STUDY OF IRON AVAILABILITY AND ITS CONTENT IN CORN PLANT GROWN IN SOME BABYLON SOILS

دراسة جاهزية الحديد ومحتواه في نبات الذرة الصفراء في بعض ترب محافظة بابل

صباح كدر احمد
قسم التربة والمياه /كلية الزراعة/جامعة القاسم الخضراء

الخلاصة:

أجريت هذه الدراسة بهدف تقييم جاهزية الحديد في بعض ترب محافظة بابل ومحتواه في النبات ، تم تحديد 13 موقعا مستغلة زراعيا بنبات الذرة الصفراء لأخذ عينات التربة والنبات وقد قسمت المواقع إلى وحدات على أسس جغرافية محلية اعتمادا على مساحة كل موقع وقد بلغ عدد الوحدات 27 وحدة ، استخدمت بعض المؤشرات الإحصائية في الدراسة كما استعملت معادلات الارتباط الخطي البسيط في وصف العلاقات بين مؤشرات الدراسة مع بعض خصائص التربة.

أظهرت النتائج أن مدى جاهزية الحديد في الترب قيد الدراسة تراوح بين 0.26 إلى 12.60 وبمتوسط عام 4.96 ملغم كغم$^{-1}$ أما محتواه في النبات فقد تراوح من 16.22 إلى 166.31 وبمتوسط 49.73 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة. بلغت نسبة المواقع التي تعاني تربها نقصا في جاهزية الحديد بشكل عام هي 82% شملت معظم ترب المواقع باستثناء ترب موقع السدة ، كانت أعلى النسب منها في ترب موقعي الإبراهيمية و أبي غرق إذ بلغت 100 و 98% على التوالي.

كما بينت النتائج وجود علاقة خطية معنوية سالبة بين كل من محتوى الحديد الجاهز ومحتواه في النبات مع محتوى معادن الكربونات الكلية والنشطة بينما كانت العلاقة موجبة بين محتوى الحديد الجاهز مع السعة التبادلية للايونات الموجبة ، بينما لم تكن العلاقة معنوية مع كل من درجة تفاعل التربة (pH) ومحتوى المادة العضوية والطين والغرين.

Abstract:

A study was conducted to evaluate the availability of iron in some Babylon governorate soils and their contents in corn plants. Thirteen different locations were selected; the selections were made to represent the most local geographical units dominated in Governorate in soils and were 27 units. Since the locations were differed in areas, accordingly differed in number of soil samples.

Linear equations were used to describe the relationship between the studied parameters and some properties of soils. The results showed that, the availability of iron was ranged from 0.26 to 12.60 with average of 4.96 mg Kg^{-1}.With respect to plant dry matter, the data indicated that iron content was ranged from 16.22 to 166.31 with average of 49.73 mg Kg^{-1}. The percentage of locations suffered from iron deficiency was 82%. With the exception of AL_Sadda soils, all locations were low in available iron, moreover locations of Al_Abrahimyia and Abu-Garak were the least in available iron with percentages of 100 and 98% respectively. The results also showed a negative linear relation between available iron and iron content in plant with total and active carbonate minerals, whereas a positive linear relation between available iron was found with cation exchange capacity (CEC), however no significant relation was found with pH, organic matter, clay and silt content.

المقدمة:

يعد الحديد من العناصر الغذائية الصغرى الضرورية لنمو وإكمال دورة حياة النبات وتأتي أهميته كونه يدخل في تركيب المكونات الأساسية للخلية النباتية كالسايتوكرومات والفايتوفرتين ومساهمته في بناء الكلوروفيل فضلا عن دوره في تركيب ونشاط العديد من الإنزيمات المسوؤلة عن العمليات الحيوية منها Nitrogenase وCatalase وPeroxidase (1و2).

يشكل الحديد 5 % من القشرة الأرضية Lithosphere فهو يأتي بالمرتبة الرابعة بعد العناصر الأساسية : الأوكسجين و السيلكون و الالمنيوم ، و يبلغ محتواه الكلي في الترب المختلفة من 10 إلى 100 وبمتوسط 38 غم كغم$^{-1}$تربة (3 و4).

