

تحديد تجانس مواد الاصل لترب مختارة من شمالي العراق وتطورها باستخدام المعادن المقاومة للتجوية

محمد اسود جاسم الجبوري

قسم هندسة النفط والتكرير

كلية هندسة النفط والتعدين

جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2014/5/4 ، تاريخ القبول 2018/7/10)

الملخص

اجريت هذه الدراسة باستخدام بيانات التحليل المعدني المستخرجة من جهاز حيود الاشعة السينية (XRD) وكذلك باستخدام محلول البروموفورم لفصل المعادن الثقيلة، وخصوصا ذات المقاومة للتجوية، في مناطق مختارة من شمالي العراق، واشتملت على عشرين انموذجا: (خمسة عشر انموذجا من التربة وخمسة نماذج من الصخور) موزعة على خمسة مقاطع: (القيارة وحمام العليل وتلكيف ودهوك وزاخو)، وبواقع ثلاثة اعماق ونموذج صخري لكل مقطع. تم حساب نسبة المعادن الثقيلة المقاومة للتجوية (الزركون والتورمالين والروتايل ZTR) كمعيار في تعيين مواد الاصل في مقدرات ترب الدراسة فضلا عن حساب معامل الدليل البيدوجيني (PI) ودليل الثابتية النسبية (IRS) بهدف قياس كمية درجة التحلل وقابلية هذه الترب كدليل على درجة تطورها وكذلك امكانية تصنيفها بالاعتماد على درجة مقاومتها لعمليات التجوية. وظهرت نتائج معاملات التجوية في هذه المناطق اختلافا في درجة وقدرة هذه الترب في مقاومتها لعمليات التجوية باختلاف المواقع وطبيعة مواد الاصل، اذ تفوقت نماذج ترب زاخو بدرجة عالية من التجوية، على العكس من ذلك نماذج ترب القيارة؛ لاختلاف الظروف المناخية والطوبوغرافية لهاتين المنطقتين. اما بقية مناطق الدراسة فقد كانت في حالة وسطية من درجة التجوية باعتبار ان هذه المناطق تستلم كميات امطار بحدود 1000 ملم/سنة كما في منطقة زاخو، و 250 ملم/سنة كما في منطقة القيارة، فضلا عن طوبوغرافية هذه المناطق، فتكون بين العالية كما في منطقة زاخو والواطئة كما في منطقة القيارة.

الكلمات الدالة: المعادن الثقيلة، معامل الدليل البيدوجيني، تطور الترب، الثباتية النسبية.

Determination of Homogeneity of Parent Material and the Development of Soils at Selected Areas in Northern Iraq Using Weathering Resistant Minerals

Muhamad A. J. Aljoboury

Department of Refining

College of Engineering of Petroleum and Mining

University of Mosul

ABSTRACT

This study was carried out using mineral analysis data from XRD and the bromoform solution for separation of heavy metals, (15 samples of soil and five samples of rocks) were distributed in five sections: Al Qayara, Hammam Al-Aalil, Tel kaif, Duhok and Zakho. And by three depths and rock form for each section. The proportion of heavy metals resistant to weathering was calculated (Zircon, Tourmaline, and Rutile ZTR) as a criterion in the determination of the original materials in the soil of the study soil as well as the calculation of the PI and the IRS to measure the degree of degradation and the viability of these soils as an indication of their degree of development and the ability to classify them based on their degree of resistance to weathering operation. The results of weathering in these areas showed a difference in "the degree and ability of these soils in their resistance to weathering operations according to the location and the nature of the original materials. The Zakho soil samples were highly superior to weathering, The remaining areas of the study were in the middle of the degree of weathering as these areas receive the amounts of rainfall up to 1000 mm / year as in the Zakho area, and 250 mm / year as in the Qayara area, as well as topography of these areas, are among the high as in the Zakho and low in the Qayara area.

Keywords: Heavy Minerals, Pedological Index, Development Soil, Index Relatives Stability

المقدمة

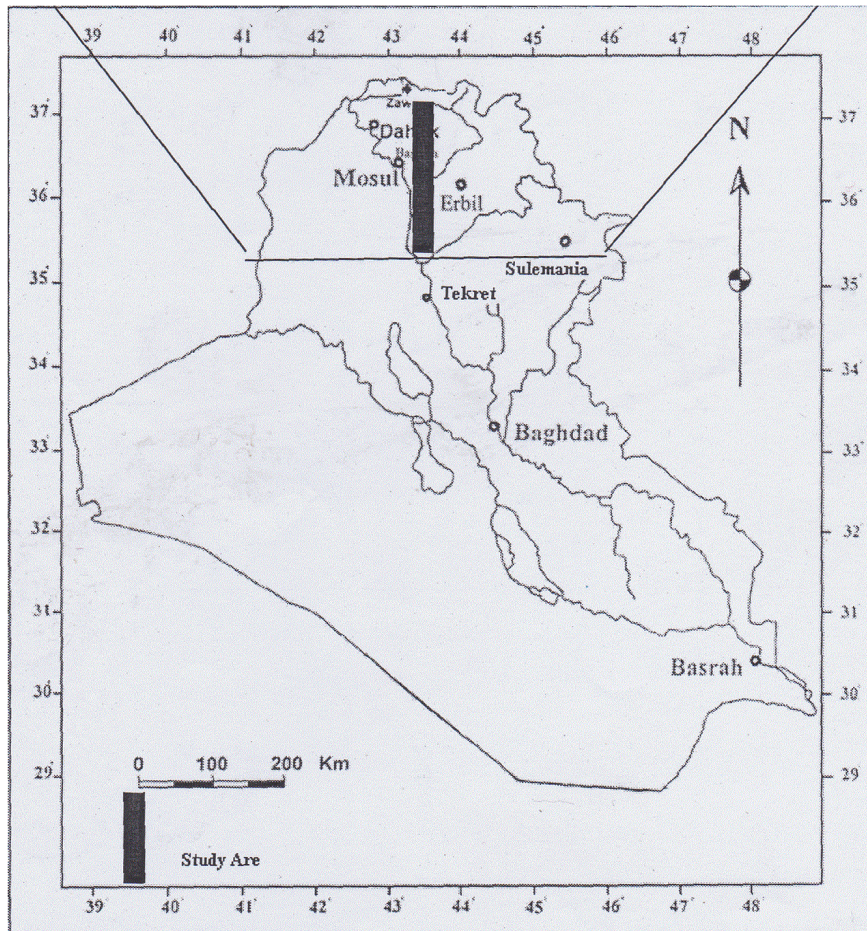
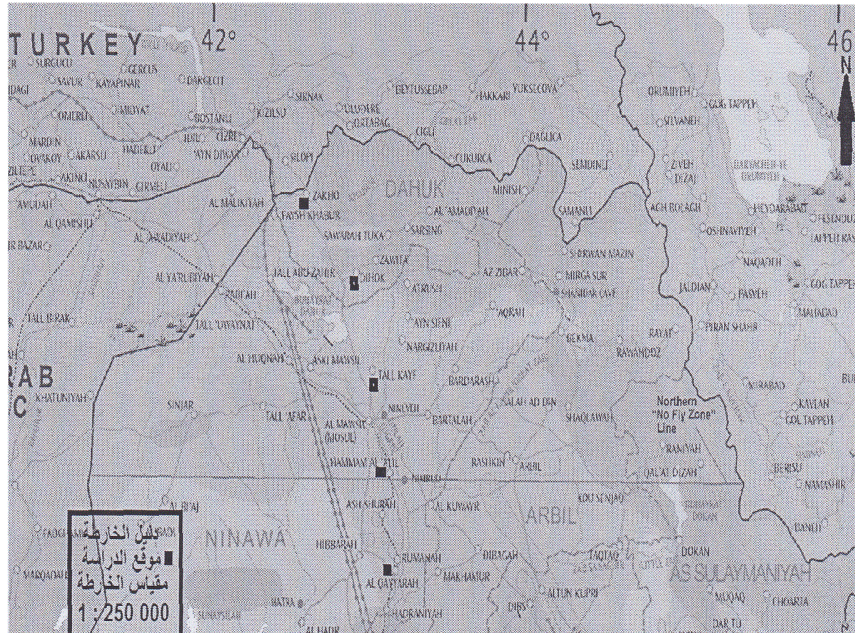
ان دور المعادن المقاومة للتجوية يكون مهماً في تحديد تجانس مواد الاصل للتربة؛ وذلك لان هذه المعادن لا يحدث فيها تغيير، او تتغير بنسبة قليلة جداً خلال عملية وعوامل تكوين التربة. وبناء على ذلك، فان ثبات توزيع حبيبات المعادن المقاومة في الطبقات المختلفة في التربة يدل على ان المقد قد يكون من مادة اصل واحدة. وعلى خلاف ذلك فان ظهور اكثر من نظام توزيع للمعادن المقاومة في الطبقات المختلفة في التربة يدل على ان المقد قد يكون من مواد المعادن الاولية المنتشرة في التربة التي تكون ذات مقاومة

