ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

Integration of geographic information systems and remote sensing in modeling morpho-climatic processes of the valley Washash basin

Saad Mohammed Jassim Mohammed

Ministry of Education / General Directorate of Kirkuk Education

* *Corresponding author: E-mail* : Saad.m.jassim@tu.edu.iq

Keywords:
Visuals,
weathering,
temperature

A R T I C L E I N F O

Article history:

Received	31 Mar 2024
Received in revised form	20 Apr 2024
Accepted	23 Apr 2024
Final Proofreading	8 May 2024
Available online	9 May 2024

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

A B S T R A C T

The modern trend in geographical studies involves utilizing remote sensing data and geographic information system software in modeling geomorphological processes, particularly morphoclimatic processes, to identify areas most responsive to weather conditions. This is achieved by leveraging high-resolution satellite imagery of temperature, rainfall, and humidity data provided at the pixel level by satellites. Practical research and map construction face challenges due to insufficient climate data illustrating temperature variations and their impact on rock types, as well as the measurement of air temperature rather than surface temperature, leading to incomplete results regarding the temperature of each rock or land cover. This issue has been addressed using satellite imagery, specifically relying on channel 10 in the Landsat 8 satellite, to build the Land Surface Temperature (LST) model with a cell size of 100m. Rainfall amounts were determined using the GPM (Global Perception Measure) model with cell sizes of 250m, while humidity data relied on the Landsat 8 satellite to derive the Biological Crust Index (CL), based on the mathematical algorithm detailed in the research text. Therefore, this study serves as an initial attempt to identify areas most responsive and sensitive to climatic elements and model them cartographically by integrating geographic information systems and remote sensing data. The study found that rock type plays a significant role in responding to climatic conditions, with some rocks having dissolution capabilities and others having disintegration abilities. The study area is characterized by rocks prone to weathering and disintegration, with modern technologies playing a crucial role in detecting areas more sensitive to chemical weathering by providing abundant pixel-level data on surface temperatures, rainfall amounts, and humidity indicators.

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.31.5.2024.05

تكامل نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في نمذجة العمليات المورفومناخية لحوض وادي الوشاش

سعد محمد جاسم محمد/ وزارة التربية / المديرية العامة لتربية كركوك

الخلاصة:

ان التوجه الحديث في الدراسات الجغرافية هو الاعتماد على استخدام معطيات التحسس النائي

وبرامج نظم المعلومات الجغرافية في نمذجة العمليات الجيومورفولوجية المورفومناخية (التجوية بنوعيها) للوصول الى المناطق الأكثر استجابة للظروف الجوية من خلال الاعتماد على المرئيات الفضائية الدقيقة لعناصر الحرارة والامطار والرطوبة التي وفرتها الاقمار الصناعية على مستوى الخلية pixel . ان اعداد البحوث التطبيقية وبناء الخرائط يواجه صعوبات عدم توفير البيانات لعدم توفر البيانات المناخية الكافية التي تبين الاختلاف في درجة الحرارة واثرها على أنواع الصخور فضلاً عن قياس درجة حرارة الهواء وليس درجة حرارة السطح مما يعمل على عدم اعطاء النتائج التي تخص درجة حرارة كل صخر او غطاء ارضي، وهذا ما تمت معالجته بالمرئيات الفضائية اعتماداً على القناة (10) في القمر الصناعي لاندسات8 ، ومن ثم بناء إنموذج LST Land surface temperature، بمساحة خلية تبلغ 100م، اما كميات الامطار فتم الاعتماد على إنموذج perception measure Global GPM عل حجم خلية تبلغ مساحتها 250م، وفيما يخص الرطوبة فقد تم الاعتماد على القمر الصناعي لاندسات 8 ايضاً في اشتقاق مؤشر القشرة البايلوجية CL معتمدين بذلك على الخوارزمية الرياضية لذلك والموضحة في متن البحث. لذا جاء هذا البحث كمحاولة اولية لتحديد المناطق الأكثر استجابة وحساسية للعناصر المناخية ونمذجتها خرائطياً، عن طريق التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد. وتوصلت الدراسة الى ان نوعية الصخور تعلب دوراً هاماً في مدى الاستجابة لنوعية التجوية ايضاً فهنالك صخور لها القدرة على الاذابة وأخرى لها القدرة على التفكك. وتسود في منطقة الدراسة أنواع من الصخور لها القدرة على التحلل والتفكك، كما ان للتقنيات الحديثة الدور الكبير في الكشف عن المناطق التي تكون أكثر حساسية للتجوية الكيمياوية من خلال وفرة البيانات على مستوى البكسل فيما يخص درجات الحرارة السطحية وكمية الامطار ايضاً، ومؤشرات الرطوبة.

الكلمات المفتاحية: المرئيات ،التجوية ،درجة الحرارة

1-المقدمة:

تعد التقنيات الحديثة (نظم المعلومات وبيانات الاستشعار عن بعد) من أنجح الطرق في بناء النماذج التي تحاكي الواقع كونها توفر بيئة برمجية ملائمة، هدفها محاكاة الواقع ودقة في النتائج والسرعة في الأداء وسهولة في الاستخدام، كون أغلب الطرق التي تدرس هذه العمليات تعتمد على الوصف فقط دون اللجوء الى معالجتها ونمذجتها مكانياً باستخدام التقنيات الحديثة. وتقوم فكرة بناء النماذج الرقمية في برنامج ARC GIS على تحويل المعادلات التي تخص التجوية الفيزيائية والكيميائية الى شكل نماذج رقمية تستنبط معطياتها من معطيات الأقمار الصناعية. وتصميم خريطة لكل نوع ومن ثم دمجها بنموذج واحد وتحديد انطقة كل نوع من التجوية. اذ تركز الدراسات الجيومورفولوجية والمناخية الحالية على جوانبها التطبيقية على بناء النماذج الرقمية

(Digital Models) في بيئة برنامج (ARC GIS) وذلك بسبب التطورات الهائلة التي حصلت في تقنياتها. اذ بالإمكان الحصول على المرئيات الفضائية الخاصة بحرارة السطوح الارضية والمرئيات الخاصة بالرطوبة سواء للتربة او الهواء او الكتل الهوائية، إذ تهدف الدراسة الحالية اساساً إلى بناء إنموذج للعمليات المورفومناخية اعتماداً على التقنيات الحديثة والمعادلات الخاصة به. ويعتمد الإنموذج الذي سيتم بناءه على المعادلات الخاصة بالتجوية بأنواعها وعلى المؤشرات التي تدخل في بناء هذا النموذج وهي (الرطوبة، ودرجات الحرارة ونوعية الصخور، الانحدار، الغطاء النباتي) للتعرف على درجة حساسية السطح الذي يعكس أثر التجوية[1].

2- مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة الرئيسية بالتساؤل الاتي: كيف يمكن توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في بناء خرائط للتجوية بنوعيها الكيمائي في حوض الوشاش؟ ومن المشكلة الرئيسة تنطلق المشاكل الثانوية الاتية:

- ما دور العامل والعمليات المؤثرة على ظاهرة التجوية بنوعيها الكيميائي والمكيانيكي؟
- كيف يمكن بناء نماذج models فرعية بهيئة أدوات tools في بيئة برنامج GIS تعمل على استخراج أنواع التجوية؟

3- فرضيات الدراسة:

على ضوء التساؤلات المطروحة انفاً ضمن حقائق المشكلة الرئيسة سيتم صياغة الفرضيات التالية:

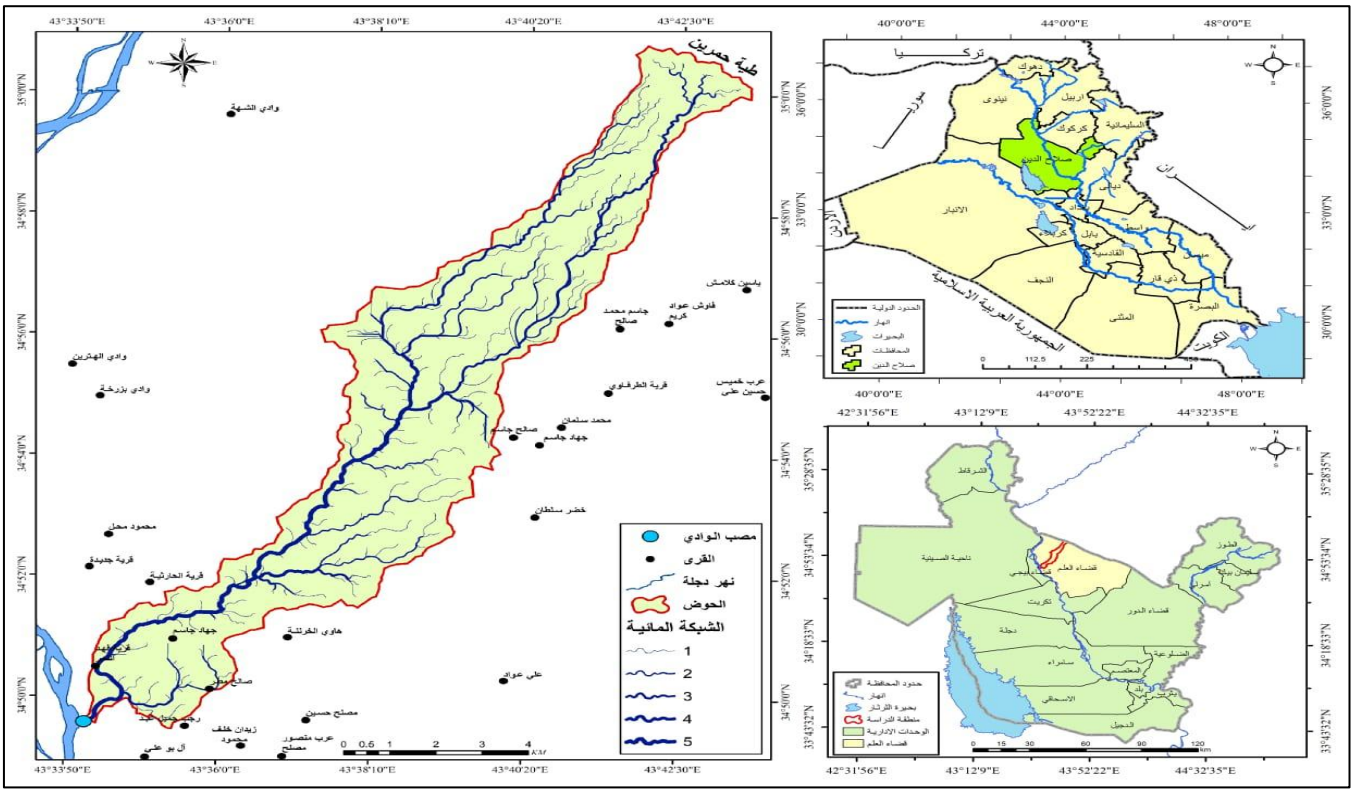
- تسود في منطقة الدراسة صخور رسوبية تتباين في نوعها ودرجة استجابتها لعمليات التجوية، والتي ظهرت كمكاشف صخرية نتيجة للحركات الأرضية. ويسود فيها المناخ الانتقالي بين البحري والقاري، الذي عكس تطورات حاصلة في المظهر الأرضي.
- إن منطقة الدراسة في حالة عدم توازن، نتيجة لوجود تطرفات في العناصر المناخية ومن ثم انعكاسها على العمليات التجوية.
- إن برنامج (ARC GIS) وامتداداته الرئيسة كالبناء الهيكلي (Model Builder) وجبر الخرائط Map (Algebra) من أهم الوسائل التي يمكنها تحويل المعادلات إلى أداة برمجية رقمية تعمل على قياس أنواع التجوية.