وقد أوضحت نتائج الدراسات التي تمت في العراق وجود تباين كبير في محتواه الكلي في الترب المختلفة. فقد ذكر (5) في دراستهم لـ 28 نموذجا لتربة في شمال العراق أن المحتوى الكلي للحديد تراوح بين 5.4 و21.3 غم كغم$^{-1}$تربة. أما (6) فقد وجد في دراسته لأربع ترب كلسية من مواقع وسط وشمال العراق بان الحديد الكلي تراوح بين 12.6 و14.8 غم كغم$^{-1}$تربة. ويظهر من خلال الدراسات التي أجريت في العالم والقطر بان هذا العنصر يتميز بوفرة عالية في الترب المختلفة.

أما محتواه الجاهز فهو محدود قياسا إلى محتواه الكلي وذلك لتأثره بالعديد من العوامل منها : درجة تفاعل التربة ومحتوى معادن الكربونات ومعادن الطين والمادة العضوية (7 و8 و9 و10).

لقد أجريت بعض الدراسات في الترب العراقية لتقييم جاهزية الحديد فيها فقد وجد (11) أن قيم الحديد الجاهز بلغت 18.6 و60.2 وبمتوسط 38.3 ملغم كغم$^{-1}$تربة في 50 عينة تربة كلسية من السهل الرسوبي. بينما أشار (12) إلى أن الحديد الجاهز تراوح بين 2.0 و14.8 وبمتوسط 8.3 ملغم كغم$^{-1}$تربة في بعض الترب الرسوبية. وبينت نتائج دراسة (13) أن محتوى الحديد الجاهز في ثمان ترب كلسية في الجزء الأوسط من السهل الرسوبي تراوح بين 3.11 و10.58 ملغم كغم$^{-1}$تربة. كما أوضحت دراسة (6) أن محتوى الحديد الجاهز بلغ مداه من 1.95 إلى 3.57 ملغم كغم$^{-1}$تربة في أربع ترب كلسية من السهل الرسوبي.

أما الحد الحرج لمحتواه الجاهز فقد وجد (14) انه يبلغ 4.5 ملغم كغم$^{-1}$تربة لنبات الذرة البيضاء في 35 عينة تربة باستعمال طريقة DTPA+$CaCl_2$ في الاستخلاص.بينما أشارت نتائج دراسة (15) بان الحد الحرج يبلغ 6.2 ملغم كغم$^{-1}$تربة لنبات الحنطة في 20 عينة تربة من وسط السهل الرسوبي وبنفس طريقة الاستخلاص المذكورة.

أن 80% من الترب العراقية وخصوصا السهل الرسوبي ذات محتوى عال من معادن الكربونات (50 – 500 غم كغم$^{-1}$) وان هذه الترب ذات تفاعل مائل للقاعدية (pH >7.4) وان الايونات السائدة فيها هي الكالسيوم والمغنيسيوم (16) إذ يتعرض عنصر الحديد في هذه الترب إلى تفاعلات عدة منها تفاعلات الاحتجاز (الترسيب والامتزاز) بفعل معادن الكربونات السائدة فيها مما يسهم في خفض جاهزيته.

أن محافظة بابل تتميز بزراعة العديد من المحاصيل وعلى وجه الخصوص الذرة الصفراء ولعدم توفر الدراسات عن جاهزية العناصر الصغرى ومنها الحديد لذا دعت الحاجة إلى أجراء هذه الدراسة والتي تضمنت تقدير محتوى الحديد الجاهز في معظم الترب المزروعة في النواحي والاقضية التابعة لمحافظة بابل إضافة إلى تقدير محتواه في نبات الذرة الصفراء وذلك لتقييم جاهزيته وتحديد الحاجة للتسميد بهذا العنصر بهدف زيادة الحاصل وتحسين نوعيته إضافة إلى وضع حجر أساس لمسح خصوبي لعنصر الحديد في ترب محافظة بابل تعتمد عليه المؤسسات الزراعية والبحثية.

