مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية المجلد (16) العدد (2) – (2016)
ISSN-1813-1646

تأثير الاستغلال الزراعي في تكوين المعادن المستطبقة في بعض الترب الجبسية

باسم شاكر عبيد العبيدي وعدنان محيميد حواس الجبوري[1]*

كلية الزراعة – جامعة تكريت – العراق

الخلاصــة

اجريت هذه الدراسة لمعرفة تأثير الاستغلال الزراعي في تكوين المعادن المستطبقة في بعض الترب الجبسية ومدى تأثير الاستغلال الزراعي على المعادن وتحولها الى معادن مستطبقة ، اختير موقعين لترب جبسية تختلف في الاستغلال الزراعي وحددت 4 مقدات لهذه المواقع مع الأخذ بنظر الاعتبار على ان تلك المواقع تكون واحدة منها مستغله بمحصول الحنطة وتروى بطريقة الري السيحي وتسقى بماء بئر ، اما الاخرى فهي ارض بور غير مستغله اطلاقا وقد شملت المواقع هذه منطقة الشرقاط ومكحول.

تم وصف البيدونات توصيفا مورفولوجيا ثم قدرت بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية والمعدنية لعينات ترب الدراسة، كما ثم حسب النسب الجزيئية لاهم العناصر الداخله في التركيب البلوري للمكونات المعدنية بالنسبة لبعضها البعض ، وذلك لغرض التعرف على درجة شدة عمليات التجوية على مادة الاصل لترب الدراسة حيث اظهرت النتائج ان تلك النسب كانت متباينة مابين بيدونات الدراسة كافة وخصوصا في منطقة الشرقاط المستغلة،وكانت النسبة الجزيئية $\frac{CaO+MgO+K_2O}{SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3}$ والتي تعد اقرب تمثيلا الى واقع الدراسة من حيث تجوية معادن الطين وتحولها الى معادن مستطبقة ان النسبة الجزيئية تقع ضمن مدى (1.05 – 0.41) وان القيمة الاولى تمثل الافق السطحي من مقد تربة الشرقاط غير المستغلة ، في حين تمثل القيمة الثانية مقد تربة الشرقاط التي مستغلة بزراعة محصول الحنطة، كذلك بينت النتائج ان قيم تلك النسب كانت تنخفض ضمن مقدات الترب غير المستغلة في جميع المواقع بأستثناء مقدات ترب الشرقاط ، بينت فحوصات الاشعة السينية الحائدة لنماذج مفصولات الطين بأحتواء ترب الدراسة على معادن السمكتايت والكلورايت والباليكورسكايت والمايكا فضلا عن الكاؤولينات، حسبت النسبة المئوية لمعادن الطين عن طريق قياس المساحة تحت الحيود، اذ اظهرت النتائج نسب المعادن قد جائت وفقا للترتيب التالي : الباليكورسكايت > سمكتايت > كاؤولينات > مايكا > كلورايت . اظهرت فحوصات الاشعة السينية الحائدة لمفصولات الطين أحتواء الترب المستغلة و الواقعة ضمن منطقة الشرقاط على المعادن المستطبقة وبنوعيها المنتظم وغير المنتظم(Randam and Regular) في حين ظهرت المعادن المستطبقة غير المنتظمة في مواقع الترب المستغلة مكحول . وبناءً على النتائج المستحصلة فقد اقترحت الدراسة الحالية ميكانيكيتين لتكون المعادن المستطبقة في ترب الدراسة، اذ نعتقد ان تكون المعادن المستطبقة في ترب الشرقاط المستغلة يتم وفق ميكانيكية تحول الاذابة، في حين كانت ميكانيكية التحول الصلب هي الميكانيكية السائدة لترب مكحول.

الكلمات المفتاحية:
الاستغلال الزراعي ، تكوين ، المعادن المستطبقة ، الترب الجبسية .

للمراسلة :
باسم شاكر العبيدي
قسم علوم التربة والموارد المائية ، كلية الزراعة ، جامعة تكريت ، **العراق** .

Effect of Agricultural Cultivation on Formation of Interstratified Minerals in Some Gypsifrous Soils

Basim Shakir Obaid Al-Obaidi and Adnan Mhemed Hawas aljabori
College of Agriculture - Tikrit University Iraq

ABSTRACT

Key Words: Agricultural Cultivation , Formation, Interstratified Minerals, Gypsifrous Soils

Correspondence:

This study was carried out to find out effect of agricultural exploitation on formation of interstratified minerals in some gypsifrous soils And the impact of the Agricultural Cultivation on minerals and Transformation to interstratified minerals. Soils were Selected tow-site from two different location taking into account that two of them exploited crop wheat and irrigated by way of irrigation and watered with water wells two and the ather were never cultivated. Morphology characterization of The selected sites Pedons and described then estimated some physical , chemical and mineralogical properties soil samples of the study. Calculated ratios of molecular to

[1] البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

Basim Sh. Al-Obaidi
Soil Sci. and Water Resources Dep., Collage of Agric., Tikrit Uni., **IRAQ**.

the most important elements in the crystal structure of the components of the mineral relative to each other, so as to study the degree of severity of weathering on material originally soils study, where the results showed that those ratios were varied between Pdons study all, especially in the area shricat unused, and the ratio of molecular $\frac{CaO+MgO+K_2O}{SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3}$ Which is the closest representation to the reality of the study in terms of weathering of clay minerals and converts to interstratified minerals that the ratio is within the range of molecular (1.05-0.41) And the first value represents the horizon of soil surface SHIRQAT unused, while the second represents the value sub surface soil SHIRQAT that are exploited advantage of the wheat crop, as well as the results showed that the values of these ratios were reduced within providers unused soils at all locations except providers soils SHIRQAT

X-ray examinations showed separated models contain clay soils study Smectites, chlorite,, Palygoriskite, Kaolinite and Mica . Calculated the percentage of clay minerals by measuring the area under the diffraction, as the results showed rule Palygoriskite , the rates while other metals came in accordance with the following order: Smectites > Kaolinite > Mica > chlorite

X-ray examinations showed the unbroken clay models contain exploited soils located within the area of Shirqat on interstratified minerals of the two types of regular and irregular, While irregular appeared in soils exploited sites Makhoul . Based on the results obtained have suggested the current study to be tow mechanical interstratified minerals in the soils of the study, as we believe that be interstratified minerals in the SHIRQAT soils are exploited according to mechanical dissolving shift (DT), while the mechanical switch is a dominant feature steel for soils Makhool.

المقدمـــة:

ان طبيعة استغلال التربة وما يرافقها من ظروف محيطة قد تجعل منها كافية لتجوية معدن الى معدن اخر كما ان هناك حالة وسطية يمكن ان تنتج بفعل تلك التغيرات، والتي يطلق عليها حالة الاستطباق Interstratifications (الجاف، 2006) .