4- موقع منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض ("00 '49 °34) و ("00 '01 °35) شمالاً، وبين خطي طول (" °43 50 '33) و("35 '42 °43) شرقاً بمساحة بالغة (62.9) كم^2، اذ تقع منطقة الدراسة ادارياً في محافظة صلاح الدين

وتحديداً في شمال غرب قضاء العلم، اذ ينحدر الحوض من تلال حمرين ويصب في نهر دجلة، عند منطقة الوشاش، وكما في الخريطة (1).

خريطة (1) موقع منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي DEM، وخريطة العراق الإدارية بمقياس رسم 1000000/1، باستخدام برنامج ARC MAP10.8.

5- أهداف البحث:

يهدف البحث إلى ما يأتي:

- بناء انموذج للتعرف على درجة حساسية السطح للعمليات المورفومناخية وعلى وجه الخصوص التجوية بأنواعها.
- معرفة توزيعها الجغرافي أي الوصول الى المناطق الأكثر حساسية.
- توظيف تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الدراسات المورفومناخية وهي كأول خطوة في هذا المجال.

6- العوامل المؤثرة على العمليات المورفومناخية (التجوية):

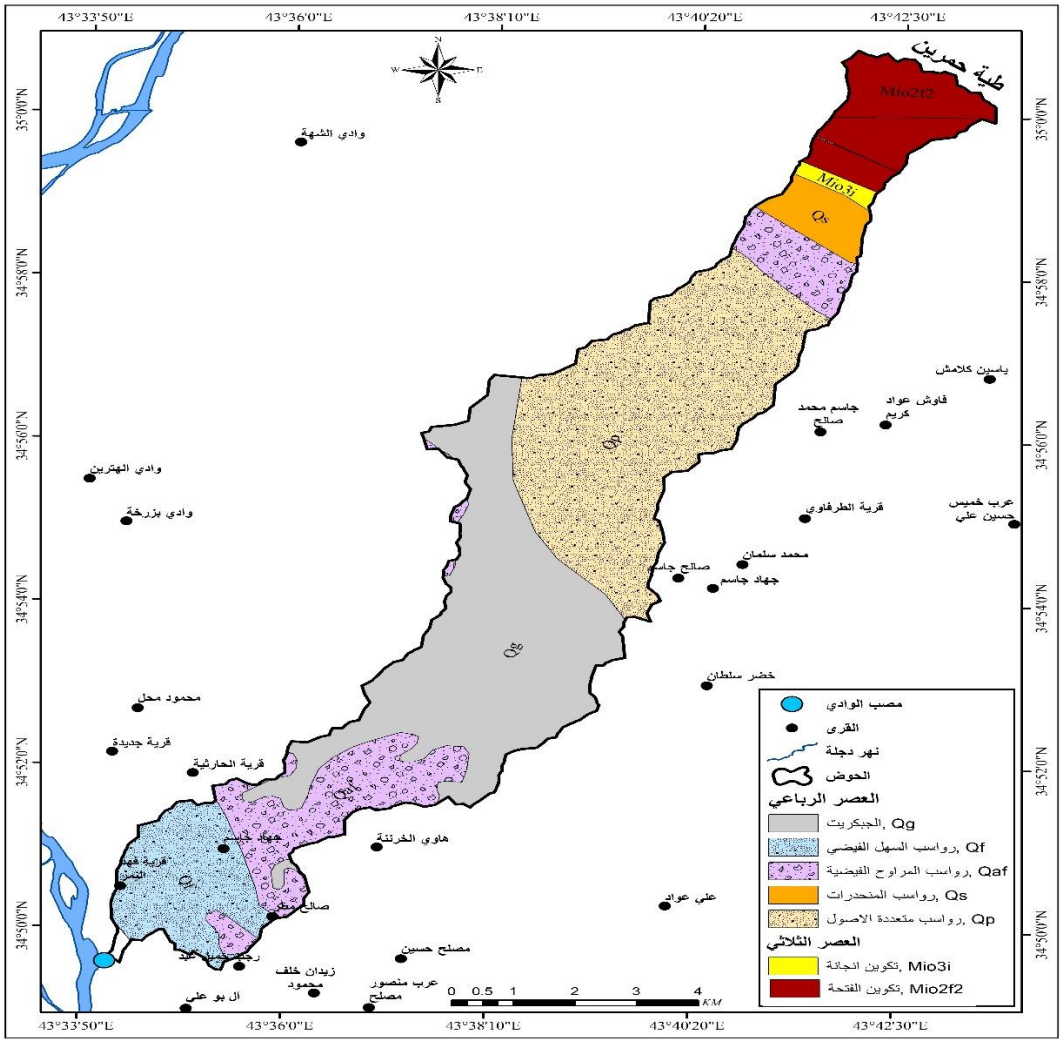
سيتم التطرق الى العوامل التي تؤدي الى سيادة أنواع التجوية وهي:

6-1. جيولوجية منطقة الدراسة:

تسود الطبقات الصخرية الرسوبية ورواسبها في منطقة الدراسة. إذ تتباين من حيث النوع وخصائصها الصخرية وعمرها الجيولوجي وتوزيعها المكاني ودرجة استجابتها للتجوية. وتتميز منطقة الدراسة بوجود مجموعة من التكوينات الصخرية الرسوبية التي تعود من عصر المايوسين إلى عصر البلايوسين، لذا فهي تقسم تبعا لدرجة صلابتها إلى صخور صلبة وصخور هشة ورواسب الزمن الرباعي. وسيتم التركيز على التكوينات الجيولوجية وليس على الرواسب لأنها الأكثر تعرضا للعمليات الموفومناخية (التجوية) على وجه الخصوص.

اذ تعد الصخور الجبسية والرملية من أكثر الصخور مقاومة للعمليات المورفومناخية لأنها تقع ضمن المناخ شبه الجاف، لذا تتمثل الصخور الجبسية بتكوين الفتحة (الفارس الأسفل) والعائد إلى عصر المايوسين الأوسط. إن مكاشف هذا التكوين لا تظهر على السطح في منطقة الدراسة سوى عند قواعد طية حمرين المحدبة (Hamrin fold)، إذ تتكشف على شكل شريط يمتد مع محور الطية وكما موضح في الخريطة (2). إذ يتكون من تعاقب الصخور (الجيرية والجبسية، والمارل الأخضر والأحمر، الانهايدرايت، والحجر الطيني، مع تداخلات من الحجر الرملي)[2] ، وقد شكل مساحة تبلغ (5.3 كم^2) وبنسبة (8.3) % من مساحة الحوض وكما في الجدول (1). أما الصخور الرملية فتنتشر في تكوينات أنجانة (الفارس الأعلى) والعائد إلى عصر (الميوسين الأعلى) في المنطقة وبمساحة 0.5 وبنسبة 0.8% من مساحة المنطقة وتتباين هذه صخور هاذين التكوينين من حيث خصائصها الطبيعية والكيميائية ودرجة استجابة صخورهما لعمليات التجوية، إن تكوين أنجانة يتكون من طبقات (الحجر الرملي، والطفل وحجر الغرين، والمارل)[3] ، ويتميز بوجود الكثير من الشقوق والمفاصل.

خريطة (2) جيولوجية منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على لوحة سامراء الجيولوجية (NI 38-6)، بمقياس رسم 1:250000، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

جدول (1) مساحة ونسب الرواسب والتكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة

ت	التكوينات	المساحة/كم2	النسبة %
1	تكوين الفتحة	5.3	8.3
2	تكوين انجانة	0.5	0.8
3	الجبكريت	19.5	31.0
4	السهل الفيضي	6.0	9.6
5	المراوح الفيضية	9.2	14.6
6	رواسب المنحدرات	1.9	3.0
7	متعددة الاصول	20.4	32.4

8	مسطح مائي	0.2	0.3
المجموع		62.9	100.0

المصدر: اعتماداً على خريطة (2) ومخرجات برنامج ARC GIS10.8.

