Available online at http://jgu.garmian.edu.krd

Journal of University of Garmian

https://doi.org/10.24271/garmian.2072040

التقييم الجيومورفولوجي للتكتونية النشطة في حوض وادي جمه سور– جنوب شرق قضاء كويه

احمد ياسين علي , نالي جواد حمد

قسم الجغرافيا، فاكلتي التربية، جامعة كويه، محافظة أربيل

Article Info

Received: July, 2022

Revised: July, 2022

Accepted Auguste, 2022

Keywords

المؤشرات المورفوتكتونية، النشاط التكتوني الحديث . حوض جمه سور.

Corresponding Author

ahmed.yaseen@koyauniversity.org

الملخص

تلعب التكتونية دورا مهما في تقييم المورفولوجية لاي حوض صرف، تنعكس بشكل واضح في البنية والمظاهر المورفوتكتونية والنهرية . ان تحليل انشطة البنية التكتونية يتم بالاعتماد على استخدام المؤشرات الجيومورفولوجية، التي هي حساسة لمقاومة الصخور. تلعب وسائل الاستشعار عن بعد، دورا مهما في توفير المعلومات المكانية اللازمة لحساب هذه المؤشرات. تساعد الملاحظة والتحليل المنتظم للبيانات المستشعرة عن بعد في التعرف السريع على الأشكال الأرضية وتحديدها، اضافة الى التحسن الكبير في تحليل بيانات الاقمار الصناعية والتقدم في مجالات الحوسبة. مكن الباحثين من اجراء تحليل كمي واكثر دقة في تحليل الاشكال الارضية.

وهذا البحث يهدف إلى تقييم النشاط التكتوني النسبي في العصرالرباعي في حوض وادي جمه سور (جنوب شرق قضاء كويه) على اقدام جبل هيبة سلطان شمال مجرى نهر الزاب الصغير عند عبوره جبل هيبة سلطان. عن طريق تقييم المؤشرات الجيومورفولوجية لشبكة الصرف النهري .

اعتمد هذا البحث الوسائل الكمية لتقييم النشاط التكتوني النسبي في منطقة الدراسة بالاستناد الى المؤشرات الجيومورفولوجية المعتمدة في هذا المجال.كما تم اعتماد الخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة مقياس 1: 50000 للمساعدة في تحديد التضاريس. كما تم استخدام صور القمر الصناعي لاندسات ونموذج الارتفاع الرقمي لرسم الخرائط وتسهيل التوصيف المورفولوجي للخصائص الطوبوغرافية ودورها في تطور المظاهر الارضية.. قمنا بتقييم القوى التكتونية النشطة باستخدام شبكة الصرف المشتقة من DEM وخمسة مؤشرات الجيومورفيتكتونك، هي مؤشر انحدار مجرى النهر(SL) ، عامل عدم تناسق الحوض(AF) ، مؤشر شكل حوض الصرف(Bs) ، نسبة عرض أرضية الوادي الى ارتفاع الوادي(Vf) ، ومؤشر تعرج جبهة الجبل. (Smf)

اوضحت نتائج قياسات مؤشر جبهة الجبل(Smf) ان جميع الجبهات الجبلية تشير الى قيم منخفضة تراوحت من 1.024 الى 1.214 وهي اشارة الى جبهات تظهر بشكل مستقيم نشطة فيما عدا واحدة تعود للرافد رقم 9 . هي اعلى من 1.4 . قيم Smf تقترح أن غالبية الجبهات الجبلية نشطة تكتونيا.

مقدمة:

تعد المؤشرات الجيومورفولوجية ادوات مفيدة في تقييم النشاط التكتوني في اي منطقة. وتلعب التكتونية دورا مهما في تقييم المورفولوجية لاي حوض صرف، اذ تنعكس بشكل واضح في البنية والمؤشرات المورفوتكتونية والنهرية (Keller 1986, P137146) . تساعد الملاحظة والتحليل المنتظم للبيانات المستشعرة عن بعد في التعرف السريع على الأشكال الأرضية وتحديدها، اضافة الى التحسن الكبير في تحليل بيانات الاقمار الصناعية والتقدم في مجالات الحوسبة. مكن الباحثين من اجراء تحليل كمي دقيق في تحليل البيانات الجغرافية المكانية. (McFadden, L1977 p115-138) . وتعتمد هذه المؤشرات الكمية على تحليل شبكة الصرف أو الجبهات الجبلية*. وتمثل نهجا كميًا للتحليل الجيومورفي المرتبط بعمليات بالتعرية والترسيب في مجرى النهر، والقطاع الطولي للنهر. اضافة الى الخصائص المستمدة من الناحية التكتونية، مثل الحافات الصدعية. وقد تكتشف المؤشرات التكتونية النشطة مناطق الشذوذ في النظام النهري أو على طول الجبهات الجبلية.

(pp. 235–240. Cornu, T., 2005)

ويمكن تلخيص اهمية البحث في ان الحصول على المعلومات عن التاريخ التكتوني في اي منطقة كميا باستخدام المؤشرات التكتونية بعد الحصول على معلومات الضرورية من الخرائط. الطوبوغرافية، والصور الجوية اضافة الى ان الأنهار توفر دليلا قويا على التطور والوضع الجيومورفولوجي للمنطقة نظرا لان النظم النهرية حساسة جدًا للتغيرات الجيومورفولوجية والحركات التكتونية، فهي مناسبة تمامًا لفحص التفاعل بين هذين العاملين.

وهذا البحث يهدف إلى تقييم النشاط التكتوني النسبي في العصرالرباعي في حوض وادي جمه سور

ومشكلة البحث يمكن تحديدها بالسؤال التالي : هل يوجد نشاط تكتوني حديث في حوض وادي جمه سور .

