



المؤشرات الرقمية لمظاهر التجوية الكيميائية

الأستاذ الدكتور نبراس عباس ياس

Nibrasyaas@aliraqia.edu.iq

الباحثة سوزان وسام نوري

Artspot21015@students.aliraqia.edu.iq

الجامعة العراقية/ كلية الآداب



Digital indicators of chemical weathering

Prof. Nebras Abbas Yas (Ph.D.)

Nibrasyaas@aliraqia.edu.iq

Researcher. Susan Wissam Nouri

Artspot21015@students.aliraqia.edu.iq

AL-Iraqia University/ College of Arts



المستخلص

اتضح من خلال البحث ان توزيع مؤشر (WIP) متباين ضمن منطقة الدراسة ويلاحظ ان اقل القيم كانت في الأقسام الجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ يبلغ (١٨٦٣٥,٧-٦٦٨٣,٨) اما اعلى القيم فتتوزع في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية بقيم بلغت (٢٠٥٨٤,٨-٣٤٩٤٥٥,٢)، اما قيم مؤشر (V) متباين في منطقة الدراسة وان توزيع مؤشر القيم الأدنى كانت في الأقسام الجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ تبلغ (٠.٠٣-٠.٠١) اما اعلى القيم فتتوزع في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وجزء من الأقسام الجنوبية بقيم بلغت (٠.٢٧ - ٠.١٨)

كما اتضح ان توزيع قيم المؤشر (CIA) متباين ضمن منطقة الدراسة يتضح من خلال الخريطة (٥) ان اقل القيم كانت في الأجزاء الوسطى ضمن منطقة الدراسة اذ تبلغ (٠.٥٤ - ٦.٠٦) اما اعلى القيم فتتوزع في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية وجزءاً من المناطق الجنوبية بقيم بلغت (٢٠.٠٦ - ٢٢.٧٠)، اما توزيع قيم مؤشر (PIA) ويلاحظ ان اقل القيم كانت في الأقسام الجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ تبلغ (٠.٥٤ - ٦.٠٦) اما اعلى القيم فتتوزع في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وجزء من الشمالية الغربية بقيم بلغت (٢٠.٠٦ - ٢٢.٧٠)

وأخيراً وفقاً للتصنيف النهائي تم تقسيم المنطقة إلى خمس أصناف التي تم الاعتماد عليها والتي تبدأ بالتجوية الشديدة جداً والتي يتم تركيزها في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية، تليها التجوية الشديدة، ثم التجوية المتوسطة ثم التجوية، وأخيراً التجوية الضعيفة جداً.

كلمات مفتاحية: تجوية كيميائية، نموذج، تقنيات، مؤشر.

Abstract

It became clear through the research that the distribution of the indicator (WIP) varied within the study area, and it is noted that the lowest values were in the southern sections within the study area, as it reached (6683.8-18635.7), while the highest values were distributed in the northern and northeastern sections with values amounting to (205848, 8-349455,2), while the values of the (V) index are variable in the study area, and the distribution of the index of the lowest values was in the southern sections within the study area, as it amounts to (0.01-0.03), while the highest values are distributed in the northern and northeastern sections and part of the southern sections with values It reached 0.27-0.18

It also became clear that the distribution of the CIA indicator values varied within the study area. It is evident from map (5) that the lowest values were in the central parts of the study area, reaching (0.54 -6.06), while the highest values were distributed in the northern and northeastern regions and part of the southern regions with values It reached (20.06 - 22.70), as for the distribution of the (PIA) index values. It is noted that the lowest values were in the southern sections within the study area, as they amounted to (0.54 -6.06), while the highest values were distributed in the northern, northeastern and part of the northwestern sections, with values amounting to (20.06 - 22.70)

Finally, according to the final classification, the region was divided into five categories that were relied upon, starting with very severe weathering, which is concentrated in the northern and northeastern regions, followed by severe weathering, then medium weathering, then weathering, and finally very weak weathering.

Keywords: chemical weathering, model, techniques, indicator.

المقدمة:

تُعدُّ دراسة عمليات التجوية واحدة من بين أكثر الجوانب الجيومورفولوجية التطبيقية أهمية في المناطق الرطبة وشبه الرطبة فالترابط ما بين العمليات المتباينة الناتج عن تهيئة التجوية للمفتتات الصخرية وأزاحتها بواسطة التعرية أمر ترك العديد من الأشكال الجيومورفولوجية التي تتعرض للتآكل المستمر بواسطة الرياح والمياه الجارية مما يعرضها للتآكل المستمر عن طريق إزالة الأجزاء الضعيفة ، إن هذه الدراسة تهتم بتحليل عمليات التجوية والتعرية والتأثيرات البيئية لها في منطقة الدراسة، إذ تبلغ مساحة المنطقة (2109) كم² وتهدف الدراسة هنا إلى رسم ملامح عمليات التجوية باعتماد نماذج ومؤشرات معينة بذلك من خلال توظيف التقنيات الناتجة عن تحويل بياناتها إلى قاعدة معلومات وضحت الدراسة وفق خمس مؤشرات تتباين في نتائجها صولا للتصنيف النهائي لخطورة التجوية اعتماداً على هذه المؤشرات.

مشكلة البحث

هل يمكن بناء نماذج للتجوية في منطقة الدراسة؟

فرضية البحث

يمكن نمذجة التجوية في منطقة الدراسة.

حدود منطقة البحث

تقع منطقة الدراسة من الناحية الإدارية في الجزء الشمالي الشرقي من العراق في محافظة السليمانية فيحدها من جهة الشمال الشرقي الحدود الإيرانية ومن الشمال الغربي قضاء بشدر ومن الجنوب الشرقي قضاء حلبجة ومن الغرب مركز قضاء السليمانية .
اما من الناحية الطبيعية فمنطقة الدراسة تقع في منطقة جبلية وتقع من الناحية الفلكية بين دائرتي عرض

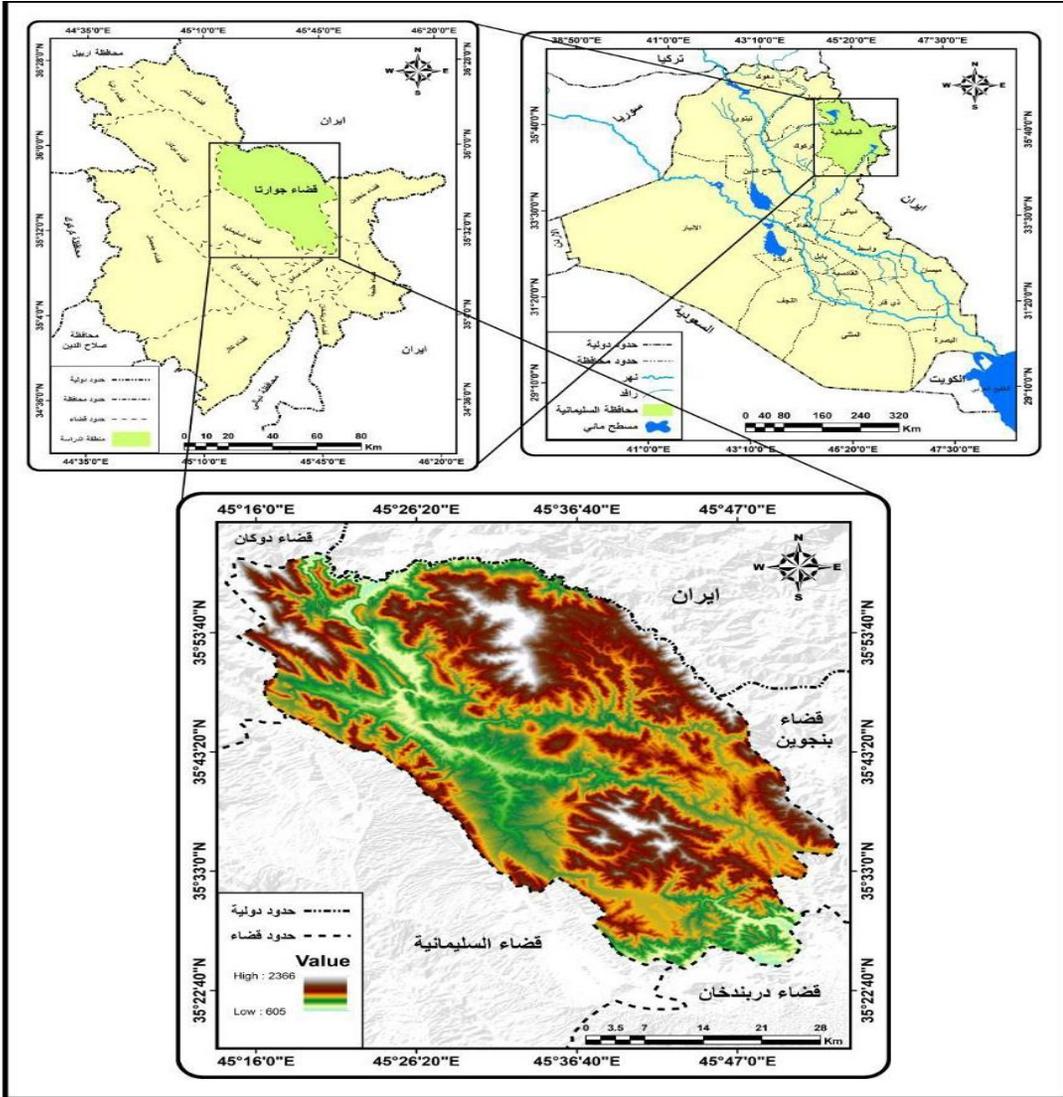
(N ٢٤' ٥٠" ٣٥°) و (N ٢٨" ٠ ٣٦°) شمالاً و خطي طول (E ١٤' ٢" ٤٥°) و

(E ٢٧" ٢٧' ٥٣°) شرقاً وبمساحة ٢٠٩١ كم^٢ وبمحيط ١٩٥,٧٤ كم يُنظر

خريطة (١).

خريطة (١) موقع منطقة الدراسة من العراق ومحافظة السليمانية

المصدر:



- ١- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة، قسم انتاج الخرائط ، خريطة العراق الإدارية ، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠٠٠. بغداد . العراق ،لسنة ٢٠١٥.
- ٢- وزارة الموارد المائية ، الهيئة العامة للمساحة ، قسم انتاج الخرائط ، خريطة محافظة السليمانية الإدارية ، مقياس ١:١٠٠٠٠٠٠٠٠. بغداد ، العراق ، لسنة ٢٠١٥.
- ٣- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) . بدقة تمييزية قدرها (٣٠).