6-2. الفواصل Joints

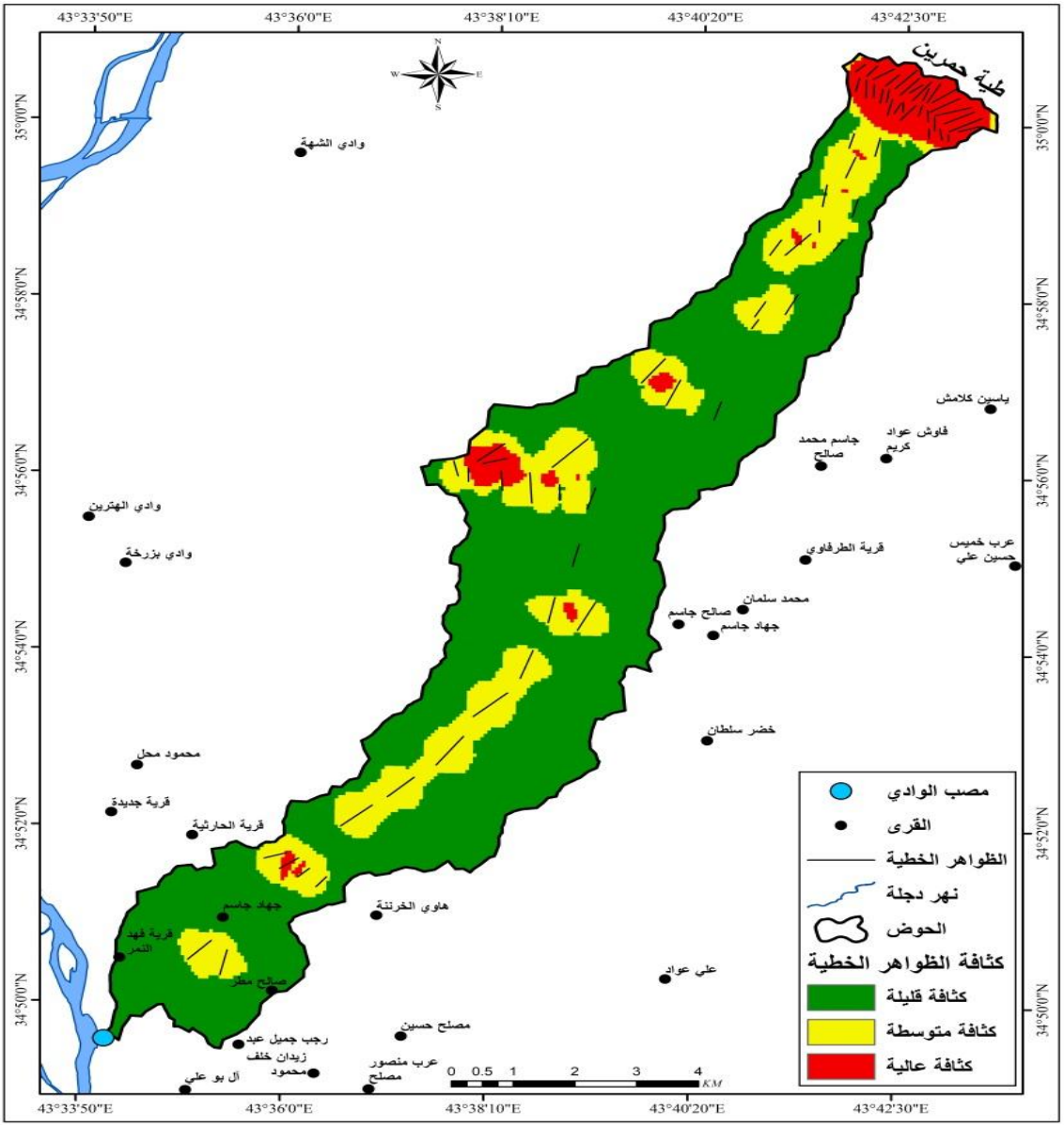
تؤثر الفواصل والشقوق في تغلغل المياه الى الصخور وتظهر هذه الفواصل في تكوينات الفتحة وانجانة في منطقة الدراسة. اذ تلعب هذه الفواصل دوراً مهماً في تسرب مياه الأمطار عبر الشقوق وتجمدها وتمددها داخل هذه الصخور مما يعني زيادة المساحة السطحية للمياه مما يؤدي الى تفكك الصخرة كما في تكوين انجانة او تؤدي الى تحليل المعادن نتيجة الاذابة بالمياه كما تظهر في تكوينات الفتحة لوجود معدن الجبس[4].

ان ملاحظة الظواهر الخطية على المرئيات الفضائية تعد من اولى العمليات التي تقود الى التفسير البصري لها لذا يجب الاخذ بنظر الاعتبار عند استخراج الظواهر الخطية التمييز بين نوعين وهي الظواهر الخطية الطبيعية اولا ثم الظواهر التي من صنع الانسان (المصطنعة).

تم استخراج الظواهر الخطية من المرئيات الفضائية من نوع LANDSAT.8_ Path169 Row _ (36) ، للحزم(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8), ذات الدقة التمييزية (30) م، بتاريخ (2023/3/25) وبما ان هذا النوع من المرئيات حديثا فكان استخدامه محدودا.

تم استخراج الظواهر الخطية اتوماتيكياً باستخدام برنامج(PCI Geomatica) من المرئيات الفضائية الحديثة (Landsat8)وتحليل كثافة الظواهر الخطية باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS) .اذ تنتشر كثافة الفواصل في تكوينات الزمن الثلاثي والتي تشمل تكوين الفتحة وانجانة وكما في الخريطة (3).

خريطة (3) كثافة الظواهر الخطية في منطقة الدراسة



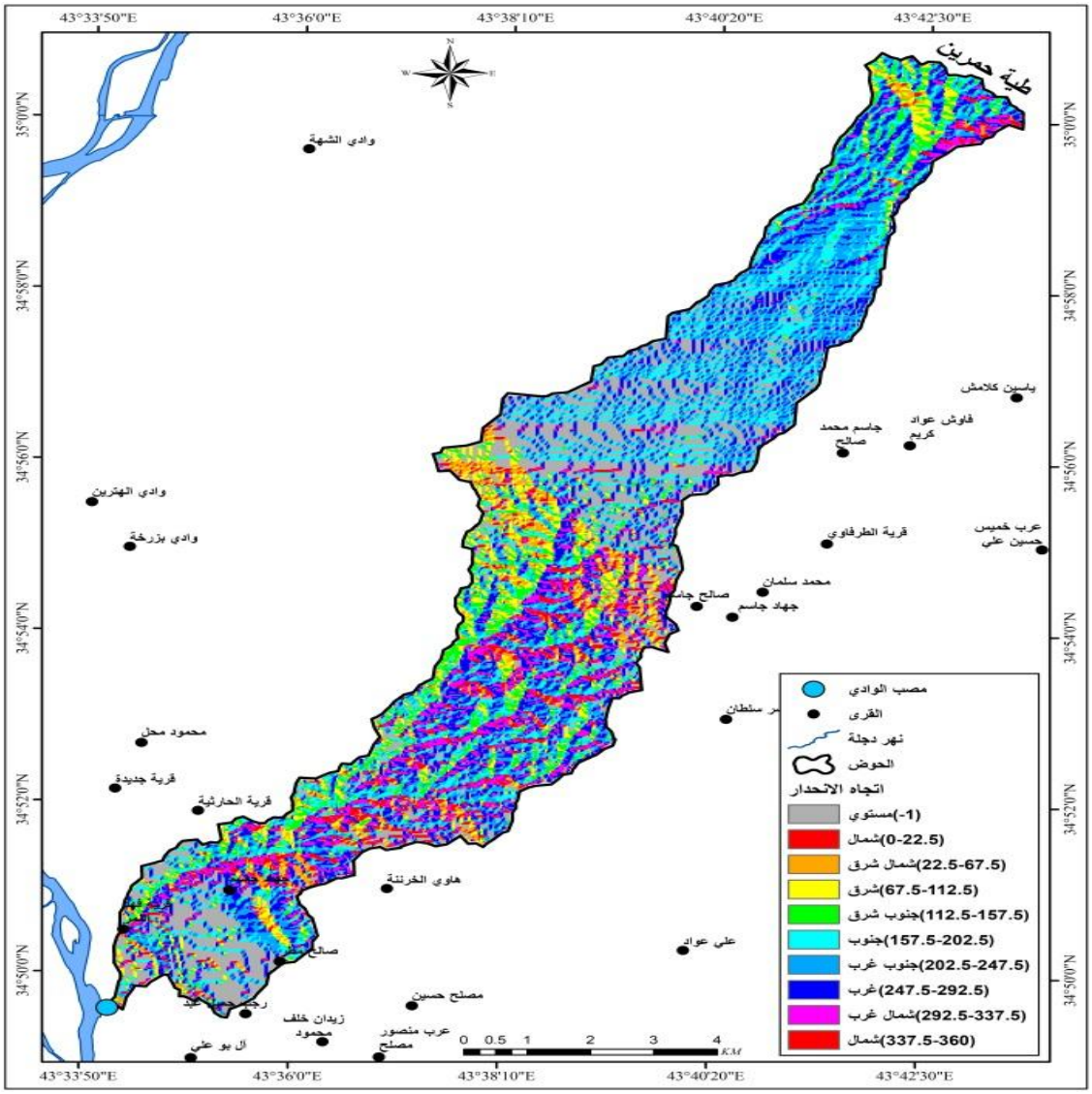
ألمصـدر: اعتمـاداً علـى مرئيـة Landsat8 OLI ذي الدقـة التمييزيـة 30م، 2023/3/25، باسـتخدام برنـامج Pci Geomatica10.

6-3. تحليل اتجاه الانحدار Aspect: -

تبـين الخريطـة (4) والجـدول (2) أن جميـع الاتجاهـات تسـود فـي منطقـة الدراسـة وذلـك لتنوعهـا الجيومورفولوجي، ولكن الاتجاه الأكثر وضوحاً هو المستوي، حيث يمثل أعلى نسبة من نسب اتجاه الانحدار والتـي بلغـت نسبته (23.7) %، يليـه اتجـاه الغـرب وبنسـبة (16.4)%، ثـم الجنـوب والجنـوب الغربـي بنسـبة (14.8)%، وتمثل هذه الاتجاهات الثلاثة النسب المرتفعة بين اتجاهات الانحدار. وهذه النسب أعطت صورة عامة وهي أن اتجاه الانحدار عموما هو مستوي، والذي يقود إلى زيادة فاعلية عوامل التجوية الميكانيكية إذ

تكون أسطح المنحدرات مواجه لأشعة الشمس على طول النهار، مما يرفع نسبة التسخين فيها مقارنة بالاتجاهات الأخرى الواقعة في الظل.

خريطة (4) اتجاه الانحدار في حوض وادي الوشاش



المصدر: اعتماداً على إنموذج الارتفاع الرقمي DEM، ذي الدقة التمييزية 14م، وكالة ناسا، SRTM، باستخدام برنامج ARC GIS10.8 .

