Copyright © Open access article with CC BY-NC-ND 4.0

دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للعمليات المورفوتكتونية في حوض وادي ژاراوه

أ.م.د.سايه سلام صابر

قسم الجغرافية / كلية العلوم الانسانية / جامعة السليمانية گۆڕانی ئاوهەوا ako

Saya.sabir@univsul.edu.iq

الملخص:

البحث تهدف هذه الدراسة الى تحليل التباين المكاني لتاثير نشاط العمليات المورفوتكتونية لحوض وادى ژاراوه والاحواض الثانوية لها البالغة عددها (١٠) احواض. تم الاعتماد في هذه الدراسة على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) و استخدام برنامج (ARC GIS) لاستخلاص الشبكة المائية و تحديد عدد الاحواض، اذ تبين من خلال النتائج مدى شدة النشاط التكتوني ذلك وفق معايير محددة لكل معادلة، و كان النشاط التكتوني عالي التأثير في الجهات الشمالية و الشرقية للحوض، حيث بلغت قيمة مؤشر عامل عدم التماثل (AF) بين متوسط الى منخفض التأثير ما بين حدود (٥٧ الى ٦٥)، اما قيمة مؤشر طول المجرى و درجة الانحدار(SL) فقد كانت قيمتها من (٣٠٠ الى ٥٠٠) اى ضمن فئات المتوسط الى عالي التأثير، اما قيمة مؤشر تعرج مقدمة الجبل (SMF) فكانت عالية بشكل عام. كما بلغ معدل قيمة التكامل الهبسومترى لكل الاحواض الثانوية (٠,٤٧) و هذا دليل على وصول الحوض الى مرحلة النضج اي مرحلة التوازن ، اى ان نسبة (٥٠٪) تقريبا من اراضي هذه الاحواض تمت ازالتها بواسطة التعرية النهرية.وقد تم الاعتماد على منهج (التحليل الكمي) و (منهج النشأة والتطور) الذي يركز على تاثير البنية الارضية والتطورالذي حصل على الاشكال الارضية عبر العصور الجيولوجية التى مرت بها المنطقة.

كلمات مفتاحية: العمليات المورفوتكتونية، التكامل الهبسومتري، مؤشر عامل عدم التماثل، مؤشر تعرج مقدمة الجبل

Recieved: 3/4/2024
Accepted: 2/5/2024

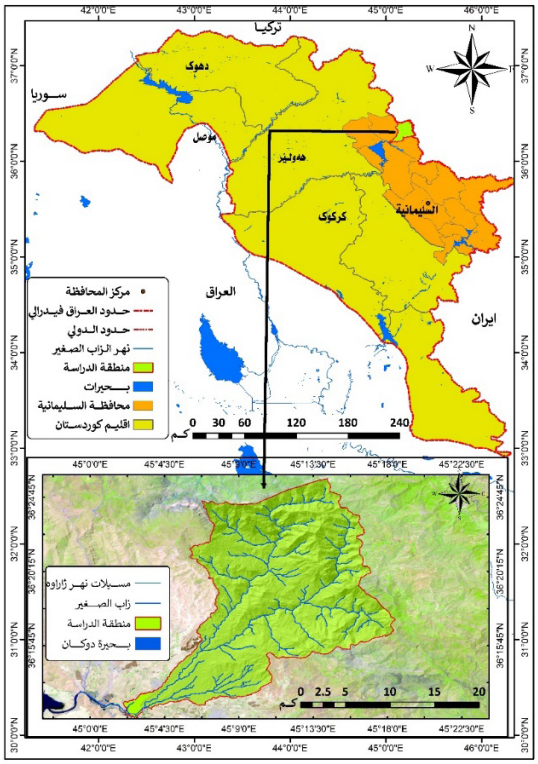
E-ISSN: 2790525-X
P-ISSN: 27905268

المقدمة

تعد العمليات التكتونية من العوامل الاساسيه في تشكيل المظاهر الارضية، و من المعروف ان الحركات الداخلية تؤثر على المكاشف الصخرية و التكتونات الجيولوجية، و لتحديد فعالية النشاط التكتوني يتم الاعتماد على تطبيق المعادلات الحسابية حيث من خلالها يمكننا ان نوضح دور التشوهات البنيوية في تشكيل الوحدات الجيومورفولوجية في الاحواض المائية. ان لهذه العمليات دورا بازرا في نتشيط عمليات التعرية والترسيب، و هناك علاقة قوية بين الاشكال الارضية و التاريخ الجيولوجي للحوض خلال المدة الزمنية التي مر بها الحوض، و من خلال الاستعانة بالتطور العلمى الحاصل في مجال التكنولوجيا و تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية فقد تمكننا من معرفة النشاط و العمليات المورفوتكتونية و تاثيرها على الاشكال الارضية في الحوض، فضلا عن استخدام بعض الموديلات البرامجية و المقياس الكمية من اجل اجراء عملية التحليل و تفسير و مراقبة التغيرات الحاصلة في المظاهر الارضية .

حدود البحث : يقع منطقة الدراسة ضمن المساحة الصغيرة من الجبال معقدة الالتواء على الحدود العراقية الايرانية،يحدها من الشمال الشرقي والجنوب الشرقي حوض وادي شرويت (دۆڵەبەفرە) و من الشمال الغربى و الشمال الشرقي حوض وادي هەڵشۆ (قەلادزە). فلكيا تقع منطقة الدراسة بين خطي الطول (٤٥:٠٠٢:٠١) الى (٤٥:١٧:٠٠) شرقا و بين دائرتي عرض (٣٦:١١:٤٠) الى (٣٦:٢٦:٠٠) شمالا. و تقع اداريا في المحافظة السليمانية ضمن قضاء (پشدر). تبلغ مساحة منطقة الدراسة (٣٠٧,٨٦)كم٢، أذ يبلغ طول الحوض (٣٣,٤٣كم) و عرضها (٢٠,١٥كم) و يعتبر حوض (وادي ژاراوه) احدى الروافد التي تصب في نهر الزاب الصغير بالقرب من قرية (برايم ئاوا) و يقع جزء من الحوض ضمن الاراضي الايرانية ضمن سهل (وەزينة) الايرانية و يدخل هذا النهر الاراضي العراقية (قضاء پشدر) في منطقة (نۆكان) بالقرب من قرية (زەلێ). يتكون هذا الحوض من فرعين رئيسين و هما فرع (هەڵشۆ) في الجهة الشرقية و فرع (بەستەستينە) في الجهه الغربية و تقع سلسلة جبال قنديل في الجهة الشمالية حيث تمثل الحدود الفاصلة بين الدولتين (الايرانية و العراقية).خارطة (١).

الخارطة (١) موقع منطقة الدراسة ضمن الاقليم كوردستان و محافظة السليمانية



مشكلة البحث : تتلخص مشكلة البحث بهذه الاسئلة:

كيف اثرت العمليات المورفوتكتونية على المجرى الرئيسي للحوض؟

هل اثرت العمليات المورفوتكتونية على المظهر الارضي للحوض؟

هل تتميز منطقة الدراسة بشدة تاثرها بالنشاط التكتوني؟

هدف البحث : تهدف الدراسة الى:

تحديد و تصنيف درجات تاثير النشاط التكتوني للمنطقة من خلال استخدام عدة مؤشرات .

تحليل و مراقبة التغيرات الحاصلة في الاشكال الارضية من خلال استخدام موديلات برمجية و مقايسها الكمية للمؤشرات الجيومورفولوجية.

دراسة الجوانب الاساسية للعوامل المؤثرة في تنشيط العمليات الجيومورفولوجية النهرية.

منهجية البحث: تم الاعتماد على منهج التحليل الكمي و الذي يركز على استخدام البيانات الرقمية و نموذج الارتفاعات الرقمية و استخدام بعض البرامج الاخرى.

هيكلية البحث : يتضمن البحث محورين اساسيين، المحور الاول: يتضمن بعض الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة المتمثلة بالخصائص الجيولوجية و التضاريسية. المحور الثاني: يتضمن بناء نموذج للعمليات المورفوتكتونية .