تتعرض معادن المايكا الى انواع مختلفة من التجوية سواء كانت فيزيائية او كيميائية او بايولوجية، وتلعب هذه الانواع من التجوية دورا مهما في تحولات هذا المعدن و طبيعة نواتج التجوية والتي تظهر من خلال الخصائص الشكلية morphological features تتحدد بنوع التجوية السائدة سواء كانت فيزيائية ام كيميائية ام بايولوجية .

من المعروف ان المعادن الطينية تتكون وحداتها البنائية من وحدات التتراهيدرا والاوكتاهيدرا، ونتيجة لهذا التشابه في التركيب البنائي الاساسي لمعادن الطين، فمن الممكن ان ترتبط اثنان او اكثر من هذه الوحدات عموديا في اتجاه موازي للمحور C مكونة مايسمى بالمعادن المستطبقة Interstratified minerals.

ونتيجة لخصوصية الترب الجبيسة في العراق ولقلة الدراسات والابحاث المتوافرة عن الطبيعة الكيميائية والمعدنية بشكل عام ومعادن المستطبقة بوجه الخصوص، ولتسليط الضوء على المعادن المستطبقة من خلال دراسة صفاتها وطرق تكوينها والعوامل المؤثرة في ذلك، لذا هدفت الدراسة الحالية الى

- تحديد طبيعة ووجود وتكون المعادن المستطبقة المنتظمة وغير المنتظمة في الترب الجبسية ودراسة تأثير الاستغلال الزراعي على حالة الاستطباق
- محاولة التعرف على ميكانيكية تحول معادن المايكا الى معادن مستطبقة في ترب قيد الدراسة

المواد وطرائق العمل :

تم اختيار اربع مواقع لترب جبسية في محافظة صلاح الدين اعتمادا على طبيعة الاستغلال الزراعي جدول (1)

جدول (1) موصفات ومواقع بيدونات قيد الدراسة

الموقع	مواصفات المواقع قيد الدراسة
الشرقاط	• المسيحلي : حقل مستغل بمحصول الحنطة خلال الموسم الشتوي ومحصول بالذرة الصفراء خلال موسم الصيفي ويسقى من ماء بئر بطريقة الري السيحي وفترة الاستغلال تجاوزت الـ 15سنة
	• المسيحلي : منطقة غير مستغلة تبعد عن الموقع الاول حوالي 500متر، ارض منبسطة مع وجود نبات طبيعي جيد فيها تبعد عن الشارع العام بغداد – موصل حوالي 5 كلم
مكحول	• تقع قرب معمل الاسمد حقل مزروع بالحنطة كذلك يسقى من ماء بئر وبطريقة الري السيحي وفترة الاستغلال الزراعي تجاوزت الـ 10 سنوات
	• ارض بور غير مستغلة تبعد عن الموقع السابق 100 متر، ارض منبسطة والنبات الطبيعي فيها قليل جدا

الاجراءات المختبرية: تحضير عينات التربة للتحاليل:

بعد استحصال العينات من كل افق جففت نماذج الترب هوائيا في المختبر على قطع بلاستيكية ونعمت بمطرقة خشبية، ثم نخلت بمنخل قطر فتحاته 2 ملم وجمعت في اكياس بلاستيكية مهيئة لهذا الغرض لتكون جاهزة للتحاليل المختبرية، مع مراعاة خلطها بصورة جيدة واخذ عينة ممثلة لكل تحليل .

الصفات الفيزيائية والكيميائية : تم قياس الصفات الفيزيائية والكيميائية حسب page (1982) والموصوفة في الجدولين 2 و 3 .

جدول (2) التوزيع الحجمي لمفصولات دقائق التربة

رقم البيدون	الموقع	رمز البيدون	الافق	العمق (سم)	الطين	الغرين	الرمل	النسجة
					غم . كغم$^{-1}$			
1	الشرقاط مستغل	P1	A	0 – 9	100	258	640	SL
			By	9 – 13	102	289	608	SL
			C1y	13 – 34	156	251	592	SL
			C2y	34 – 60	139	291	568	L
			C3y	60 – 101+	120	301	577	L
2	الشرقاط غير مستغل	P2	A	0 – 12	110	269	620	L
			C1y	12 – 30	120	265	614	SL
			C2y	30 – 52	153	287	559	SL
			C3y	52 – 78	134	272	593	L
			C4y	78 – 110+	139	298	562	L
3	مكحول مستغل	P3	A	0 - 11	102	300	596	SL
			By	11 – 27	125	293	581	SL
			C2y	27 – 56	150	291	557	SL
			C3y	56 – 79	143	225	631	SL
			C4y	79 – 105+	102	310	586	L
4	مكحول غير مستغل	P4	A	0 – 10	131	312	555	L
			C1y	10 – 29	128	369	502	L
			C2y	29 – 51	158	290	550	L
			C3y	51 – 75	181	294	524	L
			C4y	75 – 100+	210	231	558	L

جدول (3) بعض الصفات الكيميائية لمقدات ترب الدراسة

الموقع	الأفق	العمق (cm)	درجة التفاعل	EC $ds.m^{-1}$	CEC cmol.charge.kg^{-1}	المادة العضوية	الجبس	الكاربونات الكلية
							$gm.kg^{-1}$	
الشرقاط مستغل	A	0 – 9	7.7	3.1	14.5	12	45	303.6
	By	9 – 13	7.42	2.94	13	9	120	285.2
	Cy1	13 – 34	7.44	2.98	13	2	170	298.9
	Cy2	34 – 60	7.43	3.2	11.2	0.1	280	337.8
	Cy3	60 – 101+	7.66	3.00	9.1	0.3	470	350.4
P2								
الشرقاط غير مستغل	A	0 – 12	7.13	2.12	13	7	92	320.1
	Cy1	12 – 30	7.76	2.55	12.3	5	194	345.9
	Cy2	30 – 52	7.78	2.42	11.5	4	387	333.5
	Cy3	52 – 78	7.29	2.45	10	0.07	494	297.6
	Cy4	78 – 110+	7.36	2.61	8	nil	620	301.2
P3								
مكحول مستغل	A	0 – 11	7.38	3.65	16	11	54	250.9
	By	11 – 27	7.50	3.61	14.8	5	97	265.7
	Cy1	27 – 56	7.38	3.54	13.1	2	240	270.2
	Cy2	56 – 79	7.75	2.93	10	0.09	316	296.6
	Cy3	79 – 105+	7.41	3.72	9	nil	443	321.5
P4								
مكحول غير مستغل	A	0 – 10	7.64	1.98	13.8	5	109	270.1
	Cy1	10 – 29	7.55	2.18	13.1	3	178	261.9
	Cy2	29 – 51	7.40	2.21	12.3	0.4	269	282.8
	Cy3	51 – 75	7.29	2.44	10	0.08	412	289.5
	Cy4	75 – 100+	7.30	2.38	8.6	Nil	607	297.5

