



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة واسط/ كلية الزراعة

قسم علوم التربة والموارد المائية

دراسة مقارنة بين شدة التحرر للعناصر الغذائية بين ترب صحراوية وترب
مروية وانعكاس ذلك في خصوبة التربة

رسالة مقدمة إلى

مجلس كلية الزراعة بجامعة واسط

وهي كجزء من متطلبات درجة الماجستير في العلوم الزراعية

(علوم التربة والموارد المائية)

من قبل الطالبة

بحار علاء حسين

بإشراف

أ.م.د. كهرمان حسين الخزاعي أ.د. هاشم حنين كريم الضاحي

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَأَيُّهُ لَهُمُ الْأَرْضُ الْمَيْتَةُ أَحْيَيْنَاهَا
وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ)

صدق الله العلي

العظيم

{ سورة يس / آية ٣٣ }

الإهداء

الشكر والعرفان

المستخلص Abstract

اجريت هذه الدراسة بهدف المقارنة بين الترب الصحراوية والترب المروية فضلا عن تأثير حالة الاستغلال في سرعة تحرر الكالسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم في المنطقتين الوسطى والجنوبية ، حيث اختيرت ثمان بيدونات موزعة على اربعة محافظات هي واسط والديوانية والبصرة وكربلاء وبواقع بيدون تربة مستغلة وبيدون اخر مجاور لتربة غير مستغلة في كل محافظة ، كشفت البيدونات ووصفت مورفولوجيا واستحصلت عينات تربة مثارة disturbed من كل افق من اجل اجراء التحليل الفيزيائية والكيميائية والمعدنية وعينات تربة غير مثارة undisturbed من بعض الافاق لاجل التعرف على بناء التربة والكثافة الظاهرية.

بينت نتائج الوصف المورفولوجي لبيدونات الدراسة وجود حالة من التباين بين الافاق ضمن البيدون الواحد او بين بيدونات مناطق الدراسة وذلك بسبب تأثير العوامل الموقعية لهذه البيدونات لاسيما الموقع الطبوغرافي وحالة الترسيب والعمليات الجيومورفولوجية وكذلك العمليات البيوجينية.

اظهرت نتائج التوزيع الحجمي لمفصولات ترب الدراسة انها تراوحت بين (163.3-947.9) (31.83-430.72)، (23.64 - 427.89) غم/كغم لمفصول الرمل والغرين والطين على التوالي في بعض الافاق تحت السطحية أعلى من نسبتها في الافاق السطحية وهذا قد يشير الى تأثير استمرار عمليات الترسيب لمفصول الطين في الافاق السطحية و إنتقاله إلى الافاق تحت السطحية بيوجينياً او ميكانيكياً ، و تراوحت قيم الكثافة الحقيقية بين 1.6-3.65 ميكاغرام/كغم حيث كانت اعلى قيمة في الافق A من بيدون تربة الصويرة زادنى قيمة سجلت في الافق A من بيدون تربة البصرة المستغلة في حين تراوحت قيم الكثافة الظاهرية بين (0.728 – 1.319) ميكاغرام/كغم حيث سجل الافق Ck من تربة الديوانية المستغلة اعلى قيمة بينما سجل الافق Bk من تربة البصرة غير المستغلة اوطاً قيمة للكثافة الظاهرية اما المسامية فتراوحت قيمها (34-85.8) % وسجلت اعلى قيمة في الافق Bk1 من بيدون البصرة المستغلة واوطاً قيمة في الافق A في بيدون البصرة غير المستغلة وتراوحت قيم الايصالية الكهربائية لبيدونات ترب الدراسة بين (2.73 - 7.78) دييسي سيمنز م-1 جدول 3 حيث كانت قيم للايصالية الكهربائية في الترب السطحية اعلى من الترب تحت السطحية , وسجل اعلى قيمة لها في تربة الصويرة غير المستغلة للافق Ck3 (7.78) دييسي سيمنز م-1 و اقل قيمة كانت (2.73) دييسي سيمنز م-1 سجلت في تربة البصرة المستغلة للافق Bk1 ، تراوحت قيم درجة التفاعل بين (7.0-7.9). حيث كانت قيم ال pH للافاق

اعلى منه في الافاق تحت السطحية وسجلت اعلى قيمة في تربة الديوانية المستغلة زراعيًا للعمق Ap (7.9) واقل قيمة في تربة الصويرة غير المستغلة للافق (Ck3) (7).

تراوحت قيم الايونات الموجبة بين (4.12 - 23.6) ، (1.2 - 24.9) ، (2.23 - 21.01) (20.16_2.11) مليمول .لتر⁻¹ لايونات الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم على التوالي والايونات السالبة بين (2.5-100) ، (1-5) ، (0.54 - 74.59) مليمول .لتر⁻¹ لايونات الكلوريدات والبيكاربونات والكبريتات على التوالي حيث اظهرت النتائج تفرغ تباين واضح في تراكيز هذه الايونات اما المادة العضوية فتراوحت بين (0.9-20.23) غم .كغم⁻¹ والتي ارتفعت في الافاق السطحية والسعة التبادلية للايونات الموجبة (7.56-28.65) سنتيمول .كغم⁻¹ وقد ازدادت في الترب ذات المحتوى الطيني الاعلى اما معادن الكربونات الكلية فتراوحت بين (117-397) غم .كغم⁻¹ والتي مصدرها مادة الاصل الكلسية لهذه الترب .

اظهر التحليل المعدني لاطيان بيدونات الترب المدروسة باستخدام تقنية حيود الاشعة السينية -X Ray وجود للمعادن الثانوية من نوع الكلورايت إضافة إلى وجود معادن المايكا والكاولينيات فضلا عن معدن الباليكورسكايت ، كما بينت منحنيات حيود الاشعة السينية وجود معدن المونتموريللونايت في الترب المستغلة وكذلك ارتفاع نسبة معادن المايكا في الترب غير المستغلة وهذا يعزز نظرية شدة التجوية في الترب المستغلة والتي نتج عنها عملية التحول من معادن المايكا الى معادن 2:1 المتمدة وهذا ما اكده ظهور العديد من الحيويدات الخاصة بالمعادن المستطبقة ومنها المعدن المستطبق المنتظم باليكورسكايت-ايلاييت والكلورايت -سمكتايت والتي تعتبر مرحلة وسطية لهذا التحول .

بينت نتائج استخدام مفهوم الحركيات الكيميائية لعناصر الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم باستخدام طريقتي الازاحة الامتزاجية والاتزان المستقر حيث اظهرت النتائج افضلية معادلة دالة القوة وتلتها معادلة الرتبة صفر من خلال اعطاء اعلى قيمة لمعامل الارتباط واقل قيمة للخطأ القياسي ولكلا الطريقتين الازاحة الامتزاجية والاتزان المستقر واخذت المعادلات الحركية المستخدمة في وصف تحرر الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم التسلسل التالي: .

دالة القوة < الرتبة الاولى < الرتبة صفر < الانتشار < ايلوفج

قائمة المحتويات

الصفحة	الموضوع	التسلسل
أ	المستخلص	----
1	المقدمة introduction	1
3	مراجعة المصادر Literatures Review	2
3	مفهوم التجوية وعلاقته بالامتزاز والتحرر	2-2
	تأثير النشاط البايولوجي في عملية التجوية	2-3
	تجوية وتحولات معادن الطين	2-4
	علاقة التجوية بتطور التربة	2-5
	دور الاستغلال الزراعي في نشاط عملية التجوية لمعادن التربة وحركة العناصر منها	2-6
	دور الاستغلال الزراعي في نشاط عملية التجوية لمعادن التربة وحركة العناصر منها	2-7
	استخدام مدخل الحركيات في دراسة التجوية وجاهزية العناصر الغذائية	2-8
	معادلة الرتبة صفر Zero order equation	2-8-1
	معادلة الرتبة الاولى first order equation	2-8-2
	معادلة الانتشار Intraparticle diffusion equation	2-8-3
	معادلة ايلوفيج Elovich equation	2-8-4
	معادلة دالة القوة fractional power equation	2-8-5
	استعمال المعالم الثرموديناميكية للتعبير عن جاهزية العناصر في التربة	2-9
	مؤشر الفعالية الأيونية Ionic activity	2-9-1
	مؤشر الطاقة الحرة Free energy	2-9-2
	معلمتا الكمية (السعة) والشدة (الفعالية) Quantity/Intensity	2-9-3
	المواد وطرائق العمل Materials and Methods	3
	الإجراءات التمهيديّة:	3-1
	الاجراءات الميدانية	3-2
	الإجراءات المختبرية :	3-3

	تهينة العينات للتحليلات المختبرية	3-3-1
	القياسات الفيزيائية	3-3-2
	Particle size distribution التوزيع الحجمي لدقائق التربة	3-3-2-1
	Bulk and particle density الكثافة الظاهرية والحقيقية	3-3-2-2
	Total porosity (f) المسامية الكلية	3-3-2-3
	القياسات الكيميائية	3-3-3
	pH تفاعل التربة	3-3-3-1
	EC الإيصالية الكهربائية	3-3-3-2
	معادن الكربونات	3-3-3-3
	Gypsum الجبس	3-3-3-4
	CEC السعة التبادلية لأيونات الموجبة	3-3-3-5
	المادة العضوية	3-3-3-6
	القياسات المعدنية :	3-3-4
	إزالة المواد الرابطة:	3-3-4-1
	فصل الرمل والطين	3-3-4-2
	تشبيح ومعاملة عينات الطين	3-3-4-3
	Results and Discussion النتائج والمناقشة	4
	الخصائص المورفولوجية لبيدونات منطقة الدراسة	4-1
	الخصائص الفيزيائية لترب الدراسة	4-2
	التوزيع الحجمي لمفصولات التربة	4-2-1
	الكثافة الحقيقية	4-2-2
	الكثافة الظاهرية	4-2-3
	المسامية	4-2-4
	الخصائص الكيميائية لترب الدراسة	4-3
	الإيصالية الكهربائية	4-3-1
	درجة التفاعل	4-3-2

4-3-3	الايونات الموجبة والسالبة الذائبة في ترب الدراسة
4-3-3-1	الايونات الموجبة
4-3-3-1-1	الصوديوم الذائب
4-3-3-1-2	الكالسيوم الذائب
4-3-3-1-3	المغنيسيوم الذائب
4-3-3-1-4	البوتاسيوم الذائب
4-4-4-2	الايونات السالبة الذائبة
4-4-4-2-1	الكلوريدات
4-4-4-2-2	الكاربونات والبيكاربونات
4-4-4-2-3	المادة العضوية
4-4-4-2-4	السعة التبادلية للايونات الموجبة
4-4-4-2-5	معادن الكاربونات الكلية
4-5	التكوين المعدني لمفصول الطين باستخدام حيود الأشعة السينية-X Ray لبيدونات ترب الدراسة
4-5-1	مجموعة الترب الخفيفة النسجة
4-5-1-1	بيدون تربة البصرة المستغلة
4-5-1-2	بيدون تربة البصرة الغير المستغلة
4-5-1-3	بيدون تربة كربلاء المستغلة :
4-5-1-4	بيدون تربة كربلاء الغير مستغلة
4-5-2	مجموعة الترب ثقيلة النسجة (الطينية)
4-5-2-1	بيدون تربة الديوانية المستغلة
4-5-2-2	بيدون تربة الديوانية الغير المستغلة
4-5-2-3	بيدون تربة الصويرة المستغلة :
4-5-2-4	بيدون تربة الصويرة الغير مستغلة
4-6	وصف تحرر الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم على اساس الحركيات الكيميائية
4-6-1	طريقة الازاحة الامتزازية الهادئة

4-6-2	طريقة الاستخلاص المتعاقب
-------	--------------------------

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1	مواقع بيدونات الدراسة	
2	بعض الصفات الفيزيائية لبيدونات ترب الدراسة	
3	بعض الصفات الكيميائية لبيدونات ترب الدراسة	
4	الايونات السالبة والموجبة لبيدونات ترب الدراسة	
5	قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر الكالسيوم من بيدونات ترب الدراسة المستغلة والغير مستغلة بطريقة الازاحة الامتزاجية الهادئة	
6	قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر المغنيسيوم من بيدونات ترب الدراسة المستغلة والغير مستغلة بطريقة الازاحة الامتزاجية الهادئة	
7	قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من بيدونات ترب الدراسة المستغلة والغير مستغلة بطريقة الازاحة الامتزاجية الهادئة	
8	قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر الكالسيوم من بيدونات ترب الدراسة المستغلة والغير مستغلة بطريقة الاستخلاص المتعاقب.	
9	قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر المغنيسيوم من بيدونات ترب الدراسة المستغلة والغير مستغلة بطريقة الاستخلاص المتعاقب	
10	قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من بيدونات ترب الدراسة المستغلة والغير مستغلة بطريقة الاستخلاص المتعاقب.	

1- المقدمة Introduction

تعد الزراعة الركن الاساسي للامن الغذائي والاقتصادي لاغلب البلدان ، لا سيما بعد الزيادة الملقطة لعدد سكان العالم خلال السنوات الاخيرة ، ولغرض النهوض بهذا القطاع الحيوي لابد من الاهتمام بأركانه الاساسية التي يستند عليها والتي تتضمن التربة والموارد المائية فضلا عن الايدي العاملة ورأس المال ، لذلك فان الدول تسلط الضوء على البحوث والدراسات التطبيقية وتوليها الاهتمام الاوسع ، وتعتبر التربة المهد الذي تبنى وتؤسس عليه المشاريع الزراعية لذلك حظيت على مدى العقود الماضية ببعض الاهتمام والدراسة فيما يتعلق بصفاتها الكيميائية والفيزيائية والمعدنية والبايولوجية وربطها مع مؤشرات الانتاج والخصوبة .

وتتضمن التربة خليط من المعادن الاولية والثانوية والتي تتوزع بين مفصولات الرمل والطين والغرين وينسب متفاوتة ، والتي تعتبر خزين من العناصر الغذائية الاساسية والغير الاساسية وترتبط عن طريق الشبكة البلورية لهذه المعادن ويقوى مختلفة بعضها صعبة التحرر والذوبان وبعضها متوسط والبعض الاخر سهل التحرر .

تعد دراسات التجوية من اهم الدراسات البيولوجية التي تركز على ذوبانية المعادن والتي ينتج عنها تحرر العناصر من الشبكة البلورية الى محلول التربة اعتمادا على نشاط هذه العملية التي ترتبط بتوفر العامل المحرك لها وهو الماء.

تتعرض الترب العراقية لعملية التجوية لكن بدرجة محدودة نظرا لمحدودية العامل المحرك وهو الماء ، ومن اهم العناصر المتحررة اثناء عملية التجوية والغسل هي البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والتي تعد العناصر السائدة في هذه الترب ذات الطبيعة القاعدية .

يشكل الاستغلال الزراعي للتربة عامل تحول في حالة التجوية اذا ما قورنت بالترب غير المستغلة ، حيث ان الانشطة الزراعية المتمثلة بالحرارة والري تساهم بتمهيد الطريق لحصول عملية التجوية والغسل لمعادن التربة وبالتالي تحرر العناصر من التراكيب المعدنية الحاملة لها باتجاه محلول التربة وان مستوى وتراكيز العناصر المتحررة يعتمد بشكل اساسي على نسجة التربة وتركيبها المعدني فضلا عن توفر الرطوبة بالمستوى المناسب .

تعد الدراسة المقارنة وسيلة فعالة لبيان تأثير المتغيرات المدروسة حيث ان مراقبة عملية التحرر للعناصر الغذائية في الترب المزروعة او المستغلة ومقارنتها مع تربة تحت نفس الظروف لكنها غير مزروعة تعطي مؤشر واضح عن تأثير الاستغلال في عملية التحرر للعناصر المدروسة

وتحديد درجة التجوية المتحققة خلال فترة الاستغلال ومدى تأثر التركيب المعدني تحت ظروف الزراعة الكثيفة ولانواع مختلفة من الترب وفي مناطق جغرافية متعددة .

ان استخدام مفهوم الحركيات الكيميائية اصبح من الادوات الجيدة لمحاكات حالات التحرر والامتزاز للعناصر المختلفة من غرويات التربة اثناء عملية التجوية او الاستخلاص والذي يعتمد على الكمية المتحررة من العنصر وعلاقته مع الزمن وباستخدام بعض الموديلات الرياضية التي تعتمد الاسس النظرية مثل معادلة الانتشار والمعادلات التجريبية مثل معادلة دالة القوة ومعادلة الرتبة صفر ومعادلة ايلوفيج .

وبناء على ما تقدم نفذت هذه الدراسة لتحقيق الاهداف الاتية :

1. تقييم حالة التجوية لاربعة بيدونات تربة تقع في مواقع مختلفة وسط وجنوب العراق بعد وصفها مورفولوجيا وتحديد التركيب المعدني لها.
2. بيان اثر الاستغلال الزراعي في تجوية معادن التربة وجاهزية البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم.
3. استخدام المدخل الحركي لتقدير حالة التحرر للعناصر الثلاثة (البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم) وربطها مع حالة التجوية لمعادن التربة.

2- مراجعة المصادر Literatures Review

1-2 مفهوم التجوية وعلاقته بالامتزاز والتحرر

تناول الباحثين والمتخصصين مفهوم التجوية من وجهات نظر متباينة قد تعكس الزاوية التي ينطلق منها ذلك التعريف او المفهوم ، ولعل ابرز هذه المفاهيم تتفق على مبدأ واحد الا وهو المادة المستهدفة من عملية التجوية ، فتجوية التربة قد تختلف عن تجوية الصخور والتي قد تختلف جزئيا عن تجوية المعادن في المدى الدقيق والغير منظور (Wilson , 2004) .

التجوية من العمليات الأساسية في الدورة الجيولوجية والتي تحظى بأهمية تظاهي عمليات التحول ، البراكين ، والتعرية ، النشوء ، والتآكل وغيرها ، والتي درست على نطاق واسع في معظم أقسام علوم الأرض والمؤسسات البحثية المتخصصة . في الواقع ، تعد التجوية المعدنية من أهم العمليات في الدورة الجيولوجية لأنها تؤثر بشكل مباشر على العالم الحي بشكل عام وحياة الإنسان بشكل خاص. وبالتالي ، فإن التجوية مسؤولة عن تكوين التربة ، التي تعتمد عليها جميع أشكال الحياة الأرضية ، وتلعب دورًا مركزيًا في التحكم في حالة الخصوبة المتأصلة في التربة من خلال توفير العديد من العناصر الغذائية التي تمكن النباتات من النمو. مرة أخرى ، في السنوات الاخيرة اتضح ان التجوية المعدنية تعمل كمنظم ضد التهديدات البيئية والتي تحظى باهتمام مباشر من قبل الانسان. على سبيل المثال فأن تأثير الامطار الحامضية على بيئة التربة يمكن تخفيفه من خلال التنوع المعدني للتربة (Nilsson and Grennfelt , 1988) .

في حالة احتواء التربة على عدد قليل من المعادن القابلة للتجوية فأن الامطار الحامضية القادمة من الجو سوف لن يتم معادلتها بالايونات القاعدية لمعادن التربة وعليه تصبح التربة حامضية والذي يقود الى تغيرات غير مرغوبة في النظام البني الارضي (التربة) (Sverdrup et al., 1994) ، هذا مايفسر عدم تأثير الامطار الحامضية في الترب الكلسية واغلب الترب الواقعة تحت الظروف الجافة وشبه الجافة بسبب وجود المعادن سهلة التجوية الحاوية على الايونات القاعدية كالكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم .

قد تؤدي التجوية المعدنية أيضًا إلى تأثير وقائي غير مباشر على البيئة. على سبيل المثال ، قد يتم امتصاص بعض المعادن الثقيلة والعناصر الغذائية بشكل تفضيلي أو تثبيتها في التربة بواسطة بعض معادن الطين أو أكاسيد الحديد ، والتي هي نفسها نتاج التجوية المعدنية الأولية. وبالتالي

تصبح هذه الملوثات أقل توفرًا لامتناسها من قبل النباتات أو يتم منعها من الانتشار في البيئة الأوسع مرة أخرى ، أيضا قد يتم امتصاص الملوثات العضوية على أسطح المعادن الطينية ، وبعد ذلك يمكن تحطيمها إلى مركبات غير ضارة عن طريق النشاط الميكروبيولوجي.

كما يمكن وصف التجوية بأنها التغيير الفيزيائي والكيميائي للصخور والمعادن الموجودة على سطح الأرض أو بالقرب منه (Pope et al., 2002). في التجوية الفيزيائية ، المعروفة أيضًا باسم التجوية الميكانيكية ، تتحد الشدود الفيزيائية لتكسير الصخور إلى قطع أصغر. وفي مقابل ذلك يعتبر الماء والأكسجين مهمان للعديد من تفاعلات التجوية الكيميائية. تقدر مؤشرات التجوية الكيميائية شدة التجوية الكيميائية للتربة من خلال مقارنة التغيرات في تراكيز المعادن الرئيسية والنزرة كنسب للعناصر المتحركة إلى العناصر غير المتحركة في التربة والصخور أو المادة الأم. (Duzgoren-Aydin et al. 2003، Price and Velbel؛ 2003). توفر هذه المؤشرات أيضًا مقياسًا لحالة الصخور الام الموجودة أسفل مقد التربة. تلعب ظروف التجوية دورًا مهمًا في التحكم في كيفية تعطيل العمليات الفيزيائية العاملة على الصخور ، وبالتالي فهي مؤشر مهم في تحديد مقاومة التغيير والتآكل. يتم حساب مؤشرات التجوية بشكل تقليدي باستخدام النسب الجزئية لأكاسيد العناصر الرئيسية. تنعكس التغيرات المتكافئة أثناء التجوية في قيمة المؤشر. يتم حساب النسبة الجزئية لكل أكسيد بسهولة من النسبة المئوية للأكسيد على أساس الوزن. اقترح (Vogt 1927) طريقة جيوكيميائية لتقييم نضج الرواسب المتبقية: مؤشر فوغت المتبقي. تم اقتراح الدليل الكيميائي للتحويل Chemical Index of Alteration (CIA) من قبل Nesbitt and Young (1982) للتقييم الكمي لتاريخ التجوية المسجل في الرواسب والصخور الرسوبية. تم استخدام (CIA) لتقييم التجوية الكيميائية في أحواض تصريف محددة (McLennan ، 1993 ؛ Yang et al. ، 2004). نظرًا لأن تحول الفلسبار إلى معادن طينية والتنقل المترام للكاتيونات الرئيسية ينتميان إلى عملية كيميائية رئيسية ، اقترح (Parker 1970) مؤشرًا أكثر فائدة يُعرف باسم مؤشر التجوية (WIP) ، والذي يمكنه تقييم التغيرات الطفيفة في Na ، K و Ca²⁺ و Mg²⁺. تم اقتراح المؤشر الكيميائي للتجوية (CIW) في البداية من قبل (Harnois 1988). هذا المؤشر مشابه لـ CIA ، إلا أنه يزيل K₂O من المعادلة. تم اقتراح مؤشر Plagioclase Index of Alteration (PIA) بواسطة Fedo et al. (1995) كبديل لـ CIW. نظرًا لوجود Plagioclase بوفرة في السيليكات ويذوب بسرعة ، يمكن استخدام PIA عند الحاجة إلى مراقبة التجوية البلاجيوجلاز.

من الواضح ، إذن ، أن التجوية المعدنية هي عملية ذات أهمية قصوى لعلوم الأرض ، وكذلك للعلوم الزراعية والبيئية ، من العديد من وجهات النظر المختلفة. لقد أصبح هذا الأمر مدرّجاً على نطاق واسع في العقود الأخيرة كما يتضح من الزيادة الهائلة في النشاط البحثي وفي حجم المؤلفات العلمية التي تتناول التجوية. على وجه الخصوص ، كان هناك قدر كبير من العمل على الآليات التفصيلية للعوامل الجوية الأولية للمعادن ، والمنتجات المتكونة من هذه التجوية والمعدلات التي تحدث بها العملية.

أصبح من الواضح في العقود الأخيرة أن القابلية على التجوية تعتمد أيضاً إلى حد كبير على الصفات الأكثر تفصيلاً للهيكل المعدني والكيمياء ، تعتبر عوامل الخلع والعيوب التركيبية مهمة بشكل خاص في تحديد المواقع التي تبدأ فيها التجوية ، وكذلك عدم التجانس في التركيب الكيميائي الناجم عن السمات النسيجية الدقيقة. علاوة على ذلك ، فإن مثل هذه التفاصيل لها تأثير مباشر على الأسئلة المتعلقة بالآليات الأساسية التي تتم من خلالها عملية التجوية.

تعتبر التجوية الكيميائية أحد أهم مصادر المغذيات غير العضوية في التربة المعدنية (باستثناء الرواسب العضوية) في ظل الظروف الطبيعية. العناصر الأكثر إثارة للقلق هي الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والسيليكون والحديد والألمنيوم والفوسفور ، وكلها ذات أهمية كبيرة في تغذية النبات أو في تطور التربة (Trudgill 1977).

كما تشمل العناصر الأخرى الناتجة عن التجوية الكيميائية العناصر النزرة للمغنيز والنحاس والزنك والموليبيدينوم والبورون والكلور والكوبالت. يمكن توفير الكبريت من كل من المصادر المعدنية والغلاف الجوي ، وبالتالي فهو أساسي لكل من عمليات التجوية ، ومعظمها في تربة المناطق شبه القاحلة ، والدورات العضوية.

تعتمد مدخلات العناصر الغذائية التي يتم إطلاقها عن طريق التجوية على محتواها الأصلي في المادة الأم ، واستقرارية المعادن التي تحتوي عليها كما ان التجوية داخل مقد التربة عبارة عن استجابة المعادن أو العناصر المرتبطة لبيئة مختلفة عن تلك التي تشكلت تحتها وعليه يمكن ترتيب المعادن وفقاً لمقاومتها لعوامل التجوية (Ollier 1984) ، وقد تناولت العديد من البحوث طبيعة الهياكل البلورية والترابط الذي يحدد مقاومة المعدن ، خاصةً معادن السيليكات (Crompton 1962؛ Allen & Fanning 1983). المعادن المتكونة في بيئة التربة مثل معادن الطين الثانوية تكون مستقرة في ظل تلك البيئة المعينة ، لكن الظروف في أعماق مختلفة في التربة تتغير مع

استمرار تطور التربة. يتم نقل القواعد إلى أسفل عن طريق الرش والغسل والذي يزيد الحموضة بمرور الوقت. الصفات الوراثية مثل الأفق ارجليك الغنية بالطين أو الطبقات المتصلبة مثل الفراجيبان أو الدوريبان قد تقيد عملية الغسل نحو الاسفل للمياه وتغير ظروف الأكسدة والاختزال. العديد من مقدرات التربة تقدم نطاقاً واسعاً في بيئات التجوية ، بدءاً من أفق C الكلسية مع تفاعلات قلوية إلى أفق E معتدلة الحامضية ، وتخضع لتقلبات واسعة في إمكانات تختلف التركيبات الكيميائية بشكل كبير حتى على مدى فترات زمنية قصيرة من مئات السنين (Alekseev and Alekseeva, 2012; Tatyanchenko et al., 2013; Bikmulina et al., 2017; Lomov et al., 2017; Kalinin et al., 2018; Shchetnikov et al., 2019; Lisetskii and Pichura, 2020; Prihodko et al., 2020). ترتبط هذه التغييرات بمعايير مناخية مختلفة مثل متوسط درجة الحرارة السنوية وهطول الأمطار والجفاف المناخي (Alekseev et al., 2019).

تتغير تراكيز العناصر مثل Ca و Na و Mg في أفق التربة العليا خلال المواسم المطيرة ، وترداد في الفترات الأكثر جفافاً ثم تعود لتتناقص في الفترات الأكثر رطوبة (Kalinin and Alekseev, 2008 ؛ Kalinin et al., 2009). هذا لا يتماشى مع فكرة أن التطور الجيوكيميائي للتربة يجب أن يكون موجهاً نحو تحطيم المعادن الأولية وإزالة العناصر ذات الجهود الأيونية المنخفضة من أفق التربة العليا.

تبين هذه الحقائق إلى عدم فهم العمليات التي تحدد سلوك العناصر الكيميائية في تربة المناطق شبه القاحلة والجافة وتكثيف النقاش حول موثوقية نسب التجوية (Bugge et al., 2011 ؛ Schatz et al., 2015 ؛ Obreht et al., 2019). على سبيل المثال ، أظهرت العديد من الدراسات أن مؤشر CIA يعكس التاريخ العام لعوامل التجوية في مناطق تجمع المياه ، وبالتالي يجب استخدامها بحذر كمؤشر مباشر وكمي لشدة التجوية الكيميائية اللحظية في القارات (Shao and Yang, 2012 ؛ Shao وآخرون ، 2012). عناصر نموذجية نسبياً معادن السيليكات سهلة التجوية مثل بلاجيوجلاز ، بيروكسين ، أمفيبول وبيوتايت (Nesbitt et al., 1980). ومع ذلك ، في لا المواد المحتوية على كربونات ، يعتمد تنقل هذه العناصر بشكل أساسي على سلوك الكالسيت والدولوميت ، مما يجعل من الصعب تفسير هذه العناصر من حيث عمليات التجوية. لا تساهم محاليل التربة التي تحتوي على تفاعل متعادل أو قلوي قليلاً في عمليات التحلل المائي المكثفة (Seredina, 2007 ؛ Nawaz et al., 2012). في ظل هذه الظروف ، من

الصعب تقييم إلى أي مدى تخضع معادن السيليكات في التربة شبه القاحلة الى عمليات التجوية والأكسدة والاختزال للمواد الكيميائية (Arshad & St. Arnaud 1980).

2-2 تأثير النشاط البيولوجي في عملية التجوية

وجود الكائنات الحية في منطقة التجوية له تأثيرات جوهرية على عمليات التجوية. يعتبر تكوين التربة بدون وجود الكائنات الحية اصبحت مسألة اهتمام أكاديمي إلى حد كبير (Nikiforoff 1959) ، والتي تحدث فقط في البيئات القاسية مثل الصحاري القطبية أو في الرواسب البركانية الجديدة. يشمل دور النباتات في التجوية العمليات الميكانيكية لجذور النباتات التي تكسر الصخور عن طريق التمدد أثناء النمو في الشقوق ، وتأثير الغطاء النباتي في تقليل التعرية وإطالة الوقت اللازم لتكوين التربة.

تمتاز النباتات بأن لها تأثيرات مباشرة وغير مباشرة على التجوية الكيميائية من خلال افراز أيونات الهيدروجين أو الهيدرونيوم وثاني أكسيد الكربون الذي ينطلق من جذور النباتات والتي تلعب دورا كبيرا في توفير بيئة حمضية تنشط وتساعد على التحلل المائي لمعادن الكربونات والسيليكات (Boyle & Voigt 1973). تنتج جذور النباتات إفرازات (بشكل رئيسي السكريات والبروتينات) وهي ركائز للكائنات الحية الدقيقة في منطقة الجذور. تعمل هذه الكائنات على تحسين التجوية عن طريق إنتاج الأحماض العضوية ، مما يعزز تفاعلات التحلل المائي. تعمل العديد من الأحماض العضوية كمخليات ، مما يؤدي إلى خلب الكاتيونات متعددة التكافؤ وبالتالي تقليل تركيزها في الشكل الأيوني ونقلها بنشاط إلى أعماق مختلفة في التربة. وتعد المخليات عوامل نشطة في نقل الحديد والألمنيوم داخل التربة ، وربما في عمليات النقل بعيدة المدى التي تشمل المياه الجوفية والسطحية والعديد من العناصر الأخرى.

