التحليل المورفوتكتوني والنشاط الأرضي للحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي

Morphotectonic Analysis and Seismic Activity of the Eastern Margin of the Iraqi Mesopotamian Plain

نور خليل إبراهيم صالح الكرغولي

المديرية العامة لتربية الأنبار – قسم تربية الكرمة – ثانوية التسنيم للبنات

noorkhalil915@gmail .com

الكلمات المفتاحية :التحليل المورفوتكتوني، الحافة الشرقية، السهل الرسوبي العراقي، النشاط الأرضي، زاغروس، نظم المعلومات الجغرافية.

Keywords: Morphotectonics, Eastern Margin, Iraqi Mesopotamian Plain, Neotectonics, Seismic Activity, GIS.

الملخص

يتناول هذا البحث التحليل المورفوتكتوني والنشاط الأرضي للحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي بوصفها نطاق تماسّ انتقالي بين السهل الرسوبي ذي الغطاء الرباعي الحديث من جهة، وحزام الطيات والزحف الزاغروسي وما يرافقه من تشوهات بنيوية ونشاط زلزالي من جهة أخرى .وينطلق البحث من فرضية أن المظاهر الجيومورفية الظاهرة على سطح هذه الحافة، كالمراوح الفيضية المتعاقبة، وانحراف المجاري، وتباين تماثل الأحواض، واستقامة مقدمات الجبال، ليست أشكالا سطحية محايدة، بل تعد سجلا مكانيا لعمليات رفع وانخفاض وانثناء وصدع حديثة أو متجددة .وقد اعتمد البحث منهجا وصفيا تحليليا تطبيقيا يجمع بين قراءة الأدبيات الجيولوجية والجيومورفية العراقية، وتوظيف مؤشرات التحليل المورفوتكتوني الشائعة مثل معامل عدم التماثل الحوضي، ومعامل التماثل الطبوغرافي العرضي، ومؤشر الانحدار الطولي للمجرى، ونسبة عرض قاع الوادي إلى ارتفاعه، ومعامل تعرج مقدمة الجبل .ويقترح البحث تطبيقا إجرائيا على قطاعات الحافة الشرقية الممتدة تقريبا من ديالى ومندلي إلى بدرة وزرباطية والكوت وعلي الغربي وميسان، مع التركيز على علاقة التصريف السطحي بالنشاط الأرضي وبالتراكيب المدفونة تحت رواسب العصر الرباعي .وقد خلص البحث إلى أن هذه الحافة تمثّل نطاقا متوسطا إلى مرتفع الحساسية المورفوتكتونية قياسا بوسط السهل، وأن درجة النشاط تتزايد بالقرب من الجبهة الزاغروسية ومناطق بدرة وزرباطية ومندلي، ثم تخف تدريجيا باتجاه داخل السهل الرسوبي حيث يطغى أثر الترسيب الحديث .كما يؤكد البحث ضرورة إدخال المؤشرات المورفوتكتونية في التخطيط العمراني وشبكات النقل وإدارة المياه وتقييم المخاطر الطبيعية في شرقي العراق.

Abstract

This study examines the morphotectonic analysis and seismic activity of the eastern margin of the Iraqi Mesopotamian Plain as a transitional zone between the Quaternary-covered alluvial plain and the Zagros fold-thrust belt. The paper assumes that geomorphic features such as coalescent alluvial fans, drainage deflection, basin asymmetry, linear mountain fronts, terraces, and abandoned channels are not neutral landforms; rather, they represent geomorphic responses to uplift, subsidence, tilting, folding, and faulting. The study adopts a descriptive, analytical, and applied approach based on Iraqi geological and geomorphological literature, DEM-based interpretation, and common morphotectonic indices, including the asymmetry factor, transverse topographic symmetry factor, stream-length gradient index, valley floor width-to-height ratio, and mountain front sinuosity. The applied discussion covers sectors extending from Diyala-Mandali to Badrah-Zurbatiyah, Kut-Ali Al-Gharbi, and Maysan, emphasizing the relation between drainage organization, concealed structures, and neotectonic activity. The research concludes that the eastern margin is more morphotectonically sensitive than the central Mesopotamian Plain, particularly near the Zagros collision front, while the signal decreases toward the interior of the alluvial plain where recent sedimentation masks surface structures. The study recommends integrating morphotectonic indicators into urban planning, infrastructure design, water-resource management, and natural-hazard assessment in eastern Iraq.

مقدمة :

تمثّل دراسة الحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي مدخلا مهما لفهم العلاقة بين شكل السطح والبنية العميقة في شرق العراق؛ فهذه الحافة لا تقع في منطقة جبلية صريحة ولا في سهل مستقر تماما، بل تقع في نطاق انتقالي تتداخل فيه رواسب الأنهار والمراوح الفيضية والسهول الغرينية مع أثر الطيات والصدوع العائدة إلى الإطار البنيوي لحزام زاغروس .ومن هنا تكتسب الدراسة قيمتها لأنها تحاول قراءة ما تركته الحركة التكتونية الحديثة من بصمات على شبكة التصريف والسطوح الانحدارية والمقدمات الجبلية والردم الرباعي.

يُعد السهل الرسوبي العراقي أحد أهم الأقاليم الطبيعية في العراق، فهو المجال الذي تركزت فيه أنهار دجلة والفرات وروافدهما، وتشكلت فيه أكبر السهول الفيضية والأهوار والمسطحات الطينية والرملية .غير أن هذا السهل لا يمكن فهمه من سطحه الهادئ وحده؛ إذ تشير الدراسات الجيولوجية إلى أن كثيرا من التراكيب في حوض الرافدين الأمامي مدفون تحت غطاء رباعي كثيف، وأن غياب البروز البنيوي الواضح لا يعني غياب الحركة التكتونية أو النشاط الأرضي. (Fouad, 2010, pp. 43–46)

ويختلف البحث المورفوتكتوني عن الوصف الجيومورفي التقليدي بأنه لا يقف عند تسمية الأشكال الأرضية، بل يسأل عن صلتها بالحركات الرافعة والخافضة وبالميلان البنيوي وبالمورفولوجيا الخطية التي قد تكشف أثر الفوالق أو الطيات .ولذلك يمكن القول إن المورفوتكتونية تقرأ السطح بوصفه وثيقة مركبة، بعض سطورها ظاهر في الانحدارات والمجاري والمراوح، وبعضها الآخر مخفي في التراكيب العميقة التي لا تظهر إلا عبر التحليل المقارن أو المعطيات الجيوفيزيائية أو الخرائط البنيوية.

تنبع مشكلة البحث من أن الحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي كثيرا ما تُدرس بوصفها هامشا رسوبيا أو نطاق مراوح ومجار موسمية، في حين أن موقعها عند مقدمة زاغروس يجعلها قابلة

لأن تكون سجلا دقيقا للنشاط الحديث .فالمجرى الذي ينحرف فجأة، والمروحة التي ينقطع امتدادها أو تتراكب أجيالها، والمقدمة الجبلية التي تحافظ على استقامتها، والوادي الذي يضيق في قطاع ويتسع في آخر، كلها شواهد محتملة على توازن غير ثابت بين التعرية والترسيب والتشوه الأرضي.

ومن الناحية التطبيقية، لا يقتصر البحث على قيمته النظرية؛ لأن النشاط الأرضي في هذه الحافة ينعكس على الاستعمالات البشرية للأرض، وعلى طرق النقل والمشروعات المائية والمنشآت العمرانية والزراعية، وعلى تقييم مخاطر السيول والزلازل والانزلاقات الموضعية .فكل توسع عمراني أو استثماري في نطاق بدرة وزرباطية ومندلي وخانقين وعلي الغربي وميسان يحتاج إلى فهم أعمق لمسارات التصريف وحدود المراوح الفيضية ومناطق الرفع والخفض النسبي.

ويعتمد البحث على بناء قراءة مركبة تجمع بين المصادر الجيولوجية العراقية والأدبيات الحديثة في تحليل المؤشرات المورفوتكتونية، مع تغليب الإحالة إلى المصادر العربية والعراقية قدر الإمكان، والإفادة من الدراسات الأجنبية حين تكون هي المصدر المباشر للخرائط أو المؤشرات أو بيانات النشاط الزلزالي .ويأتي ذلك انسجاما مع طبيعة الموضوع الذي يقع في حقل الجغرافيا الطبيعية التطبيقية والجيولوجيا البنيوية، حيث لا غنى عن التكامل بين الأدبيات المحلية والمنهجيات الكمية الحديثة.

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث في السؤال الآتي :إلى أي مدى تكشف المؤشرات الجيومورفية للحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي عن نشاط تكتوني حديث أو متجدد، وكيف يمكن ربط هذه المؤشرات بالنشاط الزلزالي وبالتراكيب البنيوية المدفونة في حوض الرافدين الأمامي؟ وينبثق عن هذا السؤال عدد من الأسئلة الفرعية :ما الحدود المكانية الأنسب للحافة الشرقية؟ وما المؤشرات

المورفوتكتونية الأكثر ملاءمة لبيئتها الرسوبية؟ وهل تتدرج درجة النشاط من الشمال الشرقي نحو داخل السهل؟ وكيف يمكن تحويل نتائج التحليل إلى دلالات تخطيطية ومخاطرية؟

وتزداد أهمية المشكلة لأن السهل الرسوبي يظهر في الخريطة العامة بوصفه أرضا منخفضة قليلة التضرس، غير أن انخفاض التضرس لا ينفي وجود نشاط أرضي؛ فقد يكون الغطاء الرباعي الكثيف قادرا على إخفاء التراكيب السطحية، في حين تبقى شبكات التصريف والمراوح والسطوح المائلة شاهدة على الحركة .لذلك يصبح سؤال البحث سؤالا عن" لغة السطح "في منطقة يبدو السطح فيها ساكنا، بينما قد يكون باطنها البنيوي أكثر دينامية مما تظهره النظرة الأولى.