جدول (4) يوضح الايونات السالبة والموجبة لترب قيد الدراسة

الموقع		الاقق	العمق	الايونات الذائبة الموجبة سنتي مول.لتر $^{-1}$				الايونات الذائبة السالبة سنتي مول.لتر $^{-1}$			
				Ca^{++}	Mg^{++}	K^{+}	Na^{+}	HCO_3^{-}	CO_3^{--}	Cl^{-}	SO_4^{--}
الشرقاط مستغلة	P1	A	0 – 9	39	2	0.92	6.76	1.1	nil	7.3	36.5
		By	9 – 13	24.9	5.2	0.15	0.76	0.7	nil	5.6	23.8
		C1y	13 – 34	25	5.6	0.06	1.8	0.7	nil	7.6	23.3
		C2y	34 – 60	26.9	5.0	0.10	0.54	0.8	nil	11.1	21.2
		C3y	60 – 101+	28	3.6	0.10	0.37	1.2	nil	11	19.6
الشرقاط غير مستغلة	P2	A	0 – 12	31.1	1.0	0.66	1.53	1.3	nil	3.1	29.4
		C1y	12 – 30	32.2	3.4	0.61	2.83	0.9	nil	4.5	29.0
		C2y	30 – 52	28.2	4.8	0.66	1.35	0.7	nil	6.9	26.5
		C3y	52 – 78	29	2.4	0.38	1.8	0.7	nil	10.8	21.3
		C4y	78 – 110+	32	0.8	0.43	2.0	1.5	nil	11.8	20.2
مكحول مستغلة	P3	A	0 – 11	30.5	10	0.92	3.9	1.0	nil	5.6	37.0
		By	11 – 27	29.1	2.6	0.38	0.86	0.9	nil	4.3	26.4
		C2y	27 – 56	30.9	5.7	0.30	0.63	0.80	nil	6.5	29.7
		C3y	56 – 79	30.6	4.7	0.26	0.53	0.6	nil	7.8	25.6
		C4y	79 – 105+	29	2.4	0.27	0.7	1.0	nil	6.3	25.3
مكحول غير مستغلة	P4	A	0 – 10	29.9	4.8	0.95	1.8	0.8	nil	4	32.2
		C1y	10 – 29	33.1	2.0	0.34	1.3	0.7	nil	5.1	30.1
		C2y	29 – 51	30.1	4.4	0.19	0.8	1.2	nil	6.8	28.2
		C3y	51 – 75	30	3.6	0.17	0.33	0.8	nil	8.2	24.6
		C4y	75 – 100+	31.2	4.1	0.20	0.7	0.7	nil	10.1	26.0

التحاليل المعدنية: Mineralogical Analysis : اجريت التحاليل المعدنية لأطيان ترب الدراسة على وفق الخطوات الآتية:

المعاملات الأولية: Pretreatment : وتضمنت إزالة المواد الرابطة وكما يلي:

الأملاح الذائبة بوساطة الماء المقطر كما ورد في Kunze (1962) ، معادن الكربونات بوساطة خلات الصوديوم المحمضة (NaOAc) بحامض الخليك (pH=4.5) وفقاً للطريقة الموصى بها من قبل Rabenhors و Wilding (1984) ،إزالة المادة العضوية باستعمال هيبوكلورات الصوديوم (NaOCl) **(pH=9.5)** وتركيز (14%) وفقاً لطريقة Anderson (1963) ، إزالة الاكاسيد الحرة بوساطة سترات – بيكاربونات – دايثايونات الصوديوم **(C.B.D)** وفقاً لطريقة Mehra و Jackson (1960).

الفصل والتجزئة: Separation and Fractionation :

جرى فصل دقائق الرمل باستعمال منخل قطر فتحاته 50 مايكرون ثم فصل الغرين 50 – 2 مايكرون ودقائق الطين < 2 مايكرون بإتباع طريقة الترسيب (Sedimentation Gravity) . وفقاً لقانون ستوك (Stock's law) مع مراعاة ظروف الفصل (درجة الحرارة، وحجم الدقائق) ، وكما ورد في Jackson (1979) .

التحليل العنصري الكامل Total Elemental Analysis :

قدرت النسبة المئوية لكل من (SO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO) بأستعمال الاشعة السينية وعن طريق تحضير قرص للتربة Pellet والقراءة بجهاز X-ray Fluorescent

تشخيص معادن الطين باستعمال الأشعة السينية : X-Ray diffraction analysis :

بعد فصل دقائق الطين تقسم العينة الى قسمين الاول مشبع بالمغنيسيوم و الثانية، ثم أعدت شرائح الفحص الزجاجية ذات الابعاد (40x 25 x ملم) وجرت معاملة التشبيع (Solvation) بالاثلين كلايكول لدقائق مفصول الطين المشبعة بالمغنسيوم، وذلك للتحري عن وجود المعادن المتمددة. اذ جرى التشبيع باستعمال محلول (10%) من الاثلين كلايكول (Jackson, 1979).

فحصت شرائح الطين المشبعة بالبوتاسيوم بعد تسخينها لمدة ساعتين لدرجة حرارة 350 م°، ومن ثم تسخينها مرة أخرى لدرجة حرارة 550 م° واعادت فحصها مرة ثانيةً بوساطة الأشعة السينية الحائدة (X-Ray). جرى فحص العينات باستعمال جهاز (X-Ray diffraction) من نوع Philips P.W1840.

حساب النسبة المئوية للمعادن: Calculation of clay minerals percentage :

حسبت النسبة المئوية لمعادن الطين للعينات التي تم تشخيصها عن طريق قياس المساحة تحت الحيود (Area under curve) وبطريقة شبه الكمية (Semi quantitative) وفقاً لطريقة Gjems (1967)بالاعتماد على سمك الطبقة المعدنية d-spacing والتي تعد صفة ثابتة لكل معدن.

النتائج والمناقشة :

التحليل العنصري الكامل Total elemental analysis :

لقد تم اجراء تحليلا عنصريا كاملا لعينات التربة و تحديد كميتها الكلية في ترب الدراسة، و الهدف الرئيسي من هذه التحليل هو استخدام القيم الكلية لتلك العناصر في حساب بعض النسب الجزيئية لاهم العناصر الداخلة في التركيب البلوري للمعادن بالنسبة لبعضها البعض وهذا يرتبط مع عمليات التجوية على مادة اصل ترب الدراسة حيث يمكن قياس ذلك بحساب النسب الجزيئية للعناصر المختلفة ، فهناك العناصر سهله التحرر والخروج من الشباك البلوري بالنسبة لعناصر اخرى قليلة التحرر تحت تأثير فعاليات عمليات التجوية المختلفة.

بين الجدول (5) النسب المئوية للأكاسيد في ترب الدراسة، حيث يلاحظ ارتفاع نسبة Sio_2 بشكل عام خصوصا في الافاق السطحية حيث تراوحت النسبة من (18,93–40,21) وقد يعود سبب ذلك الارتفاع حسب اعتقادنا الى طبيعة نسجه التربة قيد الدراسة وذلك لخشونة النسجة كما هو مبين في جدول التوزيع الحجمي لدقائق التربة (2) وسيادة مفصول الرمل على المكونات

الاخرى للتربة الذي يحتوي على نسب عالية من المعادن السيليكاتية ، فنتوقع وجود معادن مقاومة للتجوية (سيليكا) الامر الذي يؤدي الى زيادة نسبة SiO_2 كذلك يعود ارتفاع هذه النسبة الى طبيعة التجوية وانخفاض كمية الامطار في محافظة صلاح الدين بشكل عام.

