وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
كلية الزراعة /جامعة ديالى
قسم علوم التربة والموارد المائية

التوزيع البيدوجيني لأكاسيد الحديد والمنغنيز في بعض ترب مشروع الروز الشمالي في محافظة ديالى

رسالة تقدم بها

محمد علي شهاب

الى مجلس كلية الزراعة في جامعة ديالى

وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في العلوم الزراعية

(علوم التربة والموارد المائية)

إشراف

الأستاذ الدكتور رعد عبد الكريم حمدان

1443هـ **2021م**

الاهداء

الا من نعمل من اجله ونحبه نعيش ودعى به رسولنا الكريم .....الاسلام.

الا من أرسل رحمة للعالمين.....نبينا محمد ﷺ.

الا ينبوع الحب والحنان ومن كان دعاؤها سبب نجاحي..... والدتي العزيزة.

الا الذي المثابر اطال الله في عمره ليظل عوناً لي

الا رفيقة دربي والتي ساندتني في كل شيء واكملت معي مشوار الصبر والامل .....

زوجتي الحبيبة.

الا زهرة حياتي ..... وريحانتها ..... ابني الصغير (عبد الله).

الا أحبائي وأصدقائي واقربائي....

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه اجمعين.

يسرني وأنا انجز رسالتي ان أتقدم بالشكر والعرفان بالجميل الى أستاذي الفاضل الأستاذ الدكتور **(رعد عبد الكريم حمدان التميمي)** لاقتراحه خطة الدراسة ولأشرافه على رسالتي ومتابعته وإسداء الملاحظات القيمة طيلة مدة الدراسة وكان لتوجيهاته العلمية الأثر البالغ في إخراج هذه الرسالة بالصورة العلمية الصحيحة، فكان لي شرف الدراسة تحت إشرافه.

شكري وتقديري الى الأساتذة رئيس وأعضاء لجنة المناقشة: **أ.د أمل راضي جبير.... رئيساً**، وأ.د **دلشاد رسول شيخ بزيني .... عضواً**، وم.د **علاء حسن فهمي.... عضواً**، لقبولهم مناقشة محتويات الرسالة وابداء التوجيهات السديدة لكل ما ورد فيها وما أبدوه من ملاحظات قيمة حول مضمون الرسالة.

واتقدم بالشكر الى رئاسة قسم علوم التربة والموارد المائية رئيس القسم **الأستاذ الدكتور (فارس محمد سهيل)** والى أساتذة ومنتسبي القسم المذكور لما قدموه لي من مساعدة في انجاز بعض من متطلبات هذه الرسالة.

كما أتقدم بالشكر الجزيل الى زوجتي **(ام عبد الله)** وولدي **(عبد الله)** وذلك لانشغالي عنهم طيلة فترة الدراسة واكمال متطلبات الرسالة، واتقدم بالشكر الجزيل والامتنان الى عمي العزيز **(أبو زياد)** والى عمتي العزيزة **(أم زياد)** لمساعدتهم لي طيلة فترة العمل الحقلي (حفر البيدونات واستحصال العينات من آفاقها واعدادها للتحليل).

واتقدم بالشكر الجزيل الى الزميل **حسن رشيد جاسم** وجميع الفلاحين وأهالي منطقة الدراسة في قضاء بلدروز لمساعدتهم لي في حفر بيدونات ترب الدراسة في أراضيهم، وكذلك أشكر العاملين الذين ساعدوني في حفر البيدونات وهم كل من: **على ثعبان خليل** و**علي عباس منصور** و**علي عبد عيد**.

سائلاً المولى القدير أن يحفظ الجميع في بلدنا هذا بحفظه ورعايته انه سميع مجيب.

الباحث

المستخلص

أجريت هذه الدراسة للكشف عن التوزيع البيدوجيني لأكاسيد الحديد والمنغنيز في بعض ترب مشروع ري الروز الشمالي الواقع في الجزء السفلي من نهر ديالى في قضاء بلدروز في محافظة ديالى، تغطي منطقة الدراسة قرابة (21860) هكتار، بين خطي طول "04.53'21 °45 "04.32' 26 °45 - شرقاً ودائرتي العرض "42.37' 34 °33 - "55.05 '15 °33شمالاً، وشملت الدراسة ثماني بيدونات، تقع جميعها ضمن منطقة السهل الرسوبي في قضاء بلدروز شمال شرق مدينة بعقوبة، وتباينت هذه البيدونات في الغطاء النباتي وعلى النحو الاتي: يزرع البيدون1 و3 بالرز والبيدون2 بالحنطة أو الشعير أما البيدونات و4 و7 و8 فتزرع بالحنطة والبيدون5 (بستان قديم أشجار نخيل وفواكه) والبيدون6 (بستان حديث مع زراعة الخضروات)

وصفت البيدونات مورفولوجياً وأخذت عينات التربة من آفاقها، وجففت هوائياً وفتت تجمعاتها ونخلت من خلال منخل قطر فتحاته 2 ملم، وأجريت لها بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية، ثم قُدرت صور أكاسيد الحديد والمنغنيز (الحرة الكلية وغير المتبلورة والمرتبطة بالمادة العضوية) والحديد والمنغنيز الكلي، ثم درس التوزيع العمودي لهذه الأكاسيد مع إيجاد علاقات الارتباط بين هذه الأكاسيد وبعض الصفات الأخرى، وقد تم الحصول على النتائج الاتية:

كانت قيم أكاسيد الحديد الحرة الكلية (Fe_d) بين (1.38 - 3.67) غم (Fe_2O_3) كغم تربة$^{-1}$، وظهرت أقل قيمة في تربة الأفق C1 البيدون7، أما أعلى قيمة فظهرت في تربة الأفق A_Pالبيدون 4، وكانت علاقة الارتباط الخطي بين كمية هذه الأكاسيد ومفصول الطين موجبة ($r = 0.685$)، أما قيم أكاسيد الحديد غير المتبلورة (Fe_o) فكانت بين (0.77 -2.55)غم (Fe_2O_3)كغم تربة$^{-1}$، وظهرت أعلى قيمة في تربة الأفق A_Pالبيدون1، وأقل قيمة في تربة الأفق C3 البيدون7، وكانت مرتفعة في الأفق السطحي للبيدونات جميعاً، باستثناء البيدون6، وكانت علاقة الارتباط الخطي بين مفصولات الطين وقيم هذه الأكاسيد موجبة متوسطة ($r = 0.485$)، أما قيم أكاسيد الحديد المتبلورة (Fe_{d-o}) فكانت بين (0.11 - 1.77) غم (Fe_2O_3) كغم تربة$^{-1}$، وظهرت أقل قيمة في تربة الأفق C1 البيدون7، وأعلى قيمة في تربة الأفق Ap البيدون4، وكانت علاقة الارتباط الخطي بين مفصول الطين وقيم هذه الأكاسيد موجبة ($r = 0.449$)، أما قيم أكاسيد الحديد المرتبطة مع المادة العضوية (Fe_p) فكانت بين (0.01 - 0.24) غم (Fe_2O_3) كغم تربة$^{-1}$، وأقل قيمة في تربة الأفق C3 البيدون7، وأعلى قيمة في تربة الأفق A_1 البيدون5،وارتبطت هذه الأكاسيد بعلاقة موجبة مع المادة العضوية ($r = 0.763$)، أما قيم الحديد السليكاتي (Fe_s) فكانت بين (5 -15) غم (Fe_2O_3) كغم تربة$^{-1}$، وظهرت أعلى قيمة في تربة الأفق C4البيدون1، وأقل قيمة في تربة الافقC3