أهمية البحث

1- يقدّم البحث قراءة مركبة للحافة الشرقية بوصفها نطاقا انتقاليا بين السهل الرسوبي وحزام زاغروس، لا مجرد خط تماس طبوغرافي أو حد إداري.
2- يسعى إلى توظيف المؤشرات المورفوتكتونية في بيئة عراقية تحتاج إلى مزيد من الدراسات التطبيقية الدقيقة، ولا سيما في قطاعات ديالى وواسط وميسان.
3- يفيد في تخطيط استعمالات الأرض وتقليل مخاطر السيول والزلازل والانخسافات الموضعية، إذ يربط التحليل الطبيعي بالقرار العمراني والهندسي.
4- يعزز الاعتماد على المصادر العراقية والعربية في بناء الإطار النظري والتطبيقي، مع الاستفادة من الدراسات الحديثة التي استخدمت نظم المعلومات الجغرافية ونماذج الارتفاع الرقمية.
5- يساعد على تقديم نموذج بحثي قابل للنشر في المجلات العراقية؛ لأنه يجمع بين التنظير والمنهج والتطبيق والنتائج العملية في صياغة أكاديمية موثقة.

أهداف البحث

1- تحديد الإطار المفاهيمي للتحليل المورفوتكتوني وعلاقته بالنشاط الأرضي الحديث.
2- توصيف الخصائص الجيولوجية والجيومورفية للحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي.
3- اقتراح منهج تطبيقي لاستخدام المؤشرات الجيومورفية في قياس درجة النشاط النسبي.

4- تحليل دلالة المراوح الفيضية والمصاطب وانحراف المجاري واستقامة المقدمات الجبلية في تفسير النشاط الحديث.
5- ربط المؤشرات المورفوتكتونية بالتوزيع الزلزالي العام في شرق العراق وبنطاق التصادم العربي –الأوراسي.
6- صياغة نتائج وتوصيات تخدم البحث العلمي والتخطيط البيئي والعمراني في العراق.

حدود البحث ومنهجه

تتحدد منطقة الدراسة بالحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي، وهي حافة طولية ممتدة بمحاذاة السفوح الغربية والجنوبية الغربية لحزام زاغروس، وتظهر بوضوح في قطاعات ديالى وخانقين ومندلي وبدرة وزرباطية والكوت وعلي الغربي وميسان .ولا يتعامل البحث مع الحدود بوصفها خطا فاصلا جامدا، بل بوصفها مجالا انتقاليا تتداخل فيه ألسنة المراوح الفيضية مع السهول الفيضية ورواسب الأودية الموسمية، ويختلف اتساعه من موضع إلى آخر بحسب قوة الرفع البنيوي وانحدار المجاري وسعة الحوض المائي.

أما المنهج، فهو منهج وصفي تحليلي تطبيقي .ففي جانبه الوصفي يعرض خصائص السهل الرسوبي والحافة الشرقية والوحدات الجيومورفية المرتبطة بها .وفي جانبه التحليلي يفسر تلك الخصائص في ضوء التكتونية الحديثة والنشاط الزلزالي .وفي جانبه التطبيقي يقترح استخدام مؤشرات كمية وشبه كمية قابلة للاستخراج من نماذج الارتفاع الرقمية والخرائط الطبوغرافية والجيولوجية وصور الاستشعار عن بعد.(Jalal et al., 2025, pp. 18–21)

ولا يدّعي البحث أنه أنجز قياسات حقلية جديدة أو معالجة GIS أصلية كاملة، بل يقدم بناء بحثيا رصينا قابلا للتنفيذ والتطوير، مستندا إلى الأدبيات المنشورة والخرائط المتاحة .وبذلك يكون البحث في صورته الحالية صالحا للنشر بعد إضافة خرائط الباحث أو جداول القياس الميداني إن توافرت، كما يصلح أساسا لبحث تطبيقي أوسع في محافظة محددة أو حوض معين.

الدراسات السابقة :

تظهر أهمية الدراسات السابقة في أن موضوع السهل الرسوبي العراقي لا يزال مثار نقاش بين من يعدّه جزءا من الرف المستقر، ومن يضعه ضمن الحوض الأمامي المتأثر بجبهة زاغروس . وقد بيّنت دراسات بنيوية عراقية أن مصطلح حوض الرافدين الأمامي أو المنخفض الرافديني يحمل دلالة ديناميكية أدق من مجرد" السهل"؛ لأنه يرتبط بتاريخ هبوط طويل وتراكم رسوبي وتراكيب مدفونة.(Fouad, 2010, pp. 41–44)

تؤكد دراسة يعقوب عن جيومورفولوجية سهل الرافدين أن السهل وحدة تراكمية ضخمة تسود فيها الأشكال النهرية والبحيرية والريحية، وأن الحافة الشرقية والشمالية الشرقية تتصل بنظام من الطيات المنخفضة مثل حمرين ومكحول، كما تبرز فيها المصاطب النهرية والمراوح الفيضية وألسنة البجادات الممتدة من شمال مندلي إلى شمال العمارة .وهذه المعطيات ضرورية لأنها تعطي التحليل المورفوتكتوني مادته السطحية الأولى.(Yacoub, 2011, pp. 7–12, 29–30)

أما دراسة فؤاد عن التطور البنيوي لحوض الرافدين الأمامي فقد أبرزت أن السطح العام للحوض منبسط وأن البنيات التكتونية الظاهرة نادرة، غير أن ذلك لا ينفي وجود صدوع وطيات وتراكيب ملحية مدفونة تحت الرواسب الرباعية .وتكشف هذه النتيجة عن ضرورة الجمع بين التحليل السطحي والتحليل البنيوي؛ لأن غطاء السهل قد يخفي البنية لكنه لا يلغي أثرها في التصريف والهبوط الموضعي.(Fouad, 2010, pp. 43–46; Fouad, 2011, pp. 35–37)

وقدمت دراسة سيساكيان وزملائه عن التكتونية والنيوتكتونية في سهل الرافدين مراجعة مهمة، إذ ربطت بين الرفع والهبوط الحديثين وبين مظاهر مثل القنوات المهجورة، وتغير مسارات الأنهار، والمراوح الفيضية النشطة وغير النشطة .وتُعد هذه الدراسة من أقرب الدراسات إلى موضوع البحث الحالي لأنها تنظر إلى السهل بوصفه مجالا متحركا لا مجرد حوض ترسيبي ساكن. (Sissakian et al., 2020, pp. 59–64)

وفي السنوات الأخيرة اتجهت الدراسات العراقية إلى استخدام المؤشرات المورفوتكتونية ونماذج الارتفاع الرقمية .وتُعد دراسة بدرة وزرباطية مثالا حديثا؛ إذ استعملت DEM بدقة 30 مترا ومؤشرات مثل AF و T و SL و Vf و Smf لتقدير النشاط النسبي في أحواض شرقي العراق، وخلصت إلى أن القرب من منطقة التصادم الزاغروسي يرفع حساسية الأحواض للنشاط البنيوي.(Jalal et al., 2025, pp. 18–21, 35–36)

وفي جانب النشاط الزلزالي، بينت الدراسات العراقية الحديثة أن المنصة العربية الخارجية في العراق هي المجال الأكثر ارتباطا بالنشاط الزلزالي قياسا بالمنصة الداخلية المستقرة، وأن زلازل كثيرة تتركز قرب نطاقي بيتليس – زاغروس وحوض الرافدين الأمامي .وتزداد قيمة هذه الدراسات لأنها اعتمدت على شبكات رصد عراقية وإيرانية وكتالوغات عالمية لتحسين مواقع الزلازل وإعادة حساب مقاديرها. (Chiad et al., 2023, pp. 198–201; Onur et al., 2017, pp. 798–801)

المطلب الأول :الإطار النظري للتحليل المورفوتكتوني والنشاط الأرضي

أولا : مفهوم التحليل المورفوتكتوني .يقصد بالتحليل المورفوتكتوني دراسة العلاقة بين أشكال سطح الأرض والبنية التكتونية التي تسهم في تكوينها أو تعديلها .وهو حقل وسيط بين الجيومورفولوجيا والجيولوجيا البنيوية، لأن الشكل الأرضي فيه لا يُفسَّر بالتعرية والترسيب وحدهما، بل يُعاد ربطه بالقوى الباطنية وحركة القشرة وميلان الكتل الأرضية ونمو الطيات وتنشيط الصدوع .وإذا كانت الجيومورفولوجيا العامة تدرس الأشكال من حيث النشأة والتطور والتوزيع، فإن المورفوتكتونية تسأل :ما مقدار مساهمة الحركة الأرضية في هذا التطور؟)سلامة،2004 ، ص34-23 ؛ جودة،2003/2016 ، ص(28-17

ويتضح هذا المفهوم في المناطق الانتقالية التي تقع بين السهول والأحزمة الجبلية؛ لأن هذه المناطق تحتفظ غالبا بإشارات دقيقة على الحركة الحديثة .فالمراوح الفيضية التي تتراكم عند مخرج الأودية الجبلية لا تعكس كمية الرواسب وحدها، بل قد تكشف عن رفع في مقدمات الجبال أو هبوط في حافة السهل أو تبدل في مستوى القاعدة .وكذلك فإن استقامة مقدمة الجبل قد تشير إلى نشاط رفع حديث إذا رافقها انخفاض في التعرج وضيق في الأودية وتدرج واضح في المصاطب.

ثانيا : النشاط الأرضي والنيوتكتونية .النشاط الأرضي في سياق هذا البحث لا يقتصر على الزلازل، بل يشمل مجموعة الحركات الحديثة أو شبه الحديثة التي تؤثر في السطح، مثل الرفع التفاضلي والهبوط والتصدع والنمو المستمر للطيات .وتُستعمل النيوتكتونية للدلالة على الحركات التي بدأت في الزمن الجيولوجي الحديث، ولا سيما منذ النيوجين الأعلى، وما زالت آثارها قابلة للرصد في التضاريس وشبكات التصريف والزلزالية المعاصرة. (Sissakian et al., 2020, pp. 60-66)

وفي الحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي تصبح النيوتكتونية مفهوما مركزيا؛ لأن السهل في ظاهره مغطى برواسب دجلة والفرات وروافدهما، لكن حافته الشرقية تتلقى أثر الجبهة الزاغروسية التي تمثل نتيجة مستمرة لتقارب الصفيحة العربية مع الصفيحة الأوراسية .وهذا التقارب لا يظهر دائما في صورة جبال عالية داخل السهل، بل قد يظهر عبر ميلان بسيط في السطح، أو انحراف مجرى، أو إعادة تنشيط صدع مدفون، أو اختلاف في درجة تقطع المراوح الفيضية.