المحور الاول : بعض الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة:

١-البنية الجيولوجية: تلعب البنية الجيولوجية دورا رئيسيا في تحديد خصائص الحوض من حيث شكله و انحداره و نوع الطبقات الصخرية و عمقها و ميلها و تجانسها و درجة تعرضها للصدوع و الفواصل. فيما يتعلق بالتقسيم التكتوني لمنطقة الدراسة فان الحوض يقع في منطقة الرصيف غير المستقر فى نطاق الطيات العالية (نطاق رانية - قمجوغة)، حيث اثرت على هذا النطاق (الحركة الالبية) بصورة قوية (Buday;١٩٨٠;p١٩). يتميز هذا النطاق بوجود طيات محدبة ومقعرة خصوصا في الجهات الشمالية و الشمالية الشرقية ضمن سلسلة جبال قنديل ذات الطيات الطويلة و الضيقة و غير المتناظرة، ان التطابق الطبقي للتكوينات الظاهرة على السطح ترسبت من بداية العصر الكريتاسي من الزمن الجيولوجي الثاني الى ترسبات العصر الجيولوجي الرابع (الحديث)، خارطة (٢)، تتواجد مجموعة صخور (شلير و قنديل) بشكل شريط واسع في الجهات الشمالية والشمالية الشرقية للحوض حيث يتشكل تكوين قنديل من الصخور المتحولة مثل (الماربل و السلت و الشست) و الصخور النارية مثل (البازلت و الجابرو) و الجزء العلوي يتكون من الصخور الرسوبية الحاوية على المتحجرات. اما تكوين شلير فيتكون من صخور نارية و متحولة زاحفة من الصفيحة الايرانية مثل صخور (الشست و المرمر) (Buday;١٩٨٠;p٨١).

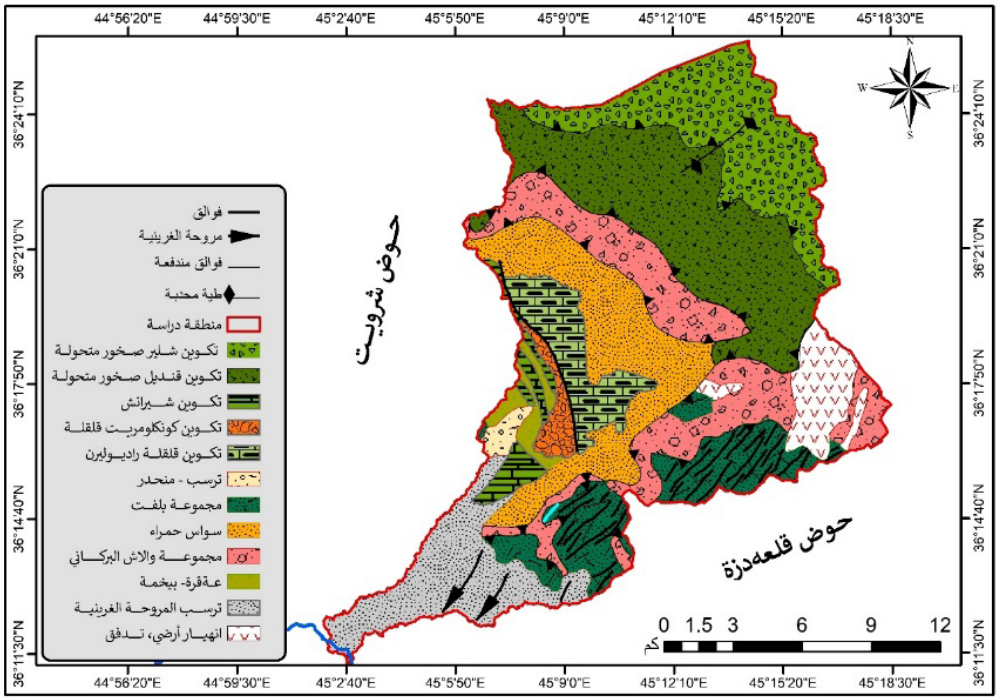
وفي وسط الحوض تتواجد مجموعة والاش بشكل شريط ضيق يمتد من الجهة الشرقية الى وسط الحوض و يتواجد ايضا بشكل بقع في بعض الجهات الجنوبية الغربية للحوض. و هو يتكون من صخور الطفل و الجحر الرملي مع البازلت و صخور الجيرت.

اما تكوين سواس الحمراء (Suwais red bed) فيمتد بشكل شريط من الجهة الشرقية الى الوسط و بعض الاجزاء من الجهة الغربية حيث يتكون من الحجر الطيني الاحمر و الحجر الرملي و المدملكات.(Kurdistan Regional Government,٢٠١١;p١٣)

و في وسط الحوض يتواجد تكوين (قلقلة راديوليت) الذي يتكون من صخور الصوان و المدملكات على شكل طبقات

المدملكات (الراديولارية) مع وجود بعض الطبقات من حجر الجير. اما تكوين (عقرة -بخمة) فيتواجد بشكل بقع صغيرة جدا في الجهة الجنوبية الشرقية حيث تتكون من الصخور الجيرية و الدولوماتية (الجاف،٢٠١١، ص.١٧-١٩).

الخارطة (٢) التكوينات الجيولوجية في حوض وادى ژاراوه

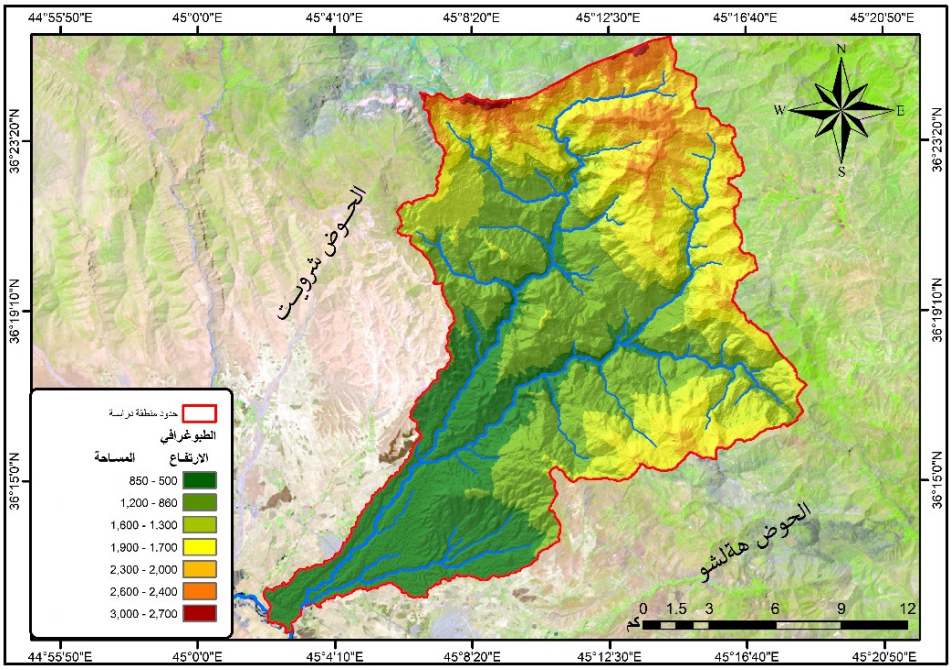


و في وسط الحوض تتواجد مكاشف لتكوين (شرانيش) حيث تتكون من الطفل الصفائحي و الماربل ذات اللون الازرق و الرمادي، اما الجزء السفلي فيتكون من طبقات الحجر الجيري الطينية يتفاوت لونها من الابيض الى الرمادي الفاتح و تحتوي بعض الصخور الجيرية على متحجرات بحرية (V. Sissakian; ١٩٨٤; p١٤٣).