فرضية البحث: يتم حل مشكلة البحث بتقييم المظاهر الارضية لإيجاد العلاقة بين النشاط التكتوني واي شذوذ في طبيعتها

منهجية البحث

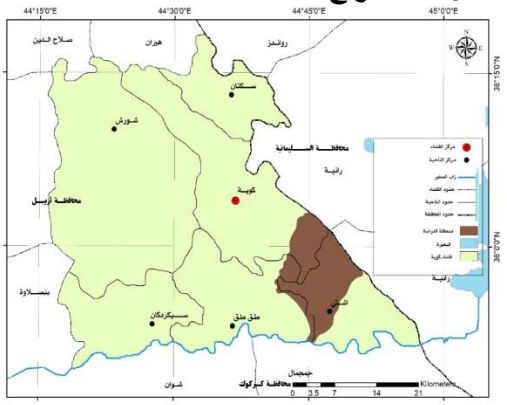
اعتمد هذا البحث الوسائل الكمية لتقييم النشاط التكتوني النسبي في منطقة الدراسة بالاستناد الى المؤشرات الجيومورفولوجية المعتمدة في هذا المجال. والمتمثلة في مؤشر تعرج واجهة الجبل (Smf) ومؤشر تدرج انحدار مجرى النهر (مؤشر SL) وعامل عدم تناظر الحوض(Af) وكذلك مؤشر شكل حوض الصرف (Bs) وايضا نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي (Vf).

كما تم استخدام صور القمر الصناعي لاندسات ونموذج الارتفاع الرقمي لرسم الخرائط وتسهيل التوصيف المورفولوجي للحوض.

منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة (حوض وادي جمة سور) بين دائرتي عرض("34 52 35و "33 09 36ْ شمالا, وخطي طول10("41'44ْ - 00"51'44ْ) شرقا. وهي تقع في قضاء كويسنجق بالجزء الجنوب الشرقي من محافظة اربيل. اذ يحدها من الشمال ناحية خلكان ومن الشمال الشرقي محافظة السليمانية, ومن الجنوب الشرقي ناحية اشتي ومن الجنوب والجنوب الغربي ناحية طق طق وتبلغ مساحة الحوض 158.04 كم2 . كما تقع منابع الوادي عند جبل هيبة سلطان وينحدر باتجاه الجنوب الغربي ليصب في الزاب الصغير. شكل(1).

شكل – 1- موقع منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بأعتماد علي، اقليم كوردستان العراق، وزراة التخطيط خريطة قضاء كوية، بمقياس (1:250000).

الوضع الجيولوجي

تنكشف في منطقة الدراسة التكوينات الجيولوجية الاتية والتي يمكن وصفها من الاقدم الى الاحدث، شكل (2)

1- تكوين كولوش Kolosh : الباليوسين – ايوسين المبكر

يتكون تكوين (كولوش) من الطفل والحجر الرملي، كما يحتوى على قطع مختلفة الاحجام من صخور خضراء من الصوان والراديولايت .(سورداشي، 1988 ص23) يظهر هذا التكوين في اقصى الاجزاء الشمالية الشرقية من الحوض، ويمتد كشريط ضيق على قمة جبل هيبة سلطان.

2- تكوين الجركس(الايوسين الاسفل – الاوسط)

يتألف هذا التكوين من الصخور الفتاتية الحمراء المتمثلة بالحجر الطيني الاحمر المتعاقب مع الحجر الغريني والحجر الرملي مع وجود طبقات من المدملكات وعدسات من الجبس) وهو متطبق بشكل جيد، يتراوح سمك كل طبقه مابين (0,5 – 2 م) . يتواجد هذا التكوين ضمن الاجزاء الشمالية والشمالية الشرقية وجزء من الشمالية الغربية من منطقة الدراسة ويكون عادة منحدرات معتدلة مقطوعة بوديان كثيفة لتشكل اراضي وعرة (السياب و اخرون،1982 ص124)

3- تكوين البلاسبي(الايوسين الاوسط- الاعلى)

يتألف هذا التكوين من الحجر الجيري مع رقائق من الصلصال الطباشيري. يتراوح سمك كل طبقة 0,5-2 م، اما الجزء الاسفل للتكوين فيحتوي على المدملكات التي تتألف من حجر الصوان والفلسبار والفلنت مع بعض الصخور النارية والحجر الجيري ضمن الحصى, سمك المدملكات (12م) اما سمك التكوين في كويسنجق يبلغ (56 م). ينتشر هذا التكوين على شكل شريط يحاذي

تكوين جركس ويكون ضمن جبل هيبة سلطان شكل (2). يوجد في الاجزاء الشمالية والشرقية وبصورة محددة في الاجزاء الشمالية الغربية للحوض كما يتميز التكوين بوجود ظاهرة سطح المكواة (الاشكال المثلثية. (sissakian, youkhanna- p.47).

4- تكوين الفتحة (المايوسين الاوسط)

يتألف التكوين من ترسبات متعاقبة مؤلفة من (الحجر الطيني-الحجر الجيري –الحجر الرملي)، وان الحجر الطيني هو الاكثر شيوعا في التكوين اذ يتراوح سمكه بين 1-25م . تزداد وفرة الحجر الجيري بكثرة، ليصل سمك الطبقة فيها الى (20 م)، اما الجبس فهو مؤلف ثانوي من التكوين واحيانا يختفي منه.

ينكشف هذا التكوين فوق تكوين بيلاسبي على شكل شريط متصل يبدأ من الاجزاء الشمالية الشرقية ثم الشمالية وصولا للأجزاء الشمالية الغربية، وينقسم الى جزأين الاسفل منه يتكون من صخور الجبس والحجر الجيري والطفلي، اما الجزء العلوي فيتكون من صخور الطفل الجبسي والحجر الجيري والحجر الطيني, (سيساكيان، 1998,ص14)

5. تكوين انجانة (المايوسين الاعلى)

يتكون من الحجر الرملي والصلصالي واحيانا غريني , يتعاقب مع حجر غريني بني محمر وبني ورمادي ناعم واحيانا سميك مكسر الى شظايا صغيرة. والحجر الرملي هو المكون الثاني للتكوين ولونه الرئيسي بني الى بني محمر اذ يوجد في الاجزاء العليا من التكوين . وهو صلب الى صلب جدا اعتمادا على المواد اللاحمة وهي الطين والكلس (الهاشمي، 1985،ص13) احيانا المواد اللاحمة في الحجر الرملي هي اكاسيد الحديد تعطيه لونا احمر او برتقاليا . سمك الحجر الرملي (10-15م) وسمك التكوين عموما في المنطقه (150-200م). ينكشف هذا التكوين في مناطق الوسطى من الحوض. (الهاشمي، 1985،ص14)

6. تكوين المقدادية(المايوسين الاعلى- البلايوسين)