جدول (2) اتجاه الانحدار لحوض وادي الوشاش

ت	الاتجاه	المساحة/كم2	النسبة %
1	مستوي	14.9	23.7
2	شمال	2.2	3.5
3	شمال شرق	2.5	4.0

4	شرق	3.8	6.1
5	جنوب شرق	3.6	5.8
6	جنوب	9.3	14.8
7	جنوب غرب	9.3	14.8
8	غرب	10.3	16.4
9	شمال غرب	6.9	11.0
		62.9	100.0

المصدر: اعتماداً على خريطة (4) ومخرجات برنامج ARC MAP 10.8.

6-4. العناصر المناخية:

يعد المناخ الأساس المعول عليه في احداث العمليات المورفومناخية، بعناصره التي تشمل الحرارة والامطار والرطوبة. وسيتم في هذا الجانب الى نمذجة درجات الحرارة والامطار والرطوبة للوصول الى الانموذج النهائي للتجوية.

تم بناء جميع النماذج عن طريق (Map algebra) ضمن الحاسبة الشبكية (raster calculator) في أدوات التحليل المكاني (spatial analyst)، ويقصد بجبر الخرائط هو عبارة عن جبر قائم على أساس معالجة البيانات الجغرافية، اقترحه الدكتور دانا تومين (Dr. Dana Tomlin) في أوائل الثمانينيات. إذ أشار إلى أنها عبارة عن مجموعة من العمليات البدائية في نظم المعلومات الجغرافية (GIS) الذي يسمح لطبقتين أو أكثر من الطبقات الشبكية (الخرائط) ذات أبعاد متشابهة بإنتاج طبقة شبكية جديدة (خريطة) باستخدام عمليات جبرية مثل الجمع والطرح وما إلى ذلك[5].

تنفذ أداة (Raster Calculator) تعبيرات (Map Algebra). إذ تحتوي الأداة على واجهة حاسبة سهلة الاستخدام يمكن من خلالها إنشاء معظم عبارات (Map Algebra) بالنقر فوق الأزرار. ويمكن استخدام (Raster Calculator) كأداة قائمة بذاتها، ولكن يمكن استخدامها أيضًا في (Model Builder). نتيجة لذلك، تتيح الأداة دمج قوة (Map Algebra) في (Model Builder)[6].

6-4-1. درجات الحرارة:

ويتم الكشف عن هذا النوع من التجوية من خلال نمذجة فصلين وهي الحارة والباردة، لدرجات الحرارة وتنطبق عليها الرطوبة أيضا، أي ستكون لقطتين وهي (شهر تموز ويمثل الحار، وشهر كانون الاول يمثل البارد). وفي هذا الجانب سيتم بناء إنموذج لدرجات الحرارة السطحية LST القائم على استخدام الحزمة (10) للقمر الصناعي LANDSAT8 اذ تعد المرئيات الفضائية من أحدث البيانات في اشتقاق درجات الحرارة السطحية، بعد اخضاعها لسلسلة من الخوارزميات الرياضية يمكن تطبيقها عن طريق الأدوات الخاصة في

برنامج ARC GIS.وتم اشتقاق درجات الحرارة للمنطقة من خلال تحويل بيانات النطاق الحراري من الإشعاع الطيفي إلى درجة حرارة السطح باستخدام الثوابت الحرارية في ملف MTL المرفق في ملفات Landsat. وذلك باستخدام القانون[7]:

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda}+1\right)}$$

T *= Top of atmosphere brightness temperature (K)where:*

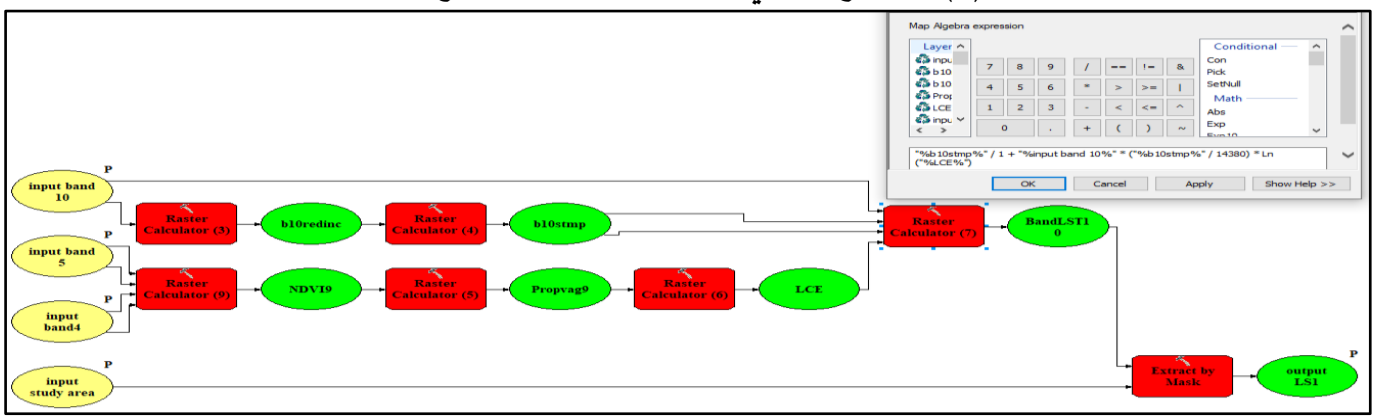
L_λ *=TOA spectral radiance (Watts/(m2 * srad * μm))*

K_1 *=Band-specific thermal conversion constant from the metadata (K1_CONSTANT_BAND_x, where x is the thermal band number)*

K_2 *=Band-specific thermal conversion constant from the metadata (K2_CONSTANT_BAND_x, where x is the thermal band number)*

وتم بناء النموذج وفق السلسلة ادناه:

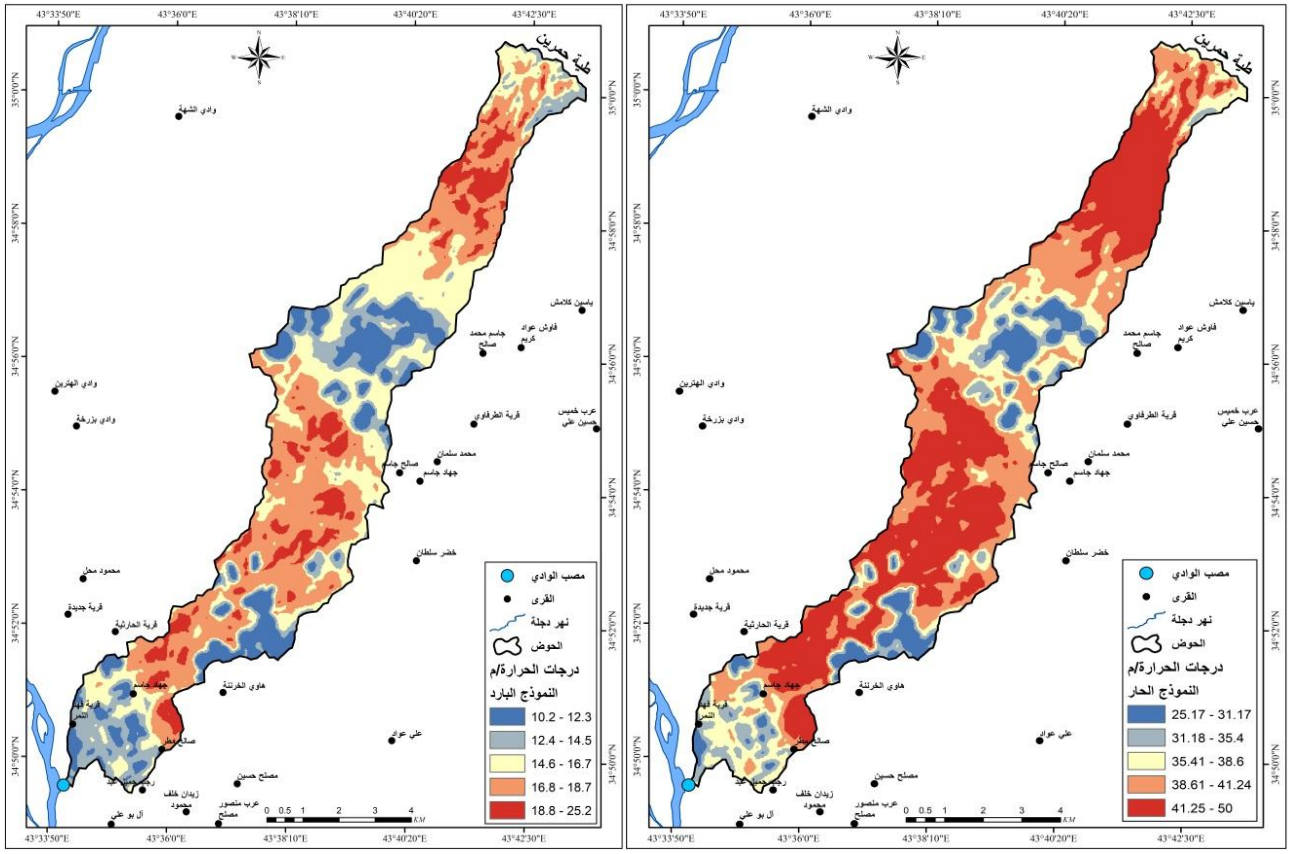
شكل (1) الانموذج النهائي لاشتقاق درجة حرارة السطح



المصدر: اعتماداً على البناء الهيكلي Model Builder .

وعند تطبيق الانموذج تم انتاج الخرائط التالية على مستوى انموذجين حراريين هي (حار، بارد).

خريطة (5) النماذج الحرارية للنموذج الحار والبارد



المصدر: اعتماداً على تطبيق إنموذج (1).