تقلل النباتات تركيز نواتج التجوية في مواقع التفاعل عن طريق إزالة العناصر أثناء تغذيتها (Trudgill 1977) مما يعزز إطلاق المزيد من العناصر عن طريق التجوية. يعمل الدمج في الأنسجة النباتية أو الميكروبية على تأخير فقدان المكونات القابلة للذوبان عن طريق الترشيح ، وهي سمة من سمات التدوير العضوي للعناصر (Anderson,1988).ions recycling.

2-3 دور المادة العضوية في عملية التجوية:

عرف (جريجوري 2006) المادة العضوية بأنها عبارة عن مواد نباتية وحيوانية في مختلف مراحل التحلل، حيث اعتبر جذور النباتات الحية والاحياء المجهرية جزءاً من مادة التربة العضوية.

وان المادة العضوية تعد احدى المكونات الاساسية في التربة حيث انها تمثل جزءاً من مكونات الطور الصلب للتربة والذي ينحصر في مكونين رئيسيين وهما المادة المعدنية للتربة والمادة العضوية لها، وتعد المادة العضوية احد مكونات التربة التي تؤثر كثيراً في صفاتها الفيزيائية والكيميائية والحيوية من خلال خصوبة التربة وانتاجيتها فهي احد اهم عوامل خصوبة التربة (رمضان واخرون 2012)

بعد ان يتم اضافة المادة العضوية الى التربة تبدأ عملية التحلل بواسطة الاحياء الدقيقة عند توفر الظروف الملائمة كالحرارة والرطوبة والتهوية وتفاعل التربة ، حيث تقوم هذه الاحياء بأكسدة المركبات ذات التركيب الكيميائي اولاً (المركبات البسيطة) مثل السكريات والاحماض العضوية وبعد ذلك تبدأ بتحليل المركبات المعقدة التركيب كالنشأ والسليولوز، اما مركبات اللكتين والبروتينات المعقدة التركيب التي لا تتحلل بسهولة فأنها تميل الى التجمع في التربة حيث يختفي التركيب الاصلي لها وتصبح المادة المتبقية بنية الى سواد اللون حيث تكون نسبياً مقاومة للتحلل يطلق عليها بالبدال (هيومس) والذي يعد مخزناً للمواد الغذائية التي تنطلق بصورة صالحة للنبات

يختلف محتوى التربة من المادة العضوية من تربة الى اخرى اعتماداً على الاستغلال الزراعي والظروف المحيطة بها حيث ان الترب الصحراوية يكون محتواها من المادة العضوية اقل من 0.1% بينما في الترب العضوية يكون محتواها 100% (جاد 2007)

واشار (الطائي 1968) الى ان محتوى الترب العراقية من المادة العضوية يكون منخفض وذلك بسبب زيادة عملية اكسدة المادة العضوية بفعل الظروف المناخية السائدة وقلة وتفرق الغطاء النباتي حيث ان الترب تتدرج في محتواها من المادة العضوية من الترب الصحراوية 0.1_1.2% الى ترب الوديان في المناطق الجبلية والتي تتراوح المادة العضوية فيها بين 1.1_2.7%. اشار (دعبول 2008) ان المادة العضوية تختلف نسبتها من افق الى اخر ضمن التربة الواحدة وان سبب هذا الاختلاف يعود الى اشتراك عوامل كثيرة تساهم في تحديد هذه النسبة إذ تتعلق بعض هذه العوامل بالظروف الجوية خاصة درجات الحرارة وكمية الامطار، حيث ان نسبة المادة العضوية

تزداد في التربة بزيادة كمية الامطار والتي تؤدي الى زيادة النباتات النامية بالتالي زيادة كمية المخلفات والبقايا العضوية الناتجة عنها، بينما ترتبط المادة العضوية بعلاقة عكسية مع متوسط درجة الحرارة السنوية وذلك باعتبار ان معدل عمليات الهدم يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة والتي بالتالي تعمل على زيادة التفاعلات الكيميائية وزيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة

بين فارس(1998) ان الاسمدة العضوية لها تأثير في اطوار التربة المختلفة، حيث انها تعد مخزن هام للمغذيات الرئيسية من نيتروجين وفسفور وبورون وعناصر صغرى اخرى وتعمل في التربة وايضا تزيد من CO_2 على زيادة السهة التبادلية للايونات الموجبة والسالبة وتحرر

قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء وتحسين بناء التربة من خلال زيادة ثباتية تجمعاتها وتيسر عمليات خدمة التربة وتقلل من القشرة السطحية للتربة وتزيد من تهويتها وذلك من خلال مساميتها وسرعة الماء المغاض فيها.

يُعد دمج النيتروجين والكبريت المضاف إلى التربة من الغلاف الجوي في الكتل العضوية آلية مهمة ومتجددة ذاتيًا ، حيث تبني هذه العناصر صوراً تعويضية. وهذا يضمن مستويات ثابتة ومعززة بشكل عام من إمداد الكائنات الحية بهذه العناصر. ومع ذلك ، فإن التدوير العضوي له أهمية كبيرة للعناصر المشتقة من التجوية للمواد الأم. أكد Nikiforoff (1959) على أهمية دمج الأيونات المتنقلة في الأنسجة العضوية ، وبالتالي حمايتها من الترشيح أو الانتشار في محلول التربة الخارجي. يصف Fortescue (1980) طبقة الدبال في الغابات ، ولا سيما تلك التي تحدث في مناطق الترشيح القوية أو افاق الغسل ، كحاجز بيوجيوكيميائي لفقدان العناصر عن طريق الترشيح.

تزداد أهمية التدوير الحيوي للقواعد في إنتاجية النظم البيئية مع تقدم درجة التجوية أو التكوّن الجذري ، على الرغم من إعادة تدوير كميات أصغر نسبية من القواعد في تربة شديدة التجوية (Simonson 1980؛ Miller 1984). تحدث الدورات العضوية أو التدوير الحيوي الأكثر فاعلية عندما يكون للنباتات الموجودة متطلبات عالية للقواعد ، مثل معظم الأنواع المتساقطة الأوراق ، ولا تزال المعادن القابلة للتجوية موجودة داخل منطقة الجذر أو قريبة منها. تعيد أنواع الأشجار نفايات الأوراق التي تحتوي على تركيزات عالية من الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم (Sanborn & Pawluk 1983) ، خاصة عند النمو على المواد الأم الجيرية.

يؤدي الامتصاص العالي للقواعد ، وخاصة الكالسيوم ، عن طريق النباتات إلى زيادة محتوى القاعدة فيها ودرجة الحموضة في الأفق العضوية ، ولكنه قد يقلل من الكالسيوم القابل للتبادل ودرجة الحموضة في التربة المعدنية (Alban 1982). ويعتمد حجم هذا التأثير على طبيعة المعادن المقاومة للتجوية داخل وقرب منطقة الجذر. حيثما توجد المعادن السهلة التجوية ، يمكن الحفاظ على تجهيز القواعد في التربة المعدنية على الرغم من عمليات النقل الرئيسية إلى الغطاء النباتي و سطح الغابات (Anderson, 1988).

إن التدوير العضوي للكربون والنيتروجين والفوسفور والكبريت هو العملية المهيمنة التي تحدد إمداد هذه العناصر الغذائية في جميع أنواع التربة الطبيعية تقريباً (غير المخصبة بشكل مكثف). وقد بينت الدراسات إلى أن التفاعلات بين الغرويات المعدنية والمواد العضوية والكاتيونات الممتزة أو القابلة للتبادل تعتبر مهمة لتخزين هذه العناصر وإعادة تدويرها. وتشير الدراسات التي أجريت على كل من الكربون المشع (Anderson & Paul 1984) والمتتبعات المشعة (Christensen & Sorensen 1985) إلى الأهمية الكبيرة للامتصاص أو الحماية بواسطة الطين لدورة العناصر. حيث زادت كمية C4 المضافة المحتفظ بها في المواد الدبالية بعد الحضانة لمدة خمس إلى ست سنوات مع زيادة محتوى التربة من الطين (Christensen & Sorensen 1985). تم التحقيق في فعالية أنواع مختلفة من معادن الطين في ربط البوليمرات العضوية في أنظمة النمذجة (Greenland 1965) ، ولكن من الصعب تطبيق هذه النتائج على بيئات التربة المعقدة. يبدو أن هناك اختلافات طفيفة فقط في القدرة على امتصاص المواد العضوية بين معادن المونتوريلونيت والإيلايت والفيرميكوليت وغيرها من المعادن من نوع المايكا (2: 1 الشبكية). ويتأثر الامتزاز بكثافة الشحنات على الأسطح ، لكن مساحة السطح المتاحة للامتصاص قد تكون عاملاً أكثر أهمية مع المعادن ذات الشحنة السالبة الصافية ، تعتبر الجسور الوسطية أو الموجبة من آليات الترابط المهمة (Greenland 1965). تختلف طبيعة الكاتيونات باختلاف نوع التربة ، حيث يسود الكالسيوم في التربة الأقل تعرضاً للعوامل التجوية مثل Mollisols ، والحديد والألمنيوم الأكثر أهمية في التربة شديدة التجوية أو التربة المتكونة على الرماد البركاني. يختلف الكاولينيت والمعادن المشابهة ، مع وجود شحنات موجبة على حافة شبكة الكاولين ، مما يمكن هذه الطين من التعقيد بمركبات أنيونية.

خلصت دراسة (McKeague et al. 1986) إلى أن المجمعات العضوية والمعدنية لها دور رئيسي في نشوء التربة حيث يتم تضمين مجموعة واسعة من المواد العضوية ، من الأحماض

العضوية البسيطة إلى معقدات عالية الوزن الجزيئي مثل الأحماض الدبالية. وبشكل مشابه ، تحدث مجموعة واسعة من التفاعلات. بعض العمليات التي تنطوي على أحماض عضوية بسيطة أو مواد مخلبية تجعل مكونات التربة المعدنية أكثر قابلية للذوبان وقابلية للحركة. ويبدو أن المركب العضوي المعدني يعمل على تثبيت المكونات الدبالية المتحركة ويبني أشكال عضوية ذات أهمية لدورة المغذيات على المدى المتوسط (Anderson & Paul 1984) ، بينما تؤدي التفاعلات المختلفة قليلاً إلى تعقيد المواد الدبالية عالية المقاومة في أشكال بيولوجية محدودة الأهمية.

يمكن توضيح هذه الاختلافات في نوع المواد المتفاعلة والتفاعلات أو العمليات من خلال النظر الى تلك التي تحدث في آفاق التربة والمقدرات في البيئات المختلفة (McKeague et al. 1986). الإضافات تحت الأرض من المخلفات العضوية هي السائدة في رتبة Mollisols ، حيث يكون التحلل سريع نسبياً ، وتكون المكونات الدبالية ذات وزن جزيئي مرتفع ، فضلا عن غناها بالمواد المغذية وتعقيدها مع الغرويات المعدنية من خلال مجموعة متنوعة من تفاعلات الامتزاز. تعتبر هذه المكونات غير متحركة ويكون انتقال المواد العضوية بطيئا. تختلف هذه العمليات كثيرا في تربة Spodosol حيث تتطور الآفاق العضوية على سطح التربة ، ويكون التحلل بطيئا نسبياً وتتشكل المواد الدبالية ذات الوزن الجزيئي المنخفض ثم تنتقل هذه المكونات البسيطة إلى الآفاق المعدنية والتي تنشط فيها عمليات التجوية والخلب ونقل العناصر. ويظهر هنا أن العامل الرئيسي المتحكم هو درجة ارتباط المواد العضوية بالغرويات غير العضوية أثناء التحلل. وعندما تتطور نتائج الارتباط الوثيق ، سواء نتيجة الإضافة تحت الأرض أو الاختلاط بواسطة احياء التربة ، تتطور المواد العضوية والآفاق الغنية بالمغذيات والتي تعتبر ذات أهمية كبيرة لدورة المغذيات. في المقابل ، يحدث التحلل بشكل منفصل عن التربة المعدنية ، كما هو الحال في الآفاق العضوية في العديد من ترب الغابات ، وتتشكل المواد الدبالية المتحركة والأكثر قابلية للذوبان والتي تنشط في التجوية وترشيح العناصر الغذائية.

يؤدي التحلل المستمر والاستخدام البيولوجي للدبال الغني بالطاقة والمغذيات إلى تكوين مواد شديدة التحلل وعالية المقاومة وذات أهمية بيولوجية محدودة. والذي خزان طويل الأمد لأي مغذيات تظل معقدة داخل هذه المكونات الدبالية. الطبقات العضوية السطحية المتحللة بشدة والتي تتراكم في البيئات الباردة لتربة التندرا ، والطبقات الأكثر دبالا في رتبة Spodosols ، تربط نسبة كبيرة من الخزين الغذائي الموجود داخل تلك النظم البيئية (Everett & Brown 1982).

2-4 تجوية وتحولات معادن الطين

تم إنجاز قدر كبير من العمل على تجوية معادن الميكا نظراً لأهميتها كمصدر مهم لـ K في التربة للنباتات. من المعروف منذ فترة طويلة أن هناك تبايناً حاداً في قابلية التأثر بالتجوية لمعدن البيوتاييت مقارنةً بالمسكوفيت. البيوتاييت يتجوى بسهولة شديدة وقد تتطور إلى مراحل متقدمة حتى في قاعدة مقد التجوية. وبالتالي ، يمكن تحويل المعدن مباشرة إلى كاولينايت ويمكن تجاوز التحولات المبكرة والأقل تطرفاً ، مثل التحول الكلي إلى الفيرميكولايت vermiculitization. على النقيض من ذلك ، غالباً ما يكون المسكوفيت مقاوماً للغاية لعوامل التجوية وقد يستمر دون تغيير في الجزء العلوي من المقد المجوى ، حتى في التربة القديمة. لذلك ، من الأنسب النظر في تجوية الميكا من حيث درجة تغيير الهيكل بدلاً من موضع المعدن في مقد التجوية.

يعتبر تفاعل vermiculitization هو أبسط أشكال التجوية لمعدن البايوتاييت biotite ويتضمن فقط تبادل الطبقة البينية K من الميكا بأيونات المحلول الخارجي. خلاف ذلك ، يتم الحفاظ على السلامة الهيكلية الكاملة (Barshad, 1948). هذا التفاعل هو عملية يتم التحكم فيها بآلية الانتشار ويمكن تحقيقه بسهولة في المختبر (RausellColom et al. 1964) ، على الرغم من أن استمراره سيعتمد ، إضافة إلى أمور أخرى ، على تركيز K في المحلول الخارجي (Martin & Sparks 1985). تركيزات المحلول الحرج K عند 25 درجة مئوية لعملية vermiculitization على رقائق بحجم 10-20 ملم من البيوتاييت والمسكوفيت في كلوريد الصوديوم لتكون 11 و 0.1 مجم / لتر على التوالي (Scott & Smith 1966; Newman 1969). عند مستويات البوتاسيوم الأعلى ، سيتوقف تفاعل vermiculitization ، مما يوفر سبباً محتملاً لسبب كون المسكوفيت أقل عرضة للتجوية من البيوتاييت. تمت دراسة التجوية الطبيعية للبيوتاييت بشكل مكثف منذ العمل الكلاسيكي لـ Walker (1949) ، مع التركيز بشكل خاص على عملية vermiculitization نفسها ، بالإضافة إلى الجوانب المرتبطة بها مثل أكسدة الحديد ثماني السطوح ، الآلية المتضمنة في تقليل شحنة الطبقة ، تطوير الهياكل المتداخلة ، وتحويل البيوتاييت إلى "كلوريت" أو سميكتاييت.

يمكن أن تحدث عملية تكوين الفيرميكولايت من البيوتاييت في أي مرحلة من مراحل التجوية وقد تتضمن تغييرات هيكلية أخرى. قدم (Moon et al. 1994) دليلاً لإثبات أن فقدان شحنة الطبقة أثناء عملية تكوين الفيرميكولايت للفلوجوبايت تضمن فقدان Al من طبقة رباعي السطوح

وزيادة تدريجية في Al (استبدال Fe²⁺ و Mg) في طبقة الاوكتاهدرا خلال المراحل المبكرة من التجوية. تم اقتراح آلية مماثلة في وقت سابق من قبل Fordham (1990b) لشرح تحويل البيوتات إلى معادن طينية ثنائية الاوكتاهدرا في تربة متطورة على الجرانيت (النيس). وتم تشخيص كل من الفيرميكوليت ثنائي الاوكتاهدرا والمعادن الشبيهة بالسبيكتات في المقام الأول على أساس التحليل الدقيق للمجس الالكتروني electron probe microanalysis ، والتشخيص يبدو ضروريا بسبب عدم اليقين الذي ينطوي عليه تحديد معادن الطين بهذه الطريقة. ومع ذلك ، قد تشكل السبيكتات بالتأكيد كنتيجة لتجوية البيوتات كما خلص إليها Ismail (1969, 1970) في ظل الظروف الجافة والقلوية و Kapoor (1972) في ظل الظروف الحامضية الرطبة. وسبقهم MacEwan (1954) في وصفه السبيكتات ثلاثي الاوكتاهدرا المشتق عن طريق التجوية للبيوتات في التربة سيئة الصرف.

ربما ينبغي التأكيد على أنه قد يتم تجاوز عملية vermiculitization في ظل ظروف التجوية الأكثر كثافة وقد يحدث تحويل البيوتات مباشرة إلى الكاولينيت (De Kimpe & Tardy ، 1968). لكن في الواقع ، قد يكون البيوتات شبيها تماما للكاولينيت (Mitsuda, 1960) وقد يحدث هذا التحول في غضون بضعة سنتيمترات من الصخور الحديثة (Eswaran & Heng ، 1976). غالبًا ما تشير المظاهر البصرية للبيوتات الكاوليني kaolinized biotite إلى وجود علاقة موجهة بين المرحلتين وقد تم تأكيد ذلك من خلال صور الأشعة السينية احادية البلورة (Wilson ، 1966 ، Tzuzuki et al. ، 1968). تم اقتراح للكاولينيت الموجه ذي النشوء الفوقي ، حيث يعمل السطح القاعدي للبيوتيت كقالب لنمو الكاولين ، من قبل (Wilson, 1966) و (Banfield & Eggleton , 1988) ، لكن الدراسات الأخرى اشارت إلى أن النمو السطحي يتضمن استبدال البيوتات بالكامل بالكاولينيت ممكن أيضًا العديد من الدراسات اكدت جدوى أنماط المنشأ المختلفة هذه. ، اما (Dong et al. (1998) فقد قدم دليل المجر الالكتروني النافذ TEM لإظهار أن طبقة واحدة من البيوتات تغيرت إلى طبقتين من الكاولين. من ناحية أخرى ، أظهر Jeong (1998, 2000) ، أن تجوية البيوتات إلى الكاولينيت تتضمن زيادة في الحجم تصل إلى 9 أضعاف ، مما يشير إلى مصدر خارجي لـ Al (ويفترض Si) ونمو الكاولين على متعدد الواجه الذي توفره الأسطح القاعدية للبيوتات. وبناء عليه فمن المنطقي الاعتقاد بأن الكاولينيت المرتبط برفائق المسكوفيت المقشرة تتشكل أيضًا بالآلية النشوء الفوقي epitactic mechanism ، لكن

الدليل TEM والأدلة التحليلية يفضلان النشوء السطحي topotactic origin في حالتين متزامنتين (Robertson & Eggleton، 1991؛ Singh & Gilkes، 1991).

يمكن للبيوتاييت أيضاً أن يتجوى في التربة كنتيجة مباشرة لامتناس البوتاسيوم بين الطبقات interlayer k بواسطة النباتات أو عن طريق التحلل بواسطة الأحماض العضوية التي تفرزها الجذور النباتية أو الفطريات أو البكتيريا. بين (Mortland et al. (1956) أن البيوتاييت ، الذي تم اضافته كمصدر وحيد لـ K في تجربة اصص مزرعة بالقمح ، قد تم تحوله تقريبا بالكامل إلى بنية A 14 (الفيروميكولايت)، وهو تحول مصحوب باستنزاف إجمالي 5.8 إلى 2.8 K %) وزيادة في CEC من 11 إلى 54 ميلي مكافئ / 100 غرام وحصل (Spyridakis et al. (1967) على نتيجة مماثلة عندما قام بتنمية شتلات الأشجار الصنوبرية والمتساقطة خلال فترة 13 شهراً في مزارع رملية مع البيوتاييت كمصدر وحيد لـ K و Mg. بالإضافة إلى ذلك ، وبينوا أن معظم الأنواع التي تم اختبارها أنتجت الكاولينايت . ، كما اثبتت ذلك من خلال نتائج XRD لتحديد معدن الطين ، ومما تجدر الإشارة اليه أن مثل هذا التكوين السريع للكاولينايت لم يتم اثباته عليه من قبل باحثين آخرين. التفسير المحتمل لنتائج (Spyridakis et al. (1967) هو أن الرمال المستخدمة في تجاربهم ربما تكون نفسها ملوثة بالكاولين.

تم اختبار التأثير المباشر للأنواع الفطرية على تجوية الميكا بواسطة (Weed et al. (1969). في النظام التجريبي المستخدم ، وجدوا أن البيوتاييت يمكن أن يتحول الى الفيروميكولايت بشكل كامل ، حيث تعمل الفطريات كمجرد مستودعات للبوتاسيوم K وحيث تم استبدال K بـ Na في المحلول الخارجي. والذي رافقه نشاط طفيف لعملية vermiculitization للمسكوفاييت ولكنه معنوي. وعندما كانت الفطريات على اتصال مباشر مع الميكا ، لم يكن استنزاف البوتاسيوم K من المعادن ملحوظاً ولكن كان لا يزال من السهل ملاحظته. وقد أظهر (Mojallali & Weed (1978)) تأثير فطريات فول الصويا الفطرية على التجوية في البيوتاييت لتعزيز عملية التجلط التي تحدث بشكل خاص عند حافة الرقائق بحجم الرمل. ومع ذلك ، بالإضافة إلى استنفاد K ، كان هناك أيضاً فقدان لـ Al و Si ، مما يشير إلى إعادة ترتيب هيكلية أكثر وضوح. كما تم حصول الانهيار الكامل للبيوتاييت إلى ناتج غير متبلور بعد التلقيح بواسطة فطر (Boyle et al. (1967) وعزى ذلك إلى إنتاج حامض الأكساليك والستريك. كما أن التجوية الفطرية للبيوتاييت على شتلات Pinus sylvestris المزروعة في تجارب اب باستخدام تربة الغابات تُعزى أيضاً إلى

أحماض الأكساليك والستريك التي تفرزها الفطريات (Wallander & Wickman، 1999؛ Wallander، 2000).

يتحول الكلوريت تدريجياً إلى الفيرميكلوليت ، من خلال طبقات متداخلة بينيا من الكلوريت والفيرميكلوليت ، ثم يتحول كلياً في النهاية إلى الكاولينيت مصحوباً بحبيبات دقيقة من أكاسيد الحديد. تتميز عملية vermiculitization باستنزاف الحديد والمغنيسيوم وفقدان طفيف لـ Al. تمت دراسة هذه العملية بمزيد من التفصيل بواسطة (Banfield & Murakami، 1998) باستخدام المجهر الإلكتروني عالي الدقة TEM. وظهرت الصور لعملية vermiculitization بواسطة ميكانيكا الحالة الصلبة المستمرة والتي تنطوي ، بالتالي ، على انحلال غير متكافئ وتفضيلي لصفحة البروسيت. تم اقتراح أن هناك ميلاً لإزالة كل طبقة بروسيت في المرحلة الثانية مما يؤدي إلى تكوين معدن مستطبق شبه منتظم هو كلوريت-فيرميكلوليت. ثم تطورت هذه العملية من خلال التغيير إلى ترتيب بشكا اصطفاة نوع IIa منخفض الطاقة للطبقة البينية للفيرميكلولايت ، وبالتالي زيادة ثبات الطبقات البينية المجاورة بسبب انخفاض التنافر بين كاتيونات الطبقة البينية والصفائح الرباعية السطوح المجاورة. كما أن أكسدة الحديد وطرده من مواقع ثماني السطوح لتقليل شحنة الطبقة ، كما هو الحال في تحول البيوتايت إلى تحول الفيرميكلوليت ، لم يتم تأكيدها أو الاعتقاد بها في هذا التحول. وقد وصف (Aspandiar & Eggleton، 2002a,b) أيضاً التحول السطحي للكلوريت إلى المعدن المستطبق كلوريت-فيرميكلوليت (كورنسايت) في الصخور البازلتية المجاورة وتضمن آلية مماثلة لميكانيكية لاخذها بنظر الاعتبار في الاصطفاة المنتظم stacking arrangement. وتجدر الإشارة إلى أن جميع الدراسات المذكورة أعلاه تضمنت التجوية للصخور المتحولة حرماًياً . في هذه الظروف ومع الأخذ في الاعتبار تكون المعادن الكلورايتية المتداخلة في من صخور البازلت (Shau et al.، 1990) وحتى المعادن الشبيهة بالفيرميكلولايت في متواليات متحولة منخفضة الدرجة lowgrade metamorphic sequences (Ruiz Cruz، 1999) ، من الواضح أنه من الحكمة التمييز بشكل لا لبس فيه بين آثار التحول الحرماًئي وآثار التجوية.

ان مراجعة عمليات ونواتج ومعدلات التجوية للمعادن المكونة للصخور الأولية (باستثناء الكوارتز) في سياق الظروف المختلفة المميزة لمقد التجوية كامل التطور. في بيئة مغلقة وقريبة من التوازن في الصخور المتجمدة في قاعدة المقد ، وجد أن الاولفين والبيروكسين والأمفيبول والكلوريت يتحولان إلى حد كبير بواسطة آلية النشوء السطحي topotactic mechanism

للحالة الصلبة إلى أشكال كاذبة من معادن طينية ثلاثية الأوكتاهدرا قابلة للتمدد (smectites) ، الفيرميكيولايت والمعادن المتداخلة) ، بالإضافة إلى معادن أكسيد الحديد (الحيوثايت والهيمايت). تظهر علاقات الاتجاه أن هناك علاقة بنائية وثيقة بين المعدن الاصلي ونواتج التجوية. كما المعادن الطينية ثلاثية الأوكتاهدرا المتكونة في قاعدة مقد التجوية عادة ما تكون سريعة الزوال ونادراً ما تستمر في الظروف الأكثر انفتاحاً والبعيدة عن التوازن التي تتميز بها معظم الترب والتكوينات الجيولوجية. بالإضافة إلى ذلك ، لا يمكن أن تحدث التفاعلات في الصخور المتأثرة بعوامل إلا في المواقع الدقيقة التي يمكن للمياه الوصول إليها عبر الشقوق الدقيقة والممرات الأخرى ، بحيث لا تتأثر بهذه الطريقة إلا نسبة (ربما نسبة صغيرة) من معدن معين. علاوة على ذلك ، بمجرد تفكك الصخور المتجمدة إلى سابروليت في قاعدة مقد التجوية ، فإن المعادن الأولية تتعرض لمزيد من الظروف الخارجية الأكثر تأثيراً.

فيما يتعلق بتحليل الفلسبار في الصخور ، هناك القليل من الأدلة على أن المعادن الطينية المتكونة تحمل علاقة بنيوية وثيقة مع المعدن الأم ، وهو أمر مفهوم مع الأخذ في الاعتبار إعادة الترتيب الجذرية التي يجب أن تشارك في تحويل الهيكل الشبكي - إلى بنية طبقة. يبين الجزء الأكبر من الأدلة إلى أن تكوين معادن الطين ، عادة ما تكون سمكتايتية أو هلوسايتية ، من الفلسبار في الصخور التي تعرضت للتجوية يتضمن ترسيب طور غير متبلور Wilson,2004.

2-6 علاقة التجوية بتطور التربة

ان الاختلافات بين الترب ترجع إلى الاختلافات في عوامل تكوينها التي تشمل المادة الأم ، والموقع الطبوغرافي ، درجة الانحدار ، وتوزيع الرطوبة ، والغطاء النباتي ، والزمن (Birkeland, 1999; Dengiz and Usul, 2018) خاصة ان تغييرات المواد الأم تؤثر على العديد من خصائص التربة في الظروف المحلية بسبب تباينها المعدني والنسيجي. ومن خلال النظر إلى مؤشرات التجوية والبيانات الجيوكيميائية والمعدنية ، تستخدم للتقييم البيدولوجي بهدف تحديد الخصائص المعدنية والجيوكيميائية الفردية للأراضي القاحلة ذات مواد الاصل المختلفة والواقعة في موقع طبوغرافي مماثل ، مع ظروف مناخية مماثلة ، واستخدام الأراضي والغطاء النباتي.

يعتبر اتجاه وشدة التجوية من العلامات التشخيصية المهمة لعمليات تكوين التربة وتغير المناخ وتشمل تجوية التربة العمليات الفردية لإذابة معادن المادة الأم ، وإزالة وحركة العناصر الكيميائية

المتحررة ، وتكوين معادن جديدة ، والترامك النسبي ، وتمييز نواتج التجوية ذات المرحلة الصلبة. القوى الدافعة الرئيسية لعوامل تجوية التربة هي التفاعلات الكيميائية للأكسدة والتأدرت ، الذوبان والتحلل المائي. لإعادة بناء تشكيل paleosols ، فإن التحلل المائي لمعادن السيليكات هو واحد من العوامل المهمة (Retallack ، 2001 ، Sheldon and Tabor ، 2009). في خطوط العرض المعتدلة ، تكون هذه العملية أبطأ بكثير من عمليات التجوية الكيميائية الأخرى ، مثل انحلال الأملاح وأكسدة معادن الحديد وترطيبها في الوقت نفسه ، فإن تحطيم معادن السيليكات الأولية لا رجعة فيه ويظهر نتيجة تأثير عوامل التجوية على البروتوليث protolith ، في حين أن المعادن الأخرى (الأملاح القابلة للذوبان بسهولة ، والكالسيت ، والحديد ، ومعادن المنغنيز) يمكن أن تتشكل مرة أخرى في ظل مناخات معينة (Alekseeva et al., 2007).

ان المؤشر الكمي لتجوية معادن السيليكات يمكن حسابه على اساس كمية العناصر المفقودة والمتراكمة ، حيث يؤدي التحلل المائي إلى إزالة انتقائية للعناصر القابلة للذوبان والمتحركة من مقد التربة ، بينما تثري العناصر الأقل قدرة على الحركة الأفاق العليا (Sheldon and Tabor ؛ Obreht et al. ، 2019). ويمكن للكاتيونات المرتبطة بشكل اضعف مثل Na^+ و K^+ أن تتسرب من معادن الفلدسبار ، بينما تبقى عناصر الألومنيوم والسيليكون الهيكلية سليمة. يعد الجهد الأيوني أحد العوامل المهمة التي تؤثر على تنقل العناصر ، الذي يُعرّف بأنه الشحنة الأيونية مقسومة على نصف القطر الأيوني. كما العناصر ذات الإمكانيات الأيونية المنخفضة ، مثل Ca و K ، ان تفقد من التربة بشكل سريع أثناء الترشيح مقارنةً بـ Al و Fe و Ti .

2-7 دور الاستغلال الزراعي في نشاط عملية التجوية لمعادن التربة وحركة العناصر منها

يعتبر العالم الروسي Jenny اول من درس دور الاستغلال الزراعي في تكوين وتطور التربة وقد اكد ذلك من خلال تجربة طويلة الامد long-term experiment استمرت لمدة 50 سنة بدأت 1941 وانتهت 1991 حيث قام هذا الباحث بتثبيت جميع عوامل تكوين التربة مع تغيير عامل الاستغلال الزراعي حيث كانت التربة الالى مزروعة باشجار الغابات والثانية بالمحاصيل الحقلية العشبية ، وبعد تشريح الترتين بعد انقضاء مدة التجربة وجد هنالك اختلافات جوهرية في افاق بيدونات الترتين من ناحية عدد وسمك الافاق وكذلك الاختلاف في بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية والمعدنية ، ومن هذا المنطلق توالى الدراسات لاحقا والى يومنا هذا واثبتت في مجملها

ان هنالك ادوارا مهمة يلعبها الاستغلال الزراعي في خصائص الترب من ناحية الاختلاف في نوع الغطاء النبات من جهة وكذلك وجود غطاء نباتي من عدمه من جهة اخرى (المشهداني ، 1994).