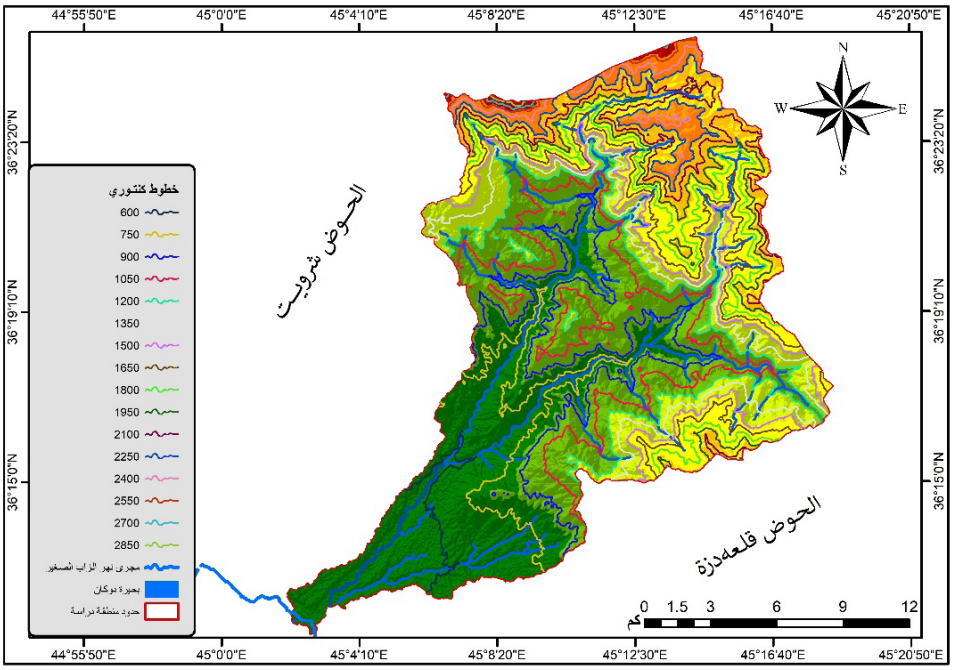
اما ترسبات العصر الرباعي فتتواجد في الجهة الجنوبية من الحوض خصوصا في منطقة المصب، و تشمل على نوعين من الترسبات و هي الترسبات القديمة التى ترسبت في عصر البلايستوين و الترسبات الحديثة التي ترسبت في عصر الهولوسين. و تظهر الترسبات على ضفاف مجرى الاودية الرئيسية حيث تتكون من طبقات من رواسب الصخور الغنية بالحصى المنقولة و المترسبة في الشرفات النهرية، كما تتواجد السهول الفيضية حول مجرى الاودية الرئيسية والثانوية، و عند مصب الحوض تتكون الطبقة السطحية من الترسبات الطينية المختلطة مع الحصى. (الحسيني، ٢٠٠٩، ص. ١٢-١٣).

٢-الخصائص السطحية: تم تحديد منطة الدراسة بالاعتماد على بيانات الارتفاع الرقمي إذ تتباين منطقة الدراسة في ارتفاعاتها وخصائص سطحها من منطقة الى اخرى. يقع حوض وادى (ژاراوه) ضمن اقليم الجبال معقدة الالتواء في الجهة الشمالية الشرقية لاقليم كردستان و التي تتميز بطابعها الجبلي و بكثرة الارتفاعات و الالتواءات. فقد بلغت اعلى نقطة في الحوض (٢٩٤٦م) فوق مستوى سطح البحر عند منابعه العليا (خارطة الفئات التضاريسية رقم ٣ و الخارطة الكنتورية رقم ٤)، الواقعة في الاجزاء الشمالية و الشمالية الشرقية. اما الاجزاء الوسطى و حتى المصب الواقع في الجزء الجنوبي و الجنوبي الغربي و الشرقي فتمتاز بقلة ارتفاعها، و من اهم الجبال المتواجدة في الحوض خصوصا في الجهات الشمالية و الشمالية الشرقية هو جبل (مۆزه رێن ٢٤٧٠م و جبل مارەبەستە ٢٣٧٠م و جبل گوێزێ ٢٢٢١م و جبل بانه سوور ٢٤٠٤م جبل جاسوسان ٢٠٨٠م و قمه ئاخورە ٢١٠٣م) (درويش ، ٢٠١٦،لا. ٧٩١)، في حين يصل ادنى ارتفاع في الحوض الى ٤٩٠م عند منطقة مصب الحوض.

الخارطة (٣) الفئات التضاريسية لحوض وادي ژاراوه



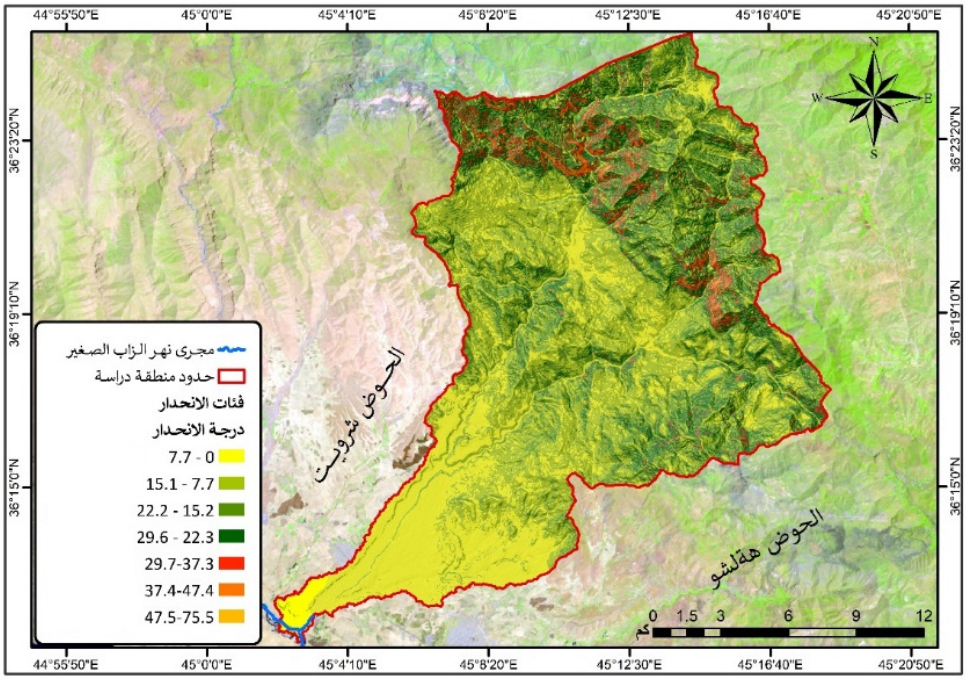
الخارطة(٤) الخطوط الكنتورية (الارتفاعات مساوية لنموذج الارتفاع الرقمى DEM)



٣-خصائص الانحدار: يؤثر الانحدار في خصائص الاحواض المائية، اذ من خلالها يمكننا ان نحدد حوض التغذية الرئيسية و الاحواض الثانوية و ابعادها المختلفة لشبكة الجريان و عندما تزداد درجة الانحدار تنشط معها عمليات التعرية و الكثافة التصريفية للحوض. و تتعتبر درجة الانحدار من اكثر الانظمة الحساسة للتغيرات البيئية حيث يعد نظام المنحدرات الارضية بوصفة نظاما بيئيا مفتوحا يتبادل المادة والطاقة مع النظم المحيطة به (محسوب، ٢٠٠١، ص. ٦١).

و تاتي اهمية دراسة المنحدرات و تحليلها كونها احد العوامل الجيومورفولوجية التي لها تاثير مباشر في النظام النهري و اماكن نشاط عمليلات التجوية و التعرية و النقل و الترسيب (رسول، ٢٠٢٢، ص. ٨٧). و لغرض معرفة درجة انحدار منطقة ما فقد تم الاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية فصنفنا المنطقة الى (٧) اصناف من درجات الخارطة (٥)كما هو مبين ادناه:

الخارطة (٥) التوزيع الجغرافي لدرجة الانحدار في حوض وادي (ژاراوه)



١- صنف (٠ الى ٧,٧) درجة. تعتبر مناطق سهلية تبلغ مساحتها (٧٠,٨٦كم٢) و هي اراض شبه منبسطة ذات انحدار طفيف مغطاة بالترسبات المنقولة من نطاق المرتفعات المجاورة للحوض.

٢-صنف (٧,٨ الى ١٥,١) درجة، و هي مناطق متموجة ذات صنف انحدار خفيف. تبلغ مساحة هذا الصنف (١٠١,٢كم٢) اي ما يقارب نصف مساحة منطقة الدراسة.