بينت نتائج جدول رقم (5) وجود ارتفاع نسبي لاكاسيد Fe_2O_3 وAl_2O_3 في ترب الدراسة ووجود معادن السيليكاتية مقاومة للتجوية ادى ذلك الى ارتفاع نسبة الحديد والالمنيوم ، اضافة الى ذلك فأن وجود الحديد بنسب جيدة فأننا نتوقع وجود معادن المايكا ان ارتفاع نسبة أوكسيد الالمنيوم ربما يعود الى معادن الطين 2:1 مثل بالباليكورسكايت والمونتموريلونايت والكلورايت والمايكا فضلا عن وجود معادن 1:1 مثل الكاؤولينات ان وجود هذه المعادن مع وجود طبقة الاوكتاهيدرا الامر الذي يسبب زيادة في اكاسيد الالمنيوم.

جدول (5) يوضح النسب المئوية للأكاسيد الكلية للأفاق السطحية لبيدونات ترب الدراسة

الموقع	رمز البيدون	العمق	النسب المئوية للأكاسيد						
			SiO_2 %	Fe_2O_3 %	A_2lO_3 %	MgO %	SO_3 %	K_2O %	CaO %
الشرقاط	P1A	0 – 9	40.02	4.48	10.39	4.662	0.78	1.49	16.9
	P2A	0 – 12	18.93	2.72	4.78	2.15	23.55	0.71	25.2
مكحول	P3A	0 - 11	31.04	4.34	8.58	4011	8.36	1.24	23.5
	P4A	0 – 10	40.21	4.84	10.45	4.3	0.39	1.53	17.6

بينت نتائج جدول رقم (5) زيادة في نسبة اكاسيد CaO و MgO حيث تراوحت نسبة CaO من (25,2 – 16,9) بينما تراوحت نسبة MgO من (4,84 – 2,15)، ان وجود اكاسيد CaO بنسب عالية في ترب الدراسة يعود الى كون التربة جبسية ونتيجة لعمليات الاذابة للصخور الكلسية والدلومايت والجبسوم يسبب في زيادة تركيز ايون الكالسيوم مقارنة بـ ايون المغنيسيوم الذي تكون نسبته اقل في ترب الدراسة بسبب انخفاض نسبة Mg مقارنة بـCa ويكون معدن بالباليكورسكايت مصدرا رئيس لايون المغنيسيوم.

أظهرت نتائج جدول رقم (5) النسبة المئوية لـ K_2O والتي تراوحت نسبته (1,24 – 0,71) ويلاحظ من الجدول(5) انخفاض نسبة K_2O في الترب المستغلة مقارنة في ترب غير المستغلة في جميع ترب الدراسة وقد يعود انخفاض النسبة في الترب المستغلة الى عمليات الغسل الناتجة عن ري الترب الامر الذي يؤدي الى انتقال البوتاسيوم الى الافاق الاخرى أضافة الى استنزاف البوتاسيوم نتيجة للزراعة المستمرة بالحنطة الامر الذي يؤدي الى انخفاض نسبته في الترب المستغلة مقارنة بالترب غير المستغلة . كما يمكن ملاحظة تجانس في نسبة K_2O في جميع ترب الدراسة غير المستغلة عدا تربة الشرقاط وربما يعود السبب الى قلة كمية الامطار الساقطة لوقوع محتفظة صلاح الدين ضمن المناطق الجافة وشبة الجافة وتشابه المناخ الى حد كبير ادى الى حصول هذه التجانس بشكل عام.

يبين جدول رقم (6) حساب اهم النسب الجزيئية للعناصر الداخلة في الشباك البلوري للمعادن في ترب الدراسة، اذ حسبت النسبة [$\frac{CaO+MgO+K_2O}{SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3}$] التي تعتبر اقرب تمثيلا الى واقع الدراسة والتي تتمثل بتجوية معادن الطين وتحولها الى معادن المستطبقة أو معادن 2:1 المتمددة. اذ اختيرت معظم العناصر الداخلة في التركيب البلوري للمعادن الموجودة على سلسلة تجوية معادن المايكا وتحولها الى معادن 2:1 المتمددة. مع علمنا ان تلك العناصر قد يكون لها مصادر اخرى متعددة خارج تلك السلسلة. ومنها على سبيل المثال عنصري الكالسيوم والمغنيسيوم والذي مصدرهما معادن الكاربونات (الكالسايت، الدلومايت أو الجبسوم) او يمكن ان يكون البوتاسيوم (اهم عنصر في مسلسل تجوية المايكا) مصادر متعددة منها الفلدسبار البوتاسي.

يظهر نتائج جدول (6) ان قيم النسب الجزيئية المحسوبة كانت تتباين من بيدون الى اخر والذي قد يرجع سببه وفقا لاعتقادنا الى حالة التباين الاستغلال الزراعي والتباين في حاله تطور الترب التي ساعدت على احداث نوع من التباين في محتوى مكونات التربة مابين البيدونات قيد الدراسة.

بينت نتائج جدول (6) [$\frac{CaO+MgO+K_2O}{SiO_2+Ai_2O_3+Fe_2O_3}$] ان النسبة الجزيئية تقع ضمن مدى (1,05 – 0,41) وان القيمة الاولى تقع ضمن الافق السطحي من مقد تربة الشرقاط غير المستغلة ، في حين تقع القيمة الثانية ضمن مقد تربة الشرقاط التي تكون مستغله بمحصول الحنطة، كذلك بينت النتائج ان قيم تلك النسب كانت تنخفظ ضمن مقدات الترب غير المستغلة في جميع المواقع عدا مقدات ترب الشرقاط، وقد يعود سبب الانخفاض عائدا الى كون ترب الدراسة تقع ضمن مناطق الترب الجبسية والتي يزداد فيها تحرر الكاليسيوم وسيادته على معقد التبادل وهذه ما أكدته نتائج التحليل الكيميائي لايون الكاليسيوم . أذ لوحظ ارتفاع نسبة ايون الكاليسيوم بكميات كبيره في ترب الدراسة كذلك تحرر ايون المغنيسيوم من مصادره وكذلك تحرر ايون البوتاسيوم من معادن الحاوية علية أذ تعد هذه العناصر الاسهل في تحررها بالنسبة لعناصر السيلكون والالمنيوم والحديد ومن ثم بقاء المواد الاكثر مقاومة لعمليات التجوية سواء الكيميائية او الميكانيكية وأهمها المعادنالحاوية على السيليكا ومنها الكوارتز في الافاق السطحية لتلك الترب وهذه النتائج تتفق مع ماوجده عيسى (1979) اثناء دراسة لدرجات شده التجوية، وقد يكون سبب انخفاض النسبة الجزيئية الى قلة عمليات التجوية خصوصا في المناطق غير المستغلة وقلة كمية الامطار الامر الذي يؤدي الى ضعف عمليات الغسيل لوقوع ترب قيد الدراسة ضمن المناطق الجافة وشبة الجافة.

