المؤشرات المورفوتكتونية لحوض ايندزه في قضاء رانية شمال محافظة السليمانية

م. د. علي سليم حماد عبد الكريم المشهداني
E-mail: Ali.Saleem1104h@ircoedu.uobaghdad.edu.iq
العراق/ وزارة التربية/ المديرية العامة لتربية بغداد الكرخ الأولى

Morphotectonic indicators of the Endeza Basin in Raniya District, north of Sulaymaniyah Governorate

Inst. Ali Saleem Hammad Abdalkarim Almashhadani (Ph. D)
E-mail: Ali.Saleem1104h@ircoedu.uobaghdad.edu.iq
Iraq / Ministry of Education / General Directorate of Education, Baghdad, Karkh I

المستخلص

تناول البحث المؤشرات المورفوتكتونية في حوض ايندزه في قضاء رانية التابعة إداريا الى محافظة السليمانية التي تقع في شمال شرق العراق، ليقع فلكياً بين خطي طول ("٠ '٥٠ °٤٤ و "٠ '٣٠ °٤٤) شرقاً وبين دائرتي عرض("٠ '١٠ °٣٦ و "٠ '٢٥ °٣٦) شمالا، يصب حوض ايندزه في نهر الزاب الكبير، اما مساحة الحوض بلغت (٣٣٤.٦٨٢كم٢). ومن اجل تقدير وبيان مدى تأثير النشاط التكتوني من خلال استخدام معادلات حسابية للمؤشرات الجيومورفولوجية للأودية النهرية والمتمثلة (مؤشر عدم التماثل AF))، مؤشر تعرج مقدمة الجبل (SMF)، مؤشر شكل الحوض (BS)، مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره (SL)، مؤشر عرض أرضية الوادي الى ارتفاع الوادي (VF)، مؤشر الفعالية التكتونية النسبية (LAT))، اذ اثبتت نتائج البحث انه يظهر استمرار فعالية الأنشطة التكتونية من خلال هذه المعادلات، اذ اظهر المؤشر الفعالية التكتونية النسبي (LAT) لأحواض منطقة الدراسة الذي يعد المحصلة النهائية لجميع نتائج المؤشرات المورفوتكتونية، أذ ظهرت الاحواض ضمن الفئات الثلاثة للفاعلية التكتونية اعتمادا على اهم التصانيف التكتونية والمتمثلة (احواض نشاط تكتوني عالي جدا وتتمثل بالاحواض (١،٣،٥)، واحواض ذات نشاط تكتوني عالي (٢،٤، ٦)، في حين أظهرت الدراسة ان الحوض الرئيسي ذو نشاط تكتوني معتدل، بالإضافة الى ان احواض منطقة الدراسة لها مخاطر جيومورفولوجية على النشاطات البشرية (السكن، النقل، السياحة) مثل الانهيارات الصخرية وحركة سقوط الصخوروالسيول، وعليه يوصي البحث التوسع في الزراعة بشكل متطور وحسب الدراسة، ولا سيما على المنحدرات لتثبيت التربة من مخاطر التعرية، رسم خرائط تحديد المناطق الامنة والمستقرة جيومورفولوجيا والنشاط التكتوني لاستعمالات البشرية ويوصي البحث باجراء دراسات مستفيضه حول المخاطر الجيومورفولوجية التي تتعرض لها منطقة حوض ايندزه.

الكلمات المفتاحية: حوض، قضاء رانية، المورفوتكتونية، المؤشرات، وادي ايندزه.

Abstract

The research dealt with the morphotectonic indicators in the Endeze Basin in Raniya District, which is administratively affiliated to the Sulaymaniyah Governorate, which is located in northeastern Iraq. It is located astronomically between longitudes (44°50'0 and 44°30'0) west and between latitudes (36°10'0 and 36°25'0) north. The Endeze Basin flows into the Great Zab River, and the basin area is (334,682 km2). In order to estimate and demonstrate the extent of the impact of tectonic activity through the use of mathematical equations for the geomorphological indicators of river valleys, which are (the asymmetry index (AF)), the mountain front meander index (SMF), the basin shape index (BS), the channel length and slope index (SL), the valley floor width to valley height index (VF), and the relative tectonic activity index (LAT)),The results of the research proved that the effectiveness of tectonic activities continues through these equations, as the indicator showed the relative tectonic activity (LAT) of the basins of the study area, which is the final result of all the results of the morphotectonic indicators, as the basins appeared within the three categories of tectonic activity depending on the most important tectonic classifications, which are (basins of very high tectonic activity, represented by basins (1, 3, 5), and basins with high tectonic activity (2, 4, 6), while the study showed that the main basin has moderate tectonic activity, In addition, the basins of the study area have geomorphological risks to human activities (housing, transportation, tourism) such as rock collapses, rockfall movement and floods. Therefore, the research recommends expanding agriculture in a sophisticated manner according to the study, especially on slopes to stabilize the soil from the risks of erosion, drawing maps to identify safe and stable areas geomorphologically and tectonic activity for human uses. The research recommends conducting comprehensive studies on the geomorphological risks to which the Endeze Basin area is exposed.

Keywords: Basin, Raniya District, Morphotectonic, Indicators, Endeza Valley.