6-4-2. الامطار:

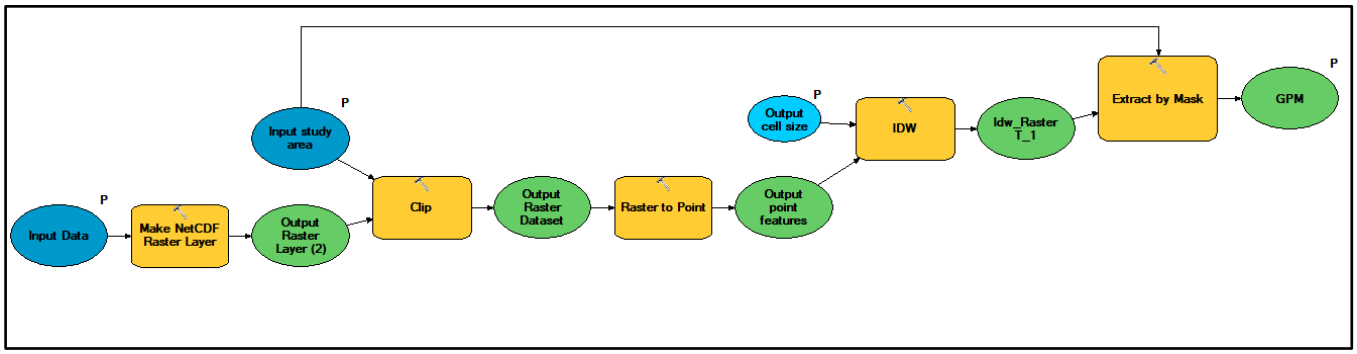
سيتم الاعتماد في هذا الجانب على القمر الصناعي (GPM) Global Precipitation Measuring أي قياس الامطار العالمية. إنَ للقمر GPM الصناعي، مهمة مشتركة بين ناسا ووكالة استكشاف الفضاء اليابانية (JAXA)، وتمَّ إطلاقه إلى الفضاء في 27 فبراير 2014. من أجل قياس معدل هطل الأمطار العالمي. وجاء إطلاق هذا القمر لسد الثغرات في القمر الصناعيTRMM [8].

يحتاج إنموذج GPM والذي يقصد به قياس الهطول العالمي Global Precipitation Measuring الى مدخلات تعتمد على شبكة الانترنيت العالمية والصادرة عن موقع ناسا NASA، اذ يتيح هذا الموقع الحصول على بيانات لكمية الامطار على مستوى الساعة واليوم والشهر والسنة، عبر إعطاء مرئية بدقة تمييزية 250 م وبصيغة خزن NC4.

إنَ صيغة الملف الذي يتم الحصول عليه لا يتم قراءته وفق البرنامج الا بعد تحويله من صيغة NC4 الى الخلايا الشبكية وذلك من خلال الأدوات الموجودة في برنامج ARC GIS ضمن صندوق الأدوات، وذلك ليتم التعامل معها كصورة فضائية مصححة احداثياً. اذ سيتم تصميم الانموذج اعتماداً على سلسلة من الخطوات التي

سبق ذكرها عند بناء انموذجٍ لدرجات الحرارة، ولاختلاف نماذج درجات الحرارة ا خوارزميات تعمل على تحويل قيمة البكسل الى درجة حرارة اعتماداً على كمية الاشعاع، بينما نماذج كمية الامطار هي عبارة عن أقمار خاصة تعمل وفق هذا الغرض، مع اجراء بعض التحويرات عليها.

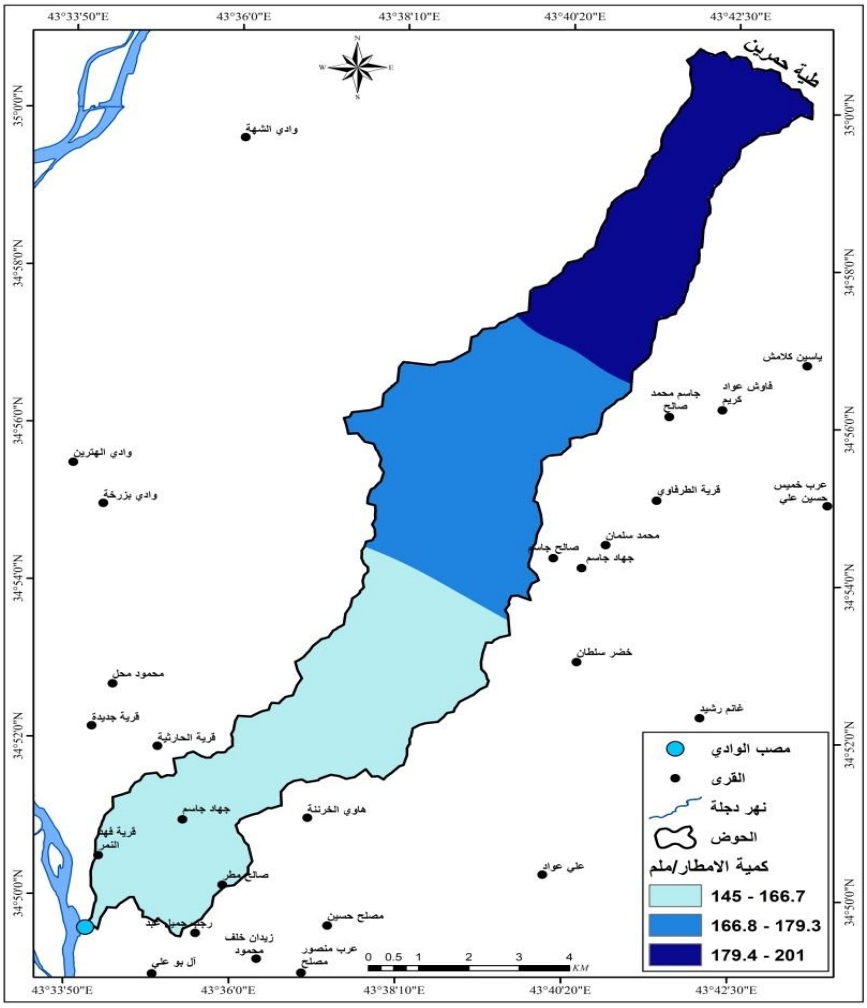
شكل (2) إنموذج GPM لاشتقاق كمية الامطار



المصدر: اعتماداً على البناء الهيكلي Model Builder .

وعند تطبيق الأداة أعلاه تظهر الخريطة (6) التي توضح كميات الامطار والتي تبدأ من (145 _ 201)ملم، والتي تتركز اعلاها في المناطق الشمالية لاسيما المناطق الجبلية منها، وتنخفض في المناطق الجنوبية التي تقترب من نهر دجلة.

خريطة (6) كمية الامطار/ملم، في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على تطبيق إنموذج (2).

6-4-3. الرطوبة :

ان مؤشر Crust Inde(CL) ، قد طور للكشف عن المناطق الجافة والرطبة وفقا للقناة الطيفية الحمراء والزرقاء، من خلال المعادلة ادناه[9]:

$$CL = 1 - \frac{(\text{Red} - \text{Blue})}{(\text{Red} + \text{Blue})}$$

إذ إن:

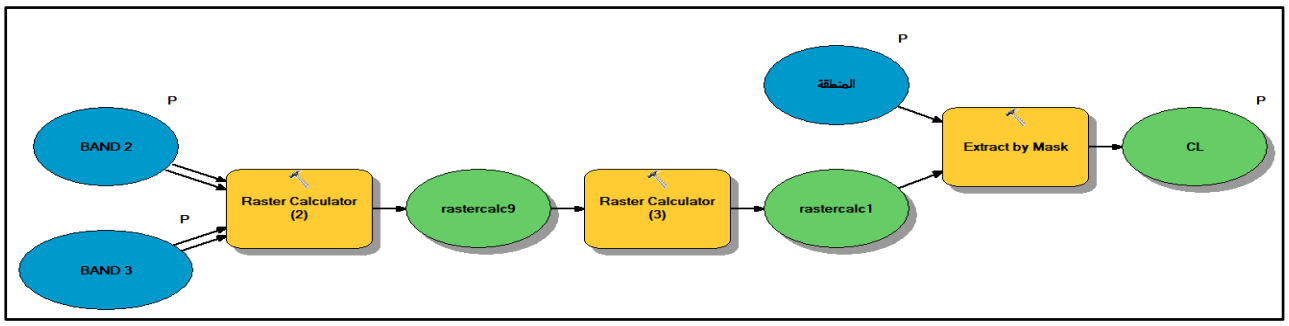
CL = مؤشر القشرة البايلوجية.

Red= هي القناة الطيفية التي تقع ضمن النطاق الطول الموجي المرئي الأحمر.

Blue= هي القناة الطيفية التي تقع ضمن النطاق الطول الموجي المرئي الزرقاء.

ولقد تم بناء انموذج لهذه المعادلة في بيئة البرنامج وكما في الشكل ادناه:

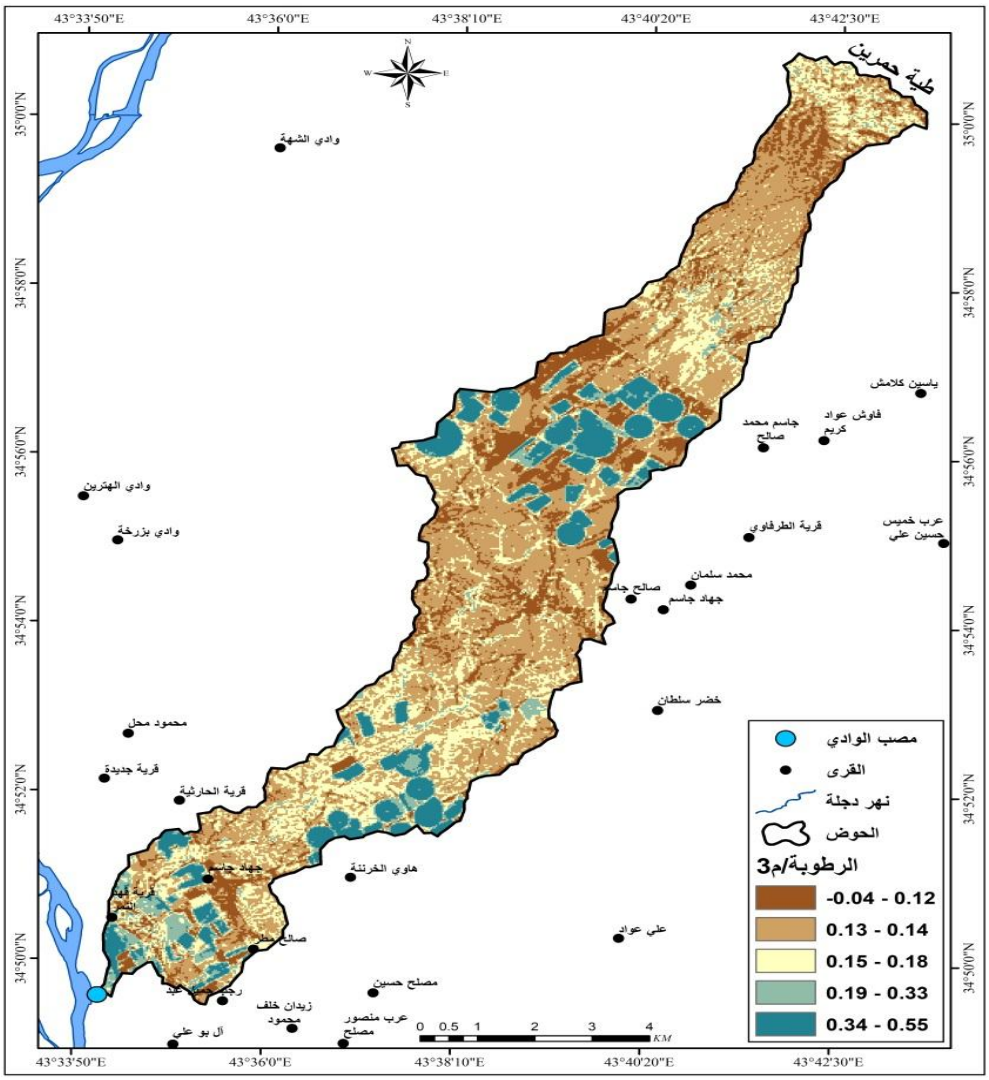
شكل (3) انموذج CL للقشرة البايلوجية لرطوبة التربة



المصدر: اعتماداً على البناء الهيكلي Model Builder .