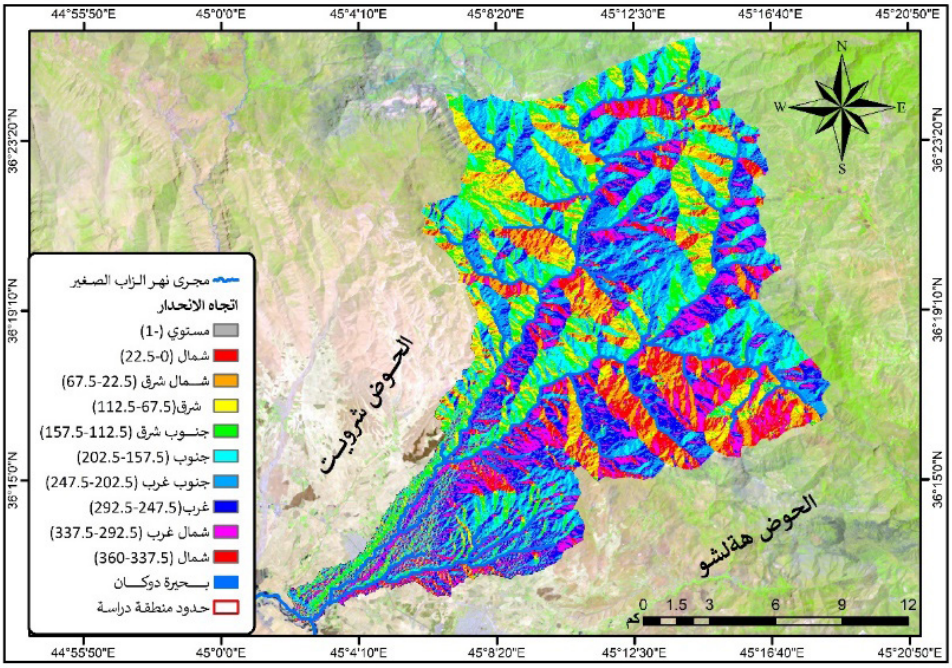
٣-صنف (١٥,٢ الى ٢٢,٢) درجة و (٢٢,٣ الى ٢٩,٦) درجة، تبلغ مساحتها حوالى (١١٧,٧ كم٢) يمثل هذا الصنف مناطق التلال و اقدام الجبال .

٤-صنف (٢٩,٧ الى ٣٧,٣) درجة و (٣٧,٤ الى ٤٧,٤) درجة، يمثل مناطق الجبال و التلال المرتفعة و هي تظهر ضمن الوحدات التضاريسية العليا، تبلغ مساحته (١٧,١كم٢).

٥- صنف (٤٧,٥ الى ٧٥,٥) درجة و هي لا تشكل سوى (١,٦)كم٢ ضمن مناطق الجبال العالية في الجهة الشمالية و الشمالية الشرقية للحوض.

اما بالنسبة لخاصية اتجاه الانحدار فهي احدى المقاييس التي تستعمل في تحديد اتجاه الاشكال الارضية، و يمكننا ان نحددها وفق الاتجاهات الرئيسية و الثانوية (الشمالية و الشمالية الشرقية و الجنوبية و الجنوبية الغربية...)، ومن خلال اتجاه الانحدار يمكننا ان نوفر معلومات عن اتجاه اندفاع السيول و الاماكن المرشحة للفيضانات، وبالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي و مخرجات برنامج (Aric GIS) فقد قمنا برسم خارطة لمنطقة الدراسة كما هو موضح في الخارطة (٦).

الخارطة (٦) التوزيع الجغرافي لاتجاهات الانحدار في حوض وادي (ژاراوه)



المحور الثاني : بناء نموذج لنشاط العمليات المورفوتكتونية في حوض (ژاراوه):

تعد عملية تطبيق المؤشرات من الاساليب المعاصرة للحصول على تحليل الاشكال الارضية، كما انها تعطي انعكاسا لتطور التاريخ الجيولوجي و مدى نشاط العمليات المورفوتكتونية الحديثة التى حصلت في المنطقة. ان بناء نموذج لاي حوض يقوم على اساس وجود علاقة بين العمليات التركيبية و البنائية و الاشكال الارضية المتواجدة في المنطقة و هذا نموذج يعكس التغيرات التي طرأت على المظاهر الارضية في الحوض والتى حصلت بشكل بطيء و غير محسوس حيث ادى الى ايجاد تشوهات بنيوية. وهذه التشوهات قد يصعب ملاحظتها بشكل مباشر ولكن من خلال نتائج المؤشرات و التغيرات يمكننا ان نحدد تاثيرات تلك العمليات. تعتبر هذه المؤشرات ادوات مهمة في تقييم النشاطات كما انها تعطي صورة واضحة عن تطور العمليات التكتونية (الزهيري، ٢٠٢٢، ص. ١٧٨).

و لبناء هذه المؤشرات نحتاج الى بيانات كمية و هذه يمكن الحصول عليها عن طريق الخرائط الطوبوغرافية و بيانات الارتفاع الرقمي و المرئيات الفضائية، ومن اهم هذه المؤشرات استخداما هي:

١- مؤشر عامل عدم التماثل (Asymmetry Factor (AF: ان عامل عدم التماثل يقيس الميل الجانبي للحوض بالنسبة للمجرى الرئيسي للحوض المائي. ينتج هذا الميل في المجرى نتيجة لتاثير القوى و الفعاليات التكتونية (العمري، ٢٠١٣، ص. ٢٨٨)، و من خلال هذه المعادلة يمكننا ان نوضح قيم المؤشرات الطبيعية للانحدارات و ذلك بالاعتماد على معيار شدة او قلة الانحدار. وقد صنف (Keller and Pinter)(Keller; ٢٠٠٢; p. ١٢٥) هذا المؤشر الى ثلاثة اصناف كما هو مبين في الجدول (١)، و ذلك بتطبيق المعادلة التالية:

(AR/AT)١٠٠=AF

AF=مؤشر عدم التماثل

AR=مساحة الحوض في الجهة اليمنى للمجرى الرئيسي باتجاه اسفل حوض

AT=المساحة الكلية للحوض /كم٢

الجدول (١) اصناف المؤشر الجيومورفولوجي لـ(AF)

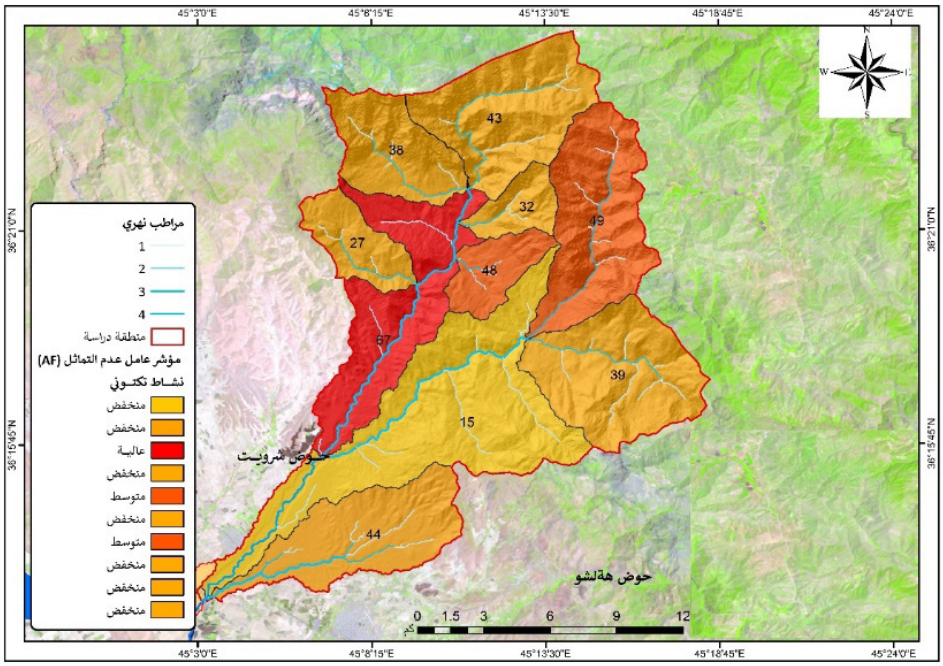
Range	Class	Degree
اكبر من ٦٥	١	عالي
من ٦٥ الى ٥٧	٢	متوسط
اقل من ٥٧	٣	قليل

