p261)

$$BS = \left(\frac{BL}{BW}\right)$$

حيث ان :

BS = مؤشر شكل الحوض

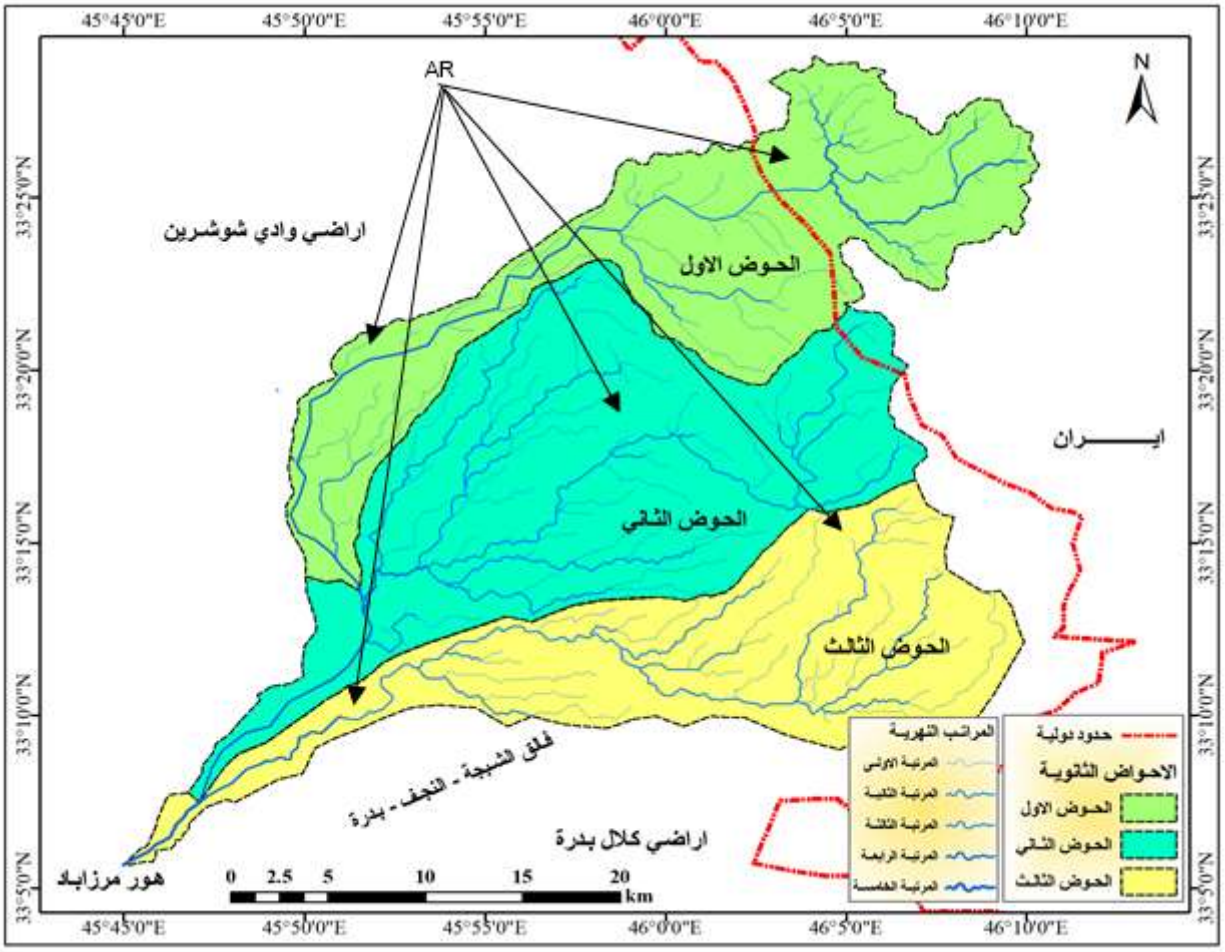
BL = طول الحوض

BW = عرض الحوض من اوسع منطقة

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الخريطة (٢) مؤشر عدم تناسق الحوض (AF) في وديان منطقة الدراسة



المصدر : الباحث بالاعتماد عل معادلة مؤشر عدم تناسق الحوض (AF) ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

حيث يمثل الطول الأقصى المسافة الممتدة من أبعد نقطة في المنبع إلى المصب، في حين يُقاس العرض الأقصى عموديًا على محور الطول. وتُعبّر قيم هذا المؤشر عن طبيعة الامتداد الشكلي للحوض واتجاه تطوره الجيومورفولوجي. تشير القيم المرتفعة لمؤشر شكل الحوض إلى أن الحوض يتخذ شكلًا ممدودًا أو مستطيلًا، وهو ما يُعزى غالبًا إلى سيادة العوامل البنيوية والتكتونية التي تتحكم في اتجاه نمو الحوض وتوجيه شبكة التصريف المائي. وتُعد الأحواض الممدودة أقل استجابة سريعة للأمطار، إذ يمتد زمن تركيز الجريان السطحي نتيجة لتوزع الروافد على مسافات طويلة. في المقابل، تدل القيم المنخفضة لمؤشر شكل الحوض على أن الحوض أقرب إلى الشكل

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الدائري، وهو ما يعكس عادةً مرحلة متقدمة من النضج الجيومورفولوجي واستقرارًا نسبيًا في الظروف البنيوية، فضلًا عن سرعة أكبر في تجميع المياه واحتمالية أعلى لحدوث الذروات الفيضانية. ويُسهم مؤشر شكل الحوض في دعم التحليل الجيومورفولوجي والتكتوني عند استخدامه بالاقتران مع مؤشرات مورفومترية أخرى، مثل مؤشر عدم التماثل ومؤشر الاستطالة ونسبة التشعب، إذ يتيح فهمًا أكثر شمولية للعوامل المتحكمة في تطور الأحواض المائية وشبكات التصريف في منطقة الدراسة. (البلاني ،٢٠٢٥،ص٢٩٢)

الجدول (٣) اصناف مؤشر شكل الحوض BS

Keller, E. A., & Pinter, N. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape. 2nd ed.,

الحوض		BL	BW	BS	التصنيف	الدرجة
١	الحوض١	45.6	10.03	4.55	٢	متوسط
٢	الحوض ٢	41.9	9.63	4.35	٢	متوسط
٣	الحوض ٣	46.7	7.56	6.18	٢	متوسط
٤	شور اب	63.3	16.43	3.85	٢	متوسط

Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002, pp. 137.

الجدول (٤) قياس اصناف مؤشر شكل الحوض BS في احواض منطقة الدراسة

الصنف	الدرجة Degree	المدى Ranges
١	مرتفع	٧<
٢	متوسط	٧-٤
٣	منخفض	٤>

المصدر : الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

يُظهر جدول (٤) والخريطة (٣) تباين قيم مؤشر شكل الحوض (BS) لأحواض منطقة الدراسة، إذ تراوحت القيم بين (٣.٨٥ – ٦.١٨)، مع تصنيف جميع الأحواض ضمن الدرجة (٢) أي الأحواض متوسطة الشكل. ويعكس هذا التصنيف حالة مورفومترية انتقالية لا تميل إلى الاستطالة الشديدة ولا إلى الاستدارة التامة، مما يشير إلى استجابة هيدرولوجية معتدلة من حيث سرعة الجريان وزمن التركيز.

وقد سجّل الحوض (٣) أعلى قيمة لمؤشر الشكل (٦.١٨)، مما يدل على ميله نحو الاستطالة، وهو ما يمكن تفسيره بتأثير العوامل البنيوية، لاسيما الصدوع أو الميل التكتوني الذي يسهم في توجيه امتداد الحوض باتجاه معين. في حين سجّل حوض شور آب أدنى قيمة (٣.٨٥) رغم كبر أبعاده

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

(BL = 63.3 كم، BW = 16.43 كم)، مما يعكس توازناً نسبياً في شكله، وقد يُعزى ذلك إلى ضعف التأثير التكتوني المباشر أو إلى دور العمليات الترسيبية في إعادة تشكيل الحوض وتقليل استطالته.