المقدمة:

يقصد بالتجوية التي يتم من خلالها تفنيت الصخور وتحللها على سطح الأرض أو بالقرب منه بفعل العوامل الجوية السائدة في الغلافين الجوي والمائي المؤثرة في منطقة الدراسة (عطا الله، ٢٠٠٧، ١٦٤) (Ata Allah, 2007, p; 164) للظرف المناخية تأثير كبير على تجوية الصخور لكنها لا تنتقلها إلى مسافات قصيرة ، مع ذلك فإن نشاط عمليات التجوية مقارنة بكامل الأرض هو مجال محدود للغاية، وذلك لان عمليات التجوية الخارجية تقف تأثيرها عند حد الاسطح المكشوفة من الصخر

العوامل الطبيعية المؤثرة في التجوية الميكانيكية:

١-٢-٢ التجوية الميكانيكية :

ويقصد بها العمليات الآلية التي تؤدي إلى تكسر وتفنيت جزيئات الصخر دون أن يصيبه أي تعديل أو تغيير في تكوينه، أي أنها عملية آلية بحتة لا تنطوي على عمليات تفاعل أو تكوين مواد جديدة أو غير ذلك غير أن العوامل التي تقوم بها التجوية الميكانيكية قد تكون غامضة أو صعبة الفهم في بعض الأحيان (فايد، ١٩٧٢، ص ٨٣) (Faed, 1972, p; 73)، وهي تمارس عملها في تحطيم الصخور بخمسة عوامل فهي على النحو التالي:

١ _ تكون شقوق أو فواصل في الصخر: نتيجة للعمليات التكتونية أو نتيجة لحدوث ضغط على أجزاء الصخر إذ ما تعرض للانكماش أو البرودة. وهذا ما حدث بالفعل في منطقة الدراسة التي تتميز بدرجات حرارة منخفضة إلى ما دون الصفر في فصل الشتاء (سلامة، ٢٠٠٧، ص ١٣٠) (Salamah, 2007, p; 130).

٢ _ الفرق بين التمدد الحراري والانكماش البارد : للصخور بسبب التمدد الحراري والانكماش البارد والتمدد الحراري للمعادن، والانكماش الحراري ، وكل ذلك وفقاً لمعامل التمدد الطولي وفي حالة تنوع المعادن المكونة للصخور وتباين درجة حرارة الصخر مع عمقه تتعرض الصخور للتفتت الحبيبي Granular defines أو تقشر Exfoliation

غير أن بعض التجارب المختبرية والشواهد الميدانية تقلل من فعل التسخين والتبريد بوصفه عاملاً منفرداً في تقنت الصخور أو تقشرها.

٣_ الأمطار: تعد الأمطار من أهم العناصر المناخية في تشكيل المظاهر الجيومورفولوجية لأي منطقة وتحدد كمية الأمطار الساقطة خصائص الصرف النهري إذ تؤثر الشدات المطرية في عمليات التعرية والنقل و الأرساب ، فكلما كانت الأمطار غزيرة كلما كانت التعرية اشد والرسوبيات المنقولة اكثر . ولأن طبيعة المنطقة التضاريسية ذات الارتفاعات العالية مما يعرضها لتساقط كميات امطار كبيرة. ذات تساقط وتصل أحياناً إلى كميات كبيرة في منطقة الدراسة وتصل في محطات (سليمانية, جوارتا) وعلى التوالي (٦٩٨.١ ملم, ٧٥٨.٤ ملم) في المجموع السنوي للمدة (١٩٩٢-٢٠٢٢) في منطقة الدراسة..

٤ _ الرطوبة :- تعد الرطوبة النسبية من العناصر المناخية المهمة في الدراسات الجيومورفولوجية لأهميتها في القاء الضوء على مدى الجفاف والرطوبة في المنطقة المدروسة ونوع عمليات التجوية والتعرية السائدة واثّر ذلك على تطور الظواهر الجيومورفولوجية وتعني الرطوبة النسبية بأنها النسبة المئوية ما بين مقدار بخار الماء الموجود فعلاً في وحدة حجم معينة من الهواء وبين مقدار ما يستطيع ان يتحملة هذا الحجم فيصل درجة التشبع في نفس درجة حرارته عند نفس مقدار ضغطه. تعتمد الرطوبة النسبية على درجة حرارة الهواء ومعدلات التبخر، إذ تقل نسبتها كلما ارتفعت درجة الحرارة لزيادة عملية التبخر في حين ترتفع معدلاتها بانخفاض درجة الحرارة، لأن ذلك يقلل من نسبة بخار الماء ودرجة تشبع الهواء الغائم (أبو العينين، ٢٠٠٣، ص ٣٣).

٥ _ الكائنات الحية :- تلعب الكائنات الحية دوراً مهماً في عملية التجوية حيث تتجذر الأشجار في شقوق الصخور في محاولة العثور على تربة دقيقة هشة ذات محتوى رطوبي مناسب، ويؤدي ذلك الى تمدد الشقوق وتعميقها وتجميعها ، خاصة بعد استمرار نموها وترسيخها ، مما يتسبب في تكسير الصخور وانقلاعها من مواضعها (مبارك، ٢٠٠٩، ص ٩٨) (Mubark, 2009, p; 98)، لقد لاحظنا هذه العملية في منطقة

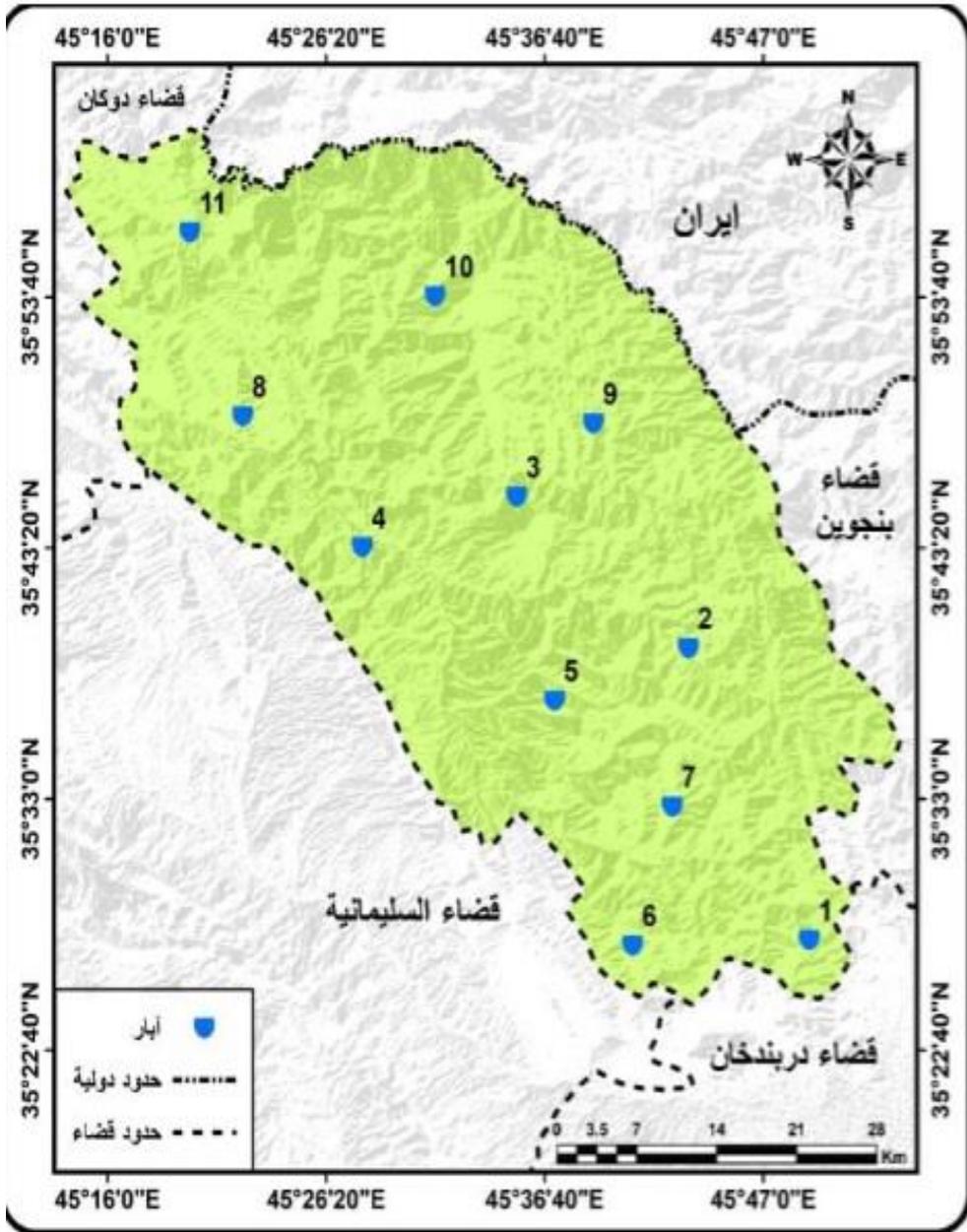
جوارتا ان الأشجار تنمو على طول المنحدرات الجبلية وشكلها منحدر على الصخور مما يزيد من احتمال حدوث الانزلاقات وهبوط التربة والصخور .

أولاً: المؤشرات المرتبطة بالتجوية :

تتعرض شدة التجوية على تأثيرها في التربة ورواسب الأنهار مقارنة بما تستخدم من المؤشرات يظهر تأثير واضح لشدة التجوية من خلال تكون التربة وكمية الرواسب النهرية المنقولة وتم في السنوات الأخيرة وضع عدة مؤشرات لدراسة تأثير شدة التجوية وبيان ملامحها من خلال توضيح الصخور الام وتأثير المناخ فيها بعملية التجوية ولا سيما الكيميائية منها، تم تحليل مياه الابار الموجودة ضمن منطقة الدراسة والتي حدد منها (١١) بئراً موزعة في جميع التكوينات الجيولوجية للمنطقة خريطة (2) وجدول (1) يبين قيم للعناصر المذكورة والتي تم اختيارها من شمال جنوب منطقة الدراسة، ويلاحظ وجود تباين في قيم العناصر ضمن منطقة الدراسة فيلاحظ هذا التباين في العنصر أكسيد الصوديوم Na_2O اذ يتراوح ما بين (٢.٣-١٥٤) كأعلى وادنى حد، اما عنصر أكسيد المغنيسيوم (Mgo) فتتراوح درجته ما بين (١٣-٤١.٨) وبلغ أكسيد البوتاسيوم (K_2O) ما بين (٠.٤-٥.٢) وبلغ أكسيد الكالسيوم (Cao) ما بين (١٢.١-٧٦) اما أكسيد الالمنيوم (Al_2O_3) فتتراوح ما بين (٠.١-٢٧.٥) اما أكسيد الكلوريدات (Cl_2O) فبلغ ما بين (٧.٥-٦٠.٢) اما أكسيد الكبريتات (SO_4O) بلغ ما بين (١٠.٥-١٢٣) كأعلى وادنى حد اما التصنيف النهائي للتجوية فبلغ اعلى وادنى حد (٧.٧-٤١.١).