ان وجود النبات في التربة يغير المحيط البيئي لها ويعمل على تغيير هذا المحيط بطريقتين : الاولى من خلال اضافة المادة العضوية للتربة بشكل مباشر ، وكذلك الافرازات العضوية التي تطلقها الجذور root exudate والاحياء المرافقة والتي تغير من الوسط الكيميائي للتربة نحو الحامضية او القاعدية تبعا لطبيعة هذه الافرازات ومحتوى الاحماض العضوية فيها والتي تعمل على التفاعل مع الجزء المعدني من التربة وتشجع عملية التجوية باليات الاذابة والتحلل المائي والاكسدة والاختزال والتأدرت وغيرها ، اما الطريقة الثانية فهي من خلال امتصاص الايونات الذائبة في محلول التربة والتي تسبب انخفاض في الجهد الكيميائي لمحلول التربة مما يشجع انطلاق عناصر جديدة من السباك البلورية للمعادن والذي يشجع عملية التجوية .

ان طبيعة استغلال التربة والظروف التي ترافقه تعزز بشكل كبير تجوية المعادن وتحولاتها كما فضلا عن حصول حالة وسطية يمكن ان تنتج بفعل هذه التغيرات، والتي يطلق عليها حالة الاستطباق او المعادن المتداخلة Interstratifications (الجاف، 2006) وتتعرض العديد من المعادن المتواجدة في محيط الجذر او مايسمى بمنطقة الرايزوسفير ومنها معادن المايكا ومعادن الفلدسبار الى انواع متباينة من التجوية سواء كانت فيزيائية او كيميائية او بايولوجية، وتلعب هذه الانواع من التجوية دورا محوريا واساسيا في تحولات هذه المعادن و طبيعة نواتج التجوية والتي يمكن اظهارها من خلال الخصائص الشكلية . morphological features وكما هو معروف فأن المعادن الطينية تتكون وحداتها البنائية من وحدات التتراهدرا 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 minerals

Interstratified

يعد التكوين المعدني للترب عاملا اساسيا في تحديد مدى جاهزية العناصر المغذية للنبات فيها ، ومدى خصوبة و انتاجية الترب واللذان يشكلان مرتكزا اساسيا في عملية ادارة الترب . ان العديد من الدراسات التي اجريت على الترب العراقية لعنصر البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم وخصوصا في مجال كيمياء التربة وخصوبتها ، كانت تميل الى ربط معظم نتائج التغيرات الكيميائية والخصوبية ، وعلى وجه التحديد فيما يخص سلوكية هذه العناصر ، مع التغيرات التي

تطراً على الخصائص المعدنية في تلك الترب ، لكن الامر يرافقه شيء من الصعوبة والتعقيد عند تعلق الامر بالمنطقة الجافة وشبه الجافة ، اذ ان غالبيتها تواجه صعوبة في تحديد درجة او شدة تلك التغييرات المعدنية ، لاعطاء التفسيرات الواضحة والدقيقة لسلوكية العناصر في تلك الترب ، ومن غير المعقول اطلاقاً ان طبيعة استغلال تلك الترب ، وما يرافقها من ظروف محيطية تجعل منها كافية لتجوية معدن رئيسي الى معدن رئيسي اخر مباشر ، دون الاخذ بنظر الاعتبار وجود حالة وسطية يمكن ان تنتج بفعل تلك التغييرات ، والتي يطلق عليها حالة الاستطباق . Interstratifications

8-2 استخدام مدخل الحركيات في دراسة التجوية وجاهزية العناصر الغذائية

تعرف عملية التحرر بأنها عملية انطلاق العناصر الممتزة لذلك تسمى ايضاً بعكس الامتزاز desorption (عواد ، 1986) وحيث ان هذه العملية ترتبط بشكل مباشر او غير مباشر بعملية الامتزاز adsorption للعناصر الغذائية في التربة لذلك فأنهما يتحكمان بجاهزية هذه العناصر للنبات فضلاً عن تأثر هاتين العمليتين بخواص التربة لاسيما التركيب المعدني كما ونوعاً وكمية المادة العضوية (Rao et al ., 1997).

أشار (Su and Suarez (1997) ان ميكانيكية الامتزاز وعكس الامتزاز تتحكم في توزيع العناصر بين طوري التربة الصلب والسائل وهذه الميكانيكية تكون مهمة لفهم سلوك هذه العناصر في التربة وجاهزيتها للنبات .وقد درست تفاعلات عكس الامتزاز (التحرر) لبعض العناصر في التربة بشكل اقل مقارنة بتفاعلات الامتزاز (Wild and Mazaheri , 1979).

أن استخدام المعادلات الحركية (Kinetic Equations) من قبل المختصين يعتبر من افضل الوسائل لدراسة تحرر وامتزاز الايونات في التربة كدالة للزمن وان المدخل النظري لدراسة تحرر الايون في التربة يكون من خلال تطبيق قوانين السرعة (Differential Rate Laws) لغرض حساب معامل التحرر Kd (Sparks, 1992) . ان استخدام المعادلات الحركية كما أشارت اليه العديد من الدراسات يعتبر وسيلة جيدة لوصف تحرر العناصر الغذائية من التربة (1993, Hundal and Pasricha) . ويمكن تحديد افضل المعادلات في الوصف الرياضي لعملية التحرر بالاعتماد على عدة مؤشرات احصائية منها قيم اعلى معامل ارتباط (r) ومعامل التحديد (R²) وقيمة (t) وقيمة أقل خطأ قياسي (SE) (AL-Ameri , 2001, 2013 Sparks, 1986) . ومن هذه المعادلات الحركية ما هو مبني على أسد الكيمياء الحركية الافتراضية (Chemical

(Kinetic Assumption) ومن خلال ثوابت هذه المعادلات يمكن تسير سرعة امتزاز او انطلاق العناصر الغذائية والثقيلة من الترب:

ان نظام التربة والنبات نظام غير ثابت ، وان اهم التفاعلات الحركية الكيميائية للبتواسيوم السائدة في التربة هي الامتزاز والتحرر والتجوية والاذابة (Sparks , 1992). وان السبيل الامثل لوصف امتزاز وتحرر الايونات في التربة هو استعمال مدخل الحركيات الكيميائية الذي جاء استجابة لدعوة باحثين بضرورة التحول من المعايير التقليدية الى المعايير الحركية لوصف التفاعلات الحركية لعدد من الايونات ومنها البوتاسيوم (Mengel and Dau , 1998 و 2000) Sparks .

وبين Mengel و Uhlenbecker (1993) و Mengel (2000) بان من غير الضروري حساب الكمية التقليدية وتقويمها وانما السرعة التي يتحرر بها البوتاسيوم باتجاه جذور النبات من اجل الوصول الى تقويم شامل ودقيق لحالة وقدرة تجهيز البوتاسيوم من الترب مما يتطلب التحول باتجاه القياسات الحركية .

وبالفعل فقد استعمل مفهوم الحركيات من قبل المهتمين بموضوع تفاعلات الايونات المغذية في التربة لاجل فهم التفاعل المستمر للايونات في محلول التربة مع الزمن ، وكذلك معرفة سرعة التفاعلات لهذه الايونات والى معرفة مصيرها الذي ستؤول اليه (الزبيدي والعبيدي , 2001) ، فضلاً عن أن هذا المفهوم يعطي معلومات حول ديناميكية التفاعلات بين مكونات التربة مثل الطين والسماذ المضاف مقاسة مع الزمن والتي تتحكم بشكل كبير في جاهزية السماذ المضاف وامتصاصه من قبل النباتات (Wani و Datta ، 2007) .

ان المدخل النظري لهذا المفهوم يستند على قوانين السرعة التي تعتمد سرعة التفاعل والتي تكون في حالة تناسب مع تراكيز المواد المتفاعلة والناججة من التفاعل . وان الهدف من تطبيق قوانين السرعة هو حساب معامل سرعة التفاعل (K_d) و نصف عمر التفاعل ($t_{1/2}$) ، وهما صفتان مهمتان في وصف سلوك التربة الديناميكي وقدرتها على مواجهة التغيرات التي تحصل لحالة الاتزان المهمة جدا في تغذية النبات (Mengel و Wiechens ، 1979) .

ان معدل سرعة تحرر البوتاسيوم يمكن وصفه من خلال المدخل الحركي بادخال عامل الزمن ، وقد اشار Mengel و Rahmatullah (1992) الى امكانية دراسة تحرر العناصر

المغذية من التربة باستعمال معامل السرعة Rate Coefficient ، وان هذه القيمة تستعمل لوصف سرعة تحرر العناصر المغذية عبر استعمال معادلات رياضية وهي على نوعين :-

أ . معادلات رياضية ذات اسس كيميائية الحركات الصرفة
Chemical Kinetic equations وتشمل :-

1. معادلة الرتبة الصفر Zero order equation

2. معادلة الرتبة الاولى First order equation

3. معادلة الرتبة الثانية Second order equation

4. معادلة الانتشار Parabolic diffusion

ب. معادلات ذات طابع تجريبي وتشمل:-

1. معادلة ايلوفج Elovich equation

2. معادلة دالة القوة power function

وقد أشار Galdima و Silvertooth (1998) ومن خلال استعمال مفهوم حركات تحرر البوتاسيوم في تربة صحراوية في اريزونا الى ان معادلتى ايلوفج ودالة القوة كانتا اكثر ملاءمة في وصف حركات تحرر البوتاسيوم في حين لم تصف معادلتا الرتبة الاولى والانتشار بشكل مناسب تحرر البوتاسيوم من شكله غير المتبادل ، وأشار الباحثان الى ان الدراسات الحركية التي شملت التربة غير المتجوية نسبيا ، الكلسية والقاعدية للمناطق الجافة وشبه الجافة مازالت قليلة .

وأظهرت دراسة Xiao-Nan وآخرون (2002) ان معدل تحرر البوتاسيوم من التربة يمكن ان يوصف بمعادلة الرتبة الثانية ، ولاحظ ان معدل تحرر البوتاسيوم الابتدائي (عند الزمن الصفر) يرتبط بشدة مع استجابة نبات الذرة الصفراء للاسمدة البوتاسية ومستوى البوتاسيوم في تربة الدراسة ، ويمكن استعماله دليلاً في تقييم قابلية التربة على تجهيز البوتاسيوم . وقد اعطت معادلتا الرتبة الاولى ودالة القوة الوصف الأفضل لحركات تحرر البوتاسيوم من عشر تربة مختلفة (Jalali 6 2005).

واشارت نتائج Hosseinpour و Kalbasi (2002) ان معادلة انتشار القطع المكافئ ومعادلة دالة القوة والرتبة الاولى وصفت معدل التفاعل للبتواسيوم المتحرر من خلال ثماني عينات لترب مختلفة مشيرةً الى ان الانتشار هو المتحكم بميكانيكية التبادل .

وقد بين (Bedrossian و Singh 6 2006) ان معادلتى ايلوفج ودالة القوة وصفت بيانات تحرر البوتاسيوم بشكل جيد الا ان هناك انكسارات واضحة في المعادلتين تشير الى تحرر البوتاسيوم من مواقع مختلفة ، اذ ان التحرر الابتدائي السريع للبتواسيوم ناجم عن التبادل في السطوح الخارجية (External planner) ، بينما يشير التحرر البطيء في المراحل النهائية الى تحرر البوتاسيوم من المواقع الداخلية (Internal) التي يسيطر عليها الانتشار .

وقد وصفت معادلتا الانتشار والرتبة الاولى حركيات تحرر البوتاسيوم غير المتبادل في ست سلاسل ترب مختلفة في محتواها المعدني ومفصولي الطين والغرين مشيرة الى ان عملية الانتشار هي المسيطرة على حركيات التحرر في جميع ترب الدراسة (Rao وآخرون ، 2006) . وقد ظهرت افضل ملائمة لمعادلة الرتبة الاولى في ترب السمكتايت التي دلت على ان تواجد البوتاسيوم في مواقع Layer edge , Wedge zone وطبيعة انتفاخ الطين يسرت من عملية التبادل، في حين نجحت معادلة الانتشار في ترب الالايث ، اذ ان الكمية الواطئة من البوتاسيوم المتبادل على سطح الطين والكمية الكبيرة من بوتاسيوم الطبقات الداخلية سمحت باكبر كمية انحدار لعملية الانتشار .

وفي تجربة حقلية اجراها Xiao – Nan (2007) على نبات الذرة الصفراء باستعمال معاملتين سماديتين احدهما باضافة NP والثانية باضافة NPK باستعمال مستويات مختلفة من سماد كلوريد البوتاسيوم (33.3 و 125 و 187.5 كغم K ه⁻¹) ، ظهر ان معادلتى الرتبة الثانية وايلوفج وصفت تحرر البوتاسيوم بشكل ممتاز ، وان معادلات الرتبة الاولى ودالة القوة والانتشار ايضا وصفت تحرر البوتاسيوم بشكل جيد ، الا ان معادلتى الرتبة صفر والدالة الاسية كانت غير موفقة في عكس صورة تحرر البوتاسيوم .

اما على صعيد تحرر البوتاسيوم من بعض الترب العراقية فقد استعمل مدخل الحركيات بنجاح في دراسات عدة ، وتباينت النتائج التي حصل عليها الباحثون بخصوص تحديد المعادلة الاكثر ملائمة في وصف حركيات تحرر البوتاسيوم

(العبيدي ، 1996 ؛ سعد الله ، 1996 ؛ السامرائي ، 1996 ؛ الربيعي والقيسي ، 2000 ؛ الزبيدي والعبيدي ، 2001 ؛ جبر ، 2001 ؛ العبيدي واخرون ، 2003 ؛ السامرائي ، 2005 ؛ السعدي ، 2007 ، والبطاوي ، 2007) ، الا ان معادلات الرتبة الاولى والانتشار ودالة القوة كانت المعادلات الفضلى والأدق في وصف تحرر البوتاسيوم بشكل عام .

1-8-2 معادلة الرتبة صفر Zero order equation

ان هذه المعادلة تفترض ان تتركيز المواد المتفاعلة وسرعة التفاعل ثابتة خلال سير التفاعل وتظهر هذه المعادلة زيادة خطية في التركيز الناتج من التفاعل مع الزمن (Martin and Sparks ، 1983) ويتم الحصول على ثابت سرعة التفاعل K من ميل الخط المستقيم slope والصيغة الرياضية لهذه المعادلة هي:

$$C_0 - C_t = C_0 - K t$$

2-8-2 معادلة الرتبة الاولى first order equation

في هذه المعادلة تعتمد سرعة التفاعل على تركيز احد المواد المتفاعلة ويكون معدل سرعة التحرر للعنصر من الطور الصلب متناسباً مع عدد المواقع المشغولة على السطح (Martin and Sparks , 1983) والصيغة العامة لهذه المعادلة هي :

$$\ln(C_0 - C_t) = \ln C_0 - K t$$

3-8-2 معادلة الانتشار Intraparticle diffusion equation

وتعتبر هذه المعادلة من المعادلات الحركية التي تصف التحرر والتي بنيت على اساس فيزيائية واستخدمت من قبل العديد من الباحثين في مجال التربة وتنص على ان القوة الدافعة لعملية الانتشار لعنصر ما من الاسطح الخارجية للطور الصلب للتربة الى محلولها الخارجي تنشأ من الفرق بين

تركيز العنصر المتحرر وتركيزه في محلول التربة (Sparks , 1992) والصيغة العامة لهذه المعادلة هي :

$$C_t = C_0 - K t^{1/2}$$

حيث ان K_t : ثابت النموذج الحركي ($\mu g g^{-1} min^{-0.5}$) ويمثل معدل الانتشار داخل الدقائق.

4-8-2 معادلة ايلوفيج Elovich equation

وتعد من المعادلات الحركية التجريبية Empirical equation واستخدمت بشكل واسع لوصف حركيات امتزاز الغازات وتفترض هذه المعادلة زيادة طاقة الامتزاز مع زيادة السطح (Chien and Calyion ,1980) وهناك توزيع غير متجانس لطاقات الامتزاز والصيغة العامة لها كالآتي :

$$C_t = C_0 + K \ln t$$

5-8-2 معادلة دالة القوة fractional power equation

وهنا تتناسب الكمية المتحررة او الممتزة من العنصر تناسباً طردياً مع الزمن مرفوع الى اس معين (Sparks, 1986b) وصيغة هذه المعادلة هي :

$$\ln C_t = \ln C_0 + K \ln t$$

حيث أن :-

$$C_t = \text{كمية البوتاسيوم المتحررة عند الزمن } t \text{ (ملغم. كغم}^{-1}\text{)}.$$

$$C_0 = \text{كمية البوتاسيوم التي يمكن إن تتحرر عند الزمن صفر (ملغم. كغم}^{-1}\text{)}$$

$$K = \text{معامل سرعة تحرر البوتاسيوم (ملغم. كغم}^{-1}\text{ . يوم}^{-1}\text{)}.$$

$$t = \text{الزمن (يوم).}$$

اما كيفية حساب C_0 فكان من خلال تطبيق المعادلة الآتية :

$$1/C_t = 1/C_0 + b/t$$

ولتحديد المعادلة الرياضية الفضلى في وصف عملية التحرر تم حساب معامل الارتباط (r)
وقيمة الخطأ القياسي (SE) Standard Error المحسوبة على وفق المعادلة الاتية :

$$SE = [\sum (C^* - C_t)^2 / n-2]^{1/2}$$

من حيث أن :-

C^* = التركيز المحسوب من كل معادلة عند الزمن t.

C_t = التركيز الفعلي المقدر .

n = عدد مرات القياس .

9-2 استعمال المعالم الترموديناميكية للتعبير عن جاهزية العناصر في التربة

كان الاهتمام بالاتجاه الترموديناميكي من اجل الكشف عن حالات الاتزان الديناميكية التي تتحكم ما بين الصيغ المختلفة للعناصر ومن ثم تحديد مدى توافره للنبات. ويعد هذا الاتجاه مدخلا جيداً لكشف حالة وجاهزية العناصر المغذية ومنها البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم في التربة (Lindsay،1979). وان أهمية هذا المدخل قد اكدته ابحاث ودراسات عديدة وبينت ارتباطه الوثيق مع كمية العناصر الممتصة بايولوجيا والانتاج النباتي للعديد من المحاصيل الزراعية (Sparks and Liebhardt,1981) ; الربيعي , 1995 ; Nair وآخرون , 1997 ; الزبيدي والربيعي ، 2002 أ ; السامرائي ، 2005 ; السعدي ، 2007 ; Jalali ، 2007 b) . ومن الاتجاهات الحديثة الأخرى المستعملة هو استعمال مؤشرات الفعالية الايونية والطاقة الحرة والسعة والشدة والجهد والسعة التنظيمية (Woodruff ، 1955 a,b ، Beckett ؛ 1964 a,b و ؛ Sinclair ، 1979 ، Uribe و Cox ، 1988) وعلى ضوء هذه الاتجاهات فقد صنفت عدد من ترب العراق الى مجاميع مختلفة طبقاً لقيم الطاقة الحرة والسعة التنظيمية ، وتمت التوصية بضرورة استعمال المعايير الترموديناميكية لتوصيف حالة وسلوكية العناصر الغذائية ومنها البوتاسيوم في التربة كونها تخدم ادارة الترب الزراعية على الامد القريب والبعيد(الزبيدي والربيعي،2002ب).

2-9-1- مؤشر الفعالية الأيونية Ionic activity

استعملت معلمة الفعالية الايونية في أبحاث عدة لتقييم جاهزية بعض العناصر المغذية ومنها البوتاسيوم لوجود علاقة واضحة بين فعالية الأيون في محلول التربة وكميته في النبات (Sposito ، 2008) . وتعد الفعالية الايونية من صفات التربة الكيميائية المؤثرة في جاهزية العناصر

(Yang و Skogley , 1989) . اذ تعكس هذه المعلمة تأثير نوع وتركيز مكونات محلول التربة في فعالية العناصر الغذائية لاسيما الصيغته الذائبة في محلول التربة وهي مقياس لنشاط الأيون او تمثل الجزء من الأيون الذي يشارك بشكل فعال في التفاعلات والذي يمتصه النبات بشكل رئيس ، وتعد قيمة الفعالية الايونية اساسية في حساب جميع المعالم الثرموديناميكية الاخرى (Sposito ، 2008) .

وقد اتجهت بعض الدراسات الى تقدير فعالية كل من البوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم في المحاليل المتزنة ، اذ ان التداخلات بين البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم كثيرة وشائعة كون تلك الايونات الموجبة لها صفات كيميائية نوعية لدرجة تجعلها متشابهة كي تتنافس على مواقع الامتزاز على سطوح جذور النبات والامتصاص والنقل (Fageria وآخرون ، 1991) .

وقد استعملت منذ أمد بعيد نسبة فعالية أيون البوتاسيوم الى الجذر التربيعي لفعالية ايون الكالسيوم والمغنيسيوم في مستخلص التربة أو نسبة الفعالية للبوتاسيوم في محلول الاتزان دليلاً جيداً للتعبير عن جاهزية البوتاسيوم في الترب (Wild وآخرون ، 1971 و Al- Bassam وZubaidi ، 1992) .

وقد وجد Yang و Skogley (1989) علاقة خطية ومعنوية بين فعالية ايون البوتاسيوم والاضافات السمادية ، وان فعالية البوتاسيوم قد زادت بارتفاع درجات الحرارة مشيراً الى ان جاهزية البوتاسيوم تكون اعلى في درجات الحرارة المرتفعة نسبياً (20م) .

2-9-2- مؤشر الطاقة الحرة Free energy

ان استخدام قياس الطاقة الحرة لدراسة جاهزية ماء التربة مهد الطريق للباحثين على محاولة تطبيقها في دراسات جاهزية بعض العناصر المغذية للنبات مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم بشكل اخر (Beckett , 1971) .

لقد حاول Woodruff (1955 a و b) ربط مفاهيم ثرموديناميكية تقليدية لتحرر الصيغ المتبادلة للبتاسيوم و (الكالسيوم + المغنيسيوم) في التربة الى محلولها من اجل تحديد الطاقة الحرة لاستبدال البوتاسيوم - كالسيوم في التربة . وقد عرف طاقة الاستبدال تلك على انها مقياس للجهد الكيميائي Chemical potential للبتاسيوم في التربة نسبة الى الجهد الكيميائي للكالسيوم في التربة نفسها . وبالتالي فقد بين Arnold (1962) ان الاختلاف في الطاقة الحرة بين البوتاسيوم والايونات ثنائية الشحنة مثل الكالسيوم والمغنيسيوم ترتبط بشكل جيد مع امتصاص البوتاسيوم بواسطة جذور نبات الزوان Ryegrass ، ويمكن ان يوضح حالات البوتاسيوم في التربة شريطة اختبار عوامل التربة الاخرى . وعليه فان طاقة الاستبدال (ΔGK) هو مقياس الطاقة الحرة لجاهزية بوتاسيوم التربة معبراً عنها كنسبة للفعالية النسبية والتبادل بين البوتاسيوم و (الكالسيوم + المغنيسيوم) .

لقد عد Woodruff (1955 b) مفهوم الطاقة الحرة دليلاً ملائماً لجاهزية البوتاسيوم، واستنتج ان طاقة استبدال الكالسيوم بالبوتاسيوم التي تتراوح بين (3000 - الى 4000 -) ترتبط بنقص البوتاسيوم في النبات ، والطاقة التي تتراوح بين (2500 - الى 3000 -) تعني أن هناك حالة توازن مناسب بين البوتاسيوم والكالسيوم اما اذا كانت طاقة الاستبدال بمقدار (2000 - فما فوق) فانها مرتبطة بوجود كميات فائضة من البوتاسيوم. وبين ان هذه العلاقة بين العناصر المغذية للنبات والطاقة الحرة يمكن ان تنطبق على جميع الترب . وأكد عدد من الباحثين الى ان قيم الطاقة الحرة للبوتاسيوم يمكن استعمالها بنجاح في الاستشراق بكمية البوتاسيوم الممتص بواسطة جذور النباتات ومن ثم تحديد مدى الحاجة للتسميد البوتاسي في عدد من الترب ، و ان هذه العلاقة تعتمد بشكل كبير على نوع التربة وصفاتها الفيزيوكيميائية والغروية وتفاعلات التبادل الايوني الموجب بين محلول التربة و معقد التبادل (السمك ، 1988 و Al-Zubaidi و Al-Bassam ، 1992) .

ويعتقد Schroeder (1976) ان مفهوم الطاقة الحرة لايعبر عن حالة البوتاسيوم في محلول التربة وحسب ، وانما يعبر ايضا عن حالته في معقد التبادل Exchange Complex . مع هذا ، فان هناك من أشار الى ان قيم الطاقة الحرة لايمكن ان تعبر عن جاهزية البوتاسيوم لكل الترب ولكل المحاصيل (Maclean ، 1960) (السمك ، 2009) .

2-9-3- معلمتا الكمية (السعة) والشدة (الفعالية) Quantity/Intensity

من اجل تقويم خصوبي افضل للترب الزراعية وتحديد حاجة محصول ما للاسدة الحاوية على البوتاسيوم ، لابد من دراسة حالات الاتزان وتداخلات الطور السائل (المحلول) والطور المتبادل في التربة التي لها دورٌ اساسي في تحديد جاهزية المغذيات للامتصاص بوساطة جذور النباتات (Sparks و Liebhardt ، 1981).

لقد ذكر Barber (1984) ان عامل الشدة (I) يشير الى تركيز البوتاسيوم في محلول التربة ، أما عامل السعة (Q) فهو الكمية الكلية للبوتاسيوم في الجزء الصلب للتربة والجاهز للانتقال الى المحلول ، ومعدل تعزيز هذين العاملين يشير الى العامل الحركي الذي يصف معدل انتقال البوتاسيوم من السعة الى الشدة . ولقد استعملت علاقات الشدة والكمية بشكل واسع لقياس جاهزية العناصر الغذائية في الترب ومنها البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم Wang;1999 (Akinrinde و Scott, 2001 و Diatta وآخرون , 2006 و Sonar, 2006).

اذ ان هذه العلاقة تشير الى قابلية نظام التربة في الحفاظ على تركيز معين من الايونات الموجبة في المحلول محدداً من قبل الكمية الكلية للايون الموجب بصورة سريعة الجاهزية (ذائب ومتبادل) والشدة من خلال مايتحرر منه الى محلول التربة وتعتبر هذه الحالة ايضا من المؤشرات المهمة لتقييم حالة التجوية للمعادن والصخور من خلال الكمية المتحررة من الجزء المعدني باتجاه الجزء الذائب والمتبادل .و بشكل عام توفر هذه العلاقة معلومات حول طبيعة اتزان البوتاسيوم وتعد دليلا جيدا على قابلية التربة في تجهيز البوتاسيوم (Rupa وآخرون، 2003).

و اظهرت الدراسات الحديثة في تقدير علاقات الشدة والسعة للبوتاسيوم بأستعمال الاقطاب ذات الاختيارية للايون Ion Selective electrode تفوقا ملحوظا في سرعة التقدير عما هو عليه بأستعمال القياسات الروتينية في اختبارات التربة (Wang و Scott , 2001).
وذكر Jalali (b) (2007) ان معالم علاقة $I \setminus Q$ يمكن ان تعطي معلومات مفيدة لفهم جاهزية البوتاسيوم في الترب الكلسية وامكانية استعمالها في تحديد متطلبات التسميد البوتاسي (السماك ، 2009).

Typic. وقد ذكر العطب (2008) من خلال نتائج الصفات المورفولوجية والكيميائية والفيزيائية للمنطقة الصحراوية في البصرة واعتماداً على التصنيف الأمريكي الحديث أن جميع

الترب تقع ضمن رتبة إلـ Entisol. وصنف الحديثي والدباغ (2008) ترب المنخفضات الصحراوية على وفق النظام الأمريكي الحديث ضمن نطاق الترب الفتية أو الترب الحديثة التكوين (Entisols) وقد تأثرت هذه الترب بظروف الجفاف التي إنعكست على عدم توفر الرطوبة اللازمة لنشاط عمليات التجوية الحيوية والكيميائية مما ترك آثاراً سلبية على أبقها التشخيصي. وقد صنف العلواني والبياتي (2009) ترب واحة فهيدة في الصحراء الغربية من العراق إلى رتبة Aridisols وتحت الرتبة Argids لوجود الأفق الطيني Argillic.

وأشار كل من حسن و ابو نقطة (2010) إلى أن ترب Aridisols توجد في المناطق الجافة (القاحلة) التي تكون ذات النظام الرطوبي الجاف من نوع Torric وتحتوي على بعض الأملاح ولاسيما كاربونات الكالسيوم ويظهر فيها على الأقل تطور في بعض الأفاق السطحية, وأن عمليات الغسل فيها محدودة جداً. وإن ترب المناطق الجافة تشمل الترب التي لا يتوفر فيها الغطاء النباتي والمياه لمدد طويلة ويكون محتوى الماء فيها غالباً أقل من نقطة الذبول الدائم, وتحتوي أيضاً على نسب كبيرة من الأملاح إلى المستوى الذي يحد من نمو النبات فيها, وأن الرطوبة لا تتوفر في هذه الترب لمدة 90 يوماً بشكل متتالي وعليه يكون النظام الرطوبي فيها من نوع Aridic وتعد الأملاح من أحد المحددات المهمة في استخدام هذه الترب للأغراض الزراعية إضافة إلى قلة المياه (Soil Survey Staff, 2010).

وجد Aziz و Muhaimed (2013) في دراسة لهم أن بعض ترب الصحراء الغربية من العراق تحتوي على الأفق الطيني Argillic والتي تصنف إلى تحت رتبة Argids, وقد عزوا سبب وجود هذا الأفق في ترب هذه المناطق إلى تأثير العوامل البيئية السابقة والتي كانت ذات رطوبة عالية في العصور الجيولوجية السابقة مقارنة بالظروف الجافة السائدة حالياً. أما علي (2013) فقد بين في دراسة أجراها للترب المحيطة ببحيرة ساوه أن هذه الترب تعود لرتبة Aridisols وتحت الرتبة Salids أما المجموعة العظمى لهذه الترب فهي Haplosalids وتحت المجموعة العظمى Calcic Haplosalids وذلك لوجود الأفق Calcic و Salic في هذه الترب. أما سليمان و عبدالجبار (2013) فقد أشارا من خلال دراستهم لوراثة وتصنيف ترب منخفض الكعرة في الصحراء الغربية إلى أن هذه الترب صنفت إلى رتبة Aridisol لكونها تقع تحت نظام رطوبي جاف Aridic وتحت رتبتين الأولى Argids والثانية Calcids. في حين صنف المحسن (2015) ترب المنخفضات (الفيضات) في البادية الجنوبية من محافظة المثنى إلى رتبة Aridisols وإلى تحت الرتبة Argids والمجموعة العظمى Calciargids وإلى تحت المجموعة

العظمى Vertic Calciargid, وهذا يشير الى ان هذه التربة تحتوي على الافق B وهي تربة متطورة نسبيا.