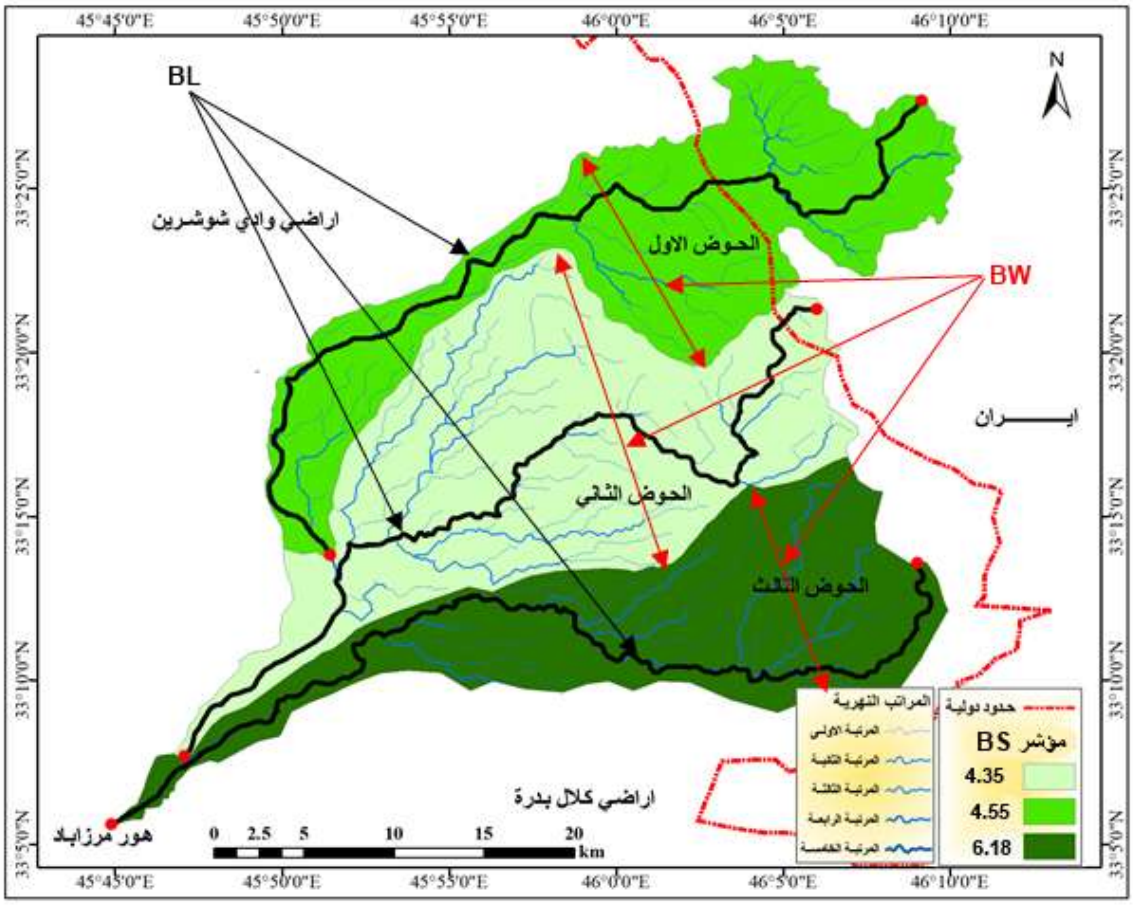
كما يظهر تقارب قيم مؤشر الشكل في الحوضين (١) و(٢) (٤.٥٥ و٤.٣٥) تشابهاً في الخصائص المورفومترية، وهو ما يدل على خضوعهما لظروف جيولوجية وبنيوية متشابهة، وربما وقوعهما ضمن نفس الوحدة التكتونية.

إن هيمنة الشكل المتوسط للأحواض تعكس أن منطقة الدراسة تتسم بدرجة من الاستقرار النسبي، مع وجود تأثير تكتوني معتدل وغير حاد. ويتوافق ذلك مع موقع المنطقة ضمن نطاق الحافة الأمامية لسلسلة زاكروس، حيث تسود الحركات التكتونية البطيئة والتأثيرات البنيوية المستمرة التي تعمل على توجيه الأحواض دون إحداث تشوهات كبيرة في أشكالها. وعليه، يمكن القول إن التباين في قيم مؤشر شكل الحوض لا يُفسَّر بالعوامل السطحية فقط، بل يرتبط بشكل واضح بالتوجيه البنيوي الناتج عن العمليات التكتونية، خاصة في الأحواض الأكثر استطالة، في حين تسهم العمليات الجيومورفولوجية السطحية كالنحت والترسيب في تعديل هذه الأشكال وإعادة توازنها. تُظهر نتائج مؤشر شكل الحوض (BS) أن أحواض منطقة الدراسة تعكس تفاعلاً متوازناً بين العوامل التكتونية والعمليات الجيومورفولوجية، إذ يسهم النشاط التكتوني المعتدل في توجيه شكل الأحواض، بينما تعمل العمليات السطحية على إعادة تشكيلها، مما يؤدي إلى ظهور نمط مورفومتري متوسط يغلب على معظم الأحواض.

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الخريطة (٣) اصناف المؤشر التكتوني شكل الحوض (BS) حسب الاحواض المائية لمنطقة الدراسة .



المصدر : الباحث بالاعتماد على معادلة مؤشر شكل الحوض BS ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

٣- مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي (Topographic Symmetry Factor – T)

يُعدّ مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي (T) من المؤشرات المورفومترية المهمة في الدراسات الجيومورفولوجية والتكتونية، إذ يُستخدم لتحديد درجة تماثل الحوض المائي من خلال قياس مقدار هجرة أو نزوح المجرى النهري الرئيس عن المحور الوسطي للحوض. وتُعدّ هذه الهجرة مؤشرًا دالًا على تأثير العوامل البنيوية والتكتونية في تطور شبكة التصريف المائي، حيث إن انحراف المجرى عن محوره الطبيعي غالبًا ما يعكس وجود نشاط تكتوني حديث أو مستمر في منطقة الدراسة.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

ويُشير حدوث مثل هذه التغيرات في مسار المجرى النهري إلى استجابة النظام النهري لعمليات التنشيط التكتوني، إذ كلما ازدادت درجة النزوح عن محور الحوض دلّ ذلك على ارتفاع مستوى الفعالية التكتونية. وقد يكون هذا النزوح ناتجًا عن وجود صدوع أو كسور تحت سطحية أثّرت في الطبقات الصخرية، مما أدى إلى توجيه المجرى النهري باتجاه هذه البنيات البنيوية، أو نتيجة ميلان الطبقات الصخرية أو تعرّضها للتشوهات التركيبية. (العميري، ٢٠١٣،ص٢٨٨)

تتراوح قيم مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي بين (٠–١)، حيث تشير القيم القريبة من الصفر (٠) إلى تماثل واضح للحوض واستقرار نسبي في الظروف البنيوية، في حين تدل القيم المتجهة نحو الواحد الصحيح (١) على عدم التماثل، وهو ما يعكس حدوث نزوح ملحوظ في المجرى النهري الرئيس نتيجة التأثر بالعمليات التكتونية أو البنيات الجيولوجية التحت سطحية. كما تُعبّر القيم المرتفعة للمؤشر عن استجابة المجرى النهري لتعرّج الطبقات السطحية أو تصدّعها، مما يؤدي إلى انحرافه باتجاه الصدوع أو مناطق الضعف البنيوي. ويُحسب مؤشر عامل التماثل الطبوغرافي وفق المعادلة الآتية: (AsatourDizaj, 2015,p231)

$$\mathbf{T} = \frac{\boldsymbol{DA}}{\boldsymbol{Dd}}$$

حيث ان:

T= مؤشر التماثل الطبوغرافي

Da = المسافة الأفقية بين المجرى النهري الرئيس ومحور الحوض.

Dd = المسافة الأفقية بين محور الحوض وحدّه الأقصى (أحد جانبي الحوض).

وتبرز أهمية هذا المؤشر عند استخدامه بالاقتران مع مؤشرات مورفومترية أخرى، مثل مؤشر شكل الحوض ومؤشر عدم التماثل ونسبة التشعب، لما يوفره من فهم أعمق للعلاقة بين التطور الجيومورفولوجي والنشاط التكتوني، ويساعد في تشخيص المناطق النشطة تكتونيًا داخل نطاق الأحواض المائية في منطقة الدراسة.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الجدول (٥) أصناف المؤشر التماثل الطبوغرافي T

الصنف	الدرجة Degree	المدى Ranges
١	مرتفع	٠.٦<
٢	متوسط	٠.٣ – ٠.٦
٣	منخفض	٠.٣>

Burbank, D. W., & Anderson, R. S. (2011). Tectonic Geomorphology. 2nd ed., Wiley-Blackwell, Oxford, p. 274 ..