خريطة (٢) وجدول (١)

خريطة (٢) التوزيع الجغرافي للآبار ضمن منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على وزارة الموارد المائية، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية
خرائط توزيع الابار مقياس ١:٠٠٠٠٠٠٠، بغداد، ٢٠٢٣، باستخدام برنامج (Arc GIS 10.8)

وضح الباحثون مجموعة من المؤشرات المتعلقة بالتجوية والتي يمكن وصفها على النحو التالي :

جدول (١) العناصر المدروسة في مياه الابار

التصنيف النهائي للتجوية	أكسيد الكبريتات So_4o	أكسيد الكلوريدات Cl_2o	أكسيد الالمنيوم	أكسيد الكالسيوم Ca_o	أكسيد البوتاسيوم K_2o	أكسيد المغنيسيوم Mgo	أكسيد الصوديوم Na_2o	البنر
٣٤,٢	123	12.2	0.8	76	1.1	٢٤	2.3	١
٢٩,٨	55	12.6	27.5	16.5	2.1	١٩	76	٢
٢٠,٧	47	15.4	9.0	24	0.8	٢٨,٥	19.9	٣
١٦,٧	35.2	11.3	9.6	26	1.3	٢٨	5.4	٤
٢٠,٢	15.2	14.1	15.7	64	0.7	١٩,٤	12.3	٥
٤١,١	104	39	12.5	48	2.3	٢٩	53	٦
٤٠,٦	15	40.2	13.5	14.7	5.2	٤١,٨	154	٧
٢٥,٧	20.1	60.2	12.1	40	1.4	٢٩	16.8	٨
٨,٠	13.2	9.4	0.1	١٣,٢	0.7	١٥	4.5	٩
٨,١	12.1	8.5	0.4	١٢,١	1.3	١٣	9.1	١٠
٧,٧	10.5	7.5	2.1	14.1	0.4	١٤	5.1	١١

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على وزارة الموارد المائية ، المركز الوطني لإدارة الموارد المائية ، قسم المياه الجوفية ، (بيانات غير منشورة) بغداد ، ٢٠٢٢

ولغرض معرفة التطور الحاصل في عمل التجوية الكيميائية وضع الباحثون مجموعة من المؤشرات المرتبطة والتي تعد من اهم المؤشرات وأكثرها استعمالاً في التجوية وتتميز بسهولة تطبيقها وهي كما يأتي:

١- مؤشر باركر (WIP) :

هو اختصار هو اختصار لـ (Weathering Index Parker) تم استخدامه من قبل باركر عام (١٩٧٠)م يتضمن نقل عناصر (الصوديوم ،البوتاسيوم ،المغنيسيوم والكالسيوم) اثناء عملية التجوية وفقاً للخبراء، ويعتبر انسب مؤشر لتقييم التجوية للخور اعتماداً على التحلل المائي يتم استخراج المؤشر حسب المعادلة الذي وضعها باركر (Nadlonek,2018,p;2454) .

$$WIP = \left(\frac{2Na_2O}{0.35} + \frac{MgO}{0.9} + \frac{2K_2O}{0.25} + \frac{CaO}{0.7} \right) \times 100$$

إذ إن :

WIP = مؤشر باركر

Na₂O = أوكسيد الصوديوم

MgO = أوكسيد المغنيسيوم

K₂O = أوكسيد البوتاسيوم

CaO = أوكسيد الكالسيوم

ومن خلال ملاحظة الجدول (٢) وتطبيق مؤشر (WIP) جدول (3) وخريطة (٣) يلاحظ من خلال توزيع مستويات المؤشر (WIP) ان بلغت اعلى القيم في الآبار (١١،١٠،٩،٤) فيما بلغت ادنى القيم لمستويات التجوية في البئر (٧)، ويشير ذلك التباين سبب التباين في مستويات الاذابة لصخور المنطقة ما بين شمالها وجنوبها.

جدول (2) قيم تطبيق المؤشرات المعتمدة

رقم البئر	WIP	V	CIA	CIW	PIA
١	15718.1	0.02	1.00	1.01	1.00
٢	49576.8	0.27	22.52	22.92	22.52
٣	18606.7	0.14	16.76	17.01	16.76
٤	10951.1	0.18	22.70	23.41	22.70
٥	18887.0	0.17	16.94	17.07	16.94
٦	42205.1	0.11	10.79	11.01	10.79
٧	349455.2	0.01	0.82	0.82	0.82
٨	19656.5	0.16	17.21	17.56	17.21
٩	6683.8	0.02	0.54	0.56	0.54
١٠	9413.0	0.05	1.75	1.85	1.75
١١	6804.1	0.08	9.68	9.86	9.68

المصدر : من عمل الباحثة اعتماداً على جدول رقم (١)

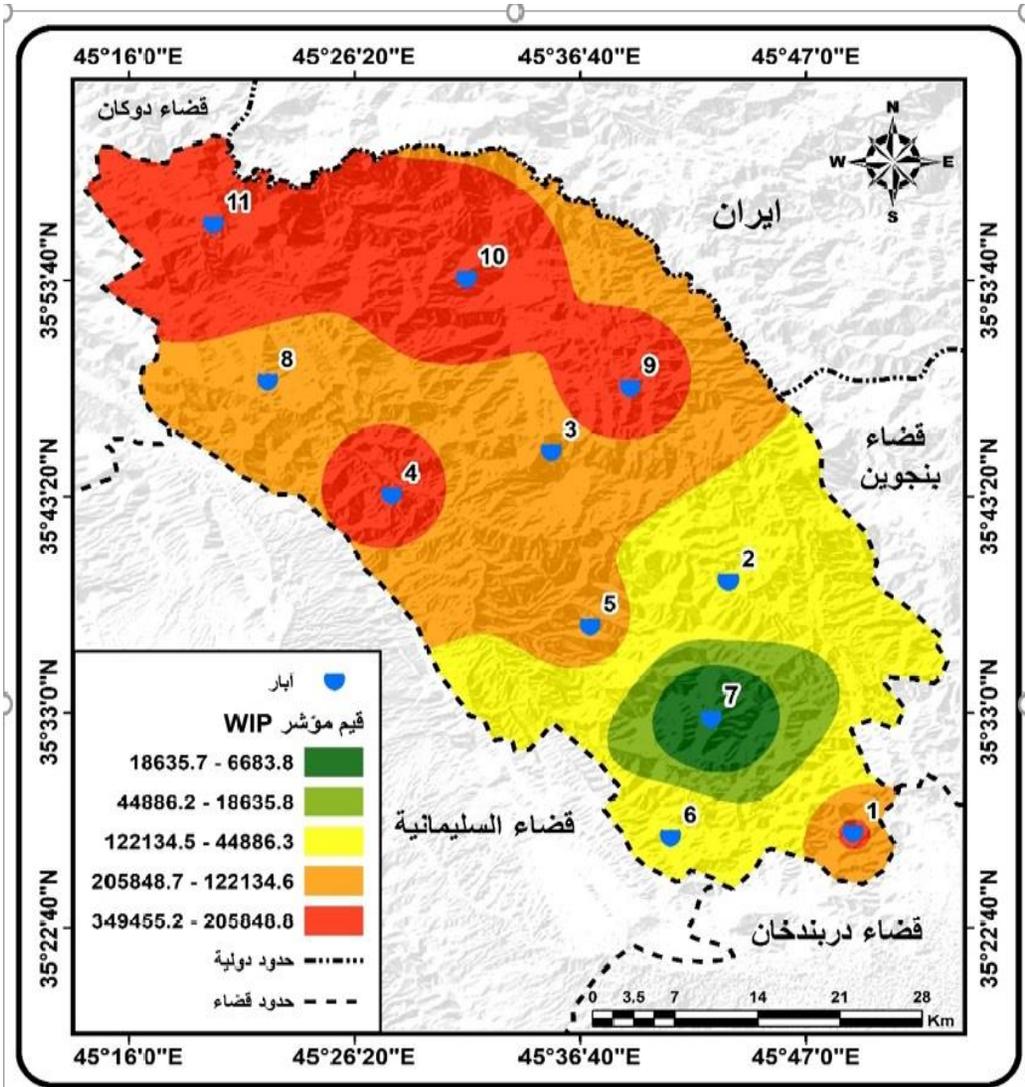
ويتضح من خلال الخريطة (٣) ان توزيع مؤشر (WIP) متباين ضمن منطقة الدراسة ويلاحظ ان اقل القيم كانت في الأقسام الجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ يبلغ (١٨٦٣٥,٧-٦٦٨٣,٨) اما اعلى القيم فتتوزع في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية بقيم بلغت (٢٠٥٨٤٨,٨-٣٤٩٤٥٥,٢) . وبهذا تم تقسيم منطقة الدراسة ضمن ثلاث فئات هي خريطة (٣) وجدول(٣):

١- فئة التجوية ضعيفة:- وتظهر فيها مستويات مؤشر التجوية اقل ما يكون في الأقسام الجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ تقع ما بين (٦٦٨٣,٨-٤٤٨٨٦,٢) كأدنى واعلى حد وبمساحة تبلغ (١٤١٥ كم^٢) وبنسبة (٦٧.١٠٪) .

٢- فئة التجوية المتوسطة:- وتظهر فيها مستويات مؤشر التجوية بقيم متوسطة لمستويات التجوية وتمتد بشكل واضح في منطقة الدراسة من الأقسام الشمالية حتى الأقسام الجنوبية وبمقدار (٤٤٨٨٦.٣-٢٠٥٨٤٨.٧) كأدنى واعلى حد وبمساحة تبلغ (629 كم^٢) وبنسبة (29.80٪) .

- فئة التجوية شديدة:- ويبرز هنا التأثير واضح لمستويات التجوية وتوزيعها في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وجزء بسيط في الأقسام الغربية وفي الجنوب بمقدار (٢٠٥٨٤٨,٨ - ٣٤٩٤٥٥,٢) بمساحة تبلغ (65 كم^٢) وبنسبة (3.10٪) .

خريطة (٣) توزيع مستويات مؤشر (WIP)



المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول (٢) وباستخدام برنامج Arc GIs 10.4

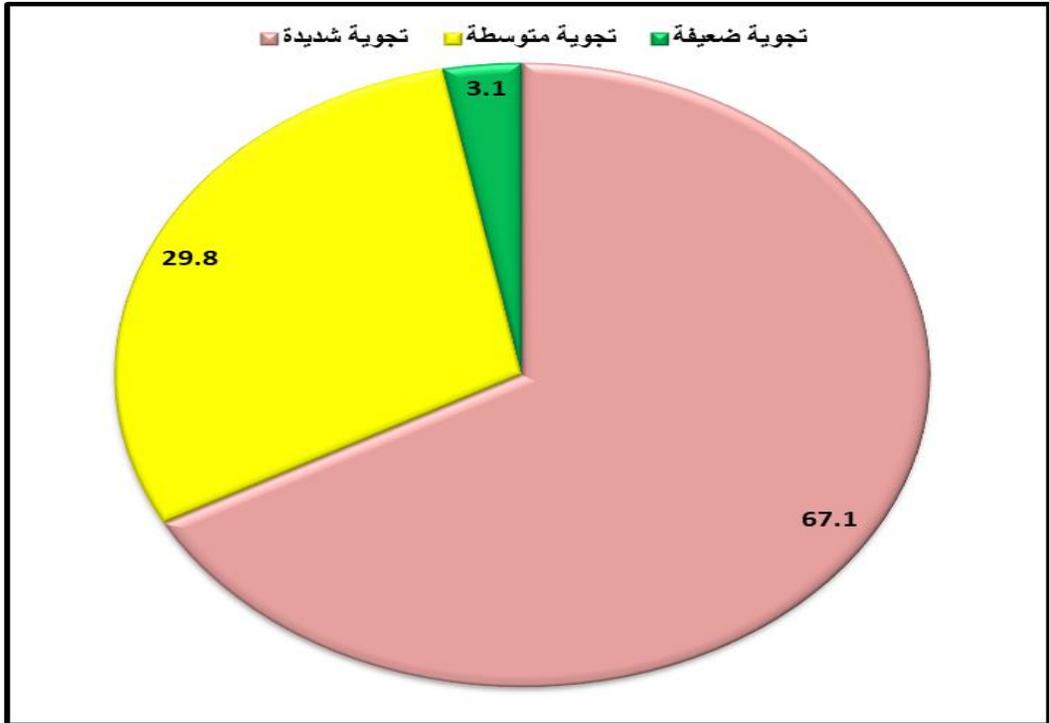
جدول (٣) فئات تصنيف مؤشر (WIP) والمساحة كم^٢ والنسب.

المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على خريطة (٣)

WIP تصنيف مؤشر	الفئات الرئيسية	المساحة كم ^٢	% النسبة المئوية
تجوية شديدة	١٨٦٣٥,٧-٦٦٨٣,٨ ٤٤٨٨٦,٢-١٨٦٣٥,٨	1415	67.10
تجوية متوسطة	١٢٢١٣٤,٥-٤٤٨٨٦,٣ ٢٠٥٨٤٨,٧-١٢٢١٣٤,٦	629	29.80
تجوية ضعيفة	٣٤٩٤٥٥,٢-٢٠٥٨٤٨,٨	65	3.10
المجموع		2109	100

ونستنتج ان سبب هذا التباين هو درجة الاذابة للصخور اذ يلاحظ انها تكون على اشدها في الأقسام الشمالية ويقل باتجاه الجنوب بسبب طبيعة ونوع الصخور (السيلاكا) من جهة وعامل الانحدار وتأثير العناصر المناخية من جهة اخرى

شكل (١) فئات تصنيف مؤشر (WIP) مساحة والنسب



_ مؤشر Vogt's (V)

يعد مؤشر (V) أحد أهم المؤشرات المستخدمة لتشخيص التجوية بمرور الوقت وهو نتائج العديد من الدراسات التي انجزها (Vogt's Residual 1927)، ويعتمد هذا المؤشر على نسبة العناصر المذكورة انفاً في مؤشر (WIP) مضاف إليها أكسيد الالمنيوم (Al_2O_3) وهو محاولة لتحديد نضج التجوية في الطين من خلال الرواسب المتبقية اذ تشير القيم العالية الى زيادة كثافة التجوية لتطبيق هذا المؤشر يتم استخدام المعادلة التالية (Nadlonek,2018, p.2555).

$$V = \frac{Al_2O_3 + K_2O}{MgO + CaO + Na_2O}$$

اذ ان :

$$V = \text{مؤشر فوجست}$$

$$Al_2O_3 = \text{أكسيد الالمنيوم}$$

وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق هذا المؤشر، هناك تباينات بين الابار والتي تتراوح ما بين (0.27 - 0.01) كأعلى وادنى قيمة ضمن منطقة الدراسة.

ويلاحظ من خلال الخريطة (٤) والجدول (٤) ان قيم مؤشر (V) متباين في منطقة الدراسة وان توزيع مؤشر القيم الأدنى كانت في الأقسام الجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ تبلغ (0.03 - 0.01) اما اعلى القيم فتتوزع في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وجزء من الأقسام الجنوبية بقيم بلغت (0.27 - 0.18) وبهذا تم تقسيم منطقة الدراسة ضمن ثلاث فئات هي :

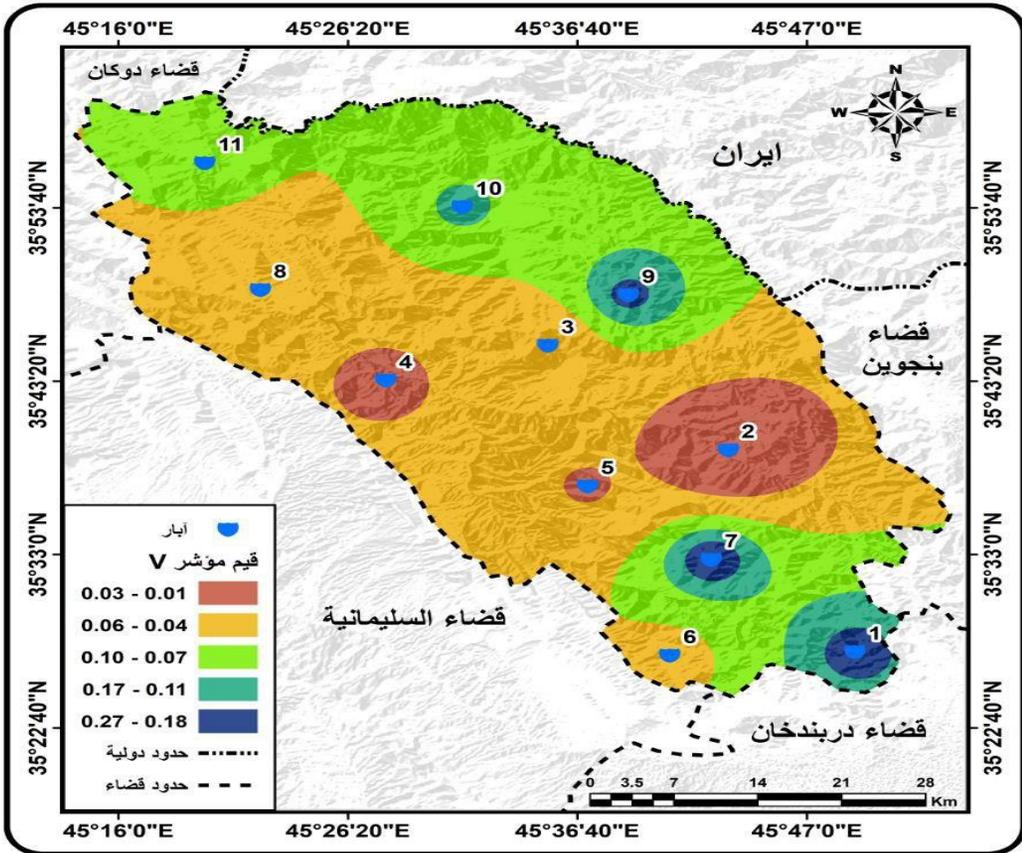
١- فئة التجوية ضعيفة :- وتظهر فيها مستويات مؤشر التجوية اقل ما يكون في الأقسام الوسطى ضمن منطقة الدراسة اذ تقع ما بين (0.06 - 0.01) كأعلى وادنى حد وبمسافة تبلغ (١٩٢ كم^٢) وبنسبة (٩.١٠%).

٢- فئة التجوية المتوسطة :- وتظهر فيها مستويات مؤشر التجوية بقيم متوسطة وتمتد بشكل واضح من منطقة الدراسة من الأقسام الشمالية و الجنوبية وبمقدار (٠.٠٧ - ٠.١٧) كأدنى وأعلى حد وبمسافة تبلغ (١٧٤٩ كم^٢) وبنسبة (٨٢.٩٠ %) .

٣- فئة التجوية متوسطة :- ويبرز التأثير واضح لمستويات التجوية وتوزيعها في الأقسام الوسطى والجنوبية بمقدار (٠.١٨ - ٠.٢٧) وبمساحة تبلغ (١٦٨ كم^٢) وبنسبة (٧.٩ %) .

ويتضح من هذا التباين انه هنالك كثافة في عمليات التجوية (الاذابة) في الأجزاء الوسطى والجنوبية من منطقة الدراسة.

خريطة (٤) توزيع مستويات التجوية حسب مؤشر (V)



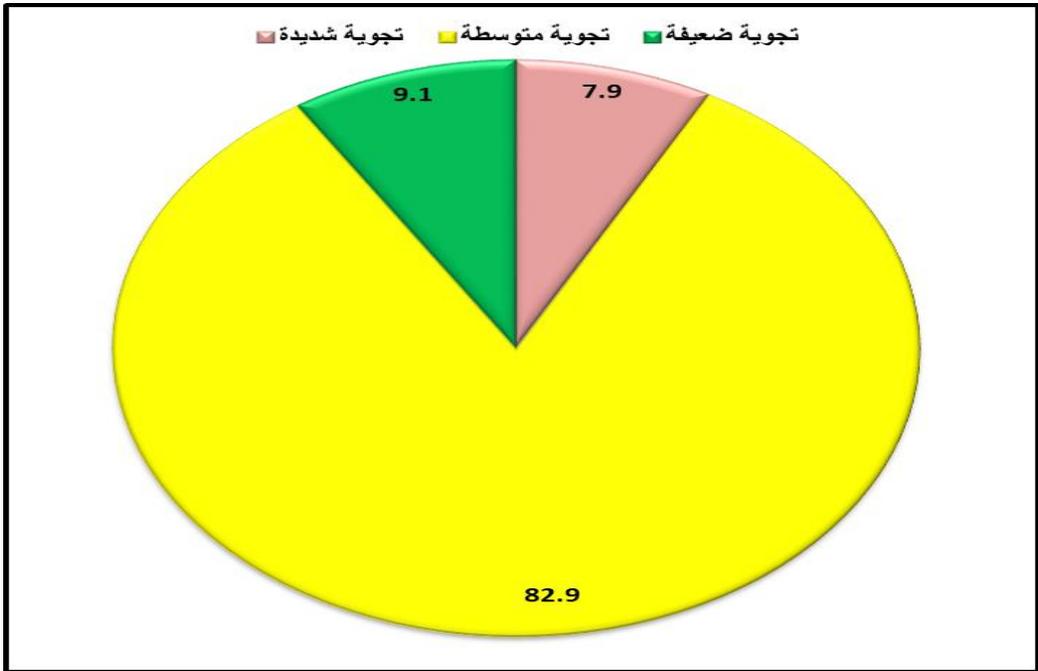
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول (٢) وباستخدام برنامج (Arc GIS 10.4)

جدول (٤) تصنيف فئات مؤشر (V) والمساحة كم^٢ والنسبة %.

النسبة المئوية %	المساحة كم ^٢	الفئات الرئيسية	(V) قيم مؤشر
7.9	168	0.03-0.01 0.06-0.04	تجوية ضعيفة
82.90	1749	0.10-0.07 0.17-0.11	تجوية متوسطة
9.10	192	0.27-0.18	تجوية شديدة
100	2109	المجموع	

المصدر:- من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة (٤)

شكل (٢) فئات تصنيف مؤشر (V)



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٤)

٣_ مؤشر (CIA) :-

يعد مؤشر (CIA) هو اختصار لـ (Chemical Index of Alteration) وهو محصلة عمليات بحث وضعها (Nesbit and Young 1982) ويعد هذا المؤشر هو الوسيط الأكثر استخداماً في العثور على رواسب الأنهار ويعكس قيم كثافة التجوية السيلكا من أدنى المجرى المائي إلى أعلاه ، إذ يحل القيمة الاسمية الاجمالية لتجوية المواد الكيميائية وظروف التجوية الفيزيائية السابقة وغالباً ما تظهر نسباً ثابتة من أكسيد الألمنيوم إلى النسب المتحركة منه تصل قيم (CIA) إلى (١٠٠) وتتراوح نماذج قيم التجوية الكاؤولين بين (١٥-٤٥) فيما تشير القيم بين (٤٥-٥٠) إلى تجوية الكرانيت، ويستخرج قيم هذا المؤشر وفق المعادلة الآتية (Jason, 2003, p.10):

$$CIA = \frac{AL_2O_3}{AL_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O}$$

اذ ان :