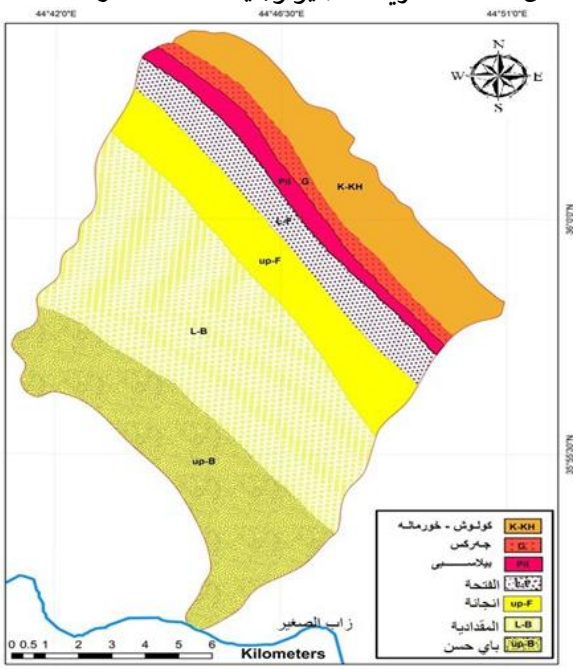
يتألف هذا التكوين من مواد فتاتية ومواد ناعمة في الاعلى. والترتيب يبدا بحجر رملي حصوي وينتهي بالمفتتات والحجر الغريني . وهناك انواع من فتات الحجر الجيري و الحجر الطيني لونه بني اوبني رمادي . يتراوح سمك الحجر الرملي (3-8 م) سمك هذا التكوين (2000م)، حدود هذا التكوين من الاسفل مع باي حسن اما حدوده العليا فهي تكوين انجانة. (sisakian, youkhanna, pt58-60). يغطي مساحات واسعة من منطقة الدراسة اذ ينتشر هذا التكوين في الاجزاء الغربية والجنوبية من منطقة الدراسة.

7- تكوين باي حسن(البلايوسين)هذا التكوين يتألف من المولاس (مصطلح ينطبق على كل تعاقب سميك لترسبات قارية تتألف جزئيا من الحجر الرملي والمدملكات التي تكونت نتيجة عملية بناء الجبال) يتمثل هذا التكوين بتناوب الحجر الصلصالي والمدملكات وبعض الحجر الرملي والحجر الغريني . وتعد المدملكات المكون الثاني للتكوين خصوصا في الاجزاء العليا منه التي تؤلف نصف التكوين. (sisakian, youkhanna, pt64). وهو يتواجد في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة.

كما تتواجد رواسب العصر الرباعي في اجزاء متفرقة ومحدودة من الحوض والمتمثلة برواسب المدرجات النهرية ورواسب المراوح الفيضية ورواسب السهل الفيضي عند مصب المجرى ، ورواسب ملىء الوادي.وهي في الغالب تتكون من الطين والغرين والرمل والحصى الناعم.

http://ibgm-iq.org/ibgm/index.php/ibgm/article/view/276

شكل – 2 – الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة



المصدر: Sissakain, V.K., and Fouad, S.F 2014 Geologycal Map of Arbil, Scale 1:25000, Iraq Geological Survey, Publication, Baghda, Iraq.

جيومورفولوجية الحوض

تتصف منطقة الدراسة بتضرسها بصفة عامة فهي تمتد بين جبل هيبة سلطان ومصب وادي جمه سور في نهر الزاب الصغير . ويمكن وصف الوحدات التي يتكون منها الحوض بالشكل الاتي: وحدة جبل هيبة سلطان فى شمال شرق حوض وادى جمةسور، ويرجع تكوين هذه الوحدة الى العمليات التكتونية التى تعرضت لها الصفيحة العربية

خلال الأزمنة الجيولوجية خاصة الحركة الألبية التى تعرضت لها المنطقة خلال الزمن الثالث. يصل ارتفاعها الى(1250)م، تظهر هذه الوحدة بشكل شريط تأخذ امتداد سلسلة جبلية ياتجاه شمال غرب جنوب شرق .وهناك عدة أشكال جيمور فولوجية موجودة ضمن هذه الوحدة و أهمها:(الهضاب، الكويستا، هوك باك، التلال المنفردة، الاشكال المثلثية (فلات ايرون) والوديان ا)

والوحدة الثانية وحدة البيدمنت(أقدام المنحدرات) تقع الى جنوب غرب الوحدة الاولى وهى سطوح واسعة عند قاعدة الجبال، معتدلة الإنحدار . تراوحت درجة إنحدارها في القطاعات المقاسة ميدانيا ما بين (1-3 درجة) هناك عدة اشكال جيومورفولوجية فى وحدة البيدمنت منها (الوديان و المراوح الغرينية). والوحدة الاخيرة في الحوض هي وحدة السهل الفيضي الذي يتصف بانه ضيق عند مصب وادي جمه سور في نهر الزاب الصغير. تنحدر اراضي الحوض من جبل هيبة سلطان من ارتفاع(1250) باتجاه الجنوب الغربي الى منسوب 400 متر عند مصب المجرى الرئيس لوادي جمه سور في نهر الزاب الصغير.

المؤشرات الجيومورفولوجية

1- مؤشر تعرج واجهة الجبل (Smf)

يمثل مؤشر تعرج جبهة الجبل (Smf) التوازن بين قوى التعرية التي تميل إلى قطع وتعرية جبهة جبلية والقوى 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 بأكملهامن بداية القياس الى نهايته (sisakian, youkhanna, . pt64).

Smf=Lmf/LS

حيث ان:

Smf = طول منطقة القياس على جبهة الجبل عند تغير الانحدار على طول البيدءمنت

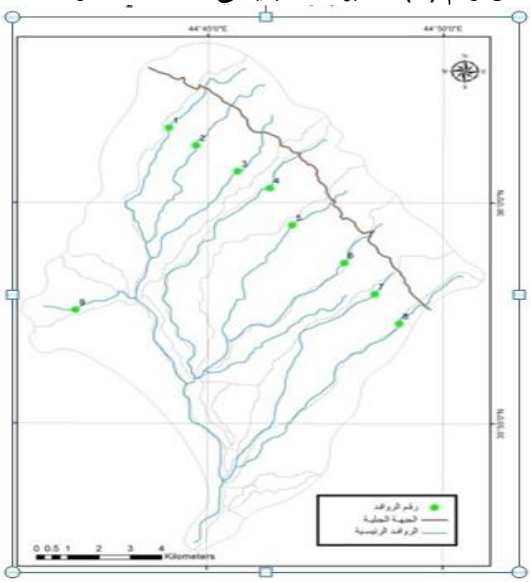
Lmf = طول الجبهة الجبلية الحقيقي

Ls = طول الخط المستقيم للجبهة الجبلية نفسها

هذا المؤشر تم استخدامه لتقييم النشاط التكتوني النسبي على طول الجبل اذ في الجبهات الجبلية النشطة، سوف ينتج عنها جبهات مستقيمة ذات قيم منخفضة من.Smf وعلى طول الجبهات الأقل نشاطًا، ستؤدي عمليات التعرية إلى عدم انتظام واجهة الجبل أو جبهات متعرجة ذات قيم عالية من .Smf وقد اقترحت بعض الدراسات أن قيم مؤشر Smf اقل من 1.4 تدل على جبهات نشطة تكتونية(Keller, Pinter , 2002. p362) اذ تم اعتمادها في بحثنا هذا ايضا. كما تم تطبيق هذا المؤشر على الجبهات الجبلية في شمال شرق حوض جمه سور حيث تنحدر روافد هذا الحوض من جبل هيبة سلطان وادرجت القياسات في جدول (1) اذ قسمت إلى ثلاثة فئات اعتمادا على تقسيم McFadden El Hamdouni et al (1977., pp. 115–138)فئة الاولى وهي الاكثر نشاط من (1.00- 1.09)، فئة ثانية من (1.1- 1.16) وفئة ثالثة اكبر من (> 1.16) .

اوضحت نتائج القياسات ان جميع الجبهات الجبلية تشير الى قيم منخفضة تراوحت من 1.024 الى 1.214 وهي اشارة الى جبهات تظهر بشكل مستقيم نشطة فيما عدا واحدة تعود للرافد رقم 9 هي اعلى من 1.4 .

شكل رقم (3) الجبهة الجبلية في المنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثان بأعتماد علي برنامج (10.6) ArcGis.

جدول – 1- قيم مؤشر Smf لروافد وادي جمه سور

الرقم	الطول الحقيقي للجبهة الجبلية(م)	الطول على شكل مستقيم(متر)	مؤشر Smf	class
1	2170	١٩٦١	١.١٠٦	٢
٢	٤٠٢٠	٣٥٠٥	١.١٤٦	٢
٣	٦٤٥	٥٦٠	١.١٥١	٢
٤	٢٢٧٢	٢٠٢٦	١.١٢١	٢
٥	٢٢٠٢	١٩٧٣	١.١١٦	٢
٦	٢٢٣٠	١٨٣٦	١.٢١٤	٣
7	١٥٣٢	١٤٣٨	١.٠٦٥	١
8	٣٧٨	٣٦٩	١.٠٢٤	١
9	٣٥٧٩	١٢٧٦	٢.٨٠٤	٣

المصدر: من عمل الباحثان بأعتماد علي برنامج (10.6) ArcGis.

2- مؤشر تدرج انحدار مجرى النهر (مؤشر SL)

يعتبر مؤشر انحدار مجرى النهر (SL) بمثابة مؤشر للوعورة النسبية للمقطع الحقيقي عند نقطة ما . يرتبط مؤشر الانحدار بطاقة النهر أو كفاءته وكذلك بخصائص قناة المجرى ومقاومتها للجريان (Keller, 1986, Op.

(Cit., pp. 136–147) مؤشر تدرج انحدار مجرى النهر حساس للتغير في الميل، وبالتالي فهو أداة قيمة لتقييم التكتونية النشطة ة. بما أن مؤشر الانحدار يعتمد على التكتونية وصخور القاعدة، فمن الصعب التمييز بين آثار هذين العاملين. هناك علاقة قوية بين مقاومة الصخور ومؤشر انحدار المجرى. تظهر قيم المؤشر مرتفعة في الصخور الصلبة أو المقاومة نسبيًا، وتكون قيمة المؤشر منخفضة في منطقة الصخور الرخوة. لذلك، فإن قيم المؤشر العالية في الصخور ذات المقاومة المنخفضة قد تشير إلى التكتونية النشطة المحتملة. (Hack, J.T., 1973, p421–429). اذ ان تطور التضاريس ينتج عن عمليات التعرية مثل المجاري والأنهار التي تتدفق على صخور وتربة ذات قوة متغيرة . تم تعريف مؤشرتدرج انحدار مجرى النهر (SL) بواسطة Hack 1973 (Hack, J.T., 1973, p425–429) على النحو التالي:

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

حيث ان :

Sl = مؤشر تدرج انحدار مجرى النهر

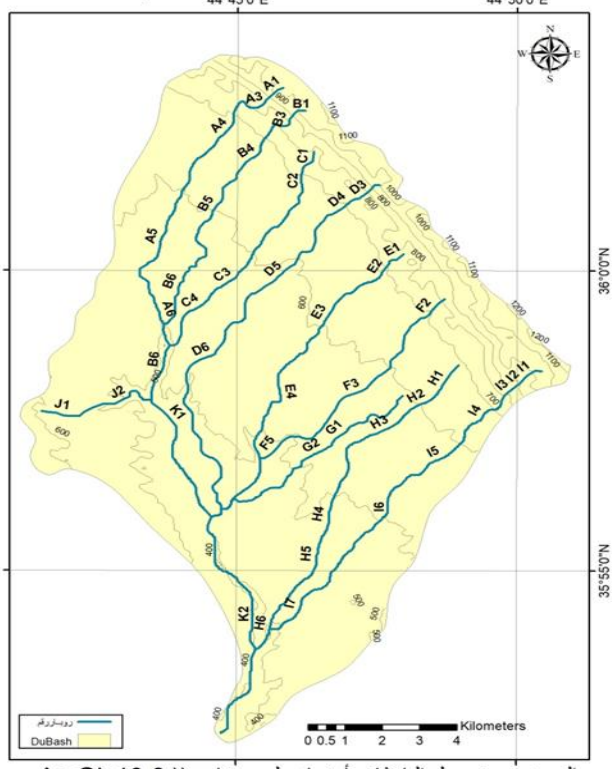
ΔH هو الفرق في الارتفاع بين نهايات منطقة القياس

ΔL = المسافة الافقية للمقطع المراد قياسه

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

تم حساب مؤشر انحدار مجرى النهر SL لجميع روافد وادي جمه سور وذلك بفاصل راسي يبلغ 100 متر للمسافة بين نقطتين كما قيست المسافات باستخدام نظام (GIS) ونموذج الارتفاع الرقمي وحولت المسافات الى المتر نظرا لان المسافة المقاسة بالامتار فان المؤشر هو بالمتر . جدول -2

شكل (5)مؤشر انحدار مجرى النهر لجميع روافد وادي جمه سور SL



المصدر: من عمل الباحثان بأعتماد علي برنامج ((ArcGis10.6 .