من خلال تطبيق قياسات معادلة (AF) على الاحواض المائية لمنطقة الدراسة و البالغ عددها (١٠) احواض، اتضح بان هناك ثلاثة اصناف تبعا للنشاط التكتوني كما في الخارطة (٧) و الجدول (٢) و هذه الفئات هي :

١- احواض عالية النشاط: تتمثل هذه في القيم التي تزيد عن (٦٥). يتمثل هذا المؤشر في الحوض (٧) فقط وهذا يدل على ان وجود دوران او تقوس المجرى الرئيسي لهذا الحوض سببه وجود تغير مفاجيء بطوبوغرافية سطح الحوض في هذا الجانب نتيجة لوجود فالق حدث بسبب نشاط تكتوني حديث. و قد اثرت هذه الخاصية على طول الرافد في جانبي المجرى الرئيسي، اي ان الروافد الى يسار المجرى ستكون اقصر مقارنة مع الروافد في الجانب الايمن من المجرى الرئيسي، وهذا يعكس عامل عدم التماثل (Bahram; ٢٠١٣; p. ٩١٨)

٢-احواض متوسطة النشاط التكتوني: يتمثل هذا الصنف الذي تتراوح قيم المؤشر فيه من (٥٧ الى ٦٥)، اي ان الاحواض المائية الموجودة كانت درجة تاثرها بالنشاط التكتوني متوسط الشدة. لاتوجد قيم هذا الصنف في منطقة الدراسة .

الخارطة (٧) اصناف المؤشر الجيومورفولوجي لـ(AF) في حوض وادي (ژاراوه)



الجدول(٢) اصناف المؤشر الجيومورفولوجي لـ(AF) في حوض وادي (ژاراوه)

الاحواض الثانوية	المساحة كلية(كم2)	Ar	AF
0	35.6	15.3	43
1	21.7	8.2	38
2	10,86	2.8	32
3	13	3.5	27
4	11.4	5.5	48
5	37.1	18.2	49
6	38,6	14.4	39
7	39,2	25.3	67
8	69.4	10.7	15
9	31.6	13.9	44

٣-احـواض منخفضـة النشـاط التكتـوني: وهـذه تتمثـل في القيـم الاقـل مـن (٥٧) و تضـم جميـع الاحـواض المائيـة لمنطقـة الدراسـة حيـث يتميـز بنشـاط تكتـوني منخفـض و ذلـك بسـبب الاتجـاه العـام للمجـرى الرئيـسي و الثانـوي و مناطـق ترسـبات الزمـن الرباعـي و هـي مناطـق قليلـة الانحـدار.

٢-مـؤشر طـول المجـرى و درجـة الانحـدار: (Marianne): - Stream Long Gradient index(SL, ٢٠١٠, p. ١٧٦). يمثـل هـذا المـؤشر حسـاب طـول المجـرى و يعكـس طاقـة النهـر عـلى نقـل الرواسـب الصخريـة، كـما انهـا تسـتخدم لتقييـم مقاومـة الصخـورر لعمليـات التعريـة المائيـة خصوصـا قـوة السـيل النهـري (الطـائي، ٢٠٢٢، ص. ٨٨). و بالنظـر الـى الجـدول (٣) و الخارطـة (٨) نجـد ان هنـاك شـذوذا بـين قيـم المـؤشر مـا بـين نتائـج المـؤشر، فمثـلا قيمـة المـؤشر في الحـوض (١) كانـت (١٦٩٨)، امـا في الحـوض (١٠) فكانـت القيمـة (٢٢٣)، و هـذا يـدل عـلى التغـير في كميـة التصريـف الـذي يعكـس تاثـير و سـيطرة عامـل المقاومـة الصخـري عـلى المنحـدرات ضمـن منطقـة وادي النهـر، و يعـبر عـن المـؤشر بالمعادلـة الاتيـة (هـادي، ٢٠٢٣، ص. ٣٥٧):

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

L=طول القناة الكلية للوادي الى النقطة الوسطية في منتصف المصب

Δ H= فرق الارتفاع في منطقة المصب المحددة

Δ L= طول المسافة المستقية في منطقة المصب المحددة

الجدول (٣) اصناف المؤشر الجيومورفولوجي لـ(SL) في حوض وادي (ژاراوه)

SL	L	dalta H	delta L	point
1698	2931	560	8886	1
443	5772	605	4229	2
958	4255	575	7088	3
371	12014	770	5787	4
512	5642	645	4481	5
497	14698	940	7768	6
534	17396	1045	8892	7
229	7990	655	2798	8
389	11526	715	6277	9
223	22235	1360	3652	10

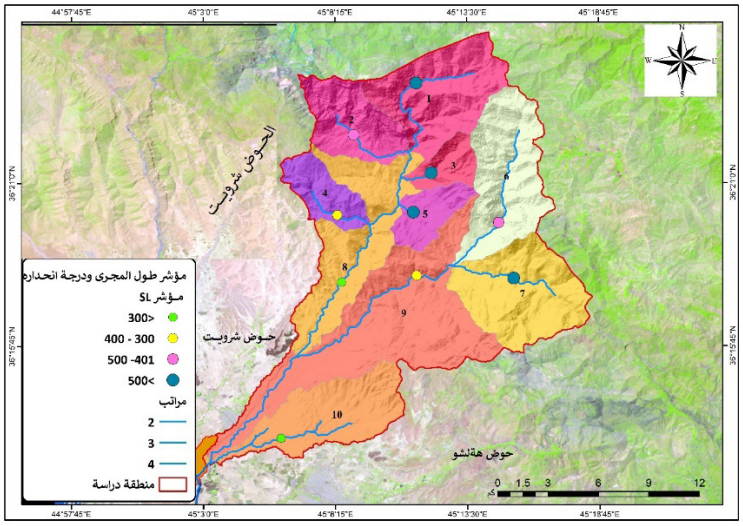
و قد صنف Hack .J.T ١٩٧٣; p. ٤٢١-٤٢٩)) هذا المؤشر الى ثلاثة اصناف حسب النشاط التكتوني كما يرد في الجدول (٤).

الجدول (٤) اصناف المؤشر الجيومورفولوجي لـ(SL)

Range	Class	Degree
اكبر من ٥٠٠	١	عالى
من ٥٠٠ الى ٣٠٠	٢	متوسط
اقل من ٣٠٠	٣	قليل

و بعد تطبيق هذه المعادلة على الشبكة المائية في منقطة الدراسة ظهرت نتائجها في الخارطة (٨) و هذه الاصناف هي:

الخارطة(٨) اصناف المؤشر الجيومورفولوجي لـ(SL) في حوض وادي (ژاراوه)



١- احواض عالية النشاط التكتوني: و هي التي تتمثل في القيم التي تزيد عن (٥٠٠) و تضم هذه الفئة (٤) احواض هي (١ و ٣ و ٥ و ٧) حيث تمثل القيم العالية للمؤشر ذات الفعالية التكتونية المرتفعة و التى تكشف وجود صخور صلبة في

ارضية القناة النهرية، كما ان عملية الترسيب النهري للمجرى تكون بعيدة عن واجهة الجبل و شكل المجرى في اسفل المنحدر تكون مستقيمة و تتكون المراوح الفيضية بعيدة عن واجهة الجبل.

٢- احواض متوسط النشاط التكتوني: و تتمثل في القيم التي تتراوح بين (٥٠٠ الى ٣٠٠) و تضم (٤) احواض و هي الاحواض رقم (٢ و ٤ و ٦ و ٩)، و هذا يدل على اعتدال النشاط التكتوني. كذلك تكون هشاشة الصخور معتدلة، لذا فان تكوين المراوح الفيضية تكون قريبة نسبيا من واجهة الجبل لان النشاط التكتوني معتدل.