3- المواد وطرائق العمل Materials and Methods

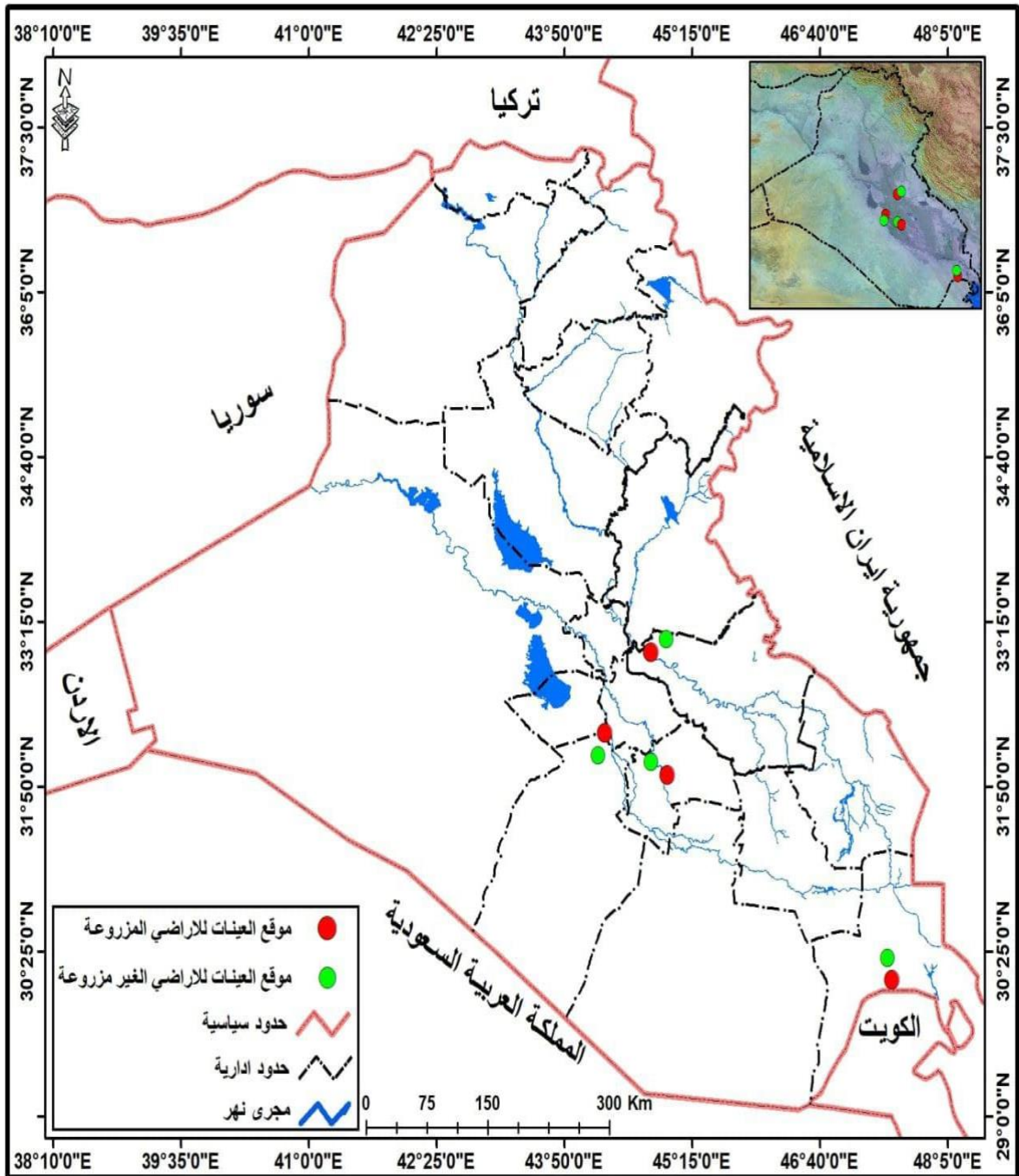
1-3: الإجراءات التمهيديّة:

تم اختيار اربعة مواقع متمثلة بمحافظات (واسط ، البصرة ، الديوانية ، كربلاء) لاجراء الدراسة الحالية نظرا لاهمية هذه المناطق من الناحية الزراعية وكونها تمثل منطقة واسعة من السهل الرسوبي العراقي ، فضلا عن تميزها بوجود تنوع في الاستعمال الزراعي والذي كان احد شروط اجراء الدراسة ، تم اختيار بيدوني دراسة لكل موقع من مواقع الدراسة الاربعة ، تمثل البيدون الاول بتربة مستغلة زراعيًا لفترة لا تقل عن 5 سنوات والبيدون الثاني في نفس المنطقة لكنه غير مستغل زراعيًا لفترة لا تقل عن 5 سنوات وتم مراعاة ان تمتاز المواقع المختارة بخصائص متقاربة من ناحية الطوبوغرافية والتي كانت مستوية بشكل عام ، بعد تحديد مواقع البيدونات تم جمع البيانات الخاصة بالمواقع والتي شملت البيانات الموقعية وتاريخ الارض فضلا عن البيانات المناخية.

2-3 الاجراءات الميدانية

بعد تحديد المواقع بشكل دقيق تم اخذ بيانات الموقع الفلكي (احداثيات GPS) وكانت البيدونات المختارة كالآتي :

- 1- موقع البصرة : في قضاء الزبير وشمل بيدون 1 تربة مستغلة وبيدون 2 تربة غير مستغلة
- 2- موقع واسط : قضاء الصويرة وشمل بيدون 3 تربة مستغلة وبيدون 4 تربة غير مستغلة .
- 3- موقع الديوانية : قضاء الديوانية وشمل بيدون 5 تربة مستغلة وبيدون 6 تربة غير مستغلة
- 4- موقع كربلاء : قضاء كربلاء وشمل بيدون 7 تربة مستغلة وبيدون 8 تربة غير مستغلة .



الشكل (1) خارطة العراق مبين عليها مواقع بيدونات الدراسة .

جدول (1) مواقع بيدونات الدراسة .

رقم البيدون	الموقع	الاحداثيات	الملاحظات
1	البصرة/ الزبير	047 44 37.4 E 30 21 17.2 N	مستغلة
2	البصرة / الزبير	047 44 38.9 E 30 21 19.3 N	غير مستغلة
3	واسط /الصويرة	N 32 59 4 .243 E 44 47 39 .684	مستغلة
4	واسط / الصويرة	N 32 59 4 .243 E44 47 39 .684	غير مستغلة
5	الديوانية / المركز	E 044 53 42 .2 N 32 01 07 .2	مستغلة
6	الديوانية / المركز	E 47 39 .684 N 32 59 47	غير مستغلة
7	كربلاء / المركز	E 3600122.326 N 408964.357	مستغلة
8	كربلاء / المركز	E 3600152.433 409042.894N	غير مستغلة

بعد تحديد مواقع البيدونات في مرحلة العمل التمهيدي ، جرى كشف البيدونات المختارة وتم تشرحها أصولياً ووصفت مورفولوجياً وفق الأصوليات الواردة في دليل مسح التربة الأمريكي (Soil Survey Staff ، 1993) ، ثم تم أخذ عينات تربة مستثارة Disturbed من جميع الافاق وبصورة متجانسة ورقمت ووضعت في أكياس بلاستيكية لغرض إجراء القياسات الفيزيائية والكيميائية والمعدنية فضلا عن أخذ عينات تربة غير مستثارة Undisturbed من بعض الأفاق تحت السطحية وحفظت داخل علب معدنية بعد إن تم تحديد اتجاهها في المقعد لغرض استعمالها في تقدير بعض الصفات المورفولوجية .

صنفت ترب مناطق الدراسة ابتداء من مستوى الرتبة إلى مستوى تحت المجموعة العظمى على وفق ما جاء في النظام الأمريكي الحديث (Soil Survey Staff ، 2010) .

3-3: الإجراءات المختبرية :**1- 3-3 : تهيئة العينات للتحليلات المختبرية :-**

بعد اخذ عينات التربة من كل أفق وتم وضعها في أكياس خاصة ورقمت حسب تسلسل الأفاق ونقلت إلى مختبر قسم التربة والموارد المائية /كلية الزراعة جامعة واسط وجففت هوائيا ونخلت بواسطة منخل قطر فتحاته 2مم وحفظت في علب بلاستيكية وعزلت بعض المدرات لغرض إجراء بعض القياسات عليها.

2- 3-3 : القياسات الفيزيائية :

وتضمنت ما يأتي:

1-2-3-3: التوزيع الحجمي لدقائق التربة Particle size distribution

أجري التحليل الميكانيكي لنماذج التربة بعد إزالة معادن الكربونات والمادة العضوية بطريقة الهيدروميتر Hydrometer المذكورة في (Richards , 1954) .

2-2-3-3: الكثافة الظاهرية والحقيقية Bulk and particle density

قدرت الكثافة الظاهرية (P_b) بطريقة تغليف نماذج التربة غير المثارة بشمع البرافين والكثافة الحقيقية (P_s) بطريقة البكنوميتر وكما ورد في (Black , 1965) .

3-2-3-3: المسامية الكلية Total porosity (f)

جرى حساب المسامية الكلية للتربة بتطبيق العلاقة بين الكثافة الظاهرية والكثافة الحقيقية وكما في معادلة (1) ادناه:

$$f = 100 \left(1 - \frac{P_b}{P_s} \right) \dots \dots (1)$$

3-3-3 : القياسات الكيميائية:-

وتضمنت ما يأتي :

1-3-3-3 : تفاعل التربة pH

تم تقدير تفاعل التربة في مستخلص عينة التربة مع الماء (1:1) حسب الطريقة الموصوفة في (Page et al ,1982) .

2-3-3-3 : الإيصالية الكهربائية EC

تم تقدير الإيصالية الكهربائية لمستخلص عينة تربة مع الماء (1:1) باستخدام جهاز الإيصالية الكهربائية Ec-meter حسب الطريقة الموصوفة في (Page et al ,1982) .

3-3-3-3 : معادن الكربونات

قدرت كربونات الكالسيوم ومكافئاتها بالتسحيح مع هيدروكسيد الصوديوم 1 عياري بعد إضافة حامض الهيدروكلوريك 1 عياري وباستخدام دليل الفينونفتالين وكما هو موصوف في (1958, Jackson).

4-3-3-3 : الجبس Gypsum

قدر الجبس بطريقة العكارة باستخدام سبكتروفوتومتر والتي تعتمد على ترسيب كبريتات الجبس بواسطة كلوريد الباريوم في وسط حامضي وقياس النفاذية بواسطة جهاز سبكتروفوتومتر (1954 , Richards) .

5-3-3-3 : السعة التبادلية للأيونات الموجبة CEC

قدرت السعة التبادلية للأيونات الموجبة بطريقة تشبيح التربة بمحلول 1 مولاري خلات الصوديوم والاستخلاص بخلات الأمونيوم تركيز 1 مولاري وتقدير الصوديوم بجهاز اللهب Flame Photometer- حسب الطريقة الموصوفة في (Page وآخرون , 1982) .

6-3-3-3 : المادة العضوية

وقدرت بطريقة الأكسدة الرطبة وحسب طريقة Walkely and Black الموصوفة في (1958 , Jackson) وذلك بأكسدها بكرومات البوتاسيوم الثنائية $K_2Cr_2O_7$ وإضافة حامض الكبريتيك المركز بوصفه مصدراً للحرارة ثم التسحيح ضد كبريتات الأمونيوم الحديدوزية باستخدام كاشف الفريون Ferrion indicator .

4-3-3 : القياسات المعدنية :

تم تقديرها في جهاز (X –Ray diffraction) في مختبرات وزارة العلوم والتكنولوجيا وقدرت المعادن الأولية والثانوية وفقاً لطريقة (Jackson , 1979)

1-4-3-3 : إزالة المواد الرابطة:

يبين الشكل (4) مراحل تهيئة عينات الطين وذلك من خلال أخذ وزن 25غم من التربة وغسله بالماء المقطر للتخلص من الأملاح الذائبة (Kunze وDixon, 1986). وكذلك تم إزالة المواد الرابطة المتمثلة بكاربونات الكالسيوم باستعمال خلات الصوديوم (1N) عند pH=5 (Kunze وDixon, 1986). وتم إزالة المادة العضوية على وفق الطريقة الموصوفة من قبل (Anderson , 1963)، وذلك باستعمال هايبيوكلورات الصوديوم (NaOCl) تركيز 14 % . في حين تمت إزالة الأكاسيد باستعمال سترات- بيكربونات- داي ثايوناييت الصوديوم (C.B.D) وحمام مائي ذو درجة حرارة 80م°، حتى يصبح اللون رصاصي مزرق (Jackson و Mehra , 1960).

2-4-3-3 : فصل الرمل والطين:

بعد إزالة المواد الرابطة تم وضع التربة فوق منخل قطر فتحاته 50 مايكرون، وتم غسلها بتيار ضعيف من الماء المقطر لترسب الطين بالكامل من العينة، أما المتبقي فهو مفصول الرمل. أما الطين فتم فصله من بين دقائق الغرين في أسطوانة سعتها 1 لتر وفق قانون ستوك، وعلى وفق درجة الحرارة والزمن اللازم لترسيب هذه الدقائق التي قطرها أقل من 2 مايكرون، وبعدها تم سحب الطين بواسطة الماصة ولعدة مرات الى أن يصبح الماء بشكل رائق، وذلك بالاعتماد على مضمون الجدول الذي توصل إليه (Jackson , 1979) .

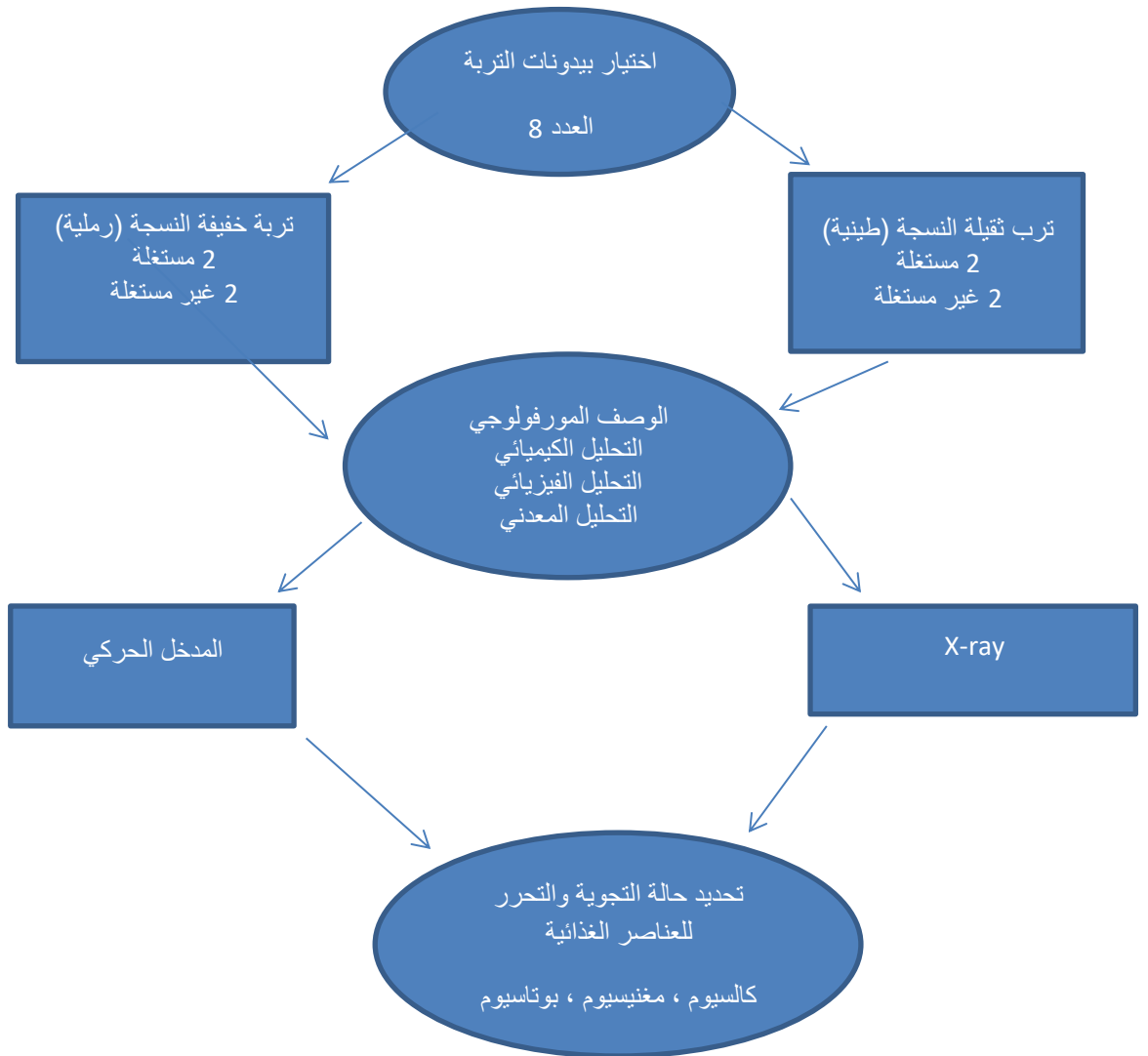
3-4-3-3 : تشبييع ومعاملة عينات الطين:

شبع وتعملت عينات الطين بالاعتماد على الطريقة المذكورة من قبل Jackson (1965) ، بتقسيمها الى قسمين حيث تم تشبييع القسم الأول منها بمحلول كلوريد المغنيسيوم تركيزه 0.5 مولاري، بعد معاملة العينة بكحول الإيثانول 95% ثلاث مرات، وأخرى بنسبة 50 %، وفي النهاية تم إضافة محلول خلات المغنيسيوم تركيزها 0.5 مولاري مع استعمال جهاز الطرد المركزي لكل مرحلة من مراحل التشبييع . والقسم الثاني تم تشبييعه بمحلول كلوريد البوتاسيوم تركيزه 1مولاري، ومعاملته بكحول الإيثانول بالطريقة المذكورة مسبقاً ، وبعدها تم إضافته محلول

نترات الفضة تركيز 1مولاري مع استعمال جهاز الطرد المركزي في كل مرحلة من مراحل المعاملة .

أما شرائح الطين المشبعة بالمغنسيوم ، فجزء منها تم تجفيفه هوائياً بدرجة حرارة الغرفة (25م°) تمثلت بالعينة Mg-AD ، والجزء الآخر تمت معاملته بالأثلين كلايكول (Mg-EG) .

الشكل رقم (2) يوضح مخطط التجربة.



شكل (2) مخطط الدراسة ومراحل التحليل الكيميائي والمعدني

4- النتائج والمناقشة Results and Discussion

4-1 : الخصائص المورفولوجية لبيدونات منطقة الدراسة

بينت نتائج الوصف المورفولوجي لبيدونات الدراسة وجود حالة من التباين بين الافاق ضمن البيدون الواحد او بين بيدونات مناطق الدراسة وذلك بسبب تأثير العوامل الموقعية لهذه البيدونات لاسيما الموقع الطوبوغرافي وحالة الترسيب والعمليات الجيومورفولوجية وكذلك العمليات البيدوجينية. هذه العوامل ساعدت على إحداث نوع من الاختلاف في طبيعة الصفات المورفولوجية منها: نوع وسمك وترتيب الأفاق الوراثة المكونة لكل مقد وما يرافقها من صفات مميزة لكل أفق ويبين الملحق (1) الوصف المورفولوجي لبيدونات ترب الدراسة .

4-2 : الخصائص الفيزيائية لترب الدراسة :

4-2-1 التوزيع الحجمي لمفصولات التربة :

ان دراسة التوزيع الحجمي لمفصولات التربة تعد من الصفات الفيزيائية المهمة لكونها تحدد بقية صفات التربة وبالتالي تعطي صورة عن ظروف التربة ووراثتها.

يوضح جدول (2) بعض الصفات الفيزيائية للتربة ومنها نتائج التوزيع الحجمي لمفصولات التربة والتي تشير الى وجود تباين في محتوى مفصولات التربة, فضلا عن وجود اختلاف في نمط توزيع مفصولات التربة مع العمق بشكل عام سواء ضمن بيدون التربة الواحد أو بين الترب في المواقع المختلفة وربما يعود سبب ذلك إلى طبيعة التباين في شدة تأثير العوامل الموقعية السائدة في مواقع الدراسة, وكذلك نشاط بعض العمليات البيدوجينية كذلك يعود الى التباين في البيئة الترسيبية لكل موقع, وغالباً ما يكون ناتجاً عن الاختلاف في الموقع الطوبوغرافي لكل موقع.

يبين الجدول ان نسبة مفصولات التربة تراوحت بين (163.3-947.9) (31.83-430.72)، (23.64 - 427.89) غم/كغم لمفصول الرمل والغرين والطين على التوالي في بعض الأفاق تحت السطحية أعلى من نسبتها في الأفاق السطحية وهذا قد يشير الى تأثير استمرار عمليات الترسيب لمفصول الطين في الأفاق السطحية و إنتقاله إلى الأفاق تحت السطحية بيدوجينياً وهذا يتفق مع ما ذكره (المحسن , 2015) . وقد تضمنت بيدونات الدراسة مجموعتين من الترب استنادا الى التوزيع الحجمي تضمنت المجموعة الاولى الترب خفيفة النسجة وشملت البصرة وكربلاء والترب الثقيلة النسجة وشملت الديوانية والصويرة وهذا ما اكدته نتائج التوزيع الحجمي لمفصولات التربة في الجدول (2).

جدول (1) بعض الصفات الفيزيائية لبيدونات ترب الدراسة

المسامية %	الكثافة الحقيقية M.g.m. ³	الكثافة الظاهرية M.g.m. ³	صنف التربة	الطين	الغرين	الرمل	العمق (سم)	الافق	طبيعة الاستعمال	الموقع	رقم البيدون
				غم/كغم							
53.39	2.3	1.072	رملية	56.47	80.12	862.4	0 - 30	Ap	مستفلة زراعية	البصرة /الزبير	1
85.8	2.6	1.071	رملية	57.23	80.45	861.8	30 - 50	B _{k1}			
60.85	2.7	1.057	رملية	57.87	81.16	853.1	50 - 80	C _{k2}			
64.31	2.92	1.042	رملية	58.3	81.26	850.6	80-150	C _{k3}			
34	1.6	1.056	رملية	57.32	75.56	851.1	0 - 30	A	غير مستفلة زراعية	البصرة /الزبير	2
65.33	2.1	0.728	رملية	58.25	79.23	845.7	30 - 50	B _k			
56.95	2.4	1.033	رملية	58.37	82.14	843.1	50-110	C _{k1}			
62	2.7	1.026	رملية	60.12	85.02	841.2	110-150	C _{k2}			
69.43	3.34	1.021	مزيجية طينية غرينية	411.3	421.11	180.5	0-30	Ap	مستفلة زراعية	واسط/الصوير	3
66.06	3.56	1.208	مزيجية طينية غرينية	413.8	423.87	178.2	30-47	C _{k1}			
64.16	3.58	1.283	مزيجية طينية غرينية	420.22	428.5	173.6	47-79	C _{k2}			
63.81	3.62	1.31	مزيجية طينية غرينية	421.67	429.63	164.5	79+	C _{k3}			
64.98	3.65	1.278	مزيجية طينية غرينية	422.1	430.72	163.3	0-7.5	A	غير مستفلة زراعية	واسط/الصوير	4
66.56	3.26	1.09	مزيجية طينية غرينية	394.45	345.84	196.4	7.5-25	C _k			
62.43	3.28	1.232	مزيجية طينية غرينية	398.12	347.69	192.6	25-56	C _{k1}			
62.23	3.31	1.25	مزيجية طينية غرينية	402.58	349.87	190.8	84-56	C _{k2}			
60.87	3.33	1.303	مزيجية طينية غرينية	418.49	350.24	184.8	84+	C _{k3}	مستفلة زراعية	الديوانية/المركز	5
60.89	3.35	1.31	مزيجية طينية غرينية	426.62	352.58	182.4	0-45	AP			
60.62	3.35	1.319	مزيجية طينية غرينية	427.89	354.18	171.7	45-70	C _k			
49.7	2.03	1.021	مزيجية طينية غرينية	389.1	299.45	262.84	70-90	C _{k1}			
46.09	2.1	1.132	مزيجية طينية غرينية	345.65	392.62	247.37	90-130	C _{k2}	غير مستفلة زراعية	الديوانية/المركز	6
47.52	2.1	1.102	مزيجية طينية غرينية	399.89	302.92	234.51	130+	C _{k3}			
45.09	2.2	1.208	مزيجية طينية غرينية	403.57	408.19	192.24	0-25	A			
51.75	2.3	1.112	مزيجية	325.46	346.12	335.7	25-45	C _k			
53.33	2.4	1.12	مزيجية	338.92	332.43	329.6	45-57	C _{k1}	غير مستفلة زراعية	الديوانية/المركز	7
50.37	2.4	1.191	مزيجية	340.35	338.17	321.8	57-85	C _{k2}			
52.66	2.4	1.136	مزيجية	395.74	339.12	320.2	97-85	C _{k3}			
51.03	2.42	1.185	مزيجية	400.87	350.19	318.9	150-97	C _{k4}			
61.55	2.63	1.011	رملية	40.56	31.83	937.2	0-30	Ap	مستفلة زراعية	الديوانية/المركز	8
61.5	2.65	1.02	رملية	89.27	33.75	901.4	30-60	B _{k1}			
66.1	2.66	0.9	رملية	47.78	32.22	920	150-60	Cy			
60.07	2.51	1.002	رملية	23.64	40.75	947.9	45-0	A	غير مستفلة	كربلاء	8
61.12	2.58	1.003	رملية	23.76	48.93	943.5	70-45	B _{k1}			
61.34	2.61	1.009	رملية	24.08	49.02	939.1	150-70	Cy			

4-2-2 الكثافة الحقيقية

يبين الجدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية لبيدونات ترب الدراسة حيث تراوحت قيم الكثافة الحقيقية بين 1.6-3.65 ميكراغرام/كغم حيث كانت اعلى قيمة في الافق A من بيدون تربة الصويرة زادنى قيمة سجلت في الافق A من بيدون تربة البصرة المستغلة ، وترجع زيادة قيمة الكثافة الحقيقية الى كون التربة غنية ببعض المعادن ذات الكثافة العالية اما انخفاضها فيعزى الى انخفاض نسبة المعادن الثقيلة وكذلك زيادة المادة العضوية التي تؤدي الى انخفاض الكثافة ، اشارت نتائج الكثافة الحقيقية ان قيمها كانت عموما منخفضة في الافاق السطحية وتزداد في الافاق تحت السطحية (الحسيني ، 2010 ، الاعظمي ، 2006) .

4-2-3 الكثافة الظاهرية

اشارت نتائج الكثافة الحقيقية المعروضة في الجدول 2 ان قيمها كانت متباينة لترب الدراسة جميعها وتأثرت بشكل واضح بمحتوى المادة العضوية وصنف النسجة ومحتوى كاربونات الكالسيوم فضلا عن طبيعة الاستغلال (مستغلة او غير مستغلة) وتراوحت قيمها بين (0.728 - 1.319) ميكراغرام/كغم حيث سجل الافق Ck من تربة الديوانية المستغلة اعلى قيمة بينما سجل الافق Bk من تربة البصرة غير المستغلة اوطأ قيمة للكثافة الظاهرية ، وقد اشتركت عدة عوامل في احداث هذا التباين الواضح في قيم الكثافة الظاهرية منها محتوى الكاربونات والمادة العضوية ونسجة التربة حيث تلعب الكاربونات دورا مهما كمادة رابطة لدقائق التربة مما يزيد من تماسكها واندماجها (الاعظمي، 2006) .

ومما تجدر الاشارة اليه ان نوع الاستغلال الزراعي ظهر تأثيره بشكل واضح في قيم الكثافة الظاهرية من خلال المقارنة بين الترب المستغلة وغير المستغلة من جهة وكذلك بين التربة الخفيفة والثقيلة النسجة من جهة اخرى ، حيث انخفضت الكثافة الظاهرية في الترب المستغلة بسبب زيادة المادة العضوية وكذلك عمليات الحراثة التي تقلل من الكثافة الظاهرية (الحسيني ، 2010).

4-2-4 المسامية

بينت نتائج الجدول 2 ان قيم المسامية كانت متباينة بين ترب الدراسة حيث تراوحت قيمها (34-85.8%) وكان اعلى قيمة في الافق Bk1 من بيدون البصرة المستغلة واطأ قيمة في الافق A في بيدون البصرة غير المستغلة ، وان هذا التباين في قيم المسامية بي افاق بيدونات الدراسة هو نتيجة ذات العوامل التي اثرت في قيم الكثافة الظاهرية والحقيقية من خلال العلاقة الرياضية التي تربط المسامية مع الكثافة الحقيقية والظاهرية (رشيد، 2005).

4-3 الخصائص الكيميائية لترب الدراسة :

4-3-1 الايصالية الكهربائية

تراوحت قيم الايصالية الكهربائية لبيدونات ترب الدراسة بين (2.73- 7.78) ديسي سيمنز م⁻¹ جدول 3 حيث كانت قيم للايصالية الكهربائية في الترب السطحية اعلى من الترب تحت السطحية , وسجل اعلى قيمة لها في تربة الصويرة غير المستغلة للافق Ck3 (7.78) ديسي سيمنز م⁻¹ و اقل قيمة كانت (2.73) ديسي سيمنز م⁻¹ سجلت في تربة البصرة المستغلة للافق Bk1 . ان سبب هذا التباين في الايصالية الكهربائية قد يعزى الى الاختلاف في نوعية مياه الري المستخدمة لري المزروعات او الى مادة الاصل التي تكونت منها التربة وايضا الى قلة كمية الامطار وارتفاع الماء الارضي الذي يصعد الى الاعلى بفعل الخاصية الشعرية نتيجة ارتفاع درجات الحرارة حاملا معه الاملاح لتترسب على سطح التربة (ايلاف علي،2020). حيث ان تراكم الاملاح في الطبقات السطحية هو دليل على قلة عملية الغسل مما ادى الى زيادة كمية الاملاح فيها. ووضح (نعمة2010) ان زيادة الملوحة في التربة تعتبر من اكثر المشاكل التي تعاني منها المناطق الجافة وشبه الجافة ويعزى ذلك الى ارتفاع عملية التبخر خلال فترات الجفاف التي تؤدي الى تراكم الاملاح على سطح التربة ، وتلعب الاملاح دورا مهما في التأثير في عملية تحرر وامتزاز العناصر من على اسطح غرويات التربة خاصة معادن الاطيان وبالتالي التحكم في شدة التجوية للمعادن المختلفة .

4-3-2 درجة التفاعل

يشير الجدول 3 الى ان قيم درجة التفاعل للترب المدروسة تراوحت بين (7.0- 7.9). حيث كانت قيم ال pH للافاق اعلى منه في الافاق تحت السطحية وسجلت اعلى قيمة في تربة الديوانية المستغلة زراعيًا للعمق Ap (7.9) و اقل قيمة في تربة الصويرة غير المستغلة للافق (Ck3) (7) . وربما يعزى السبب في ذلك لارتفاع ملوحة الافاق السطحية مقارنة مع الافاق تحت السطحية ، حيث وجد (الغراوي 2012، الحمداني 2000، العلوي 2003، احمد واخرون 2006، الزبيدي 2011 والجزاوي 2013) ان قيم تفاعل التربة قد انخفضت بزيادة ملوحة التربة. وقد يكون سبب الانخفاض في قيم درجة تفاعل التربة الى تراكم الاملاح متعادلة التفاعل في التربة والتي تسبب انخفاضاً في درجة التفاعل باتجاه التعادل (الزبيدي 1989) ، كما ان لدرجة التفاعل تأثيرها الواضح في عملية التجوية والانطلاق والتحرر للعناصر الغذائية في التربة لذلك فإن التفاعل الحامضي عادة ما يرافقه زيادة لبعض العناصر كالهيدروجين والالمنيوم اما التفاعل القاعدي فيزيد من تراكيز العناصر القاعدية (الصوديوم، كالسيوم ، مغنيسيوم ، بوتاسيوم).