ثالثا: المؤشرات الجيومورفية .تعتمد المورفوتكتونية التطبيقية على مؤشرات كمية تساعد في تحويل الملاحظة العامة إلى حكم نسبي منظم .ومن أهم هذه المؤشرات معامل عدم التماثل الحوضيAF ، ومعامل التماثل الطبوغرافي العرضي T،ومؤشر الانحدار الطولي للمجرى SL ، ونسبة عرض قاع الوادي إلى ارتفاعه Vf ، ومعامل تعرج مقدمة الجبل Smf ولا تعني هذه

المؤشرات أن الحكم يصبح آليا أو نهائيا؛ إذ ينبغي تفسيرها في ضوء الليثولوجيا والمناخ ومرحلة تطور الحوض ودرجة الضبط البنيوي.

رابعا : العلاقة بين الصخر والشكل والحركة .إن أي مؤشر مورفوتكتوني لا يعمل في فراغ؛ فقيمة الانحدار أو ضيق الوادي قد تنتج عن رفع تكتوني، لكنها قد تنتج أيضا عن صخور مقاومة للتعرية أو عن تغير في المناخ أو في مستوى القاعدة .لذلك ينبغي قراءة المؤشرات بوصفها قرائن لا براهين مفردة، وجمعها في مصفوفة تفسيرية واحدة .وكلما اجتمعت قرائن متعددة، كاستقامة المقدمة الجبلية، وارتفاع قيمةSL ، وانخفاض قيمة Vf ، وانحراف المجرى، زادت قوة الاستدلال على النشاط الحديث.

خامسا: خصوصية البيئة السهلية .في البيئات الجبلية تظهر الحركة التكتونية بوضوح في الحافات والصدوع والمصاطب المرتفعة .أما في السهول الرسوبية فتكون العلامات أضعف وأكثر التباسا؛ لأن الترسيب الحديث يملأ الفجوات ويغطي البنى ويخفف فروق الارتفاع .ولهذا يصبح تحليل المراوح الفيضية والقنوات المهجورة والأنهار المتعرجة والسبخات والأهوار ضروريا لفهم الحركة؛ فهذه الأشكال قد تسجل فروقا دقيقة في الهبوط أو الرفع لا تكشفها الطبوغرافيا العامة.

سادسا : الدلالة التخطيطية .لا يكتمل التحليل المورفوتكتوني إذا بقي في حدود الوصف العلمي، فالمناطق ذات النشاط النسبي المرتفع تحتاج إلى ضوابط في البناء والتوسع والطرق والسدود الترابية وقنوات الري والبزل .وإذا لم تؤخذ هذه الدلالة في الحسبان فقد تُقام منشآت فوق مسارات فيضية قديمة أو قرب مقدمات جبلية نشطة أو فوق نطاقات هبوط موضعي، ما يزيد مخاطر التصدع أو الغمر أو التآكل أو انهيار التربة في أثناء الهزات أو السيول.

المؤشر	الصيغة المختصرة	الدلالة العامة	ملاحظات تفسيرية
AF	$AF = 100(Ar/At)$	عدم تماثل الحوض وانحراف التصريف	القيم البعيدة عن 50 قد تشير إلى ميلان أو ضبط بنيوي
T	$T = Da/Dd$	مقدار ابتعاد المجرى الرئيس عن محور الحوض	القيمة العالية تدل غالبا على إزاحة جانبية أو ميلان تفاضلي
SL	$SL = (\Delta H/\Delta L) \times L$	حساسية المجرى للتغير في الانحدار والطاقة	القيم المرتفعة تقرأ مع الصخر والصدوع والمصاطب
Vf	$Vf = 2Vfw/[(Eld-Esc)+(Erd-Esc)]$	شكل الوادي بين V وU	القيم المنخفضة ترتبط غالبا برفع نشط وتعرية عمودية

Smf	Smf = Lmf/Ls	تعرج مقدمة الجبل	القيم القريبة من 1 تشير إلى مقدمة مستقيمة ونشاط نسبي أعلى

يبين الجدول السابق طبيعة المؤشرات التي يمكن اعتمادها في الدراسة، ولا يُفهم منه أن كل مؤشر يكفي وحده للحكم على النشاط .فالمعالجة العلمية الرصينة تتطلب تحويل القيم إلى رتب نسبية، ثم جمع الرتب في مؤشر نشاط تكتوني نسبي، مع معايرة النتائج ميدانيا أو مقارنتها بالخرائط البنيوية ومواضع الزلازل. (Jalal et al., 2025, pp. 20–22; Keller & Pinter, 2002, pp. 111–135)

المطلب الثاني :الخصائص الطبيعية والجيولوجية للحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي

أولا :الموقع العام .تقع الحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي في النطاق الذي ينتقل فيه السطح من السهول الفيضية الواسعة إلى مقدمات الجبال والتلال المنخفضة المرتبطة بحزام زاغروس . وهي ليست وحدة متجانسة؛ إذ تتغير من الشمال إلى الجنوب تبعا لاختلاف الارتفاع والانحدار ونوعية الرواسب وكثافة الأودية القادمة من الشرق والشمال الشرقي .ويمثل هذا الامتداد مجالا حساسا لأن أي حركة رفع أو خفض في مقدمات الجبال تنعكس على توزيع الرواسب في السهل وعلى انتظام المجاري العابرة له.

ثانيا :الإطار البنيوي .ينتمي السهل الرسوبي إلى حوض الرافدين الأمامي بالمعنى البنيوي الواسع، وهو حوض تراكمت فيه رواسب سميكة نتيجة هبوط طويل وتزود رسوبي من الأنهار الرئيسة وروافد زاغروس .وقد أظهرت الدراسات أن السطح العام للسهل منبسط وأن التراكيب الظاهرة قليلة، إلا أن الصدوع والطيات والتراكيب الملحية أو القبابية قد تكون مخفية تحت الرواسب الرباعية .وهنا تكمن أهمية التحليل المورفوتكتوني؛ لأنه يبحث عن أثر تلك التراكيب في شكل السطح لا عن ظهورها المباشر فقط.(Fouad, 2010, pp. 43–46)

ثالثا :الغطاء الرسوبي .تغطي رواسب العصر الرباعي معظم السهل الرسوبي، وهي رواسب حصوية ورملية وغرينية وطينية تتصل بدورات فيضية متكررة لدجلة والفرات وروافدهما .وتزداد سماكة هذه الرواسب عموما باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي، الأمر الذي يجعل إظهار التراكيب البنيوية على السطح أكثر صعوبة .ومع ذلك فإن الحافة الشرقية، بسبب قربها من مصادر الرواسب وانحدار الأودية، تحفظ مراوح فيضية ومصاطب يمكن أن تسجل مراحل الرفع والقطع والترسيب المتعاقبة.(Fouad, 2011, pp. 36–37)

رابعا :المراوح الفيضية والبجادات .تعد المراوح الفيضية من أهم الشواهد في الحافة الشرقية، لأنها تتشكل عند خروج الأودية من الجبهة الجبلية إلى السهل .وعندما تتقارب المراوح وتتداخل فإنها تشكل سطحا شبه متصل يعرف بالبجادا، وقد سُجل هذا النمط على امتداد أجزاء من الحافة الشرقية من شمال مندلي إلى شمال العمارة .وتتعدد أجيال هذه المراوح بحسب تغير الطاقة النهرية ومستوى القاعدة وحركة الرفع والهبوط، ولذلك ينبغي النظر إليها بوصفها أرشيفا مورفوتكتونيا لا مجرد تراكم حصوي.(Yacoub, 2011, pp. 11–13)

خامسا :المصاطب والمجاري المهجورة .تكشف المصاطب النهرية عن مراحل سابقة من استقرار المجرى أو تغيّر مستوى القاعدة .فإذا وجدت مصاطب متعددة المستويات قرب مخارج الأودية، فقد يعني ذلك أن الحوض تعرض إلى رفع نسبي أو إلى تغيرات مناخية أو إلى تذبذب في التصريف والرواسب .أما المجاري المهجورة وانقطاعات المسارات فيمكن أن تشير إلى انحرافات سببتها مراوح ناشطة أو طيات نامية أو هبوط موضعي دفع الماء إلى مسار جديد.

سادسا :المناخ ودوره .لا يجوز رد كل مظهر في الحافة الشرقية إلى التكتونية وحدها، فالمناخ شبه الجاف والتذبذب المطري والسيول المفاجئة تؤثر بقوة في نحت الأودية وبناء المراوح ونقل الرواسب .وفي مثل هذه البيئات تنتج الأودية الموسمية كميات كبيرة من الرواسب أثناء أحداث مطرية قصيرة، فتتقدم المراوح بسرعة وتغيّر مجاريها .لذلك يحتاج التحليل إلى موازنة أثر المناخ والتصريف مع أثر الحركة الأرضية، لا إلى إلغاء أحدهما لصالح الآخر.

سابعا :التدرج المكاني .تزداد وضوح المؤشرات المورفوتكتونية عادة قرب مقدمات الجبال، حيث تظهر الأودية الضيقة والمقدمات المستقيمة والمراوح الحديثة .ثم تقل وضوحها داخل السهل حيث تنخفض الانحدارات وتتكاثر الأشكال الفيضية والسبخية .وبناء على ذلك يمكن تقسيم الحافة إلى نطاق أول شديد الحساسية قرب الجبهة الزاغروسية، ونطاق ثان انتقالي للمراوح والبجادات، ونطاق ثالث داخلي يغلب عليه الترسيب الفيضي الحديث.

ثامنا :التداخل مع الاستعمال البشري .تتداخل الحافة الشرقية اليوم مع توسع زراعي وعمراني وشبكات طرق ومشروعات مياه، وهذا التداخل قد يحجب بعض الأشكال القديمة أو يقطعها، كما قد يزيد أثر السيول وانسداد القنوات .ومن ثم ينبغي عند تنفيذ أي دراسة ميدانية أن يُفصل بين الشكل الطبيعي والتعديل البشري، وأن يُعتمد على الصور القديمة والخرائط الطبوغرافية ونماذج الارتفاع لتتبع التطور قبل التوسع العمراني الحديث.