٣- احواض منخفضة النشاط التكتوني: و تتمثل في القيم التي تقل قيمتها عن (٣٠٠) و تضم حوضين (٨ و ١٠) و هذا ناتج عن قلة انحدار الحوضين و تكون بفعالية تكتونية منخفضة، و تعكس ايضا وجود انواع صخرية هشة و قليلة المقاومة لعمليات التعرية .

٣-مؤشر تعرج مقدمة الجبل (Azhar Khaleel:(Sinuosity Mountain Front Index (SMF, ٢٠١٨, p. ١٠٥). من المعلوم ان النشاط التكتوني يؤثر بشكل مباشر على تكوين الانهار و مجاريها، ومن خلال هذا المؤشر يمكننا ان نوضح التوازن بين التعرية النهرية و القوى التكتونية المشكلة لواجهه الجبل. و يعد هذا المؤشر من المقاييس التي تستخدم على نطاق واسع لمعرفة النشاط الزلزالي (عبدالله، ٢٠٢٢، ص. ٢٩١٤). و بالامكان حساب مؤشر حساب التعرج من خلال المعادلة الاتية:

SMF= Lmf/Ls

Lmf=طول مقدمة الجبل بشكل متعرج

Ls=طول الخط المستقيم لواجهه الجبل

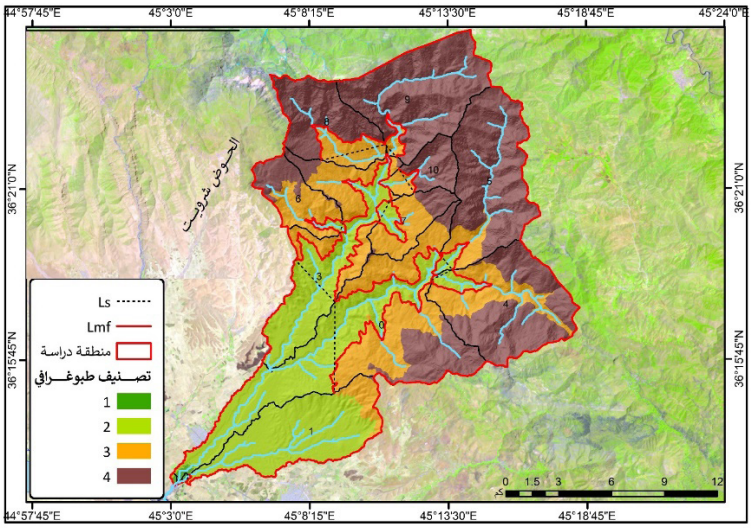
وقد صنف (Bull and Mcfadden, ١٩٧٧; p. ١١٦) هذا المؤشر الى ثلاثة اصناف كما هو مبين في الجدول (٥). ومن خلال تطبيق قياسات المؤشر على الاحواض المائية لمنطقة الدراسة تبين ان هناك ثلاثة اصناف (الخارطة ٩)، و هذه الاصناف هي: (امين، ٢٠٢٠، ص. ٣٢٠)

الجدول (٥) اصناف المؤشر الجيومورفولوجي لـ(SMF)

Degree	Class	Range
عالى	١	٣ الى ٥
متوسط	٢	١,٦ الى٣
قليل	٣	١ الى ١,٦

١-احواض عالية النشاط التكتوني: و تتمثل في القيم التى تتراوح بين(٣ الى٥)، مع العلم انه تتواجد قيم اكبر من هذه القيم في منطقة الدراسة حيث وصلت الى (٩,٧) كما في الحوض (٣) وقيمة (٨,٩) في الحوض (٦) و قيمة (٦,٧) في الحوض (٩). اما في الاحواض (٤ و ٥ و ٧) فكانت القيمة بين (٣ الى ٥) حيث تتميز هذه الاحواض بوجود نشاط تكتوني اثر على تنشيط عمليات التعرية النهرية و تجديد مرحلة الشباب في الحوض نتج عن عملية الرفع التكتوني و أدى الى احلال شذوذ طبوغرافي و تعرج تضاريسي على طول مقدمة الجبال الموجودة في منطقة الدراسة .

الخارطة (٩)اصناف المؤشر الجيومورفولوجي لـ(SMF) في حوض وادي (ژاراوه)



٢-احواض متوسطة النشاط التكتوني: تتمثل في القيم التي تتراوح بين (١,٦ الى ٣) و تضم الحوضين (٨ و ١٠) والتي تعتبر من مؤشرات النشاط التكتوني المعتدل.

٣- احواض منخفضة النشاط التكتوني: تتمثل في القيم التي تتراوح بين (١ الى ١,٦) و تضم الحوض رقم (١) فقط حيث انه يدل على عمليات تكتونية منخفضة نسبيا مع قلة وجود وضع طوبوغرافي متعرج. الجدول (٦).

٤-التكامل الهبسومتري:(Hypsometric integral)(HI): وهوالمؤشرالذي يوضح الحجم الحالي للحوض مقارنة بالحجم الاصلي الذي تم تغيره من خلال نشاط العمليات الجيومورفولوجية (التعرية والترسيب)، و ان اول من استخدم هذا المؤشر هو (ستيلر)وكان الغرض منه تحليل معدلات التعرية التي تؤثرعلى تقليل المساحة الاجمالية حتى تصل الى مستوى القاعدة الارضية للحوض(Markose and Jayapaa; ٢٠١١ ;p. ٥٥٣)، ومن خلال هذا المؤشر يمكننا ان نحدد الدورة الجيومورفولوجية بالطريقة الكمية. هناك عدة عوامل جيومورفولوجية تؤثر على وصول الحوض الى مرحلة متقدمة منها مساحة الحوض و طبيعة الانحدار و التضاريس و الظروف المناخية ونوع الصخور، وقد بين ستيلر ان هناك ثلاثة مستويات لقيمة هذا المؤشر هي:

الجدول (٦) اصناف المؤشر الجيومورفولوجي لـ(SMF) في حوض وادي (ژاراوه)

Smf	Lmf	LS	الاحواض
5.6	29.3	5.2	0
1.5	0.7	0.5	1
9.7	31.5	3.3	3
4.4	5.7	1.3	4
4.4	4.2	1	5
8.9	5.7	0.6	6
4.4	6.1	1.4	7
2.1	7.7	3.7	8
6.7	6.6	1	9
1.8	2.9	1.6	10

اكبر من (٦) يعتبر مرحلة عدم التوازن اي ان عملية تعرية نشطة جدا في الحوض .

من (٠,٣٥ الى ٠,٦) يعتبر مرحلة التوازن.

اقل من (٠,٣) يعتبر مرحلة شيخوخة حيث يكون الحوض مستقرا تماما.

و حسب المعادلة الاتية (Verma and Tripathi ;Mehar .R ;٢٠١٨;p١١٧):

$$HI = \frac{H_{mean} - H_{min}}{H_{max} - H_{min}}$$

HI = التكامل الهبسومتري. Hmean = معدل الارتفاع في الحوض

Hmin= ادنى ارتفاع في الحوض Hmax= اعلى ارتفاع في الحوض

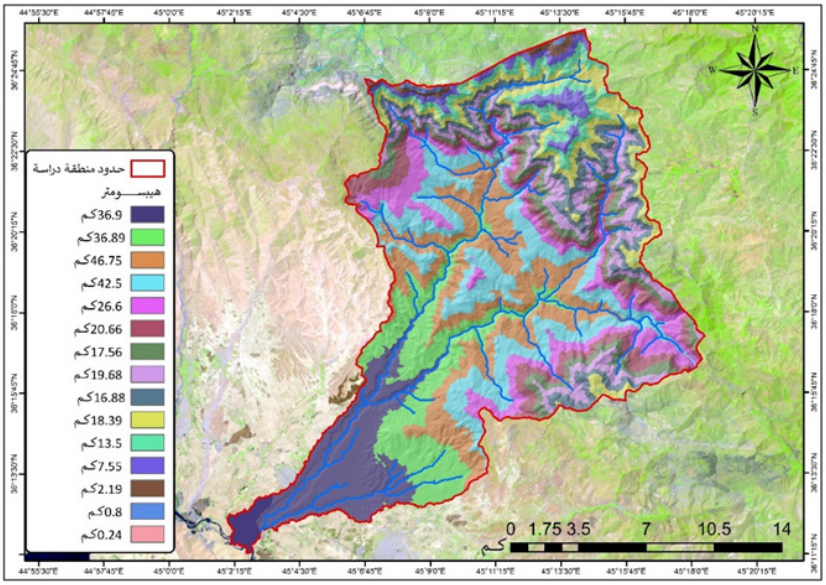
تبلغ قيمة التكامل الهبسومتري للحوض الرئيسي (٠،٤٧) كما يظهر من الجدول (٧) و هذا يعني ان الحوض يمر بمرحلة التوازن، اي انه وصل الى مرحلة النضج. و تقع قيمة التكامل الهبسومتري للاحواض الثانوية بين (٠،٣٥ الى ٠،٥٩) بمعني ان نسبة (٥٠٪) تقريبا من اراضي هذه الاحواض تم ازالتها بواسطة التعرية النهرية (المائية).