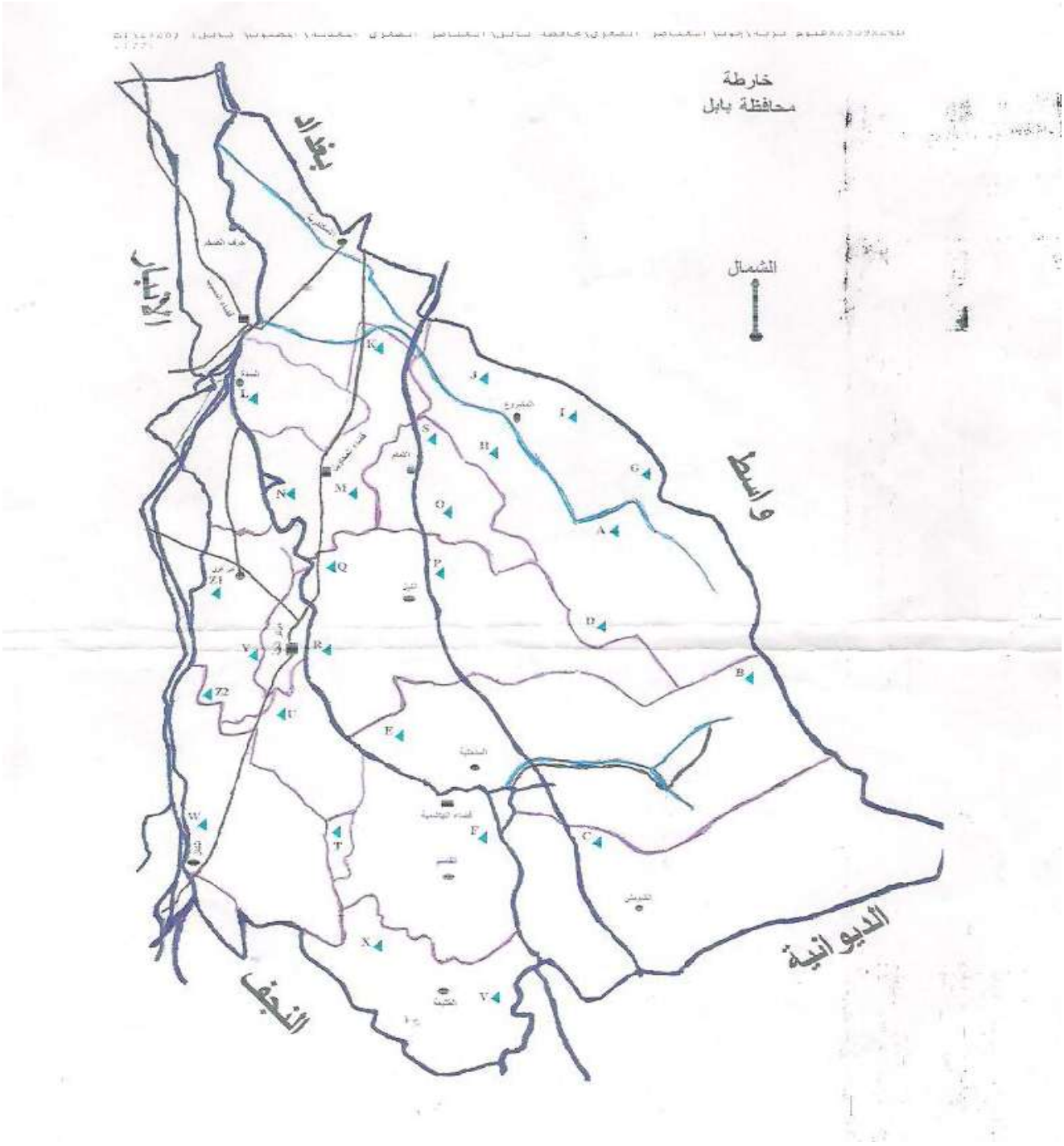
المواد وطرائق العمل:

اختيرت عدة مواقع لأخذ عينات التربة في محافظة بابل وهي تمثل ترب مستغلة زراعيا بنبات الذرة الصفراء التي لم تسمد بعنصر الحديد ، قسمت المواقع إلى وحدات على أسس جغرافية محلية اعتمادا على مساحة كل موقع وبلغ عد الوحدات 27 وحدة أعطيت لها رموزا باللغة انكليزية وكما موضح في الشكل (1) والجدول (1). جمعت عينات التربة من وحدات كل موقع وبمعدل 15 عينة لكل وحدة عند عمق 0 – 30 سم كما جمعت العينات النباتية من محصول الذرة الصفراء المزروعة في ترب تلك الوحدات ، جففت الترب وطحنت بعد إن تم فرشها على نايلون لتلافي تلوث التربة ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم لغرض إجراء التحاليل عليها. أما العينات النباتية فقد غسلت بمحلول من حامض الهيدروكلوريك المخفف (0.1 مولار) ثم بالماء المقطر مرتين على التتابع وجففت في الفرن عند درجة حرارة 65°م ولمدة 72 ساعة ولحين ثبات الوزن وطحنت لغرض إجراء التحاليل عليها. قدرت بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للترب قيد الدراسة حسب الطرائق المتبعة في (17و18) جدول (2) ، قدرت الكربونات النشطة تبعا لـ (19) وقدر محتوى الحديد الجاهز بعد استخلاصه بمحلول DTPA+$CaCl_2$ تبعا لـ (14) أما محتوى الحديد في النبات فقد تم تقديره بطريقة الأكسدة الرطبة باستخدام مزيج حامضي مكون من H_2SO_4 و$HClO_4$ وHNO_3 تبعا لـ (20) وقيس كل من الحديد الجاهز وحديد النبات في جهاز الامتصاص الذري . تم التحليل الإحصائي لنتائج الدراسة كما استعملت معادلات الارتباط البسيط في وصف العلاقة بين كل من محتوى الحديد الجاهز ومحتواه في النبات مع بعض صفات الترب قيد الدراسة وفقا لـ (21).

النتائج والمناقشة:

محتوى الحديد الجاهز

أظهرت النتائج الموضحة في جدول (3) مديات ومتوسطات محتوى الحديد الجاهز في ترب الدراسة ويظهر تقارب قيم المتوسطات لترب المواقع إلى حد ما فقد بلغ المتوسط العام 0.82 وبمدى عام تراوح ما



شكل 1: يوضح خريطة محافظة بابل تبين المواقع التي أخذت منها عينات التربة والنبات.

جدول 1: مواقع الترب المستخدمة في الدراسة ورموز الوحدات التابعة لكل موقع.

ت	الموقع	رموز وحدات الموقع التي أخذت منها العينة	عدد العينات
1	المشروع	A , D , G , H , I , J	87
2	الأمام	O , S	32
3	المدحتية	E , B	30
4	الشوملي	C	13
5	الطليعة	X , V	27
6	النيل	R , Q , P	43
7	القاسم	F , T	28
8	ابوغرق	Y , Z1 , Z2	53
9	الكفل	W	15
10	السدة	L	13
11	البوعلوان	N	15
12	الإبراهيمية	U	17
13	المحاويل	M , K	31
مجموع العينات			404

جدول 2: بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للترب قيد الدراسة.

ت	الموقع	* EC dS/m	* pH	المادة العضوية	الكربونات الكلية	الكربونات النشطة	السعة التبادلية الكاتيونية سنتمول كغم$^{-1}$	مفصولات التربة غم كغم$^{-1}$			نسجه التربة
				غم كغم$^{-1}$				طين	غرين	رمل	
1	المشروع	5.8	7.4	11.6	320.0	115.0	26.8	480.0	300.0	220.0	طينية
2	الإمام	6.3	8.2	10.4	350.0	120.0	23.0	470.0	330.0	200.0	طينية
3	المدحتية	5.9	7.7	11.8	355.0	115.0	23.6	400.0	350.0	250.0	طينية
4	الشوملي	4.3	7.5	9.2	295.0	90.0	27.2	380.0	460.0	160.0	طينية غرينية مزيجة
5	الطليعة	7.2	8.1	10.5	240.0	85.0	25.2	370.0	420.0	210.0	طينية مزيجة
6	النيل	6.4	7.7	11.5	330.0	105.0	30.8	480.0	360.0	160.0	طينية
7	القاسم	5.5	7.8	8.8	380.0	125.0	28.6	410.0	410.0	180.0	طينية غرينية
8	ابوغرق	7.3	8.0	9.4	360.0	125.0	24.4	370.0	420.0	210.0	طينية غرينية مزيجة
9	الكفل	6.1	7.5	9.6	280.0	80.0	22.4	370.0	430.0	200.0	طينية غرينية مزيجة
10	السدة	5.1	7.4	10.7	230.0	80.0	23.6	380.0	300.0	220.0	طينية مزيجة
11	البوعلوان	6.8	7.9	10.6	380.0	120.0	28.4	420.0	400.0	180.0	طينية
12	الإبراهيمية	5.4	7.8	9.4	360.0	110.0	26.8	480.0	390.0	130.0	طينية
13	المحاويل	5.7	7.6	10.8	300.0	95.0	30.2	365.0	425.0	210.0	طينية مزيجة