CIA = مؤشر التغير الكيميائي

AL_2O_3 = أكسيد الألمنيوم

K_2O = أكسيد البوتاسيوم

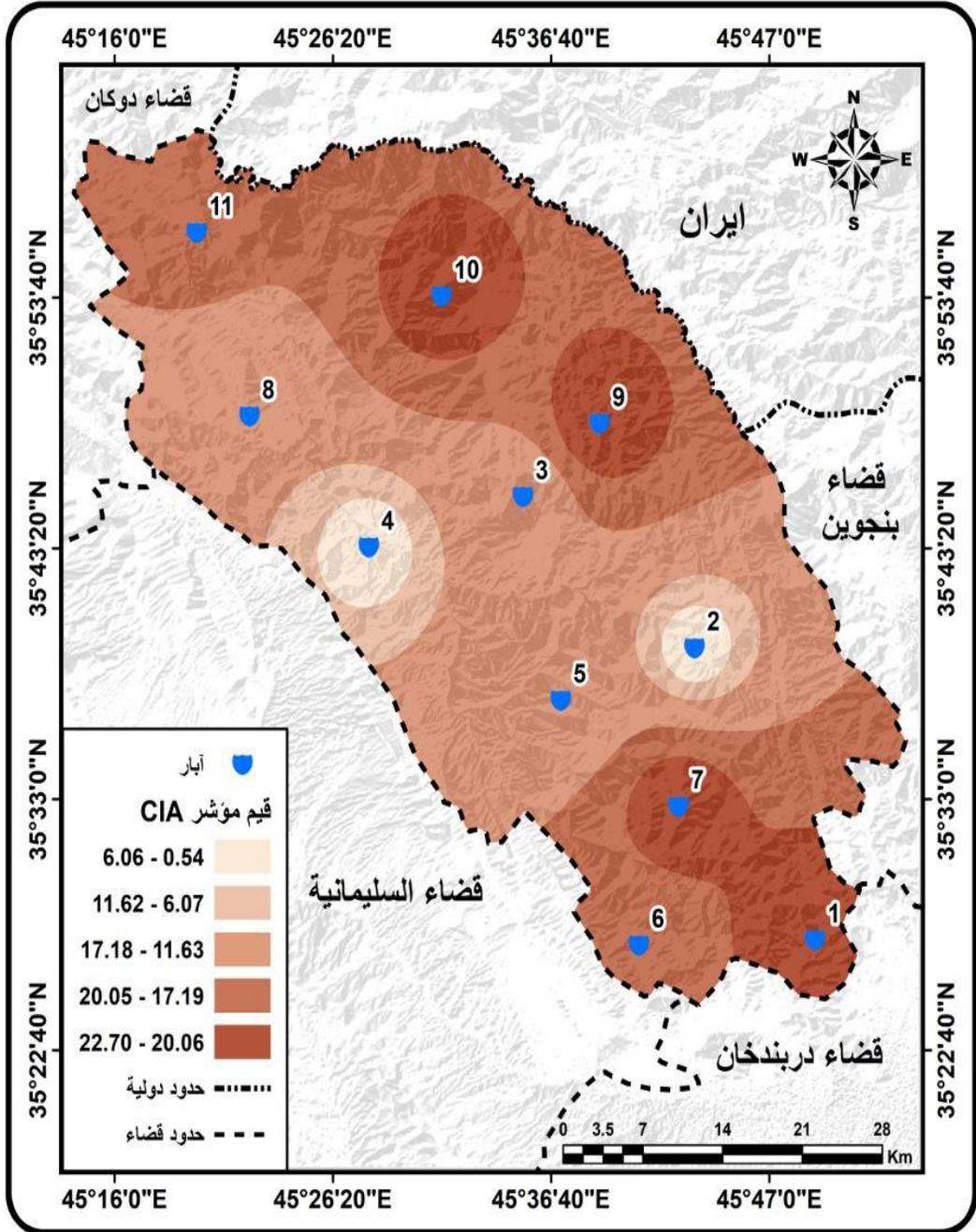
Cao = أكسيد الكالسيوم

Na_2O = أكسيد الصوديوم

ان توزيع قيم المؤشر (CIA) متباين ضمن منطقة الدراسة يتضح من خلال الخريطة (٥) ان اقل القيم كانت في الأجزاء الوسطى ضمن منطقة الدراسة إذ تبلغ (٠.٥٤ - ٦.٠٦) اما أعلى القيم فتتوزع في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية وجزءاً من المناطق الجنوبية بقيم بلغت (٢٠.٠٦ - ٢٢.٧٠) وبهذا تم تقسيم منطقة الدراسة إلى ثلاث فئات وهي :-

- ١_ فئة التجوية ضعيفة:- وتظهر فيها مستويات مؤشر التجوية اقل ما يكون في الأقسام الوسطى الشرقية والغربية ضمن منطقة الدراسة اذ تقع ما بين (٠.٥٤ - ١١.٦٢) كأدنى واعلى حد وبمساحة تبلغ (٦٦٦كم^٢) وبنسبة (3.10%)
- ٢_ فئة التجوية المتوسطة :- وتظهر فيها مستويات مؤشر التجوية بقيم متوسطة لمستويات التجوية وتمتد بشكل واضح في الأقسام الشمالية حتى الأقسام الجنوبية وبمقدار (١١.٦٣ - ٢٠.٠٥) كأدنى واعلى حد وبمساحة تبلغ(٩48كم^٢) وبنسبة (44.90%)
- ٣_ فئة التجوية شديدة :- ويبرز هنا التأثير واضح لمستويات التجوية وتوزيعها في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وجزءا من الأقسام الجنوبية بمقدار (٢٠.٠٦ - ٢٢.٧٠) وبمساحة تبلغ(1095كم^٢) وبنسبة (51.90%).

خريطة (٥) توزيع مستويات التجوية حسب مؤشر (CIA)



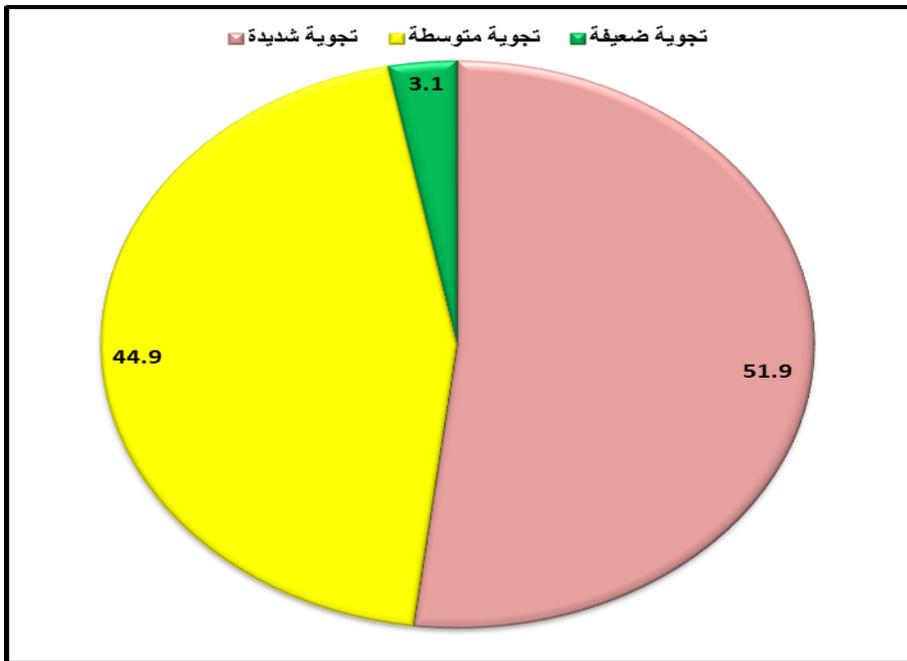
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على جدول (٢) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.4)

جدول (٥) تصنيف فئات مؤشر (CIA) والمساحة كم^٢ والنسب %.

النسبة المئوية %	المساحة كم ^٢	الفئات الرئيسية	CIA قيم مؤشر
51.90%	1095	6.06-0.54 11.62-6.07	تجوية ضعيفة
44.90%	948	17.18-11.63 20.05-17.19	تجوية متوسطة
3.10%	66	22.70-20.06	تجوية شديدة
100	2109	المجموع	

المصدر:- من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة (٥)

شكل (٢٠) تصنيف فئات مؤشر (CIA)



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٥)

ان توزيع قيم مؤشر (CIA) متباين ضمن منطقة الدراسة خريطة (٥) وجدول (٥) اذ يتضح انها تتراوح ما بين (٠.٥٤-٢٢.٧٠) كأدنى واعلى قيمة وبلغت ادنى قيمة في العينة (٩) في حين سجلت العينة (٤) اعلى القيم، ويتدرج التباين ما بين اعلى القيم

في الأجزاء الشمالية والجنوبية وإدناها في الأجزاء الغربية عينة (٤) والوسطى عينة (٢) ، وتم تصنيف قيم منطقة الدراسة وفق نموذج تجوية الكاؤولين وهو ناتج من اتحاد بلورات الفلسبار مع حمض الكربونيك وهذا ما ينطبق على العينة (٢،٣،٤،٥،٦،٨) وهذا بسبب طبيعة الصخور المكونة والتي تحتوي على الكلس، وبهذا تم تقسيم منطقة الدراسة الى ثلاث فئات وهي:-

٤- مؤشر (CIW) :

تشير القيم العالية (CIW) والذي هو اختصار (Chemical Index of Weathering) إلى الصخور الغنية بـ(أوكسيد الألمنيوم ، وأوكسيد الكالسيوم، وأوكسيد البوتاسيوم) طور (Harnois) هذا المؤشر عام (1988)، بشكل مشابه لمؤشر (CIA) ويستثنى منه قيم (K_2O)، ويعتمد مؤشر (CIW) على المعادلة الآتية (Jason, 2003, p.16):

$$CIW = \frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O} \times 100$$

إذ إن :

CIW = المؤشر الكيماوي للتجوية

Al_2O_3 = أوكسيد الألمنيوم

CaO = أوكسيد الكالسيوم

Na_2O = أوكسيد الصوديوم

ويتضح من الخريطة (٦) والجدول (٦) التباينات في مستويات التجوية والتي بلغت أعلى القيم في البئر (٤) إذ بلغ (٢٣.٤١) فضلاً عن البئر (٢) إذ بلغت (٢٢.٩٢)٪، فيما بلغت أدنى القيم (٠.٥٦) في البئر (٩) يليه البئر (٧) بمعدل بلغ (٠.٨٢)٪، ويلاحظ أن أقل القيم كانت في الأقسام الوسطى ضمن منطقة الدراسة إذ تبلغ (٠.٥٦) - (١.٦٠)

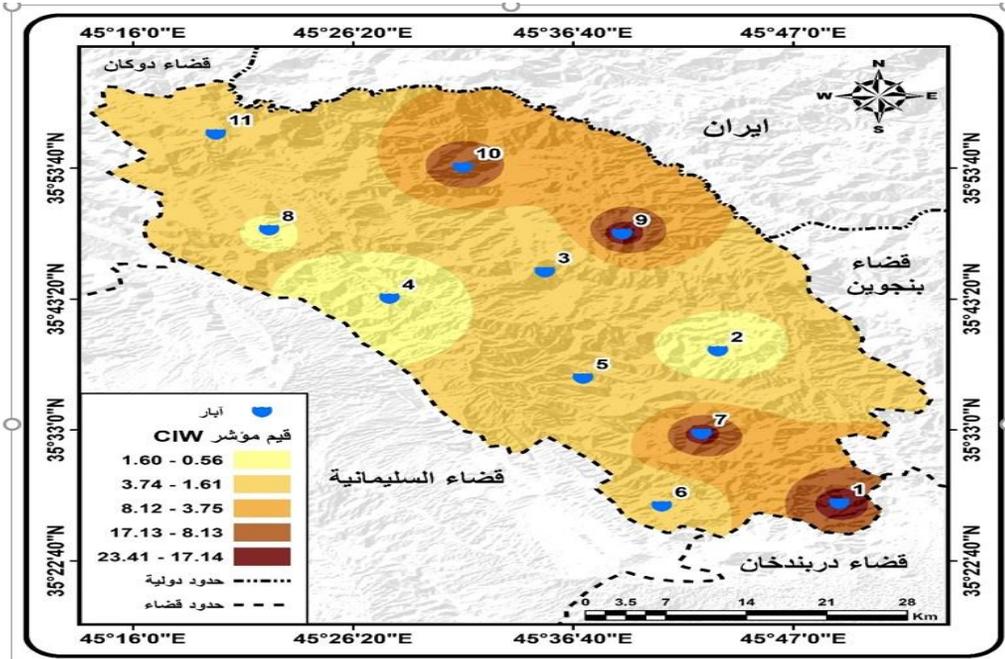
الأجزاء الجنوبية بقيم بلغت (١٧.١٤ - ٢٣.٤١) ويلاحظ مدى التباين في مستويات الإذابة ضمن منطقة الدراسة وبهذا تم تقسيم منطقة الدراسة الى ثلاث فئات وهي :-

١- فئة التجوية ضعيفة :- ويلاحظ وجود مستويات مؤشر التجوية اقل ما يكون في الأقسام الوسطى والجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ تقع ما بين (٠.٥٦ - ٣.٧٤) كأدنى واعلى حد وبمساحة (٢٤١) وبنسبة (١١.٤٠٪)

٢- فئة التجوية المتوسطة :- وتظهر فيها مستويات مؤشر التجوية بقيم متوسطة لمستويات التجوية وتظهر بشكل واضح في الأقسام الشمالية الشرقية والجنوبية وبمقدار (٣.٧٥ - ١٧.١٣) كأدنى واعلى حد وبمساحة تبلغ (١٧٣٣) وبنسبة (٨٢.٢٠٪) .