كما نلاحظ من الجدول (6) زيادة نسبة [$\frac{CaO+MgO+K_2O}{SiO_2+Ai_2O_3+Fe_2O_3}$] في الترب المستغلة زراعيا مقارنة بالترب غير المستغلة وقد يعود السبب الى الاستغلال الزراعي للترب المدروسة وطريقة الري (الري السيحي) وهو امر متوقع تحت ظروف الغسل حيث يتم استنزاف العناصر وخصوصا البوتاسيوم اما بفعل استهلاك البوتاسيوم من قبل النبات او بفعل عمليات التحلل المائي لمعادن المايكا والتي يرافقها غسيل لايونات البوتاسيوم الداخله في شباكها البلوري والذي تنتج عنه تكون المعادن المستطبقة او معادن 2:1 المتمدده وقد ظهر هذه التحول بشكل واضح في تربة الشرقاط التي تكول مستغلة ويمكن ملاحظة ذلك من تحليل حيود الاشعة السينية الحائدة X-ray .

اظهرت نتائج جدول (6) ان النسب الجزيئية [$\frac{SiO_2}{Al_2O_3+Fe_2O_3}$] و [$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$] كانت هناك درجات متفاوتة للتجوية قد تؤثر بشكل او بأخر في تجوية المكونات المعدنية في ترب قيد الدراسة .

أظهرت نتائج حساب قيمة النسبة الجزيئية [$\frac{\square\square\square}{MgO}$] ارتفاع قيم النسبة في جميع ترب قيد الدراسة مع ملاحظة انه قد تكون هذه النسبة اعلى في الترب المزروعه ، وقد يعود السبب الى وجود الجبس بنسب عالية والتي تعد مصدر رئيس لايونات الكاليسيوم التي تكون سائده في الترب الجبسية مقارنة بتواجد ايونات البوتاسيوم الذي يعد معدن بالباليكورسكايت المصدر الرئيس لايون المغنيسيوم

جدول(6) اهم النسب الجزيئية للمكونات العنصرية لمقدات ترب قيد الدراسة

الموقع	رمز البيدون	العمق	$\frac{CaO}{MgO}$	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3+Al_2O_3}$	$\frac{K_2O+MgO+CaO}{Fe_2O_3+Al_2O_3+SiO_2}$
الشرقاط	P1A	0 – 9	3.65	3.85	2.62	0.41
	P2A	0 – 12	11.72	3.77	2.49	1.05
مكحول	P3A	0 - 11	5.71	3.61	2.40	0.65
	P4A	0 – 10	4.19	3.84	2.62	0.42

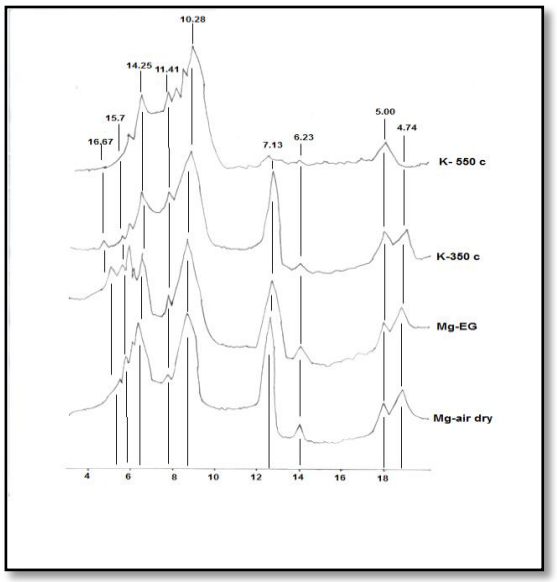
الخصائص المعدنية لدقائق مفصول الطين في ترب الدراسة:

بينت نتائج الفحص بالاشعة السينية الحائدة x-ray لنماذج مفصول الطين المشبعة بالمغنيسيوم والمعاملة بالاثيلين كلايكول وجود الحيود (16.99 – 17انكستروم) على التوالي لنماذج الطين جميعها مما يشير الى وجود معدن المونتيموريلونايت، كما لوحظ وجود الحيود الثالث (5 انكستروم) في معاملة التشبيع بالمغنيسيوم المجففة هوائيا. وكذلك وجود الحيود الرابع (4.4 انكستروم) في معاملة اثلين كلايكول الامر الذي يدعم افتراض وجود معدن المونتموريلونيات في نماذج الطين جميعها.

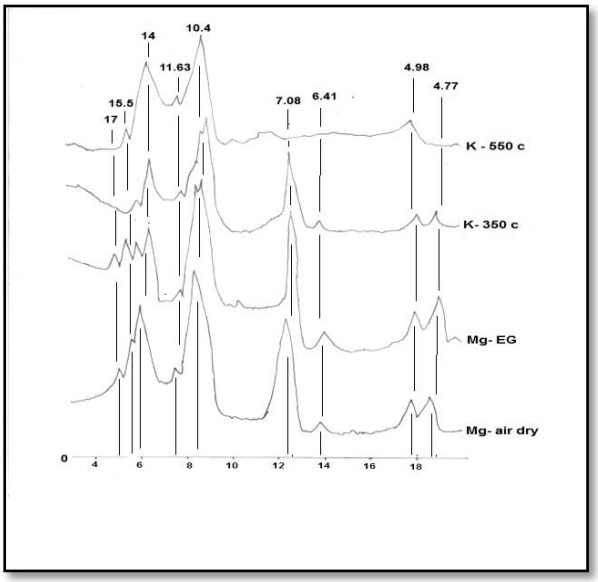
أظهرت النتائج انخفاض شدة الحيود 14أنكستروم وزيادة شدة الحيود 10 أنكستروم على حسابه في المعاملة المشبعة بالبوتاسيوم (2) الذي يعود للأفق السطحي لمقد تربة الشرقاط غير المستغلة وشكل (3) الذي يعود للافق السطحي لمقد تربة مكحول المستغلة، ممايؤكد وراثة معدن المونتموريلونايت من معدن المايكا الذي يمتاز بالشحنة العالية(Highly Layer Charge). (العبيدي، 2008) و(الجاف، 2006).

اظهرت نتائج الفحص بالاشعة السنية في شكل (3) الذي يمثل الافق السطحي لمقد تربة مكحول المستغلة وجود الحيودات (14.03– 14.4 انكستروم) في العينات المشبعة بالمغنيسيوم والجافة هوائيا وثبوت هذه الحيودات في العينات المعاملة بالاثيلين كلايكول، في حين ادا التسخين الى درجة حرارة 550 م^{O} للعينات المشبعة بالبوتاسيوم الى حدوث تغيير في الحيود ليعطي مسافة قاعدية (13.8انكستروم) ممايدل على وجود معدن الكلورايت.