* قدرت في مستخلص عجينة التربة المشبعة.

بين 0.26 إلى 12.60 ملغم كغم$^{-1}$ تربة وأظهرت تربة موقعي المشروع وابوغرق اقل جاهزية للحديد بلغت كمتوسط 4.04 وبمدى 0.26 إلى 9.88 و 1.68 إلى 6.25 ملغم كغم$^{-1}$ تربة لكلا التربتين على التوالي بينما كانت أعلى قيمة لجاهزية الحديد في تربة موقع السدة فقد بلغت كمتوسط 6.14 ومدى تراوح من 3.31 إلى 10.34 ملغم كغم$^{-1}$تربة. وربما يعزى تقارب قيم متوسطات الحديد الجاهز إلى تشابه العوامل المؤثرة عليها كعوامل التربة والبيئية والنبات لكون المواقع ضمن مساحة جغرافية محدودة وعلى الرغم من تقارب قيم المتوسطات ألا أن هناك تباين في مديات الجاهزية.

ولغرض تقييم جاهزية الحديد اعتمدت قيمة الحد الحرج لمحتوى الحديد الجاهز 6.12 ملغم كغم$^{-1}$تربة وفقا لدراسة (15) وذلك لكون الدراسة أجريت في ترب وسط السهل الرسوبي من العراق بضمنها ترب محافظة بابل إضافة إلى استعمال محلول DTPA في استخلاص الحديد الجاهز وهذه الظروف مشابهة لظروف الدراسة الحالية. ويظهر من النتائج أن قيمة المتوسط العام (4.96

ملغم كغم$^{-1}$تربة) تقل عن قيمة الحد الحرج وان معظم قيم متوسطات ترب المواقع تقل عن قيمة الحد الحرج باستثناء تربة السدة التي تقترب من الحد الحرج إذ بلغت كمتوسط 6.14 ملغم كغم$^{-1}$تربة وهذا يعني أن معظم ترب المحافظة تعاني من قلة جاهزية الحديد فقد بلغت نسبة الترب التي تعاني نقصا في جاهزية هذا العنصر بشكل عام 82% من مجموع الترب الكلي وكانت أعلى نسبة لها في ترب موقعي الإبراهيمية وأبو غرق إذ بلغت 100 و98% على التوالي جدول (3) واقل نسبة لها كانت في ترب السدة إذ بلغت 46%. أن 82% من ترب قيد الدراسة يمكن إن تستجيب للتسميد بالحديد وان 18% من الترب قد تكفي جاهزيتها من الحديد سد احتياجات النبات منه وربما قد تكون الاستجابة محدودة له.

أن اغلب ترب المحافظة هي ترب فقيرة بجاهزيتها من الحديد وهذا يعزى إلى تأثير بعض الخصائص الكيميائية للترب ولاسيما محتواها من معادن الكربونات سواء الكلية أم النشطة والذي يعد العامل الرئيسي المحدد لجاهزية الحديد في هذه الترب وذلك لتقارب قيم الخصائص الكيميائية والفيزيائية الأخرى كدرجة تفاعل التربة ومحتوى المادة العضوية والطين جدول (2) إضافة إلى أن عدم التسميد بالعناصر الصغرى ومنها الحديد من قبل المزارعين والاهتمام بإضافة أسمدة العناصر الكبرى (N وP وK) فقط قد أسهم في خفض جاهزية هذا العنصر ، أن تأثير محتوى ونشاط معادن الكربونات يكمن في احتجاز الحديد من خلال عملية الامتزاز والترسيب وتكوين معقدات الحديد وهذا يتفق مع أوجدته عدد من الدراسات (10 و22 و23).