المطلب الثالث :منهجية التحليل ومصادر البيانات المقترحة

أولا :مصادر البيانات .تعتمد الدراسة التطبيقية المقترحة على نماذج الارتفاع الرقمية، ولا سيما SRTM بدقة تقارب 30 مترا، وعلى الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية العراقية، وصور

الاستشعار عن بعد، وبيانات الزلازل المنشورة، والزيارات الميدانية عند الإمكان .وتساعد نماذج الارتفاع في استخراج حدود الأحواض، واتجاهات الانحدار، وشبكات التصريف، ومقاطع الأودية، ومقدمات الجبال، لكنها تحتاج دائما إلى مراجعة بصرية ومقارنة مع الخرائط والصور لأن دقة النموذج قد لا تكفي وحدها في المناطق منخفضة التضرس. (NASA Earthdata, 2024; Jalal et al., 2025, pp. 20–21)

ثانيا :تحديد الأحواض .تبدأ المعالجة بإعداد نموذج ارتفاع مصحح عبر ملء الفجوات والأحواض الوهمية، ثم استخراج اتجاه الجريان وتراكمه، وبعد ذلك تحديد الشبكة المائية وحدود الأحواض الفرعية .وتظهر أهمية هذه الخطوة في الحافة الشرقية لأن الأودية قد تكون موسمية وغير عميقة في بعض المواضع، وقد تختلط قنواتها بقنوات الري والبزل الحديثة، لذلك ينبغي حذف العناصر البشرية قدر الإمكان أو تمييزها عن المجاري الطبيعية.

ثالثا :اختيار القطاعات .يقترح البحث تقسيم الحافة الشرقية إلى قطاعات :قطاع ديالى – خانقين – مندلي، وقطاع بدرة – زرباطية، وقطاع الكوت – علي الغربي، وقطاع ميسان – شمال العمارة، ثم قطاع الأهوار الشرقية .ولا يعني ذلك أن الحدود قطعية، وإنما هي تقسيم تحليلي يسمح بمقارنة القيم والسمات، لأن كل قطاع يتصل بدرجة مختلفة بالجبهة الزاغروسية وبكثافة أودية مختلفة وبغطاء رسوبي مختلف.

رابعا :حساب المؤشرات .يُحسب AF لكل حوض من خلال مقارنة مساحة الجانب الأيمن للمجرى الرئيس بالمساحة الكلية، ويُحسب T من خلال قياس ابتعاد المجرى عن محور الحوض، ويُحسب SL على طول المجرى لالتقاط الشذوذات الانحدارية، ويُستخرج Vf من المقاطع العرضية المختارة، أما Smf فيُقاس عند مقدمات الجبال أو الحافات الخطية .وتحوّل القيم إلى رتب نشاط منخفض ومتوسط ومرتفع بحسب المعايير المستخدمة في الأدبيات، مع ضرورة عدم عزل الأرقام عن السياق.

خامسا :الربط البنيوي .بعد استخراج المؤشرات ينبغي إسقاط النتائج على الخريطة البنيوية، ولا سيما اتجاهات الصدوع والطيات والمناطق القريبة من حدود زاغروس .فإذا تطابقت الشذوذات الانحدارية أو انحرافات المجاري مع اتجاه صدعي أو مع مقدمة طية، تقوى الدلالة التكتونية . أما إذا ظهرت الشذوذات في صخور متباينة المقاومة أو عند التقاء روافد كبيرة فقد تكون دلالتها غير تكتونية أو مختلطة.

سادسا :الربط الزلزالي .لا تكفي الزلازل وحدها لتفسير النشاط المورفوتكتوني، لكنها تقدم قرينة مستقلة .لذلك ينبغي مقارنة مواقع الهزات التاريخية والحديثة واتجاهات تركزها مع القطاعات التي

تظهر فيها مؤشرات نشاط مرتفعة .وقد بينت الدراسات الحديثة أن غالبية الأحداث ذات المقدار الأكبر من 4 ترتبط بالمنصة العربية الخارجية وبقرب حزام بيتليس – زاغروس، وهذا يدعم قراءة الحافة الشرقية بوصفها نطاقا أكثر نشاطا من داخل السهل. (Chiad et al., 2023, pp. 199-201)

سابعا :التحقق الميداني .تبقى النتائج المكتبية بحاجة إلى تحقق ميداني، وخاصة في مواضع المصاطب والمراوح الحديثة وانقطاعات القنوات .ويشمل التحقق وصف الرواسب، وقياس ارتفاعات المصاطب، وتحديد مواقع القطع الرأسي، وتصوير مقدمات الجبال والأودية، ومقارنة المسارات الحالية بالمسارات المهجورة .كما يمكن أخذ عينات عمرية في الدراسات المتقدمة لتحديد زمن الترسيب أو القطع، وإن كان ذلك يتجاوز نطاق البحث الحالي.

ثامنا :حدود المنهج .ينبغي الاعتراف بأن المؤشرات المورفوتكتونية ليست معادلات قطعية، بل أدوات احتمالية .فقد يعطي مؤشر معين قيمة مرتفعة بسبب صخر مقاوم أو مناخ جاف أو تدخل بشري، لذلك لا بد من جمع المؤشرات وترتيبها وتفسيرها ضمن مصفوفة واحدة .كما أن دقة DEM قد تؤثر في الأودية الصغيرة، وأن الغطاء النباتي أو العمراني قد يشوه قراءة التصريف، ما يفرض الحذر في النتائج النهائية.

المطلب الرابع :التطبيق التحليلي على قطاعات الحافة الشرقية

أولا :قطاع ديالى – خانقين – مندلي .يمثل هذا القطاع أحد أكثر أجزاء الحافة الشرقية وضوحا من حيث التماس بين مقدمات زاغروس والسهل الرسوبي .وتظهر فيه أودية قادمة من مناطق أعلى نسبيا، ثم تنفتح على السهل في صورة مراوح ورواسب حصوية ورملية .كما أن قربه من نطاق الطيات والصدوع يجعل احتمالية تأثر الشبكة المائية بالميلان البنيوي أعلى من داخل السهل .ومن المتوقع أن تظهر قيم AF و T انحرافا في بعض الأحواض، وأن تسجل قيم SLشذوذات عند انتقال الأودية من الجبال إلى السهل.

وتنبغي قراءة مراوح مندلي وخانقين لا بوصفها ترسبات منفصلة فحسب، بل بوصفها سلسلة استجابات للتغير في الطاقة النهرية والرفع النسبي .فالمروحة التي يقطعها مجرى حديث قد تشير إلى مرحلة رفع أو انخفاض في مستوى القاعدة، والمروحة التي يهاجر نشاطها جانبيا قد تشير إلى ميلان طبوغرافي أو انسداد رسوبي أو تحكم بنيوي .لذلك يكون تحليل أجيال المراوح وتدرجها وحالتها النشطة أو غير النشطة مدخلا مهما لتفسير الحركة الحديثة.

ثانيا :قطاع بدرة – زرباطية .يكتسب هذا القطاع أهمية خاصة لأنه قريب من الحدود العراقية – الإيرانية ومن الجبهة الزاغروسية، ولأنه كان موضوع دراسة حديثة استخدمت مؤشرات

مورفوتكتونية متعددة .وتدل نتائج تلك الدراسة على أن الأحواض الأقرب إلى منطقة التصادم أظهرت نشاطا أعلى من الأحواض المتجهة نحو السهل الرافديني، وأن قيم SL و Vf و Smf عكست تفاوتا بين المناطق المرفوعة والمناطق الأكثر ترسيبا. (Jalal et al., 2025, pp. 35-37)

وتتجلى الدلالة التطبيقية في بدرة وزرباطية من خلال ضيق الأودية العليا، واستقامة بعض المقدمات، ووجود مراوح فيضية ذات مواد خشنة نسبيا .فإذا ارتبطت هذه السمات بقيم Vf منخفضة و Smf قريبة من 1 ، فإن التفسير يميل إلى وجود نشاط رفع حديث أو استمرار تأثير الطيات والصدوع .أما إذا ارتفعت قيم Vf وتزايد تعرج المقدمات، فقد يشير ذلك إلى سيادة التعرية والتراجع الجبهي وتراجع النشاط النسبي.

ثالثا :قطاع الكوت – علي الغربي .يقع هذا القطاع في موقع انتقالي بين تأثير الأودية الشرقية ونظام دجلة ومراوحه وروافده .وتظهر فيه أهمية تحليل انحرافات المجاري والقنوات المهجورة، لأن المنطقة أقرب إلى السهل الفيضي العريض حيث يضعف التضرس ويتقوى أثر الترسيب . ومع ذلك فإن وجود تراكيب مدفونة أو هبوط موضعي قد يوجه مسارات التصريف أو يخلق أحواضا منخفضة تتجمع فيها الرواسب والمياه.

وفي هذا القطاع ينبغي أن يكون التركيز على العلاقة بين التصريف الحديث ومواضع التراكيب تحت السطحية؛ فالقنوات المهجورة وأقواس الانعطاف والاختلافات الدقيقة في ارتفاع السطح قد تكون أكثر دلالة من المقدمات الجبلية نفسها .كما أن المقارنة بين خرائط زمنية مختلفة يمكن أن تكشف هجرة مجرى أو انغلاق منخفض أو توسع منطقة فيضية، وهي جميعا مؤشرات محتملة على تفاعل الترسيب مع الهبوط النسبي.

رابعا :قطاع ميسان وشمال العمارة .يتميز هذا القطاع باتساع المراوح والبجادات تدريجيا مع اقتراب السهل من مناطق الأهوار والفيضانات الجنوبية .ويصبح التمييز بين أثر التكتونية وأثر الترسيب أكثر صعوبة؛ لأن الانحدارات ضعيفة والرواسب الناعمة واسعة الانتشار .غير أن الحافة الشرقية تبقى قابلة لقراءة مورفوتكتونية من خلال امتداد ألسنة المراوح ومواقع القنوات القديمة واتجاهات التصريف القادمة من الشرق.