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة:

لقد اكدت الدراســـات الجيومورفولوجية التطبيقية الحديثة على بيان اثر مخاطر المؤشرات الجيومورفولوجية لعمليات التنشيط التكتوني التي تعرف بالحركات الأرضية الحديثة والتشوهات الناتجة عنه والتي تحدث بشكل بطئ وغير محسوس، اذ يصعب تميزها بالملاحظة المباشرة ولكن يمكن تقييمها وتسجيلها من خلال الاثار السطحية والتغيرات الجيومورفولوجية الناتجة عن تلك النشـــاط التكتوني، اذ تعمل على تغير اشكال سطح الأرض بمرور الزمن بشكل بطئ وخلال مدة قصيرة، واعتمدت الدراسة الرياضـــية والاحصـــائية على التقنيات الحديثة المتمثلة بنظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد والمتمثلة بالنماذج المبرمجة بدراسة المظاهر الجيومورفولوجية ومدى علاقة نشؤها بالبنية الجيولوجية وذلك من خلال تحليل وتفسير ومراقبة وفهم التغيرات التي تحدث في المشهد الطبيعي.

أولاً : مشكلة الدراسة

تتمثل مشكلة البحث بمجموعة من التساؤلات هي:-

١- يعاني حوض أيندزه في قضـــاء رانية من نقص واضـــح في الدراســـات المورفوتكتونية المتخصصة، على الرغم من كونه منطقة ذات نشاط تكتوني حديث، هذا القصور يؤدي الى محدودية فهم العلاقة البنية التكتونية والتطور الجيومورفولوجي للحوض؟

٢- ماهي تأثير النشـــاط التكتوني على العمليات الجيومورفولوجية في حوض ايندزه ؟

ثانياً : فرضية الدراسة

١- تكشف المؤشرات المورفوتكتونية لحوض أيندزه عن قيم غير متجانسة مكانياً، تعكس تفاوتاً في شدة النشاط التكتوني الحديث.

٢- يؤثر النشاط التكتوني بمستويات متباينة على العمليات الجيومورفولوجية في حوض ايندزه.

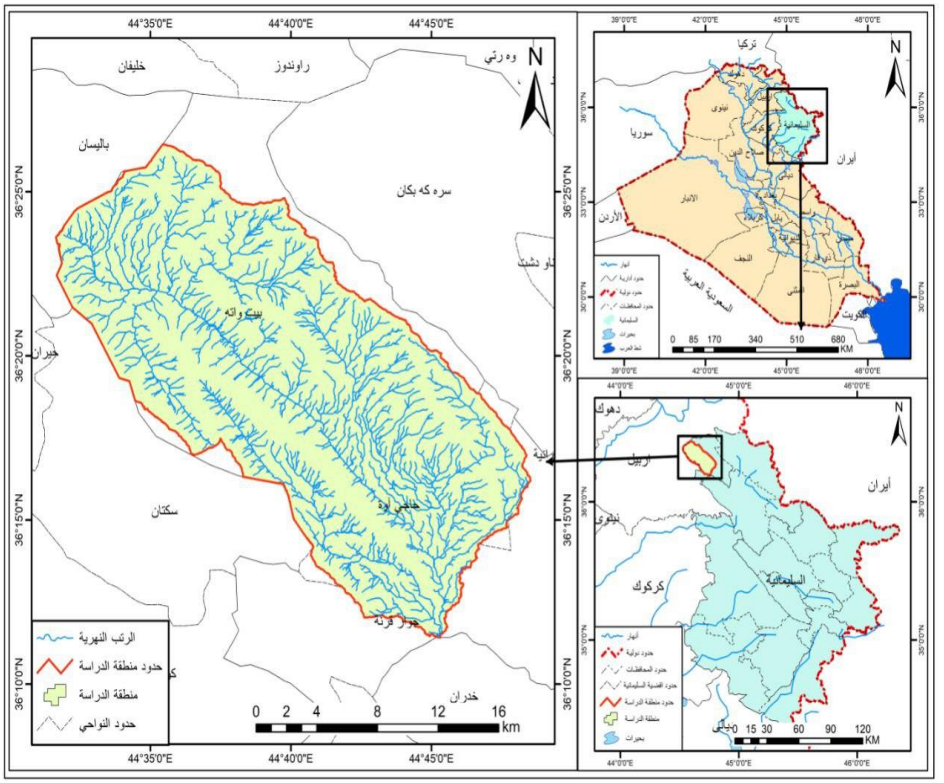
ثالثاً : هدف البحث واهميته

يهدف البحث دراسة وتقييم مؤشر النشاط التكتوني النسبي (LAT) عن طريق تحليل نظم المجاري المائية السائدة في حوض ايندزه المستنبطة من نموذج الارتفاعات الرقمية ، اعتمادا على اهم المؤشرات الجيومورفولوجية لاستخراج الاحواض المتأثرة بتسارع العمليات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة

رابعاً : موقع منطقة الدراسة

تعد منطقة الدراسة المتمثلة بحوض وادي ايندزه الواقع مكانياً والتابع أدارياً لقضاء رانية في محافظة السليمانية الواقعة شمال شرق العراق، إذ يمتد في قضاء رانية شمال محافظة السليمانية، ليقع فلكياً بين خطي طول ("٠ '٥٠ °٤٤ و "٠ '٣٠ °٤٤) شرقاً وبين دائرتي عرض ("٠ '١٠ °٣٦ و "٠ '٢٥ °٣٦) شمالا، يصب حوض ايندزه في بحيرة دوكان التي تعد الخزان المائي الأكبر في المنطقة ، كما موضح في الخريطة (١)، اما مساحة الحوض بلغت (٣٣٤.٦٨٢كم^{٢}).