عالية نسبياً". ومن اهم المعادن المستخدمة في هذا المجال واكثرها فائدة هي مجموعة المعادن الثقيلة (Heavy Minerals) والممثلة بمعادن الزركون والروتايل والتورمالين فضلا عن مجموعة المعادن الخفيفة (Light Minerals) والممثلة بشكل اساسي بمعادن الكوارتز. كذلك اعتمدت على المعادن (الفلدسبار والكالسايت) نتيجة لافتقارها من المكونات المتحركة نسبة الى المكونات غير المتحركة خلال عمليات التجوية. ويمكن تطبيق هذه المعاملات عند درجات قياسية للمواد والرواسب والمحددة بأنظمة معينة للتجوية تتضمن مواظبة بعض العناصر في سلوك الجيوكيمياء خلال عملية التجوية. والتي تكون مفيدة في تقييم وتحديد اتجاهات تأثير عمليات التجوية على الصخور ورواسبها درجة تطورها.

موقع منطقة الدراسة

تمتد منطقة الدراسة بين خطي طول ($43^{\circ} 05' - 10'$) شرقا في منطقة القيارة، و ($42^{\circ} 45' - 55'$) غربا في منطقة زاخو، وخطي عرض ($37^{\circ} 55' - 45'$) شمالا في منطقة زاخو و ($35^{\circ} 33' - 40'$) جنوبا في منطقة القيارة، (الخارطة 1).

تتميز جميع مناطق الدراسة بأنها واقعة تحت ظروف مناخية جافة وشبه جافة، ولكنها تتفاوت في معدلات الساقط المطري والسنوي من القليلة الى المتساوية، اذ تتراوح بين ($300 - 250 \text{ mm / yr.}$) في منطقة القيارة وهي الاقل في كمية الامطار في مناطق الدراسة اما معدلات كميات الامطار الساقطة في مناطق الدراسة الاخرى (دهوك وتلكيف وحمام العليل) فتكاد أن تكون متوسطة، وهي تتراوح بين ($800 - 400 \text{ mm / yr.}$)، واخيرا في منطقة زاخو تصل معدلات الساقط المطري الى حوالي (1000 mm / yr.). (محطة انواء دائرة ناحية باتيل التابعة لقضاء سميل / دهوك، 2003).



الشكل 1: خارطة العراق موضحا عليها مواقع مقاطع الدراسة.

مواد وطرائق العمل

يتناول العمل المختبري اخذ النماذج الى المختبر لغرض تهيئتها وتحضيرها للفحوصات والتحليل المختبرية المختلفة فيتم تجفيف عينات التربة والصخور هوائياً، ثم يتم تفكيكها بواسطة مطرقة خشبية وتنخل بمنخل اقطار فتحاته (2 mm) وتحفظ النماذج في علب بلاستيكية بعد ترقيمها لغرض اجراء التحليلات المختبرية عليها.

أخذ قسم من النماذج وتم سحقها الى مسحوق ناعم ($\leq 75\mu\text{m}$) بواسطة المطحنة (Tima Swing Mill) الموجودة في الورشة الفنية في قسم الجيولوجي / كلية الهندسة جامعة انقرة، لتكون ملائمة في استخدامها في التحاليل الكيميائية المختلفة، وكذلك التحليل باستخدام جهاز حيود الاشعة السينية (XRD)، اما النماذج التي ستستعمل لتحضير الاقراص (Pellets) اللازمة لتحليل العناصر الرئيسية والثانوية والاثرية بجهاز الاشعة السينية الوميضية (XRF) فقد تم طحنها الى مسحوق ناعم ذي حجم اقل من ($75\mu\text{m}$) بواسطة هاون خزفي (mortar)، واستخدم المدى الحجمي بين ($75 - 125\mu\text{m}$) في عملية فصل المعادن الثقيلة (Heavy Minerals).

1- فصل وتشخيص المعادن الثقيلة Heavy Mineral separations

تم فصل وتحليل المعادن الثقيلة (Heavy Minerals) للنماذج قيد الدراسة في مختبر الجيوكيمياء في قسم علوم الارض / كلية العلوم / جامعة الموصل. وقد تم الاعتماد على الطريقة الموصوفة من قبل (Carver, 1971). وتتضمن الاجراءات التي استخدمت في فصل وتحليل ووصف المعادن الثقيلة، الخطوات الاتية:

- اخذ عينة ممثلة للنموذج وبوزن (50 gm.) وبمدى حجمي ($0.0625 - 0.125\text{ mm}$)، بعد تجفيفها بشكل جيد، بمثل حجم الرمل الناعم جدا (Very Fine Sand V.F.S)، وقد اختير هذا الحجم في عملية فصل المعادن الثقيلة عند فحص العديد من النماذج لان حجم الرمل الناعم جدا يتواجد فيه أكبر نسبة تركيز وتنوع للمعادن الثقيلة (Carmo Sousa et al., 2000).

- ازالة المواد الكربوناتية (Carbonate Materials) الموجودة في النموذج بواسطة معالجة مساحيق النماذج بحامض الهيدروكلوريك (HCl) وبتركيز (10 %) ولعدة مرات لحين انتهاء التفاعل، ثم يغسل النموذج بالماء المقطر ويترك ليحجف في الهواء.

- وبما ان نماذج الدراسة تشتمل على نماذج من التربة، فقد تم ازالة المادة العضوية الموجودة في النماذج بإضافة بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) بتركيز (6%) ثم غسل النموذج بالماء المقطر وتركه ليحجف هوائياً.