البيدون7، أما قيم الحديد الكلي (Fe_T)، فكانت بين (6.60 - 17.61)غم (Fe_2O_3) كغم تربة$^{-1}$ ، وظهرت أعلى قيمة في تربة الأفقين A_pوC4 البيدون1، وأقل قيمة في تربة الأفق C3 البيدون7.

حُسبت النسبة النشطة للحديد (Fe_o / Fe_d)، فكانت بين (0.45 - 0.96) ، وظهرت أعلى نسبة في تربة الأفق A_p البيدون1، وأقل نسبة في تربة الأفق C4البيدون8، والنسبة المئوية (Fe_d / Fe_T) فكانت بين (10.62 - 23.82)%، وظهرت أقل نسبة في تربة الافقC1 البيدون7، وأعلى نسبة في تربة الأفق A_p البيدون4، أما النسبة المئوية (Fe_{d-o} / Fe_T)، فكانت بين (0.68 - 11.49)%، وظهرت أقل نسبة في تربة الأفقA_p البيدون1، وأعلى نسبة في تربة الأفقA_p البيدون4، والنسبة المئوية (Fe_s / Fe_T)، فكانت بين (76.18 - 89.38)%، وظهرت أقل نسبة في تربة الأفقA_p البيدون4، وأعلى نسبة في تربة الافقC1 البيدون7، والنسبة المئوية (Fe_{d-o} / Fe_d)، كانت قيمها بين (4.51 - 55.76)%، فظهرت أعلى نسبة في تربة الافق C4 البيدون8، وأقل نسبة في تربة الافقA_p البيدون1، والنسبة المئوية (Fe_d / Clay) فكانت قيمها بين (0.40 - 2.70)%، وظهرت أقل نسبة في تربة الافقC1 البيدون8، وأعلى نسبة في تربة الأفق C3 البيدون7، وكانت هذه النسبة ثابتة في ترب البيدونات (1 و3 و4 و5 و6 و8) وغير ثابتة في ترب البيدونين (2 و7) مع تجانس التوزيع العمودي في تربتي البيدونين (1 و3) مقارنة بترب البيدونات الأخرى.

سجلت الدراسة ارتباط الكربونات النشطة بعلاقة خطية موجبة متوسطة مع أكاسيد الحديد الحرة الكلية (Fe_d)، (r =0.51)، وبعلاقة خطية ضعيفة مع أكاسيد الحديد غير المتبلورة (Fe_o) والمتبلورة (Fe_{d-o})، وكانت (r =0.36) و (r =0.33) على التوالي.

بالنسبة لأكاسيد المنغنيز الحرة الكلية (Mn_d)، فكانت قيمها بين (131.20-441.05) ملغم (MnO_2)كغم تربة$^{-1}$، وظهرت أعلى قيمة في تربة الأفق C2 البيدون8، وأقل قيمة في تربتي الأفقين C4 وC2 البيدونين3 و7 على التوالي، وارتبطت هذه الأكاسيد مع مفصول الطين بعلاقة خطية موجبة (r =0.578)، وكانت قيم أكاسيد المنغنيز غير المتبلورة (Mn_o)، بين (77.53 - 243.40) ملغم (MnO_2)كغم تربة$^{-1}$، وظهرت أقل قيمة في تربة الأفق C3 البيدون7، وأعلى قيمة في تربة الأفق C2 البيدون8، وكانت علاقة الارتباط بين هذه الأكاسيد ومفصول الطين موجبة (r = 0.600)، أما قيم أكاسيد المنغنيز المتبلورة (Mn_{d-o})، فكانت بين (8.63 - 197.64) ملغم (MnO_2)كغم تربة$^{-1}$، وظهرت أقل قيمة في تربة الأفق C4 البيدون 3، وأعلى قيمة في تربة الأفق C2 البيدون8، وارتبطت هذه الأكاسيد بعلاقة ارتباط خطي موجبة (r =0.434)، وقيمة أكاسيد المنغنيز المرتبطة بالمادة العضوية (Mn_p)، فكانت بين (3.05 – 14.39) ملغم (MnO_2) كغم تربة$^{-1}$، وظهرت أقل قيمة في تربة الأفق C5 البيدون8، وأعلى قيمة في تربة الأفق A_1

البيدون5، وارتبطت هذه الأكاسيد بعلاقة ارتباط موجبة مع محتوى المادة العضوية في التربة (r =0.750)، أما قيم المنغنيز الكلي (Mn_T) فكانت بين (201.07 – 744.55) ملغم (MnO_2)كغم تربة$^{-1}$، وظهرت أعلى قيمة في تربة الأفق A_p البيدون1، وأقل قيمة في تربة الأفق C3 البيدون7.

حُسبت النسبة النشطة للمنغنيز (Mn_o / Mn_d)، فكانت بين (0.51 – 0.89)، وظهرت أعلى نسبة في تربة الأفق A_pالبيدون1، وأقل نسبة في تربة الأفق C3 البيدون8، والنسبة (Mn_d / Mn_T)، فكانت بين (24.79 – 87.57)%، وظهرت أعلى نسبة في تربة الأفق C2 البيدون 8، وأقل نسبة في تربة الأفق C2 البيدون3، والنسبة (Mn_{d-o} / Mn_T)، فكانت بين (2.51 – 39.24)%، وظهرت أعلى نسبة في تربة الأفق C2 البيدون8، وأقل نسبة في تربة الأفقC4 البيدون3، والنسبة (Mn_{d-o} /Mn_d) فكانت قيمها بين (48.84 -6.58)%، وظهرت أعلى نسبة في تربة الأفق A_pالبيدون8، وأقل نسبة في تربة الأفق C4 البيدون3، والنسبة (Mn_d / Clay)، فكانت بين (30.1 – 246.8)%، وظهرت أقل نسبة في تربة الأفق C1 البيدون3، وأعلى نسبة في تربة الأفق C3 البيدون7، وبينت هذه النسب توزيع غير ثابت في ترب بيدونات الدراسة جميعاً.