الجدول (٧) قيم التكامل الهبسومتري لحوض وادي (ژاراوه)

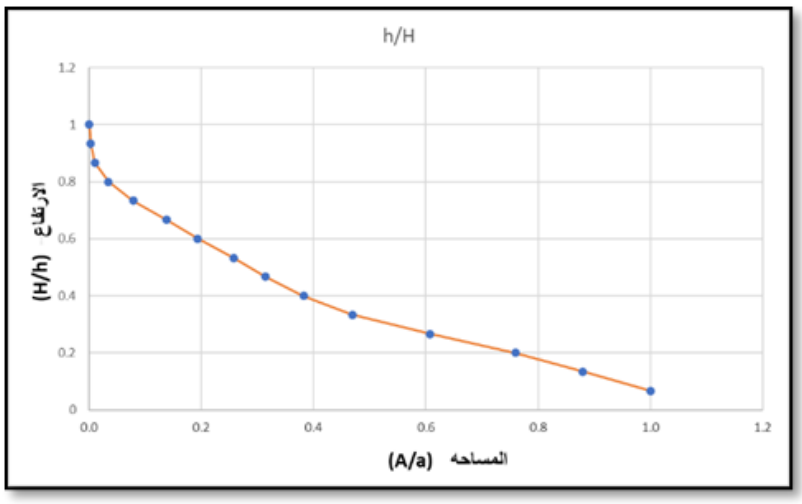
min	max	mean	Area in sq km	A/a	h/H	HI
500	663	596	36.91	1.000	0.07	0.59
664	827	743	36.89	0.880	0.13	0.49
828	990	910	46.75	0.760	0.20	0.51
991	1154	1067.	42.54	0.608	0.27	0.47
1155	1318	1229	26.61	0.469	0.33	0.46
1319	1481	1397	20.66	0.382	0.40	0.48
1482	1645	1564.	17.56	0.315	0.47	0.51
1646	1808	1725.	19.68	0.258	0.53	0.49
1809	1972	1888.	16.88	0.194	0.60	0.49
1973	2135	2057	18.39	0.139	0.67	0.52
2136	2299	2210	13.50	0.079	0.73	0.46
2300	2463	2366.	7.55	0.035	0.80	0.41
2464	2626	2534	2.19	0.011	0.87	0.44
2627	2790	2683	0.80	0.003	0.93	0.35
2791	2954	2857.	0.24	0.001	1.00	0.41

يشير شكل المنحنى الهبسومترى للحوض (ژاراوه) الرئيسي الى ان الحوض وصل الى مرحلة مقدمة من الدورة الجيومورفولوجية اي مرحلة النضج، لان هناك تقعر واضح للشكل المنحني عند منطقة رأس المنحني كما هو موضح في الشكل (١).

الخارطة (١٠) اصناف المؤشر التكامل الهبسومتري(HI) في حوض ژاراوه



الشكل (١) المنحنى الهبسومتري لحوض وادي (ژاراوه).



الاستنتاجات:

تعكس العمليات المورفوتكتونية (التنشيط التكتوني) تغيرا مفاجئا في نمط المجرى الرئيسي للحوض من حيث الانحدار و الارتفاع مما اثر على حالة التوازن النهري من حيث عملية التعرية والترسيب.

هناك اثر اساسي و واضح لتاثير التكوينات الجيولوجية على الوحدات الجيومورفولوجية في المنطقة و يظهر تاثيرها بشكل واضح في توجيه المجرى النهري بوجود بعض الانحرافات الحادة و الشاذة في اغلب المنعطفات عن الاتجاه العام لانحدار مجرى النهر الرئيسي و مجرى الاحواض الثانوية خصوصا في الاحواض (١ و ٢ و ٤ و ٨ و ٩).

يتبين من خلال المرئيات الفضائية ان هناك تسارع في نشاط العمليات المورفوتكتونية حيث ظهرت الاشكال الارضية المعقدة مثل اراضي رديئة في منطقة المصب للحوض، اشكال ارضية مثل كويستا و هوك باك في الوسط و المناطق الشمالية و الشمالية الغربية للحوض بالاضافة الى وجود وديان عميقة و تغير مفاجيء للمجرى في عدة مناطق.

ان تاثير العمليات الجيومورفوتكتونية في منطقة الدراسة تختلف من مكان الى اخر تبعا لاختلاف التراكيب و التكوينات

الجيولوجية و الطبوغرافية و التي اثرت بدورها على تنشيط العمليات الجيومورفولوجية (التعرية و التجوية والترسيب). بلغت قيمة مؤشر عامل عدم التماثلAF بين متوسط الى منخفض تأثير مابين حدود (٥٧ الى ٦٥)، اما قيمة مؤشر طول المجرى و درجة الانحدار(SL) فقد كانت قيمتها من (٣٠٠ الى ٥٠٠)، اي ضمن فئات المتوسط الى عالية التأثير.

كانت قيمة مؤشر تعرج مقدمة الجبل (SMF) عالية بشكل عام. كما بلغ معدل قيمة التكامل الهبسومترى لكل الاحواض الثانوية (٠,٤٧) و هذا دليل على وصول الحوض الى مرحلة النضج اي مرحلة التوازن و ان نسبة (٥٠٪) تقريبا من اراضي هذه الاحواض تمت ازلتها بواسطة التعرية النهرية.

التوصيات:

١-ضرورة استخدام التقنيات الحديثة في عملية البحوث الجيومورفولوجية خصوصا الابحاث المتعلقة بسير العمليات المورفوتكتونية.

٢-اقامة السدود الترابية على الوديان المعرضة للسيول من اجل تقليل الاضرار على الاراضي الزراعية و الاستفادة من المياه في الفصول الجافة .

٣-الاهتمام بانشاء محطات للرصد الزلزالي وتجهيزها باحدث اجهزة الرصد الزلزالي.

المصادر و الهوامش:

1-Buday; The Regional Geology of Iraq ; vo (1); Stratigraphy and Pole Geography; Baghdad; 1980.

2-Kurdistan Regional Government-Presidency of Council of Ministers; Ministry of Agriculture and Water Resources; Geological Survey Report Feasibility Study and Design of Palik Dam in Sulaymaniyah Governorate; Unpublished Report; 2011.

٣-الجاف، جوان سمين احمد، المياه الجوفية في محافظة السليمانية و استثمارها، اطروحة دكتوراه، كلية التربية -ابن رشد، جامعة بغداد -٢٠١١.

4-V. Sissakian and R. Youkhan; The Study of Uppermost Part Qamchuqa Formation at Shaqlawa Vicinty; North Iraq; Jour. Geo. Soc.-Iraq; vol. 161984-1983 – 17-.

٥-الحسيني، حكمت عبدالعزيز حمد، تحليل التباين المكاني للخصائص المورفومترية لحوض مزروان و اكويان باستخدام المرئيات الفضائية و نظم المعلومات الجغرافية، اطروحة دكتوراه، كلية الاداب، جامعة صلاح الدين، اربيل، ٢٠٠٩.

٦-دەرویش ،عزالدین جمعه و ئەوانی تر ، تایبەتمەندییە مۆرفۆمەتریەکانی ئاوزێڵی ڕووباری ژاراوە (لێکۆڵینەوەیەکی جیۆمۆرفۆلۆجی)، گۆڤاری زانکۆی ڕاپەڕین، ژمارە (٧)، ٢٠١٦.