محتوى الحديد في النبات

بينت النتائج الموضحة في جدول (4) أن محتوى الحديد في النبات كمتوسط عام بلغ 23.44 وبمدى تراوح ما بين 16.22 إلى 187.74 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة وبلغت أعلى قيمة له كمتوسط في النباتات النامية في ترب موقع السدة هي 110.46 وبمدى تراوح من 32.37 إلى 199.00 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة بينما كانت اقل قيمة له في موقع الإبراهيمية إذ بلغت كتوسط 40.83 وبمدى تراوح ما بين 29.08 إلى 48.82 ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة. ولعدم وجود دراسة داخل العراق تم فيها تحديد الحد الحرج للحديد في نبات الذرة الصفراء فقد اعتمد على قيمته وفقا لـ (2 و24) وهي 50 ملغم كغم$^{-1}$ مادة نباتية جافة. ومقارنة قيم متوسطات محتوى الحديد في النبات لترب المواقع يلاحظ أن محتواه في النباتات النامية في ترب المواقع قيد الدراسة هي اقل من قيمة الحد الحرج باستثناء محتواه في النباتات النامية في ترب موقع السدة كانت قيمته أعلى من الحد الحرج

جدول 3: محتوى الحديد الجاهز في الترب المستخدمة في الدراسة.

ت	الموقع	عدد النماذج	محتوى الحديد الجاهز ملغم كغم$^{-1}$		الانحراف القياسي ±std.dev.	عدد النماذج التي تعاني نقصا في الحديد	% للترب التي تعاني نقصا في الحديد
			المدى	المتوسط			
1	المشروع	87	9.88 – 0.26	4.04	1.98	76	86
2	الأمام	32	10.28 – 1.26	4.67	2.03	27	84
3	المدحتية	30	7.80 – 1.53	4.18	1.80	25	83
4	الشوملي	13	8.23 – 3.71	5.88	1.43	8	62
5	الطليعة	27	11.64 – 0.27	5.72	3.23	15	58
6	النيل	43	11.42 – 1.96	5.24	1.75	35	81
7	القاسم	28	8.17 – 0.75	4.35	1.84	25	89
8	ابوغرق	53	6.25 – 1.68	4.04	0.99	52	98
9	الكفل	15	8.04 – 4.15	5.57	1.18	12	86
10	السدة	13	10.34 – 3.31	6.14	2.18	6	46
11	البوعلوان	15	12.60 – 173	4.80	2.88	13	87
12	الإبراهيمية	17	5.41 – 2.93	4.32	0.79	17	100
13	المحاويل	31	10.08 – 1.01	5.52	2.47	20	65
المجموع		404	12.60- 0.26	4.96		331	82
المتوسط العام							

جدول 4: محتوى النبات من الحديد في الترب قيد الدراسة.

ت	الموقع	عدد النماذج	محتوى الحديد في النبات ملغم كغم$^{-1}$ مادة جافة		الانحراف القياسي ±std.dev.	عدد النماذج النباتية التي تعاني نقصا في الحديد	% للنماذج النباتية التي تعاني نقصا في الحديد
			المدى	المتوسط			
1	المشروع	87	128.30 – 16.22	48.63	24.09	77	89
2	الإمام	32	112.74 – 21.32	44.55	22.84	27	84
3	المدحتية	30	144.30 – 14.42	47.29	32.37	25	83
4	الشوملي	13	133.34 – 21.00	48.02	30.81	10	77

5	الطليعة	27	133.53 – 20.44	45.96	24.85	23	85
6	النيل	43	122.69 – 23.31	43.47	20.60	38	88
7	القاسم	28	144.32 – 21.18	49.08	30.16	25	89
8	ابوغرق	53	94.25 – 20.80	35.87	10.69	52	98
9	الكفل	15	114.16 – 32.93	49.23	25.98	12	80
10	السدة	13	166.31 – 32.37	98.11	58.07	6	46
11	البوعلوان	15	118.60 – 32.12	47.83	21.27	13	87
12	الإبراهيمية	17	48.82 – 29.08	40.83	6.39	17	100
13	المحاويل	31	123.64– 30.43	47.60	23.86	26	84
المجموع		404	166.31 – 16.22	49.73		350	87
المتوسط العام							