لوحظ وجود علاقة ارتباط خطي موجبة متوسطة بين قيم الكربونات النشطة وكل من قيم أكاسيد المنغنيز الحرة الكلية (Mn_d) (r = 0.55)، وأكاسيد المنغنيز غير المتبلورة (Mn_o) متوسطة (r = 0.58)، بينما كانت علاقتها مع أكاسيد المنغنيز المتبلورة (Mn_{d-o}) موجبة (r = 0.43).

قائمة المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحة
	المستخلص	**ا- ت**
1	**المقدمة**	**2- 1**
2	**مراجعة المصادر**	**3**
1.2	الحديد Fe	3
1.1.2	الحديد في التربة	3
2.1.2	التجوية الكيميائية للحديد	5
1.2.1.2	الأكسدة Oxidation	5
2.2.1.2	الاختزال Reduction	5
3.2.1.2	التأدرت Hydration	6
3.1.2	صور الحديد الموروثة في الترب	6
1.3.1.2	أكاسيد الحديد الحرة	6
2.3.1.2	أكاسيد الحديد الحرة غير المتبلورة	7
3.3.1.2	أكاسيد الحديد الحرة المتبلورة	8
2.2	المنغنيز: Mn	10
1.2.2	صور المنغنيز وتحولاته في التربة	10
2.2.2	صور المنغنيز الموروثة في الترب	13
3.2	الأكاسيد الحرة المرتبطة بالمادة العضوية	15
4.2	علاقة الحديد بالمنغنيز	17
3	**المواد وطرائق العمل**	**19**
1.3	الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة	18
2.3	المناخ	21
1.2.3	الامطار	21
2.2.3	درجة الحرارة	21
3.2.3	الرطوبة النسبية	23
4.2.3	سرعة الرياح	23
5.2.3	التبخر	23
6.2.3	السطوع الشمسي	23
3.3	جيولوجية العراق	24
4.3	جيولوجية منطقة الدراسة	24
5.3	الطبوغرافية	25
6.3	العمل الحقلي والوصف المورفولوجي	25
1.6.3	حفر البيدونات وجمع العينات	25
7.3	العمل المختبري	25
1.7.3	تهيئة العينات	25
2.7.3.	التوزيع الحجمي لمفصولات التربة	25
3.7.3	التقديرات الكيميائية	26
1.3.7.3	المادة العضوية	26
2.3.7.3	مكافئ معادن الكربونات	26
3.3.7.3	الكربونات النشطة	26

4.3.7.3	الإيصالية الكهربائية (EC_e)	26
5.3.7.3	الاس الهيدروجيني	26
6.3.7.3	السعة التبادلية للايونات الموجبة (CEC)	26
4.7.3	تقدير الأكاسيد الحرة الكلية في التربة	27
1.4.7.3	تهيئة العينة	27
2.4.7.3	الاستخلاص	27
5.7.3	الأكاسيد الحرة غير المتبلورة	28
6.7.3	الحديد السيليكاتي	28
7.7.3	الأكاسيد المتبلورة	28
8.7.3	الأكاسيد المرتبطة بالمادة العضوية	28
9.7.3	الحديد والمنغنيز الكلي في التربة	29
8.3	التحليل الاحصائي	29
4	**النتائج والمناقشة**	**30**
1.4	الوصف المورفولوجي لبيدونات الدراسة	30
1.1.4	البيدون رقم 1	30
2.1.4	البيدون رقم 2	32
3.1.4	البيدون رقم 3	33
4.1.4	البيدون رقم 4	34
5.1.4	البيدون رقم 5	35
6.1.4	البيدون رقم 6	36
7.1.4	البيدون رقم 7	37
8.1.4	البيدون رقم 8	38
2.4	توزيع النسب الوزنية لمفصولات الترب المدروسة	39
3.4	الخصائص الكيميائية للترب المدروسة	39
1.3.4	الأس الهيدروجيني	39
2.3.4	الايصالية الكهربائية	39
3.3.4	السعة التبادلية للايونات الموجبة	41
4.3.4	مكافئ كربونات الكالسيوم	41
5.3.4	الكربونات النشطة	42
6.3.4	المادة العضوية	42
4.4	صور أكاسيد الحديد والمنغنيز في ترب الدراسة	44
1.4.4	أكاسيد الحديد الحرة الكلية	44
2.4.4	أكاسيد الحديد غير المتبلورة	48
3.4.4	أكاسيد الحديد المتبلورة	51
4.4.4	أكاسيد الحديد المرتبطة بالمادة العضوية	54
5.4.4	الحديد السيلكاتي	54
6.4.4	الحديد الكلي	55
7.4.4	نسب دلائل أكاسيد الحديد	55
8.4.4	أكاسيد المنغنيز الحرة الكلية	63
9.4.4	أكاسيد المنغنيز غير المتبلورة	67
10.4.4	أكاسيد المنغنيز المتبلورة	70

11.4.4	أكاسيد المنغنيز المرتبطة بالمادة العضوية	73
12.4.4	المنغنيز الكلي	73
13.4.4	نسب دلائل أكاسيد المنغنيز	74
.5	**الاستنتاجات**	**78**
.6	**التوصيات**	**78**
.7	**المصادر**	**79**
1.7	المصادر العربية	81-79
2.7	المصادر الأجنبية	87-81
.8	الملاحق	91-88
	Abstract	A-C