- يوضع النموذج في قمع الفصل (Separating Funnel) والذي يحوي على سائل البروموفورم (Bromoform) (CHBr_3 , S.G = 2.89) بواسطة طريقة الجاذبية (Gravity method)، اذ تم عزل وفصل المعادن الثقيلة عن المعادن الخفيفة، فالثقيلة تكون ذات وزن نوعي اعلى من (2.89) وتستقر في

- اسفل قمع الفصل، أما المعادن الخفيفة (Light Minerals) فتكون ذات وزن نوعي اقل من (2.89) وتطفو فوق سائل البروموفورم.
- تغسل المعادن المفصولة (الثقيلة والخفيفة) بسائل الاسيتون (Acetone) لإزالة بقايا سائل البروموفورم منها، ثم تترك لتجف هوائيا.
- يوضع النموذج المفصول على شريحة زجاجية رقيقة (Thin Section) مغطاة بمادة الكندا بلسم (Canada Balsam)، وذلك للتعرف على المعادن الثقيلة من خلال اجراء الدراسة المجهرية، اعتمادا على بعض الصفات الموضحة في (Kerr, 1959 ; King, 1968).
- بعد اجراء العمليات السابقة كلها على المعادن الثقيلة، تُنقِطُ بعض الصور للمعادن الثقيلة المختلفة في نماذج الدراسة الحالية.
- واخيرا تم عد (300) حبيبة في شريحة رقيقة، باستخدام العداد النقطي، بطريقة العد الشريطي (Ribbon method) (Galehouse, 1971) في الجبوري، (2011) لحساب النسبة المئوية لكل معدن من المعادن الثقيلة.

2- التحليل المعدني باستخدام تقنية حيود الاشعة السينية (XRD)

Mineralogical Analysis by using X-ray diffraction technique

لغرض التعرف على التركيب المعدني وتشخيص المعادن السائدة في عينات نماذج الدراسة الحالية (Bulk Sample) فقد تم اجراء التحليل المعدني للنماذج قيد الدراسة وذلك باستخدام جهاز حيود الاشعة السينية من نوع (X-Ray Diffraction XPert Pro Pan analytical) الموجود في مختبرات قسم الجيولوجي/كلية العلوم/جامعة السليمانية، وقد استخدم لهذا الغرض حامل من الألمنيوم، فتم كبس العينة بصورة جيدة باستخدام شريحة زجاجية لجعل سطح العينة أملسا ومن ثم تم فحصها بجهاز الاشعة السينية في مدى 2θ (0 - 60°).

ولتشخيص المعادن الطينية من منحنيات الاشعة السينية (XRD) فقد تم اعتماد الطريقة الموصوفة من قبل (Brindley and Brown , 1980)، من خلال حساب قيم المسافات الذرية (d - spacing) للمعادن بعد تحديد زاوية الحيود الخاصة بها (Brown, 1961).

الجدول 1: النسب المئوية لأنواع المعادن الثقيلة في نماذج الدراسة (تربة الصخور).

Sample No.	Opaq.	Zircon	Rutile	Tourmaline	*Others
QS1	40.6	1.70	0.87	1.60	55.23
QS2	38.7	2.15	0.46	1.03	57.66
Qr*	40.8	1.50	0.82	1.18	55.70
HS1	41.2	1.63	0.59	1.25	55.33
HS3	40.1	2.10	0.69	1.18	55.93
Hr*	42.6	2.80	0.66	1.56	52.38
TS1	40.1	1.85	0.73	0.82	56.50
TS3	41.2	2.28	0.65	1.34	54.35
Tr*	42.2	2.18	0.53	1.25	53.84
DS1	40.8	2.65	0.74	0.83	54.98
DS3	41.2	1.98	0.45	0.89	55.48
DR*	41.8	2.81	0.39	0.91	54.09
ZS1	43.8	2.05	0.94	1.24	51.97
ZS3	41.5	365	1.30	0.75	52.80
ZR*	39.8	2.13	0.42	0.55	57.10
Av.	41.1	2.23	0.68	1.09	54.90

*Others = other Heavy minerals

QS = Qayara القيارة ; HS = Hamam Alil حمام العليل ; DS = Duhok دهوك ; TS = Tel Kaif تكليف ; ZS = Zakho زاخو

3- التحليل الكيماوي باستخدام تقنية جهاز الاشعة السينية الوميضية (XRF):

Chemical Analysis by using X-Ray Fluorescence Technique (XRF).

تم تحليل العناصر الرئيسية والثانوية والاثرية (وبضمنها بعض العناصر الارضية النادرة REE) لنماذج الدراسة الحالية (تربة وصخور) باستعمال جهاز الاشعة السينية الوميضية (XRF) من نوع (Spectro X – LAB 2000) الموجود في مختبرات قسم الجيولوجي في كلية الهندسة/جامعة انقرة/تركيا.

تم حساب معاملات التجوية (Weathering Indices) لعينات التربة في مقاطع الدراسة كما مبين ب (الجدول 2). وقد اعتمدنا نتائج التحليل الكيميائي للعناصر الرئيسية والاثرية في نماذج الترب والصخور قيد الدراسة (الجدول 2) والبالغ عددها (25) أنموذجاً.

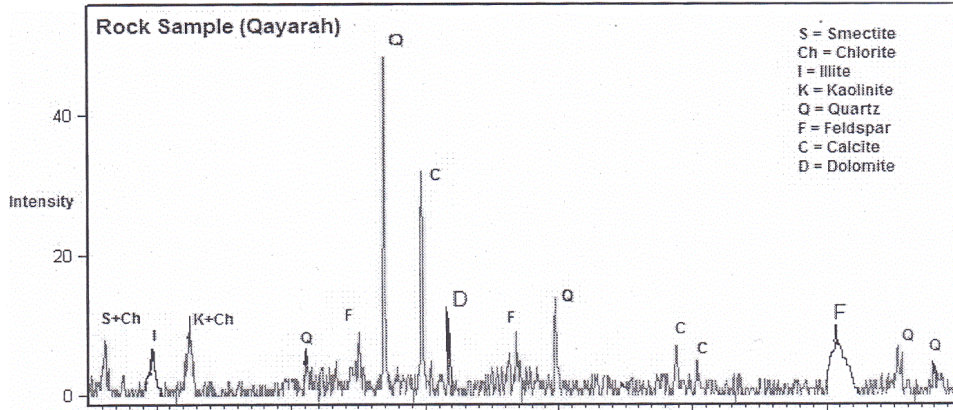
الجدول 2: بيانات التحليل الكيميائي (العناصر الرئيسية %) لنماذج الدراسة (تربة وصخور).