إذ بلغت 98.11 ملغم كغم$^{-1}$ مادة نباتية جافة وقد بلغت نسبة النباتات التي تعاني نقصا فتي محتواها من الحديد كمتوسط عام هي 87% من مجموع الترب الكلي وكانت أعلى نسبة لها في نباتات موقعي الإبراهيمية وأبي غرق إذ بلغت 100 و 98% على التوالي وهذا يدل على أن ترب هذين الموقعين تعاني من نقص كبير في جاهزية الحديد بينما كانت اقل نسبة في ترب موقع السدة إذ بلغت 46% وربما يعزى ذلك إلى قلة محتوى ترب موقع السدة من معادن الكاربونات الكلية والنشطة مقارنة بترب المواقع الأخرى جدول (2) مما أسهم في زيادة جاهزية الحديد فيها أن قيم محتوى الحديد في النباتات النامية في ترب المواقع قيد الدراسة تتطابق مع الترب التي تعاني نقصا في جاهزية الحديد وان الاستجابة للنبات سوف تتحقق بإضافته.

علاقات الارتباط

لقد أوضحت نتائج تحليل الارتباط وجود علاقة خطية معنوية بين كل من محتوى الحديد الجاهز ومحتواه في النبات مع بعض خصائص التربة جدول (5) فقد كانت هذه العلاقة سالبة مع كل من محتوى الكربونات الكلية والنشطة فقد بلغ معامل الارتباط (r) 0.819 و0.896 بالنسبة لمحتوى الحديد الجاهز بينما بلغ 0.792 و 0.735 لمحتوى الحديد في النبات مع كل من الكربونات الكلية والنشطة على التوالي. وهذا يؤكد مساهمة معادن الكربونات في خفض جاهزية الحديد. كما أظهرت النتائج وجود علاقة موجبة بين الحديد الجاهز مع السعة التبادلية الكاتيونية إذ بلغ معامل الارتباط 0.687 وهذا يؤكد زيادة جاهزية الحديد بزيادة امتزازه على السطوح الغروية (المعدنية والعضوية) والذي يشكل مصدرا لتجهيز الحديد في محلول التربة ويتضح من علاقات الارتباط أن العامل الأكثر تحديدا لجاهزية الحديد في هذه الدراسة هي معادن الكربونات سواء كانت الكلية أم النشطة. أن هذه النتائج تتفق مع ما وجدته عدد من الدراسات من علاقات مشابهة (15و25 و26 و27). لم تكن العلاقة معنوية مع خصائص التربة الأخرى كدرجة التفاعل والتوصيل الكهربائي ومحتوى المادة العضوية والطين والغرين.

جدول 5: قيم معامل الارتباط الخطي بين محتوى الحديد الجاهز ومحتواه في النبات مع بعض خصائص التربة (n =13).

الصفة	محتوى الحديد الجاهز	محتوى الحديد في النبات
التوصيل الكهربائي EC	0.286	-0.123
درجة تفاعل التربة pH	-0.305	-0.494
محتوى المادة العضوية	0.037	0.177
الكربونات الكلية	-0.819**	-0.792**
الكربونات النشطة	-0.896**	-0.735**
السعة التبادلية الكاتيونية	0.687**	0.020
الطين	0.229	0.152
الغرين	-0.484	-0.471

r الجدولية على مستوى 0.05 و 0.01 هي 0.553 و 0.684

المصادر:

1. Mengel,K.,and E.A.Kirkby.1982.Principles of Plant Nutrition.Intern.Potash Inst., Bern, Switzerland.
2. Havlin, J.L., J.D. Beaton, S. L. Tisdale, and W.L.Nelson.1999. Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management. Prentice – Hall, Inc., N. J.
3. Mortvedt, J. J., P. M. Giordano, and W. L. Lindsay .1972. Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. Inc., Madison, WI.
4. Lindsay, W. L. 1979. Chemical Equilibria in Soils. John Wiley & Sons. Inc., N. Y.
5. العبيدي ، محمد علي جمال ونبيل فاضل خليل وعلي محمد سعدالله .1994. حالة الحديد في بعض ترب شمال العراق. مجلة العلوم الزراعية العراقية .المجلد 25(2) : 86 –93 .
6. الحديثي ، أكرم عبد اللطيف .1997. دور الأحماض الدبالية المضافة في تركيز وتحرر بعض العناصر المغذية في الترب الكلسية. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة . جامعة بغداد .