جدول (3) بعض الصفات الكيميائية لافاق بيدونات ترب الدراسة

ESP	SAR	O.M	CEC	CaCO ₃	Ec	pH	العمق (سم)	الافاق	طبيعة الاستعمال	الموقع	البيدون رقم
%	(Cmol/l ⁻¹) ^{0.5}	gm.kg ⁻¹	Cmol.kg ⁻¹	gm.kg ⁻¹	dS.m ⁻¹						
5.32	4.67	9.40	21.2	131	5.94	7.69	0 - 30	Ap	مستغلة زراعيًا	البصرة /الزبير	1
4.08	3.74	6.24	18.34	123	2.73	7.62	30 - 50	B _{k1}			
2.31	2.46	4.32	17.20	140	2.97	7.6	50 - 80	C _{k2}			
2.62	2.68	3.34	16.35	133	2.90	7.58	80-150	Ck3			
4.48	4.04	10.17	10.17	124	3.94	7.45	0 - 30	A	غير مستغلة زراعيًا	البصرة /الزبير	2
4.21	3.84	7.56	8.63	118	3.53	7.32	30 - 50	B _k			
2.85	2.85	5.32	8.44	117	3.09	7.3	50-110	C _{k1}			
2.78	2.8	4.34	7.56	123	2.98	7.27	110-150	C _{k2}			
4.04	3.71	14.6	28.65	397	6.86	7.3	0-30	A	مستغلة زراعيًا	واسط/الصويرة	3
3.96	3.65	11.2	25.34	372	6.76	7.2	30-47	Ck1			
3.13	3.05	12.21	24.33	343	6.72	7.08	47-79	C _{k2}			
2.31	2.46	11.16	23.17	347	6.61	7.02	79+	C _{k3}			
1.91	2.18	16.33	23.46	240	6.64	7.5	0-7.5	A	غير مستغلة زراعيًا	واسط/الصويرة	4
1.57	1.94	14.1	20.76	226	5.65	7.35	7.5-25	Ck			
1.10	1.61	12.76	23.37	217	3.35	7.28	25-56	C _{k1}			
2.38	2.51	13.54	22.67	221	7.21	7.2	84-56	C _{k2}			
2.74	2.77	12.79	21.65	226	7.78	7	84+	C _{k3}			
1.67	2.01	15.4	26.35	348	4.58	7.9	0-45	AP	مستغلة زراعيًا	الدوالية/المركز	5
2.06	2.28	11.9	22.27	325	4.47	7.7	45-70	Ck			
0.79	1.40	12.48	23.34	324	4.28	7.45	70-90	C _{k1}			
0.72	1.35	13.76	24.57	315	4	7.4	90-130	C _{k2}			
0.63	1.29	12.64	23.45	317	3.89	7.38	130+	C _{k3}			
0.78	1.39	20.23	20.45	248	3.90	7.15	0-25	A	غير مستغلة زراعيًا	الدوالية/المركز	6
0.53	1.22	18.59	18.68	223	3.24	7.5	25-45	Ck			
0.31	1.07	19.22	19.35	234	3.17	7.4	45-57	C _{k1}			
1.81	2.11	18.34	18.34	246	3.08	7.35	57-85	C _{k2}			
1.39	1.81	17.99	19.21	248	3.05	7.3	97-85	C _{k3}			
0.82	1.42	18.43	17.45	245	3.05	7.27	150-97	Ck4			
1.50	1.89	5.36	10.80	310.6	5.45	7.82	0-30	Ap	مستغلة زراعيًا	كربلاء	7
1.94	2.20	1.53	10.69	361	3.48	7.65	30-60	B _{k1}			
1.82	1.95	1.1	11.23	350	3.25	7.72	150-60	Cy			
2.97	2.93	6.23	20.4	304	5.92	7.5	45-0	A	غير مستغلة	كربلاء	8
0.55	1.23	2.45	19.7	295	4.29	7.38	70-45	B _{k1}			
2.86	2.85	0.9	18.56	309	3.11	7.26	150-70	Cy			

4-3-3 الايونات الموجبة والسالبة الذائبة في ترب الدراسة

4-3-3-1 الصوديوم الذائب

يوضح الجدول 3 بأن قيم ايون الصوديوم تراوحت بين (4.12-23.6) ملليمول لتر⁻¹ حيث كانت اعلى قيمة في تربة البصرة المستغلة للافاق (Ap)، و اقل قيمة في تربة الديوانية المستغلة للافاق (Ck3) كما بينت النتائج ان محتوى ترب الافاق السطحية من ايون الصوديوم اعلى من ترب الافاق التحت سطحية حيث ان زيادة قيمة التوصيل الكهربائي زاد من تركيز ايون الصوديوم ولوحظ ايضا ان نسبة الصوديوم في الترب المستغلة كانت اعلى عموما من الترب الغير مستغلة لارتباط اصوديوم مع نوعية مياه الري وعمليات التملح التي قد ترافقها اذا كانت بنوعيات رديئة (احمد واخرون، 2006، الزبيدي 2011، دهوي واخرون 2013، واذبيب واخرون 2013)

4-3-3-2 الكالسيوم

يشير الجدول الى ان تركيز ايون الكالسيوم في محلول الترب المدروسة تراوحت قيمته بين (1.2-24.9) ملليمول لتر⁻¹، حيث كانت اعلى قيمة في تربة البصرة للافاق (C_{kl}) و اقل قيمة في تربة كربلاء غير المستغلة للافاق (A).

ان التوزيع العمودي لهذا الايون يتناقض مع العمق حيث وجدت ان الافاق السطحية اعلى من الافاق تحت السطحية باستثناء بعض البيدونات ويعزى ذلك الى زيادة محتوى هذه الترب من مفصول الطين والمادة العضوية والذي يعمل على امدصاص الايونات الموجبة ومنها الكالسيوم وبالتالي زيادته في محلول التربة. فضلا عن ان زيادة تركيز ايون الكالسيوم في التربة يزداد بزيادة ملوحة التربة (الحمداي 2000، المعموري 2004، احمد واخرون 2006 و الزبيدي 2011).

الكمية الذائبة لعنصر الكالسيوم لها دور مهم في دراسة حركات هذا العنصر من والى الطور الصلب والذي يمثل الجزء القابل للامتصاص وكذلك الانتقال بين اجزاء التربة لذلك فان التعرف على كميته يعطي صورة عن مقدار ما يتحرر اثناء عملية التجوية وبشكل عام تعد الترب المدروسة ترب كلسية غنية بمعادن الكربونات والتي تعتبر الخزين الاستراتيجي لعنصر الكالسيوم في التربة الذي ممكن ان ينتج من ذوبان معادن الكربونات الكالسيوم اثناء عملية التجوية والاذابة بفعل الاستغلال الكثيف والغسل المستمر نتيجة عمليات الري المتواصلة اثناء نمو المحصول.

4-3-3-3 المغنيسيوم

يلاحظ من الجدول 4 ان تركيز ايون المغنيسيوم في افاق الترب المدروسة تراوح بين (2.23-21.01) مليمول لتر⁻¹ وسجلت اعلى قيمة في ترب الصويرة المستغلة للافاق (C_{k3}) واقل قيمة في ترب كربلاء المستغلة للافاق (C_v) وكان محتوى الافاق السطحية من ايون المغنيسيوم اعلى من الافاق تحت السطحية ما عدا بعض الافاق. ان وجود الاملاح ولاسيما الاملاح الاحادية مثل كلوريد الصوديوم التي تؤدي الى زيادة اذابة معادن الكربونات الذي ينتج عنه تحرر الكالسيوم والمغنيسيوم التربة ، والعبيدي واخرون، 2012 والكبيكي واخرون 2013 والعبيدي واخرون 2001، Buehrer 2014.

بشكل عام يظهر من خلال التوزيع العمودي لايونات الكالسيوم والمغنيسيوم كان متوافقا مع التوزيع العمودي لمعادن الكربونات والتي تعد المصدر الرئيس لهذين العصريين في ترب الدراسة ، حيث بين Vitro واخرون (2013) ان معادن الكربونات لا سيما الكالسايت والدولومايت تعد مصدرا اساسيا لايونات الكالسيوم والمغنيسيوم في التربة ، وفي ضوء الدراسات المعدنية التي اجرتها كل من الفتلاوي، 2016 و مجيد، 2017 على نماذج من الترب وسط وجنوب العراق .

4-3-3-4 البوتاسيوم

يشير الجدول 4 الى ان تركيز ايون البوتاسيوم في محلول ترب الدراسة هو الاقل مقارنة مع الايونات الموجبة الاخرى ، حيث اظهرت النتائج ان محتوى الترب من ايون البوتاسيوم تراوح بين (2.11_20.16) مليمول لتر⁻¹ وان محتوى الترب السطحية اعلى من محتوى الترب تحت السطحية حيث كانت اعلى قيمة في الافاق السطحية لتربة البصرة المستغلة (A) واقل قيمة لتربة الديونية المستغلة للافاق (C_{k3}) ويعود السبب لارتفاع تركيز ايون البوتاسيوم في الطبقات السطحية هو نتيجة الخزين العالي للبوتاسيوم في هذه الترب من خلال المعادن الحاملة له وخصوصا معادن المايكا (البايوتايت والمسكوفاييت) والتي تعد مصدرا مهما لايونات البوتاسيوم في التربة فضلا عن تأثير الاستغلال الزراعي والذي يرافقه اضافة الاسمدة البوتاسية او المركبة فضلا عن مياه الري الحاوية على كميات من عنصر البوتاسيوم (عواد، 1986). كذلك يعود السبب لارتفاع ايون البوتاسيوم في الترب السطحية عن الترب تحت السطحية هو لنشاط احياء التربة وتكرار عمليات الترطيب والتجفيف التي تؤدي الى جعل المعادن التي تحوي على البوتاسيوم اكثر عرضة لعمليات التجوية حيث وجد العبيدي (1996) من خلال دراسته حركات البوتاسيوم للترب العراقية بأن قيم البوتاسيوم الذائب في الترب التي تمت دراستها تتراوح بين 0.001_0.090 سنتمول لتر⁻¹

واشار الزبيدي(2003) ان تركيز البوتاسيوم الذائب لترب العراق يتراوح ما بين (0.01_0.60) سنتمول لتر⁻¹ .

يخضع عنصر البوتاسيوم لحالة من الاتزان بين صورته المختلفة في التربة حيث ان اي فقدان او استنزاف لهذا العنصر من محلول التربة يتم تعويضه من خلال الطور المتبادل والاخير يعوض من خلال الطرز غير المتبادل والمعدني ، وان عملية التجوية للمعادن الحاملة للبوتاسيوم وخصوصا المايكا والفلدسبار تتأثر بتركيز ايون البوتاسيوم في محلول التربة فضلا عن حالة الاتزان بين صورته المختلفة (العايدي، 2004، الضاحي، 2009).

4-3-3-5 الكلوريدات

يشير الجدول الى ان قيم تركيز ايون الكلوريدات لترب الدراسة تتراوح بين (2.5-100) مليمول لتر⁻¹ وان محتوى الافاق السطحية كان اعلى من محتوى الافاق تحت السطحية، حيث ظهرت اعلى قيمة لايون الكلوريدات في تربة الصويرة غير المستغلة للافاق (A) واقل قيمة في تربة كربلاء غير المستغلة للعمق (B_{k1})، وان الزيادة الحاصلة في تركيز ايون الكلوريد في التربة هو بسبب زيادة ملوحة التربة ومياه الري والسيول اثناء مواسم الفيضان (احمد واخرون، 2006، والزبيدي، 2011 ودهوكي واخرون، 2013 واذبيب واخرون، 2013).

4-3-3-6 الكربونات والبيكاربونات

يشير الجدول الى ان محتوى التربة من ايون البيكاربونات تراوح بين (1-5) مليمول لتر⁻¹ وان تركيز ايونات البيكاربونات في محاليل تربة الدراسة ورغم كونه اقل الانيونات تواجدا في التربة الا انه لوحظ وجود تباين بسيط في توزيع هذه الايون في ترب الدراسة والذي تعد معادن الكربونات المصدر الرئيس له ولكن هذا يتأثر ايضا بالضغط الجزيئي لغاز ثاني اوكسيد الكربون والذي يمكن ان يتفاعل مع الماء مكونا حامض الكربونيك الضعيف وبتحلل الاخير مائيا يكون ايونات الكربونات والبيكاربونات .

اما ايونات الكربونات فلم تتواجد في ترب الدراسة وربما يعزى ذلك لعدم ارتفاع قيم درجة تفاعل الى (8.3) لذلك تكون ايونات البيكاربونات هي السائدة في التربة وهذا يتفق مع ماتوصل اليه (التميمي 2020).

7-3-3-4 الكبريتات

تراوحت قيم الكبريتات بين 0.54 – 74.59 مليمول.لتر⁻¹ (جدول 4) حيث سجل بيدون تربة الصويرة غير المستغل ضمن الافق A اعلى قيمة وادناها في بيدون تربة الديوانية غير المستغلة ضمن الافق Ck وان هذا التباين الواضح في قيم ايون الكبريتات سواء بين افاق البيدون الواحد او بين البيدونات المختلفة تتحكم به جملة من العوامل والمتغيرات ومن اهمها العمليات الزراعية ومياه الري فضلا عن الملوحة وبعض المعادن الحاملة للكبريتات وخصوصا الجبسم ، تساهم الكبريتات في التأثير على عملية التجوية والتحرر للعناصر الغذائية من خلال تأثيرها على تفاعل الوسط وكذلك التأثير في القوة الايونية لمحلول لتربة (الضاحي ، 2009)

4-3-4 المادة العضوية

يبين الجدول 3 محتوى ترب الدراسة من المادة العضوية حيث كانت منخفضة لافاق لبيدونات الدراسة بشكل عام ، حيث تراوحت قيمها بين (0.9_20.23)غم كغم⁻¹ حيث سجلت اعلى قيمة للمادة العضوية في الافق A من تربة الديوانية غير المستغلة واقل قيمة سجلت في الافق Cy من تربة كربلاء غير المستغلة ، كما لوحظ ان محتوى الافاق السطحية من المادة العضوية اعلى من الافاق تحب السطحية وهذا امر متوقع بسبب تراكم المخلفات العضوية وما تتعرض له من عمليات التحلل بفعل الاحياء الدقيقة لاسيما بوجود النباتات ذات الجذور الكثيفة في الطبقة السطحية مما يؤدي الى تراكم المادة العضوية في الافاق السطحية ، ، حيث وجد كل من (الخفاجي، 1979) و(المشهداني، 1994) و(جابر، 2009) و(الوطيفي، 2012) و(الفتلاوي، 2016) ان معظم الترب العراقية يكون محتواها من المادة العضوية متوسط بسبب الظروف المناخية التي تتميز بها ترب المناطق الجافة وشبه الجافة في وسط وجنوب العراق مثل ظروف الجفاف والارتفاع في درجات الحرارة والتي لها دور في تحلل واكسدة المادة العضوية بسرعة، وايضا تعتمد كمية المادة العضوية على ظروف التملح والكثافة النباتية.

انعكس الاستغلال الزراعي بشكل واضح على محتوى المادة العضوية وسجلت الترب المستغلة كمية اعلى من المادة العضوية مقارنة بالترب غير المستغلة واشارت العديد من الدراسات الى دور المادة العضوية في تعزيز عملية التجوية وانطلاق العناصر الغذائية من المعادن الحاملة لها من خلال بعض المجاميع الوظيفية التي تحملها احماض الهيوميك والفولفك فضلا عن الاحماض العضوية منخفضة الوزن الجزيئي low molecular weight organic acids فضلا عن دور المادة العضوية في تنشيط احياء التربة التي تمتلك ادوارا مهمة في تجوية المعادن المختلفة (الضاحي، 2009 ، الحسيني ، 2010).

4-3-5 السعة التبادلية للأيونات الموجبة

يوضح الجدول 3 ان قيم السعة التبادلية للأيونات الموجبة لترب الدراسة تراوحت بين (7.56-28.65) سنتمول كغم⁻¹ وسجلت اعلى قيمة ببسعة التبادلية الكاتيونية في الافق A من بيدون الصويرة المستغلة زراعيًا وادناها في الافق C_{k2} من بيدون البصرة الغير مستغلة زراعيًا كما بينت النتائج ان محتوى الافاق السطحية اعلى من محتوى الافاق التحت سطحية، ويعد محتوى الطين من اكثر العوامل تحكما في قيمة السعة التبادلية الكاتيونية فضلا عن نوع المعدن الطيني والمادة العضوية ودرجة التفاعل ، كما ان ارتفاع قيمة السعة التبادلية للأيونات الموجبة في افاق الدراسة بزيادة كمية المادة العضوية يعزى لما تمتلكه المادة العضوية من مساحة سطحية عالية تؤدي الى زيادة السعة التبادلية للترب المدروسة .

امتلكت بيدونات ترب الديوانية والصويرة بنوعيهما المستغلة وغير المستغلة قيم اعلى للسعة التبادلية الكاتيونية مقارنة مع بيدونات ترب البصرة وكربلاء بنوعيهما المستغلة وغير المستغلة وجاء هذا التفوق نتيجة الاختلاف في نسبة الطين بين هذه الترب حيث ان الاخيرة كانت ترب رملية فقيرة بالمحتوى الطيني جدول (2) ، بالاضافة الى تأثير الاستغلال الزراعي والذي اعطى للترب المستغلة قيم اعلى من السعة التبادلية الكاتيونية نتيجة المادة العضوية التي تضيفها المحاصيل الزراعية للتربة مقارنة مع الترب الغير مستغلة Li واخرون 2010.

4-3-6 معادن الكربونات الكلية

يوضح الجدول الى ان قيم معادن الكاربونات الكلية لترب الدراسة تراوحت بين (117_397) غم كغم⁻¹ وسجلت اعلى قيمة للكربونات في الافق A من بيدون تربة الصويرة المستغلة بنما سجلت اقل قيمة في تربة البصرة الغير مستغلة وقد لوحظ انخفاض ملحوظ في نسبة اكاربونات مع العمق لجميع بيدونات الدراسة وهذا وربما يرجع السبب في ذلك الى عدم توفر المياه وقله الامطار فضلا عن مادة الاصل الكلسية لتلك الترب (Naqash ، 1986 ، الفتلاوي ، 2016) كما تساهم ايونات الكالسيوم افي ترسيب جزء من الكاربونات في الطبقات السطحية ، وبين راين واخرون (2003) ان ترب المناطق الجافة وشبه الجافة والتي يكون فيها موسم الجفاف طويل تكون تربها كلسية عموما . فضلا عن وجود دراسات تشير الى ان معظم كاربونات الكالسيوم قد نقلت مع مياه دجلة والفرات على شكل دقائق ناعمة من المناطق الشمالية وتجمعت وترسبت مع دقائق التربة في السهل الرسوبي (الشمري ، 2020).

4-4 التكوين المعدني لمفصول الطين باستخدام حيود الأشعة السينية X-Ray لبيدونات

ترب الدراسة

من اجل تحديد حالة التباين في محتوى ونوع المعادن ودرجة التجوية في ترب بيدونات مناطق الدراسة, استخدمت تقنية حيود الأشعة السينية X-Ray في مختبرات وزارة العلوم والتكنولوجيا في بغداد, حيث تم حساب كمية هذه المعادن على أساس قياس المساحات تحت المنحني area under peak والشدة Intensity لمنحنيات حيود الأشعة السينية وحسب الطريقة المتبعة من (AL-Saadi , 1977), حيث تم تشخيص المعادن الطينية اعتمادا على المسافة القاعدية بين الطبقات والتي تعد من الصفات الثابتة لجميع المعادن .

بغية التحري عن نوع المعادن الطينية ودرجة تجويتها في بيدونات ترب الدراسة ولتسهيل عملية المقارنة بين التربة المختلفة من جهة وطبيعة الاستغلال من جهة اخرى فقد تم تقسيمها الى مجموعتين ، حيث تشمل المجموعة الاولى مجموعة الترب الخفيفة النسجة (الرملية) وتضمن بيدونات موقعي البصرة وكربلاء والمجموعة الثانية مجموعة الترب الثقيلة النسجة (الطينية) وشملت بيدونات موقعي الصويرة والديوانية وكالاتي :

4-4-1 مجموعة الترب الخفيفة النسجة :

4-4-1-1 بيدون تربة البصرة المستغلة

اظهرت نتائج التحليل المعدني لآفاق بيدون التربة المستغلة في محافظة البصرة الشكل (3) المتمثلة بالبيدون الأول أن هناك أكثر من معدن تم تشخيصه في آفاق هذه البيدون. حيث لوحظ وجود للمعادن الثانوية من نوع الكلورايت إضافة إلى وجود معادن المايكا والكاولينيات , حيث اظهرت منحنيات الأشعة السينية في الشكل (....) لأطيان الأفق AP من البيدون الأول وجود المسافة القاعدية ($A^{\circ}14.35$) في العينة المشبعة بالمغنيسيوم والجافة هوائيا حيث يبين ذلك الخواص المعدنية التي يتصف بها الكلورايت من خلال عدم اتساع المساحة القاعدية له عن معاملة التشبيح بالاثلين كلايكل من جهة فضلا عن بقاءه وثباته في معاملة التسخين الى 550 م , وأوضحت النتائج وجود معدن الكلورايت المنتفخ بحيوده الثاني ($A^{\circ} 7.14$) في أطيان هذا البيدون الذي ظهر بشدة ضعيفة في معاملة التسخين الى درجة 550 م° وهذا يدل على وجود معدن الكلورايت ضعيف التبلور أو ما يطلق عليه بالكلورايت المنتفخ. وأمكن تشخيص معدن المايكا من خلال الحيود الأول ($10.0A^{\circ}$) وثباته في جميع المعاملات وبشدة مختلفة , كما تم تشخيص المعدن المتداخل (الباليكورسكايت – الايلايت) من خلال المسافة القاعدية ($A^{\circ} 10.43 - A^{\circ}10.0$) في

العينة المشبعة بالمغنيسيوم والجافة هوائياً في هذا الاقوى والذي اختفى عند معاملته التسخين 550 م كونه معدن غير مستقر سرعان ما يتحطم بالحرارة , كما سجل هذا البيدون وجود معدن الكوارتز من خلال القمة الحادة والواضحة لهذا المعدن والثابتة لجميع المعاملات والبالغة $3.37^\circ A$ وأن وجود معدن الكوارتز امر متوقع في الترب الرملية خفيفة النسجة فضلا مقاومته العالية لعملية التجوية كونه يتبع مجموعة معادن السليكات الشبكية tectosilicates القوية الهيكل البلوري . Ulery and Drees, 2008 .

4-4-1-2 بيدون تربة البصرة الغير مستغلة

بينت منحنيات الأشعة السينية في الشكل (4) لأطيان بيدون البصرة غير المستغلة وجود المسافة القاعدية ($14.25^\circ A$) الضعيفة في العينة المشبعة بالمغنيسيوم والمجففة هوائياً والذي يعود الى معدن الكلورايت المتحول من معدن السمكتايت بعد مروره بالمعدن المتداخل (سمكتايت - كلورايت) وهذا يشير الى وجود تحولات من معادن السمكتايت باتجاه الكلورايت نتيجة لترسيب طبقة البروسايت $[Mg_3(OH)_6]$ بين الطبقات الداخلية للمعدن نوع (1:2) الممتددة, وهذا يتفق مع ما أشار اليه (الجاف ، 2006 ؛ البكري , 2020 ، السماك ، 2009) .

كما اظهرت المنحنيات وجود الحيود 10 انكستروم والعائد لمعدن المايكا وثباته في جميع المعاملات فضلا عن الحيود الثاني لمعدن الكلورايت البالغ 7.14 انكستروم والذي بقي ثابتا في جميع المعاملات اما وجود الحيودين 3.35 و 4.26 فيعودان لمعدن الكوارتز والذي تم تشخيصه ايضا في بيدون التربة المستغلة ، عند المقارنة بين بيدوني البصرة المستغلة والغير مستغلة فيمكننا بسهولة ملاحظة الفرق في مدى مقاومة المعدن للتجوية حيث لوحظ اختفاء حيودات معدن المايكا والكلورايت عند معاملة التسخين على 550 م والذي ربما يعزى الى تأثير الاستغلال الزراعي في اضعاف بنية المعدن الطينية من خلال الاستغلال الزراعي لذلك انهارت او لم تظهر حيوداتها في معاملات التسخين.

4-4-1-3 بيدون تربة كربلاء المستغلة

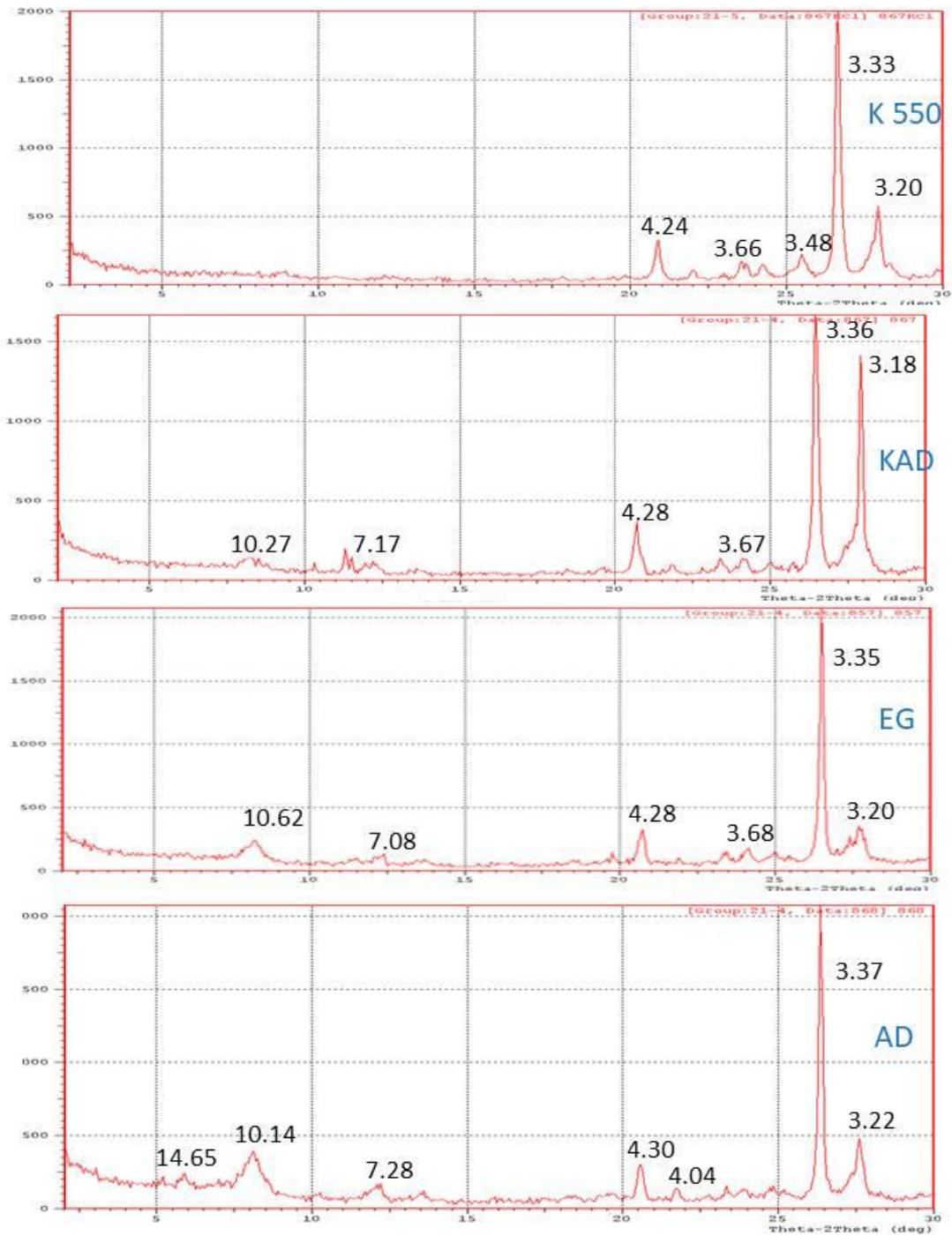
أشارت منحنيات حيود الأشعة السينية لبيدون تربة كربلاء المستغلة الشكل (5) وجود معدن الكلورايت بحيوده الأول البالغ $14^\circ A$ الضعيف إضافة الى المعدن المتداخل (الباليكوسكايت - ايلاييت) في ترب الدراسة. كما اظهرت النتائج وجود الحيود ($7.0^\circ A$) وهو الحيود الأول لمعدن الكاؤولينايت حيث إن معدن الكاؤولينايت يمتاز بثبوت حيوده في جميع المعاملات باستثناء المعاملة المشبعة بالبوتاسيوم والمسخنة الى درجة 550 م ° حيث يتحطم فيها المعدن وهي إحدى الطرق التي يتم عن طريقها تمييزه عن الحيود الثاني لمعدن الكلورايت, وأن ظروف تكون معدن

الكاولينايت غير متوفرة في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة, إذ يحتاج الى ظروف غسل شديدة تميل الى الحموضة مع إنخفاض شديد في تركيز القواعد كالمغنسيوم والكالسيوم على معقد التبادل (Buol وآخرون, 1973), ويعزى سبب تواجد معدن الكاولينايت بحيودة (7.0A °) الى تعرض ترب منطقة الدراسة الى ظروف غسل شديدة في فترات سابقة او وجوده في مواد الاصل المنقولة من المناطق الحدودية ، كما اظهرت النتائج وجود الحيودات 3.20 و 4.24 والعائدة لمعدن الكوارتز وثباتها في جميع المعاملات .

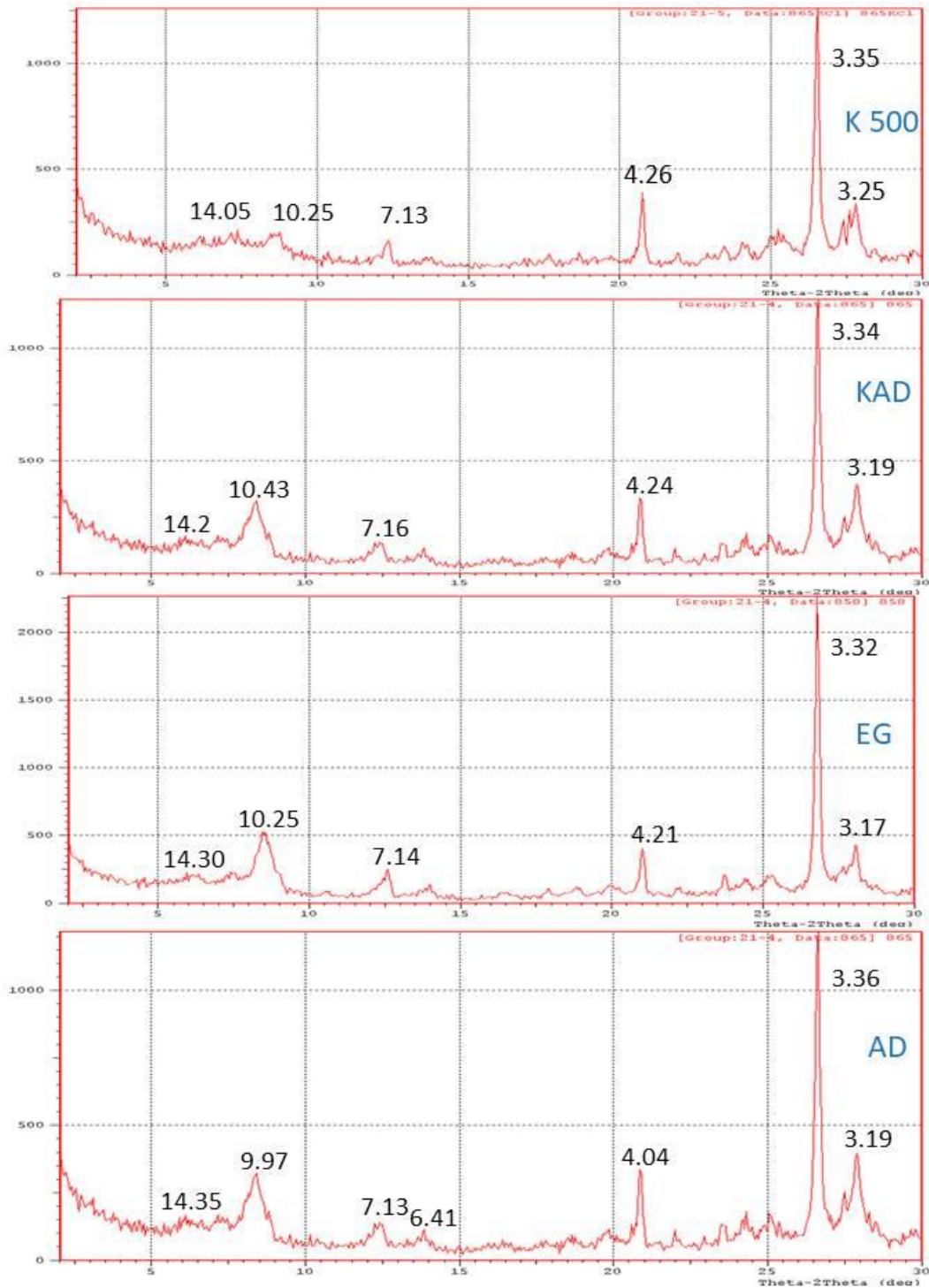
4-4-1-4 بيدون تربة كربلاء الغير مستغلة

اما في بيدون كربلاء غير المستغل فقد اظهرت النتائج شكل (6) وجود تطابق في التركيب المعدني من خلال ظهور نفس الحيودات التي شخصت في التربة المستغلة لكن الحيودات ظهرت بشدة اقوى من التربة المستغلة وربما يعزى ذلك الى تعرض معادن التربة المستغلة الى عوامل تجوية قوية بفعل الاستغلال الزراعي مما اضعف البنية البلورية لهذه المعادن مما انعكس على شدة الحيودات وكذلك مقاومتها للتسخين على 550 م اثناء الفحص.