قائمة الاشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
1	(أ) خارطة العراق ومحافظة ديالى موضحا عليها موقع الدراسة(ب) خارطة الموقع الفلكي للبيدونات المختارة للدراسة	20
2	علاقة الارتباط الخطي بين مفصول الطين وقيم أكاسيد الحديد الحرة الكلية	44
3 أ	التوزيع العمودي لأكاسيد الحديد الحرة الكلية (Fe_d)، في ترب الدراسة	46
3 ب	التوزيع العمودي لأكاسيد الحديد الحرة الكلية (Fe_d)، في ترب الدراسة	47
4	علاقة الارتباط الخطي بين مفصول الطين وقيم أكاسيد الحديد غير المتبلورة	48
5 أ	التوزيع العمودي لأكاسيد الحديد غير المتبلورة (Fe_o)، في ترب الدراسة	49
5 ب	التوزيع العمودي لأكاسيد الحديد غير المتبلورة (Fe_o)، في ترب الدراسة	50
6	علاقة الارتباط الخطي البسيط بين مفصول الطين وقيم أكاسيد الحديد المتبلورة	51
7 أ	التوزيع العمودي لأكاسيد الحديد المتبلورة (Fe_{d-o})، في ترب الدراسة	52
7 ب	التوزيع العمودي لأكاسيد الحديد المتبلورة (Fe_{d-o})، في ترب الدراسة	53
8	علاقة الارتباط الخطي البسيط بين قيم المادة العضوية وقيم أكاسيد الحديد المرتبطة معها	54
9 أ	التوزيع العمودي لأكاسيد الحديد الحرة الكلية (Fe_d) ومفصول الطين في ترب الدراسة	59
9 ب	التوزيع العمودي لأكاسيد الحديد الحرة الكلية (Fe_d) ومفصول الطين في ترب بيدونات الدراسة	60
10	علاقة الارتباط الخطي بين قيم الكربونات النشطة وقيم أكاسيد الحديد الحرة الكلية (Fe_d) في ترب الدراسة	61
11	علاقة الارتباط الخطي بين قيم الكربونات النشطة وقيم أكاسيد الحديد غير المتبلورة(Fe_o) في ترب الدراسة	62
12	علاقة الارتباط الخطي بين قيم الكربونات النشطة وقيم أكاسيد الحديد المتبلورة (Fe_{d-o}) في ترب الدراسة	62
13	علاقة الارتباط الخطي بين قيم أكاسيد المنغنيز الحرة الكلية وقيم مفصول الطين	63
14 أ	التوزيع العمودي لأكاسيد المنغنيز الحرة الكلية (Mn_d)، في ترب الدراسة	65
14 ب	التوزيع العمودي لأكاسيد المنغنيز الحرة الكلية (Mn_d)، في ترب الدراسة	66
15	علاقة الارتباط الخطي بين قيم أكاسيد المنغنيز غير المتبلورة وقيم مفصول الطين	67
16 أ	التوزيع العمودي لأكاسيد المنغنيز غير المتبلورة (Mn_o)، في ترب الدراسة	68
16 ب	التوزيع العمودي لأكاسيد المنغنيز غير المتبلورة (Mn_o)، في ترب الدراسة	69
17	علاقة الارتباط الخطي البسيط بين قيم أكاسيد المنغنيز المتبلورة وقيم مفصول الطين	70
18 أ	التوزيع العمودي لأكاسيد المنغنيز المتبلورة (Mn_{d-o})، في ترب الدراسة	71
18 ب	التوزيع العمودي لأكاسيد المنغنيز المتبلورة (Mn_{d-o})، في ترب الدراسة	72
19	علاقة الارتباط الخطي بين قيم أكاسيد المنغنيز المرتبطة مع المادة العضوية وقيم المادة العضوية	73

20	علاقة الارتباط الخطي بين قيم الكربونات النشطة وأكاسيد المنغنيز الحرة الكلية	76
21	علاقة الارتباط الخطي بين قيم الكربونات النشطة وأكاسيد المنغنيز غير المتبلورة	77
22	علاقة الارتباط الخطي بين قيم الكربونات النشطة وأكاسيد المنغنيز المتبلورة	77

قائمة الجداول

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1	معدل البيانات الشهرية والسنوية لمحطة خانقين للمدة (1950-1983)	22
2	معدل البيانات الشهرية والسنوية لمحطة خانقين للمدة (1983-2017)	22
3	نتائج تقدير المفصولات الاولية لترب الدراسة	40
4	نتائج بعض الصفات الكيميائية لترب الدراسة	43
5	قيم صور أكاسيد الحديد المختلفة في ترب الدراسة	45
6	النسب المئوية بين القيم المختلفة لأكاسيد الحديد ونسبة الحديد النشط في ترب الدراسة	57
7	قيم صور أكاسيد المنغنيز المختلفة في ترب الدراسة	64
8	النسب المئوية بين القيم المختلفة لأكاسيد المنغنيز ونسبة المنغنيز النشط في الدراسة	75

قائمة الملاحق

رقم الملحق	العنوان	الصفحة
1	علاقة الارتباط الخطي بين نسب مفصول الطين ونسب مكافئ كربونات الكالسيوم لترب الدراسة	88
2	علاقة الارتباط الخطي بين نسب مفصول الطين + الغرين ونسب مكافئ كربونات الكالسيوم لترب الدراسة	88
3	علاقة الارتباط الخطي بين نسب مفصول الطين + الغرين ونسب السعة التبادلية للأيونات الموجبة لترب الدراسة	89
4	علاقة الارتباط الخطي بين نسب مفصولي الطين + 1/2 الغرين ونسب السعة التبادلية للايونات الموجبة لترب الدراسة	89
5	علاقة الارتباط الخطي بين نسب مفصول الغرين ونسب السعة التبادلية للايونات الموجبة لترب الدراسة	89
6	قيم الارتباط المتعدد بين بعض صفات ترب الدراسة وبعض أكاسيد ونسب الحديد.	90
7	قيم الارتباط المتعدد بين بعض صفات ترب الدراسة وبعض أكاسيد ونسب المنغنيز.	91

قائمة المصطلحات والرموز

التسلسل	المصطلح	الرمز
1	الاس الهيدروجيني	pH
2	أكاسيد الحديد الحرة الكلية	Fe_d
3	أكاسيد الحديد غير المتبلورة	Fe_o
4	أكاسيد الحديد المتبلورة	Fe_{d-o}
5	الحديد الكلي	Fe_T
6	أكاسيد الحديد المرتبطة بالمادة العضوية	Fe_p
7	الحديد السيلكاتي	Fe_s
8	أكاسيد المنغنيز الحرة الكلية	Mn_d
9	أكاسيد المنغنيز غير المتبلورة	Mn_o
10	أكاسيد المنغنيز المتبلورة	Mn_{d-o}
11	المنغنيز الكلي	Mn_T
12	أكاسيد المنغنيز المرتبطة بالمادة العضوية	Mn_p
13	سترات –بيكربونات –داثايونيت الصوديوم	CBD
14	السعة التبادلية للأيونات الموجبة	CEC
15	جهد الاكسدة والاختزال	Eh-pH

1. المقدمة Introduction

تُمثل التربة مادة غير متجانسة، ومن أجل فهم نظام التربة لابد من التعرف على جوانب وراثتها وتطورها فضلاً عن فهم طبيعة سلوكها الفيزيوكيميائي والتحولات الحاصلة في بعض مكوناتها والتي يُمكن إدراكها حقلياً أو مختبرياً (زبار، 2019).