٣- فئة التجوية شديدة :- ويظهر هنا التأثير واضح لمستويات التجوية وتوزيعها في الأقسام الشمالية الشرقية والوسطى وجزء بسيط من الجنوب وبمقدار (١٧.١٤ - ٢٣.٤١) وبمساحة تبلغ (١٣٥) وبنسبة (٦.٤٠٪) .

خريطة (٦) توزيع مستويات التجوية حسب مؤشر (CIW)



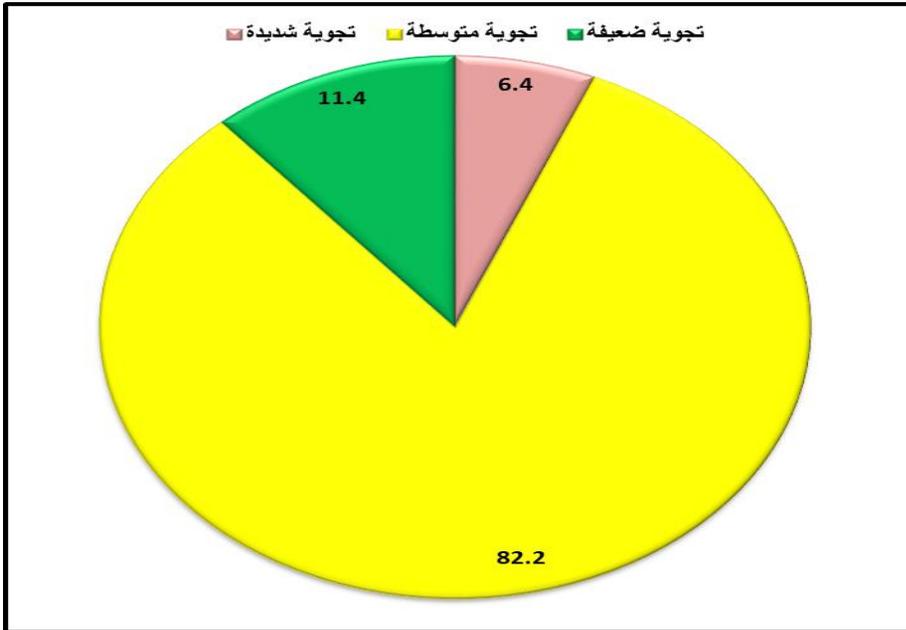
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على الجدول (٢) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.4)

جدول (٦) تصنيف فئات مؤشر (CIW) والمساحة (كم^٢) والنسب (%) .

النسبة المئوية %	المساحة كم ^٢	الفئات الرئيسية	CIW قيم مؤشر
6.40	135	١,٦٠-٠,٥٦ ٣,٧٤-١,٦١	تجوية ضعيفة
82.20	1733	٨,١٢-٣,٧٥ ١٧,١٣-٨,١٣	تجوية متوسطة
11.40	241	٢٣,٤١-١٧,١٤	تجوية شديدة
100	2109	المجموع	

المصدر:- من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة (٦)

شكل (٣) تصنيف فئات مؤشر (CIW)



المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على الجدول (٦)

٥- مؤشر: (PIA)

تم اقتراحه من قبل (Fedo et al) عام (١٩٩٥) كبديل لمؤشر الصخور (CIW) وتصل قيم هذا المؤشر حوالي (٥٠) للصخور التي تكون غير معرضة لعوامل التجوية الكيميائية بشكل كبير وما يقارب (١٠٠) في المعادن الثقيلة مثل، illite kaolinite ، ويستخرج وفق المعادلة التالية (Fiener,2008,p. 192) :

$$PIA = \frac{AL2O3 - K2O}{AL2O3 + Cao + Na2O + K2O} \times 100$$

إذ ان :

PIA = مؤشر (Fedo)

AL_2O_3 = أوكسيد الالمنيوم

K_2O = أوكسيد البوتاسيوم

Cao = أوكسيد الكالسيوم

Na_2O = أوكسيد الصوديوم

وعند التطبيق لهذا المؤشر يلاحظ ان هناك قيماً متباينة اذ قسمت هذا المؤشر الى خمسة مستويات خريطة (٧) ضمن منطقة الدراسة اذ يتضح ان توزيع قيم مؤشر (PIA) ويلاحظ ان اقل القيم كانت في الأقسام الجنوبية والغربية ضمن منطقة الدراسة اذ تبلغ (٠.٥٤-٦.٦٠) اما اعلى القيم فتتوزع في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وجزء من الشمالية الغربية بقيم بلغت (٢٠.٠٦-٢٢.٧٠) وبهذا تم تقسيم منطقة الدراسة ضمن ثلاث فئات وهي :-

١_ فئة التجوية ضعيفة :- وتظهر فيها مستويات مؤشر التجوية اقل ما يكون في

الأقسام الوسطى الغربية والشرقية والاجزاء والجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ تقع ما بين (٠.٥٤-٦.٠٦) كأعلى وادنى حد وبمساحة تبلغ (٦٦ كم^٢) وبنسبة (٣.١٠%).

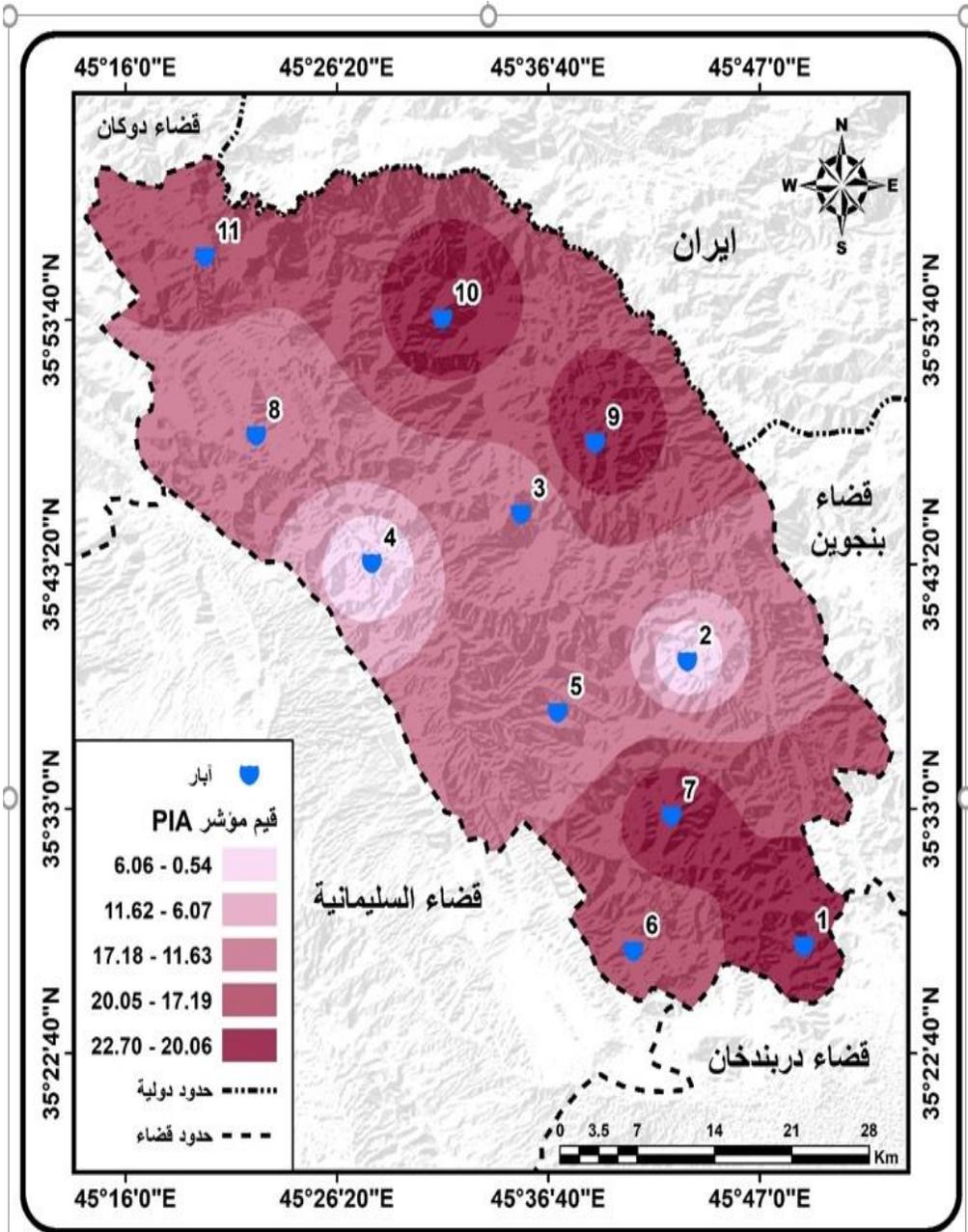
٢_ فئة التجوية المتوسطة :- وتظهر فيها مستويات مؤشر التجوية بقيم متوسطة

لمستويات التجوية وتمتد بشكل واضح ضمن منطقة الدراسة من الأقسام الشمالية حتى

الأقسام الجنوبية وبمقدار (١١.٦٣ - ٢٠.٠٥) كأدنى وأعلى حد وبمساحة تشغل (٩٤٨ كم^٢) ونسبة (٤٤.٩٠%).

٣_ فئة التجوية شديدة :- و يبرز هنا التأثير واضح في الأقسام الشمالية الشرقية وجزء من الأقسام الجنوبية وبمقدار يبلغ (٢٠.٠٦ - ٢٢.٧٠) ومساحة تبلغ (١٠٩٥ كم^٢) ونسبة (٥١.٩٠%).