وقد أشارت الدراسات الجيومورفية إلى أن المراوح الشرقية تشكل حزاما متصلا نسبيا في بعض المواضع، وأن اتساعها يرتبط بحجم الأحواض المنحدرة من الشرق وبانحدار المجاري .ومن الناحية المورفوتكتونية، قد يدل انتظام الحزام أو انقطاعه أو تفاوت أعمار أسطحه على تغير في

الرفع أو الهبوط .لكن الحكم النهائي يحتاج إلى مقارنة دقيقة بين الرواسب، ومناسيب الأسطح، ومواضع القنوات، وتواريخ الفيضان والترسيب.(Yacoub, 2011, pp. 11–13, 29–30)

خامسا :نطاق الأهوار الشرقية .في هذا النطاق يضعف التعبير الطبوغرافي عن التكتونية بسبب سيطرة المياه والرواسب الناعمة والسبخات والمسطحات الطينية .ومع ذلك، فإن الهبوط النسبي يمكن أن يظهر في اتساع مناطق الغمر أو استمرار انخفاضات معينة، كما أن أي ميلان تفاضلي قد ينعكس على اتجاهات التصريف أو على مواضع الترسيب الدقيق .ولذلك ينبغي عدم استبعاد هذا النطاق من التحليل، بل ينبغي استخدام مؤشرات ملائمة للبيئات المنخفضة لا تقتصر على المقدمات الجبلية.

سادسا :قراءة مقارنة للقطاعات .عند المقارنة بين القطاعات يتوقع أن تكون درجة النشاط الظاهر أعلى في بدرة وزرباطية ومندلي، متوسطة في الكوت وعلي الغربي، وأقل وضوحا في ميسان والأهوار بسبب الغطاء الرسوبي وضعف الانحدار .غير أن" الأقل وضوحا "لا يعني "الأقل نشاطا "بالضرورة؛ فقد تكون الحركة موجودة لكنها مموهة بالترسيب .لذلك يجب التمييز بين النشاط الحقيقي والنشاط القابل للرصد مورفولوجيا.

سابعا :دلالة التصريف .تعد شبكة التصريف أحد أكثر عناصر السطح حساسية للحركة الحديثة؛ لأنها تستجيب بسرعة نسبية للميلان والرفع والانخفاض .فالانحراف الجانبي للمجرى، وتركز الروافد على جانب دون آخر، وانقطاع المجرى عند مقدمة مروحة، وتكرار الزوايا الحادة في التصريف، كلها علامات ينبغي اختبارها .وإذا اجتمعت هذه العلامات مع اتجاهات بنيوية معروفة فإنها تمنح التحليل المورفوتكتوني قوة أكبر.

ثامنا :دلالة المراوح .يمكن للمراوح الفيضية أن تكشف عن العلاقة بين الجبل والسهل بصورة دقيقة .فالمروحة النشطة تدل على استمرار تزويد رسوبي وتصريف قادر على البناء، بينما قد تدل المروحة المقطوعة أو المهجورة على تغير مستوى القاعدة أو تحول المجرى أو رفع موضعي .وتداخل أجيال المراوح على الحافة الشرقية يعني أن المنطقة لم تكن ثابتة تماما، بل شهدت تعاقبا بين البناء والقطع والهجرة الجانبية.

تاسعا :دلالة المصاطب .المصاطب المحدودة عند مخارج الأودية الشرقية قد تسجل مراحل قطع رأسي مرتبطة بزيادة الانحدار أو بانخفاض مستوى القاعدة أو برفع تكتوني .وإذا كانت المصاطب متوازية على طول حافة واسعة، فقد تكون دلالتها إقليمية، أما إذا كانت محلية فقد ترتبط بانسداد مروحي أو بصخر مقاوم أو بتغير في التصريف .لذلك ينبغي قياس ارتفاعات المصاطب ومقارنتها لا الاكتفاء بذكر وجودها.

القطاع	الأشكال البارزة	المؤشرات الأنسب	درجة النشاط المتوقعة	دلالة تفسيرية
ديالى – خانقين – مندلي	أودية ومراوح ومقدمات جبلية	AF, T, SL, Smf	متوسطة إلى مرتفعة	قرب مباشر من مقدمات زاغروس وتراكيبها.
بدرة – زرباطية	أحواض قصيرة ومراوح ومقدمات مستقيمة	SL, Vf, Smf, IAT	مرتفعة نسبيا	تأثر واضح بجبهة التصادم والطيات والصدوع.
الكوت – علي الغربي	قنوات مهجورة وسهل فيضي ومراوح طرفية	AF, T, SL	متوسطة	تداخل أثر الترسيب مع التراكيب المدفونة.
ميسان – شمال العمارة	بجادات ومراوح واسعة ومسطحات منخفضة	AF, T، تحليل القنوات	منخفضة ظاهريا إلى متوسطة	الغطاء الرسوبي يخفي جزءا من الإشارة التكتونية.
الأهوار الشرقية	منخفضات ومسطحات مائية ورواسب ناعمة	تحليل الميلان والقنوات القديمة	غير مباشرة	الحركة تظهر غالبا في الهبوط والغمر لا في التضرس.

يقدّم الجدول قراءة ترجيحية لا قياسات نهائية؛ فهو يصلح لتوجيه الدراسة الميدانية أو التحليل الرقمي، لكنه يحتاج إلى قيم حقيقية مستخرجة من DEM وخرائط محدثة حتى يتحول إلى جدول نتائج نهائي قابل للنشر التجريبي.

المطلب الخامس :النشاط الزلزالي والنيتكتوني في الحافة الشرقية

أولا :السياق الزلزالي العام .يقع العراق عند الهامش الشمالي الشرقي للصفيحة العربية، حيث يتصل بنطاق التصادم مع الصفيحة الأوراسية عبر زاغروس وبيتليس .ولا تتوزع الزلازل في العراق توزيعا متجانسا، بل تتركز غالبا في الشمال الشرقي والشرق، ثم تقل باتجاه المنصة الداخلية الغربية والجنوبية الغربية .التوزيع ينسجم مع الفرق البنيوي بين المنصة العربية الخارجية

غير المستقرة والمنصة الداخلية الأكثر استقرارا. (Chiad et al., 2023, pp. 199-201; Onur et al., 2017, pp. 798-800)

ثانيا :علاقة الزلازل بالتراكيب .تشير الدراسات الزلزالية إلى أن خطوط تركز البؤر غالبا ما تتوافق مع اتجاهات صدعية إقليمية شمالية غربية – جنوبية شرقية أو شمالية شرقية – جنوبية غربية .وفي الحافة الشرقية للسهل الرسوبي، يكون أثر هذه الصدوع أكثر تعقيدا لأنها قد تكون مدفونة جزئيا تحت الرواسب أو تظهر في صورة انحرافات تصريفية ومقدمات مستقيمة ومراوح مقطوعة .لذلك لا ينبغي انتظار ظهور الصدع على السطح حتى يُفترض أثره، بل يجب البحث عن أثره غير المباشر.

ثالثا :الزلازل كقرينة لا كدليل وحيد .لا يعني وجود زلازل قرب الحافة الشرقية أن كل شكل أرضي فيها تكتوني المنشأ، كما لا يعني ضعف التسجيل الزلزالي في موضع ما أن الحركة غائبة .فالزلازل تسجل جزءا من النشاط السريع، بينما تسجل الأشكال الأرضية نتيجة تراكم طويل لعمليات رفع وهبوط وتعرية وترسيب .ومن هنا تأتي أهمية الجمع بين الكتالوغ الزلزالي والتحليل المورفوتكتوني، لأن كل منهما يكمل الآخر زمنيا ومكانيا.

رابعا :أهمية إعادة تحديد مواقع الزلازل .بينت الدراسات العراقية الحديثة أن استخدام محطات رصد محلية وإيرانية يحسن مواقع الزلازل في المنصة العربية الخارجية، وأن الحاجة قائمة إلى محطات أكثر داخل العراق لرفع دقة تحديد البؤر .وتفيد هذه النتيجة البحث الحالي لأنها تعني أن ربط الزلازل بالمؤشرات المورفوتكتونية يجب أن يراعي هامش الخطأ في مواقع الهزات، ولا سيما قرب السهل الرسوبي حيث قد تكون البؤر أعمق أو أقل وضوحا. (Chiad et al., 2023, pp. 198-199, 213)

خامسا :الهبوط والرفع الحديثان .لا يتخذ النشاط الأرضي في السهل الرسوبي شكل هزات محسوسة فقط، بل قد يكون بطيئا ومستمرا في صورة هبوط أو رفع تفاضلي .وقد أوضحت مراجعات النيوتكتونية أن السهل يضم مناطق مرفوعة نسبيا داخل حوض هابط مستمر، وأن هذه المناطق قد تظهر في الخرائط عبر مؤشرات طبوغرافية وقنوات مهجورة وتغير مسارات ومراوح نشطة وغير نشطة.(Sissakian et al., 2020, pp. 63-67)

سادسا :الحافة الشرقية بوصفها شريط استجابة .يمكن النظر إلى الحافة الشرقية بوصفها شريطا يستقبل أثرين متقابلين :أثر الجبهة الزاغروسية من الشرق، وأثر الترسيب السهلي من الغرب .فإذا غلب الرفع والتشوه ظهرت الأودية الضيقة والمقدمات المستقيمة والقطع في المراوح .وإذا غلب الترسيب والهبوط اتسعت المراوح والسهول المنخفضة واختفت البنية تحت الغطاء الرباعي .وبهذا المعنى فإن الحافة ليست خطا، بل مجال توازن ديناميكي.

سابعا :المخاطر المرتبطة .تتجلى المخاطر في ثلاثة مستويات :خطر زلزالي مباشر قد يؤثر في المنشآت والطرق، وخطر سيول ومراوح فيضية قد يقطع الطرق والقنوات، وخطر هبوط أو انضغاط رسوبي في الأراضي المنخفضة .وهذه المخاطر لا تعمل منفصلة؛ فالهزة قد تضعف تربة مشبعة، والسيول قد تعيد تنشيط مجرى قديم، والهبوط قد يزيد قابلية الغمر .لذلك يحتاج التخطيط إلى خرائط مركبة تجمع النشاط الزلزالي والمؤشرات المورفوتكتونية واستعمالات الأرض.

ثامنا :التفسير المتوازن .يجب أن يبقى التحليل الزلزالي متوازنا؛ فالحافة الشرقية ليست منطقة كارثية بالضرورة، لكنها ليست مستقرة تماما .وقد يكون وصفها الأدق أنها منطقة نشاط نسبي متفاوت :عال قرب الجبهة والتراكيب النشطة، متوسط في نطاق المراوح، ومنخفض أو مموّه في داخل السهل .وهذا التوصيف يفيد الباحث والمخطط لأنه لا يبالغ في الخطر ولا يهمله، بل يضعه في درجات مكانية قابلة للإدارة.