تَتكون الترب وتتطور مع مرور الزمن بفعل عوامل وعمليات تكوين التربة المختلفة، ومنها المناخ أحد أهم العوامل المسؤولة عن تكوين التربة وتحديد خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية، وقد أثبتت الدراسات الحديثة الارتباط الوثيق بين النطاقات المناخية وأنماط الترب، ومن المتفق عليه الآن بشكلٍ عام أنّ تَكوين التربة وطبيعة خصائصها يتوقف على المناخ بدرجة أكبر من مادة الاصل، وبذلك يُعد المناخ بعناصره المختلفة ولاسَيما: الأمطار ودرجات الحرارة، هو العامل الأهم في رسم طبيعة خصائص التربة، ولاسَيما في المناخات الرطبة الباردة والحارة، أما في المناطق الجافة وشبه الجافة فمادة الأصل أكثر تأثيراً من المناخ، أما عامل الطوبوغرافية، فيؤثر في شدة عملية التجوية عن طريق تأثيره في توزيع الرطوبة ومستوى الماء الأرضي والتي سترتبط بهما عمليتي الأكسدة والاختزال، وتوزيع المفصولات الحجمية والمادة العضوية والعناصر الغذائية، ويرتبط عامل الطبوغرافية ارتباطاً وثيقاً بالعمليات الجيومورفولوجية والتي لها تأثيراً واسعاً في الحالة التطورية للترب بسبب عمليات التعرية والترسيب والتي تعمل على تثبيط العمليات البيدوجينية الداخلية وعدم إعطائها الوقت الكافي في تطور الترب (Buringh، 1960).

عنصري الحديد والمنغنيز من العناصر الأساسية المهمة المستعملة في دراسات وراثة التربة، إذ يتأثر تكوين التربة بمادة الاصل التي تكونت منها، ومثال ذلك التربة التي تتكون من مادة أم خشنة ومن معادن مقاومة للتجوية عموماً تُظهر نسجه خشنة، والترب التي تتكون من مادة أُم ذات نسجة ناعمة ومن معادن غير مقاومة للتجوية تُظهر نسجة ناعمة (زبار، 2019).

يكوّن عنصري الحديد والمنغنيز مركبات ومعادن مختلفة منها: الكربونات والأكاسيد والهيدروكسيدات والكبريتات والسيليكات، وذلك تبعاً للظروف السائدة ونوع مادة الأصل التي تكونت منها التربة، ويعتمد ذوبانهما على الاس الهيدروجيني وجهد الاكسدة والاختزال (Eh-ph) والكربونات والمركبات الدبالية، ويشجع الوسط القاعدي للتربة وظروف الاكسدة في ترسيبهما، اما الوسط الحامضي وظروف الاختزال فتزيد من ذوبانهما (الخفاجي، 2021).

الأكاسيد من النواتج المهمة لعمليات التجوية المختلفة والتي تتكون في التربة، وهي توجد في كل الترب بنسب متفاوتة وبأشكال مختلفة، إذ تَظهر بشكلٍ حر (متبلور وغير متبلور) داخل جسم التربة، وتمتلك أكاسيد الحديد والمنغنيز أثراً فاعلاً في الكثير من عمليات الأكسدة والاختزال وامتزاز الأيونات والأحماض العضوية وتعمل على تقييد العديد من العناصر في التربة لما لها من مساحة سطحية عالية، وتُؤثر في تَكوين مجاميع التربة وثباتيتها، فضلاً عن أستعمالهما مؤشراً مهماً في دراسة نشوء وتطور وتصنيف الترب وتشخيص آفاقها لتأثيرها المباشر في لون التربة (شيخ بزيني، 1999).

تُعد منطقة الدراسة من المناطق الزراعية المهمة في محافظة ديالى والواقعة ضمن الترب الرسوبية، إذ تقع في الشمال الشرقي لمدينة بعقوبة ضمن قضاء بلدروز والذي يبعد مسافة (44) كم شرق مركز مدينة بعقوبة ضمن مشروع ري الروز الشمالي وعلى جانبي المشروع الأروائي، وتُزرع المنطقة بمحاصيل الحنطة والشعير والرز والنخيل وأشجار الحمضيات، ونظراً لانعدام الدراسات لصور الحديد والمنغنيز وتوزيعهما في ترب هذه المنطقة فقد تم اختيارها بهدف التعرف على:

1. محتوى الترب من أكاسيد الحديد والمنغنيز تحت اغطية نباتية مختلفة.
2. العلاقة الاحصائية بين بعض صفات التربة وتوزيع أكاسيد الحديد والمنغنيز.
3. توزيع صور أكاسيد الحديد والمنغنيز المختلفة: الحرة المتبلورة وغير المتبلورة والمرتبطة بالمادة العضوية عمودياً وأفقياً في ترب منطقة الدراسة.

2. مراجعة المصادر

1.2.الحديد (Fe)

موقع الحديد في الجدول الدوري للعناصر ضمن الدورة الرابعة في المجموعة الثامنة في مجموعة العناصر الانتقالية الأولى، ومن أهم خصائصه الكيميائية هي: عدده الذري (26) ووزنه الذري (55.85) وقطره الذري (156) بيكومتراً، وله ثلاثة أعداد تأكسدية هي: صفر، $^{+}2$، $^{+}3$، والقطر الأيوني للصيغة ثنائية الشحنة (الحديدوز) وثلاثية الشحنة (الحديديك)، (76) و(64) بيكومتراً على التوالي (Lindsay، 1979).

الحديد أحد المكونات الرئيسة للقشرة الأرضية، وتبلُغ نسبتهُ الوزنية فيها (5.1)%، وتصل نسبته قرابة (3.8)% في بعض الترب، ويحتل المرتبة الرابعة بعد الاوكسجين والسليكون والالمنيوم من ناحية وفرته في القشرة الأرضية، ويتحرر من تجوية المعادن الأولية ويظهر بدرجة رئيسة بشكل معادن سليكات الحديد المغنسيومية (Ferromgnesian Silicates) على هيئة اكاسيد مترسبة مثل معادن: الأولفين والهورنبلند والبيروكسينات والأمفيبولات التي تتركز في المفصولات الخشنة، ويدخل أيضا في بناء معادن الطين السليكاتية الأولية، مثل: المايكا والكلوريت، والثانوية مثل: الأليت والفرمكيوليت والسمكتيت، ويمكن أن يوجد في التربة بصورة أكاسيد حرة لا بلورية وبلورية، وأكثر صيغها شيوعاً أكاسيد الحديديك (Amonette وآخرون، 2002)، أو يكون مرتبطاً مع الكربونات والكبريتيد، ويمكن أنّ يوجد أيضاً بصورة كبريتات وفوسفات الحديديك (Schwertmann، 1985).