خريطة (١) موقع حوض ايندزه بالنسبة للعراق ومحافظة السليمانية



المصـدر : خريطة العراق الإدارية مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠ ، قسـم انتاج الخرائط ، المديريـة العامـة للمســـاحـة ، وزارة الموارد المائيـة ، بغداد ، العراق ، ٢٠٢٠، واستخدام برنامج Arc GIS 10.5

تحليل وقياس المؤشرات الجيومورفولوجية:

تعتبر المؤشــرات المورفوتكتونية أداة من أدوات والأســاليب الحديثة لتقييم النشــاط التكتوني في أي منطقة من سـطح الأرض ، ولا سـيما انها تعطي صـورة واضـحة تفصـيلية عن تطور مورفولوجية أي حوض ، اذ يمكن لهذه المؤشـرات ان تظهر أي تطور او تغير للتغيرات المنـاخيـة والعمليـات التكتونيـة التي حـدثـت في منطقـة الدراسة[١].

لذلك تم استخدام المؤشرات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة لتحقيق هدف الدراسة عن طريق استخدام نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) باستخدام برنامج (Arc GIs)

١-مؤشر عامل عدم التماثل (AF):

مؤشر (AF) يقيس ميل جانبي الحوض بالنسبة للمجرى الرئيسي في الحوض المائي والتي نتجت بفعل تأثيرها بالقوى التكتونية ، اذ من خلال مؤشـــر (AF) يتم تحديد مقدار تباين تغير مســـار المجرى الرئيســـي لأحواض التصـــريف المائي عن محور الحوض بفعل النشـــاط التكتوني ،ومن خلال اســـتخراج هذا المؤشـــر ســـيتم تطبيق المعادلة التالية[٢]:

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

AF:عامل عدم التماثل

AR: مساحة الحوض في الجهة اليمنى للمجرى الرئيسي من المنبع الى المصب

AT: المساحة الكلية للحوض المائي

100=قيمة ثابتة

جدول (١) أصناف مؤشر عدم التماثل AF

الصنف	درجة مؤشرAF	المدى	الاحواض
١	عالية النشاط	٦٥ اكثر	٥
٢	معتدلة النشاط	٥٧ -٦٥	٦
٣	منخفضة النشاط	اقل من ٥٧	١،٢،٣،٤،الرئيسي

المصـــــدر/ Keller, E, A, and pinter,n Active Tectonics, Earthquakes, Uplift, and Landscape 2002, p125,

اذ كانت القيم للمؤشـــر عدم التماثل AF اكبر او اقل من (٥٠) تشـــير الى إمكانية شدة وقلة الانحدار، وهذا يعني ان حوض تصريف مائي تكون قيمتة اعلى من (٥٠) ســـوف يعرض قنوات المجرى الرئيســـي الى تدوير وهذا يعني له تاثير على اطوال قنوات في الجانب الرئيسـي لمجرى الحوض، أي تكون قنوات اليمن أطول من قنوات الايســـر وبالتالي هذا يعكس عدم التماثل وبعد تطبيق المعادلة تم تصـــنيف احواض ايندزه الى ثلاث فئات كما في جدول (١) و(٢) والخريطة (٢).

١-**الفئة الأولى** : القيم الأكبر من (٦٥) يشمل حوض (٥)، اذ سجلت (٧٦.١٩) ذات نشاط تكتوني عالي

٢-**الفئة الثانية** : القيم (٥٧-٦٥) يشمل حوض (٦) ، اذ سجلت (٥٨.١٦) ذات نشاط تكتوني معتدل

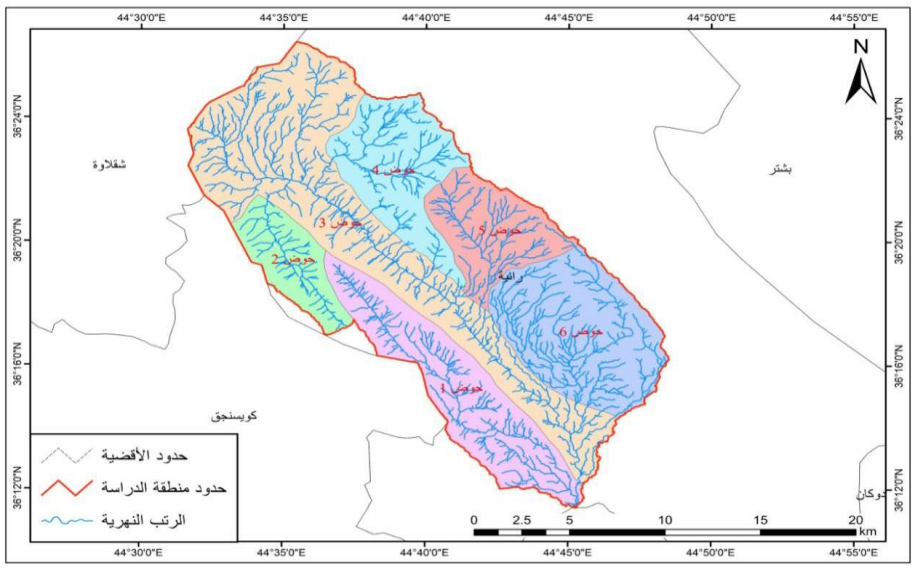
٣-**الفئة الثالثة** : القيم الأقل من (٥٧) وتشـمل الاحواض (١،٢،٣،٤، الرئيسـي) اذ ســـجلت (٥٠، ٥٠.١٠ ، ٥٤.٧ ، ٥٠ ، ٥٠.٢٩) على التوالي اذ تميزت بنشاط تكتوني منخفض.