عند الحديث عن اثر الاستغلال الزراعي في التكوين المعدني لمفصول الطين في بيدوني تربة كربلاء المستغلة والغير المستغلة فيمكننا ملاحظة في شدة الحيودات وخصوصا الحيود 14 انكستروم والتي بدت اقل شدة في الترب المستغلة مقارنة بالترب الغير مستغلة وكذلك الحال بالنسبة للحيود الخاص بمعادن المايكا والباليكورسكايت.

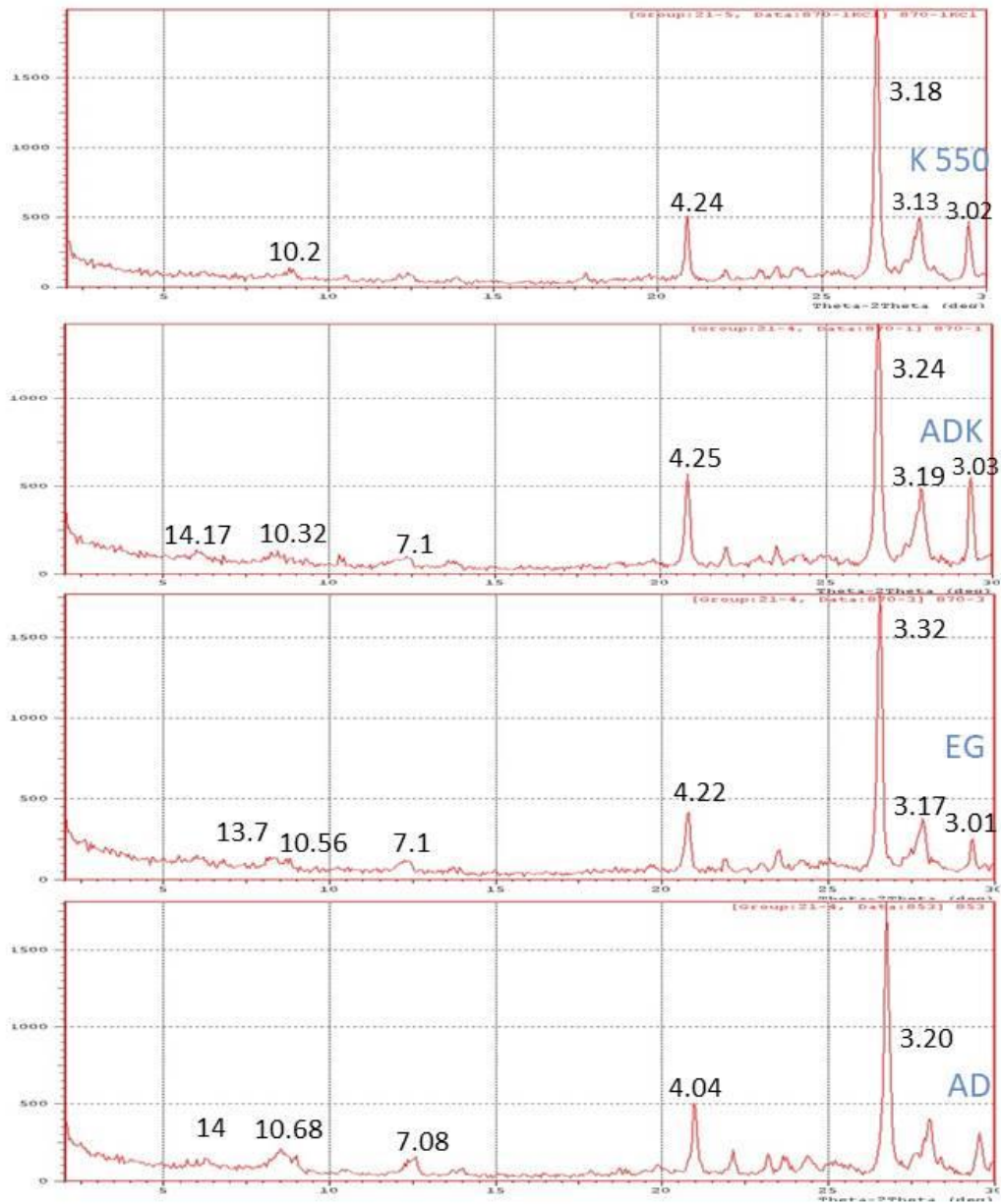


شكل (3) منحنيات حيود الاشعة السينية لمفصول الطين في بيدون تربة البصرة المستغلة

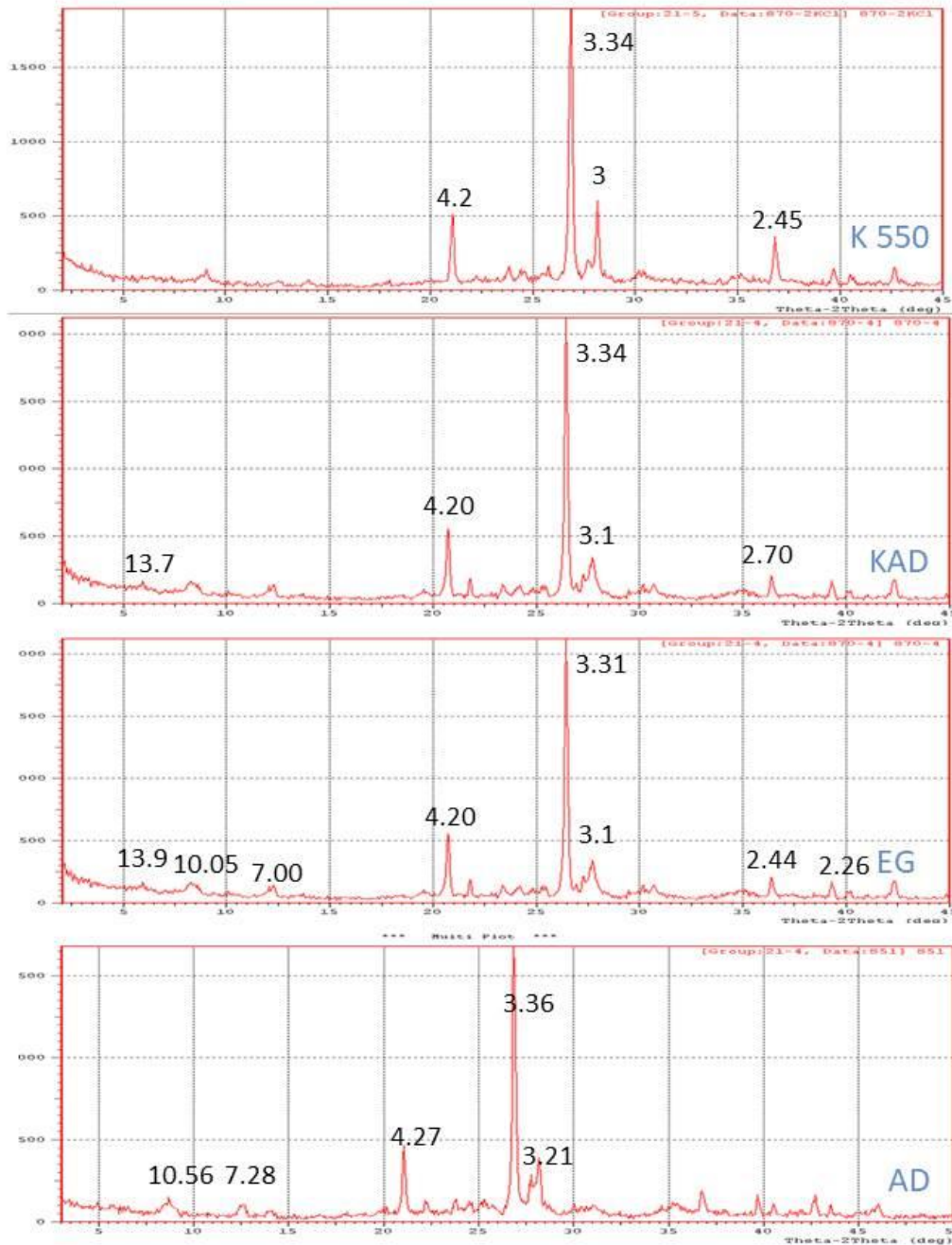


شكل (4) منحنيات حيود الأشعة السينية لمفصول الطين في بيدون تربة البصرة الغير

المستغلة



شكل (5) منحنيات حيود الاشعة السينية لمفصول الطين في بيدون تربة كربلاء المستغلة



شكل (6) منحنيات حيود الاشعة السينية لمفصول الطين في بيدون تربة كربلاء الغير

المستغلة

4-4-2 مجموعة الترب ثقيلة النسجة (الطينية)

4-4-2-1 بيدون تربة الديوانية المستغلة :

بينت نتائج الأشعة السينية لأطيان بيدون تربة الديوانية المستغلة في الشكل (7) ظهور معدن السمكتايت والذي أمكن تشخيصه من خلال الحيود $14.21^\circ A$ للحيود الأول في المعاملة المشبعة بالمغنيسيوم والجافة هوائيا والذي اتسع الى $16.28^\circ A$ في حالة التشبيح بالمغنيسيوم والمعاملة بالاثيلين كلايكول ,حيث لوحظ زيادة وضوح الإنعكاس ، ومن جهة اخرى فأن ظهور القمة $14.21^\circ A$ في معاملة التشبيح بالمغنيسيوم والجافة هوائيا بشكل واضح وظهوره بشكل كتف على حيود معدن المايكا ($10.14^\circ A$) في معاملة التسخين الى $550^\circ M$ يؤكد وجود معدن الكلورايت علما أن معدن الكلورايت الموجود في هذه الترب هو من النوع المنتفخ swelling chlorite (غير المقاوم للحرارة) وهذه النتيجة جاءت متفقة مع ما وجدته (العلواني وعلي ,2011). وقد أوضح الوطيفي ، 2012 أن المصدر الرئيسي لهذا المعدن في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة هو مادة الأصل المكونة لهذه التربة كذلك اكد وجود معدن الكلورايت ظهور الحيود الثاني له 7.09 والذي بقي ثابتا في جميع المعاملات مما اكد ان هذا الحيود الثاني للكلورايت وليس معدن الكاولينات كون الاخير يتحطم في معاملة التسخين الى $550^\circ M$.

كما بين Dixon وآخرون (1990) أن معدن الكلورايت غير الحقيقي (المنتفخ) يحافظ على مسافته القاعدية $14.14^\circ A$ ضمن معاملي التشبيح بالمغنيسيوم والجافة هوائيا والتشبيح بالاثيلين كلايكول ثم تؤدي معاملات التسخين الى اختفائه او ظهوره بشكل كتف على حيود معدن المايكا . وقد شاطره في هذا الراي العديد من الدراسات التي اجريت على الترب العراقية ومنها (الجاف , 2006 ; الفتلاوي , 2016) . معدن السمكتايت والذي تم تشخيصه في هذه التربة من خلال الحيود $16.28^\circ A$ في حالة التشبيح بالمغنيسيوم والمعاملة بالاثيلين كلايكول فقد لوحظ إنخفاض نسبة هذا المعدن في هذا البيدون والذي يعود الى عملية التجوية والتي تكون في مراحلها الأولية من خلال عملية الاستغلال الزراعي على الرغم من توفر الظروف الملائمة لتكوينه من أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم المتبادل إضافة الى درجة تفاعل التربة المائلة الى القاعدية (Jackson , 1964). وقد أوضح Ismail (1979) إمكانية تكون هذا المعدن من تجوية معدن البايوتايت في الظروف الجافة وشبه الجافة. كما ان زيادة نسبة هذا المعدن بزيادة ملوحة التربة يعود سببها الى زيادة تركيز أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم المتبادلة (الخفاجي , 1979 ، العميدي ، 2021). وقد جاءت هذه النتائج متوافقة مع ما وجدته (البياتي والراوي , 2000 ; الذيابي , 2007) عند دراستهم لترب الجزء الجنوبي الغربي من العراق .

أوضحت النتائج وجود معدن الباليكورسكايت في هذا البيدون الشكل (7) حيث تم تشخيصه من خلال الحيود (10.1-10.14) A° في المعاملة المشبعة بالمغنيسيوم والجافة هوائياً وبقائه ثابتاً في جميع المعاملات, وهذه النتيجة جاءت متوافقة مع ما وجدته كل من (1971, Yahia ; البياتي والراوي , 2000) في سيادة هذا المعدن في بعض الترب العراقية .

وأظهرت منحنيات الأشعة السينية في الشكل (7) وجود المسافة القاعدية (16.73- A° 14.21) في العينة المشبعة بالمغنيسيوم والمجففة هوائياً حيث بين ذلك الخصائص المعدنية التي يتصف بها المعدن المتداخل سمكتايت - كلورايت وهذا يشير الى وجود تحولات من معادن السمكتايت باتجاه الكلورايت نتيجة لترسيب طبقة البروسايت $[Mg_3(OH)_6]$ بين الطبقات الداخلية للمعادن نوع (2:1)المتمددة, وهذا يتفق مع ما توصل اليه (الجاف ، 2006 ; البكري, 2020).

وأظهرت منحنيات الأشعة السينية في الشكل (7) لأطيان بيدون الديوانية المستغل وجود المسافة القاعدية ($10.62 A^\circ - 10.0 A^\circ$) في العينة المشبعة بالمغنيسيوم والجافة هوائياً, حيث بينت الخصائص المعدنية التي يتصف بها المعدن المتداخل(الباليكورسكايت-الايلايت) وان وجود هذا المعدن المتداخل دليل اخر على سيادة عملية التجوية والتحول لمعدن المايكا باتجاه معدن الباليكورسكايت نتيجة الاستغلال الزراعي وعمليات الري المستمرة والبقايا العضوية التي تعزز من عملية التحول.

ان وجود معدن المايكا في هذه التربة اظهرته منحنيات حيود الاشعة السينية من خلال المسافة القاعدية $10.1 A^\circ$ والتي بقيت ثابتة في جميع المعاملات مع زيادة شدتها في معاملتي التشبيح بالبوتاسيوم والتسخين على $550^\circ M$ وان وجود هذا المعدن يعني زيادة خزين هذه التربة من عنصر البوتاسيوم.

كذلك اظهرت النتائج وجود الحيودين 3.33 و 4.75 وبقائهما في جميع المعاملات مما يؤكد وجود معدن الكوارتز المقاوم للتجوية.

4-4-2-2 بيدون تربة الديوانية الغير المستغلة

اظهرت نتائج فحوصات الاشعة السينية لهذا البيدون الشكل (8) نفس التركيب المعدني للتربة المستغلة مع ظهور حيودات المعادن بشدة اقل وخاصة معادن 2:1 المتمددة لاسيما معدن المونتموريلونايت والذي ظهر في بيدون التربة المستغلة بشكل واضح وبشدة اعلى مما يعزز نظرية تحول معادن المايكا في هذه الترب الى معادن 2:1 المتمددة وهذا ايضا ينطبق على معدن الكلورايت الذي ظهر بشدة اقل وخاصة في معاملة التسخين في التربة المستغلة وظهر بشكل كتف

على حيود معدن المايكا ، كذلك اظهرت النتائج انخفاض شدة معادن المايكا في الترب المستغلة مقارنة مع الترب غير المستغلة والذي يعزز نظرية التحول الى معادن 2:1 المتمددة.

3-2-4-4 بيدون تربة الصويرة المستغلة :

اظهرت نتائج فحوصات الاشعة السينية في هذا البيدون الشكل (9) وجود الحيود 17.83 في معاملة التشبيح بالمغنيسيوم والمعاملة بالاثيلين كلايكلول والذي يؤكد وجود معدن السمكتايت من نوع المونتموريللوناييت نتيجة لتمدد طبقاته عند المعاملة بالاثيلين كلايكلول بعد ان كان $14 A^\circ$ في معاملة التشبيح بالمغنيسيوم والجافة هوائيا ، وان وجود هذا المعدن يتفق مع ما توصلت اليه العديد من الدراسات (الجاف ، 2006 ؛ البكري, 2020) ، كما اظهرت النتائج وجود الحيود $14 A^\circ$ وبقائه ثابتا في جميع المعاملات يؤكد وجود معدن الكلورايت في هذه التربة واكد ذلك ظهور الحيود الثاني 7.01 وبقائه ثابتا في جميع المعاملات .

وأظهرت منحنيات الأشعة السينية في الشكل (9) وجود المسافة القاعدية ($16.42 A^\circ$) في العينة المشبعة بالمغنيسيوم والمجففة هوائياً حيث بين ذلك الخصائص المعدنية التي يتصف بها المعدن المتداخل سمكتايت - كلورايت وهذا يشير الى وجود تحولات من معادن السمكتايت باتجاه الكلورايت نتيجة لترسيب طبقة البروسايت $[Mg_3(OH)_6]$ بين الطبقات الداخلية للمعادن نوع (2:1) المتمددة, وهذا يتفق مع ما توصل اليه (الجاف ، 2006 ؛ البكري, 2020).

كما بينت النتائج وجود المسافة القاعدية ($10.43 A^\circ$) في العينة المشبعة بالمغنيسيوم والجافة هوائياً، حيث بينت الخصائص المعدنية التي يتصف بها المعدن المتداخل (الباليكورسكايت- الايلايت) وان وجود هذا المعدن المتداخل دليل اخر على سيادة عملية التجوية والتحول لمعدن المايكا باتجاه معدن الباليكورسكايت نتيجة الاستغلال الزراعي وعمليات الري والبقايا العضوية التي تعزز عملية التجوية.

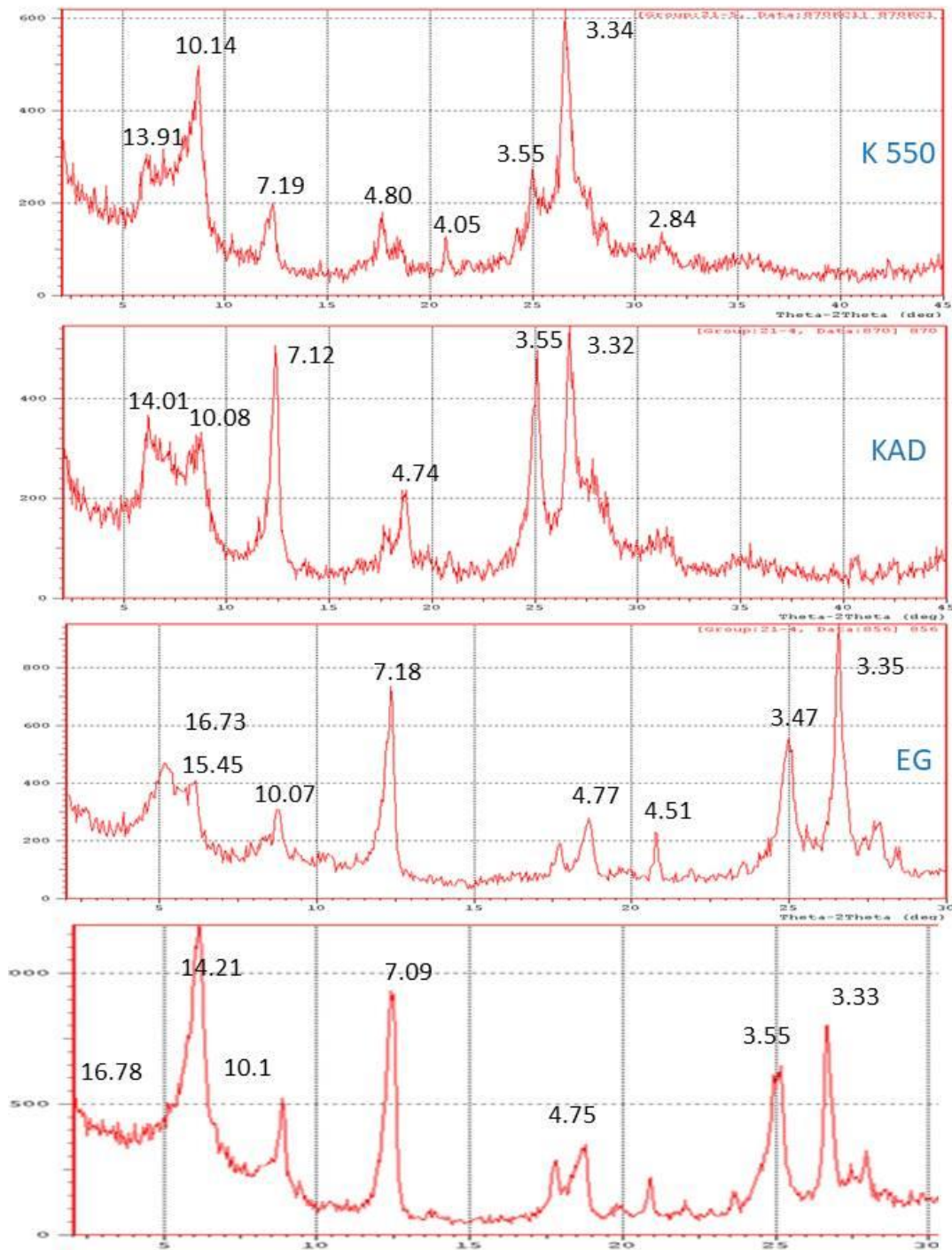
كذلك اظهرت النتائج وجود الحيود $9.99 A^\circ$ الخاص بمعادن المايكا وبقائه ثابتا في جميع المعاملات ، فضلا عن ظهور الحيودين 4.22 و 3.31 الخاصين بمعدن الكوارتز .

3-2-4-4 بيدون تربة الصويرة الغير مستغلة :

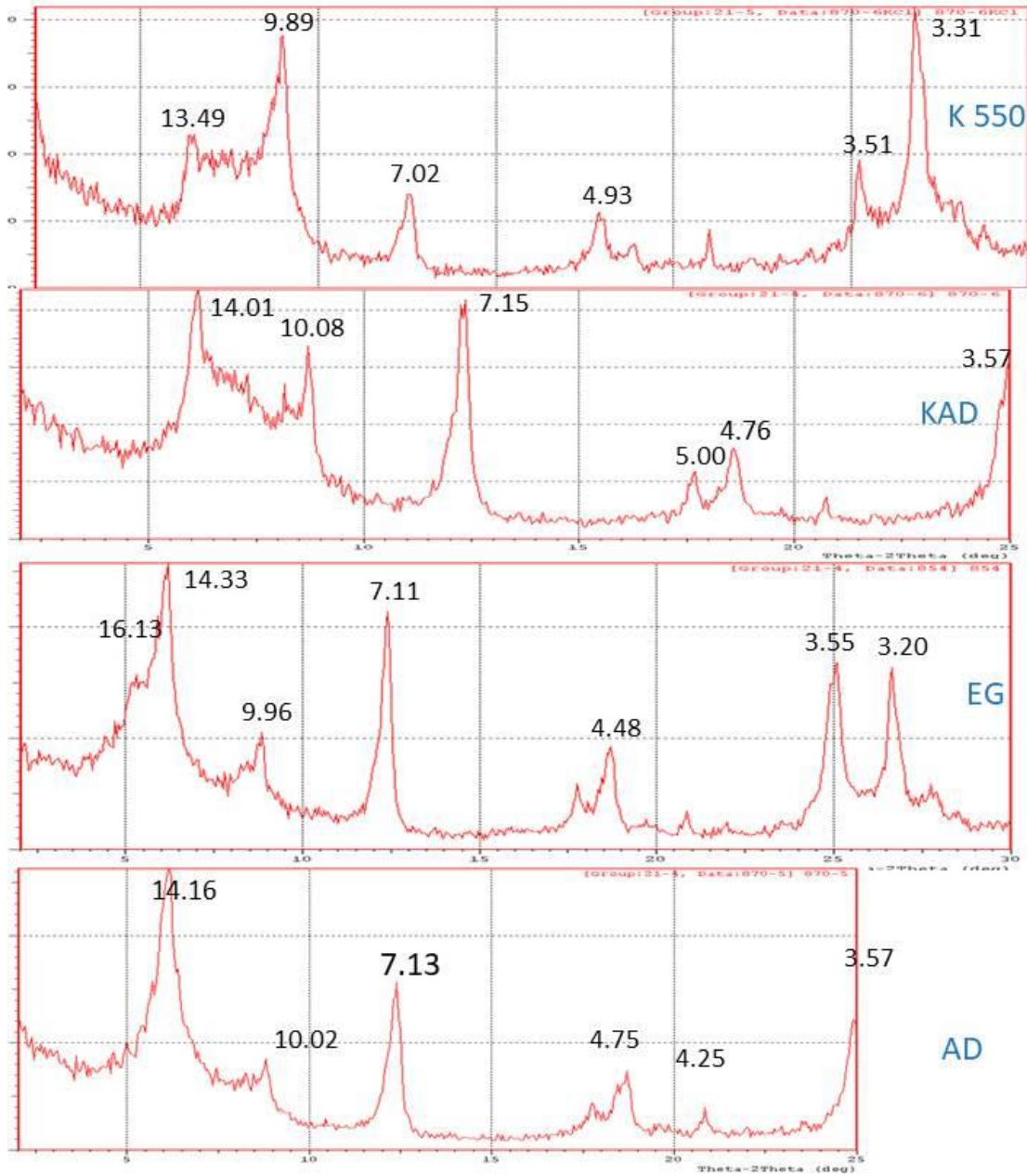
اظهرت النتائج وجود تطابق في المحتوى المعدني بين تربة الصويرة المستغلة مع التربة غير المستغلة الشكل (10) من خلال تواجد نفس قيم الحيودات مع الاختلاف في شدة هذه الحيود وكما هو الحال في بيدوني تربة الديوانية المستغلة والغير مستغلة اظهرت تربة الصويرة الغير المستغلة انخفاض في شدة حيود معادن 2:1 مقارنة مع التربة المستغلة وفي مقابل ذلك زادت شدة حيود معادن المايكا والذي يعود السبب فيه الى تحول معادن المايكا الى معادن 2:1 المتمددة بفعل عملية

التجوية النشطة في الترب المستغلة مقارنة مع الترب الغير مستغلة ، كذلك الحالة بالنسبة لمعادن الكلورايت والتي انخفضت شدتها ايضا في الترب المستغلة ، كذلك بالنسبة للمعادن المستطبقة وتحديد المعادن المستطبقة كلورايت – مونتوريلونايت فقط لوحظ ايضا زيادة شدته في التربة المستغلة بسبب نشاط عملية التحول بفعل عملية التجوية والظروف المحيطة.

بشكل عام يمكن القول ان طبيعة الاستغلال الزراعي اثرت بشكل ملفت حصول بعض التحولات المعدنية وخاصة تحول المايكا الى معادن 2:1 المتمدة مرورا بالمعادن المتداخلة وان هذه التحولات تلعب دورا محوريا في التأثير على جاهزية وحركيات العناصر الغذائية ولاسيما البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والذي سيتم تأكيده من خلال تطبيق الحركيات الكيميائية لهذه العناصر وربطها مع التركيب المعدني لمفصول الطين .