الجدول (٦) أصناف المؤشر التماثل الطبوغرافي T في احواض منطقة الدراسة

الحوض		DA	Dd	T	التصنيف	الدرجة
١	الحوض١	٢.١٩	٢.٢٧	٠.٩٦	١	مرتفع
٢	الحوض ٢	٥.١٧	٥.٤٦	٠.٩٤	١	مرتفع
٣	الحوض ٣	٤.٢١	٩.١٨	٠.٤٥	٢	متوسط
٤	شور اب	٢.٨٤	١١.٦٥	٠.٢٤	٣	منخفض

المصدر : الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

يُظهر الجدول (٦) تباينًا واضحًا في قيم مؤشر التماثل الطبوغرافي (T) بين أحواض منطقة الدراسة، وهو مؤشر يعكس درجة انتظام شكل الحوض وتطوره الجيومورفولوجي، إذ تقترب قيمته من (١) في الأحواض المتناظرة والمتوازنة، وتنخفض في الأحواض غير المنتظمة أو التي تتعرض لتأثيرات بنيوية وتكتونية.

تبيّن النتائج أن الحوضين (١) و(٢) سجّلا قيمًا مرتفعة لمؤشر التماثل الطبوغرافي بلغت (٠.٩٦) و(٠.٩٤) على التوالي، مما يضعهما ضمن الصنف الأول (مرتفع). وتشير هذه القيم إلى أن هذين الحوضين يتمتعان بدرجة عالية من التماثل، وهو ما يعكس حالة من الاستقرار النسبي في العمليات الجيومورفولوجية، وضعف تأثير العوامل البنيوية أو التكتونية، فضلًا عن انتظام شبكة التصريف المائي داخلهما.

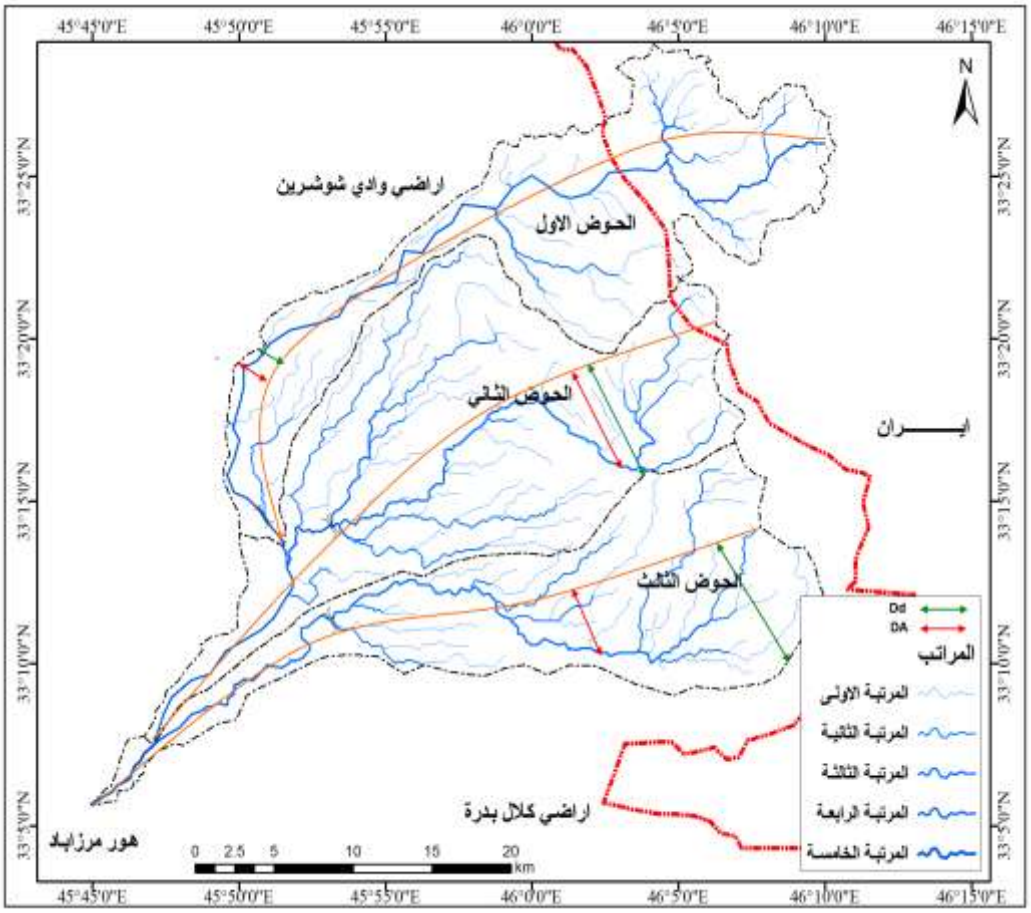
في المقابل، سجّل الحوض الثالث قيمة (٠.٤٥)، ليقع ضمن الصنف الثاني (متوسط)، وهو ما يدل على وجود درجة معتدلة من عدم التماثل. وقد يُعزى ذلك إلى تأثيرات بنيوية محدودة أو تباين في مقاومة الصخور، مما يؤدي إلى عدم انتظام نسبي في شكل الحوض وشبكة تصريفه.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

أما حوض شور آب فقد سجّل أدنى قيمة لمؤشر التماثل الطبوغرافي بلغت (٠.٢٤)، ضمن الصنف الثالث (منخفض)، مما يعكس حالة واضحة من عدم التماثل. وتشير هذه النتيجة إلى احتمال خضوع الحوض لتأثيرات تكتونية أو بنيوية نشطة، أو إلى اختلاف كبير في الخصائص الليثولوجية والانحدارية، الأمر الذي ينعكس على تشوه شكل الحوض وعدم انتظام شبكة التصريف.

بوجه عام، يكشف التباين في قيم مؤشر (T) عن اختلاف في مراحل التطور الجيومورفولوجي بين الأحواض، حيث تمثل القيم المرتفعة مرحلة نضج واستقرار، في حين تعكس القيم المنخفضة استمرار التأثيرات البنيوية أو التكتونية.

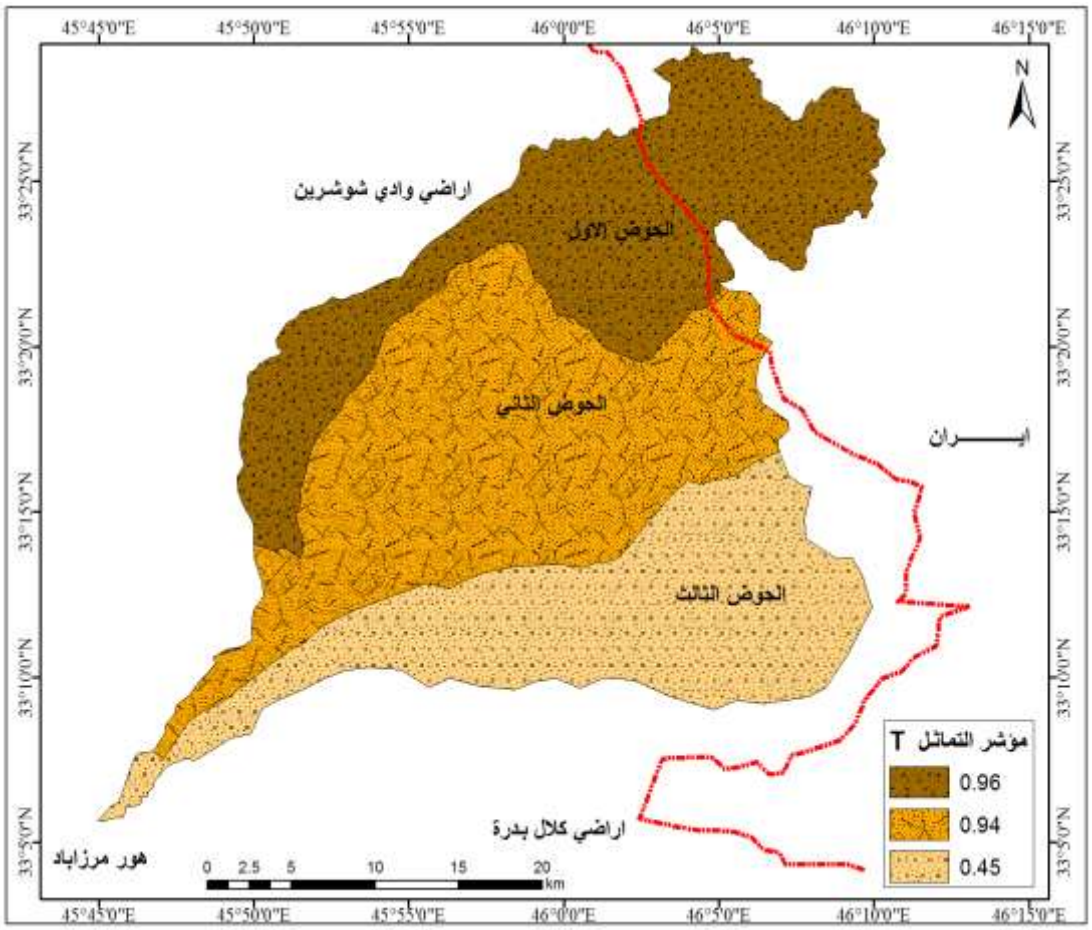
الخريطة (٤) تمثل اصناف المؤشر (T) عامل التماثل الطبوغرافي حسب الاحواض المائية .