وعند تطبيق الانموذج تظهر الخريطة ادناه:

خريطة (7) مؤشر رطوبة السطح CL في منطقة الدراسة



المصدر: اعتماداً على تطبيق إنموذج (3).

7. النمذجة الرقمية للعمليات المورفومناخية (أنواع التجوية) :

تمثل العمليات المورفومناخية التغيرات الفيزيائية والكيميائية التي تظهر اثارها في تهيئة مواد سطح الارض لعمليات جيومورفولوجية لاحقة، والتي يكون لها دور مهم في تحوير سطح الارض[10]. وتؤثر بنية الصخور والمناخ والطوبوغرافيا والنبات في نوع وسرعة تجويه الصخور، وتعتمد بنية الصخور على خصائصها الفيزياوية والكيمياوية. وتحدد العوامل المناخية السائدة (درجات الحرارة والامطار والرطوبة) نوعية التجوية، في حين تظهر الطوبوغرافيا مقدار التجوية، وسيتم توضيح العمليات المورفومناخية وكما ياتي:

7-1. عمليات التجوية:

تعني التجوية عمليات تتفاعل مع بعضها في نطاق تتشابك فيه الصخور والهواء والمياه والمواد العضوية، فينتج عن هذا التفاعل تغيرات كيميائية وطبيعية لسطح الارض.[11]

وسيتم تحديد أنواع التجوية اعتماداً على معطيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، باستخدام النمذجة الرقمية الحديثة التي تعتمد على الخوارزميات الرياضية كاشتقاق درجات الحرارة والتساقط والرطوبة وكثافة النبات مع كثافة الظواهر الخطية وسيتم التفصيل عنها بالآتي:

7-1-1. التجوية الميكانيكية:

هي عملية تفكك وتشقق وتفتت الصخور في مواضعها بتأثير ارتفاع وانخفاض حرارة المعادن المكونة لجسم الصخرة، من دون حدوث أي تغير في خواصها الكيميائية، تأخذ هذه العملية اشكالاً عدة منها (الانفراط الحبيبي، الانفصال الكتلي، والتقشر) ويظهر هذا التأثير على الطبقات الصخرية السطحية.

وسيتم الكشف عن تواجد هذا النوع من خلال دراسة التطرفات في درجات الحرارة مع نوعية الصخر القابل للتفكك، اذ سيتم طرح درجات الحرارة على مستوى انموذجين (حار، بارد)، ومن ثم الخروج بطبقة جديدة توضح اعلى الفروقات في منطقة الدراسة بعد ذلك سيتم دمج طبقة التكوينات الصخرية معها للوصول الى المناطق الأكثر حساسية في هذه العملية.

جدول (3) المطابقة الرقمية لدرجات الحرارة بحسب التكوينات الجيولوجية

ت	التكوينات	معدل فرق درجات الحرارة للبكسلات/م
1	تكوين الفتحة	34.7
2	تكوين انجانة	35.7

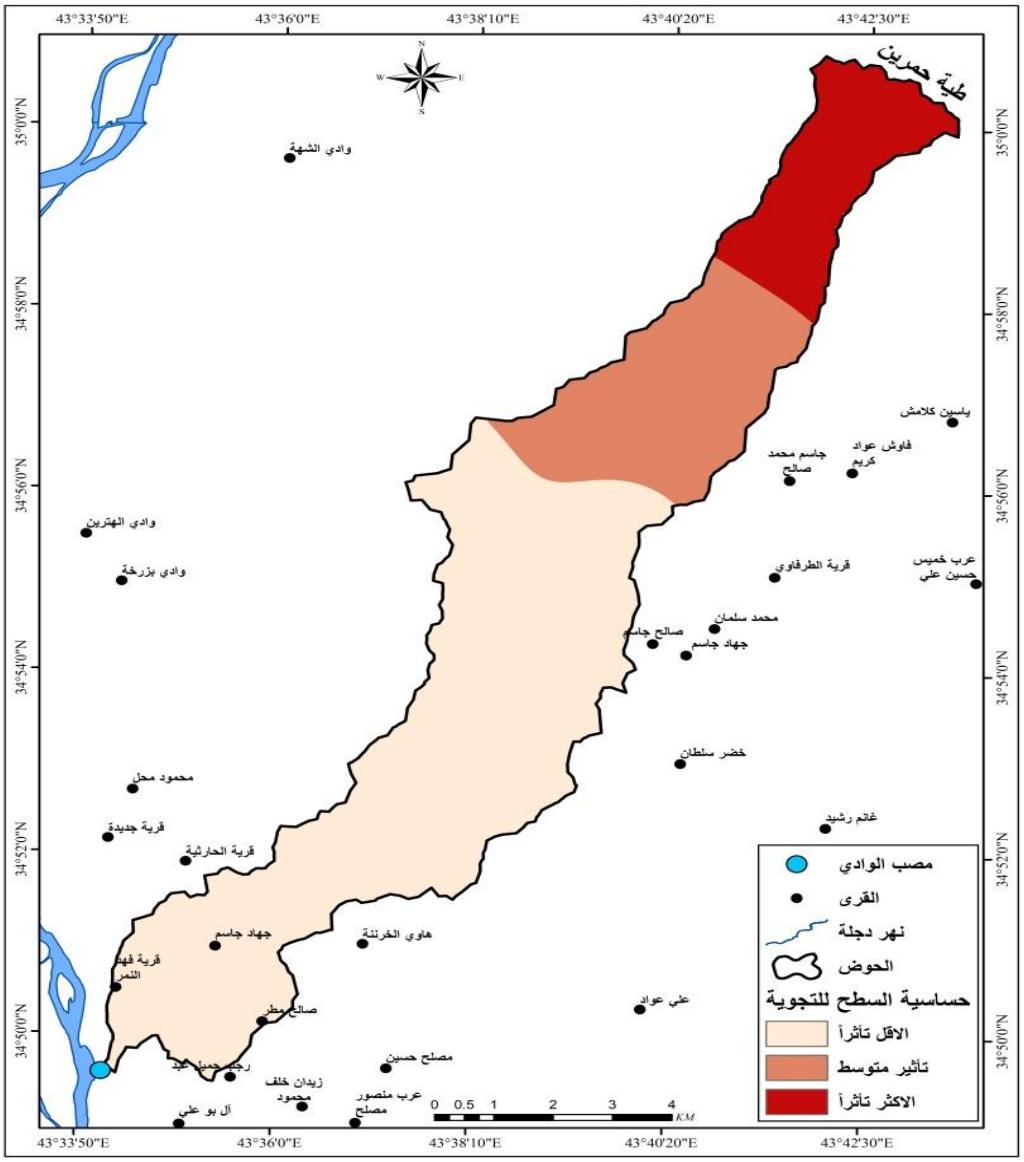
المصدر: اعتماداً على المطابقة الرقمية لطبقتي درجة الحرارة مع التكوينات الجيولوجية.

وفي هذه العملية سيتم دمج طبقة الفرق بين درجات الحرارة لأبرد شهر مع أحر شهر، مع طبقة كمية الامطار السنوية مع طبقة الشقوق والمفاصل والاهم من ذلك دمج طبقة التكوينات الجيولوجية حسب قابليتها

للتجوية مع طبقة اتجاه الانحدار بحسب مواجهتها للظروف المناخية في أداة جبر الخرائط فأكثر البكسلات قيما هي الأكثر تعرضا للتجوية المكيانيكية. لتظهر نتائج الدمج في الخريطة (8).

والجدير بالذكر ان الأهمية الكبرى ستعطى للفروق بدرجات الحرارة كونها الأكثر أهمية في سيادة هذا النوع من التجوية.