المطلب السادس :مناقشة النتائج ودلالاتها التطبيقية

تدل القراءة العامة على أن الحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي لا يمكن تفسيرها من خلال عامل واحد .فالتكتونية الحديثة تفسر جانبا من استقامة المقدمات وانحراف التصريف وقطع المراوح، بينما تفسر العوامل المناخية والرسوبية جانبا آخر من اتساع المراوح وتغير المجاري الموسمية وتراكم الرواسب الناعمة .لذلك فإن القيمة العلمية للبحث تكمن في بناء تفسير تكاملي يزن العوامل لا في اختزالها بعامل واحد.

أولا :دلالة القرب من زاغروس .كلما اقتربت الحافة من الجبهة الزاغروسية زادت فرص ظهور المؤشرات الدالة على النشاط، لأن الرفع البنيوي يكون أوضح والتدرج الطبوغرافي أكبر .وهذا يفسر ارتفاع الحساسية في قطاعات بدرة وزرباطية ومندلي، حيث تتجاور الأودية القصيرة ومقدمات الجبال والمراوح الحديثة .أما في داخل السهل، فتضعف الإشارة بسبب الترسيب الحديث وغياب التضرس الكبير.

ثانيا :دلالة الغطاء الرباعي .إن الغطاء الرباعي ليس مجرد عائق أمام رؤية التراكيب، بل هو أيضا سجل للحركة .فالرواسب التي تغطي الصدوع والطيات قد تُرفع أو تُقطع أو تُمال أو تُعاد تعبئتها في قنوات جديدة .ولهذا ينبغي دراسة الغطاء نفسه، لا تجاوزه، عبر تحليل تدرج الرواسب ومناسيبها وأعمارها النسبية وارتباطها بالمجاري والمراوح.

ثالثا :دلالة المراوح في التخطيط .غالبا ما تُعد المراوح الفيضية مواضع جذابة للتوسع الزراعي والعمراني بسبب انبساطها النسبي وارتفاعها عن السهل الفيضي .غير أنها قد تكون أيضا

مواضع سيول مفاجئة وهجرة قنوات، خاصة في المناطق شبه الجافة .فإذا كانت المروحة نشطة أو مقطوعة بمجار حديثة، فيجب أن تُصنف ضمن مناطق حذر في التخطيط، وأن تُترك مسارات تصريف مفتوحة لا تقطعها الطرق أو الأبنية.

رابعا :دلالة الأودية والمجاري .إن انحراف المجاري أو عدم تماثل الأحواض قد يدل على ميلان بنيوي، لكنه قد يرتبط أيضا برواسب مروحية أو بقنوات ري وبزل .لذلك ينبغي عند اعتماد AF و T أن يُفحص المجرى الرئيس وأن تُستبعد القنوات البشرية .كما يجب اختيار أحواض ذات حدود واضحة حتى لا تؤدي الضبابية الطبوغرافية في السهل إلى قيم مضللة.

خامسا :دلالة مؤشر .SL يعد مؤشر الانحدار الطولي حساسا للتغيرات المفاجئة في الانحدار، وقد يلتقط مواضع رفع أو صدع أو تغير صخري .وفي الحافة الشرقية ينبغي تفسير قيمه العالية عند مخارج الأودية بحذر؛ فقد تكون ناجمة عن انتقال طبيعي من الجبل إلى السهل أو عن مقاومة صخرية أو عن حركة حديثة .ولا يصبح الحكم قويا إلا إذا ترافقت القيمة العالية مع شواهد أخرى مثل مصطبة مرتفعة أو مقدمة مستقيمة أو خطية بنيوية.

سادسا :دلالة Vf و .Smfتميل الأودية الضيقة ذات القيعان الصغيرة إلى الدلالة على رفع نشط أو تعرية عمودية قوية، بينما تدل الأودية العريضة على نضج أكبر أو نشاط أضعف .كما أن مقدمة الجبل المستقيمة نسبيا قد تشير إلى استمرار الرفع، في حين أن المقدمة المتعرجة تعكس غالبا تقدما أكبر للتعرية الجانبية .لكن كل ذلك يحتاج إلى ضبط ليثولوجي، لأن الصخور المقاومة قد تنتج واديا ضيقا حتى بغياب نشاط حديث قوي.

سابعا :فائدة المؤشر المركب .من الأفضل تحويل المؤشرات المفردة إلى مؤشر نشاط تكتوني نسبي IAT ، لأن المؤشر المركب يقلل أثر الشذوذات الفردية ويعطي صورة مكانية أكثر استقرارا .فإذا أعطت معظم المؤشرات رتبا مرتفعة في قطاع معين، يصبح تصنيفه أكثر ثقة .أما إذا اختلفت المؤشرات فيجب البحث عن سبب الاختلاف، كالصخر أو المناخ أو التدخل البشري أو خطأ في تحديد الحوض.

ثامنا :أثر النتائج في البنية التحتية .ينبغي أن تراعي الطرق والسكك والقنوات في شرق العراق مواقع المراوح النشطة ومخارج الأودية ومناطق الهبوط المحتمل .فالمسار الذي يقطع مروحة نشطة يحتاج إلى عبارات كافية ومناسيب آمنة، والمنشأة القريبة من مقدمة جبلية نشطة تحتاج إلى تقييم جيتقني وزلزالي .كما يجب إدخال خرائط المخاطر في قرارات التوسع الحضري في المدن والبلدات المتاخمة للحافة الشرقية.

تاسعا :أثر النتائج في إدارة المياه .يمكن للتحليل المورفوتكتوني أن يساعد في تحديد مواقع الحصاد المائي والسدود الصغيرة والخزانات الترابية، لأن المروحة أو الوادي النشطين يختلفان في سلوكهما عن السطح القديم المستقر .كما أن الهبوط الموضعي قد يخلق مناطق تجمع مياه أو سبخات، بينما قد يسبب الرفع النسبي زيادة في سرعة الجريان والتعرية .ومن ثم تصبح إدارة المياه مرتبطة بفهم الحركة الأرضية لا بالمناخ وحده.

عاشرا :القيمة العلمية للمجلات العراقية .يستجيب هذا الموضوع لحاجة بحثية عراقية؛ لأنه يجمع بين جغرافية طبيعية تطبيقية وجيولوجيا بنيوية ومخاطر طبيعية .كما أنه يسمح بإنتاج خرائط وجداول وأرقام قابلة للتحقق، وهو ما تفضله كثير من المجلات المحكمة .ولتعزيز قبول البحث ينبغي إرفاق خرائط أصلية للأحواض، وتحديد مصدر DEM ، وذكر برمجية المعالجة، ووضع الجداول النهائية للقيم، وتوضيح حدود الدقة.

المطلب السابع :قراءة قطاعية موسّعة للحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي

أولا :قطاع ديالى – خانقين – مندلي .يمثّل هذا القطاع المدخل الشمالي للحافة الشرقية في نطاق السهل الرسوبي، وتظهر فيه العلاقة بين الحافات المنخفضة ومجاري ديالى والأودية الموسمية القادمة من الشرق والشمال الشرقي .وتنبع أهمية هذا القطاع من أنه يجمع بين تأثير حمرين من جهة، وتأثير السهل الفيضي الواسع من جهة أخرى، لذلك تتجاور فيه المظاهر البنيوية والرسوبية على نحو واضح .وفي القراءة المورفوتكتونية يمكن تتبع انحراف المجاري وتباين اتساع السهول المروحية، إضافة إلى المصاطب المحدودة التي تظهر عند مخارج الأودية، وهي كلها مؤشرات تساعد في الكشف عن الرفع التفاضلي أو الميلان البنيوي.

ولا يُقرأ قطاع مندلي بوصفه حافة طبوغرافية فحسب، بل بوصفه منطقة انتقال بين التصريف الجبلي القصير والتصريف السهلي المتباطئ .فالانحدار يتناقص سريعا عند خروج الأودية من التلال نحو السهل، وهذا التناقص يفسر نشوء المراوح الفيضية، لكنه في الوقت نفسه قد يخفي أثر الحركة؛ لأن تراكم الرواسب الحديثة يردم الانقطاعات ويخفي خطوط الصدع .ومن ثم ينبغي في هذا القطاع أن تُقارن أطوال المجاري بدرجات الانحدار وأن تُفحص مواضع التعرج المفاجئ في الأودية، ولا سيما حين تكون متوافقة مكانيا مع اتجاهات خطية في الصور الفضائية.

ثانيا :قطاع بدرة – زرباطية .يعد هذا القطاع من أكثر القطاعات ملاءمة للتحليل المورفوتكتوني التطبيقي؛ لأن التضرس فيه أوضح، ولأن حدّه الشرقي قريب من النطاق البنيوي الفاعل المرتبط بجبهة زاغروس .وتدل الدراسات الحديثة التي تناولت أحواض زرباطية وبدرة على إمكان استخدام نماذج الارتفاع الرقمية بدقة ثلاثين مترا لاستخراج شبكة التصريف وحدود الأحواض

وقيم المؤشرات المختلفة .وهذا يجعل القطاع صالحا لبناء نموذج كمي يختبر الفرضية الأساسية لهذا البحث، أي أن درجة النشاط ترتفع قرب الجبهة وتتراجع باتجاه السهل.

وفي هذا القطاع ينبغي العناية بمؤشرين على نحو خاص :معامل تعرج مقدمة الجبل، ونسبة عرض قاع الوادي إلى ارتفاعه .فاستقامة المقدمة، إذا ترافق معها ضيق الأودية وارتفاع الانحدار، قد تعكس استمرارا في الرفع أو تجدد النشاط على طول نطاق بنيوي .أما إذا كانت المقدمة متعرجة والأودية عريضة، فقد يكون أثر التعرية أطول عمرا أو قد يكون النشاط الحديث أضعف .ومع ذلك لا بد من الانتباه إلى تأثير الليثولوجيا؛ لأن الصخور الكلسية أو الكونغلوميرية قد تقاوم التعرية وتنتج مقدمات أكثر استقامة حتى في غياب نشاط حديث قوي.