Samp	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	L.O.I	Total
Qr*	35.26	9.66	4.34	19.05	3.34	3.70	1.34	0.29	0.21	0.45	22.24	99.91
QS1	37.56	9.98	5.32	17.85	4.12	3.20	1.52	0.11	0.18	0.74	18.84	99.41
QS2	34.26	10.55	5.28	18.42	3.55	3.25	1.27	0.08	0.11	0.59	22.12	99.48
QS3	35.41	10.33	5.28	18.75	3.35	3.45	1.16	0.07	0.04	0.54	22.26	100.49
QS4	34.28	10.55	4.97	18.32	3.7	3.38	1.12	0.09	0.11	0.52	22.55	99.45
Hr*	37.11	9.74	5.71	19.88	4.45	3.50	1.54	0.09	0.14	0.61	17.86	100.78
HS1	37.22	9.88	4.84	16.54	5.10	2.95	1.33	0.10	0.32	0.67	21.68	100.63
HS2	34.06	10.65	5.53	17.64	5.13	3.05	1.22	0.09	0.16	0.58	22.53	100.64
HS3	35.17	10.11	4.92	17.75	5.12	3.09	1.23	0.09	0.23	0.2	22.25	100.58
HS4	35.75	9.83	4.72	16.84	5.09	3.07	1.33	0.09	0.32	0.60	21.73	99.37
Tr*	36.88	9.45	5.12	16.25	6.69	2.54	1.48	0.12	0.12	0.70	19.79	99.12
TS1	39.41	9.33	6.70	14.91	4.88	2.55	1.55	0.11	0.15	0.75	20.12	100.46
TS2	36.65	10.11	6.67	15.44	4.68	2.45	1.44	0.11	0.13	0.71	21.18	99.57
TS3	37.84	9.66	5.84	15.33	4.79	2.54	1.45	0.10	0.09	0.61	21.16	99.41
TS4	39.67	8.50	6.16	14.25	4.40	2.71	1.59	0.12	0.11	0.61	20.75	99.09
Dr*	37.62	8.95	5.97	16.8	5.38	3.32	1.98	0.11	0.13	0.66	19.50	100.42
DS1	38.44	9.63	7.39	15.42	3.45	2.75	1.79	0.13	0.17	0.78	19.18	99.13
DS2	40.55	9.54	6.82	14.61	3.71	2.88	1.57	0.11	0.13	0.73	19.52	100.17
DS3	40.19	9.80	6.25	14.32	3.44	2.80	1.60	0.11	0.13	0.72	19.80	99.16
DS4	39.80	9.75	6.36	15.28	3.38	2.92	1.53	0.12	0.12	0.70	19.22	99.16
Zr*	27.18	5.55	5.94	22.63	6.96	3.76	1.94	0.16	0.09	0.8	24.75	99.82
ZS1	47.92	10.71	8.73	9.79	3.62	2.11	1.15	0.11	0.12	0.98	14.11	100.32
ZS2	45.26	11.89	8.98	10.19	3.86	2.35	1.91	0.07	0.09	0.96	15.13	100.69
ZS3	44.15	11.13	8.58	11.43	3.13	2.56	1.87	0.08	0.11	0.89	16.33	100.26
ZS4	44.31	11.17	8.34	11.24	3.14	2.68	1.82	0.08	0.07	0.83	16.04	99.72

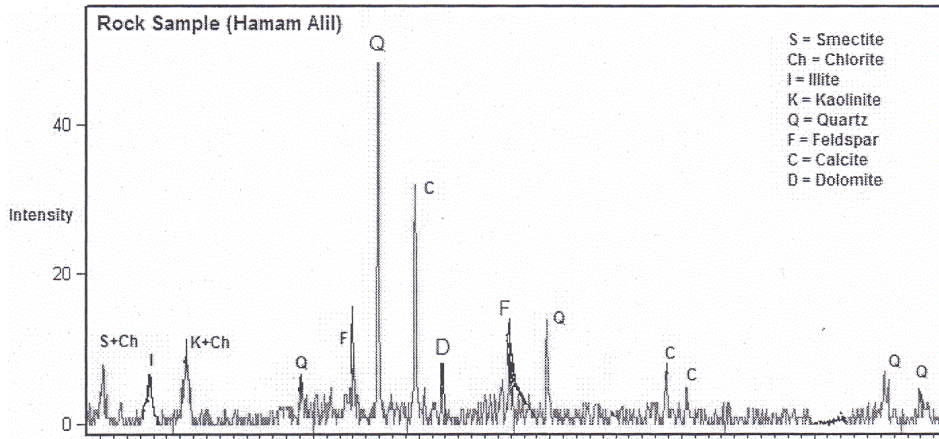
r* = Rock Samples (Average of Two Samples).

S = Soil Samples.

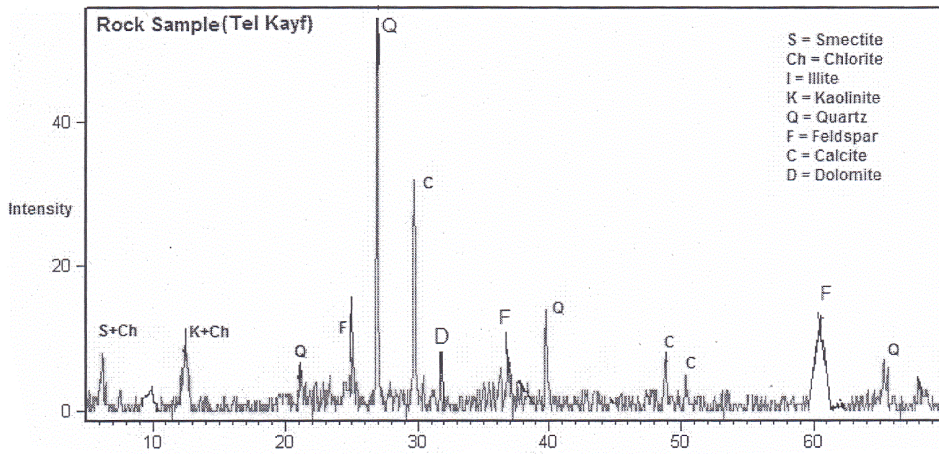
Q = Qayah , T = Tel kaif , H = Hamam Alil , D = Duhok , Z = Zakho.



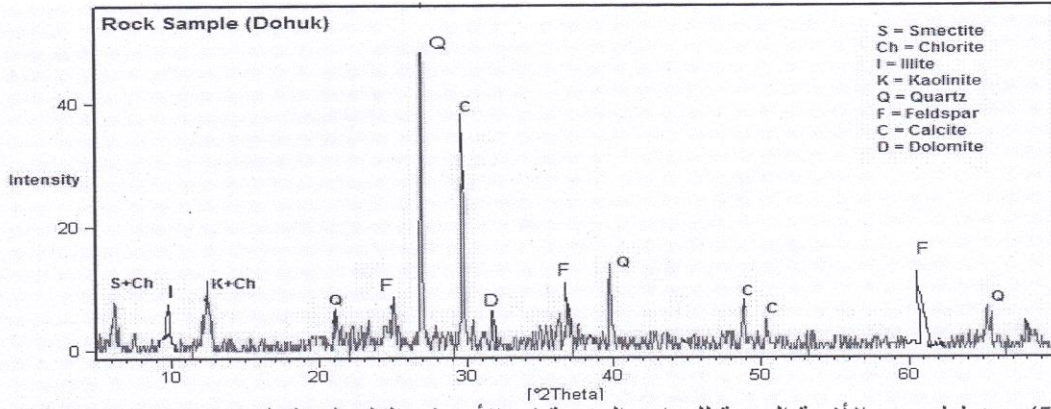
الشكل 2: مخطط حيود الاشعة السينية للمعادن الرئيسية في الانموذج الكلي لعينة الصخور في مقطع القيارة (Qr).



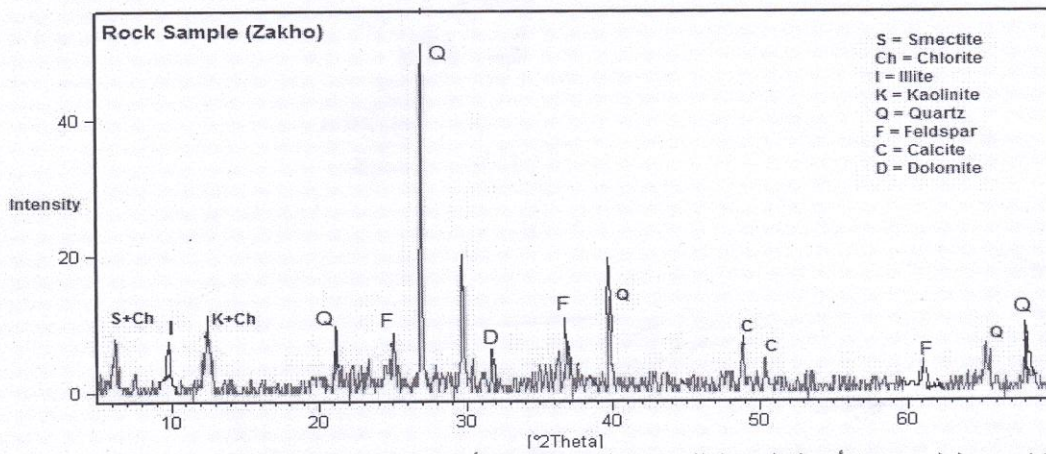
الشكل 3: مخطط حيود الاشعة السينية للمعادن الرئيسية في الانموذج الكلي لعينة الصخور في مقطع حمام العليل (Hr).