7. Lindsay, W. L., and A. P. Schwab. 1982. The chemistry of iron in soils and its availability to plants. J. Plant Nutr. 5: 821 – 840.
8. Loeppert, R. H., S. C. Geiger, R. C. Hartwig, and D. R. Morris .1988. A comparison of indigenous soil factors influencing the Fe-deficiency chlorosis of sorghum and soybean in calcareous soils. J. Plant Nutr. 11: 1481 – 1492.
9. Al-Mustafa, W. A., A. E. Abdullah, and A. M. Falatah .2001. Assessment of five extractants for their ability to predict iron uptake and response of sorghum grown in calcareous soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 32: 907 – 919. (Abstract).
10. Sharma, B.D., H. Arora, R. Kumar, and V.K. Nayyar.2004. Relationships between soil characteristics and total and DTPA-extractable micronutrients in Inceptisols of Punjab. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 35: 799 – 818. (Abstract).
11. Salih, H.M., A.M. Hummadi, F.A. Hussain, and G.S.Toma.1987. Availability of major and some micronutrients in the central and southern Mesopotamian river plain of Iraq. J. Agric. Water Reso. Res. 6:85 – 100.
12. الجدوع ، عبد الكريم حمود .1990. حالة الزنك ، النحاس ، المنغنيز والحديد في بعض الترب العراقية ومفصولاتها. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة . جامعة بغداد .
13. العكيلي ، جواد كاظم ورمزي محمد شهاب وجميلة شاكر محمود .1993. تقدير الحديد الجاهز للنبات في الترب الكلسية. وقائع المؤتمر العلمي الأول لبحوث المحاصيل الحقلية : 15 – 17 مايس . بغداد:345 – 359 .
14. Lindsay, W.L., and W.A.Norvell.1978.Development of a DTPA soil test for iron, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42:421 – 428.
15. جارالله ، عباس خضير عباس.2005. تقييم الواقع الخصوبي للحديد واستجابة نبات الحنطة في بعض ترب السهل الرسوبي. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة . جامعة بغداد .
16. FAO. 1973. Calcareous Soils of Iraq. Bull No. 21, FAO, Rome, Italy.
17. Jackson, M.L.1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood, Cliffs, N.J.
18. Page, A.L. (ed.). 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Am. Soc. Agron. Madison, WI.
19. Carter, M.R.1981.association of total $CaCO_3$ and active $CaCO_3$ with growth of five tree species on chernozemic soils. Can.J.Soil Sci.61:173 – 175.
20. Steel, R.G.D., and J.H.Torrie.1980.Principles and Procedures of Statistics.McGraw-Hill, Inc., N.Y.
21. Loeppert, R. H., and C. T. Hallmark .1985. Indigenous soil properties influencing the availability of iron in calcareous soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 597 – 603.
22. Mengel, K. 1994. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. Plant Soil 165: 275 – 283.
23. Loop, E., and A. Finck .1984. Total iron as a useful index of the Fe-status of crops. J. Plant Nutr. 7: 69 – 79.
24. حتر، بطرس عيسى وسيد خليل خطاري.1995.العلاقة بين مستوى العناصر الغذائية الصغرى في التربة والنبات وخواص التربة في منطقة وادي الأردن. دراسات(العلوم البحتة والتطبيقية) المجلد 22 (3) : 51 – 66.
25. القيسي، شفيق جلاب.1999. الصفات الكيميائية والفيزيائية لمعادن الكربونات لبعض الترب العراقية وأثرها في تثبيت الحديد. 1- صفات معادن الكربونات.مجلة العلوم الزراعية العراقية. المجلد 30(2):35 – 52.
26. الحديثي ، أكرم عبد اللطيف وإبراهيم بكري عبد الرزاق وحمدالله سليمان راهي .2002. تأثير الأحماض الدبالية في تفاعلات امتزاز الحديد في الترب الكلسية. مجلة العلوم الزراعية العراقية .المجلد 33(6) : 51 – 58 .