خريطة (٧) توزيع مستويات التجوية حسب مؤشر (PIA)



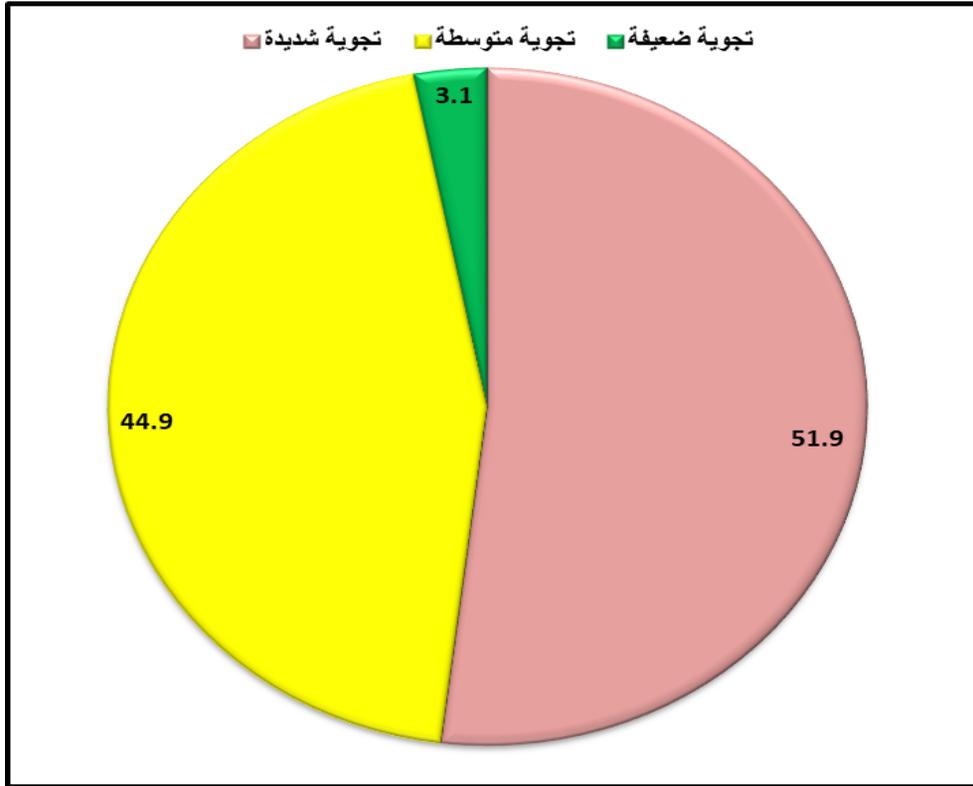
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على جدول (٢) باستخدام برنامج (Arc GIS 10.4)

جدول (٧) تصنيف فئات مؤشر (PIA) والمساحة كم^٢ والنسب %.

PIA قيم مؤشر	الفئات الرئيسية	المساحة كم ^٢	النسبة المئوية %
تجوية ضعيفة	6.06-0.54 ١١,٦٢-٦,٠٧	٦٦	٣,١٠
تجوية متوسطة	١٧,١٨-١١,٦٣ ٢٠,٠٥-١٧,١٩	948	44.90
تجوية شديدة	٢٢,٧٠-٢٠,٠٦	١٠٩٥	٥١,٩٠
المجموع		2109	100

المصدر:- من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة (٧)

شكل (4) تصنيف فئات مؤشر (PIA)

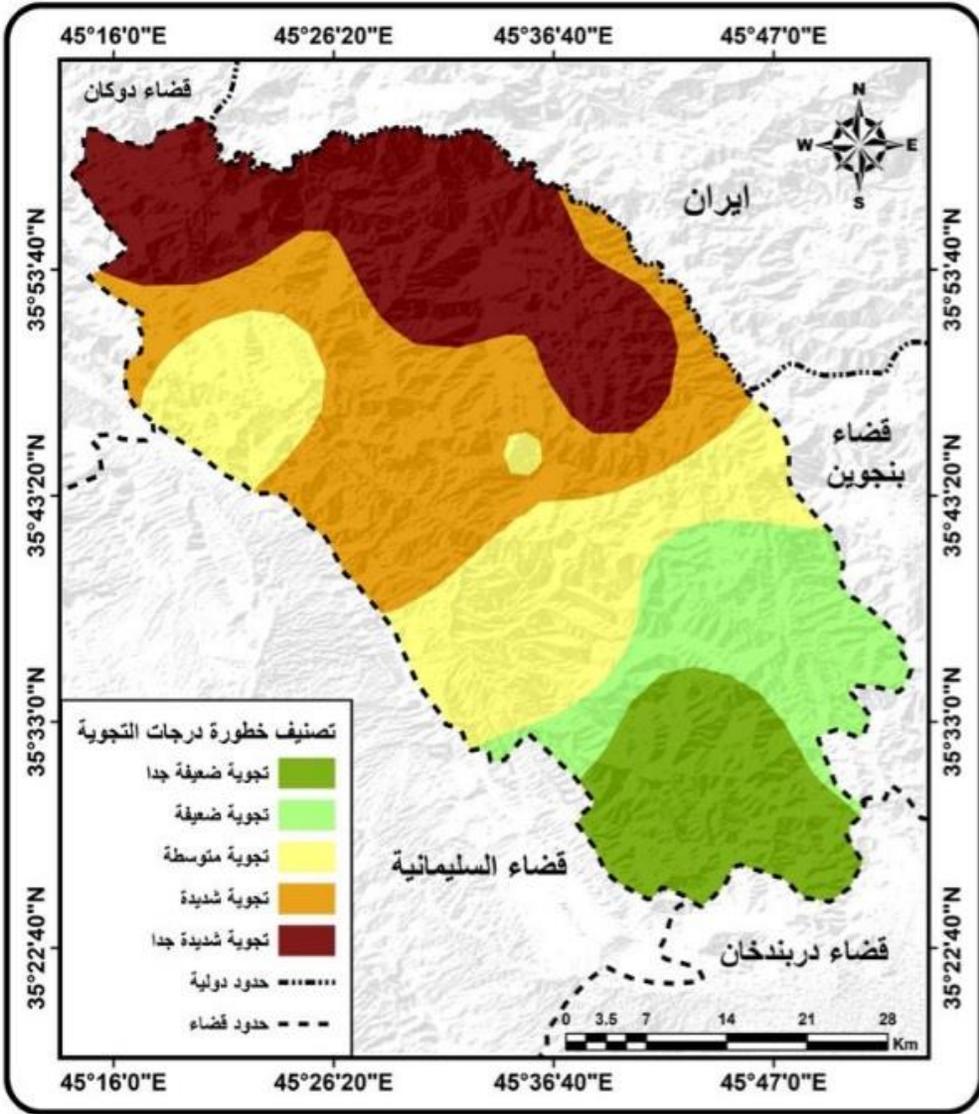


المصدر: من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (٧)

٦-التصنيف النهائي لمؤشرات التجوية

يُعدُّ هذا التصنيف المحصلة النهائية لجميع المؤشرات وتم تقسيم المنطقة إلى خمس أصناف التي تم الاعتماد عليها والتي تبدأ بالتجوية الشديدة جداً والتي يتم تركيزها في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية حيث شغلت مساحة تبلغ (٢٧٣ كم^٢) وبنسبة شغلت (١٢.٩%)، وتليها التجوية الشديدة التي شغلت مساحة (٢٨٦ كم^٢) وبنسبة شغلت (١٣.٦%)، ثم التجوية المتوسطة بمساحة (٤٧٤ كم^٢) وبنسبة (٢٢.٥%) والتي تمثلت في الأجزاء الوسطى، ثم التجوية الضعيفة وشغلت مساحة (٥٤٧ كم^٢) وبنسبة (٢٥.٩%) حيث تركزت في المناطق الجنوبية الشرقية وجزءاً من الجنوبية الغربية، واخيراً التجوية الضعيفة جداً والتي شغلت مساحة (٥٢٩ كم^٢) وبلغت نسبتها (٢٥.١%) وتمثلت في الجزء الجنوبي الغربي من المنطقة .

خريطة (٨) تصنيف خطورة درجات التجوية ضمن منطقة الدراسة



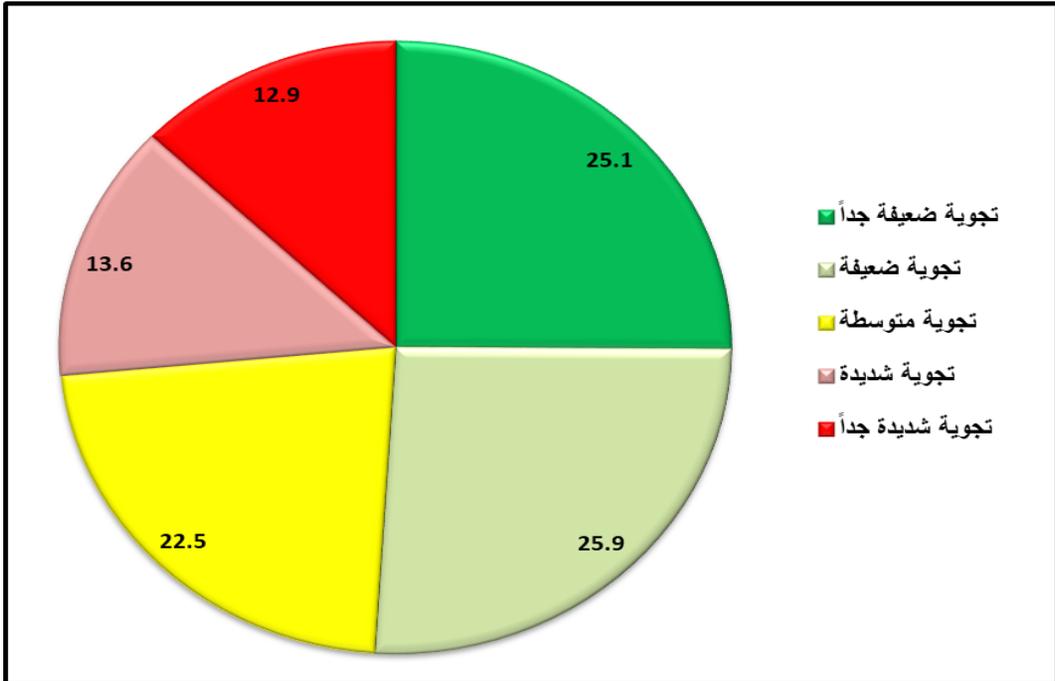
المصدر: من عمل الباحثة اعتماداً على جدول (2) وباستخدام برنامج (Arc GIS 10.4)

جدول (٣٠) التصنيف النهائي لمؤشرات التجوية

النسبة %	كم ^٢	درجة
٢٥,١	٥٢٩	تجوية ضعيفة جداً
٢٥,٩	٥٤٧	تجوية ضعيفة
٢٢,٥	٤٧٤	تجوية متوسطة
١٣,٦	٢٨٦	تجوية شديدة
١٢,٩	٢٧٣	تجوية شديدة جداً
١٠٠,٠	٢١٠٩	المجموع

المصدر:- من عمل الباحثة اعتماداً على خريطة (8)

شكل (5) التصنيف النهائي لمؤشرات التجوية



المصدر من عمل الباحثة بالاعتماد على جدول (8)

٢-٢-٢ التجوية الكيميائية:-

يعني ذلك التفاعلات الكيميائية التي تؤدي الى التحلل الكيميائي والتغيير اللاحق في التركيب المعدني للصخور الأم نتيجة لتأثير بعض العوامل الطبيعية النشطة ، وهذه العوامل مرتبطة دائماً بالماء ، يعد الاوكسجين وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء من اهم مكونات الغلاف الجوي من الناحية البيولوجية . ويعتبر بخار الماء من اهم العوامل لأنه يؤثر بشكل مباشر على عملية التحلل المائي والترطيب ولأنه يؤثر بشكل غير مباشر على إتمام التفاعلات الكيميائية في عملية الاكسدة.