SLجدول (2) مؤشر تدرج انحدار مجرى النهر لجميع روافد وادي جمه سور

class	SL	طول نهر	المسافة الأفقية	فاصل الرأسي	خط كنتور	
3	87.61	420.92	418	87	950 – 1037	1A
3	210.39	796.55	708	187	850 – 1037	1B
2	303.96	1513.22	1428.81	287	750 – 1037	1C
2	447.43	3357.17	2903.72	387	650 – 1037	1D
1	561.5	7354.34	6378.51	487	550 – 1037	1E
1	690.96	12245.65	10403.26	587	450 – 1037	1F
3	77.04	309.81	289.55	72	950 – 1022	B1
3	189.86	515.36	466.89	172	850 – 1022	B2
2	344.33	1402.25	1107.7	272	750 – 1022	B3
2	480.04	3322.41	2574.65	372	650 – 1022	B4
1	551.71	7183.57	6145.65	472	550 – 1022	B5
1	552.33	9554.57	9894.87	572	450 – 1022	B6
3	54.03	482.75	411	46	750 – 796	C1
3	171.63	2446.93	2081.49	146	650 – 796	C2
3	293.6	6126.46	5133.16	246	550 – 796	C3
1	1501.34	8565.46	1974	346	450 – 796	C4
3	41.13	105.11	102.22	40	950 – 990	D1
3	168.75	351.51	291.62	140	850 – 990	D2
3	275.53	843.51	734.74	240	750 – 990	D3

2	378.68	2499.08	2243.81	340	650 – 990	D4
1	503.14	6387.66	5586.07	440	550 – 990	D5
2	457.76	11973.73	14124.84	540	450 – 990	D6
3	27.92	389	362.19	26	750 – 776	E1
3	143.13	2011.04	1770.33	126	650 – 776	E2
3	262.81	6059.49	5210.7	226	550 – 776	E3
2	325.99	11763.38	11763.92	326	450 – 776	E4
1	74.34	287.63	286.3	74	750 – 824	F1
1	187.9	1701.39	1575.53	174	650 – 824	F2
2	311.01	4956.02	4366.29	274	550 – 824	F3
2	374.01	8086.66	8086.39	374	450 – 824	F4
3	49.18	2087.87	1655.71	39	550 – 589	G1
3	224.23	8975.42	5563.81	139	450 – 589	G2
3	40.66	823.57	810.16	40	650 – 690	H1
3	162.88	3906.14	3357.43	140	550 – 690	H2
3	289.48	8735.74	7242.63	240	450 – 690	H3
2	413.36	12517.48	10296	340	350 – 690	H4
3	53.94	492.9	456.89	50	1050 – 1100	I1
3	159.35	981.15	923.57	150	950 – 1100	I2
3	270.27	1634.94	1512.34	250	850 – 1100	I3
2	405.77	2763.41	2383.58	350	750 – 1100	I4
1	534.48	5280.01	4445.46	450	650 – 1100	I5
1	662.95	10208.45	8469.14	550	550 – 1100	I6
3	793	13141.05	10771.36	650	450 – 1100	I7
3	40.93	2793.35	2388.88	35	450 – 485	J1
3	168.2	12883.49	10340.3	135	350 – 485	J2
3	40.37	1053.57	1044.01	40	550 – 590	K1
3	116.3	2989.95	3599.1	140	450 – 590	K2
3	288.89	3599.10	2989.95	240	350 – 590	K3

المصدر: من عمل الباحثان بأعتماد علي برنامج (10.6) ArcGis.

ستكون قيمة المؤشر أقل في الطبقات الناعمة ؛ مثل صخور الشيل والحجر الغريني والكربونات ويزيد هذا المؤشر، حيث يعبر المجرى صخور صلبة نسبيًا. هاك 73 يتم تصنيف قيم Sl اعتمادا على (الحمدوني 2008) (Irigaray,J, Keller, E.A PP. 150-173.)بما يلي: فئة (1) عالية النشاط التكتوني بقيم 500 <SL والفئة الثانية معتدلة النشاط التكتوني بقيم اكثر من 300 واقل من 500، والفئة الثالثة نشاط تكتوني طفيف اقل من 300 . جدول – 2 - وقد اظهرت نتائج القياسات ل 46 نقطة قياس على طول مجاري روافد وادي جمه سوران 19.5% من هذه القياسات هي تتصف بنشاط تكتوني عال بقيم اكثر من (500) في حين ان (21.7%) ذات نشاط تكتوني متوسط وان (63%) من هذه القياسات يشير الى نشاط تكتوني ضعيف.

على طول تكوين البختياري الاسفل المؤلف من الحجر الرملي والكونكلوميريت، يظهر قيم مؤشر SL توزيع متباينا وربما أكثر القيم الشاذة للمؤشر تظهرعلى طول روافد الوادي حيث تعبر الروافد الجبهة الجبلية على تكوينات الفارس الاعلى والمقدادية المؤلفة بشكل عام من الحجر الرملي والغريني والطيني والكونكلومبريت . هذه القيم العالية هي لا ترتبط بالصخور المقاومة بشكل خاص، وهكذا نفسر هذا الشذوذ في (SL) ليكون إشارة تكتونية. خاصة وان قيم منخفظة تظهر على صخور صلبة من تكوين بيلاسبي والجركس وهي في معظمها من الحجر الجيري الاكثر صلابة وعلى الاجزاء المرتفعة من الحوض . وقيم اخرى مرتفعة كثيرا تظهر على تكوين باي حسن وانجانة وهي الاقل قوة وفي المناطق المنخفظة من الحوض.