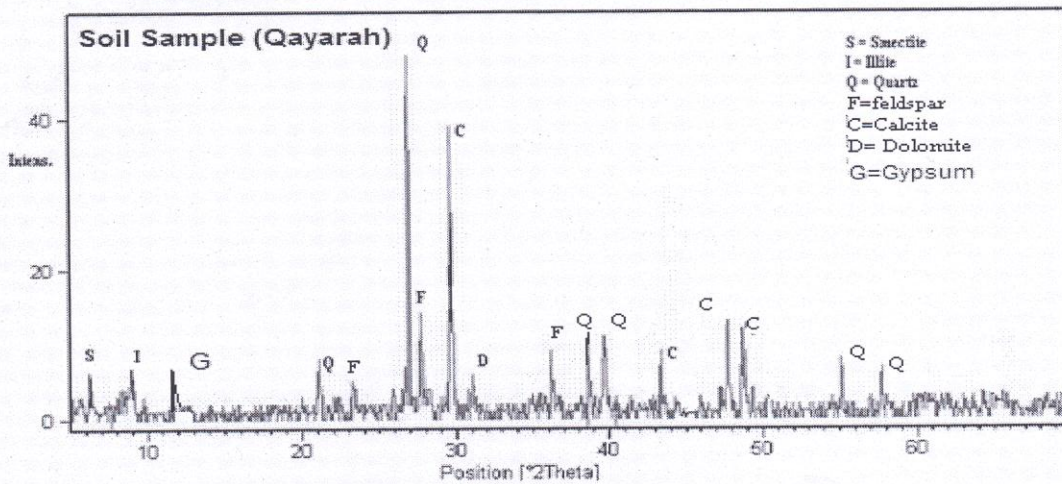
الشكل 4: مخطط حيود الاشعة السينية للمعادن الرئيسية في الانموذج الكلي لعينة الصخور في مقطع تليف (Tr).



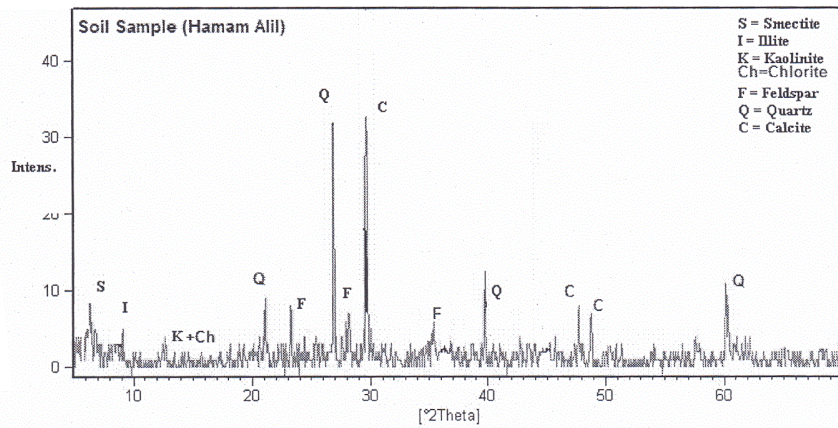
الشكل (5): مخطط حيود الأشعة السينية للمعادن الرئيسية في الأنموذج الكلي لعينة الصخور في مقطع دهوك (Dr).



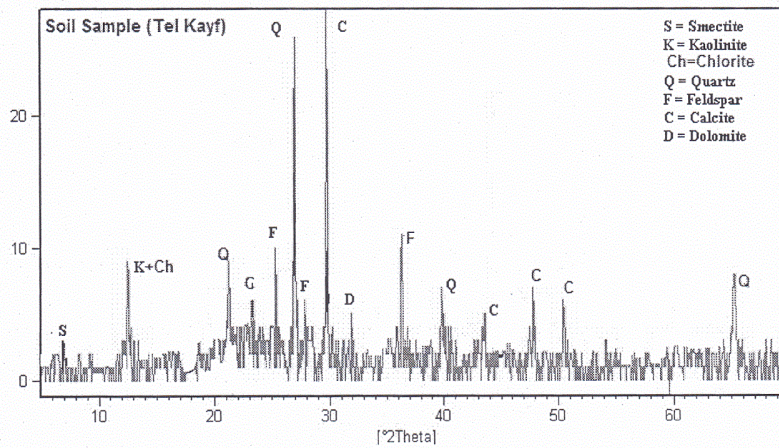
الشكل (6): مخطط حيود الأشعة السينية للمعادن الرئيسية في الأنموذج الكلي لعينة الصخور في مقطع زاخو (Zr).



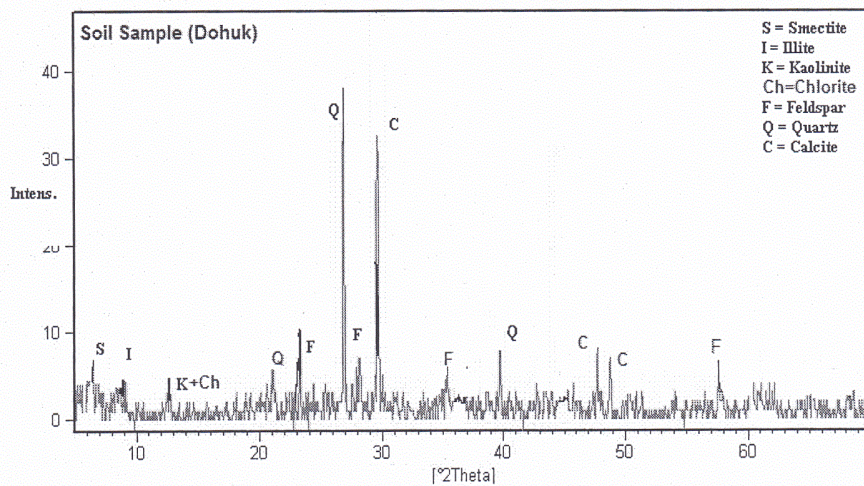
الشكل (7): مخطط حيود الأشعة السينية للمعادن الرئيسية في الأنموذج الكلي لعينة التربة في مقطع قيارة (QS).