1.1.2 الحديد في التربة

بينَ Fruzinska (2001) أنّ معظم الحديد في التربة غير جاهز، لأنه يكون محجوزاً في معادن مادة الأصل وهي المصدر الأول للحديد في التربة، وكما يدخل في التركيب الكيميائي في المعادن الثانوية للحديد مثل: ليمونيت (Limonite) ($Fe_2O_3.nH_2O$) وهيمتيت (Hematites) (α-(Fe_2O_3))، وماغنتيت (Magnetite) (Fe_3O_4)، وفيردريت (Ferrydrite) ($Fe_3HO_8.4H_2O$) وجوثيت (α-FeOOH) وماغميت ($^{\gamma}$- Fe_2O_3) (Maghemite).

يوجد الحديد في التربة على ثلاثة أشكال هي: الحديد الذائب والحديد المتبادل والحديد المثبت، وأنّ سيادة أي من هذه الاشكال يعتمد على ظروف التربة (Mengel وآخرون، 2001)، ففي الترب العراقية مثلاً يكون الحديد المثبت هو السائد وذلك لأنها ذات محتوى عالٍ من معادن الكربونات والأس الهيدروجيني أعلى من (7.0) وذات محتوى منخفض من المادة العضوية.

تُؤثر أكاسيد الحديد في صفات التربة الفيزيائية، مثل: اللون والانعكاسية والحرارة، وتؤثر أيضاً في الصفات الفيزيوكيميائية للتربة، فهي ذات مساحة سطحية نوعية عالية ولها قدرة على امتزاز الايونات والجزيئات (المجاميع الفعالة) والتفاعل مع معادن الكربونات واحتجاز الفوسفات، وصافي الشحنة يعتمد على التغير في الأس الهيدروجيني للتربة.

ذَكر Qafoku وSummner (2002) أنّ أكاسيد الحديد تمتلك شحنة موجبة فتنجذب نحو معادن الطين ذات الشحنة الدائمة السالبة مغلفة إياها وبذلك تقلل من صافي الشحنات السالبة، وبينَ Uehara وآخرون (1992) أنّ أكاسيد الحديد تظهر في التربة بصور عدة هي:

1- على هيئة أغلفة حول سطوح حبيبات التربة.

2- بشكل دقائق منفردة بحجم دقائق التربة المختلفة.

3- مرتبطة مع المادة العضوية مكوّنة مركبات عضوية معقدة معها.

وتتأثر ارتباطات أكاسيد الحديد مع مفصولات التربة بعمليات تكوين التربة السائدة والظروف المناخية المحيطة للمنطقة، وبالتالي يتحدد التوزيع البيدوجيني لهذه الأكاسيد خلال جسم التربة.

ذَكر التميمي (2016) إنَ الحديد يوجد في الترب الزراعية تحت الظروف الاعتيادية بصيغة مؤكسدة، وأكثر صيغه شيوعاً هي أكاسيد الحديديك، وأكثرها وفرة في الترب الجوثيت (α-FeOOH) الذي يوجد في جميع أنواع الترب تقريباً وتحت جميع الأنطقة المناخية، ويَكسب الترب لوناً بنياً مصفراً، يليه الهيمتيت (α-Fe_2O_3) الذي يكسب الترب لوناً بنياً محمراً وهو أشد تأثيراً في لون التربة من الجوثيت ويغيب عن ترب المناطق المعتدلة الرطبة، ويُمكن أنّ يوجد الحديد في حبيبات المعادن الأولية التي تعرضت نسبياً الى التجوية، مثل: المغنتيت (Fe_3O_4) الذي يشيع وجوده في الترب الاستوائية التي تعرضت للتجوية الشديدة، ويدخل الحديد في تركيب بعض معادن الطين، أو يكون مرتبطاً مع الكربونات والكبريتيد، ويُمكن أنّ يوجد أيضاً بصورة كبريتات وفوسفات الحديديك، ويُمكن أنّ يُختزل الحديد في الترب الحاوية على كمية عالية من المادة العضوية، فيصل الى محلول التربة، أو يَحدث له امتزاز على سطوح الغرويات، أو يُكوّن معقدات بشكل أيون الحديدوز، ويَبلغ تركيز الحديد الكلي في التربة قرابة (20000) ملغم كغم$^{-1}$.

2.1.2 التجوية الكيميائية للحديد

تعد التجوية الكيميائية أول عملية من عمليات تحوّل الحديد من مادة الاصل وأنّ صيغته الأيونية السائدة في الغلاف الصخري هي: (Fe^{2+})، على الرغم من وجوده بصيغة (Fe^{3+}) في الصخور الرسوبية وبكميات لا بأس بها، وأنّ المعادن السليكاتية من أهم أنواع حواملهِ في الصخور البركانية مثل معادن: البايروكسين والأولفين والامفيبول والبايوتيت، وترتبط هذه المعادن مع الاوكسجين والماء والحوامض تحت تأثير ظروف المناخ والذي ينتج عنه تفاعلات التجوية مؤديةً الى أكسدة الحديد الثنائي الى الحديد الثلاثي (Wilson، 2004) ومن أهم عملياتها:

1.2.1.2.الأكسدة Oxidation

وأهم تفاعلاتها تحوّل الحديدوز إلى حديديك عن طريق فقدان الإلكترونات، وتحدث العملية في الصخور تحت ظروف التهوية الجيدة (Krauskopf، 1979) وكما في المعادلة الآتية:

$$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$$

وأيضاً تحول بعض المعادن السليكاتية الى اكاسيد الحديديك وكما في المعادلة الاتية:

$$2Fe_2SiO_4 + O_2 + 4H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 + 2H_4SiO_4$$

أولفين (فيالايت) **هيمتيت**

وتحدث عملية أكسدة الحديد أما داخل الهيكل المعدني مؤديةً الى إضعاف ثباتيه الهيكل المعدني بسبب صغر نصف القطر الأيوني للحديد الثلاثي، أو تحدث عملية أكسدتهِ في محلول التربة، حيث يتوافر الحديد الثنائي والمتحرر من عملية تجوية المعادن السليكاتية، وتحدث عملية الأكسدة بصورة سريعة في الطور الثاني من عملية ترسيب الحديد الثلاثي، وتؤدي عملية الأكسدة الى تَكوّين معادن الطين الثانوية وهي الناتج الرئيس لعمليات التجوية والتي يَكون لها تأثير كبير في عمليات تَشكُل وتَحوّل التربة، ولهذه العمليات تأثيراً كبيراً في خصائص التربة وتطورها (Cornell و Schwertmann، 2003).