3. عامل عدم تناظر الحوض Af

للتحقق مما إذا كان الحوض قد تعرض للإمالة، تم استخدام عامل عدم تناسق الحوض. تم تطوير عامل عدم تناسق حوض الصرف للكشف عن إمالة تكتونية لأحواض الصرف الصغيرة وكذلك المساحات الأكبر. يسمح هذا العامل بتحديد الميل العام لكل الحوض بغض النظر عما إذا كان الميل محليًا أو إقليميًا . اذ ان تحليل نظام الصرف يزودنا بافضل الادوات للاستدلال على تطور طويل الاجل للمظهر الارضي. والمؤشر هذا حساس جدا للنشاط التكتوني. يمكن حساب عدم تناسق حوض الصرف باستخدام المعادلة : Irigaray,J, Keller, E.A PP. (150-173).

$$AF = 100 \times \frac{A_r}{A_t}$$

حيث ان Af = عامل عدم تناظر الحوض

Ar = مساحة الحوض على يمين المجرى الرئيس بالاتجاه نحو المصب

At = مساحة الحوض الكلية

تم تطوير هذا المؤشر لتحديد الامالة العرضية التكتونية لحوض الصرف للجريان المائي في الحوض . اما اذا تطور الحوض تحت ظروف مستقرة مع عدم وجود ميل او ميل قليل فان قيم المؤشرللحوض المتناظر التام، تكون قيمة AF هي 50.

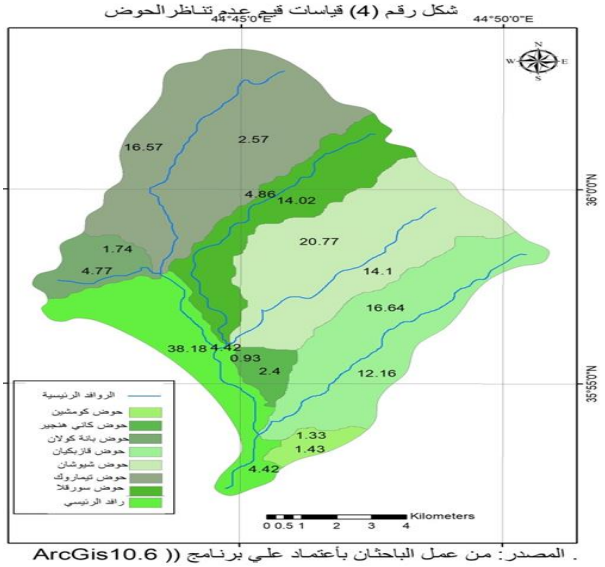
المؤشر حساس للميل العمودي على اتجاه المجرى .اذ قد ينتج عامل Af أعلى أو أقل من 50 بسبب امالة الحوض الناتجة إما عن التكتونية النشطة أوبسبب تحكم التعرية التفاضلية للبنية الصخرية، كما هو الحال على سبيل المثال انحراف مجرى نهر على سطوح سهلية مع مرور الوقت، تتضمن القيم الموضحة في الجدول -3 لـ Af القيمة Af-50، والتي هي مقدار الفرق بين القيمة المحايدة لـ 50 والقيمة المرصودة. اذ لغرض تقييم التكتونية النشطة النسبية، الفرق المطلق هو المهم، وقيم Af-50 تتراوح من حول 1 إلى 28.(Gardner, T.W., 1985. 123–134)

جدول – 3 – قياسات قيم عدم تناظرالحوض

الحوض	مساحة الجهة اليمنى كم٢	المساحة الكلية كم٢	Af	Af -50	class
تيمارووك	16.57	43.14	15.22	-34.78	1
سورقلا	4.86	18.8	25.85	-24.15	1
شيوه شان	20.77	34.87	59.56	9.56	2
قاز بكيان	16.64	28.8	57.77	7.77	2
كاني هنجير	0.93	3.33	27.92	-22.08	1
كومه شين	1.33	2.76	48.19	1.81	3
بانه كولان	4.78	6.52	73.31	23.31	1
الرئيس	38.18	158	24.16	-25.83	1

المصدر: من عمل الباحثان بأعتماد على برنامج ((ArcGis 10.6.

شكل رقم (4) قياسات قيم عدم تناظر الحوض



المصدر: من عمل الباحثان بأعتماد على برنامج ((ArcGis10.6 .

تظهر النتائج في الجدول – 3 - والمتضمنة قيم Af-50 وبهدف تقييم النشاط التكتوني النسبي فان الاختلاف المطلق هو المهم , وصنفت قيم 50 – Af الى ثلاث فئات اكثر من 15 نشاط صنف اول ومن 7 – 15 نشاط صنف ثاني متوسط ومن اقل من 7 صنف ثالث قليل النشاط . وعليه فان خمسة من الاحوض هي ذات نشاط قوي واثنين هي بنشاط متوسط وواحدة هي قليلة النشاط .

4- مؤشر شكل حوض الصرف(Bs)

تميل أحواض الصرف الشابة نسبيا في التكتونية النشطة إلى أن تكون مستطيلة الشكل بشكل طبيعي على المنحدر الطبوغرافي للجبل. ومع استمرار التطور أو العمليات التكتونية الأقل نشاطًا، يميل الشكل المطول إلى التطور الى الشكل الاكثر دائري باستمرار عمليات التعرية.

يمكن وصف الاسقاط الافقي لشكل الحوض بنسبة الاستطالة التي يعبر عنها بالمعادلة التالية : Keller, (E.A., Pinter, N. (Eds.), 2002. p. 362)

Bs=B1/Bw

حيث ان Bs = مؤشر شكل حوض الصرف

Bl = طول الحوض من منطقة تقسيم المياه الى المصب

Bw = عرض الحوض مقاسا من اعرض مكان

القيم العالية من هذا المؤشر تشير الى الاحواض المستطيلة والتي هي ترتبط بالتكتونية النشطة نسبيا .

القيم المنخفظة تشير الى الاحواض الاكثر دائرية، المرتبطة بالتكتونية الاقل نشاطا.

عادةً ما تنتج الجبهات الجبلية الناجمة عن حركات الرفع السريعة أحواضًا شديدة الانحدار ؛ وعندما يتضاءل النشاط التكتوني أو يتوقف، يحدث اتساع في الأحواض من الجبهة الجبلية إلى الأعلى Herrera, M.T., (1998.p317-322) .

قد يعكس هذا المؤشر معدل النشاط التكتوني اذ يمكن تصنيف مؤشر Bs على أنه فئة 1: يساوي او اكبر من 4، الفئة 2: اكبر او تساوي 3– اصغر من 4 والفئة 3: اقل من 3 Irigaray, 2008,pp150-173

وتتراوح قيم Bs لاحواض منطقة الدراسة من 1.06 لحوض بانه كولان إلى 4.51 لحوض سورقلا . وان غالبية الاحواض تنتمي الى الفئة الاولى وهي اودية ممدودة تؤشر لتكتونية نشطة ما عدا حوض بانه كولان ينتمي الى الفئة الثالثة .