ثالثا :قطاع الكوت – العزيزية – علي الغربي .يمثل هذا القطاع مرحلة وسطى بين الحافة النشطة نسبيا والسهل الرسوبي الأوسع .فالتضرس هنا أقل حدة من بدرة وزرباطية، لكن أثر المجاري والألسنة الرسوبية والقنوات القديمة يبقى واضحا في بعض المواضع .وتظهر القيمة التطبيقية لهذا القطاع في أنه يسمح باختبار مدى قدرة الغطاء الرسوبي على إخفاء الإشارة التكتونية .فإذا ظهرت انحرافات أو قنوات مهجورة أو فروق في مناسيب السطح، فإن تفسيرها يحتاج إلى الجمع بين تاريخ النهر والهبوط الموضعي والتراكيب المدفونة.

وتزداد أهمية هذا القطاع بسبب اتصال شبكة الطرق والزراعة والري به؛ فالأرض السهلية القريبة من دجلة تبدو ملائمة للاستثمار، لكنها قد تكون متأثرة بمشكلات فيضية أو هبوطية أو بتغير مسارات قديمة .ومن ثم فإن التحليل المورفوتكتوني هنا يجب أن يخدم إدارة الأرض لا أن يبقى وصفا نظريا .ويقترح البحث أن تقسم المنطقة إلى وحدات :سهول فيضية حديثة، سطوح مروحية قديمة، مجاري مهجورة، مناطق سبخية أو منخفضة، وحافات انتقالية؛ ثم تُقارن هذه الوحدات مع خرائط التراكيب المدفونة إن توافرت.

رابعا :قطاع ميسان – العمارة – حافة الأهوار .يختلف هذا القطاع عن القطاعات الشمالية لأن أثر الترسيب والهبوط والغمر يكون أقوى، كما أن الأهوار والمسطحات المنخفضة تسهم في طمس الإشارة البنيوية .ومع ذلك لا يعني هذا غياب النشاط، بل يعني أن أدوات قراءته يجب أن تتغير .فبدلا من التركيز على مقدمات الجبال الضيقة، ينبغي التركيز على القنوات القديمة، وحافات الأهوار، والفروق الدقيقة في المناسيب، واتجاهات التصريف، ومواضع تراكم الرواسب الناعمة.

في قطاع ميسان، قد تكون أفضل المقاربات هي الجمع بين صور الأقمار الصناعية متعددة الأزمنة وبيانات الارتفاع الدقيقة، بحيث تُرصد التغيرات في خط الماء، وتحولات القنوات،

واتجاهات الترسيب .وإذا ترافق نمط مكاني محدد من الهبوط أو تجمع المياه مع خطية بنيوية معروفة أو مع حافة مدفونة، أمكن تحويل الملاحظة إلى فرضية مورفوتكتونية قابلة للاختبار . أما الاكتفاء بالنظر إلى السطح الحالي فقد يضلل الباحث لأن كثيراً من الأشكال في هذا القطاع حديثة أو معدلة بفعل الإنسان.

خامسا :معنى الانتقال من الشمال إلى الجنوب .إن الحافة الشرقية ليست متجانسة؛ فهي تبدأ بقطاعات أوضح تضاريسيا ثم تدخل تدريجيا في مجال أكثر سهلية ورسوبيّة .ولذلك لا يصح أن يطبَّق معيار واحد على كل القطاعات من غير تعديل .فالقيم العددية نفسها قد تحمل معنى مختلفا بحسب الموقع؛ فقيمة متوسطة لمعامل عدم التماثل في حوض جبلي صغير قد تكون أقل دلالة من القيمة نفسها في حوض سهلي عريض .ولهذا يقترح البحث اعتماد تفسير قطاعي، يوازن بين المؤشر والموقع والليثولوجيا ودرجة التدخل البشري.

سادسا :أثر النشاط البشري في قراءة الحافة .لا يمكن تجاهل أثر القنوات والسدود والطرق والتوسع العمراني والزراعي في تغيير التصريف السطحي .فبعض القنوات تبدو في الصور الفضائية مثل مجار طبيعية، وبعض السواتر والطرق يقطع المراوح ويخلق تجمعات مائية مصطنعة .ومن هنا يجب على الباحث أن يميز بين المظهر الطبيعي والمظهر المعدل بشريا . ويكون ذلك بمقارنة الصور القديمة والحديثة، وبالتحقق الميداني، وبالعودة إلى الخرائط الطبوغرافية القديمة قبل الاعتماد على أي قيمة رقمية في التحليل.

سابعا :الترابط بين القطاعات .على الرغم من اختلاف القطاعات، فإنها تشترك في سمة واحدة هي كونها تقع على هامش منخفض أمامي يستقبل الرواسب من الشرق والشمال الشرقي ويتأثر في الوقت نفسه بقوى الضغط والرفع المرتبطة بزاغروس .وهذا الترابط يسمح ببناء خريطة عامة للنشاط النسبي، لكنها يجب أن تُدعَم بخرائط تفصيلية لكل قطاع .فالنشاط ليس قيمة مطلقة، بل درجة مكانية تتغير عبر المسافة والزمن ونوع الرواسب وشدة التعرية.

المطلب الثامن :إجراءات التحليل التطبيقي المقترحة للباحث

أولا :إعداد البيانات .تبدأ الدراسة التطبيقية بجمع نموذج ارتفاع رقمي مناسب، مثل SRTM بدقة ثلاثين مترا أو نموذج أعلى دقة إن توافر، ثم تصحيح الفجوات ومعالجة الحفر الرقمية وتوحيد نظام الإحداثيات .وينبغي أن تُضاف إلى ذلك الخرائط الجيولوجية والجيومورفية والمرئيات الفضائية متعددة الأزمنة، لأن الاعتماد على DEM وحده قد يعطي نتائج شكلية غير كافية .كما يستحسن إعداد طبقة خاصة بالتراكيب البنيوية المعروفة وطبقة للزلازل المسجلة، حتى يمكن الربط بين السطح والبنية والنشاط الزلزالي.

ثانيا :تحديد حدود الأحواض .لا بد أن تُستخرج أحواض التصريف بطريقة معيارية، وذلك عبر ملء الحفر وتوليد اتجاه الجريان وتراكم الجريان ثم تحديد المجاري وحدود الأحواض .ويجب بعد ذلك مراجعة الحدود يدويا في المناطق السهلية؛ لأن الانحدار الضعيف قد يؤدي إلى أخطاء في تقسيم الحوض .كما ينبغي استبعاد القنوات الصناعية من شبكة التصريف أو على الأقل تمييزها بلون مستقل، حتى لا تدخل في حسابات التعرج أو الانحدار أو عدم التماثل.

ثالثا :قياس مؤشر عدم التماثل الحوضي .يُحسب هذا المؤشر بقسمة مساحة الجزء الواقع يمين المجرى الرئيس، باتجاه الجريان، على المساحة الكلية للحوض مضروبة في مئة .والقيمة القريبة من خمسين تدل غالبا على تماثل نسبي، أما الانحراف الكبير عنها فقد يدل على ميلان تكتوني أو تأثير صخري أو اختلاف في الروافد .وفي الحافة الشرقية ينبغي أن تقارن قيمة هذا المؤشر مع اتجاه الميل العام للحوض، فإذا اتجه الانحراف نحو السهل أو نحو الجبهة الجبلية أمكن تفسيره في ضوء الرفع أو الهبوط النسبي.

رابعا :قياس مؤشر التماثل الطبوغرافي العرضي .يحدد هذا المؤشر مدى ابتعاد المجرى الرئيس عن الخط الوسطي للحوض .وكلما اقتربت القيمة من الصفر كان الحوض أكثر تماثلا، وكلما ارتفعت دل ذلك على انحراف المجرى نحو أحد الجانبين .وتتضح أهميته في الأحواض التي تتعرض لميلان جانبي؛ إذ يميل المجرى إلى الانزياح تدريجيا بعيدا عن الجانب الهابط أو نحو الجانب الأقل مقاومة .ويجب أن تؤخذ القياسات على مسافات منتظمة حتى لا تتحكم نقطة واحدة في الحكم العام.

خامسا :قياس مؤشر الانحدار الطولي للمجرى .يحتاج هذا المؤشر إلى تقسيم المجرى الرئيس إلى مقاطع متساوية أو شبه متساوية، ثم حساب فرق الارتفاع والطول الأفقي والمسافة من المنبع إلى منتصف المقطع .وتدل القيم العالية على تغير حاد في الانحدار، وقد يكون ذلك بسبب رفع تكتوني أو صخر مقاوم أو عتبة بنيوية .ولتجنب التفسير الخاطئ، تُقارن مواضع القيم العالية بالخريطة الجيولوجية وبنقاط تقاطع المجرى مع الصدوع أو حدود التكوينات.

سادسا :قياس نسبة عرض قاع الوادي إلى ارتفاعه .تُستخرج هذه النسبة من مقاطع عرضية عبر الوادي، وتقارن بين عرض القاع وارتفاع جانبي الوادي عن القاع .وتشير القيم المنخفضة إلى أودية ضيقة وعميقة غالبا ما ترتبط بالرفع أو التعرية العمودية النشطة، بينما تشير القيم العالية إلى أودية عريضة ذات نشاط رفع أضعف أو مرحلة نضج أكبر .وفي شرق العراق يكون هذا المؤشر أكثر فائدة في الأجزاء القريبة من التلال والمقدمات الجبلية، وأقل وضوحا في السهول العريضة.

سابعا :قياس تعرج مقدمة الجبل .يقارن هذا المؤشر بين الطول الحقيقي للمقدمة الجبلية على امتداد السفح والطول المستقيم بين طرفيها .وكلما اقتربت القيمة من الواحد دل ذلك على مقدمة مستقيمة نسبيا، وهي قرينة محتملة على نشاط رفع أو صدع حدي .أما القيم العالية فتدل على مقدمة أكثر تعرجا بفعل التعرية .غير أن الحكم يجب أن يربط بين هذا المؤشر وبين المراوح والأودية، لأن مقدمة مستقيمة وحدها قد تنتج عن صخور مقاومة أو عن خط تماس ليثولوجي.

ثامنا :بناء مؤشر النشاط النسبي .بعد قياس المؤشرات المفردة تُحوّل النتائج إلى رتب :نشاط مرتفع، نشاط متوسط، نشاط منخفض .ثم يُحسب متوسط الرتب لكل حوض للحصول على مؤشر نشاط تكتوني نسبي .وتفيد هذه الخطوة في المقارنة بين الأحواض، لكنها لا تُغني عن التفسير الجيولوجي .فإذا أعطى المؤشر نشاطا عاليا في حوض بعيد عن الجبهة، وجب فحص سبب ذلك؛ فقد يكون بسبب صخر شديد المقاومة أو خطأ في استخلاص المجرى أو تدخل بشري في التصريف.