جدول (٢) مؤشر (AF) لأحواض ايندزه

الاحواض	AR	AT	AF	الصنف	الدرجة
١	٢٧.٥٦٠٥	٥٥,١٢١	٥٠	٣	منخفض النشاط
٢	٥٩,٨٥٣	١١٩,٤٤٦	٥٠,١٠	٣	منخفضة النشاط
٣	٢٣,٣٧٦٥	٤٢,٧٥٣	٥٤,٧	٣	منخفضة النشاط
٤	١٦,٦٠٩	٣٣,٢١٨	٥٠	٣	منخفضة النشاط
٥	١٧,٤٥٤	٢٢,٩٠٨	٧٦,١٩	١	عالية النشاط
٦	٣٥,٦١٨	٦١,٢٣٦	٥٨,١٦	٢	معتدلة النشاط
الرئيسي	١٦٨,٣٤١	٣٣٤,٦٨٢	٥٠,٢٩	٣	منخفضة النشاط

المصدر/اعتمادا على جدول (١) وانموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.4

خريطة (٢) حوض ايندزه والاحواض الثانوية



المصدر/ من عمل الباحث بالاعتماد على أنموذج الارتفاع الرقمي (DEM) والخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس ١:١٠٠٠٠٠لسنة ١٩٩٢ واستخدام برنامج Arg GIS 10.5

٢-مؤشر تعرج مقدمة الجبل (SMF):

مؤشر (SMF) هو التوازن بين قوة التعرية التي تميل الى قطع وتعرية واجهة الجبل والقوة التكتونية التي تميل إلى الوصول الى جبهة جبلية مستقيمة . يتم تعريفها على أنها النسبة بين (Lmf) طول الجبهة الجبلية على طول قاعدتها عند التغير في الانحدار، و (Ls) طول الخط المستقيم للجبهة الجبلية نفسها بأكملها من بداية القياس الى نهايته, ولا سيما ان المؤشر في الجبهات الجبلية النشطة من الناحية التكتونية غالبا ما تكون اكثر استقامة من الجبهات الجبلية في المناطق التي تهيمن فيها التعرية على نشاط التكتونية ، لذلك يعتبر من المؤشرات التي تستخدم لقياس التشكيل الأرضي والنشاط الزلزالي ، وتم اعتماد المعادلة الحسابية الاتية[٣]:

$$SMF=LMF/LS$$

اذ ان

LMF= طول مقدمة الجبل بشكل متعرج

LS= طول خط المستقيم للجبهة الجبلية نفسها

من خلال تطبيق المعادلة تم تصنيف الاحواض في ايندزه الى فئتين وكما في جدول (٣) و(٤) وخريطة (٢) وهي كما يأتي:

١-**الفئة الأولى** : تضم (٦) احواض وهي (١،٢،٣،٤،٥،٦) ، اذ سجلت على التوالي (١,٢٤ ، ١,٥٦ ، ١,١٧ ، ١,٣٨ ، ١,٥٦ ، ١,٤٥) ، اذ تتميز بنشاط عالي .

٢-**الفئة الثانية** : تضم الحوض الرئيسي اذ سجل (١,٧٥)، اذ تتميز بنشاط معتدل.

جدول (٣) قيم مؤشر تعرج مقدمة الجبل (SMF)

درجة مؤشرِ SMF	الصنف	القيم	الاحواض
عالية النشاط	١	١-١.٦	١،٢،٣،٤،٥،٦
معتدلة النشاط	٢	١.٦ -٣	الرئيسي
منخفضة النشاط	٣	٣-٥	---

المصدر/ Bull, W.B. and Mcfadden ,L.D.(1977) . Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault ,California, ln: doihring, D.O. (Ed.), Geomorphology in Arid Regions .proceedings of Eighth Annual Geomorphological, Symposium, State University ,New (York, Binghamton, P122

جدول (٤) مؤشر تعرج مقدمة الجبل (SMF) لأحواض ايندزه

الاحواض	LMF كم	Ls كم	SMF كم	الصنف	الدرجة
١	٢٥,١٦٣	٢٠,١٦٣	١،٢٤	١	عالية النشاط
٢	١٣,٩٦٥	٨,٩٤٤	١,٥٦	١	عالية النشاط
٣	٣٣,٩٥٨	٢٨,٩٥٨	١,١٧	١	عالية النشاط
٤	١٧,٨٨٣	١٢,٨٨٣	١,٣٨	١	عالية النشاط
٥	١٣,٧٧٨	٨,٧٧٨	١,٥٦	١	عالية النشاط
٦	١٥,٨٨٦	١٠,٨٨٦	١,٤٥	١	عالية النشاط
الرئيسي	٢٣,٥٤٧	١٣,٤١٥	١,٧٥	٢	معتدلة النشاط

المصدر/اعتمادا على جدول (٣) وانموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.4

٣-مؤشر شكل الحوض (BS):