المصدر : الباحث بالاعتماد على معادلة مؤشر التماثل الطبوغرافي T ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

خريطة (٥) أصناف المؤشر التماثل الطبوغرافي T في احواض منطقة الدراسة



المصدر : الباحث بالاعتماد على جدول (٦)

٤- مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل(Mountain Front Sinuosity Index – SMF)

يُعدّ مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل (SMF) من المؤشرات الجيومورفولوجية الأساسية المستخدمة في دراسة التشكيل الأرضي وتقييم مستوى النشاط التكتوني والزلزالي، إذ يعكس بصورة مباشرة طبيعة العلاقة التفاعلية بين عمليات الرفع التكتوني من جهة، وعمليات التعرية والنحت السطحي من جهة أخرى. وتُسهم هذه العمليات المتضادة في تشكيل واجهة الجبل وتحديد درجة استقامتها أو تعرّجها، الأمر الذي يجعل هذا المؤشر أداة فعّالة في تفسير التطور الجيومورفولوجي للمناطق الجبلية النشطة تكتونيًا. تتشكّل مقدّمة الجبل عند الحد الفاصل بين المرتفعات الجبلية والمناطق المنخفضة المجاورة لها، وغالبًا ما تكون هذه المنطقة عرضة لتأثيرات تكتونية مباشرة، مثل الرفع المستمر أو الانزلاقات

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الصدعية. وعندما تكون معدلات الرفع التكتوني مرتفعة، فإن مقدّمة الجبل تحتفظ بشكلها المستقيم نسبيًا، إذ لا تُتاح لعمليات التعرية الوقت الكافي لإحداث تعرّجات واضحة في واجهة الجبل. (عبد الله ، ٢٠٢٢، ص٢٧٦) في هذه الحالة، تكون قيمة مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل منخفضة، وهو ما يدل على نشاط تكتوني فعّال وسيادة القوى الداخلية على حساب العمليات السطحية. في المقابل، وعند انخفاض معدلات الرفع التكتوني أو توقفها نسبيًا، تزداد فعالية عمليات التعرية المائية والسطحية، ولا سيما بفعل الجداول والأودية التي تعمل على نحت واجهة الجبل وإعادة تشكيلها، مما يؤدي إلى زيادة تعرّج مقدّمة الجبل وظهور انبعاجات وانكسارات موضعية على طولها. ويُعبّر ذلك عن حالة عدم توازن لصالح عمليات التعرية، وتنعكس هذه الحالة في ارتفاع قيمة مؤشر SMF، وهو ما يشير إلى انخفاض النشاط التكتوني النسبي ودخول المنطقة في مرحلة أكثر تقدمًا من النضج الجيومورفولوجي. ويُظهر مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل حساسية عالية للتغيرات البنيوية والزلزالية، إذ إن الواجهات الجبلية التي تتأثر بالفوالق النشطة أو الحركات الانزلاقية الحديثة غالبًا ما تُظهر قيماً منخفضة للمؤشر نتيجة تجدد الرفع وإعادة ضبط شكل الواجهة الجبلية. أما الواجهات التي تخضع لتعرية طويلة الأمد دون تجديد تكتوني فعّال، فإنها تميل إلى التعرّج والتعقيد الشكلي، مما يرفع قيمة المؤشر. ويُحسب مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل وفق المعادلة الآتية: (Verrios,2004,p129)

$$SMF = \frac{Lmf}{Ls}$$

حيث ان :

SMF= مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل

Lmf = الطول الحقيقي لمقدّمة الجبل المقاس على طول خط الواجهة المتعرّج،

Ls = الطول المستقيم لمقدّمة الجبل المقاس كخط مباشر بين نقطتي بداية ونهاية الواجهة.

وتقترب قيمة المؤشر من الواحد الصحيح عندما تكون مقدّمة الجبل مستقيمة نسبيًا، في حين تزداد القيم كلما ازداد تعرّج الواجهة الجبلية. وتكمن أهمية مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل في قدرته على الربط بين المظاهر الطبوغرافية السطحية والعمليات التكتونية العميقة، كما يُعد من المؤشرات الأساسية التي تُستخدم بالاقتران مع مؤشرات جيومورفولوجية أخرى، مثل مؤشر التماثل الطبوغرافي (T) ومؤشر شكل الحوض (BS) ومؤشر الاستطالة، لتقديم تفسير متكامل لطبيعة التطور الجيومورفولوجي ومستوى النشاط البنيوي في منطقة الدراسة. ويساعد هذا التكامل في تحديد المناطق الأكثر تأثرًا بالحركات التكتونية الحديثة، وتقييم احتمالية المخاطر الزلزالية والجيومورفولوجية المرتبطة بها. (Keller,2002,p362)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الجدول (٧) مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل SMF

الصنف	الدرجة Degree	المدى Ranges
١	مرتفع	١ـ ١.٦
٢	متوسط	١.٦ـ ٣
٣	منخفض	٣ ـ ٥

Burbank, D. W., & Anderson, R. S. (2011). Tectonic Geomorphology. 2nd ed., Wiley-Blackwell, Oxford, p. 274 ..

الجدول (٨) مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل SMF في احواض منطقة الدراسة

	الحوض	Lmf	Ls	SMF	التصنيف	الدرجة
١	الحوض ١	٥٤.٥	٣٩.٤	١.٤	١	مرتفع
٢	الحوض ٢	٥٥.١	٣٧.٦	١.٥	١	مرتفع
٣	الحوض ٣	٤٧.١	٣٩.٥	١.٢	١	مرتفع
٤	شور اب	٧٤.٥	٥٥.٦	١.٣	١	مرتفع

المصدر : الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

وبعد تطبيق المعادلة على احواض منطقة الدراسة يبين الجدول (٨) أن قيم مؤشر تعرّج مقدّمة الجبل (SMF) في أحواض منطقة الدراسة تتراوح بين (١.٢–١.٥)، وهي جميعها ضمن التصنيف المرتفع (الدرجة الأولى)، مما يدل على أن واجهات الجبال تتسم بدرجة واضحة من التعرّج. وتبرز أعلى قيمة في الحوض (٢) حيث بلغت (١.٥)، ما يشير إلى زيادة تعرّج مقدّمة الجبل فيه مقارنة ببقية الأحواض، في حين سجّل الحوض (٣) أدنى قيمة بلغت (١.٢)، ومع ذلك بقي ضمن نفس الفئة التصنيفية.

إن تقارب القيم بين الأحواض يعكس نوعًا من التجانس في الخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة، حيث تخضع جميعها لظروف بيئية وبنيوية متشابهة. كما أن هذه القيم تشير إلى وجود توازن نسبي بين تأثير النشاط التكتوني من جهة وعمليات التعرية من جهة أخرى، إذ إن القيم القريبة من الواحد الصحيح غالبًا ما ترتبط بواجهات جبلية مستقيمة ناتجة عن نشاط تكتوني حديث، بينما تؤدي زيادة القيم إلى التعبير عن ازدياد دور التعرية في تشكيل تعرّجات الواجهة الجبلية.