ان حدوث انحراف للحيود (14) انكستروم في العينات المشبعة بالبوتاسيوم في ترب المستغلة ضمن ترب الدراسة يؤكد ان نظام الري المستخدم (الري السيحي) قد اثر بشكل واضح في خصائص معدن الكلورايت وحدوث تشوهات واختزال لطبقة interlayer hydroxide لمعدن الكلورايت وبداية تكون عملية الاستطباق ويعكس مدى تأثره بعمليات التجوية.



شكل (1) منحنيات الاشعة السينية الحائدة لمفصول الطين للافق السطحي لمقد تربة الشرقاط غير المستغلة

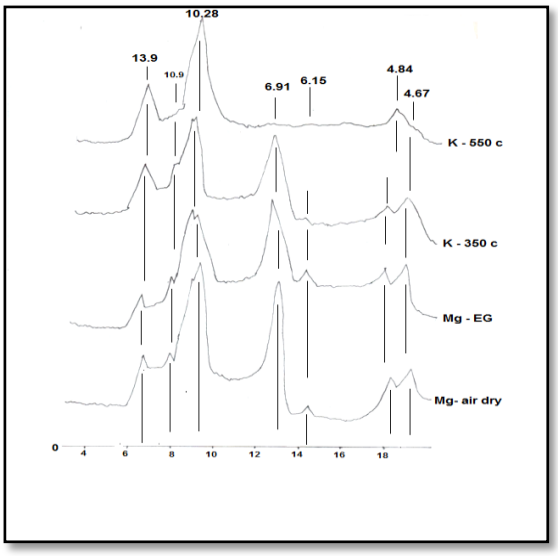


شكل (2) منحنيات الاشعة السينية الحائدة لمفصول الطين للافق السطحي لمقد تربة الشرقاط غير المستغلة

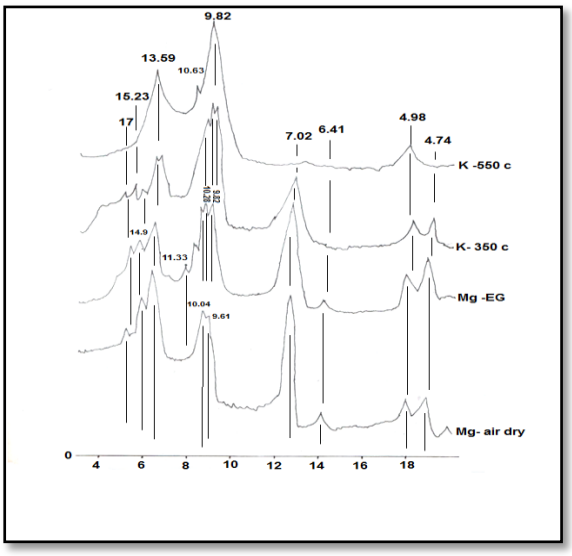
لوحظ وجود الحيود (9.5 – 10.5 انكستروم) في جميع ترب الدراسة وان هذه الحيودات تعود الى معدني المايكا والباليكورسكايت، والذي يدعم وجود معدن الباليكورسكايت هو وجود الحيود الثاني (6.4 انكستروم) في جميع معاملات الطين وهذه النتائج تتفق معا ما وجده العبيدي (2008).

ان وجود الحيودات المحصورة بين (9.77 – 10.5) تعود الى معدن المايكا على اعتبار ان موقع الحيود الاول لمعدن المايكا غير المتأثرة بعمليات التجوية ينحصر بين (10–10,20 انكستروم) للعينات المشبعة بالمغنيسيوم والجافه هوائيا كما وضحه Jachson (1969)، ويكون كحد ادنى لموقع الحيود المقترح ، في حين يمثل الحيود (10.50 انكستروم) الحيود الاول لمعدن الباليكورسكايت Dixon واخرون (1977) والذي يكون كحد اقصى لموقع الحيود المقترح والتي يمكن ان تكون فيها المايكا في بداية تأثرها بعمليات التجوية المختلفة.

بينت جميع الاشكال وجود الحيود (6,99 – 7,20 انكستروم) في معاملات التشبيع بالمغنيسيوم والجافة هوائيا والمعاملة بالاثلين كلايكول على التوالي كما لوحظ استمرار مقاومة هذه الحيود عند تسخين معاملة التشبيع بالبوتاسيوم الى درجة حرارة 350م^{o} مع اختفاء الحيود عند التسخين الى درجه حرارة 550م^{o} مما يؤكد وجود معدن الكاؤولينات والذي يظهر في نماذج الطين جميعها



شكل (3) منحنيات الاشعة السينية الحائدة لمفصول الطين للافق السطحي لمقد تربة مكحول المستغلة



شكل (4) منحنيات الاشعة الشينية الحائدة لمفصول الطين للافق السطحي لمقد تربة مكحول غير المستغلة

يتضح من جدول(7) سياده معدن الباليكورسكايت في الافق تحت السطحي لترب الدراسه المستغله والمرويه سيحا، حيث يمكن ملاحضة ارتفاع نسبة معدن السمكتايت ايضا في الافاق تحت السطحية مقارنة بالافاق السطحية، ان هذا الاختلاف يمكن ان يعود الى ان معدن الباليكور سكايت ومعادن السمكتايت يسود ضمن دقائق مفصول الطين الناعم.

يتضح من جدول (7) زيادة نسبة معدن الكاؤولينات في الافاق السطحية مقارنة بالافاق تحت السطحية في الترب المروية سيحا ويمكن ان يعود سبب هذ الاختلاف الى كبر حجم دقائق معدن الكاؤولينات ، اذ بين Jackson و Fanning (1964) ان معدن الكاؤولينات يتركز ضمن مفصول الطين (0.2 – 2 مايكرون).

نتيجة مما سبق واعتمادا على نتائج جدول (7) يمكن ترتيب معادن الطين من حيث كميتها في ترب الدراسة الى باليكورسكايت > سمكتايت > كاؤولينات > مايكا > كلورايت .

جدول (7) نسب شبه الكمية لمعادن الطين في بعض افاق الدراسة

الموقع	نوع الاستغلال	الافق	كلورايت	سمكتايت	كاؤولينات	مايكا	باليكورسكايت
الشرقاط	مستغل	سطحي	1	2	2	1	2
		تحت سطحي	2	3	1	2	4
	غير مستغل	سطحي	2	3	2	2	3
		تحت سطحي	2	2	2	2	3
مكحول	مستغل	سطحي	1	2	1	1	3
		تحت سطحي	2	2	2	3	4
	غير مستغل	سطحي	1	3	3	2	3
		تحت سطحي	1	2	1	1	2

خصائص المعادن المستطبقة في ترب الدراسة:

بينت نتائج فحوصات الاشعة السينية الحائدة X-ray في جميع الاشكال اهم الخصائص المعدنية المستطبقة في ترب الدراسة ، فقد أظهرت نتائج فحوصات الاشعة السينية الحائدة X-ray في شكل (1) الذي يمثل الافق السطحي لمقد تربة الشرقاط المستغلة وكذلك الشكل (2) الذي يمثل الافق السطحي لمقد تربة الشرقاط غير المستغلة، ظهور الحيود (15.13 – 16.66– 10.16انكستروم) في العينات المشبعة بالمغنيسيوم المجففة هوائيا والمشبعة يالاثيلين كلايكول والمشبعة بالبوتاسيوم والمسخنة الى درجة 350م^{o} على التوالي، أن ظهور الحيود عند تلك المسافة القاعدية d-s يمكن ان يعود الى الحيود الثاني d002 للمعدن المستطبق المنتظم (كلورايت – سمكتايت) .