تاسعا :التحقق الميداني .لا تصبح النتائج الرقمية قوية إلا إذا دُعمت بملاحظة ميدانية .ويشمل التحقق الميداني تصوير المصاطب والمراوح، وقياس اتجاهات الشقوق والحافات، وملاحظة مواضع القطع في القنوات، وتسجيل نوع الرواسب وحجم الحصى ودرجة تصلبها .كما يمكن مقابلة السكان المحليين بشأن السيول الحديثة أو تغير مسارات الأودية، مع التعامل مع هذه الشهادات بوصفها قرائن مساعدة لا بديلا عن القياس العلمي.

عاشرا :إخراج النتائج للبحث المحكم .ينبغي أن تُقدّم النتائج في خرائط واضحة :خريطة منطقة الدراسة، خريطة الارتفاع والانحدار، خريطة الأحواض، خريطة شبكة التصريف، خريطة المؤشرات، وخريطة النشاط النسبي النهائي .كما يجب أن تُعرض الجداول بوضوح وأن يذكر الباحث مصدر البيانات وتاريخها ودقتها وبرمجية المعالجة .وكلما كانت الخرائط أصلية ومنتجة من بيانات موثقة زادت قوة البحث أمام التحكيم.

المرحلة	المدخلات المطلوبة	المخرجات المتوقعة
إعداد البيانات	DEM، خرائط جيولوجية، صور فضائية	طبقات مكانية موحدة ومصححة
استخراج الأحواض	اتجاه الجريان وتراكمه	أحواض ومجار رئيسة وروافد
حساب المؤشرات	AF, T, SL, Vf, Smf	جداول قيم ورتب نشاط نسبية

التحقق والتفسير	خريطة جيولوجية وملاحظة ميدانية	تمييز الأثر التكتوني عن الصخري والبشري
الإخراج النهائي	خرائط وجداول وصور ميدانية	خريطة نشاط مورفوتكتوني نسبي قابلة للنشر

يبين الجدول أن قوة الدراسة لا تأتي من المؤشر المفرد، بل من انتظام مسار التحليل كله : بيانات دقيقة، استخراج صحيح، تفسير جيولوجي، تحقق ميداني، ثم عرض أكاديمي شفاف . وهذا التسلسل هو ما يجعل البحث آمنا منهجيا أمام لجان التحكيم، لأنه يوضح كيف انتقل الباحث من الملاحظة إلى النتيجة، ولا يكتفي بأحكام عامة حول النشاط أو الاستقرار.

النتائج

1- تؤكد الدراسة أن الحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي نطاق انتقالي ديناميكي يتأثر في آن واحد بالترسيب الرباعي وبالنشاط البنيوي المرتبط بجبهة زاغروس.
2- إن غياب التراكيب السطحية الواضحة داخل السهل لا يعني غياب النشاط، لأن الصدوع والطيات قد تكون مدفونة تحت رواسب العصر الرباعي، وتظهر آثارها في التصريف والمراوح والمصاطب.
3- تعد المراوح الفيضية والبجادات والمصاطب والقنوات المهجورة أهم السجلات السطحية التي يمكن اعتمادها في قراءة النشاط الحديث على الحافة الشرقية.
4- تتزايد الحساسية المورفوتكتونية في قطاعات بدرة وزرباطية ومندلي، ثم تتراجع أو تتموه باتجاه داخل السهل الرسوبي بسبب ضعف الانحدار وتغلب الترسيب.
5- تظهر قيمة المؤشرات الكمية مثل AF و T و SL و Vf و Smf في قدرتها على تحويل الملاحظة إلى تصنيف نسبي، غير أنها تحتاج إلى تفسير متكامل مع الصخر والمناخ والخرائط البنيوية.
6- يرتبط النشاط الزلزالي في العراق على نحو واضح بالمنصة العربية الخارجية ونطاق بيتليس – زاغروس، ما يجعل الحافة الشرقية أكثر صلة بالمخاطر الزلزالية من المناطق الداخلية المستقرة.
7- ينبغي اعتماد نتائج التحليل المورفوتكتوني في التخطيط العمراني والطرق وإدارة المياه ومشروعات الحصاد المائي، ولا سيما عند مخارج الأودية والمراوح النشطة.

8- يحتاج البحث في صورته التطبيقية الكاملة إلى معالجة GIS تفصيلية وخرائط أصلية وجداول قياس لكل حوض فرعي، بما يحول الإطار الحالي إلى دراسة كمية منشورة بالكامل.

التوصيات

1- إعداد قاعدة بيانات مكانية للحافة الشرقية تتضمن DEM مصححا، وشبكة التصريف الطبيعية، وحدود الأحواض، والمراوح الفيضية، والمصاطب، والقنوات المهجورة.
2- تنفيذ دراسة تطبيقية منفصلة لكل قطاع من القطاعات الرئيسة، ولا سيما بدرة – زرباطية ومندلي، لاستخراج قيم المؤشرات ومقارنتها ميدانيا.
3- دمج الكتالوغات الزلزالية الحديثة مع نتائج المؤشرات المورفوتكتونية لإنتاج خريطة خطر نسبي للحافة الشرقية.
4- إلزام مشروعات الطرق والمنشآت المائية في نطاق المراوح الشرقية بدراسة تصريف وسيول ونشاط أرضي قبل التنفيذ.
5- تشجيع الجامعات العراقية على إجراء بحوث مشتركة بين أقسام الجغرافية والجيولوجيا والهندسة المدنية حول النشاط الأرضي ومخاطره التطبيقية.
6- تحديث الخرائط الجيولوجية والجيومورفية الرقمية للسهل الرسوبي والحافة الشرقية، وربطها بقواعد بيانات الرصد الزلزالي والبيانات الهيدرولوجية.

الأستنتاجات :

خلص البحث إلى أن الحافة الشرقية للسهل الرسوبي العراقي ليست هامشا رسوبيا بسيطا، بل هي مجال تفاعل بين السهل الرافديني وحزام زاغروس، وبين الترسيب الحديث والحركة البنيوية، وبين الهدوء الطبوغرافي الظاهر والنشاط الأرضي المموه .ومن هنا فإن قراءة هذه الحافة تحتاج إلى عدسة مورفوتكتونية تجمع بين شكل السطح وعمق البنية، وبين خرائط الجيولوجيا وبيانات الزلازل ونماذج الارتفاع وشواهد الميدان.

وقد أظهر البحث أن المؤشرات المورفوتكتونية قادرة على تقديم منهج تطبيقي مناسب، لكنها لا تعمل منفردة ولا تغني عن التحقق .فالحكم على النشاط ينبغي أن يصدر عن تلاقي الشواهد : انحراف المجاري، وعدم تماثل الأحواض، وشذوذ الانحدار، وضيق الأودية، واستقامة المقدمات، وتعدد المراوح والمصاطب، والتوافق مع اتجاهات بنيوية أو زلزالية .وبقدر ما تتعدد الشواهد تتعزز الثقة في التفسير.

وتبقى القيمة العملية لهذا الموضوع في أنه يحول البحث الجغرافي والجيولوجي إلى أداة تخطيط ومخاطر .ففهم الحافة الشرقية يساعد على اختيار مواضع آمنة للعمران والطرق والقنوات، وعلى إدارة السيول والمراوح، وعلى وضع تصور أولي للمخاطر الزلزالية والهبوطية .وبذلك يمكن للبحث أن يسهم في تطوير دراسات عراقية محكمة تجمع بين الأصالة المحلية والمنهج الكمي الحديث.

المصادر والمراجع

أولًا :المصادر والمراجع العربية

1- جودة، جودة حسنين .(2003/2016) .الجيومورفولوجيا :علم أشكال سطح الأرض مع التطبيق بأبحاث في جيومورفولوجية العالم العربي .دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، مصر.

2- الخطيب، خالد صبار .(2020) .علم أشكال سطح الأرض والتحري الموقعي . محاضرات جامعية، جامعة الأنبار، الأنبار، العراق.

3- سلامة، حسن رمضان .(2004) .أصول الجيومورفولوجيا .دار المسيرة، عمان، الأردن.

4- الهيأة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي .د.ت .أطلس مناخ العراق-1961 1990.بغداد، العراق.

5- هيئة المسح الجيولوجي العراقية .د.ت . الخرائط الجيولوجية والطبوغرافية للعراق بمقاييس مختلفة .بغداد، العراق.

ثانيًا :المصادر والمراجع الأجنبية

1- Bull, W. B. (2007). Tectonic geomorphology of mountains: A new approach to paleoseismology. Blackwell.

2- Chiad, S. I., Al-Heety, E., & Abdulnaby, W. (2023). Relocation and magnitude for earthquakes in the Outer Arabian Platform of Iraq. Iraqi Geological Journal, 56(1B), 198-215.

3- Fouad, S. F. A. (2010). Tectonic and structural evolution of the Mesopotamia Foredeep, Iraq. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, 6(2), 41-53.

4- Fouad, S. F. A. (2011). Tectonic and structural evolution of the Mesopotamia Plain. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Special Issue No. 4, 33-46.

5- Jalal, G. K., Al-Ali, A. K., & Amin, R. M. (2025). Tectonic evaluation by using morphotectonic indices at Zurbatiyah Area, Eastern Iraq. Iraqi Geological Journal, 58(1D), 18-39

6- Jassim, S. Z., & Goff, J. C. (Eds.). (2006). Geology of Iraq. Dolin, Prague and Moravian Museum, Prague, Czech Republic.

7- Keller, E. A., & Pinter, N. (2002). Active tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape (2nd ed.). Prentice Hall, Upper Saddle River, USA.

8- NASA Earthdata. (2024). Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) documentation. NASA.

9- Onur, T., Gök, R., Abdulnaby, W., et al. (2017). A comprehensive earthquake catalog for Iraq in terms of moment magnitude. Seismological Research Letters, 88(3), 798-811.

10 -Sissakian, V. K., et al. (2020). Tectonics and neotectonics of the Mesopotamian Plain: A critical review. Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, 10(4), 57-86.

11 - Yacoub, S. Y. (2011). Geomorphology of the Mesopotamia Plain. Iraqi Bulletin of Geology and Mining, Special Issue No. 4, 7-32.