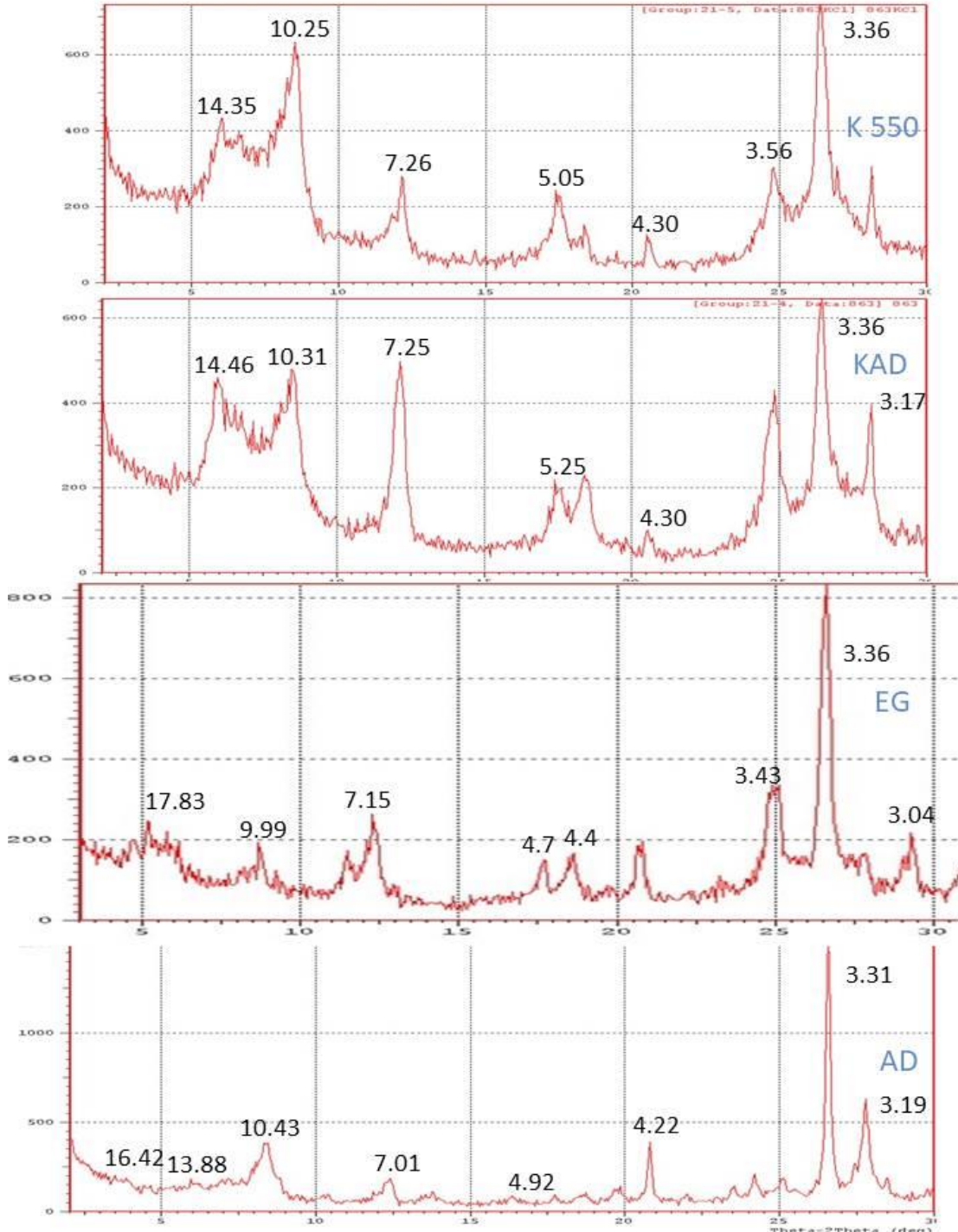


شكل (7) منحنيات حيود الاشعة السينية لمفصول الطين في بيدون تربة الديوانية المستغلة

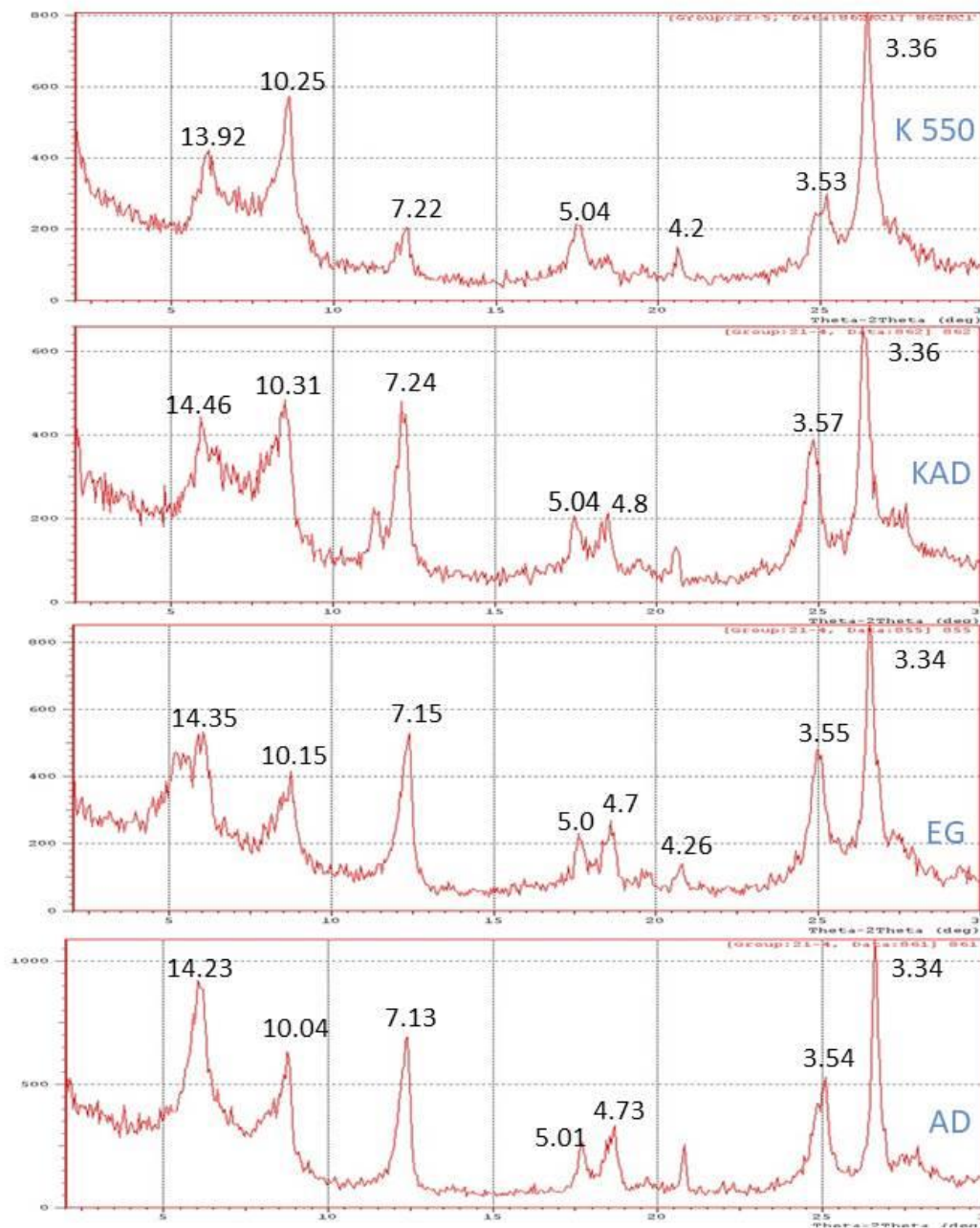


شكل (8) منحنيات حيود الاشعة السينية لمفصول الطين في بيدون تربة الديوانية الغير

المستغلة



شكل (9) منحنيات حيود الاشعة السينية لمفصول الطين في بيدون تربة الصويرة المستغلة



شكل (10) منحنيات حيود الاشعة السينية لمفصول الطين في بيدون تربة الصويرة المستغلة

4-5 وصف تحرر الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم على اساس الحركيات الكيميائية

4-5-1 طريقة الازاحة الامتزاجية الهادنة

من اجل التعرف على سرعة التحرر للعناصر الغذائية من معادن التربة بفعل التجوية والاستغلال الزراعي فقد استعملت خمس من المعادلات الحركية لوصف تحرر العناصر الغذائية وهي الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم في التربة المستغلة زراعياً وغير المستغلة زراعياً وميكانيكية تحرر كل من هذه العناصر وكمية المتحرر ومعامل سرعة التحرر، حيث استخدمت كمية الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم المتحررة تجميعياً كدالة للزمن في اختيار افضل المعادلات الحركية لوصف التحرر وتفسير ميكانيكية تحرر العناصر الثلاث في الترب المستغلة وغير المستغلة وهذه المعادلات هي (معادلة القوة والرتبة الاولى والرتبة صفر والانتشار و ايلوفج) ، حيث تم المفاضلة بين هذه المعادلات بأعتماد معياري معامل الارتباط بين كمية العناصر الثلاث المتحررة (r) والزمن ومعامل الخطأ القياسي (SE) .

أكدت نتائج التحليل الإحصائي المبينة في الجداول (3،4،5) والملاحق (1،2،3) إمكانية اعتماد كل من معادلة دالة القوة والرتبة الاولى والرتبة صفر في وصف مسار وعملية تحرر الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم رياضياً، وذلك لوجود علاقة ارتباط موجبة عالية المعنوية بين تحرر هذه العناصر وزمن الاستخلاص ، مبينة إمكانية استعمال أي من هذه المعادلات في وصف تحرر العناصر الثلاثة وكذلك في اعطاء افضل تطابق للنقاط على الخط المستقيم ، في حين لم تعط معادلات الانتشار و ايلوفج والرتبة صفر وصفاً مقبولاً لعملية التحرر .

بعد اعتماد قيم الخطأ القياسي (SE) القيمة الأحصائية التي تبين مدى التطابق بين القيم المقاسة والمحسوبة فضلاً عن قيم معامل الارتباط (r) للكشف عن المعادلات الفضلى في وصف عملية تحرر العناصر الثلاثة ، يمكن ترتيب المعادلات من ناحية أفضليتها في وصف تحرر البوتاسيوم عند الاستخلاص بطريقة الازاحة الامتزاجية كالآتي :-

دالة القوة < الرتبة الاولى < الرتبة صفر < الانتشار < ايلوفج

لقد بينت نتائج دراسية Sparks و Martin (1983) و Mengel و Uhlenbecker (1993) و Galdima و Slivertooth (1998) و Hossienpour و Sinigani (2007) و Xiao-nan وآخرون (2007) على ترب صحراوية وترب أخرى ، إن حركيات تحرر البوتاسيوم تخضع إلى معادلات ايلوفج والانتشار ودالة القوة والرتبة الاولى والرتبة صفر.

4-5-1-1 حركيات تحرر الكالسيوم :

يبين الجدول (3) قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر الكالسيوم من ترب الدراسة

عميقين السطحي والتحت السطحي والتي اشارت الى ان قيمة معامل الارتباط لمعادلة دالة القوة تراوحت بين (0.95-1.00) واقل قيمة خطأ قياسي (0.03) حيث سجلت اعلى قيمة لمعامل الارتباط في في تربة الديوانية الافق السطحي بلغت قيمته (1.00) واقل قيمة خطأ قياسي والذي بلغت قيمته (0.03) في حين كانت اقل قيمة معامل ارتباط في تربة كربلاء بلغت قيمة معامل الارتباط فيها (0.95) و الخطأ القياسي فيها (0.09) وتباينت بقية المعادلات الحركية في مدى ملائمتها لوصف تحرر الكالسيوم واعطت قيم متفاوتة لمعامل الارتباط والخطأ القياسي واعتمادا على قيمة معامل الارتباط واقل خطأ قياسي اخذت المعادلات الحركية الخمسة التسلسل الاتي :

دالة القوة < الرتبة الاولى < الرتبة صفر < الانتشار < ايلوفج

4-5-1-2 حركيات تحرر المغنيسيوم :

يبين الجدول (4) قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر المغنيسيوم من ترب الدراسة وللعمايق السطحي والتحت السطحي والتي اشارت الى ان قيمة معامل الارتباط لمعادلة دالة القوة تراوحت بين (0.91-0.99) بينما تراوح الخطأ قياسي (0.05-0.10) حيث سجلت اعلى قيمة لمعامل الارتباط في في تربة الديوانية الافق السطحي بلغت قيمته (0.99) واقل قيمة خطأ قياسي والذي بلغت قيمته (0.05) في حين كانت اقل قيمة معامل ارتباط في تربة البصرة المستغلة بلغت (0.91) وبخطأ القياسي فيها (0.10) وتباينت بقية المعادلات الحركية في مدى ملائمتها لوصف تحرر المغنيسيوم واعطت قيم متفاوتة لمعامل الارتباط والخطأ القياسي واعتمادا على قيمة معامل الارتباط واقل خطأ قياسي اخذت المعادلات الحركية الخمسة التسلسل الاتي :

دالة القوة < الرتبة الاولى < الرتبة صفر < الانتشار < ايلوفج

جدول (3) : قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر الكالسيوم من ببيونات ترب الدراسة المستغلة وغير مستغلة بطريقة الازاحة الامتزاجية الهادنة .

الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الانتشار		دالة القوة		ايلوفج		العمق	الافق	طبيعة الاستغلال	الموقع	
r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE					
0.95	1.74	0.96	0.35	0.98	19.63	0.98	0.74	0.97	38.63	0 - 30	Ap	مستغلة	البصرة	
0.94	2.48	0.97	0.35	0.97	12.92	0.96	0.12	0.94	36.53	30 - 50	B _{k1}			
0.98	1.62	0.96	0.39	0.99	9.87	0.99	0.06	0.96	35.65	0 - 30	A			غير مستغلة
0.97	1.69	0.98	0.27	0.99	7.86	0.98	0.09	0.95	29.53	30 - 50	B _k			
0.85	2.68	0.93	0.39	0.93	42.82	0.95	0.09	0.98	57.63	0-30	Ap	مستغلة	كربلاء	
0.88	2.34	0.97	0.25	0.95	36.62	0.96	0.08	0.98	51.23	30-60	B _{k1}			
0.89	2.01	0.99	0.12	0.96	33.89	0.99	0.05	1.00	47.51	45-0	A			غير مستغلة
0.89	2.19	0.95	0.34	0.96	31.83	0.97	0.08	0.99	46.29	70-45	B _{k1}			
0.93	2.07	0.98	0.23	0.98	30.05	1.00	0.03	0.99	48.18	0-45	AP	مستغلة	ديوانية	
0.98	2.47	0.95	0.41	0.98	17.44	0.97	0.16	0.92	29.20	45-70	C _k			
0.93	2.10	0.98	0.23	0.98	30.05	1.00	0.03	0.99	48.18	0-25	A			غير مستغلة
0.96	1.75	0.98	0.26	0.99	15.15	0.99	0.06	0.97	35.07	25-45	C _k			
0.99	2.18	0.85	0.89	0.97	12.84	0.97	0.13	0.90	37.53	0-30	Ap	مستغلة	صويرة	
0.99	2.07	0.80	0.99	0.96	19.39	0.98	0.13	0.89	28.95	30-47	C _{k1}			
0.98	2.04	0.87	0.66	0.99	10.44	0.99	0.07	0.95	41.65	0-7.5	A			غير مستغلة
0.97	1.94	0.87	0.66	0.99	10.85	0.99	0.07	0.95	39.64	25-56	C _{k1}			

3-1-5-4 حركيات تحرر البوتاسيوم

يبين الجدول (5) قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من ترب الدراسة وللعُمقين السطحي والتحت السطحي والتي اشارت الى ان قيمة معامل الارتباط لمعادلة دالة القوة تراوحت بين (0.68-0.98) والخطأ قياسي (0.08-0.88) حيث سجلت اعلى قيمة لمعامل الارتباط في في تربة الصويرة الافق السطحي بلغت قيمته (0.98) واقل قيمة خطأ قياسي والذي بلغت قيمته (0.08) لنفس التربة في حين كانت اقل قيمة معامل ارتباط في تربة كربلاء بلغت قيمة معامل الارتباط فيها (0.68) وبخطأ قياسي مقداره (0.15) اما بقية المعادلات الحركية فقد تباينت في مدى ملائمتها لوصف تحرر البوتاسيوم واعطت قيم متفاوتة لمعامل الارتباط والخطأ القياسي وبالاعتماد على قيمة معامل الارتباط واقل خطأ قياسي اخذت المعادلات الحركية الخمسة التسلسل الاتي :

دالة القوة < الرتبة الاولى < الرتبة صفر < الانتشار < ايلوفج

2-5-4 طريقة الاستخلاص المتعاقب

من اجل اعطاء صورة اكثر دقة واكثر وضوح عن حركيات العناصر الثلاثة المدروسة (الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم) فقد اخضعت ايضا الى تقنية الاستخلاص المتعاقب بهدف تسهيل عملية المقارنة مع تقنية الازاحة الامتزازية الهادئة لغرض محاولة محاكات ميكانيكية التحرر للعناصر المدروسة بهدف اعطاء افضل تطابق بين المعادلات الحركية المدروسة ولمحاولة ربط التقنيتين مع اثر الاستغلال الزراعي في تعزيز عملية التجوية التي يرافقها تحرر للعناصر الداخلة في الشباك البلورية وبسرع متفاوتة تعتمد بشكل اساسي على بيئة التجوية .

1-2-5-4 حركيات تحرر الكالسيوم :

يبين الجدول (6) قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر الكالسيوم من ترب الدراسة وللعُمقين السطحي والتحت السطحي بطريقة الاستخلاص المتعاقب والتي اشارت الى ان قيمة معامل الارتباط لمعادلة دالة القوة تراوحت بين (0.66-0.99) والخطأ قياسي (0.07-0.17) حيث سجلت اعلى قيمة لمعامل الارتباط في في تربة الديوانية الافق السطحي بلغت قيمته (0.99) واقل قيمة خطأ قياسي والذي بلغت قيمته (0.07) لنفس التربة في حين كانت اقل قيمة معامل ارتباط في تربة البصرة بلغت قيمة معامل الارتباط فيها (0.66) وبخطأ قياسي مقداره (0.16) اما

جدول (6): قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر الكالسيوم من بيذونات ترب الدراسة المستغلة والغير مستغلة بطريقة الاستخلاص المتعاقب .														
الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الانتشار		دالة القوة		ايلوفج		العمق	الافق	طبيعة الاستغلال	الموقع	
r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE					
0.74	1.98	0.94	0.30	0.84	40.01	0.90	0.10	0.94	47.47	0 - 30	Ap	مستغلة	البصرة	
0.45	1.95	0.59	0.67	0.58	46.63	0.70	0.12	0.73	50.25	30 - 50	B _{k1}			
0.46	1.74	0.59	0.62	0.59	30.54	0.71	0.16	0.74	33.88	0 - 30	A			غير مستغلة
0.43	1.81	0.58	0.61	0.55	33.79	0.66	0.16	0.69	36.98	30 - 50	B _k			
0.47	2.30	0.66	0.59	0.58	48.22	0.69	0.14	0.71	52.71	0-30	Ap	مستغلة	كربلاء	
0.59	2.00	0.77	0.54	0.72	49.72	0.83	0.15	0.85	54.91	30-60	B _{k1}			
0.64	1.83	0.84	0.43	0.76	30.03	0.84	0.13	0.88	35.43	45-0	A			غير مستغلة
0.58	1.70	0.78	0.47	0.70	29.95	0.79	0.14	0.83	34.21	70-45	B _{k1}			
0.98	2.14	0.86	0.57	0.96	13.07	0.98	0.13	0.90	22.01	0-45	AP	مستغلة	ديوانية	
0.99	1.16	0.89	0.55	0.99	3.98	0.99	0.07	0.94	26.15	45-70	C _k			
0.84	2.65	0.89	0.44	0.89	26.83	0.89	0.17	0.92	40.91	0-25	A			غير مستغلة
0.91	1.76	0.98	0.22	0.97	29.40	0.98	0.07	0.99	42.60	25-45	C _k			
0.98	1.97	0.96	0.26	0.99	1.38	0.99	0.07	0.96	33.70	0-30	Ap	مستغلة	صويرة	
0.99	1.25	0.95	0.29	0.99	8.37	0.99	0.06	0.94	26.28	30-47	C _{k1}			
0.90	2.01	0.94	0.37	0.95	31.33	0.96	0.09	0.97	45.54	0-7.5	A			غير مستغلة
0.87	2.28	0.89	0.46	0.94	24.85	0.95	0.11	0.97	38.65	25-56	C _{k1}			

بقية المعادلات الحركية فقد تباينت في مدى ملائمتها لوصف تحرر البوتاسيوم واعطت قيم متفاوتة لمعامل الارتباط والخطأ القياسي وبالاعتماد على قيمة معامل الارتباط واقل خطأ قياسي اخذت المعادلات الحركية الخمسة التسلسل الآتي :

دالة القوة < الرتبة الاولى < الرتبة صفر < الانتشار < ايلوفج

4-5-2-2 حركيات تحرر المغنيسيوم

يبين الجدول (7) قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر المغنيسيوم من ترب الدراسة وللعُمقين السطحي والتحت السطحي بطريقة الاستخلاص المتعاقب والتي اشارت الى ان افضل المعادلات وصفا لتحرر المغنيسيوم هي معادلة دالة القوة حيث تراوحت قيمة معامل الارتباط لمعادلة دالة القوة بين (0.98-0.71) والخطأ قياسي (0.16-0.07) حيث سجلت اعلى قيمة لمعامل الارتباط في في تربة الديوانية الافق السطحي بلغت قيمته (0.98) واقل قيمة خطأ قياسي والذي بلغت قيمته (0.07) لنفس التربة في حين كانت اقل قيمة معامل ارتباط في تربة الصويرة غير المستغلة بلغت قيمة معامل الارتباط فيها (0.71) وبخطأ قياسي مقداره (0.15) اما بقية المعادلات الحركية فقد تباينت في مدى ملائمتها لوصف تحرر البوتاسيوم واعطت قيم متفاوتة لمعامل الارتباط والخطأ القياسي وبالاعتماد على قيمة معامل الارتباط واقل خطأ قياسي اخذت المعادلات الحركية الخمسة التسلسل الاتي :

دالة القوة < الرتبة الاولى < الرتبة صفر < الانتشار < ايلوفج

4-5-1-3 حركيات تحرر البوتاسيوم

يبين الجدول (8) قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من ترب الدراسة وللعُمقين السطحي والتحت السطحي بطريقة الاستخلاص المتعاقب والتي اشارت الى ان افضل المعادلات وصفا لتحرر البوتاسيوم هي معادلة دالة القوة حيث تراوحت قيمة معامل الارتباط لمعادلة دالة القوة بين (0.98-0.65) والخطأ قياسي (0.17-0.08) حيث سجلت اعلى قيمة لمعامل الارتباط في في تربة الصويرة الافق السطحي بلغت قيمته (0.98) واقل قيمة خطأ قياسي والذي بلغت قيمته (0.08) لنفس التربة في حين كانت اقل قيمة معامل ارتباط في تربة الصويرة غير المستغلة بلغت قيمة معامل الارتباط فيها (0.65) وبخطأ قياسي مقداره (0.17) اما بقية المعادلات الحركية فقد تباينت في مدى ملائمتها لوصف تحرر البوتاسيوم واعطت قيم متفاوتة لمعامل الارتباط والخطأ القياسي وبالاعتماد على قيمة معامل الارتباط واقل خطأ قياسي اخذت المعادلات الحركية الخمسة التسلسل الاتي :

دالة القوة < الرتبة الاولى < الرتبة صفر < الانتشار < ايلوفج

جدول (7): قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر المغنيسيوم من بيدونات ترب الدراسة المستغلة وغير مستغلة بطريقة الاستخلاص المتعاقب .

الرتبة صفر		الرتبة الأولى		الانتشار		دالة القوة		اليلوفج		العمق	الافق	طبيعة الاستغلال	الموقع
r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE				
0.61	1.83	0.80	0.46	0.73	31.32	0.81	0.14	0.85	36.25	0 - 30	Ap	مستغلة	البصرة
0.63	1.75	0.82	0.45	0.76	32.00	0.84	0.12	0.88	37.04	30 - 50	B _{k1}		
0.51	1.71	0.67	0.57	0.64	32.44	0.75	0.14	0.78	36.10	0 - 30	A	غير مستغلة	
0.52	1.70	0.67	0.59	0.65	32.23	0.77	0.13	7959.00	35.99	30 - 50	B _k		
0.66	1.72	0.86	0.40	0.78	30.69	0.85	0.12	0.89	36.02	0-30	Ap	مستغلة	كربلاء
0.56	1.70	0.73	0.54	0.69	31.83	0.80	0.13	0.83	35.96	30-60	B _{k1}		
0.50	1.68	0.67	0.54	0.63	28.10	0.73	0.16	0.76	31.63	45-0	A	غير مستغلة	
0.49	1.63	0.65	0.57	0.62	24.49	0.72	0.16	0.76	31.82	70-45	B _{k1}		
0.78	1.74	0.95	0.26	0.87	26.32	0.90	0.12	0.95	33.79	0-45	AP	مستغلة	ديوانية
0.61	1.91	0.80	0.46	0.73	30.56	0.81	0.14	0.85	35.75	45-70	Ck		
0.50	1.77	0.68	0.56	0.63	32.59	0.73	0.15	0.76	36.30	0-25	A	غير مستغلة	
0.51	2.86	0.66	0.58	0.63	32.69	0.74	0.14	0.78	36.48	25-45	Ck		
0.91	1.73	0.97	0.23	0.97	19.58	0.98	0.07	0.99	32.61	0-30	Ap	مستغلة	صويرة
0.91	2.08	0.86	0.54	0.96	16.69	0.97	0.11	0.97	31.89	30-47	Ck1		
0.48	1.77	0.65	0.58	0.60	33.45	0.71	0.15	0.74	36.95	0-7.5	A	غير مستغلة	
0.53	1.80	0.73	0.52	0.66	33.41	0.76	0.14	0.79	37.50	25-56	C _{k1}		

جدول (8) : قيم معامل الارتباط الإحصائي البسيط (r) والخطأ القياسي المقدر (SE) للمعادلات الرياضية الحركية المستعملة في وصف تحرر البوتاسيوم من بيذونات ترب الدراسة المستقلة والغير مستقلة بطريقة الاستخلاص المتعاقب .

الرتبة صفر		الرتبة الاولى		الانتشار		دالة القوة		ابلوفج		العمق	الافق	طبيعة الاستغلال	الموقع
r	SE	r	SE	r	SE	r	SE	r	SE				
0.48	1.76	0.64	0.59	0.61	33.48	0.72	0.14	0.75	37.00	0 - 30	Ap	مستغلة	البصرة
0.47	1.73	0.63	0.59	0.60	33.73	0.71	0.15	0.74	37.12	30 - 50	B _{k1}		
0.41	1.74	0.55	0.63	0.54	31.17	0.65	0.17	0.68	43.14	0 - 30	A	غير مستغلة	
0.46	1.75	0.62	0.60	0.58	31.46	0.69	0.16	0.72	34.43	30 - 50	B _k	مستغلة	
0.42	1.72	0.53	0.66	0.54	33.52	0.67	0.15	0.69	36.47	0-30	Ap	مستغلة	كربلاء
0.47	1.71	0.61	0.61	0.59	33.13	0.71	0.14	0.74	36.44	30-60	B _{k1}		
0.49	1.64	0.65	0.58	0.62	28.68	0.73	0.15	0.77	32.08	45-0	A	غير مستغلة	
0.44	1.67	0.57	0.63	0.57	29.89	0.69	0.16	0.72	32.93	70-45	B _{k1}	مستغلة	
0.81	1.76	0.97	0.21	0.90	27.77	0.94	0.10	0.9737	36.11	0-45	AP	مستغلة	ديوانية
0.76	1.95	0.94	0.27	0.86	29.76	0.90	0.12	0.94	37.68	45-70	Ck		
0.43	1.68	0.57	0.63	0.56	30.16	0.68	0.16	0.70	33.15	0-25	A	غير مستغلة	
0.42	1.72	0.56	0.62	0.55	30.86	0.66	0.16	0.69	33.86	25-45	Ck	مستغلة	
0.96	1.54	0.91	0.51	0.98	11.79	0.98	0.08	0.96	30.40	0-30	Ap	مستغلة	صويرة
0.87	2.14	0.88	0.46	0.93	21.07	0.94	0.13	0.97	33.70	30-47	Ck1		
0.49	1.89	0.68	0.55	0.61	33.88	0.72	0.16	0.75	37.77	0-7.5	A	غير مستغلة	
0.42	2.08	0.55	0.62	0.55	35.34	0.67	0.17	0.69	38.97	25-56	C _{k1}	مستغلة	

بشكل عام اتخذ تمثيل سرعة تحرر العناصر الثلاثة (الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم) منحى متشابه لجميع بيذونات الدراسة المستقلة والغير المستغلة وللعمقين المختارين وبالطريقتين المستخدمتين (الازاحة الامتزازية والاستخلاص المتعاقب) حيث كان الافضلية لمعادلة دالة القوة تلتها معادلة الرتبة الاولى من خلال اعطاء اعلى معامل ارتباط واقل خطأ قياسي وعلى هذا

الاساس تم اختيار هاتين المعادلتين لغرض رسم العلاقة الخطية بين زمن الاستخلاص ومعامل سرعة التحرر وفق ثوابت هاتين المعادلتين فضلا عن توافقهما مع نتائج عدد من الباحثين .

Conclusions and

5- الإستنتاجات والتوصيات

Recommendations

5-1: الإستنتاجات :

- من خلال النتائج المتحصّل عليها من الدراسة يمكن استنتاج ما يأتي :
- 1- اشارت النتائج الى تأثير واضح للاستغلال الزراعي في تجوية معادن التربة .
 - 2- تفوقت الترب المستغلة قابليتها على تحرير البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم.
 - 3- امتازت الترب الطينية النسجة (الديوانية والصويرة) بمحتوى اعلى من البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم مقارنة مع الترب الرملية (البصرة وكربلاء) .
 - 4- أظهرت النتائج وجود العديد من المعادن الطينية في ترب الدراسة حيث وجدت معادن الكلورايت والمايكا والسمكتايت(المونتموريلونايت) ولوحظ وجود عدد من المعادن المستطبقة باليكورسكايت-ايلايث وكلورايت-سمكتايت.
 - 5- اكدت نتيج استخدام المدخل الحركي افضلية استخدام معادلة دالة القوة والرتبة الاولى حيث اعطت هاتين المعادلتين اعلى قيمة لمعامل الارتباط (r) واقل قيمة للخطأ القياسي(SE).
 - 6- كانت طريقة الازاحة الامتزازية الهادئة اكثر واقعية وتمثيل لتحرر الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم من خلال اعطاء افضل تناسب fit بين معدل سرعة التحرر للعناصر الثلاثة (الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم) والزمن .
 - 7- تمتاز الترب المروية بسعة تحرر للعناصر الثلاثة مقارنة مع الترب الصحراوية) كما ان عامل الاستغلال الزراعي يلعب دورا مهما في زيادة تلك السعة .

2-5: التوصيات :

- 1- التوسع في عملية الاستغلال الزراعي لما له من اثر ايجابي في زيادة عملية التجوية وانطلاق العناصر من المعادن الحاملة لها.
- 2- استغلال الاراضي الصحراوية الغير مستغلة لما تمتلكه من خزين من العناصر الغذائية فضلا عن غناها ببعض المعادن ذات القابلية على تجهيز البوتاسيوم كالمايكا.
- 3- اجراء دراسة حول تأثير الاستغلال الزراعي على جاهزية العناصر الخصوبية النتروجين والفوسفور والعناصر الصغرى .
- 4- ضرورة التسميد بعنصر البوتاسيوم في الترب ذات سعة التحرر الواطئة خاصة الترب الصحراوية.
- 5- الاستفادة من استخدام مفهوم الحركيات الكيميائية واستخدامه في تقييم الحالة الخصوبية للترب واعطاء التوصيات السمادية.
- 6- مسح وتصنيف الترب حسب طبيعة الاستخدام من اجل اعتمادها كقاعدة بيانات عند تقييم الواقع الخصوبي والمعوقات التي تواجهه .

6 – المصادر References

1-6: المصادر العربية

- المشهداني, احمد صالح محميد .1994. مسح وتصنيف الترب. جامعة الموصل. كلية الزراعة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. العراق.
- الجاف، بارزان عمر احمد محمد.2006. طبيعة تكوين ووجود المعادن المستطبقة والعوامل المؤثرة فيها في بعض الترب العراقية. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد. جمهورية العراق .
- عواد ، كاظم مشحوت . 1986 . مبادئ كيمياء التربة .جامعة البصرة .كلية الزراعة .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.جمهورية العراق.
- الزبيدي ، أحمد حيدر و محمد علي جمال العبيدي،2001، الوصف الرياضي لحركات البوتاسيوم في بعض الترب العراقية ، المجلة العراقية لعلوم التربة ، المجلد 1 ، العدد 2 :282- 290 .
- الزبيدي ، احمد حيدر وبهاء الدين مكي الربيعي. 2002 أ. ترموديناميكية البوتاسيوم في ترب زراعة الرز . مجلة اباء للابحاث الزراعية . 12 (3) : 155-172 .
- البطاوي ، بشرى محمود علوان. 2007 . المقارنة بين سماذي كبريتات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم وعلاقتها بالتسميد المتوازن لمحصول الخيار في الزراعة المحمية. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد.
- جبر ، عبد سلمان . 2001 . حالة وتحرر البوتاسيوم في بعض ترب البيوت البلاستيكية . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 32 (6) : 31-38 .
- السامرائي، عروبة عبدالله . 1996 . حالة وسلوكية البوتاسيوم في بعض الترب الجبسية في منطقة الدور . رسالة ماجستير . كلية الزراعة – جامعة بغداد.
- السامرائي ، عروبة عبدالله . 2005 . حالة وسلوكية البوتاسيوم في ترب الزراعة المحمية . اطروحة دكتوراه - كلية الزراعة – جامعة بغداد .
- الزبيدي ، أحمد حيدر و محمد علي جمال العبيدي،2001، الوصف الرياضي لحركات البوتاسيوم في بعض الترب العراقية ، المجلة العراقية لعلوم التربة ، المجلد 1 ، العدد 2 :282- 290 .