وبناءً على ذلك، يمكن تفسير نتائج الجدول بأن منطقة الدراسة لا تزال متأثرة بنشاط تكتوني نسبي يحافظ على وضوح مقدّمات الجبال، إلا أن هذا النشاط يترافق مع عمليات تعرية مستمرة أدت إلى

JOBS مجلة العلوم الأساسية Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

ظهور درجة من التعرّج، دون أن تصل إلى مستويات عالية جدًا من التفكك، مما يعكس حالة توازن ديناميكي بين العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة في تشكيل سطح الأرض.

٥. **مؤشر طول المجرى المائي Stream Length–Gradient Index (SL)**

يُعد مؤشر طول المجرى المائي (SL) من المؤشرات المستخدمة لقياس أطوال المجاري المائية، وتحديد مدى مقاومة الصخور لعمليات التعرية المائية، إضافةً إلى بيان علاقتها بالنشاطات التكتونية. فالقيم المرتفعة لهذا المؤشر غالبًا ما تدل على وجود نشاط تكتوني يؤدي إلى تشوهات رأسية في الصخور نتيجة صلابتها، في حين تشير القيم المنخفضة إلى ضعف النشاط التكتوني أو إلى وجود صخور أقل مقاومة.كما يتأثر المؤشر بدرجة انحدار المجرى وتعرجات وادي النهر، مما يجعله أداة فعّالة في تقييم الخصائص الجيومورفولوجية. ويتم حسابه وفق المعادلة التالية: (عبد الامير ، ٢٠٢٥،ص٢٦٢)

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

SL = طول القناة الكلية للوادي الى النقطة الوسطية في منتصف المصب
ΔH = فرق الارتفاع في منطقة المصب المحددة
ΔL= طول المسافة المستقيمة في منطقة المصب المحددة .

وقد صنّف كلٌّ من كيلر وبينتر (*Keller & Pinter*) قيم مؤشر *SL* إلى ثلاث فئات كما هو موضح في الجدول (٩)، حيث تشير القيم المتقاربة إلى تقارب في معدلات التصريف المائي ومستوى النشاط التكتوني.

الجدول (9) مؤشر طول المجرى المائي SL

الصنف	الدرجة Degree	المدى Ranges
١	مرتفع	٥٠٠<
٢	متوسط	٣٠٠ – ٥٠٠
٣	منخفض	٣٠٠>

Burbank, D. W., & Anderson, R. S. (2011). Tectonic Geomorphology. 2nd ed., Wiley-Blackwell, Oxford, p. 274.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الجدول (١٠) نتائج وقياسات مؤشر طول المجرى المائي SL واصنافة

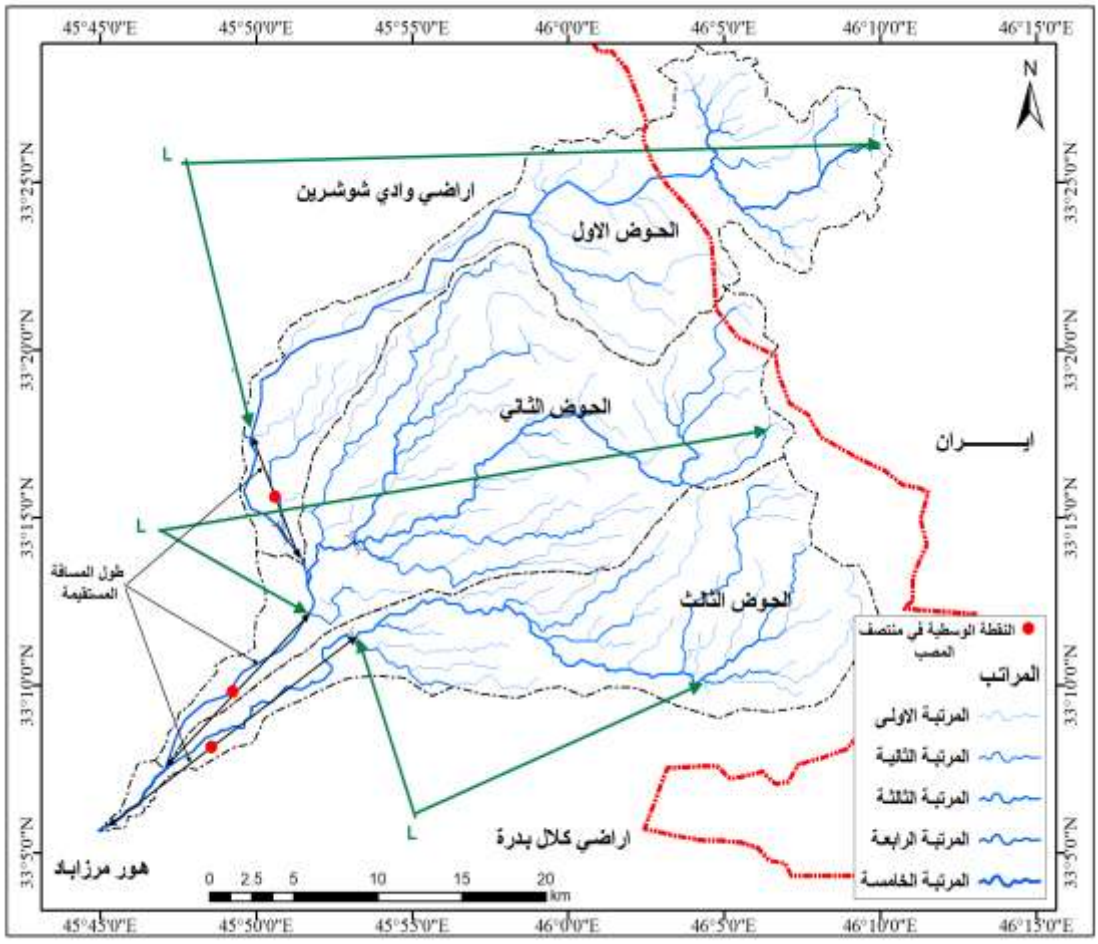
الحوض		ΔH	ΔL	L	SL	التصنيف	الدرجة
١	الحوض ١	٨٥	٩.٧	45.6	٣٩٩.٥	٢	متوسط
٢	الحوض ٢	٤٣	١١.٨	41.9	١٥٢.٦	٣	منخفض
٣	الحوض ٣	٣٥	١٣.٩	46.7	١١٧.٥	٣	منخفض
٤	شور اب	٣٠	١٥.٦	63.3	١٢١.٧	٣	منخفض

المصدر : الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

وبعد تطبيق المعادلة على احواض وادي شور اب تُظهر نتائج الجدول تباينًا واضحًا في قيم مؤشر طول المجرى المائي (SL) بين أحواض منطقة الدراسة، حيث تراوحت القيم بين (١١٧.٥ – ٣٩٩.٥)، وهو تباين يعكس اختلافًا في الخصائص الطبوغرافية والانحدارية للأحواض. فقد سجّل الحوض (١) أعلى قيمة بلغت (٣٩٩.٥)، ووقع ضمن التصنيف المتوسط (الدرجة الثانية)، مما يدل على وجود انحدار نسبي ملحوظ في مجراه المائي، وقد يشير ذلك إلى تأثيرات بنيوية أو تكتونية أو إلى وجود تغيرات في مقاومة الصخور. في المقابل، سجّلت بقية الأحواض (الحوض ٢، الحوض ٣، وشور آب) قيمًا منخفضة تراوحت بين (١١٧.٥ – ١٥٢.٦)، وجميعها ضمن التصنيف المنخفض (الدرجة الثالثة)، مما يعكس انخفاضًا في شدة الانحدار على طول المجاري المائية فيها، ويشير إلى سيادة عمليات التعرية التدريجية والاستقرار النسبي في هذه الأحواض. ويُلاحظ أن انخفاض قيم (SL) يرتبط غالبًا بمقاطع نهرية أقل انحدارًا وأكثر نضجًا من الناحية الجيومورفولوجية، حيث تسود عمليات الإرساب والتسوية، في حين أن القيم الأعلى تعكس مناطق أكثر نشاطًا من حيث التعرية الرأسية أو وجود تغيرات في البنية الجيولوجية. وبناءً على ذلك، يمكن القول إن الحوض (١) يُظهر نشاطًا جيومورفولوجيًا أكبر مقارنة ببقية الأحواض، التي تميل إلى الاستقرار النسبي وانخفاض التأثيرات التكتونية فيها. بصورة عامة، تعكس نتائج مؤشر (SL) وجود تباين مكاني في ديناميكية المجاري المائية داخل منطقة الدراسة، مع سيادة الطابع الهادئ والمنخفض النشاط في معظم الأحواض، مقابل نشاط نسبي أكثر وضوحًا في الحوض الأول. الخريطة (٦)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