خريطة (8) درجة حساسية السطح للتجوية الميكانيكية

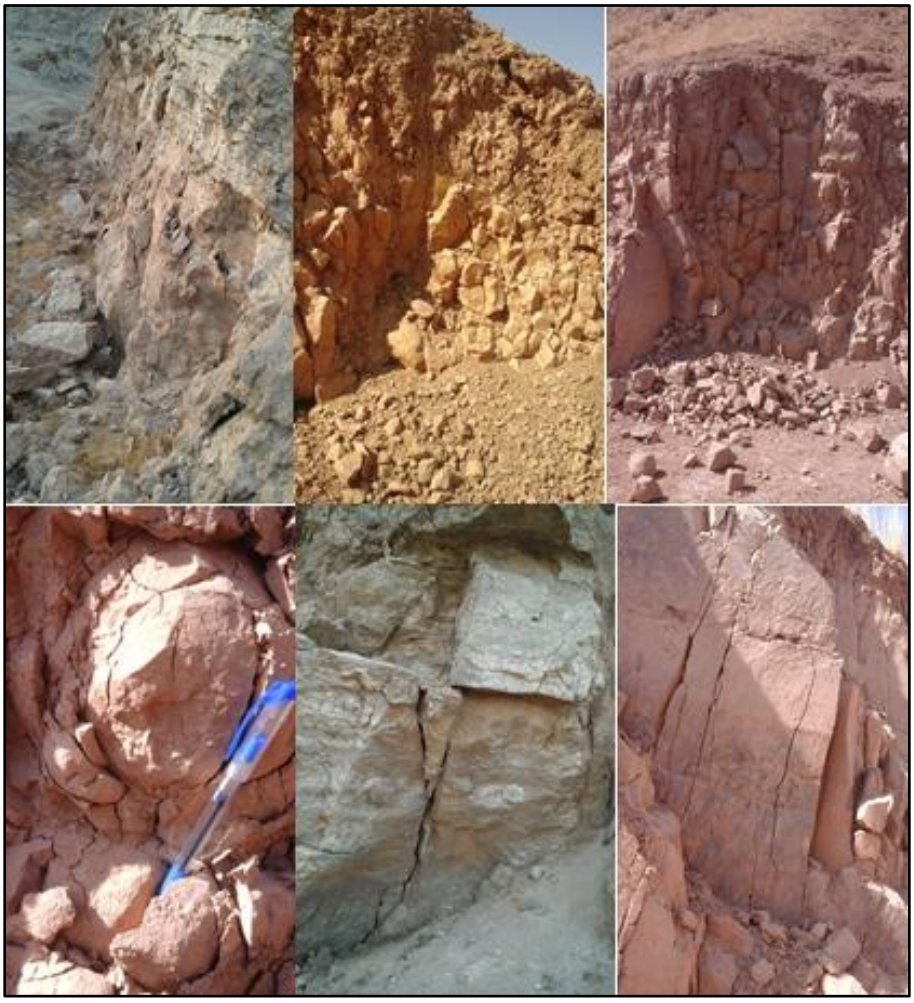


المصدر: نتائج الدمج لخرائط رقم (5)، وجدول (3)، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

وفي منطقة الدراسة تسود هذه العملية في صخور الطبقة السطحية المكشوفة والمعرضة لتأثير عوامل المناخ المختلفة، لاسيما التطرف في درجات الحرارة، ارتفاعا وانخفاضا، والتي تحدث تشقق وانفراط في الكتل الصخرية

وتكوين فتات وهشيم يزداد سمكه بتوالي تكرار تلك العملية، والذي يسود فوق المنكشفات الصخرية في المرتفعات العليا من منطقة الدراسة. وكما في الصورة (1).

صورة (1) فعل التجوية الميكانيكية في تفتيت الصخور وتكوين الفتات الصخري



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/9/12، بإحداثيات 43.706937 34.986280.

7-1-2. التجوية الكيميائية:

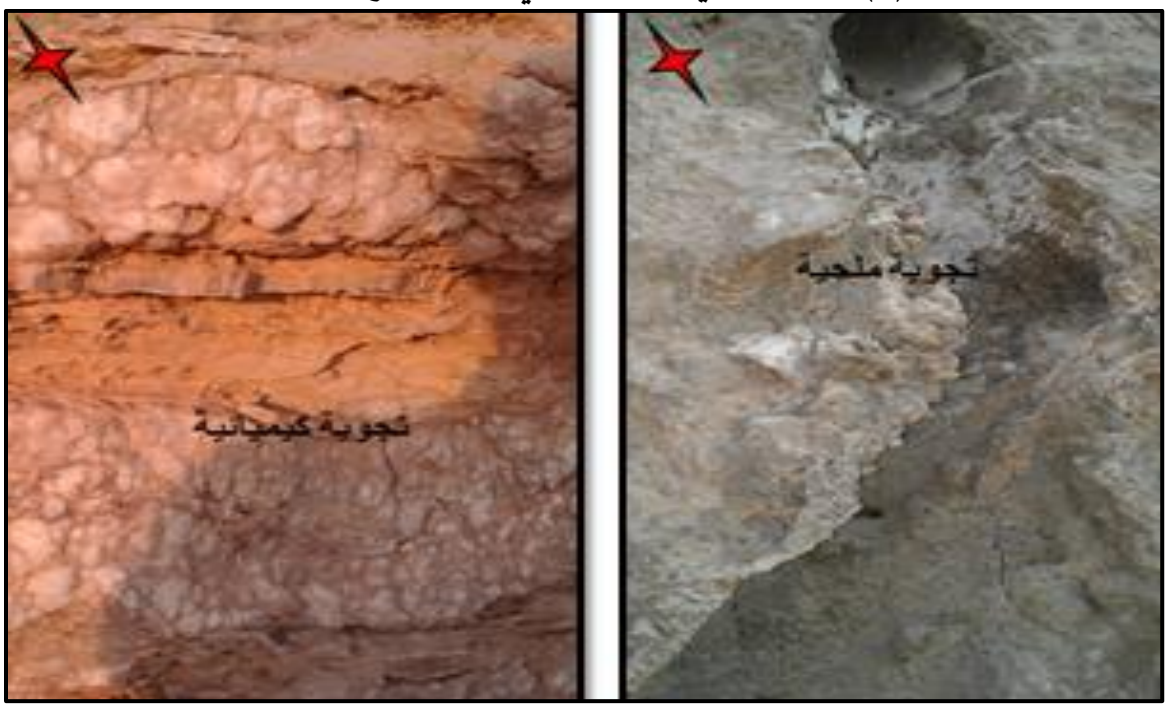
هي مجموعة تفاعلات كيميائية في طبيعتها، تؤدي الى اعادة تركيب الصخور وهي أكثر اهمية من التجوية الفيزيائية. تتألف عمليات التجوية الكيميائية من تفاعلات كيميائية عديدة بين السوائل والغازات التي يتكون منها الغلاف الغازي والمائي فوق وتحت سطح الارض وبين الصخور والمعادن والرواسب والمواد العضوية التي تتألف منها القشرة الارضية، مثل التحلل بالماء، والتميؤ، والكربنة، والاكسدة والاذابة [12]. وتنشط عمليات التجوية الكيميائية في منطقة الدراسة وذلك لوجود المكاشف الصخرية العائدة لتكوين (الفتحة) التي تمتاز بقابليتها العالية على الاذابة والتحلل والتي تشمل (الجبس والملح الصخري والانهيدرايت) ومن اهم مظاهر التجوية الكيميائية في المنطقة وأشهرها الذوبان والتميؤ (التحلل بالماء) اضافة الى مظاهر اخرى، كما تبينه الصورة (2).

تتميز امطار المنطقة بفصلية السقوط، اذ تهطل الامطار في فصل الشتاء، وتكون قليلة ومتذبذبة بين سنة واخرى فهي تصل اقصاها في شهر كانون الثاني، وتنقطع في فصل الصيف، وكذلك تمتاز امطار المنطقة بالفجائية وعدم الانتظام والتي تؤدي الى انجراف المفتتات الصخرية المجوفة وكشف أسطح جديدة لعوامل التجوية، كذلك تؤثر مياه الامطار في نشاط التجوية الكيميائية اذ ان وجود الجبس وحفر التجوية في المنطقة يعكس ذلك النوع من التجوية.

ان تفاوت الصخور في درجة تفاعلها مع عوامل التجوية، وصلابة او ليونة التكوينات الصخرية، لها أثر في تحديد نوع العمليات الاكثر نشاطا كالتشقق والتفكك، او التحلل والذوبان الصخري، ان التكوينات الصخرية في منطقة الدراسة، تتألف من صخور كاربوناتية، طباقية افقية صلبة، متعاقبة مع صخور فتاتية، لذا فإن قسماً منها يكون ضعيفاً امام عمليات التجوية والتعرية. ان سيادة الصخور الكاربوناتية الصلبة، مثل الصخور الكلسية، والصخور الرملية، ووجود الشقوق، والفواصل والصدوع على هذه التكوينات ادى الى اضعافها. ان عمليات التجوية المذكورة انفا قد كونت تلال صغيرة منعزلة من خلال تأثير تلك العمليات في الشقوق والفواصل الصخرية[13].

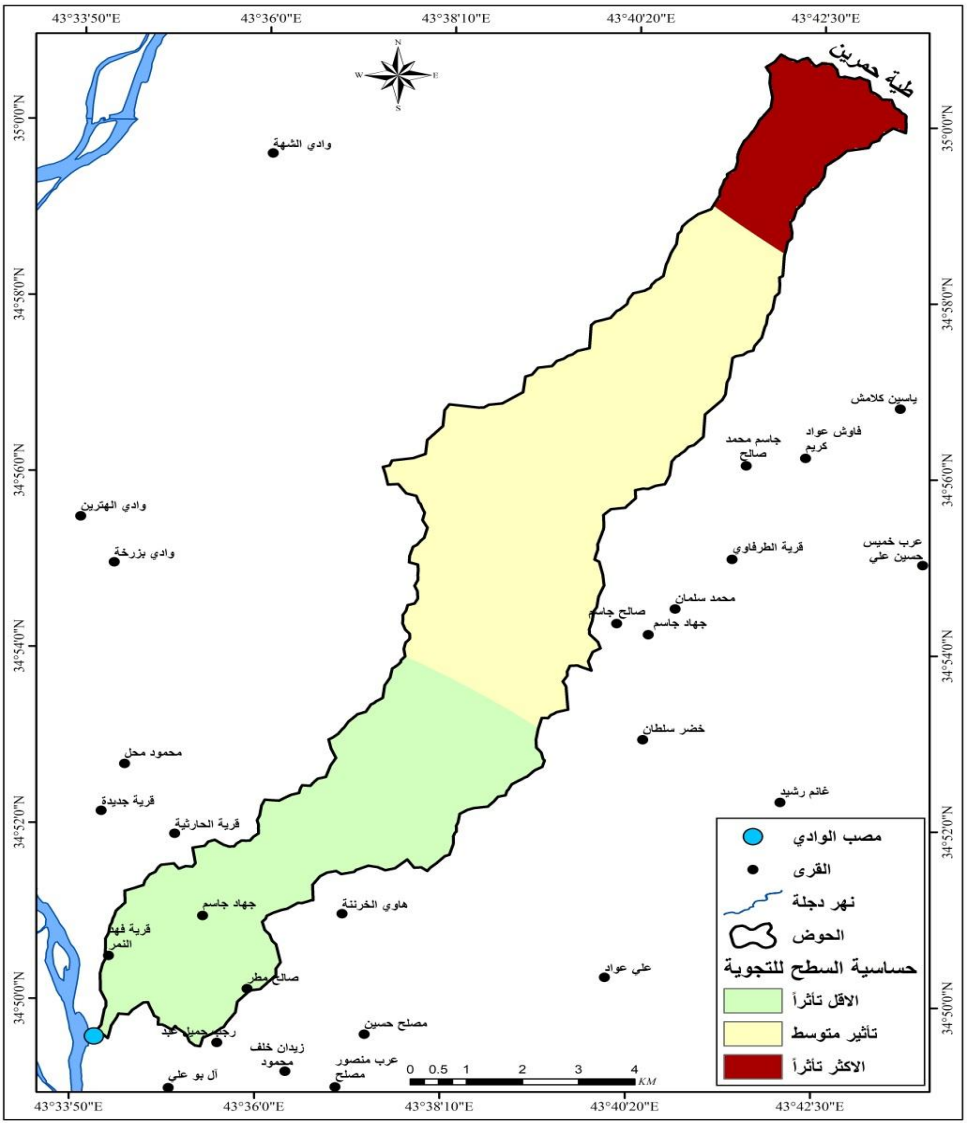
لذا سيتم دمج الطبقات التي تؤثر على هذا النوع من التجوية وهي (الامطار، الرطوبة، التكوينات الجيولوجية، الشقوق والمفاصل)، وإعطاء أهمية كبرى للأمطار والرطوبة مع التكوينات الجيولوجية، لتظهر نتائج الدمج في الخريطة (9).