٧-محسوب، محمد صبري، الاطلس الجيومورفولوجي (معالجة تحليلية للشكل والعملية)، طبعة ١، دار الفكر العربي، القاهرة، مصر، ٢٠٠١.

٨-رسول، سنوور احمد، جيومورفولوجية حوض وادي شيوة سوور- اغجلر و تاثيراتها في الانشطة البشرية، اطروحة دكتوراه، كلية الاداب، جامعة صلاح الدين، اربيل، ٢٠٢٢.

٩-الزهيري، لميس سعيد حميد، هيدروجيومورفولوجية حوض وادي جق-جق شمال شرق محافظة السليمانية، اطروحة دكتوراه، كلية التربية الجامعة المستنصرية، ٢٠٢٢.

١٠-العمري، فؤاد عبدالوهاب محمد، نجم عبدالله كامل، دراسة المؤشرات الجيومورفولوجية للنشاط التكتوني في قبة علاس/طية حمرين الشمالي، مجلة جامعة تكريت للعلوم الصرفه (ISSN١٨١٣-١٦٦٢)، ٢٠١٣.

11-Keller; E.A. and Pinter; Active Tectonics Earthquakes Uplift and Landscape, 2nd edition, New jersey, Prentie hall, 2002.

12-Shahram Bahram, Analyzing the drainage system anomaly of Zagros basins, implications active tectonic, University Sabzevar, Iran,2013

١٣- الطائي، علی طالب حمزة، المخاطر الهيدروجيومورفولوجية شرقي العراق بين نهري ديالى و الكرخة، اطروحة دكتوراه- الجزء الاول ، كلية الاداب - جامعة البصرة ،٢٠٢٢.

١٤-هادي، نجاح صالح و د.هالة محمد سعيد مجيد، دراسة المؤشرات المورفوتكتونية لاحواض شمال شرق كلار، مجلة ديالى للبحوث الانسانية، العدد ٩٥، ٢٠٢٣.

١٥-Hack,J,T. stream-profile analysis and stream gradient index, journal research of united states geology-survey,١٩٧٣

16-Bull.w.B and MC Fadden.L.D tectonic geomorphology north and south of the Garlock Fault, California ED.D.O.D Doehring, 1977

١٧-عبدالله، د. طه ياسين، التحليل المورفوتكتوني لطية عنة و اثرها على تباين شكل قنات نهر الفرات غرب العراق، مجلة جامعة الانبار للعلوم الانسانية المجلد ١٩، عدد ٣ ايلول ٢٠٢٢.

١٨-أمين، د. رقية احمد محمد، و م. م. رشا على خضير ادهم الحمداني، التحليل المكاني لمنحدرات طية جمبور بدلالة المؤشرات الجيومورفوتكتونية و استعمال معطيات التحسس النائي و نظم المعلومات الجغرافية، مجلة مداد الاداب، العدد الثاني و العشرون، ٢٠٢٠.

19-Markose V. and K.S. Jayappa, Hypsometric Analysis of Kali River Basin, Karnataka, India, Using Geographic Information System- Geocarto International, Vol. 26 No.7

20-Mehar, R. Verma, M., Tripathi R., Hypsometric Analysis of Sheonath River Basin Chatisgraph, India Aremote Sensing and GIS Approach, International Journal of Enginerring and Technology, V.10.

21- Marianne Font, Daniel Amorese , Jean-Louis Lagrade – DEM and GIS analysis of the stream gradient index to evaluate effects of tectonics: The Normandy intraplate area (NW France) Content list available at Science.direct (geormophology) Journal homepage: www.elsevier.com/locate/geomorph

22-Azhar Khaleel, S.K. Mohammad, Manal SH. Al-Kubaisi, Geometric Indices of Tectonic Activity through the Analysis of the Drainage Systems in Pera Magroon Anticline, Northeastern Iraq, Iraq National Journal of Earth Sciences, Vol. 18, No. 2, 2018 https://www.researchgate.net/publication/344657701

Study of geomorphological indicators of morphotectonic processes in the Wadi Jarawa basin

Abstract:

These indicators include many contemporary scientific methods in analyzing river drainage networks and landforms. This study aims to analyze the spatial variation of the impact of activity processes. Morphotectonics of the Wadi Jarawa basin and its 10 secondary basins. This study was based on a digital elevation model (DEM) and the use of the (ARC GIS) program. To extract the water network and determine the number of basins, it was shown through the results the extent of the intensity of tectonic activity, whether high or weak, based on specific criteria for each equation. Tectonic activity had a high impact in the northern and eastern sides of the basin. The value of the asymmetry factor index AF was between an average To low impact, between (57 to 65), while the value of the stream length index and grade of slope (SL) was from (300 to 500), that is, within the categories of medium to high impact, and the value of the slope index of the mountain front (SMF) was quite high. General The average hypsometric integration value for all secondary basins reached (0.47), and this is evidence that the basin has reached a maturity stage, that is, the equilibrium stage, and that approximately (50%) of the lands of these basins have been removed by river erosion.

ئاماژە جیۆمۆرفۆلۆجیەکانی پرۆسە مۆرفۆتەکتۆنیوکان لە ئاوزێڵی دوڵی ژاراوە

ئامانجـمان لـە نوسـینی بریتیـە لـە شـیکردنەوەی جیـاوازی شـوێنی بـۆ کاریگـەری چالاکـی یرۆسـە مورفوتکتونیـەکان لـە ئاوزێڵـی دۆلـی ژاراوە و ئاوزیڵـە لاوەکیەکانـی کـە ژمارەیـان (١٠) ئاوزیڵە،ئەویـش بـە پشـت بەسـتن بـە نموونـەی بـەرزی ژمارەیـی (DEM) و بەکارهێنانـی بەرنامەکانـی (ARC GIS)، بەهـۆی هێڵـی دابەشـکردنی تـۆری چـری ئاوڕێـژی ئاوزێڵەکـە و ژمـارەی ئاوزێڵـە لاوەکیـەکان دیـاری بکرێت.پـاش پراکتیزەکردنـی هاوکێشـە و بەرنامـەکان و دەرئەنجامیـان توانـدراوە کاریگـەری هێـزی چالاکیـە تەکتونیـەکان دیـاری بکریـت کـە ئایـا کاریگەریەکـە لاوازە یـان بەهێـزە ئەمـەش بەپێـی ئـەو ئاسـتانەی کـە لـە هەریـەك لـە هاوکێشـەکان دیـاری کـراون، کـە ناوچەکانـی بەشـی باکـوور و خۆرهـەڵات بـە شـێوەیەکی گشـتی کاریگـەری ئـەو پرۆسـانەی زیاتـرە . بەهـای کاریگـەری ئامـاژەی یەکنەبوونـی لایـەکان لـە ئاوزێڵەکـە لـە نێـوان مناوەنـد بـۆ لاوازبـوو بـە بەهـای (٥٧ تـا ٦٥)، بەهـای کاریگـەری ئامـاژەی دریـژی ڕێکـردی ئـاو بـۆ پلـەی لیـژی لـە نێـوان مامناوەنـد بـۆ بەهێـز بـوو بـە بەهـای (٣٠٠ تـا ٥٠٠) ، بەهـای کاریگـەری ئامـاژەی پێچـی سـەرەتای چیایەکـە بـە شـێوەیەکی گشـتی بەرزبـوو ، هەرچـی تایبەتـە بـە کاریگـەری بەهـای تێکـڕای تـەواوکاری هیبسـۆمەتری بـۆ هەمـوو ئاوزێڵـە لاوەکیەکان گەیشـتە (٠,٤٧) ئـەوەش بەڵگەیـە بـۆ ئـەوەی کـە ئاوزێڵەکـە قۆناغێکـی تـەواوی بڕیـوە و گەیشـتۆتە قۆناغـی پێگەشـتن یـان قۆناغـی هاوسـەنگبوون ،بەمانـای ئـەوەی نزیکـەی لـە سـەدا (٥٠) خاکـی ناوچەکـە بـە هـۆی پرۆسـەی ڕامااڵینـی ئـاوی ڕووبارکـردەوە ڕامااڵـدراوە.