بينت نتائج فحوصات الاشعة السينية في شكل (1) الذي يعود للافق السطحي لمقد تربة الشرقاط المستغلة ، وجود الحيود (16.7 انكستروم) و انهيار للحيود (16.2 – 16.7) في العينات المشبعة بالبوتاسيوم والمسخنة الى درجة حرارة 350م^{o}وتحوله الى (10.5 – 11.05) في العينات المشبعة بالبوتاسيوم والمسخنة الى (550م^{o}) يدل على وجود المعدن المستطبق غير المنتظم (الايت – سمكتايت)، وهذه النتائج تتفق مع ماوجده الجاف (2006)، اذ بين ان تدهور الحيود (16 انكستروم) في العينات المشبعة بالبوتاسيوم والمسخنة لدرجة حرارة 350 وتحوله الى الحيود (10.39انكستروم) في العينات المشبعة بالبوتاسيوم والمسخنةالى درجة حرارة 550، يعطي دليل على وجود معدن المستطبق غير المنتظم (الايت –سمكتايت) .

بينت نتائج فحوصات الاشعة السينية الحائده للشكل (1) الذي يمثل الافق السطحي لمقعد تربة الشرقاط المستغلة وشكل (4) والذي يمثل الافق السطحي لمقد تربة مكحول غير المستغلة ظهور الحيود (14.57–14.44، 16.75–16.84، 13.40– 13.59) للعينات المشبعة بالمغنيسيوم والجافة هوائيا والمشبعة بالاثيلين كلايكول والمشبعة بالبوتاسيوم والمسخنة الى درجة حرارة 550م^{o} على التوالي، أن ظهور الحيود عند تلك المسافات القاعدية d-s يمكن ان يعود الى الحيود الاول للمعدن المستطبق غير المنتظم (كلورايت – كلورايت المنتفخ) اذ بين كل من Macewan و Martin (1957) ان الحيود الاول للمعدن غير المنتظم (كلورايت – كلورايت المنتفخ) يظهر عند المسافة القاعدية d-s (15.20 انكستروم) للعينة بالمغنيسيوم والجافة هوائيا والتي تزداد الى (16.40 انكستروم) عند المعاملة بالاثيلين كلايكول. ثم تنخفض الى المسافة القاعدية (13.7 انكستروم) عن تسخين العينة المشبعة بالبوتاسيوم الى درجة حراره 550م^{o} .

يظهر من خلال النتائج اعلاه ان سلوك عملية التحول في معدن (الكلورايت)الى معدن مستطبق (كلورايت – كلورايت منتفخ) كان قصيرا في تلك الترب. اذ يبدو ان عملية التحول كانت للمعدن نفسة مع تغيرات بسيطة. ويمكن ان يعود السبب في هذه الحاله الى الظروف البيئية المحيطة بتلك الترب كأنخفاض كمية الامطار الساقطة وارتفاع درجه الحرارة وخصوصا في فصل الصيف والتي تؤثر بشكل مباشر في شدة عمليات التجوية المختلفة. وكذلك في نوع التجوية في تلك الترب.

اذ بين كل من Ban field و Murakami (1998) ان الظروف المحيطة ببيئة التجوية لمعدن الكلورايت اثر واضح في تحديد نوع التجوية الحاصلة، اذ ان عملية تحول الكلورايت وفقا للتحول الصلب الى معدن مستطبق قريب من موقع الكلورايت عن مسلسلة التجوية . يمكن ان يعود الى انخفاض الطاقة الازمة التي تتطلبها عملية التحول المباشر للكلورايت الى معدن رئيس اخر والتي تتم اعادته وفقا لميكانيكية تحول الاذابة. وعزي انخفاض تلك الطاقة الى انخفاض كمية التساقط وزيادة الجفاف.

بصورة عامة بينت نتائج الفحوصات الاشعة السينية لأغلب الترب قيد الدراسة ان وجود العديد من الحيود منخفضة الشدة عند المسافة المحصورة بين الحيودين (14–15) والتي ازدادت شدتها عند المعاملة التشبيع بالاثيلين كلايكول.مما يدل على بداية تكوين للمعادن المستطبقة غير المنتظمة. كما ادت المعاملة بالاثيلين كلايكول لتدهور للحيود (14 انكستروم) مما يعكس ظهور حالة استطباق ولكن بدرجة قليله وهذا متوقع في ترب الدراسة طبقا للظروف المحيطة للترب وانخفاض كمية الامطار وارتفاع درجات الحرارة من جهة، ومن جهة اخرى فيمكن ملاحظة حدوث ظاهرة الاستطباق في الترب المستغلة وهذا متوقع نتيجة لأستخدام الري السيحي، كذلك قد يعود هذا التغاير في الاستطباق الى استخدام المزارع للأسمده الكيميائية والعمليات الزراعية التي تجرى للحقل بلا

شك لها اثر على المعادن الطينية ولها اثر واضح في تكون حالات الاستطباق ، وقد يمكن ملاحضة الاستطباق بشكل واضح في مقدات الشرقاط المستغلة ، اذ بينت نتائج فحوصات الاشعة السنية وجود معادن مستطبقة (كلورايت – سمكتايت) و (الايت – سمكتايت) ، وقت يعود السبب الى طول فترة الاستغلال الزراعي، اذ كانت تربة الشرقاط اكثر المناطق من حيث الاستغلال الزراعي

ميكانيكية تكون المعادن المستطبقة في ترب الدراسة :

لقد ركزت الدراسة الحالية على وضع ميكانيكية ملائمة لتكون المعادن المستطبقة في ترب الدراسة، اذ نعتقد ان الاستغلال الزراعي في تلك المواقع لها دور كبير في تحديد نوع الميكانيكية المناسبة لتكون معادن المستطبقة ، فضلا عن عامل الزمن متمثلا بدرجه تطور التربة على اعتبار وجود الاختلافات البسيطة الناتجة من كميات الامطار والسواقط نتيجة لوقوع ترب الدراسة في المناطق الجافة وشبه الجافة ، اضافة الى ذلك فأن عامل المناخ متمثل بدرجة الحرارة له دور في تجوية معادن الطين. ان هذه الاختلاف في الاستغلال الزراعي سيحدد بلا شك نوع وشدة التجوية وكذلك ميكانيكية تكون المعادن المستطبقة وتحول معادن المايكة في تلك المواقع.