يستخدم هذا المؤشر للدليل عن الاختلافات الشكلية لأحواض ايندزه، حيث تمثل القيم العالية لمؤشر شكل حوض التصريف (BS) حصول نشاط تكتوني عالي، وهذ يعني اقتراب الشكل الى الشكل المستطيل، اما في حالة انخفاض قيمة المؤشر (BS) اذ يكون منخفض نشاط تكتوني، أي اقتراب شكل الحوض الى شكل دائري كما في الجدول (٥) ويعبر عنها بالمعادلة الحسابية التالية[٤]:

$$BS = BL / Bw$$

BL= طول الحوض

Bw= عرض الحوض

جدول (٥) قيم مؤشر شكل الحوض (BS) لأحواض ايندزه

الصنف	درجة مؤشر BS	المدى	الاحواض
١	عالية النشاط	٧ فاكثر	١ ، ٣
٢	معتدلة النشاط	٤-٧	٤
٣	منخفضة النشاط	اقل من ٤	٢،٥،٦،الرئيسي

المصدر/ Keller, E, A, and pinter, n Active Tectonics, Earthquakes, Uplift, and Landscape 2002, p125,

من خلال تطبيق المعادلة الحسابية وجدول (٥) تم تصنيف احواض ايندزه الى ثلاث فئات وكما في جدول (٦) وخريطة (٢) وكما يلي:

١-**الفئة الأولى** : يمثل حوضين هما (١ ، ٣) اذ بلغت على التوالي (٧,٣٧ ، ١٩,٦١)وهذا يعني احواض ذات نشاط تكتوني عالي وهذا يعني ذات شكل قريب من المستطيل.

٢-**الفئة الثانية** : تمثل حوض (٤) اذ بلغ حوالي (٤,٩٩) وهذا يعني حوض ذات نشاط تكتوني معتدل نتيجة لاقتراب الشكل من الشكل المستطيل.

٣-**الفئة الثالثة** : تمثل الاحواض (٢ ، ٥ ، ٦ ، الرئيســـي)اذ بلغت (٠،٦٦ ، ٣،٣٦ ، ١،٩٣ ،٠،٥٣) وتكون ذات نشـــاط تكتوني منخفض نتيجة اقتراب الشكل من الشكل الدائري.

جدول (٦) مؤشر (BS) لأحواض ايندزه

الاحواض	BL	BW	BS	الصنف	الدرجة
١	٢٠,١٦٣	٢,٧٣٣	٧,٣٧	١	عالية النشاط
٢	٨,٩٤٤	١٣,٣٥٤	٠,٦٦	٣	منخفضة النشاط
٣	٢٨,٩٥٨	١,٤٧٦	١٩,٦١	١	عالية النشاط
٤	١٢,٨٨٣	٢,٥٧٨	٤,٩٩	٢	معتدلة النشاط
٥	٨,٧٧٨	٢,٦٠٩	٣,٣٦	٣	منخفضة النشاط
٦	١٠,٨٨٦	٥,٦٢٥	١,٩٣	٣	منخفضة النشاط
الرئيسي	١٣,٤١٥	٢٤,٩٤٨	٠,٥٣	٣	منخفضة النشاط

المصدر/اعتمادا على جدول (٥) وانموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.4

٤-مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره (SL) :

يعد مؤشـــر انحدار مجرى النهر (SL) بمثابة مؤشـــر للوعورة النســـبية للمقطع الحقيقي عند نقطة ما . يرتبط الانحدار بطاقة النهر أو كفاءته وكذلك بخصـــائص قناة المجرى ومقاومتها للجريان، لا سيما ان مؤشر (BS) حساس للتغير في الميل لذلك فهو أداة قيمة لتقييم التكتونية النشـــطة، بما أن مؤشـــر الانحدار يعتمد على التكتونية وصخور القاعدة، فمن الصعب التميز بين آثار هذان العاملين، ولا سيما هناك علاقة قوية بين مقاومة الصخور ومؤشر انحدار المجرى. تظهر قيم المؤشر مرتفعة في الصخور الصلبة ، وبينما تكون قيمة المؤشر منخفضة في الصخور الهشة ، لذلك تكون قيم المؤشر عالية في الصخور الهشة ذات المقاومة المنخفضة وقد تشير إلى التكتونية النشطة المحتملة(٥).

تعد الحواجز الصخرية أو الحافات الصخرية بمثابة حافات للوديان ذات الانحدارات الشـــديدة التي يزيد انحدارها عن ٤٠ درجة. ترتبط نشـــأت هذه الحافات الصـــخرية والحواجز الصـــخرية بطبيعة الطبقات الصـــخرية الأفقية وتركيبها المتعاقب بين الطبقات إذ أنها تكون صـــلبة في الأعلى ورخوة في الاســـفل وترتبط أيضـــاً بعوامل التعرية المتمثلة بالحث الرأسي والجانبي للمياه الجارية(٦).

ان تطور التضـــاريس ينتج عن عمليات التعرية مثل المجاري والأنهار التي تتدفق على صـــخور وتربة ذات قوة متغير، تم حســـاب قيم المؤشـــر (SL) بالاعتماد على المعادلة الحسابية التالية(٧):

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

اذ ان

SL = مؤشر تدرج انحدار مجرى النهر

ΔH =هو الفرق الارتفاع بين نهايات منطقة القياس

ΔL = المسافة الافقية للمقطع المراد قياسه

L = هو المسافة الأفقية من منطقة تقسيم المياه الى وسط المنطقة المطلوب قياسها

جدول (٧) قيم مؤشر طول المجرى ودرجة انحداره SL لأحواض ايندزه

الصنف	درجة مؤشرSL	المدى	الاحواض
١	عالية النشاط	٥٠٠ فاكثر	١ ، ٢ ، ٣ ، ٤، ٥ ، ٦ ، الرئيسي
٢	معتدلة النشاط	٣٠٠-٥٠٠	--------
٣	منخفضة النشاط	٣٠٠واقل	---------

المصـــــدر/ Keller, E, A, and pinter, n Active Tectonics, Earthquakes, Uplift, and Landscape 2002, p139,

من خلال تطبيق المعادلة الحسابية لمؤشر(SL) تبين ان جميع احواض ايندزه ذات نشاط عالي، وكما في جدول (٨).