الخريطة (٦) مؤشر طول المجرى المائي SL



المصدر : الباحث بالاعتماد على معادلة مؤشر طول المجرى المائي SL ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

٦. مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاعه (Vf) Ratio of Valley Floor Width to Valley Height

يُستخدم مؤشر (Vf) لقياس العلاقة بين عرض أرضية الوادي وارتفاع جانبيه، ويُعد من المؤشرات المهمة في الدراسات المورفوتكتونية لتمييز أشكال الأودية ودلالاتها التكتونية. إذ يساعد هذا المؤشر في التفريق بين الأودية ذات الشكل (V) التي ترتبط عادةً بوجود نشاط تكتوني واضح، وبين الأودية ذات الشكل (U) التي تعكس انخفاض التأثير التكتوني وسيادة عمليات التعرية الجانبية. تشير القيم المنخفضة للمؤشر إلى نشاط تكتوني ملحوظ، حيث يكون الوادي عميقاً وضيق القاع ويأخذ شكل (V)، نتيجة تغلّب النحت الرأسي. أما القيم المرتفعة فتدل على ضعف النشاط التكتوني، واتساع

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

أرضية الوادي بفعل التعرية الجانبية، مما يمنحه شكل (U). ويمكن حساب هذا المؤشر باستخدام المعادلة الآتية: (الحمداني ،٢٠٢٥،ص٢٨٥)

$$Vf=2VFw\ \{(\frac{Eld}{Esc})+(\frac{Erd}{Esc})\}$$

حيث إن:

Vf= تمثل نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاعه.

Vfw =عرض أرضية الوادي.

Eld =ارتفاع الجانب الأيسر للوادي.

Erd =ارتفاع الجانب الأيمن للوادي.

Esc= ارتفاع أرضية الوادي.

الجدول (١١) مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاعه

الصنف	الدرجة Degree	المعدل Ranges
١	مرتفع	١>
٢	متوسط	٣-١
٣	منخفض	٣<

Burbank, D. W., & Anderson, R. S. (2011). Tectonic Geomorphology. 2nd ed., Wiley-Blackwell, Oxford, p. 274.

الجدول (١٢) نتائج وقياسات المؤشر الجيومورفولوجي (vf)

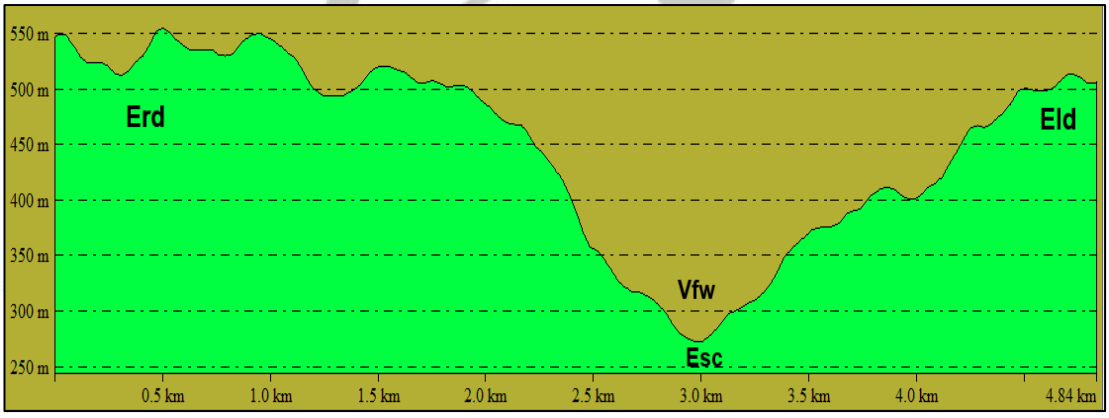
الحوض		Vfw	Eld	Erd	Esc	Vf	التصنيف	الدرجة
١	الحوض ١	٢٤٠	٢٢٢	٢٧٠	٣٠	١.١	٢	متوسط
٢	الحوض ٢	٢٧٠	٦٢	٣٧	٨	٦.٥	٣	منخفض
٣	الحوض ٣	٤٣٠	١١.٥	١١	١.٥	٤٤.١	٣	منخفض
٤	شور اب	٥٥٠	١١.٥	١١	١.٥	٥٦.٤	٣	منخفض

المصدر : الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

وبعد تطبيق المعادلة على احواض وادي شور اب يبين جدول (١٢) مؤشر وجود تباين واضح في الخصائص الجيومورفولوجية ومستوى النشاط التكتوني بين الأحواض المدروسة، إذ تتراوح قيم المؤشر بين (١.١ – ٥٦.٤)، وهو مدى كبير يعكس اختلافًا في أشكال الأودية ودرجة تطورها. تُظهر قيمة الحوض الأول (١.١) أن الوادي فيه يميل إلى الضيق النسبي والعمق، مما يدل على نشاط تكتوني متوسط، حيث لا تزال عمليات الرفع التكتوني مؤثرة إلى جانب التعرية. في المقابل، ترتفع قيمة المؤشر في الحوض الثاني إلى (٦.٥)، وهو ما يشير إلى انخفاض النشاط التكتوني واتساع الوادي نتيجة سيادة التعرية الجانبية على حساب التعرية الرأسية. أما الحوض الثالث وحوض شور أب فقد سجلا قيمًا مرتفعة جدًا (٤٤.١ و٥٦.٤)، وهذه القيم تعكس حالة من الاستقرار التكتوني الواضح، حيث تتسم الأودية بالاتساع والانبساط، وهو ما يدل على وصولها إلى مراحل متقدمة من التطور الجيومورفولوجي نتيجة استمرار عمليات التعرية لفترات زمنية طويلة. بناءً على ذلك، يتضح أن العلاقة بين مؤشر والنشاط التكتوني علاقة عكسية، إذ تنخفض قيم المؤشر في المناطق النشطة تكتونيًا، وترتفع في المناطق المستقرة. وتشير النتائج بشكل عام إلى أن منطقة الدراسة يغلب عليها الاستقرار التكتوني، مع بقاء نشاط متوسط محدود في الحوض الأول مقارنة ببقية الأحواض التي تهيمن عليها العمليات التحاتية.

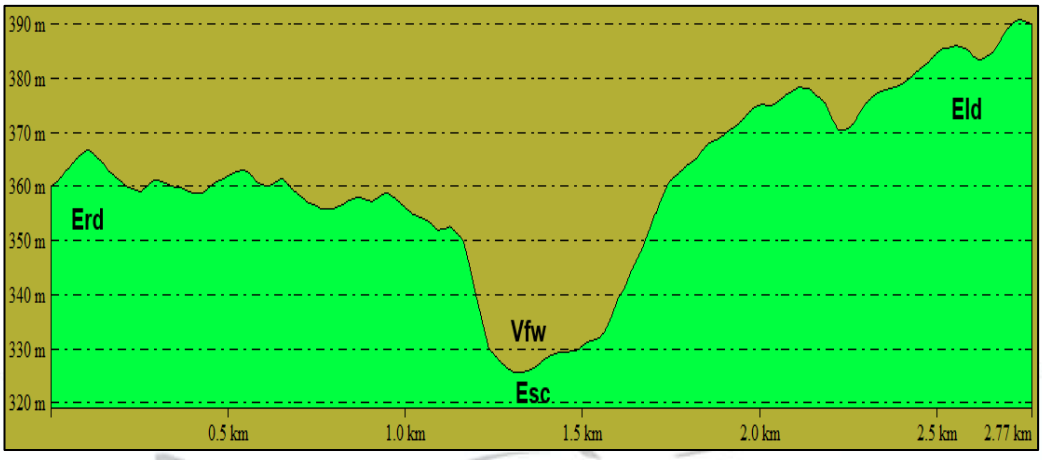
شكل (١) المقطع التضاريسي في الحوض الاول



المصدر : الباحث بالاعتماد على برنامج (Global mapper v24) ونموذج الارتفاع الرقمي DEM