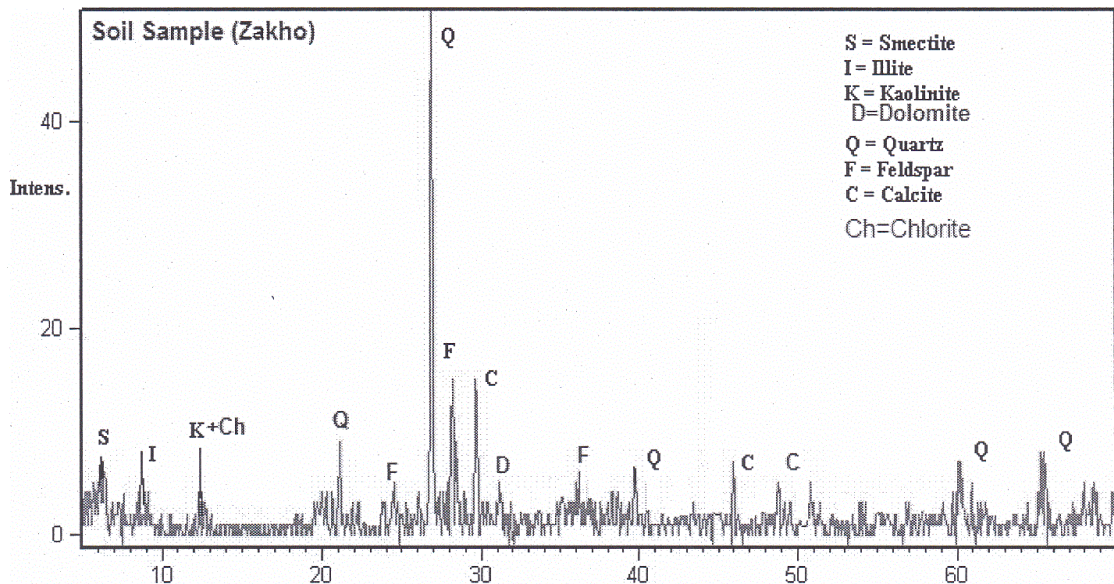
الشكل (8): مخطط حيود الأشعة السينية للمعادن الرئيسية في الأنموذج الكلي لعينة التربة في مقطع حمام العليل (HS).



الشكل (9): مخطط حيود الأشعة السينية للمعادن الرئيسية في الأنموذج الكلي لعينة التربة في مقطع تلكيف (TS).



الشكل (10): مخطط حيود الأشعة السينية للمعادن الرئيسية في الأنموذج الكلي لعينة التربة في مقطع دهوك (DS).



الشكل 11: مخطط حيود الاشعة السينية للمعادن الرئيسية في الانموذج الكلي لعينة التربة في مقطع زاخو (ZS).

تم حساب الوفرة النسبية لهذه المعادن (المعادن الرئيسية) بطريقة شبة كمية (Semi Quantitative) كما موضح في (الجدول 3) وهي ناتجة من حاصل قسمة ارتفاع الذروة بمائة على مجموع ارتفاعات جميع الذروات المعتمدة للمعادن، وتبين من خلال نتائج الحساب للوفرة النسبية للمعادن الرئيسية سيادة معدن الكوارتز بمعدل (38.69%) في جميع مقاطع الدراسة وخصوصا في الافاق السطحية، ويأتي معدن الكالساييت في المرتبة الثانية (بمعدل 28.73%) من حيث الوفرة وتزداد نسبته في الافاق تحت السطحية مع انخفاض نسبة معدن الكوارتز في جميع مقاطع الدراسة، وقد يعود السبب الى عملية الغسل النسبي لهذه الترب؛ كونها تقع ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة، وجاء هذا متوافقا مع ما ذكره (الجبوري، 2011) و (Paquet and Clauer, 1997)، وفي دراستهم لتوزيع الترسبات الكلسية في افاق ترب مناطق البحر المتوسط والمناطق الجافة، تكون الافاق السطحية ذات محتوى اقل من الكالساييت، ويزداد في الافاق تحت السطحية . وتأتي بعد ذلك معادن الفلدسبار بالمرتبة الثالثة (بمعدل 12.73%) من حيث الوفرة. اما نسب المعادن الاخرى (الدولومايت والجبسوم)، فقد تواجدت بنسب اقل (بمعدل 3.78% و 2.97%) على التوالي، ولم تكن هناك فروقات مهمة لهذه المعادن بين الافاق السطحية والافاق تحت السطحية، باستثناء معدن الجبسوم الذي يظهر في مقدرات مقطع القيارة فقط وبشكل واضح، اذ لوحظ زيادة نسبته في الافاق تحت السطحية، وقد يعزى ذلك الى قلة عمليات الغسل في مقطع القيارة (كمية الامطار محدودة) في هذه الافاق.

الجدول 3: معدلات المحتوى النسبي المئوي وشبه الكمي للمعادن الرئيسية (غير الطينية)
لنماذج الصخور وترب الدراسة

Sample No.	Quartz	Calcite	Feldsp.	Gypsum	Dolom.	Others
QS1	35.98	31.14	7.50	3.80	3.75	17.75
QS3	38.11	30.90	5.55	3.90	2.80	18.71
Qr*	39.84	31.63	11.15	3.15	2.70	11.53
HS1	40.60	29.50	12.20	3.55	1.75	12.40
HS3	36.75	31.52	11.42	4.52	1.20	14.23
Hr*	38.16	30.62	17.66	-----	-----	13.55
TS1	43.20	31.72	11.12	-----	-----	14.12
TS3	38.60	30.98	10.50	-----	-----	19.88
Tr*	38.80	28.77	16.60	-----	-----	15.84
DS1	38.60	26.34	12.12	-----	-----	22.33
DS3	37.50	28.78	11.36	-----	-----	22.56
Dr*	39.25	27.75	15.43	-----	-----	17.82
ZS1	44.80	21.14	14.36	-----	1.20	18.68
ZS3	34.54	21.45	16.22	-----	6.55	21.27
Zr*	35.66	28.78	17.82	-----	3.85	14.05
Av.	38.69	28.73	12.73	3.78	2.97	16.98

r* = Rock Samples (Average of two samples).

S = Soil Samples.

Q = Qabalah, T = Tel kaif , H = Hamam Alil , D = Dohuk , Z = Zakho.

Others = Clay Minerals / Heavy Miners.

المعايير المستخدمة في تحديد تجانس مواد الاصل:

تعد مادة الاصل (الهيكل الاساسي للتربة) هي حالة النظام عند بداية تكوينها وتفاعلها مع البيئة (Jenny, 1941 في شيخ بزيني، 2003). ويكون تأثير مواد الاصل على تكوين التربة أكثر وضوحاً في المناطق الجافة، اذ تسود عمليات التجوية الفيزيائية لمادة الاصل، وتقوم بتفتيتها وتراكمها مع الاحتفاظ بخصائص مواد الصخور الاصلية. وقد ارتأت الدراسة اختيار اهم الطرق المستخدمة في تحديد تجانس مواد الاصل وهي كالاتي:

1- التوزيع الحجمي لحبيبات المعادن الثقيلة (زركون وروتايل وتورمالين ZRT) لمقاومة للتجوية:

تعد طريقة التوزيع الحجمي لحبيبات المعادن المقاومة للتجوية مع العمق من اهم الطرائق وادقها في تحديد تجانس مواد الاصل من عدمها (Brewer, 1976). وقد اعتمدنا لهذا الغرض على مجموعة من المعادن الثقيلة ذات الاستقرار العالي خلال مرحلة التجوية، وهي معادن الزركون (Zircon) والروتايل (Rutile) والتورمالين (Tourmaline) والتي تتميز بمقاومتها العالية للتجوية وعدم حدوث اي تغيير لها، او حدوث تغيير بسيط جدا خلال عملية تكوين التربة، لذا فان نظام توزيع حبيباتها حسب الحجم دون تغيير يدل على تجانس مواد الاصل. اما في حالة ظهور أكثر من نظام توزيع فانه يدل على اشتقاق هذه التربة من أكثر من مادة أصل واحدة.