جدول (٨) مؤشر (SL) لأحواض ايندزه

الاحواض	L	ΔL	ΔH	SL	الصنف	الدرجة
١	٢٠,١٦٣	٢٠,١٦٣	٩٧٦	٩٢٧،٤٩	١	عالية النشاط
٢	٨,٩٤٤	٨,٩٤٤	٦٤٩	٦٤٣،٩٦	٣	عالية النشاط
٣	٢٨,٩٥٨	٢٨,٩٥٨	١٤٣٤	١٤١٦	١	عالية النشاط
٤	١٢,٨٨٣	١٢,٨٨٣	١٦٢٢	١٥٨٧	٢	عالية النشاط
٥	٨,٧٧٨	٨,٧٧٨	١٢٨٦	١٢٣٥،٤	٣	عالية النشاط
٦	١٠,٨٨٦	١٠,٨٨٦	١٠١٥	٩٢٠	٣	عالية النشاط
الرئيسي	١٣,٤١٥	١٣,٤١٥	١٧٨١	١٦٥١	٣	عالية النشاط

المصدر/اعتمادا على جدول (٧) وانموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.4

٥-مؤشر عرض أرضية الوادي الى ارتفاع الوادي (VF) :

مؤشر (VF) يحدد التباين بين أرضية الاودية التي تظهر على شكل (V) وهي ذات قيم منخفضــة وبين الوديان ذات الأرضــية العريضــة التي يكون شـكلها مثل حرف

(U) وهي ذات قيم عالية ، بالإضـافة يمكن وصـف الوادي ذات شـكل حرف (v) بانه تكون اسـتجابة للرفع النشـط بينما تطور الوادي ذات شـكل حرف (U) بسـبب التعرية الجانبية للأودية المنحدرة اسـفل التلال والتي تعكس فعالية تكتونية منخفظة، حيث ينخفض المؤشر (VF) عن منابع الاحواض والتي تعكس تكتونية عالية وتزداد القيم كلما تقدمنا نحو منطقة المصـب والتي تمتاز بتكتونية منخفضـة، تم حسـاب موشـر عرض أرضـية الوادي الى ارتفاع الوادي (VF) اعتمادا على الجدول (٩) والمعادلة الحسابية الاتية[٨]:

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

حيث ان :

VF= هي نسبة عرض أرضية الوادي الى ارتفاعه.

VFW= عرض أرضية كل وادي.

Eld = ارتفاع جانب الايسر من الوادي.

Erd= ارتفاع جانب الأيمن من الوادي.

Esc = متوسط ارتفاع أرضية الوادي.

جدول (٩) قيم مؤشر (VF) لأحواض ايندزه

الصنف	درجة مؤشر VF	المدى	الاحواض
١	عالية النشاط	>١.٢	١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، الرئيسي
٢	معتدلة النشاط	١.٢-٢.٨	--------
٣	منخفضة النشاط	<٢.٨	---------

المصدر/ Keller, E, A, and pinter, n Active Tectonics, Earthquakes, Uplift, and Landscape 2002, p125.

من خلال تطبيق المعادلة الحسابية لمؤشر (VF) تبين ان جميع احواض ايندزه ذات نشاط عالي، وكما في جدول (١٠).

جدول (١٠) مؤشر (VF) لأحواض ايندزه

الاحواض	VFW	Esc	ERd	Eld	VF	الصنف	الدرجة
١	٢,٧٣٣	٩٧٦	١٥٠٠	١٥٠١	٠,٠٠٥	١	عالية النشاط
٢	١٣,٣٥٤	٦٤٩	١٤٩٢	١٤٨٢	٠,٠١	١	عالية النشاط
٣	١,٤٧٦	١٤٣٤	١٩٧٦	١٩٧٠	٠,٠٠٢	١	عالية النشاط
٤	٢,٥٧٨	١٦٢٢	٢٣٠٦	٢٣٠١	٠,٠٠٤	١	عالية النشاط
٥	٢,٦٠٩	١٢٨٦	١٩٥٤	١٩٤٢	٠,٠٠٣	١	عالية النشاط
٦	٥,٦٢٥	١٠١٥	١٥٨٥	١٥٨٤	٠,٠١	١	عالية النشاط
الرئيسي	٢٤,٩٤٨	١٧٨١	٢٣٠٦	٢٣٠٤	٠,٠٤	١	عالية النشاط

المصدر/اعتمادا على جدول (٩) وانموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.4

٦-مؤشر الفعالية التكتونية النسبية (LAT) :

يعتمد تصنيف مؤشر الفعالية التكتونية النسبية على جميع نتائج التصانيف للمؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني ولجميع الاحواض في ايندزه ، بالإضافة انه بمثابة المحصلة النهاية لبيان تأثير قيم المؤشرات الجيومورفولوجية بالنشاط التكتوني الصادرة من حوض ايندزة ، وذلك يعكس نسبة النشاط التكتوني لجميع المؤشرات بجميع الاحواض ، اذ يعطي نظره شمولية عن مدى تأثير قيم المؤشرات الجيومورفولوجية بالانشطة التكتونية في حوض ايندزه ، أي عن طريق جمع نتائج قيم تصنيف المؤشرات الجيومورفولوجية السابقة في مصفوفة واحدة

ومن ثم إعطاء كل مؤشر قيمة معينة لكي يمثل التصنيف النهائي ، وتم استخراجها من المعادلة التالية :

$$LAT = S/N$$

حيث ان :

LAT= التصنيف النهائي لمحصلة المؤشرات النشاط التكتوني .