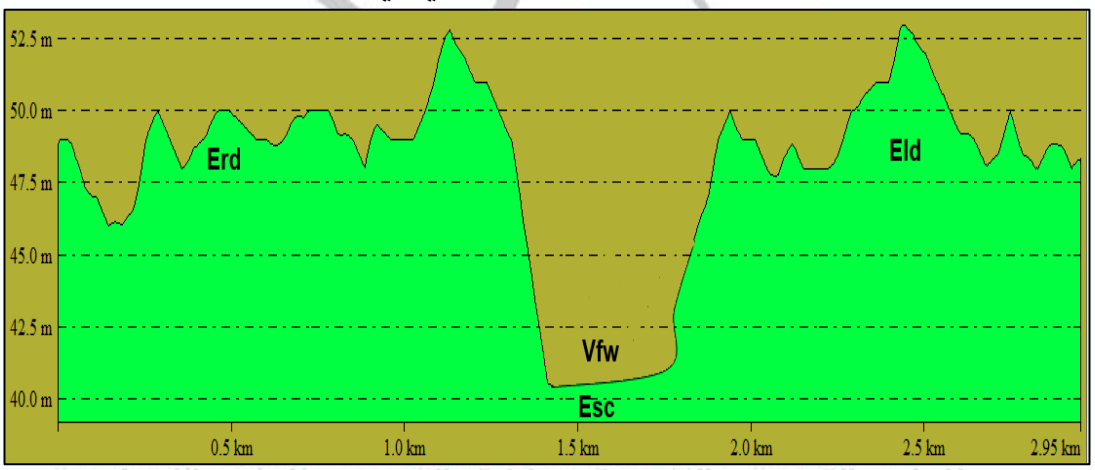
JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

شكل (٢) المقطع التضاريسي في الحوض الثاني



المصدر : الباحث بالاعتماد على برنامج (Global mapper v24) ونموذج الارتفاع الرقمي DEM

شكل (٣) المقطع التضاريسي في الحوض الثالث



المصدر : الباحث بالاعتماد على برنامج (Global mapper v24) ونموذج الارتفاع الرقمي DEM

٧. مؤشر النشاط التكتوني النسبي Relative Tectonic Activity Index(LAT)

يُعد مؤشر النشاط التكتوني النسبي (LAT) أداةً شاملة لتمثيل الحصيلة النهائية لتصنيفات المؤشرات الجيومورفولوجية كافة، إذ يجمع نتائجها ضمن قيمة واحدة تعبّر عن مستوى النشاط التكتوني في منطقة الدراسة. وقد تم احتسابه اعتماداً على نتائج التحليل المكاني باستخدام برنامج (GIS 10.8)، بهدف إظهار مدى ارتباط الخصائص الجيومورفولوجية بالتأثيرات التكتونية السائدة. ويُحسب المؤشر وفق المعادلة الآتية: (هادي ،٢٠٢٣،ص٩٥)

JOBS مجلة العلوم الأساسية Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

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

حيث ان :

LAT= يمثل التصنيف النهائي لمؤشرات النشاط التكتوني،
S = مجموع أصناف المؤشرات المحسوبة للحوض المائي،
N = عدد المؤشرات المعتمدة في الدراسة.

وقد استندت الدراسة إلى تصنيف (Hamdouni 2008) الذي يقسم النشاط التكتوني إلى أربع فئات رئيسة. ووفق هذا التصنيف، أظهرت النتائج أن حوض دربند دوين يندرج ضمن فئة النشاط التكتوني المتوسط، كما يتضح من الجداول ذات الصلة. ويعكس ذلك تأثر المنطقة بالتركيب البنيوي المتمثل بطية في الغطاء الرسوبي إضافة إلى تأثير عمليات التعرية السطحية والترسيب، التي أسهمت مع العوامل التكتونية في تشكيل المظاهر الجيومورفولوجية للحوض، ولا سيما ما يتعلق بتعرج المجاري المائية وانحدار مقدمات الجبال وعمق الأودية.

الجدول (١٣) مؤشر نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاعه

الصنف	الدرجة Degree	المعدل Ranges
١	مرتفع جداً	١-١.٥
٢	مرتفع	١.٥ - ٢
٣	متوسط	٢-٢.٥
٤	منخفض	٢.٥<

المصدر: نجاح صالح هادي، وهالة محمد سعيد مجيد، دراسة المؤشرات المورفوتكتونية لأحواض شمال شرق كلار، مجلة ديالى للبحوث الإنسانية، العدد ٩٥، ٢٠٢٣، ص٣٢٧.

الجدول (١٤) نتائج مؤشر الفعالية التكتونية النسبية LAT

	الحوض	AF	BS	T	SMF	SL	VF	s/n	Lat	التصنيف	الدرجة
١	الحوض١	٣	٢	١	١	٢	٢	١١	١.٨	١	مرتفع جداً
٢	الحوض ٢	٢	٢	١	١	٣	٣	١٢	٢	٣	متوسط
٣	الحوض ٣	٣	٢	٢	١	٣	٣	١٤	٢.٣	٣	متوسط
٤	شور اب	٣	٢	٣	١	٣	٣	١٥	٢.٥	٣	متوسط

المصدر : الباحث بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ومخرجات نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS V10.8)

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

وبعد تطبيق المعادلة على احواض وادي شور اب يبين جدول (١٤) مؤشر الفعالية التكتونية النسبية (LAT) اختلاف مستوى النشاط التكتوني بين الأحواض المدروسة من خلال اعتماد مجموعة من المؤشرات الجيومورفولوجية المتمثلة بـ (AF، BS، T، SMF، SL، VF)، حيث تم تحويلها إلى درجات عددية ومن ثم احتساب المعدل العام لها.

تُظهر نتائج الحوض الأول قيمة LAT = 1.8، وهي الأدنى بين الأحواض، مما يشير إلى نشاط تكتوني مرتفع جدًا، ويعكس ذلك سيطرة العمليات التكتونية على تشكيل المظاهر الأرضية، حيث تكون الأودية أكثر عمقًا وانحدارًا وأقل تعرضًا للتسوية. أما الحوض الثاني فقد سجل قيمة ٢، في حين سجل الحوض الثالث ٢.٣، وشور أب ٢.٥، وهي قيم أعلى نسبيًا، وتشير جميعها إلى نشاط تكتوني متوسط. ويعني ذلك أن هذه الأحواض تقع ضمن مرحلة انتقالية بين النشاط التكتوني والتأثيرات التحاتية، حيث تبدأ عمليات التعرية الجانبية بالتأثير بشكل أكبر مقارنة بالحوض الأول. كما يلاحظ أن مجموع الدرجات (S/N) يزداد تدريجيًا من الحوض الأول باتجاه بقية الأحواض، وهو ما يعكس تراجع شدة النشاط التكتوني وزيادة الاستقرار النسبي. ويؤكد ذلك أن الحوض الأول يمثل حالة أكثر ديناميكية، في حين تميل الأحواض الأخرى إلى التوازن الجيومورفولوجي. بشكل عام، تشير النتائج إلى وجود تباين مكاني في النشاط التكتوني داخل منطقة الدراسة، حيث يتمركز النشاط الأعلى في الحوض الأول، بينما تسود حالة من النشاط المتوسط في بقية الأحواض، وهو ما يدل على أن المنطقة لا تخلو من التأثيرات التكتونية لكنها ليست نشطة بشكل متجانس.

الاستنتاجات

١. أظهرت نتائج التحليل المورفوتكتوني وجود تباين مكاني واضح في مستوى النشاط التكتوني بين الأحواض المدروسة، مما يعكس اختلاف تأثير العوامل البنيوية والجيومورفولوجية في تشكيلها.

٢. تبين أن الحوض الأول يتميز بأعلى مستوى من النشاط التكتوني مقارنة ببقية الأحواض، وهو ما تؤكده قيم مؤشر (LAT) المنخفضة نسبيًا، مما يدل على سيطرة العمليات التكتونية في تشكيل مظاهره الأرضية.

٣. أشارت قيم مؤشر (Vf) إلى وجود علاقة عكسية واضحة بين عرض الوادي والنشاط التكتوني، حيث ارتبطت القيم المنخفضة نسبيًا بالأودية الضيقة والعميقة ذات النشاط التكتوني الأعلى.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

٤. أوضحت نتائج مؤشر (SL) وجود نشاط جيومورفولوجي أعلى في بعض الأحواض، خاصة الحوض الأول، نتيجة التباين في الانحدار ومقاومة الصخور، مقارنة ببقية الأحواض التي تميل إلى الاستقرار النسبي.

٥. أظهرت مؤشرات (AF، BS، T) أن معظم الأحواض تتمتع بدرجة من التوازن المورفومتري، مع وجود انحرافات محدودة تشير إلى تأثيرات بنيوية محلية.