2- حساب معامل الدليل البيدوجيني (PI) Pedological Index :

اعتمد في اختيار المعدن الدال على ثبات كمية ووزن المعدن خلال مرحلة تكوين التربة، وقد استخدم في حساب الدليل البيدوجيني معدن الكوارتز كونه لا يتأثر بعملية تكوين التربة ويعد ذو مقاومة عالية نسبيا لعملية التجوية وبذلك يصلح لتحديد تجانس مواد الاصل.

اقترح (Santos et al., 1986) مقياسا كيميا يمثل درجة التحلل الكيميائي للمكونات الاساسية نسبة الى معدن الكوارتز والذي اطلق عليه معامل الدليل البيدوجيني (PI)، ويمكن ان يعبر عنه بالمعادلة الآتية :

$$PI = \left\{ \left(\% \text{Oxide} / \% \text{SiO}_2 \text{ in Soil} \right) / \left(\% \text{Oxide} / \% \text{SiO}_2 \text{ in Rock} \right) \right\} * 100 \dots\dots\dots 1$$

ونتيجة لهذه المعادلة فإن قيم الدليل البيدوجيني تشير الى نسبة فقد هذه المكونات من مادة الاصل خلال عملية التجوية، وقد تم حساب معامل البيدوجيني للمكونات ذات الاستقرار الواطئة خلال عمليات التجوية والتي تتضمن كلا من CaO , Na_2O and K_2O (الجدول 4).

3- دليل الثباتية النسبية (IRS) Index of Relative Stability :

لغرض حساب شدة التجوية وتقدير كمية الفقد الحاصل لمعادن الفلدسبارات والكاربونات في ترب الدراسة، فقد استخدم معيار دليل الثباتية النسبية (IRS) Index of Relative Stability والذي قدر من حاصل قسمة النسبة المئوية لهذه المعادن على نسبة معدن الكوارتز، والذي اختير بوصفه معدنا دالا.

عبر الباحثان (St. Arnaud and Sudom, 1981) عن دليل الثباتية النسبية (IRS) بالمعادلة

الآتية:

$$IRS = \left\{ \left(\% \text{Minerals} / \% \text{Quartz in Soil} \right) / \left(\% \text{Minerals} / \% \text{Quartz in Rock} \right) \right\} * 100 \dots\dots\dots 2$$

ونتيجة لذلك فقد قدرت شدة التجوية في ترب الدراسة، وحساب نسبة الفقد لمجموعة المعادن المذكورة آنفا الى المعادن المقاومة مثل الكوارتز، والذي اظهرت النتائج وجود تباين في القيم الثابتية النسبية (IRS) في ترب الدراسة وهذا يدل على تباين شدة التجوية تبعا لتغاير الظروف المناخية والطوبوغرافية في تلك المناطق (الجدول 5).

النتائج والمناقشة

فيما يلي مناقشة هذه المعاملات:

1-معاملات الدليل البيدوجيني (PI):

استنادا " لنتائج المعادلة (1) اعلاه والجدول (4) تكون قيم (PI) الواطئة دلالة على ان عملية التجوية والغسيل تكون عالية، وتدل ايضا على الفقدان النسبي لمكونات معدن الفلدسبار والكالسايت التي تمتلك حركة سريعة خلال المراحل المبكرة للتجوية الجيوكيميائية وكذلك خلال عمليات تكوين التربة. فمثلا عندما تكون قيمة PI لأوكسيد الصوديوم 90% فهذا يعني ان 10 % فقط استنزفت من Na_2O خلال عمليات التجوية وكلما انخفضت قيمة PI دل ذلك على زيادة عمليات الاستنزاف لمكونات التربة ذات الاستقرار الواطئة. ويلاحظ من الجدول (4) ان قيم (PI) الواطئة كانت في نماذج ترب زاخو، وللأكاسيد الثلاثة (K_2O & CaO , Na_2O) وبمعدل (38.74 & 59.71 , 28.28%) على التوالي، في حين ارتفعت هذه القيم بشكل تدريجي باتجاه نماذج ترب دهوك وتلكيف وحمام العليل، ووصلت الى اعلى قيمة لها في نماذج ترب القيارة وبمعدل (92.74 & 89.61 , 96.11%) للأكاسيد المذكورة آنفا وعلى التوالي.

وبشكل عام، كانت جميع قيم معامل الدليل البيدوجيني (PI) لنماذج ترب الدراسة الاخرى مرتفعة، باستثناء نماذج ترب زاخو التي اظهرت انخفاضا نسبيا في قيم PI، وهذا يعني ان عملية التجوية والغسيل تكون منخفضة، وتحلل الفلدسبار وذوبان معدن الكالسايت تكون قليلة بسبب قلة العوامل والظروف التي تساعد على تنشيط عمليات التجوية، وبذلك فإن التربة قد تكونت في حالة ضعيفة من التجوية وتتكون بذلك الترب غير الناضجة. في حين كانت قيم (PI) في نماذج الدراسة الاخرى متوسطة كما في مناطق حمام العليل وتلكيف مما يشير الى ان عملية التجوية والغسيل تكون متوسطة وقيمة الفلدسبار تكون متوسطة وان نسبة تجوية حبيبات المعادن في الفلدسبار والكالسايت في حالة متوسطة من التجوية.

الجدول 4: معاملات الدليل البيدوجيني (PI) لعينات التربة في الدراسة الحالية.

Sample	PI CaO %	PI Na ₂ O %	PI K ₂ O %
QS1	87.96	81.19	100.48
QS2	99.51	90.40	97.54
QS3	98.01	92.84	86.20
QS4	98.91	93.96	80.73
Av.	96.11	89.61	92.74
HS1	82.95	80.58	86.11
HS2	96.67	91.04	86.31
HS3	94.21	89.32	84.27
HS4	87.93	87.30	89.64
Av.	90.44	87.06	86.58
TS1	85.86	93.94	98.01
TS2	95.61	97.06	97.90
TS3	91.94	97.4	95.48
TS4	81.52	99.18	99.87
Av.	88.73	96.91	97.81
DS1	89.68	81.06	88.47
DS2	80.68	80.47	73.56
DS3	79.78	78.94	75.64
DS4	85.97	83.13	73.04
Av.	84.06	80.90	77.68
ZS1	24.53	31.82	62.85
ZS2	27.04	37.53	59.12
ZS3	31.09	41.91	59.34
ZS4	30.46	43.72	57.54
Av.	28.28	38.74	59.71

= Soil Samples

Q = Qayarah , T = Tel kaif , H = Hamam Alil , D = Dohuk , Z = Zakho

بينما كانت قيم (PI) منخفضة نسبياً في منطقة زاخو، وهذا الانخفاض دليل على تأثير عملية التجوية الكيميائية المتمثلة بعملية التحلل المائي والاكسدة والتأين والاماهة على نماذج هذه التربة مما سبب تحللاً جزئياً في معدن الفلدسبار واغناءً نسبياً لمعدن الكوارتز، وكما هو معروف فان منطقة زاخو تمتاز بارتفاع نسبي في معدلات الساقط السنوي (بحدود 1000 mm / year).