S= رقم صنف المؤشر لكل حوض مائي في منطقة الدراسة.

N= عدد المؤشرات .

جدول (١١) قيم مؤشر (LAT) لأحواض ايندزه

الصنف	درجة مؤشرLAT	المدى	الاحواض
١	عالية النشاط جدا	١ – ١,٥	١ ، ٣، ٥
٢	عالية النشاط	١,٥ – ٢	٢ ، ٤ ، ٦
٣	معتدلة النشاط	٢ – ٢,٥	الرئيسي
٤	منخفضة النشاط	٢,٥ فاكثر	----------

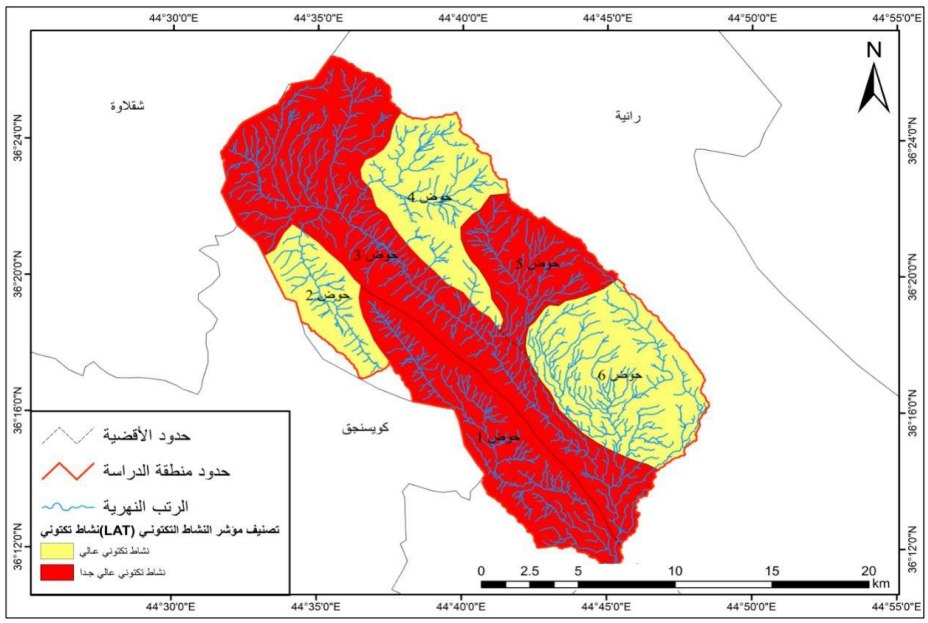
المصدر/ R.E, Hamdouni , C,Irigaray, T, Fernandes ,J, Chacon,E,A,Keller.(2008) ,Assessment of relative active tectonic ,south west border of Sierra southern Spain Journal of Geomorphology Elsevier.p150.

جدول (١٢) مؤشر (LAT) لأحواض ايندزه

الاحواض	AF	SMF	BS	SL	VF	S/N	LAT	الصنف	الدرجة
١	٣	١	١	١	١	٧	١.٤	١	عالية النشاط جدا
٢	٣	١	٣	١	١	٩	١.٨	٢	عالية النشاط
٣	٣	١	١	١	١	٧	١.٤	١	عالية النشاط جدا
٤	٣	١	٢	١	١	٨	١.٦	٢	عالية النشاط
٥	١	١	٣	١	١	٧	١.٤	١	عالية النشاط جدا
٦	٢	١	٣	١	١	٨	١.٦	٢	عالية النشاط
الرئيسي	٣	٢	٣	١	١	١٠	٢	٣	معتدلة النشاط

المصدر/اعتمادا على جدول (١١) وانموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وبرنامج Arc GIS 10.4

خريطة (٣) التصنيف النهائي لمؤشرات النشاط التكتوني النسبية (LAT)



المصدر/ من عمل الباحث باستخدام برنامج Arc GIS 10.5

ومن خلال تطبيق المعادلة الحسابية لمؤشر الفعالية التكتونية النسبية (LAT) وجدول (١١) و(١٢) وخريطة (٣) تم تصنيف أحواض ايندزه الى ثلاث أصناف وكما يلي :

١-**الصنف الأول** : ويشمل ثلاث احواض هي (١، ٣ ، ٥) اذ بلغت (١.٤ ، ١.٤ ، ١.٤) على التوالي وهي احواض ذات نشاط تكتوني عالي جدا .

٢-**الصنف الثاني** : وشمل ثلاث احواض هي (٢ ، ٤ ، ٦) اذ بلغت (١.٨ ، ١.٦ ، ١.٦) على التوالي وهي احواض ذات نشاط تكتوني عالي .

٣-**الصنف الثالث** : ويضم حوض الرئيسي اذ بلغ (٢) وهو حوض ذات نشاط تكتوني معتدل .