٦. بينت نتائج مؤشر (SMF) وجود حالة من التوازن الديناميكي بين عمليات الرفع التكتوني والتعرية، مما يعكس استمرار تأثير النشاط التكتوني بالتوازي مع العمليات السطحية.

٧. أكدت نتائج مؤشر الفعالية التكتونية النسبية (LAT) أن منطقة الدراسة تتسم بنشاط تكتوني متوسط بشكل عام، مع وجود نشاط مرتفع جدًا موضعي، مما يدل على أن المنطقة غير متجانسة من حيث النشاط البنيوي.

التوصيات

١. ضرورة الاعتماد على المؤشرات المورفوتكتونية في الدراسات الجيومورفولوجية المستقبلية، لما توفره من دقة في تقييم النشاط التكتوني مقارنة بالأساليب التقليدية.

٢. التوسع في استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (RS) ونماذج الارتفاع الرقمي (DEM) لتحليل الأحواض المائية بدقة أعلى.

٣. إجراء دراسات تفصيلية إضافية على الأحواض ذات النشاط التكتوني المرتفع، خاصة الحوض الأول، للكشف عن تأثيراتها المحتملة على الاستقرار الجيومورفولوجي.

٤. ربط نتائج المؤشرات الجيومورفولوجية بالدراسات الجيولوجية والزلزالية للحصول على تفسير أكثر تكاملًا لطبيعة النشاط التكتوني في المنطقة.

٥. الاستفادة من نتائج البحث في التخطيط البيئي وإدارة الموارد المائية، خصوصًا في تحديد المناطق الأكثر عرضة للمخاطر الطبيعية.

٦. ضرورة إدخال هذه المؤشرات ضمن قواعد بيانات مكانية وطنية لدعم اتخاذ القرار في مجالات التنمية المستدامة والتخطيط العمراني.

٧. التوصية بإجراء دراسات مقارنة مع مناطق مجاورة ضمن نفس الإطار التكتوني (مثل نطاق زاكروس) لفهم أوسع لسلوك النشاط التكتوني الإقليمي.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

قائمة المصادر

١. البلاني، الدين جمعة درويش ، العلاقة المكانية لنشاط التكتوني ومؤشراتها الجيومورفولوجيا في حوض زلم ، مجلة اران ، المجلد الاول ، العدد الاول، ٢٠٢٥ .

٢. الجبوري، ريم ثائر حبيب ومنذر علي طه الخالدي ، دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني في طية بلكانة شمال شرقي الطوز ، مجلة ديالى العدد السابع والسبعون ، ٢٠١٨ .

٣. الحسناوي، مرتضى كاظم ، المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني في حوض نهر ديالى. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة المستنصرية، ٢٠١٧.

٤. الحمداني ،رشا علي خضير ادهم ، تحليل الخصائص والمؤشرات الجيوكورفوتكتونية وادي بستاديم في مدينة زاخو ، مجلة اداب كركوك ، المجلد الاول ، العدد الثالث ، ايلول .

٥. عبد الامير، زينب صائب ، الكشف عن التنشيط التكتوني لحوض الدبدبة في محافظة البصرة باستخدام المؤشرات الجيومورفولوجية ، مجلة اداب البصرة ، العدد ١١١، اذار .

٦. عبد الله، طه ياسين ، التحليل المورفوتكتوني لطية عنة وأثرها على تباين شكل قناة نهر الفرات غرب العراق، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الإنسانية، (ج٢)، أيلول، ٢٠٢٢.

٧. العزاوي، قاسم محمد ، التحليل المورفوتكتوني للأودية الجافة في المنطقة الشرقية من العراق. أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة بغداد، ٢٠١٠.

٨. عمران، انتظار مهدي وضياء بهيج رؤوف ، المؤشرات المورفوتكتونية لحوض درا دوين في محافظة السليمانية ، مجلة العلوم الانسانية ، كلية التربية للعلوم الانسانية ، المجلد ١٥ ، العدد ٤ ، ٢٠٢٤ .

٩. العميري، فؤاد عبد الوهاب محمد ، ، وكامل، نجم عبد الله، دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني في قبة علاس، طية حمرين، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، ١٨(٥)، ٢٠١٣.

١٠. هادي، نجاح صالح ، وهالة محمد سعيد مجيد، دراسة المؤشرات المورفوتكتونية لأحواض شمال شرق كلار، مجلة ديالى للبحوث الإنسانية، العدد ٩٥، ٢٠٢٣.

11. AsatourDizaj, E., Ghorashi, M., & Rezaie, F., The transverse topographic symmetry factor of Darakeh stream in the north Tehran, Iran, Open Journal of Geology, 2015.

12. Bull, W. B. Tectonic Geomorphology of Mountains. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.

13. Keller, E. A., & Pinter, N. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape. 2nd ed., Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.

14. Keller, E. A., & Pinter, N. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape. 2nd ed., Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.

15. Verrios, A., Zygouri, V., & Kokkala, S., Morphotectonic analysis in the Eliki fault zone (Gulf of Corinth, Greece), Bulletin of the Geological Society of Greece International Congress, 2004.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

المصادر باللغة الانكليزية

16. Al-Ballani, Al-Din Jumaa Darwish, The Spatial Relationship of Tectonic Activity and Its Geomorphological Indicators in the Zalm Basin, Aran Journal, Vol. 1, No. 1, 2025.
17. Al-Jubouri, Reem Thaer Habib & Al-Khalidi, Mundhir Ali Taha, Study of Geomorphological Indicators of Tectonic Activity in Balqana Fold Northeast of Tuz, Diyala Journal, No. 77, 2018.
18. Al-Hasnawi, Murtadha Kadhim, Geomorphological Indicators of Tectonic Activity in the Diyala River Basin, Unpublished Master's Thesis, College of Education, Al-Mustansiriya University, 2017.
19. Al-Hamdani, Rasha Ali Khudair Adham, Analysis of Geomorphotectonic Characteristics and Indicators of Bestadim Valley in Zakho City, Kirkuk Arts Journal, Vol. 1, No. 3, September 2025.
20. Abdul Amir, Zainab Sahib, Detection of Tectonic Reactivation in the Dabdaba Basin in Basra Governorate Using Geomorphological Indicators, Basra Arts Journal, No. 111, March 2025.
21. Abdullah, Taha Yassin, Morphotectonic Analysis of Ana Fold and Its Impact on the Variation of the Euphrates River Channel in Western Iraq, University of Anbar Journal for Human Sciences, Part 2, September 2022.
22. Al-Azzawi, Qasim Mohammed, Morphotectonic Analysis of Dry Valleys in Eastern Iraq, Unpublished PhD Dissertation, College of Arts, University of Baghdad, 2010.
23. . Imran, Intidhar Mahdi & Raouf, Diaa Bahij, Morphotectonic Indicators of the Dara Dween Basin in Sulaymaniyah Governorate, Journal of Human Sciences, College of Education for Human Sciences, Vol. 15, No. 4, 2024.
24. Al-Amiri, Fouad Abdul Wahab Mohammed & Kamil, Najm Abdullah, Study of Geomorphological Indicators of Tectonic Activity in Allas Dome, Hamrin Fold, Tikrit Journal of Pure Sciences, Vol. 18, No. 5, 2013.
25. Hadi, Najah Salih & Majid, Hala Mohammed Saeed, Study of Morphotectonic Indicators of the Basins Northeast of Kalar, Diyala Journal for Human Research, No. 95, 2023.
26. . AsatourDizaj, E., Ghorashi, M., & Rezaie, F., The transverse topographic symmetry factor of Darakeh stream in the north Tehran, Iran, Open Journal of Geology, 2015 .
27. . Bull, W. B. Tectonic Geomorphology of Mountains. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.
28. Keller, E. A., & Pinter, N. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape. 2nd ed., Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.
29. . Keller, E. A., & Pinter, N. Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape. 2nd ed., Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002.

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ

30. . Verrios, A., Zygouri, V., & Kokkala, S., Morphotectonic analysis in the Eliki fault zone (Gulf of Corinth, Greece), Bulletin of the Geological Society of Greece International Congress, 2004.

مجلة العلوم الاساسية
للعلوم التربوية والنفسية وطرائق التدريس للعلوم الاساسية

JOBS
مجلة العلوم الأساسية
Journal of Basic Science
Print -ISSN 2306-5249
Online-ISSN 2791-3279
العدد التاسع والثلاثون
٢٠٢٦م /١٤٤٧هـ