لقد بين cuadros و altaner (1998) ان هناك نوعين من التحولات التي تحصل للمعادن تبعا للظروف المحيطة ببيئة التجوية وهما :

- التحول الصلب Solid –state transformation (SST)
- تحول الاذابة Dissolytion transformation(DT)

بناءً على النتائج التي حصلت عليها الدراسة الحالية تم وضع ميكانيكية مقترحة لتكوين المعادن المستطبقة في الترب قيد الدراسة ، اذ نعتقد ان ميكانيكية تحول معادن الطين الى المعادن المستطبقة ضمن المناطق المستغلة (موقع الشرقاط المستغل) تتم وفقا لميكانيكية تحول الاذابة Dissolytion transformation(DT) ، اذ تعمل المحاليل المائية على اذابة وتحول المعادن من خلال تفاعلات التجوية الكيميائية على سطوح معادن الطين وحوافها ، اذ اظهرت فحوصات تحليل الاشعة السينية التي تضم المناطق المستغلة من ترب قيد الدراسة من خلال نتائج شكل (1) الذي يعود للافق السطحي لمقد تربة الشرقاط المستغلة، اذ ان تواجد المعدن المستطبق المنتظم (كلورايت – سمكتايت) ضمن مقد التربة هو دليل واضح على ان عملية التحول في تلك الترب تتم وفقا لميكانيكية الاذابة ، اذ تحول معدن الكلورايت الى المعادن المستطبقة يتم عن طريق ازالة طبقة الهايدروكسيل الداخلية (Hydroxid Interlayer) لمعدن الكلورايت ، اذ بين Vingiani واخرون (2004) ان من بين اهم المصادر لتكوين المعادن المستطبقة في ترب الدراسة هو ازالة طبقة الهايدروكسيل الداخلية في معدن الكلورايت ، ان عملية الازالة لطبقة الهايدروكسيل الداخلية لمعدن الكلورايت هي من سمات البيئات الرطبة التي تأخذ زمنا طويلا لحصولها ، لذا نعتقد ان عملية الاستغلال الزراعي لهذه التربة ساهمت وبشكل ملحوظ في عملية اذابة وتحول معدن الكلورايت الى المعدن المستطبق (كلورايت – سمكتايت)، اما فيما يخص ترب المناطق المستغلة (مكحول) ، فقد افترضت الدراسة الحالية أن عملية تكون المعادن المستطبقة في مقدات تربها تتم وفقا لميكانيكية التحول الصلب Solid – state transformation وتعزيزا لهذا الافتراض هو ما اظهرته نتائج الاشعة السينية الحائدة شكل (3) الذي يمثل الافق السطحي لمقد تربة مكحول المستغلة، وفقا لأعتقادنا نرى ان ميكانيكية التحول الصلب التي تتم عند مناطق الالتماس بين المعادن يساعدها بذلك ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة المنخفضة في بعض الاحيان، اذ تسود هذه الميكانيكية في المناطق الصحراوية قليلة الامطار وذات درجات حرارة مرتفعة محدثة تغيرات مورفولوجية طفيفة على سطوح المعادن، وبلا شك فان وجود المعدن المستطبق غير المنتظم (كلورايت – كلورايت منتفخ) دليل على حدوث ميكانيكية التحول الصلب (SST)، حيث بين كل من norrish (1973)، ان سبب قصر مسار تحول معدن الكلورايت الى معادن اخرى يعود الى ميكانيكية تحول الكلورايت، اذ ان البيئات المحصورة او المحدودة وشحيحة الامطار والتي لاتسمح بنفاذ المحاليل المائية، مع عدم

حصول عمليات اذابة مستمرة، الامر الذي يؤدي الى ان عملية تكون المعادن المستطبقة تعتمد بالدرجة الاساس في هذه الترب على مناطق الالتماس بين المعادن.

ان وجود العادن المستطبقة في ترب غير المستغلة كذلك يمكن ان يعود السبب الى عمليات التعرية الريحية والنقل لدقائق التربة وترسبه في الافاق السطحية لمواقع ترب قيد الدراسة حيث بين الجاف (2006) ان الظروف البيئية في مناطق منخفضة الامطار لاتساعد كثيرا على عمليات التجوية الفعلية لمعادن المايكا وتحولها الى معادن مستطبقة .

المصادر:

الجاف، بارزان عمر احمد، 2006 : طبيعة تكوين وتواجد المعادن المستطبقة والعوامل المؤثرة فيها في بعض الترب العراقية . اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة –جامعة بغداد.

العبيدي، باسم شاكر عبيد، 2008 : طبيعة تواجد معدن الباليكورسكايت في بعض الترب الجبسية العراقية . اطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة بغداد.

عيسى، سلمان خلف، 1979 : دراسات كيمياوية ومعدنية على بعض ترب منطقة شهرزور . رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة السليمانية .

Anderson, J.U. 1963. An Improved Pretreatment for Mineralogical Analysis of a Samples Containing Organic Matter. Clays and Clay Minerals, 10. 380-385.

Banfield, J. F. and Murakami, T.1998. Atomic-resoution transmission electron micro scope evidence for the mechanism by which chlorite weathers to 1:1 semi-regular chlorite-vermiculite. American mineralogist, vol.,83, p: 348-357.

Cuadros, J. and altaner, S. P. 1998. Characterization of mixed-layer illite-smectite from bentonites using microscopic, chmical and x-ray methods : Constraints on the smectite to illite transformation mechanism. American mineralogist, vol., 83 , P: 762-774

Dixon, J.B. and S.B. Weed. 1977 Minerals in Soil Environment. SSSA Book Series: 1sssA, Madison, WI.

Fanning, D. S., and M. L. Jackson. 1964. Clay mineral weathering in Southern Wisconsin soils developed in loss and in shale – derived till. Clays and clay miner. 13: 175-191.

Gjems, O. 1967 Studies on Clay Minerals formation in Soil Profiles in Scandinavia. Meddelser Fra . Det. Norke Skogfars Qksvesen, No. 18, Bind 21, 305-315.

Jackson, M.L. 1969. Soil chemical analysis: advanced course.2ed.Ed. Madison, Wisconsin.

Kunze, G.W. 1962. Pretreatment for Mineralogical Analysis. Reprint of Section Prepared for Method Monograph Published by the Soil Science of America, p. 13.

Mehra. O. P. and Jackson, M. L. 1960. Iron oxide removal form soils and clay by dithuonite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Proceeding of 7 th national conference on clays and clay minerals, p: 317-327.

Norrish, K. 1973. Factors in the weathering of vermiculite. In clay conference Proceeding, Madrid, p: 419-432.

Page, A.L., 1982 . method of soil analysis . parts Chemical and micro biological properties. Second Edition Madison , wiscusion USA.

Rabenhors, M.C. and Wilding, L.P.1984. Method to obtain carbonate free residues from lime stone and petrocalcic materials .Soil Sci. Soc .Am. J.,84:216-219.

Vingiani, S., Right, D., Petit, S. and Terribile, F.2004 .Mixed-layer kaolinite-smectite minerals in a red-black soil sequence from basalt in Sardinia (Italy). Clays and clay minerals, vol., 52, No.4, p: 473-483.