2.2.1.2. الاختزال Reduction

يَحدُث الاختزال تحت الظروف الغدقة وعن طريق ارتفاع مستوى الماء الأرضي وحيث يَكون تركيز الأوكسجين منخفضاً، فيؤدي ذلك الى اختزال مركبات الحديد الى حديدوز (Fe^{+2}) فيكون سريع الحركة في التربة، وتؤدي هذه العملية الى تلوّن التربة بالألوان الزرقاء المخضرة،

ويُمكن أنْ يُختزل الحديد في الترب الحاوية على كمية عالية من المادة العضوية، فيصل الى محلول التربة، أو يَحدُث له امتزاز على سطوح الغرويات، أو يُكوّن معقدات معها (Meena وآخرون، 2017).

3.2.1.2. التأدرت Hydration

ويُعرّف التأدرت بأنه "ارتباط جزيئات الماء أو مجموعة الهيدروكسيل بالمعادن"، ويَحدُث أساساً على أسطح المعادن وحوافها، ومن الممكن أنّ يحدُث داخل البناء البلوري للأملاح ولاسَيما الأملاح البسيطة مع قليلٍ من التغير في خواصها، ومن الأمثلة الشائعة هو تأدرت الهيمتيت مكوناً الجوثيت (Buol وآخرون، 1980) وكما في المعادلة الآتية:

$$\underset{\text{Hematite}}{Fe_2O_3 + H_2O} \underset{\text{Dehydration}}{\overset{\text{Hydration}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{Goethite}}{2FeO(OH)}$$

3.1.2 صور الحديد الموروثة في الترب

1.3.1.2 أكاسيد الحديد الحرة

الأكاسيد الحرة من النواتج المهمة لعمليات التجوية التي تحصل في التربة، وتظهر بشكل حر متبلور أو غير متبلور داخل جسم التربة، وتوجد في التربة بصورة ممتزة على سطوح حبيباتها بشكل غلاف يحيط بها (coating)، أو بشكل حبيبات منفردة (discrete particles)، وتوجد دقائقها على صور مركبات كيميائية بسيطة أو ممتزجة مع بعضها، وسميت بالأكاسيد الحرة بسبب ارتباطها الضعيف او المعدوم مع الطبقات السليكاتية لذا تبقى منفصلة او حرة (شيخ بزيني، 1999)

ذَكر Haidouti (1997) انّ ثبات نسبة أكاسيد الحديد الحرة الكلية الى نسبة مفصول الطين (Fe_d/clay) يعد مؤشراً على ارتباط حركة هذه الأكاسيد مع مفصول الطين، اما عدم ثبوتهما فيعد مؤشراً على عدم اعتماد هذه الأكاسيد على حركة مفصول الطين.

من الناحية الكيميائية للأكاسيد الحرة أثراً فاعلاً في العديد من عمليات الأكسدة والاختزال وامتزاز الأيونات والأحماض العضوية وتقييد الكثير من العناصر في التربة، وذلك بسبب ما تمتلكه من مساحة سطحية كبيرة ومراكز للشحنات موزعة على سطوحها، وتؤثر الأكاسيد الحرة في تكوين وثباتية مجاميع التربة فضلاً عن كونها مؤشراً مهماً في دراسة نشوء الترب وتطورها وتصنيفها لتأثيرها المباشر في لون التربة، وبين Szilas وآخرون (1998) أنّ عمليات إعادة توزيع الحديد في جسم التربة ليس مهم فقط في مورفولوجي التربة وتصنيفها بل يؤثر أيضاً في مصير العناصر الأخرى مثل: الفسفور والعناصر الصغرى.

بين Sposito (2008) أنّ أكاسيد الحديد الحرة تظهر في التربة بألوان مختلفة منها: الاصفر والبني والاحمر، مما يساعد على سهولة تمييزها بسبب هذه الالوان، وأنّ سبب اختلاف الوانها هو اختلاف معادن أكاسيد الحديد، وتتباين أيضاً في تراكيبها البلورية ومن صورها: الجوثيت والهيمتيت، وقد تتكون من حزم مكعبة الشكل ومثال عليها: اللبيدوكروسيت والماغميت، وتُشكل أيونات الحديد الفجوات بين مجاميع الهيدروكسيل أو ذرات الأوكسجين، واحياناً تُكوّن شكل ثماني الأوجه (Octahedron) ويحاط فيه أيون الحديد بست مجاميع من الهيدروكسيل أو الأوكسجين مشكلاً الصيغة (Fe_4O_6) كما في الهيمتيت، أو يحاط بثلاث مجاميع من الهيدروكسيل مع ثلاث ذرات من الأوكسجين مشكلاً الصيغة ($Fe_3O_3(OH)_3$) كما في الجوثيت، وقد يُكوّن تركيباً رباعي الاوجه (Tetrahedron)، و يحاط فيه أيون الحديد بأربع ذرات من الهيدروكسيل أو الأوكسجين مكوناً الصيغة (Fe_3O_4) كما في المغنتيت والمغميت.

2.3.1.2. أكاسيد الحديد الحرة غير المتبلورة Amorphous iron oxides

هي أكاسيد عديمة أو ضعيفة التبلور صيغتها الكيميائية ($5Fe_2O_3.9H_2O$)، وتنتج من تجوية المعادن الأولية الحاملة للحديد وتؤدي الى تحرر ايونات الحديد الى محلول التربة(Faivre، 2016) وعرفها Cornell وSchwertmann (2003) بأنها دقائق صغيرة الحجم وعلى شكل كروي نوعاً ما وقطرها بين (50-100) انكستروماً، وتبلغ مساحتها السطحية بين (200-350) م^2 غم$^{-1}$، وتحمل هذه الأكاسيد جزيئات عديدة من الماء ولها القابلية على امتزاز الأيونات غير العضوية والمادة العضوية الموجودة في التربة ولها تأثير عالٍ في قدرة التربة على تثبيت الفسفور، وأنّ وجود كميات قليلة منها على هيئة أغلفة حول دقائق الطين يؤدي الى تقليل ومعادلة الشحنات السالبة للطين لكونها تحمل شحنة موجبة (الخفاجي، 2011) و (Acebal وآخرون، 2000).