تم حساب قيم Bs لجميع احواض الروافد في منطقة الدراسة وتراوح تصنيفها بين الاولى والثانية لثلاث روافد وهي المستطيلة الى شبه المستطيلة والصنف الثالث بلغت خمسة روافد وهي الاقرب الى الدائرية

جدول – 4 – قياسات مؤشر شكل حوض الصرف

الحوض	BL	BW	BS	Class
تيمارووك	11.09	5.71	1.942	٣
سورقلا	12.38	2.74	4.51	١
شيوشان	10.55	4.27	2.47	٣
قاز بكيان	12.04	3.31	3.63	٢
كاني هنجير	4.48	2.34	1.91	٣
كومشين	3.37	1.13	2.98	٢
بانةكولان	3.55	3.33	1.06	3
الرافد الرئيسي	10.92	3.91	2.79	٣

المصدر: من عمل الباحثان بأعتماد علي برنامج ((10.6 ArcGis.

5- نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي(Vf)

يحدد مؤشر(Vf) التباين بين الوديان التي هي على شكل حرف V والتي هي ذات قيم المنخفضة والوديان ذات الأرضية العريضة التي تشبه الحرف الحرف, Uوالتي تتصف بقيم عالية لـ (Vf)، حيث يمكن وصف الوادي على شكل حرف V بأنه تكون استجابة للرفع النشط في حين تطور الوادي الذي على شكل حرف U بسبب التعرية الجانبية في منحدرات جبل هيبة سلطان Keller, E.A., p. 362. Pinter, N. (Eds.), 2002

اذ لوحظت قيمة Vf التي هي أقل من 1 لوحظت في الواديان على شكل حرف V المتكون من النشاط في المنطقة المعرضة للرفع بينما يظهر الوادي ذو الأرضية المسطحة على شكلU قيمة ل VF أكثر من 1 والتي تنجم عن عمليات التعرية الجانبية (على سبيل المثال، Keller

Keller, E.A., (1986؛ كيلر، 2002 ،and Pinter p. 362. Pinter, N. (Eds.), 2002

يُعتقد أن المؤشر هو بديل او ممثل للتكتونية النشطة حيث ترتبط القيم المنخفضة لـ Vf بمعدلات أعلى للرفع والشق. الوديان العميقة على شكل حرف V وقيم Vf اقل من 1 متصلة بتدفقات خطية نشطة للقطع السفلي وهي ميزة للمناطق المعرضة للرفع النشط، بينما تُظهر الوديان ذات الأرضية المسطحة (على شكلU تحقق المستوى الأساسي للتعرية استجابة للتكتونية النسبية .

وتم حسابه بالشكل الاتي : Bull 1977، 1978 Op. Cit. p.11-138

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

حيث ان:

Vf = هي نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاعه

Vfw= هو عرض أرضية الوادي.

Eld = ارتفاع الجانب الأيسر من الوادي ؛

Erd = ارتفاع الجانب الايمن من الوادي

Esc= هو متوسط ارتفاع أرضية الوادي.

يصنف مؤشر Vf على أنه فئة 1، عندما تكون قيمة (Vf) أقل من (0.5) ؛ والفئة 2، إذا كانت القيمة تتراوح بين (0.5 - 1.0) والفئة 3، حيث تكون قيمة Vf أكبر من 1.0. يتم تعريف نسبة عرض أرضية الوادي إلى ارتفاع الوادي على أنها نسبة عرض أرضية الوادي إلى متوسط ارتفاعها (Bull 1977، 1978 Op. Cit. p.11-138) تم حساب هذا المؤشر على مسافة محددة من منابع الاودية النهرية وفي دراستنا هذه تم اعتماد كيلومتر من المنبع لقياس المؤشر. نتيجة لذلك، تختلف قيم Vfحسب حجم حوض الصرف، ونوع الصخور التي واجهتها. لذلك يوضح الجدول --- ان قيم Vf التي تم قياسها في الغالبية العظمى من مجاري الاودية هي منخفظة فقد بلغت قيم الصنف الاول 21 قياس من اجمالي 30 نقطة قياس وقيم الصنف الثاني بلغت 3 قياسات والصنف الثالث بلغت 6 قياسات . وهو مؤشر لتكتونية نشطة في منطقة الدراسة.

جدول – 5 - قيم Vf لمجاري الروافد في حوض وادي جمه سور

تكوينات الجيولوجية	Vf	ESC	ERD	ELD	Vfw	
كولوش	0.11	732	851.66	845	12.49	1
انجانه	0.56	507	529.13	527.91	12.14	
مقداديه	0.38	416.27	442.71	476.01	16.41	
كولوش	0.12	735	839.22	825.55	11.33	2
فتحه	1.54	566	572.22	578	14.06	
انجانه	0.92	515.3	531.17	530.91	14.54	
كولوش	0.15	773.94	893.59	876.98	16.98	3
فتحه	0.78	527.48	531.57	553.22	11.65	
مقداديه	3.67	505.04	509.36	512.74	22.08	
كولوش	0.15	751	846.305	821.193	12.32	4
انجانه	0.397	427.08	444.19	469.36	11.8	
باى حسن	0.24	428	475.49	484.7	12.51	
كولوش	0.25	427.92	475.94	485.14	13.01	5
انجانه	0.54	476	515.38	495	15.67	
مقداديه	0.44	411.72	471.15	467.12	25.25	
كولوش	0.18	698.09	763.98	789.25	13.93	6
فتحه	1.05	478.69	492.73	493.82	15.28	
مقداديه	0.25	27	481.92	492.87	116	
انجانه	4.14	585.86	586.1	593.72	16.79	7
مقداديه	1.5	477.62	486.86	485.73	13.04	
باى حسن	0.48	419.37	435.78	455	12.46	
جركس	0.76	683.42	694.21	686.92	5.45	8
انجانه	0.41	443.12	463.3	466.37	8.96	
مقداديه	0.77	419.91	458.05	430.5	18.68	
كولوش	0.14	910	1026.39	1047.68	17.84	9
فتحه	0.81	484.74	486.61	489.64	2.74	
باى حسن	0.36	400.4	413.18	418.34	5.53	
باى حسن	2.45	547.29	558.03	557.09	25.19	10
مقداديه	0.43	493.56	515.25	513.51	9	
مقداديه	0.33	459.21	492.8	500.4	12.27	

المصدر: من عمل الباحثان بأعتماد علي برنامج ((10.6 ArcGis.