- السعدي ، إيمان صاحب سلمان. 2007 . تقييم حالة وسلوكية البوتاسيوم المضاف من مصدرين سماديين تحت أنظمة ري مختلفة في نمو وحاصل الطماطة والذرة الصفراء. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد .
- سعد الله ، علي محمد ، 1996 . العلاقة بين الملوحة وحركات تحرر البوتاسيوم في الترب العراقية ، أطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- العبيدي ، محمد علي جمال . 1996 . حركات البوتاسيوم في بعض الترب العراقية . أطروحة دكتوراه . كلية الزراعة – جامعة بغداد .
- الربيعي ، محمد عبد ؛ وشفيق جلاب القيسي. 2000. تقييم سعة تثبيت البوتاسيوم وحركات تحرره في بعض ترب زراعة الرز في العراق . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 31 (3):11-19.
- العبيدي ، محمد علي جمال وعباس جاسم حسين وعلي محمد سعد الله ، 2003 ، حركات تحرر البوتاسيوم غير المتبادل لبعض الترب الديمة في محافظة نوى تحت ظروف الزراعة ، مجلة العلوم الزراعية العراقية ، المجلد 34 : 31 – 36 .
- السماك ، قيس حسين عباس. 1988 . التداخل بين ملوحة التربة والبوتاسيوم وعلاقة ذلك بنمو النبات . رسالة ماجستير - كلية الزراعة – جامعة بغداد .
- السماك ، قيس حسين عباس. 2009. سلوكية بعض الأسمدة البوتاسية في تربة صحراوية مستغلة زراعياً تحت أنظمة ري مختلفة . أطروحة دكتوراه - كلية الزراعة – جامعة بغداد .
- المحسن, ابو الحسن عادل علي. 2015. تأثير الموقع الطبوغرافي على وراثته وتكوين بعض ترب المنخفضات (الفيضات) في البادية الجنوبية من محافظة المثنى. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة المثنى. جمهورية العراق .

References

Wilson, M. J. (2004). Weathering of the primary rock-forming minerals: processes, products and rates. *Clay Minerals*, 39(3), 233-266.

AL-Saadi, N. A. 1977. Preparation of method for quantitative determination of Chlorite , Kaolinite, Mica and Montmorillonite In rock sample, J. of the Geological Soc. Of Iraq,1:19-27.

Barber, S. A. 1984. Soil nutrient bioavailability. John Wiley & Sons , Inc., New York, pp. 414.

Akinrinde, E. A. 1999. Quantity – intensity parameters potassium in relation to uptake by Guinea corn in representative soils of the ecological zones of Nigeria. *Commu. Soil Sci. Plant Anal.* 30 : 2695 – 2710.

Diatta, J. B.; Z. W. Kocialkowski, and W. Grzebisz. 2006. Evaluation of Potassium quantity-intensity parameters of selected polish agricultural soils. *Tropic agronomy.*9 (4) : 1 – 14.

Wang, J. J., and A. D. Scott. 2001. Effect of experimental relevance on potassium Q / I relationships and its implications for surface and subsurface soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32 (15-16) : 2561 – 2575.

Sonar, K. R. 2006. Forms and Q / I relationship of potassium in sub-Montane region of Maharashtra, Western India. 18th world congress of soil science. July 9-15, 2006- Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Rupa, T. R.; S. Srivastava; A. Swarup; D. Sahoo, and B. R. Tembhare. 2003. The availability of potassium in Aeric Haplaquept and Typic Haplustert as affected by long - term cropping, fertilization and manuring. Nutrient Cycling in Agroecosystems.

Soil Survey Staff .2006. Key to soil taxonomy . Tenth edition .

Soil Survey Staff (2010) Keys to soil taxonomy, 11th edn. USDA-Natural Resources Conservation Service , Washington, DC.

Richards, L.A 1954. Diagnosis and improvement of Saline and alkaline Soils

Chien,S.H.and W.R.Clayton(1980). Application of Elovich equation to the kinetics phosphate release and sorption in soils.Soil Sci.Soc .Amr. J. 44 (2) :265-268.

Sparks, D. L. (1986b). Kinetics of ionic reaction in clay minerals and soils.advances in Agronomy 38 : 231-266.

Sparks, D. L.(1992). Kinetics of soil chemical processes. Academic press, Inc. (England).

Page, A.L.; R.H. Miller, and D.R. Kenney. 1982. Methods of Soil Analysis Part (2). 2nd ed. Agronomy 9 Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.

Black, C.A. 1965. Method of Soil Analysis. Part(1). Physical properties. Am. Soc. Agron. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.

Jackson, M. L. (1958) . Soil chemical analysis Prentice Hall. Inc. Englewood Cliffs,N.J. USA. p: 558.

Jackson, M.L. 1979. Soil Chemical Analysis. Advanced Course, 2nd - 11th printing. Published by the Author, Madison, Wis.

Kunze, G. W., and J. Dixon 1986. Pretreatment for mineralogical analysis. Methods of Soil Analysis:Part 1 Physical and Mineralogical Methods,5: 91-100.

Anderson, J. U.1963. An improved pretreatment for mineralogical analysis of samples contending organic matter . Clay and Clay Minerals,10:380-388.

Mehra, O. P. and M. Jackson L.1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite–citrate system buffered with sodium bicarbonate. In Clays and clay minerals .Pergamon, 317-327.

Jackson, M. L.1965. Clay transformation in soil genesis during the quaternary. Soil Science, 99(1):15-22.

Schroeder, D. 1976. Relation between soil potassium and potassium nutrition of the plant. Int. Potassium Res. 53-63. Agric. Prod.

Maclea, A. J. 1960. Water – soluble potassium, percent potassium saturation and $pK - 1/2 p(Ca + Mg)$ as indices the management effects on K status of soils. Transction 7th inter. Congress of Soil Sci. 3 : 86 – 91.

Lindsay, W.L. 1979. Chemical Equilibrium in Soil. John Wiley and Sons. Ins. New York.

Sparks, D. L., & Liebhardt, W. C. (1981). Effect of long-term lime and potassium applications on quantity-intensity (Q/I) relationships in sandy soil. *Soil Science Society of America Journal*, 45(4), 786-790.

Beckett, P.H.T. 1964 a. Studies on soil potassium: I confirmation of the ratio low measurement of potassium potential. *J. soil Sci.* 15 : 1 - 8.

Beckett, P.H.T. 1964 b. studies on soil potassium II: The immediate Q / I relations of label potassium in the soil. *J. Soil Sci.* 15:9 - 23.

Woodruff, C.M. 1955a. Ionic equilibria between clay and dilute salt solution . *Soil Sci. Soc.Am. Proc.* 19 : 36 - 40.

Woodruff, C.M. 1955 b . The energies of replacement of calcium by potassium in soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 19 : 167 - 171.

Jalali, M. 2007 b. A study of the quantity / intensity relationships of potassium in some calcareous soils of Iran. *Arid Land Research and Management.* 21 (2) : 133 – 141.

Nair, K. P. P.; A. K. Sadanadan; S. Hamza, and J. Abraham. 1997. The importance of potassium buffer power in the growth and yield of cardamom. *J. plant. Nutr.* 20 : 987 – 997.

Nilsson J. & Grennfelt P. (1988) Critical Loads for Sulphur and Nitrogen. Nordic Council of Ministers. Nord. 1988, 15.

Sverdrup H. & Warfvinge P. (1990) The role of weathering and forestry in determining the acidity of lakes in Sweden. *Water, Air and Soil Pollution*, 52, 71.

Pope, G. A., Meierding, T. C., & Paradise, T. R. (2002). Geomorphology's role in the study of weathering of cultural stone. *Geomorphology*, 47(2-4), 211-225.

Duzgoren-Aydin, Nurdan S., and Adnan Aydin. "Chemical heterogeneities of weathered Igneous Profiles: implications for chemical indices." *Environmental & Engineering Geoscience* 9, no. 4 (2003): 363-376.

Price, J. R., & Velbel, M. A. (2003). Chemical weathering indices applied to weathering profiles developed on heterogeneous felsic metamorphic parent rocks. *Chemical geology*, 202(3-4), 397-416.

Sinclair, A. H. 1979. Availability of potassium to ryegrass from Scottish soils. II. Uptake of initially non-exchangeable potassium. *J. Soil Sci.* 30 : 775 – 783.

Uribe, E., and F.R. Cox .1988. Soil properties affecting the availability of potassium in highly weathered soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52 : 148 – 152.

Sposito, G. 2008. *The chemistry of soils*. Oxford University Press.

Yang, J.E., and E.O. Skogley. 1989. Influence of copper or cadmium on soil potassium availability properties . *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53 : 1019 - 1023.

Vogt, J. H. L. (1927). On the genesis of the iron ore deposits of the Kiruna type. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 49(2), 153-195.

Fageria, N.K.; V.C. Baligar, and C.A. Jones. 1991. Growth and mineral nutrition of field crops. New York, Marcel Dekker. Pp. 476.

Nesbitt, H., & Young, G. M. (1982). Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *nature*, 299(5885), 715-717.

Wild, A.; D. L. Rowell, and M. A. Ogunfowora. 1971. The activity ratio as a measure of the intensity factor in potassium supply to plants. Potash Review .Sub 16. 56th Suite.

Al-Zubaidi, A.H., and N. El-Bassam. 1992. Rapid measurement of potassium activity and energy in soil. *Iraqi J. Agric. Sci.* 232 : 98 - 108.

Beckett, P. 1971. Critical cation activity ratios. *Advance in Agronomy*. 24 : 379 – 412.

Arnold, P. W. 1962. Soil Potassium and its availability to plant. *Outlook of agriculture*. 3 : 263 – 267.

McLennan, S. M. (1993). Weathering and global denudation. *The Journal of Geology*, 101(2), 295-303.

Yang, S. Y., Li, C. X., Yang, D. Y., & Li, X. S. (2004). Chemical weathering of the loess deposits in the lower Changjiang Valley,

China, and paleoclimatic implications. *Quaternary International*, 117(1), 27-34.

Parker, A., 1970. An index of weathering for silicate rocks. *Geological Magazine* 107, 501–504.

Harnois, L., 1988. The CIW index: a new chemical index of weathering. *Sedimentary Geology* 55, 319–322.

Fedo, C.M., Nesbitt, H.W., Young, G.M., 1995. Unravelling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance. *Geology* 23, 921–924.

Trudgill, S. (1977) *Soil and Vegetation Systems*. Oxford University Press, Oxford.

Ollier, C. (1984) *Weathering*. Longman's Inc., New York.

Allen, B.L. & D.S. Fanning (1983) Composition and soil genesis. In: L.P'. Wilding, N.E. Smeck & G.F. Hall (Eds) *Pedogenesis and Soil Taxonomy. I. Concepts and Interactions* (pp. 141 192). Elsevier, New York.

Crompton, E. (1960) The significance of the weathering/ leaching ratio in the differentiation of major soil groups, with particular reference to some very strongly leached Brown Earths on the Hills of Britain. *Transactions of the 7th International Congress of Soil Science* V57: 406-412.

Alekseev, A.O., Alekseeva, T.V., 2012. *Iron Oxidation in Steppe Soils*. GEOS, Moscow (in Russian).

Tatyanchenko, T.V., Alekseeva, T.V., Kalinin, P.I., 2013. Mineralogical and chemical compositions of the paleosols of different ages buried under kurgans in the southern Ergeni region and their paleoclimatic interpretation. *Eurasian Soil Sc.* 46, 341–354. <https://doi.org/10.1134/S1064229313040145>.

Lomov, S.P., Lyganov, A.V., Khisyametdinova, A.A., et al., 2017. Modern and buried soils of kurgans in the forest-steppe zone of the Middle Volga region (by the example of Komintern I kurgan). *Eurasian Soil Sc.* 50, 539–548. <https://doi.org/10.1134/S1064229317050106>.

Bikmulina, L.R., Yakimov, A.S., Bazhenov, A.I., et al., 2017. Geochemical Soil Analysis and Environmental Reconstructions at the Neolithic and Chalcolithic Settlement Kochegarovo-1. *Archaeol. Ethnol. Anthropol. Eurasia* 45 (2), 35–44.

Lisetskii, F.N., Pichura, V.I., 2020. Catena linking of landscape-geochemical processes and reconstruction of pedosedimentogenesis: A case study of defensive constructions of the mid-17th century, South Russia. *Catena* 187, 104300. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104300>.

Kalinin, P.I., Kudrevatykh, I.Y., Vagapov, I.M., et al., 2018. Biogeochemical processes in steppe landscapes of the Ergeni Upland in the Holocene. *Eur Soil Sci.* 51 (5), 495–505. <https://doi.org/10.1134/S1064229318050058>.

Shchetnikov, A.A., Filinov, I.A., Berdnikova, N.E., et al., 2019. Upper Paleolithic site Tuyana – a multi-proxy record of sedimentation and environmental history during the Late

Pleistocene and Holocene in the Tunka rift valley, Baikal region. *Quatern. Int.* 534, 138–157. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.02.043>.

Prikhodko, V.E., Azarenko, Y.A., Shayakhmetov, M.R., et al., 2020. Reconstruction of the climate of the medieval epoch based on soil and geochemical studies of kurgans of the srostki culture in the south of Western Siberia. *Eurasian Soil Sc. T.* 53 (3), 267–282. <https://doi.org/10.1134/S1064229320030059>.

Alekseev, A.O., Kalinin, P.I., Alekseeva, T.V., et al., 2019. Soil Parameters for Quantitative Estimation of Late Holocene Climate Changes in the Southern East European Plain. *Dokl. Earth Sc.* 485, 279–283. <https://doi.org/10.1134/S1028334X19030024>.

Kalinin, P.I., Alekseev, A.O., 2008. Geochemical Characteristics of Buried Holocene Paleosols in the Steppes of the Privolzhskaya Upland. *Vestn. VGU. Ser. Geogr. Geoekol.* 1, 9–15 (in Russian).

Kalinin, P.I., Alekseev, A.O., Savko, A.D., 2009. Loesses, paleosols and paleogeography of the quarter of the southeast of the Russian Plain. Voronezh State University, Voronezh (in Russian).

Buggle, B., Glaser, B., Hambach, U., et al., 2011. An evaluation of geochemical weathering indices in loess–paleosol studies. *Quat. Int.* 240 (1–2), 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.07.019>.

Schatz, A.K., Scholten, T., Kühn, P., 2015. Paleoclimate and weathering of the Tokaj (Hungary) loess–paleosol sequence. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 426, 170–182. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.03.016>.

Obreht, I., Zeeden, C., Hambach, U., et al., 2019. A critical reevaluation of palaeoclimate proxy records from loess in the Carpathian Basin. *Earth Sci. Rev.* 190, 498–520. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.01.020>.

Shao, J., Yang, S., 2012. Does chemical index of alteration (CIA) reflect silicate weathering and monsoonal climate in the Changjiang River basin? *Chin. Sci. Bull.* 57, 1178–1187. <https://doi.org/10.1007/s11434-011-4954-5>.

Shao, J., Yang, S., Li, C., 2012. Chemical indices (CIA and WIP) as proxies for integrated chemical weathering in China: Inferences from analysis of fluvial sediments. *Sed. Geol.* 265–266, 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2012.03.020>.

Nesbitt, H.W., Markovics, G., Price, R.C., 1980. Chemical processes affecting alkalis and alkaline earths during continental weathering. *Geochim. Cosmochim. Acta* 44 (11), 1659–1666. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(80\)90218-5](https://doi.org/10.1016/0016-7037(80)90218-5).

Seredina, V.P., 2007. Geochemical features of potassium behaviour in soils. *Vestnik TGU. Biologiya.* 1, 106–118. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000473209> (in Russian).

Nawaz, R., Parkpian, P., Garivait, H., et al., 2012. Impacts of Acid Rain on Base Cations, Aluminum, and Acidity Development in Highly Weathered Soils of Thailand. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 43, 1382–1400. <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.670347>.

Arshad, M. A., & St. Arnaud, R. J. (1980). Occurrence and characteristics of ferromanganiferous concretions in some Saskatchewan soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 60(4), 685-695.

Nikiforoff, C. C. (1959). Reappraisal of the soil. *Science*, 129(3343), 186-196.

Boyle, J. R., & Voigt, G. K. (1973). Biological weathering of silicate minerals. *Plant and Soil*, 38(1), 191-201.

Anderson, D. W. (1988). The effect of parent material and soil development on nutrient cycling in temperate ecosystems. *Biogeochemistry*, 5(1), 71-97.

Fortescue, J.A.C. (1980) Environmental Geochemistry. Springer-Verlag, New York.

Nikiforoff, C.C. (1959) Reappraisal of the soil. *Science* 129:186-196.

Miller, B.J. (1984) Ultisols. In: L.P. Wilding, N.E. Smeck & G.F. Hall (Eds) Pedogenesis and Soil Taxonomy. II. The Soil Orders (pp. 283-324). Elsevier, New York.

Simonson, R.W. (1980) Loss of nutrient elements during soil formation. In: O.P. Engelstad (Ed) Nutrient Mobility in Soils (pp. 21-46). Soil Science Society of America Special Publication No. 4, Madison, Wis.

Sanborn, P. & S. Pawluk (1983) Process studies of a Chernozemic pedon, Alberta (Canada). *Geoderma* 31: 205-237.

Alban, D.H. (1982) Effects of nutrient accumulation by aspen, spruce and pine on soil properties. *Soil Science Society of America Journal* 46: 853-861.

Anderson, D.W. & E.A. Paul (1984) Organo-mineral complexes and their study by radiocarbon dating. *Soil Science Society of America Journal* 48: 298-301.

Christensen, B.T. & L.H. Sorensen (1985) The distribution of native and labelled carbon between soil particle size fractions isolated from long-term incubation experiments. *Journal of Soil Science* 36: 219-229.

Greenland, D.J. (1965) Interactions between clays and organic compounds in soils. *Soils and Fertilizers* 28: 415-425 and 521-532.

McKeague, J.A., M.V. Cheshire, F. Andreux & J. Berthelin (1986) Organo-mineral complexes in relation to pedogenesis. In: P.M. Huang (Ed) *Interactions of Soil Minerals with Natural Organics and Microbes*. Soil Science Society of America Special Publication No. 17: 549-592.

Everett, K.R. & J. Brown (1982) Some recent trends in the physical and chemical characterization and mapping of tundra soils, Arctic slope of Alaska. *Soil Science* 133: 264-280.

Barshad, I. (1948). Vermiculite and its relation to biotite as revealed by base exchange reactions, X-ray analyses, differential thermal curves, and water content. *American Mineralogist: Journal of Earth and Planetary Materials*, 33(11-12), 655-678.

Rausell-Colom J.A., Sweatman T.R., Wells C.B. & Norrish K. (1964) Studies in the artificial Weathering of mica. Pp. 40- 72 in: *Experimental Pedology*. Butterworths, London.

Martin, H. W., & Sparks, D. L. (1985). On the behavior of nonexchangeable potassium in soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 16(2), 133-162.

Scott, A. D., & Smith, S. J. (1966). Susceptibility of interlayer potassium in micas to exchange with sodium. In *Clays and Clay Minerals* (pp. 69-81). Pergamon.

Newman, A. C. D. (1969). Cation exchange properties of micas: I. The relation between mica composition and potassium exchange in solutions of different pH. *Journal of Soil Science*, 20(2), 357-372.

Walker, G. F. (1949). The decomposition of biotite in the soil. *Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society*, 28(206), 693-703.

Moon H.S., Song Y. & Lee S.Y. (1994) Supergene vermiculitization of phlogopite and biotite in ultramafic and mafic rocks, central Korea. *Clays and Clay Minerals*, 42, 259.

Fordham A.W. (1990b) Weathering of biotite into dioctahedral clay minerals. *Clay Minerals*, 25, 51.63

Ismail F.T. (1969) Role of ferrous iron oxidation in the alteration of biotite and its effect on the type of clay minerals formed in soils of arid and humid regions. *American Mineralogist*, 54, 1460.1466

Ismail F.T. (1970) Biotite weathering and clay formation in arid and humid regions, California. *Soil Science*, 109, 257.

Kapoor B.S. (1972) Weathering of micaceous clays in some Norwegian podzols. *Clay Minerals*, 9, 383-394.

MacEwan D.M.C. (1954) "Cardenite", a trioctahedral montmorillonoid derived from biotite. *Clay Minerals Bulletin*, 2, 120-126.

De Kimpe C. & Tardy Y. (1968) Etude de l'altération d'une biotite en kaolinite par spectroscopie infrarouge. *Bulletin de Groupe français des Argiles*, 19, 81-85.

Mitsuda T. (1960) Pseudomorphs of kaolinite after biotite. Studies on mechanism of weathering; 1st Report. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series IV. Geology and Mineralogy*, 10, 481-494.

Eswaran H. & Heng Y.Y. (1976) The weathering of biotite in a profile on gneiss in Malaysia. *Geoderma*, 16, 9-20.

Wilson M.J. (1966) The weathering of biotite in some Aberdeenshire soils. *Mineralogical Magazine*, 35, 1080-1093.

Tsuzuki Y., Nagasawa K. & Isobe K. (1968) Weathered biotite from Matsusaka, central Japan. *Mineralogical Journal*, 5, 365-382.

Banfield J.F. & Eggleton R.A. (1988) Transmission electron microscope study of biotite weathering. *Clays and Clay Minerals*, 36, 47-60.

Dong H., Peacor D.R. & Murphy S.F. (1998) TEM study of progressive alteration of igneous biotite to kaolinite throughout a weathered soil profile. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 62, 1881-1887.

Jeong G.Y. (1998) Vermicular kaolinite epitactic on primary phyllosilicates in the weathering profile of anorthosite. *Clays and Clay Minerals*, 46, 509-520.

.Jeong G.Y. (2000) The dependence of localized crystallization of halloysite and kaolinite on primary minerals in the weathering profile of granite. *Clays and Clay Minerals*, 48, 196-203.

Robertson I.D.M. & Eggleton R.A. (1991) Weathering of granitic muscovite to kaolinite and halloysite and of plagioclase-derived kaolinite to halloysite. *Clays and Clay Minerals*, 39, 113-126.

Singh B. & Gilkes R.J. (1993) Weathering of spodumene to smectite in a lateritic environment. *Clays and Clay Minerals*, 41, 624-630.

Mortland M.M., Lawton K. & Uehara G. (1956) Alteration of biotite to vermiculite by plant growth. *Soil Science*, 82, 477-481.

Spyridakis D.E., Chesters G. & Wilde S.A. (1967) Kaolinisation of biotite as a result of coniferous and deciduous seedling growth. *Soil Science Society of America Proceedings*, 31, 203-210.

Weed S.B., Davey C.B. & Cook M.G. (1969) Weathering of micas by fungi. *Soil Science Society of America Proceedings*, 33, 702-706.

Mojalalli M. & Weed S.B. (1978) Weathering of micas by mycorrhizal soybean plants. Soil Science Society of America Proceedings, 42, 367-372.

Boyle J.R., Voigt G.K. & Sawney B.L. (1967) Biotite flakes; alteration by chemical and biological treatment. Science, 155, 193-195.

Wallander H. (2000) Use of strontium isotopes and foliar K content to estimate weathering of biotite induced by pine seedlings colonised by ectomycorrhizal fungi from two different soils. Plant and Soil, 222, 215-219.

Wallander H. & Wickman T. (1999) Biotite and microcline as potassium sources in ectomycorrhizal and non-mycorrhizal *Pinus sylvestris* seedlings. Mycorrhiza, 9, 25-32.

Banfield J.F. & Murakami T. (1998) Atomic resolution transmission electron microscope evidence for the mechanism by which chlorite weathers to 1:1 semiregular chloritevermiculite. American Mineralogist, 83, 348-357.

Aspandiar M.F & Eggleton R.A. (2002a) Weathering of chlorite. I. Reactions and products in microsystems controlled by the primary mineral. Clays and Clay Minerals, 50, 685-698.

Aspandiar M.F. & Eggleton R.A. (2002b) Weathering of chlorite. II. Reactions and products in microsystems controlled by the solution avenues. Clays and Clay Minerals, 50, 699-709.

Shau Y.H., Peacor D.R. & Essene E.J. (1990) Corrensite and mixed layer chlorite corrensite in metabasalt from northern Taiwan;

TEM, AEM EMPA, XRD and optical studies. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 105, 123-142.

Ruiz Cruz M.D. (1999) New data for metamorphic vermiculite. *European Journal of Mineralogy*, 11, 533-548.

Wilson M.J. (2004) Weathering of rocks by lichens with special reference to stonework: a review. *Land Reconstruction and Management*, 3, 51-60.

Birkeland, P.W., 1999. *Soils and Geomorphology*, Third edition. New York, Oxford University Press. 430 pp.

Dengiz, O., Usul, M., 2018. Multi-criteria approach with linear combination technique and analytical hierarchy process in land evaluation studies. *Eurasian Journal of Soil Science* 7(1): 20-29

Sheldon, N. D., & Tabor, N. J. (2009). Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosols. *Earth-Science Reviews*, 95(1-2), 1-52.

Sheldon, N. D., & Retallack, G. J. (2001). Equation for compaction of paleosols due to burial. *Geology*, 29(3), 247-250.

Alekseeva, T., Alekseev, A., Maher, B. A., & Demkin, V. (2007). Late Holocene climate reconstructions for the Russian steppe, based on mineralogical and magnetic properties of buried palaeosols. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 249(1-2), 103-127.

Sheldon, N.D., Tabor, N.J., 2009. Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using

paleosols. *Earth-Sci. Rev.* 95, 1–52. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.03.004>.

Obreht, I., Zeeden, C., Hambach, U., et al., 2019. A critical reevaluation of palaeoclimate proxy records from loess in the Carpathian Basin. *Earth Sci. Rev.* 190, 498–520. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.01.020>.

Rao, C. S., Prasad, J., Singh, S. P., & Takkar, P. N. (1997). Distribution of forms of potassium and K release kinetics in some Vertisol profiles. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 45(3), 465-468.

Su, C., & Suarez, D. L. (1997). Boron sorption and release by allophane. *Soil Science Society of America Journal*, 61(1), 69-77.

Wild, A., & Mazaheri, A. (1979). Prediction of the leaching rate of boric acid under field conditions. *Geoderma*, 22(2), 127-136.

Sparks, D. L.(1992). Kinetics of soil chemical processes. Academic press, Inc. (England).

Hundal,L.S. and N.S.Pasricha(1993). Non exchangeable potassium release , kinetics in illitic soil profile. *Soil Sci.* 156(1) :34-41.

Al-Ameri, B. H. (2001). Behavior and Efficiency of Some Zinc Fertilizers in Calcareous Soils (MSc. thesis, University of Baghdad, Agriculture College).

Al-Ameri, B. H. (2013). Behavior, Availability, and FUE of Zn-DTPA and H₃BO₃ in Soil and Their Effect on Maize (*Zea mays* L.)

Productivity PhD thesis, University of Baghdad, Agriculture College.

Sparks, D.L. (1986). Potassium release from sandy soils. In: Nutrient balance and the need for potassium, (ed.) by International Potash Institute (IPI). Bern, p 93-107.

Mengel, K., & Uhlenbecker, K. (1993). Determination of available interlayer potassium and its uptake by ryegrass. *Soil Science Society of America Journal*, 57(3), 761-766.

Mengel, K. (2000). Potassium release from mineral structures by H⁺ ion resin. *Geoderma*, 96(4), 291-305.

Wani, M. A., & Datta, S. C. (2007). Nonexchangeable potassium release to H⁺-saturated resin and its diffusion characteristics in some soils of lesser himalayas. *Soil science*, 172(7), 546-552.

Mengel, K., & Wiechens, B. (1979). Die Bedeutung der nicht austauschbaren Kaliumfraktion des Bodens für die Ertragsbildung von Weidelgras. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 142(6), 836-847.

Ulery, A. L., & Drees, L. R. (2008). *Methods of soil analysis: Mineralogical methods. Part 5* (Vol. 9). ASA-CSSA-SSSA.

Abstract

This study was conducted for the purpose of comparison between desert and irrigated soils, as well as the effect of the exploitation condition on the speed of calcium, magnesium and calcium release in the central and southern regions. In each province, pedons were revealed, morphology was described, and disturbed soil samples were obtained from each horizon in order to conduct physical, chemical and mineral analyzes, and undisturbed soil samples were obtained from some horizons in order to identify the soil structure and bulk density.

The results of the morphological description of the study pedons showed a state of discrepancy between the horizons within one pedon or between the pedons of the study areas, due to the influence of the locational factors of these pedons, especially the topographic location, sedimentation state, geomorphological processes, as well as pedogenic processes.

The results of the particle size distribution of the soil fractions of the study showed that they ranged between (163.3-947.9) 430.72-31.83, (23.64 - 427.89) g/kg separated by sand, silt and clay, respectively, in some subsurface horizons, higher than their percentage in surface horizons, and this may indicate the effect of The continuation of the sedimentation processes of the separated clay in the surface horizons and its transfer to the subsurface horizons pedogenically or mechanically, and the real density values ranged between 1.6-3.65 mcg/kg, where the highest value was on the horizon A of the Al-Suwaira soil, the highest value recorded on the horizon A of the soil of Basra While the values of the bulk density ranged between (0.728 - 1.319) mcg/kg, where the Ck horizon from Al-Diwaniyah exploited soil recorded the highest value, while the Bk horizon from the unexploited Basra soil recorded the lowest value for the bulk density, while the porosity values ranged from (34-85.8)% and recorded The highest value in the horizon Bk1 from the

Exploited Basra pidon and the lowest value in the horizon A in the unutilized Basra pidon. The electrical conductivity values of the study soils ranged between (2.73-7.78) dSiemens m¹, where the electrical conductivity values were in the studied soils. The surface area was higher than the subsurface soils, and its highest value was recorded in the unexploited soil of Suwaira Ck3 (7.78) dSi m¹ and the lowest value was (2.73) dSiemens m¹ recorded in Basra soil exploited for the horizon Bk1, the interaction degree values ranged between (7.0- 7.9). Where the pH values of the horizons were higher than in the subsurface horizons, and the highest value was recorded in the agriculturally exploited Al-Diwaniyah soil of depth Ap (7.9) and the lowest value in the unexploited soil of the horizon (Ck3) (7.0).

The values of positive ions ranged between (4.12-23.6), (1.2-24.9), (2.23-21.01) (2.11_20.16) mmol.l⁻¹ for sodium, calcium, magnesium and potassium ions, respectively, and negative ions between (2.5-100), (1-5), (0.54 - 74.59) mmol.L⁻¹ for ions of chlorides, bicarbonates and sulfates, respectively. The results showed a clear discrepancy in the concentrations of these ions. As for the organic matter, it ranged between (0.9-20.23) g.kg⁻¹, which increased in the horizons. The surface and exchange capacity of positive ions (7.56-28.65) centimol.kg⁻¹ and it increased in the soils with the highest clay content. As for the total carbonate minerals, it ranged between (117-397)gm.kg⁻¹, which is the source of the limestone origin of these soils.

The mineral analysis of the pedunas of the studied soils using X-ray diffraction technique showed the presence of secondary minerals of the chlorite type in addition to the presence of mica and kaolinite minerals as well as the mineral palicorskite, and the X-ray diffraction curves showed the presence of montmorillonite in the exploited soils, as well as the high percentage of mica minerals in The unexploited soils and this reinforces the theory of the intensity of weathering in the exploited soils, which resulted in the transformation process from mica minerals to 2:1 expanded minerals. the shift.

The results of using the concept of chemical kinetics for the elements calcium, magnesium and potassium using the two methods of mixing displacement and stable equilibrium showed that the results showed the preference of the force function equation, followed by the zero-rank equation by giving the highest value of the correlation coefficient and the lowest value of the standard error. Calcium, magnesium and potassium are released in the following sequence:

Power Function > First Order > Zero Order > Diffusion > Elovech

**The Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
And Scientific Research
University of Wasit
Faculty of Agriculture
Department of Soil Sciences and Water resources**



**Comparasion of nutrients release intensity between
desert and irrigated soils and its reflection on soil
fertility**

A Thesis

Submitted to:

**The Council of the Faculty of Agriculture / University of Wasit in
Partial Fulfillment of the Requirements for the M.Sc. of
Agricultural Sciences / Soil Sciences and Water resources**

By:

Behar Alaa Majeed

Supervised by:

Ass.Prof.Kahraman Hussain Alkhozae

Prof.Dr. Hashim Haneen Kareem

2021 A.D.

1443 A.H.