تعرف أكاسيد الحديد الحرة غير المتبلورة بانها "مواد لا تنتظم بشكل معين وبصورة عامة تكون بهيئة: هيدروكسيدات واكاسيد الحديد، وتوجد أما بشكل اغلفة حول دقائق الطين مؤديةً الى معادلة الشحنات السالبة أو تقليلها لأنها تحمل شحنات موجبة، أو على شكل هياكل وأغلفة هلامية حول حبيبات المعادن الكبيرة الحجم (Ulery، 2011)، وبين Inskeep (2011) أن الصورة غير المتبلورة لأكاسيد الحديد تؤثر في عدة صفات كيميائية داخل جسم التربة، لكونها تمتلك مساحة سطحية عالية، ولها القابلية على امتزاز الايونات العضوية وغير العضوية المتوافرة في التربة.

أوضح شيخ بزيني (1999) أن أكاسيد الحديد غير المتبلورة تركزت في الافاق السطحية لبيدونين من الترب غير المتطورة التي شملتها دراسته، وهما من ترب السهل الرسوبي أحدهما من مشروع الرائد في أبي غريب والأخر من مشروع المسيب الكبير بمحافظة بابل، وعزى ذلك الى ارتفاع نسبة المادة العضوية في الافاق السطحية والتي تعمل على تثبيط عملية التبلور، ولحظَ الحمداني (2005) أنّ نسب الصورة غير المتبلورة لأكاسيد الحديد في الترب التي درسها قليلة وتتناسب عكسياً مع درجة تطور التربة بشكلٍ رئيس، وزيادة درجة تطور التربة يقلل من هذه الأكاسيد، لأنه مع زيادة الزمن تتجه الى تكوين الصورة الأكثر استقراراً وهي الصورة المتبلورة للحديد مما يؤدي الى انخفاض الصورة غير المتبلورة في التربة

3.3.1.2. أكاسيد الحديد الحرة المتبلورة Crystalline Free Iron Oxides

تنتشر هذه الأكاسيد في بيئات مختلفة ولها تأثيرات كيميائية واضحة في دورة الحديد ومختلف العمليات التي تجري في التربة، وهي صغيرة الحجم قطرها بينَ (3-10) نانومتراً، وهذا يجعلها تمتلك مساحة سطحية عالية ومؤثرة في صفات التربة المختلفة (Anschutz وpenn، 2005).

يظهر اللون الأحمر داخل جسم التربة نتيجة وجود أكاسيد الحديد المتبلورة وبكميات لا باس بها، وذلك لان نسب هذه الأكاسيد لها دور مباشر في هذا اللون (Bigham وآخرون، 1990).

أوضح صالح وعبد الكريم (1992) أن توافر أكاسيد الحديد المتبلورة وغير المتبلورة يؤدي الى انخفاض قيم السعة التبادلية للأيونات الموجبة (CEC) في بعض ترب شمال العراق وذلك لان شحنه هذه الأكاسيد موجبة فتقلل من صافي الشحنات السالبة، وأن أكاسيد الحديد غير المتبلورة كانت أكثر تأثيراً من الأكاسيد المتبلورة.

بين شيخ بزيني (1999) أن توافر أكاسيد الحديد المتبلورة وبكميات كبيرة في التربة يعتمد على العديد من العوامل منها: ارتفاع درجات الحرارة وطول مدة الجفاف ودرجة تطور التربة، وأوضح أن نسبها كانت مرتفعة في بيدونات الترب المتطورة مقارنةً ببيدوني الترب غير المتطورة، وأن الفروقات بين أكاسيد الحديد المتبلورة وغير المتبلورة في الترب غير المتطورة كانت معدومة أو قليلة، مما يدل على أن تحولات الحديد في الترب التي قام بدراستها كانت ضئيلة أو معدومة، وسجلت بيدونات الترب المتطورة فروقات عالية مما يدل على تحوّل الأكاسيد غير المتبلورة الى شكل متبلور أكثر استقراراً.

درسَ الراوي (2006) نسب الحديد النشط (الحديد المستخلص بالاوكزالات/ الحديد المستخلص بالدايثايونيت)، ومحتوى الحديد المتبلور (المستخلص بالدايثايونيت - المستخلص بالاوكزالات) ونسب الحديد المتبلور من الحديد الكلي {(المستخلص بالدايثايونيت - المستخلص بالاوكزالات)/ الحديد الكلي} والتي تستخدم معياراً وراثياً لمعرفة درجة تطور التربة وأول من استعمل هذه النسب هما الباحثان Blume و Schwertman (1969) وأظهرت نتائجه زيادة قيم الحديد النشط في سلسلتي التربة (132 SCE،143 SCE) الواقعتان في أسفل المنحدر المركب (مقعر- محدب) بانحدار (3-8)% ضمن منخفض الكعرة- الصحراء الغربية في منطقتي الصوفية وبيار الراح، وزيادة نسب الحديد المتبلور في أجزاء المنحدر (Foot slope) أعلى من (Teo slope)، وبنسبة (0.29 -1.46)%، ونسب الحديد الكلي بين (2.19 - 8.26)%، واكاسيد الحديد الحرة الكلية بين (1.03- 1.28)%، واكاسيد الحديد غير المتبلورة بين (0.39 - 0.85) %، إذ أثر الموقع الطبوغرافي وشكل المنحدر في العمليات البيدوجينية الفاعلة في أجسام الترب المدروسة والمتمثلة في عمليات النقل والترسيب للصور المختلفة لأكاسيد الحديد.

بين الدايني (2012) في دراسته لتجمعات وصور الأكاسيد الحرة للحديد في بعض ترب شمال العراق، أن هذه الأكاسيد ترتفع في الافاق السطحية وأن مفصول الطين ومعادن الكربونات النشطة كان لهما تأثيراً فاعلاً في توزيع وحركة هذه الأكاسيد وكانت نسب الأكاسيد غير المتبلورة منخفضة مقارنةً بنسب الأكاسيد المتبلورة وهذا يعكس تقدم الحالة التطورية لهذه الترب.

بينت عبد اللطيف (2020) في دراستها لثلاث بيدونات في أربيل وثلاث بيدونات في تكريت ومقسمه بحسب طريقة الري (سيحي ورش وديمي)، أن التوزيع العمودي لأكاسيد الحديد البلورية كان متوافقاً مع توزيع الطين، وهذا يدل على الهجرة المشتركة للأكاسيد مع مفصول الطين، لا سيما في بيدونات أربيل الأكثر تطوراً، والسبب يعود إلى زيادة معدلات الأمطار ونوع الغطاء النباتي والمادة العضوية وطبيعة مادة الأصل التي ساعدت على زيادة نشاط بعض العمليات البيدوجينية في تلك الترب، بينما ابدت قيم أكاسيد الحديد غير المتبلورة في بيدونات تكريت ارتفاعا في قيمها وكانت بين(2.19 - 1.26) غم كغم $^{-1}$، أما في بيدونات أربيل فقد كانت بين (1.01- 1.81) غم كغم$^{-1}$.