الاستنتاجات

المؤشرات الجيومورفولوجية هي أدوات قوية لتقييم تأثير التكتونية النشطة. تم الاستفادة من ميزة وجود بيانات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وبرنامج (DEM)، يمكن استخدام هذه الوسائل كأداة استطلاع لاكتشاف الشذوذ الجيومورفي المتعلق بالنشاط التكتوني. لتصبح هذه الطريقة ذات قيمة كبيرة في حوض جمه سور والمناطق المجاورة . قمنا بتقييم القوى التكتونية النشطة باستخدام شبكة الصرف المشتقة من DEM وخمسة مؤشرات الجيومورفيتكتونك، هي مؤشر انحدار مجرى النهر (SL)، عامل عدم تناسق الحوض (AF)، مؤشر شكل حوض الصرف (Bs)، نسبة عرض أرضية الوادي الى ارتفاع الوادي (Vf)، ومؤشر تعرج جبهة الجبل. (Smf)

اوضحت نتائج قياسات مؤشر جبهة الجبل (Smf)ان جميع الجبهات الجبلية تشير الى قيم منخفضة تراوحت من 1.024 الى 1.214 وهي اشارة الى جبهات تظهر بشكل مستقيم نشطة فيما عدا واحدة تعود للرافد رقم 9 . هي اعلى من 1.4 . قيم Smf تقترح أن غالبية الجبهات الجبلية نشطة تكتونيا.

وقد اظهرت نتائج القياسات لمؤشر انحدار مجرى النهر SL ل 46 نقطة قياس على طول مجاري روافد وادي جمه

سور ان 19.5% من هذه القياسات هي تتصف بنشاط تكتوني عال بقيم اكثر من 500 في حين ان 21.7% ذات نشاط تكتوني متوسط وان 63% من هذه القياسات يشير الى نشاط تكتوني ضعيف.

تُظهر قيم مؤشر عدم تناضر حوض الصرف AF عدم تناسق واسع النطاق متعلق بإمالة تكتونية لخمسة احواض ذات نشاط تكتوني قوي واثنين بدرجة متوسطة وواحدبدرجة ضعيفة .

وتراوحت قيم مؤشر شكل حوض الصرف Bs لاحواض منطقة الدراسة من 1.06 لحوض بانه كولان إلى 4.51 لحوض سورقلا . وتراوح تصنيفها بين الاولى والثانية لثلاث روافد وهي المستطيلة الى شبه المستطيلة والصنف الثالث بلغت خمسة روافد وهي الاقرب الى الدائرية.

كما اظهرت نتائج القياسات ان قيم (Vf) التي تم قياسها في الغالبية العظمى من مجاري الاودية هي منخفظة فقد بلغت قيم الصنف الاول 21 قياس من اجمالي 30 نقطة قياس وقيم الصنف الثاني بلغت 3 قياسات والصنف الثالث بلغت 6 قياسات . ان غالبية القيم المنخفضة لVf تثبت أن العديد من الوديان ضيقة وحادة وعميقة و معلقة، مما يدل على ارتفاع معدل التشقق إلى جانب النشاط التكتوني. القيم المنخفضة لVf تثبت أن العديد من الوديان ضيقة وحادة وعميقة و معلقة.

المصادر

المصادر بالغة العربية:

1- سورداشي، علي محمود، دراسة صخارية وسحنية وبيئية لتكوين سنجار في مقاطع مختارة من منطقة السليمانية شمال شرق العراق، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة صلاح الدين .اربيل 1988 ص23.(غير منشورة)

2- فاروجان خاجيك سيساكيان,تقرير عن جيولوجية لوحة اربيل – مهاباد ان جي 38-14 ان جي 38-15 مقياس 1:250000 جي ام 5,6 ,رقم التقرير 2462,سنة 1998,ص14 .

3- هشام عبد الجبار الهاشمي ,رضا محمد عامر,السحنات المجهريه للعصرالجيولوجي الثلاثي في العراق المؤسسه العامه للمعادن المديريه العامه للمسح الجيولوجي والتحري المعدني،بغداد،1985،.

4- عبدالله السياب واخرون,جيولوجية العراق .1986.جامعة الموصل.

المصادر بالغة الأنكليزية:

5- Bull W., & McFadden, L. (1977). Tectonic geomorphology north and south of the Garlock Fault,California, Geomorphology in Arid regions, D.O., Doehring, ed., Publications in Geomorphology,State University of New York at Bingamton,pp.

6- Bull, W.B., McFadden, L.D., 1977. Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In: Doehering, D.O. (Ed.), Geomorphology in Arid Regions. Proceedings at the Eighth Annual Geomorphology Symposium. State University of New York, Binghamton, NY.

7- Burbank, D.W., Anderson, R.S., 2001. Tectonic Geomorphology. Blackwell Science, Oxford.

8- Cloetingh, S., Cornu, T., 2005. Surveys on environmental tectonics. Quatern. Sci. Rev. 24, pp.

9- El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chac_on, J., Keller, E.A., 2008. Assessment of relative active tectonics, southwest border of Sierra Nevada (Southern Spain). Geomorphology 96, PP.150-173

10- El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chac_on, J., Keller, E.A.,

11- Hack, J.T., 1973. Stream-profiles analysis and stream-gradient index.

12- Hare, P.W., Gardner, T.W., 1985. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: Morisawa,

13- M., Hack, J.T. (Eds.), Tectonic Geomorphology. ىProceedings of the 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium. Allen and Unwin, Boston, MA,

14- Keller, E.A., 1986. Investigation of active tectonics: use of surficial Earth processes. In: Wallace, R.E. (Ed.), Active Tectonics, Studies in Geophysics. National Academy Press, .Washington, DC

15- Keller, E.A., Pinter, N., 2002. Active Tectonics. Prentice Earthquakes, Uplift, and Landscape. Hall, New Jersey.

.Processes and Landforms 23,

16- Ramırez-Herrera, M.T., 1998. Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican volcanic belt. Earth Surface

Sissakain, V.K., and Fouad, S.F 2014 Geologycal Map of Arbil, Scale 1:25000, Iraq Geological Survey, Publication, Baghda, Iraq.