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

١- لقد أظهرت نتائج قياسات المؤشرات التكتونية ضمن حوض ايندزه ثلاث تصانيف للفاعلية التكتونية اعتمادا على اهم التصانيف التكتونية المعتمدة، اذ أظهرت ثلاث احواض ذات نشاط تكتوني عالي جدا وتتمثل بالأحواض (١، ٣ ، ٥) وثلاث احواض ذات نشاط تكتوني عالي وتتمثل بالأحواض (٢، ٤ ،٦) ، في حين أظهرت الدراسة ان الحوض الرئيسي ذو نشاط تكتوني منخفض.

٢- احواض ايندزه لها مخاطر جيومورفولوجية على النشاطات البشرية (السكن، النقل، السياحة) مثل الانهيارات الصخرية وحركة سقوط الصخوروالسيول.

التوصيات

١- اجراء دراســـة حديثة وتحليل للمخاطر الجيومورفولوجية في حوض ايندزه التي تتعرض الى مخاطر الســـيول وحركة المواد وبيان ســـير العمليات الجيومورفولوجية (التعرية والترســـيب) مع بيان تأثيرها على النشـــاط التكتوني.

٢- التوسع في الزراعة بشكل متطور وحسب الدراسة، ولا سيما على المنحدرات لتثبيت التربة من مخاطر التعرية .

٣- رســـم خرائط تحديد المناطق الامنة والمســـتقرة جيومورفولوجيا والنشـــاط التكتوني لاستعمالات البشرية .

هوامش البحث:

(1) Cloetingh, S., Cornu, T., (2005). ***Surveys on environmental tectonics***. Quatern. Sci. Rev. 24, pp. 235-240.

(2) Keller, E, A, and pinter, n. (2002). ***Active Tectonics***, Earthquakes, Uplift, and Landscape, p.125.

(3) R.E, Hamdouni, C, lrigaray, T, Fernandes , J Chacon, E, A, Keller. (2008), Assessment of relative active tectonic ,south west border of Sierra southern Spain ***Journal of Geomorphology Elsevier***. P.163.

(4) Verrios, Zygouri, and Kokkalas. (2004). ***Morphotectonic Analysis in the Eliki Fault Zone (Gulf of Corinth Greece)***, Bulletin of the Geological Society of Greece International Congress, p.34.

(5) Hack, J.T., (1973). ***Stream-profiles analysis and stream-gradient index***, pp. 421-429.

(٦) عبير عدنان خلفة الخزاعي، د. رقية أحمد محمد امين، د. خالد مرزوك الخليفاوي، الخريطة الجيومورفية لمنطقة أم رحل تحليل خرائطي مقارن للنظام الهولندي ITC ونظام التصنيف المحلي بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، مجلة مداد الاداب، مجلد ١٥ عدد ٣٩ (٢٠٢٥)، ص٢١٤٨.

(7) EI-Hamdouni, R. Irigaray, C. Fernandez, T. Chacon J. and Keller, E.A. (2008). ***Assessment of Relative Active Tectonics, southwest Border of sierra Nevada (Southern spain)***. Geomorphology, 96:150-173.

(8) Bull, W.B. and Mcfadden ,L.D.(1977) . ***Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault*** ,California , ln: doihring , D.O. (Ed.), Geomorphology in Arid Regions .proceedings of Eighth Annual Geomorphological, Symposium, State University ,New York , Binghamton.

المصادر والمراجع

١. الخزاعي، عبير عدنان خلفة، وامين، رقية أحمد محمد، والخليفاوي، خالد مرزوك. (٢٠٢٥). الخريطة الجيومورفية لمنطقة أم رحل تحليل خرائطي مقارن للنظام الهولندي ITC ونظام التصنيف المحلي بالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، مجلة مداد الاداب، مجلد ١٥ عدد ٣٩.

2. Bull, W.B. and Mcfadden ,L.D.(1977) . ***Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault*** ,California , ln: doihring , D.O. (Ed.), Geomorphology in Arid Regions .proceedings of Eighth Annual Geomorphological, Symposium, State University ,New York , Binghamton.
3. Cloetingh, S., Cornu, T., (2005). ***Surveys on environmental tectonics***. Quatern. Sci. Rev. 24.
4. EI-Hamdouni, R. Irigaray, C. Fernandez, T. Chacon J. and Keller, E.A. (2008). ***Assessment of Relative Active Tectonics, southwest Border of sierra Nevada (Southern spain)***. Geomorphology, 96:150-173.
5. Hack, J.T., (1973). ***Stream-profiles analysis and stream-gradient index***.
6. Keller, E, A, and pinter, n. (2002). ***Active Tectonics***, Earthquakes, Uplift, and Landscape.
7. R.E, Hamdouni, C, lrigaray, T, Fernandes , J Chacon, E, A, Keller. (2008), Assessment of relative active tectonic ,south west border of Sierra southern Spain ***Journal of Geomorphology Elsevier***.
8. Verrios, Zygouri, and Kokkalas. (2004). ***Morphotectonic Analysis in the Eliki Fault Zone (Gulf of Corinth Greece)***, Bulletin of the Geological Society of Greece International Congress.

Translation of the Arabic references:

Al-Khazai, Abeer Adnan Khalfa, Amin, Ruqayya Ahmed Mohammed, and Al-Khalifaoui, Khaled Marzouq. (2025). Geomorphic map of Umm Rahl

area: A comparative cartographic analysis of the Dutch ITC system and the local classification system based on artificial intelligence techniques, Madad Al-Adab Journal, Volume 15, Issue 39.