2- دليل الثباتية (IRS) : Index Relative Stability

بشكل عام، كانت جميع القيم لمعامل الثباتية النسبية (IRS) لمعدني الكالسيت والفلدسبار في نماذج تربة الدراسة متقاربة نسبياً؛ بسبب تشابه ظروف مناطق الدراسة، الا ان الملاحظ وجود بعض الاختلافات البسيطة لقيم معامل الثباتية النسبية (IRS) للمعدن المذكور آنفاً في نماذج تربة الدراسة (الجدول 5).

الجدول 5: معامل الثباتية النسبية (IRS) لعينات التربة في الدراسة الحالية.

Sample No.	IRS Felds.	IRS Calcite
QS1	74.48	109.01
QS3	72.03	102.12
AV.	73.25	105.56
HS1	64.93	90.55
HS3	67.14	106.88
Av.	66.03	98.72
TS1	66.16	99.02
TS3	64.58	108.23
Av.	65.37	103.63
DS1	69.87	96.51
DS3	67.05	108.55
Av.	68.46	102.53
ZS1	64.14	58.46
ZS3	63.97	76.94
Av.	64.05	67.70

S = Soil Samples

Q = Qayarah , T = Tel kaif , H = Hamam Alil , D = Dohuk , Z = Zakho

ففي نماذج ترب القيارة كانت قيم معامل الثباتية النسبية (IRS) لمعدن الكالساييت والفلدسبار عالية نسبيا، مقارنة مع بقية مقاطع الدراسة وكما موضح في الجدول (5) وهذا يعني ان عملية التجوية والغسيل تكون منخفضة وتحلل الفلدسبار والكالسايت يكون قليلا ايضا بسبب قلة العوامل والظروف التي تساعد على تنشيط عملية التجوية، وبذلك فإن التربة المتكونة في تلك المناطق تكون غنية بالمواد الكلسية والتي يطلق عليها الترب الكلسية وهذا متوافق مع ما اشار اليه (Paquet and Claure أي سنة؟؟؟) في سبب اغتناء الترب الواقعة في المناطق الجافة وشبه الجافة بالمواد الكاربوناتية، بينما وصلت قيم (IRS) الى ادنى درجاتها لهذين المعدنين في منطقة زاخو، وربما يدل هذا على تأثير عملية التجوية الكيميائية المتمثلة بعملية التحليل المائي والاكسدة التآين والاماهة على نماذج هذه الترب مما سبب تحليلا جزئيا في معدن الفلدسبار واغناء نسبيا لمعدن الكوارتز، وكما هو معروف فان منطقة زاخو تمتاز بارتفاع نسبي في معدلات الساقط السنوي (بحدود 1000 mm / year) على خلاف بقية مقاطع الدراسة. اما بقية مقاطع الدراسة فكانت قيم (IRS) متقاربة نسبيا لكلا المعدنين وذلك لتشابهه وتقارب الظروف البيئية والمناخية والطوبوغرافية.

3- التوزيع الحجمي لحبيبات المعادن الثقيلة (زركون وروتايل وتورمالين ZRT) المقاومة للتجوية:

تقع هذه المعادن (زركون وروتايل وتورمالين ZRT) ضمن مجموعة المعادن فوق المستقرة (Ultra stable Minerals)، لذا فهي تعد مجموعة مهمة لاستقرارها عن ظروف التجوية في مناطق الدراسة.

يلاحظ من (الجدول 1) ان معدن الزركون (Zircon) يتواجد بمحتوى نسبي قليل الى متوسط ويظهر بنسبة اعلى في نماذج الترب تحت السطحية مقارنة بالترب السطحية، وتتراوح النسبة (365 - 1.63) وبمعدل (2.23)، وكانت القيمة الاعلى (3.65) في نماذج ترب زاخو (ZS3)، والاقل في نماذج ترب القيارة (QS1) وحمام العليل (HS1) (1.63 - 1.70) على التوالي. ويعزى ثبات كمية هذا المعدن في اغلب مقاطع الدراسة الى الحركة البطيئة لهذا المعدن، وكذلك الى عدم تأثره بعمليات التجوية التي تتصف بضعفها وعدم قدرتها على اذابة وتحلل بعض المعادن الثقيلة الاخرى الموجودة في مقطع التربة والتي تقع ضمن مجموعة المعادن الثقيلة وشبه المستقرة، مثل معدن الالبايت. وباستثناء ذلك يلاحظ زيادة نسبة هذا المعدن في بعض مقاطع الدراسة والتي تتصف بطوبوغرافية عالية وكميات امطار عالية مثل منطقة زاخو، و والسبب هو مقاومة هذا المعدن لظروف عمليات التجوية وكذلك للعمليات البيدوجينية، وبذلك يعد هذا المعدن مؤشرا مهما على عمليات التجوية وتطور التربة، فضلا عن ذلك انخفاض نسبة المعادن الثقيلة شبه المستقرة نتيجة

تأثرها بعوامل التجوية التي تكون اكثر شدة من بقية مناطق الدراسة مما يسبب زيادة نسبة معدن الزركون في ترب زاخو.

ويلاحظ ايضا من خلال نفس الجدول ان سلوك معدني الروتايل والتورمالين لا يختلف كثيرا عن سلوك معدن الزركون في قطاع التربة ولجميع مقاطع الدراسة، نظرا لما يمتلكانه من مقاومة عالية لعوامل التجوية بسبب وقوعهما ضمن مجموعة المعادن الثقيلة فوق المستقرة.

المصادر العربية

الجبوري، محمد اسود جاسم، 2011. اهمية بعض العوامل الجيوكيميائية والبيدوجينية المؤثرة في تكوين وتطور ترب مناطق مختارة من شمال العراق، اطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الموصل، كلية العلوم ، 252 صفحة.

شيخ بزيني، دلشاد رسول عزيز، 2003. دراسة تطور بعض الترب لأراضي مروية واخرى ديمية في المنطقة الجافة وشبه الجافة من شمال العراق، اطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة الموصل، كلية الزراعة والغابات، 136 صفحة.

المصادر الاجنبية

- Brewer, R., 1976. Fabric and mineral analysis of soil. Johnwiley Inc., London, 342 p.
- Brindly, G. W. and Brown, G., 1980. Crystal structure of clay minerals and their X-Ray identification. Min Soc. No.5, London, 495 p.
- Brown, G., 1961. X-Ray identification and clay minerals, Min. Soc. (Clay Min group), London, 544 p.
- Carmo Sousa, D.D., Vital, H. and Da Fonseca, V.P., 2000. Stratigraphic significance of heavy minerals in sediments of the Northeastern Brazil, Revista Brasileira de Geociencias, Vol. 30, pp.470 - 473.
- Carver, R.E., 1959. Procedures in sedimentary Petrology. John Wiley and Sons, New York, 653p.
- Kerr, P.F., 1959. Optical Mineralogy, 3rd ed. McGraw Hill, New York, 442 p.

- King, N.R., 1968. Procedures for the rapid identification of detrital heavy Minerals Sedimentary Petrology Laboratory Geology, Fall, Indiana University, pp. 1 - 11.
- Paquet, H. and Clauer, N., 1997. Soils and Sediments, Mineralogy and Geochemistry, Springer- Verlag Berlin, 369 p.
- Santos, M.C.D., Arnaud, R. J. S. and Anderson, D. W., 1986. Quantitative evaluation of Pedogenic changes in boralfs of East Central Saskatchewan. Soil Sci. Am. J. 50:1013 - 1019.
- St. Arnaud, R.J. and Sudom, M.D., 1981. Mineral distribution and Weathering in chernozemic and Iuvisolic soils form Central Saskatchewan. Can J Soil, Sci. Vol. 61, pp. 79 - 89.