صورة (2) اشكال التجوية الكيميائية في بعض مواقع منطقة الدراسة



المصدر: الدراسة الميدانية بتاريخ 2023/9/12. بإحداثيات 43.708376 35.004808.

خريطة (9) درجة حساسية السطح للتجوية الكيميائية



المصدر: اعتماداً على دمج الخرائط السابقة (2، 3، 6، 7)، باستخدام برنامج ARC GIS10.8.

جدول (4) مساحة ونسب حساسية السطح للتجوية الكيميائية في حوض الوشاش

ت	درجة حساسية التجوية الكيميائية	المساحة/كم2	النسبة %
1	الأكثر تأثراً	6.5	10.4
2	تأثير متوسط	33.0	52.4
3	الأقل تأثراً	23.4	37.2
المجموع		62.9	100.0

المصدر: اعتماداً على خريطة (9)، باستخدام برنامج ARC GIS 10.8.

ويلحظ مما سبق والجدول (4) ان المناطق الشمالية هي الأكثر تأثراً بالتحوية بنوعيها الكيميائي والفيزيائي كونها حققت الأكثر رطوبة والأكثر امطاراً والأكثر شقوقاً، اذ تحتوي على صخور جبسية ورملية عائدة الى تكويني الفتحة وانجانة، كما ان المناطق الوسطى متوسطة الحساسية كونها اقل تأثر من سابقتها، اما المناطق الجنوبية فهي مناطق سهلية تخلو من أي نشاط لعمليات التجوية. وبمساحات ونسب متباينة فقد سجلت المناطق ذات التأثير المتوسط المساحة الأكبر في منطقة الدراسة والبالغة (33.0)كم^2، وبنسبة (52.4)%، وتشغل المناطق الوسطى من الحوض كونها تحوي على صخور صلبة تنحدر من تكويني الفتحة وانجانة، اما المرتبة الثانية فتشغل المناطق الأقل تأثر والتي شغلت مساحة بلغت (23.4)كم2، وبنسبة (37.2)%، وتتوزع في المناطق السهلية من الحوض أي المناطق التي تكاد تخلو من المنكشفات الصخرية وسيادة الرواسب الحديثة فقط، وفي المرتبة الأخيرة جاء الصنف الأكثر تأثراً والذي يشغل الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة والتي تتطابق مع منكشفات تكوينات الفتحة وانجانة بمساحة بلغت (6.5)كم2، وبنسبة (10.4)%.

الاستنتاجات:

- تؤثر الظروف المناخية تأثيراً كبيراً على سيادة أنواع التجوية بأنواعها المختلفة فالمناخ هو الذي يحدد نوع التجوية السائدة.
- تلعب نوعية الصخور دوراً هاماً في مدى الاستجابة لنوعية التجوية ايضاً فهنالك صخور لها القدرة على الاذابة وأخرى لها القدرة على التفكك. وتسود في منطقة الدراسة أنواع من الصخور لها القدرة على التحلل والتفكك.
- ان للتقنيات الحديثة الدور الكبير في الكشف عن المناطق التي تكون أكثر حساسية للتجوية الكيمياوية من خلال وفرة البيانات على مستوى البكسل فيما يخص درجات الحرارة السطحية وكمية الامطار ايضاً، ومؤشرات الرطوبة.
- ان للمرئيات الفضائية والمتمثلة بالقمر الصناعي LANDSAT8 الفضل الأكبر في اشتقاق درجات الحرارة السطحية والرطوبة والظواهر الخطية التي تخص الشقوق والمفاصل. فضلا عن توفر القمر الصناعي TRMM الذي يقيس كمية الامطار على مستوى الساعة واليوم والاسبوع والشهر والسنة.
- ان المناطق الشمالية هي الأكثر تأثراً بالتحوية بنوعيها الكيميائي والفيزيائي كونها حققت الأكثر رطوبة والأكثر امطاراً والأكثر شقوقاً، اذ تحتوي على صخور جبسية ورملية عائدة الى تكويني الفتحة وانجانة، كما ان المناطق الوسطى متوسطة الحساسية كونها اقل تأثر من سابقتها.
- للبرمجيات الحديثة والمتمثلة ب ARC GIS الأهمية في معالجة هذه المرئيات وبناء أدوات حاسوبية تعتمد بياناتها على الاستشعار عن بعد.

التوصيات:

يوصي البحث بما يلي:

- ضرورة استخدام التقنيات الحديثة المتمثلة بالاستشعار عن بعد والبرمجيات الحديثة في الدراسات الموروفومناخية، كونها تعتمد على معطيات الاستشعار عن بعد.
- العمل على تطوير هذه الأدوات التي تم بناءها وتقديمها في الدراسات الاستشارية التي تخص الجوانب الجيوبيئية.
- التفصيل بدراسة هذا الموضوع كونه الخطوة الأولى في الكشف عن درجة حساسية السطح للمشاريع الهندسية التي تخص التجوية بأنواعها.

قائمة الهوامش

(1) وليم دي ثورنبري، أسس الجيومورفولوجيا ترجمة د. وفيق حسين الخشاب، وعلي محمد، العراق، جامعة الموصل. دار الكتب للطباعة والنشر، 1975، ص49-50.

(2) Jassim, S. Z., and Goff J.C., (2006). Geology of Iraq. Published by Dolin, pargue and Musem, Brno Czech Republic, 2006. p 245-246.

(3) Jassim, S. Z., and Goff J.C., (2006). Geology of Iraq, p251.

(4) Bridge, John and Robert Demicco, Earth Surface Processes Land Forms and idiment Deposits, Cambridge University, NewYork, 2008, p86.

(5) Longley; et al. Geographic Information Systems and Science. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-72144-5 pp. 414–7.

(6) سعد محمد جاسم محمد الجبوري، بناء انموذج لمخاطر التعرية المائية لحوض كفري باستخدام المنطق المضبب، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة تكريت، 2019، ص98.

(7) Calculating Brightness Temperature using Landsat-8, Using SAGA GIS, IGET_SA_004, department of science and technology, ministry of science and technology, governorate of India, p1-7 .

(8) https://gpm.nasa.gov/missions/trmm.

(9) دنيا عبد الجبار ناجي الخزرجي، التحليل الجغرافي لظاهرة التصحر في قضاء المحاويل، رسالة ماجستير غير منشور، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة تكريت، 2014، ص89.

(10) رقية احمد محمد العاني، جيومورفولوجية سهل السندي، اطروحة دكتوره، (غير منشورة)، كلية التربية، جامعة الموصل، 2010، ص 47.

(11) محمد صبري محسوب، مخمود دياب راضي، العمليات الجيومورفولوجية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة، 1989، ص13.

(12) علي احمد غانم، الجغرافية المناخية، ط3، دار المسيرة، عمان، 2011، ص105.

(13) Richard John Huggett, Fundamentals of Geomorphology, second edition, Routled Taylorand Francis group, London and Newyork, 2007, p154.

المصادر

1. William D. Thornbury, Foundations of Geomorphology, translated by Dr. Wafiq Hussein Al-Khashab, and Ali Muhammad, Iraq, University of Mosul. Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, 1975, pp. 49-50.
2. Jassim, S. Z., and Goff J.C., (2006). Geology of Iraq. Published by Dolin, pargue and Musem, Brno Czech Republic, 2006. p 245-246.
3. Jassim, S. Z., and Goff J.C., (2006). Geology of Iraq, p251.
4. Bridge, John and Robert Demicco, Earth Surface Processes Land Forms and idiment Deposits, Cambridge University, NewYork, 2008, p86.
5. Longley; et al. Geographic Information Systems and Science. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-72144-5 pp. 414–7.
6. Saad Muhammad Jassim Muhammad al-Jubouri, Building a Model of Water Erosion Risks for the Kifri Basin Using Fuzzy Logic, PhD thesis (unpublished), College of Education for Human Sciences, Tikrit University, 2019, p. 98.
7. Calculating Brightness Temperature using Landsat-8, Using SAGA GIS, IGET_SA_004, department of science and technology, ministry of science and technology, governorate of India, p1-7 .
8. https://gpm.nasa.gov/missions/trmm.

9. Donia Abdul-Jabbar Naji Al-Khazraji, Geographical Analysis of the Desertification Phenomenon in Al-Mahawil District, Unpublished Master's Thesis, College of Education for Human Sciences, Tikrit University, 2014, p. 89.
10. Ruqaya Ahmed Muhammad Al-Ani, Geomorphology of the Sindi Plain, doctoral thesis, (unpublished), College of Education, University of Mosul, 2010, p. 47.
11. Muhammad Sabry Mahsoub, Mahmoud Diab Radi, Geomorphological Processes, Dar Al-Thaqafa for Publishing and Distribution, Cairo, 1989, p. 13.
12. Ali Ahmed Ghanem, Climatic Geography, 3rd edition, Dar Al-Masirah, Amman, 2011, p. 105.
13. Richard John Huggett, Fundamentals of Geomorphology, second edition, Routled Taylorand Francis group, London and Newyork, 2007, p154.