ويمكن التمييز بين العمليات التالية التي يحدث بها تجوية الصخور كيميائياً:-

١- عملية الأكسدة (Oxidation) .:

يقصد بها إضافة مزيد من الأوكسجين إلى تركيب المعادن الحديدية التي توجد في المستويات التي تعلو مستوى الماء الأرضي مثال ذلك ما يحدث للصخور الرسوبية الطينية التي تتميز بلونها الأزرق أو الرمادي (لاحتوائها على مكونات حديدية)، طالما كانت بمعزل عن الهواء وعند تعرضها للغلاف الجوي تتأكسد مكوناتها الحديدية وتتحول لونها إلى اللون الأحمر أو اللون البني (جودة، ٢٠٠٣، ص ٢٥٧) (Joda, 2003, p;) 257 ، تتضح هذه الظاهرة واضحة في منطقة الدراسة في الجهة الغربية في ناحية سيوهيل لأنها تحدث في الصخور الطينية و الصلصالية ، وهذه موجودة في تركيب المنطقة فتنشأ مستوياتها بنية اللون بينما نرى طبقاتها السفلى رمادية مائلة إلى الزرقة،

2- عملية الذوبان (Solution) .:

إن أكثر المعادن قابلية للذوبان في الماء هو معدن الهاليت (ملح الطعام)، وهو مركب من أيونات الصوديوم وأيونات الكلور، والسبب في ذلك ارتفاع درجة ذوبانه الهاليت في الماء هو أنه احتفاضه بشحنه كهربائية متعادلة، ايضاً تحتوي جزيئات الماء المحيطة بكل أيون على أقطاب مما يعني أن جانب ذرة أوكسجين له شحنة سالبة صغيرة والجانب الذي يحتوي على ذرة هيدروجين له شحنة موجبة صغيرة، يؤدي تكوين هاليتين إلى تشتيتهما وتجذب قوة شد الماء أيونات الصوديوم من النسيج البلوري للهالة

المعدنية، وبالمثل يتم أيضا نقل ايونات الكلور ونشرها من الاطراف الموجبة لجزيئتي الماء (الشمري، ٢٠١٢، ص ٣٣) (Alshamry, 2012, p; 33)، تتم هذه العملية في منطقة الدراسة وتعتبر من العمليات المعتادة خاصة بعد موسم الامطار أو خلال موسم الأمطار، صوة (٢،1)

صور (١) ظاهرة الازابة في غرب مصيف تابين



المصدر: دراسة ميدانية التقطت بتاريخ ٢٠٢٣/٤/٦

صورة (٢) ظاهرة الاذابة في مصيف تابين



المصدر: دراسة ميدانية بتاريخ ٢٠٢٣/٨/٧

٣- عملية التميؤ (Hydration) .:

يعني ان الماء أو بخاره يتحد مع بعض العناصر التي تتكون منها معادن الصخور بحيث تنمو وبهذا التمدد هناك ضغط يعمل على الصخر ويضعفها ويكسرها ومن المعادن التي تقبل التميؤ معدن انهدريت Anhydrite (كبريتات الكالسيوم) فيتحول باتحاده مع الماء إلى الجبس، ايضاً زاد من حجم وتمدد الاصداف الخارجية للأسطح الصخرية بينما يظل حجم الكتل الداخلية ثابتاً فإن مصير الأغشية الخارجية هو الانفصال على شكل قشور وهوما لوحظ في حقول منطقة الدراسة في الصخور الطينية بسبب المعادن التي تتكون منها الصخور الممتدة بالماء ويزداد حجمها اثناء موسم الأمطار عندما تكون المنطقة رطبة يعزز عمليات التجوية الكيميائية في المناطق

المظلة جداً ، وذلك بسبب المحتوى الرطوبي العالي فيها ،ذلك تلعب دور التجوية الكيميائية دوراً فيه يُنظر صورة(٣).

صورة (٣) صخور تعرضت للتميؤ



المصدر: الدراسة الميدانية للباحثة: التقطت بتاريخ ٢٠٢٣/٨/٧

٤_ عملية الكربنة (Carbonation) .:

وهذا يعني ان بخار الماء و ثاني أوكسيد الكربونيك يؤثران في دوره في عنصري البوتاسيوم والكالسيوم اللذين يشكلان معادن الصخور النارية مما يؤدي إلى تكوين بلورات كربونية كبيرة الحجم من الكربونات تختلف في شكلها عن معدن الصخور الأصلي ، يؤدي تكوين هذه البلورات بالضرورة إلى إضعاف التركيب البلوري أو المعدني للصخور مما يجعلها عرضة للعوامل التجوية والإزالة صورة (٥،٤)، لا تقتصر اثار

هذه العملية على الصخور النارية بل يمكن أن تؤثر على جميع الصخور (الشناوي،
١٩٩٢، ص ١١٥) (Al shanawi, 1992. P; 115).

صورة (٤) اثار عملية التكرين على الصخور



المصدر: دراسة ميدانية بتاريخ ٢٠٢٣/١/٢٤

صورة (٥) ظاهرة التكرين في مصيف تابين



المصدر: دراسة ميدانية بتاريخ ٢٠٢٣/٨/٦

الاستنتاجات

١. هنالك تباين في القيم لعنصر أكسيد المغنيسيوم اذ يبلغ اعلى حد في العينة (٧) وبمعدل (٤١,٨) في حين سجل ادنى حد في العينة (١٠) وبمعدل (١٣) ، وسجل عنصر أكسيد البوتاسيوم (K_2O) ويبلغ اعلى حد في البئر (٧) معدل (٥.٢) وادنى حد في البئر (١١) بمعدل (٠.٤) .
٢. ان توزيع مؤشر (WIP) متباين ضمن منطقة الدراسة ويلاحظ ان اقل القيم كانت في الأقسام الجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ يبلغ (٦٦٨٣,٨) - (١٨٦٣٥,٧) اما اعلى القيم فنتوزع في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية بقيم بلغت (٣٤٩٤٥٥,٢ - ٢٠٥٨٤٨,٨)
٣. ان قيم مؤشر (V) متباين في منطقة الدراسة وان توزيع مؤشر القيم الأدنى كانت في الأقسام الجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ تبلغ (٠.٠٣ - ٠.٠١) اما اعلى القيم فنتوزع في الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وجزء من الأقسام الجنوبية بقيم بلغت (٠.٢٧ - ٠.١٨)
٤. ان توزيع قيم المؤشر (CIA) متباين ضمن منطقة الدراسة يتضح من خلال الخريطة (٥) ان اقل القيم كانت في الأجزاء الوسطى ضمن منطقة الدراسة اذ تبلغ (٦.٠٦ - ٠.٥٤) اما اعلى القيم فنتوزع في المناطق الشمالية والشمالية الشرقية وجزءاً من المناطق الجنوبية بقيم بلغت (٢٠.٠٦ - ٢٢.٧٠)
٥. ان توزيع مؤشر (CIW) يتباين ضمن منطقة الدراسة ويلاحظ ان اقل القيم كانت في الأقسام الوسطى ضمن منطقة الدراسة اذ تبلغ (٠.٥٦ - ١.٦٠) اما اعلى القيم فنتوزع في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية وبعض من الأجزاء الجنوبية بقيم بلغت (١٧.١٤ - ٢٣.٤١)
٦. ان توزيع قيم مؤشر (PIA) ويلاحظ ان اقل القيم كانت في الأقسام الجنوبية ضمن منطقة الدراسة اذ تبلغ (٦.٠٦ - ٠.٥٤) اما اعلى القيم فنتوزع في

الأقسام الشمالية والشمالية الشرقية وجزء من الشمالية الغربية بقيم بلغت
(٢٠٠٦ - ٢٢.٧٠)

٧. وفقاً للتصنيف النهائي تم تقسيم المنطقة إلى خمس أصناف التي تم الاعتماد
عليها والتي تبدأ بالتجوية الشديدة جداً والتي يتم تركيزها في المناطق الشمالية
والشمالية الشرقية، تليها التجوية الشديدة، ثم التجوية المتوسطة ثم التجوية،
وأخيراً التجوية الضعيفة جداً.

المصادر

١. ميشيل كامل عطا الله ، اساسيات الجيولوجيا ، دار المسيرة ، ط.٢ ، عمان ، الاردن ، ٢٠٠٧.
٢. يوسف عبد المجيد فايد، جغرافية السطح، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، ١٩٧٢.
٣. حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجية، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان ٢٠٠٧.
٤. سعد عجيل مبارك ، اساسيات علم شكل الارض ، دار كنوز المعرفة للطبع ، عمان ٢٠٠٩.
٥. جودة حسنين جودة، معالم سطح الأرض، دار المعارف للنشر، جامعة الإسكندرية، ٢٠٠٣.
٦. قاسم يوسف الشمري، جغرافية التضاريس الجيومورفولوجية، ط١، دار أسامة للنشر والتوزيع، عمان ٢٠١٢.
٧. محمد عبد الوهاب الشناوي، مقدمة في علم البلورات والمعادن، ط١، دار المعارف، مصر ١٩٩٢.
٨. سحر سعيد قاسم ، استخدام تقنيتي (GIS,RS) لدراسة التوسع المكاني لمدينة الموصل للفترة (١٩٧٧-٢٠١٧)، الجامعة العراقية ، مجلة مداد للأدب ، المجلد ١٣، عدد خاص بالمؤتمرات، ٢٠٢٣.
٩. يارا الويش، صفية عيد ، ناصر إبراهيم، استخدام الصور الرادارية في دراسة الغطاء النباتي (دراسة تطبيقية عبي منطقتي سهل عكار في محافظة) الجامعة العراقية، مجلة مداد للأدب المجلد ١٣، عدد خاص ٢٠٢٣.
١٠. حسن سيد احمد أبو العينين كوكب الأرض، مطبعة الجامعة الإسكندرية، ١٩٧٦.

Reference

1. ١ - Michel Kamel Atallah, Fundamentals of Geology, Dar Al Masirah, 2nd edition, Amman, Jordan, 2007
2. Youssef Abdel-Majid Fayed, Geography of the Surface, Dar Al-Nahda Al-Arabiya for Printing and Publishing, Beirut 1972.
3. Hassan Ramadan Salama, Geomorphological Origins, Dar Al Masirah for Publishing and Distribution, Amman 2007.
4. Saad Ajeel Mubarak, Fundamentals of the Science of the Shape of the Earth, Dar Treasures of Knowledge, for printing, Amman 2009.
5. Gouda Hassanein Gouda, Features of the Earth's Surface, Dar al-Maarif Publishing House, Alexandria University, 2003.
6. Qassem Youssef Al-Shammari, Geography of Geomorphological Topography, 1st Edition, Dar Osama for Publishing and Distribution, Amman 2012.
7. Muhammad Abd al-Wahhab al-Shennawi, Introduction to Crystallography and Minerals, 1st edition, Dar al-Ma'arif, Egypt 1992.
8. Fiener ceryan , New Chemical weathering Index for Estimating the Mechanical Properties of Rocks .A Case study from the Kurtun Granodiorite ,NE Turkey , Karadeniz Technical University , Department of Geological Engineering , Turkish Journal of Earth Science , Vol .17 ,2008 ,p. 192
9. Nadionek, W, Bojakowska , I, Variaility of chemical Weathering indicesin imodern sediments of the vistula and odra rivers ,faculty of earth sciences, university of silesia ,Poland , 2018.
10. Jason R, Price , Michael A. Velbel, Chemical Weathering indices Applied to weathering profiles developed on heterogeneous felic metamorphic parent rocks, Department of Geolgical Sciences , Michigan State University , U.S.A ,2003.