



الجمهورية العربية السورية

جامعة البعث

كلية الزراعة

قسم: التربة و استصلاح الأراضي

## تأثير الخصائص الأساسية للتربة في محتواها من بعض العناصر الصغرى لترب مختارة من محافظة حماه

دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في التربة واستصلاح الأراضي

إعداد

م. عبير حسين الدرويش

إشراف

أ.د. سمير محمد شمشم

قسم التربة واستصلاح الأراضي

2020 م - 1441 هـ

## فهرس المحتويات

الصفحة	العنوان	مسلسل
1	الملخص العربي	
3	المقدمة	
	الفصل الأول: الدراسة المرجعية - مبررات البحث والهدف منه	
6	الدراسة مرجعية	1
7	العناصر الصغرى في التربة	1-1
7	العوامل المؤثرة في العناصر الصغرى المتاحة	2-1
30	مبررات البحث والهدف منه	2
32	الفصل الثاني: مواد وطرائق البحث	
32	مواد وطرائق البحث	3
32	منطقة الدراسة	1-3
36	جمع وتجهيز عينات التربة	2-3
41	التحاليل المخبرية للتربة	3-3
41	الدراسة الاحصائية	4-3
42	الفصل الثالث: عرض ومناقشة النتائج - الاستنتاجات والمقترحات	
43	عرض النتائج والمناقشة	4
43	الخصائص الأساسية للترب المدروسة	1-4
43	بعض الخصائص الأساسية لعينات الترب المدروسة من منطقة الاستقرار الأولى	1-1-4
48	بعض الخصائص الأساسية لعينات الترب المدروسة من منطقة الاستقرار الثانية والثالثة	2-1-4
55	بعض الخصائص الأساسية لعينات الترب المدروسة من منطقة الاستقرار الرابعة والخامسة	3-1-4
60	الحديد المتاح في التربة	2-4
60	محتوى الترب المدروسة من الحديد المتاح	1-2-4
63	المنغنيز المتاح في التربة	3-4
63	محتوى الترب المدروسة من المنغنيز المتاح	1-3-4
66	الزنك المتاح في التربة	4-4
66	محتوى الترب المدروسة من الزنك المتاح	1-4-4
69	النحاس المتاح في التربة	5-4
69	محتوى الترب المدروسة من النحاس المتاح	1-5-4
72	متوسط تركيز العناصر الصغرى المدروسة في مناطق الاستقرار الزراعي	6-4
73	معنوية الفروق بين مناطق الاستقرار بالنسبة للعناصر الصغرى المتاحة بالترب المدروسة	7-4
73	علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة	8-4
78	دراسة علاقات الانحدار بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة	9-4
80	الاستنتاجات	5
81	المقترحات	6
82	المراجع العلمية	7
82	المراجع العربية	
87	المراجع الأجنبية	
108	الملخص باللغة الانكليزية	

## فهرس الجداول

الصفحة	رقم	اسم الجدول
5	1	العناصر الصغرى الضرورية للنبات وتاريخ اكتشافها
21	2	تقييم محتوى التربة من العناصر الصغرى (حسب Martens and Lindsay, 1990 )
36	3	مناطق الاستقرار الزراعي في محافظة حماه ومساحاتها مقدرة بالهكتار
36	4	الأراضي القابلة للزراعة في محافظة حماه مقدرة بالهكتار
36	5	الأراضي غير القابلة للزراعة في محافظة حماه مقدرة بالهكتار
37	6	أماكن أخذ العينات
43	7	الخصائص الأساسية لعينات الترب من منطقة الاستقرار الأولى المدروسة
46	8	قوام التربة المدروسة من منطقة الاستقرار الأولى
48	9	الخصائص الأساسية لترب منطقة الاستقرار الثانية المدروسة
50	10	الخصائص الأساسية لترب منطقة الاستقرار الثالثة المدروسة
52	11	قوام التربة المدروسة من منطقة الاستقرار الثانية
54	12	قوام التربة المدروسة من منطقة الاستقرار الثالثة
55	13	الخصائص الأساسية لعينات منطقة الاستقرار الرابعة المدروسة
55	14	الخصائص الأساسية لعينات منطقة الاستقرار الخامسة المدروسة
58	15	قوام التربة المدروسة من منطقة الاستقرار الرابعة
58	16	قوام التربة المدروسة من منطقة الاستقرار الخامسة
59	17	متوسط بعض المؤشرات الكيميائية للترب المدروسة
60	18	محتوى الترب من الحديد المتاح في ترب مناطق الاستقرار في محافظة حماه (ppm)
63	19	محتوى الترب من المنغنيز المتاح في ترب مناطق الاستقرار في محافظة حماه (ppm)
66	20	محتوى الترب من الزنك المتاح في ترب مناطق الاستقرار في محافظة حماه (ppm)
69	21	محتوى الترب من النحاس المتاح في ترب مناطق الاستقرار في محافظة حماه (ppm)
72	22	متوسط تركيز العناصر الصغرى المدروسة في مناطق الاستقرار الزراعي (ppm)
73	23	معنوية الفروق بين مناطق الاستقرار بالنسبة للعناصر الصغرى المتاحة بالترب بالاعتماد عل اختبار LSD.
74	24	علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الأولى
74	25	علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الثانية
75	26	علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الثالثة
75	27	علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الرابعة
76	28	علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الخامسة
76	29	علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في مناطق الاستقرار الزراعي
78	30	معدلات الانحدار بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص الترب المدروسة

## فهرس الأشكال

الصفحة	رقم	اسم الشكل
33	1	معدلات الأمطار في محافظة حماه
35	2	التقسيمات الادارية في محافظة حماه

## الملخص

تعد العناصر الصغرى ضرورية للنباتات والحيوانات والبشر، وتحتاجها النباتات بكميات صغيرة جداً، وعلى الرغم من صغر كمية العناصر الصغرى التي تحتاجها النباتات إلا أنها أساسية مثل العناصر الكبرى لنمو وإنتاج النبات.

تهدف الدراسة إلى تقدير محتوى التربة من العناصر الصغرى (Fe, Mn, Zn, Cu) بطريقة الاستخلاص بمحلول (DTPA)، ودراسة تأثير الخصائص الأساسية للتربة (الرقم الهيدروجيني و EC و المحتوى من كربونات الكالسيوم و الكلس الفعال و المادة العضوية والرمل والسلت والطين) على محتوى التربة المدروسة من الشكل المتاح لهذه العناصر. لتحقيق ذلك تم جمع 88 عينة تربة من مناطق الاستقرار الزراعي الخمسة في محافظة حماه من الطبقة السطحية (0-25 cm).

بينت النتائج أن pH التربة تراوح من 6.15 إلى 8.82 بالمتوسط (7.91) وكان تفاعل التربة من خفيف الحموضة إلى متوسط القلوية. القيمة الوسطية للمادة العضوية هي % 1.94 وحوالي % 90 من التربة المدروسة من محافظة حماه متوسطة المحتوى من المادة العضوية. كانت التربة المدروسة مرتفعة المحتوى من كربونات الكالسيوم وتراوح المحتوى من % 0.48 إلى % 0.74 بمتوسط (% 24.07).

تراوح محتوى التربة من الأشكال المتاحة للعناصر الصغرى المدروسة (الحديد والمنغنيز والنحاس والزنك) بين آثار إلى 0.41 ملليغرام كغ<sup>-1</sup> (بالمتوسط 0.09 ملليغرام كغ<sup>-1</sup>) للحديد، 0.01 إلى 9.66 ملليغرام كغ<sup>-1</sup> (بالمتوسط 0.83 ملليغرام كغ<sup>-1</sup>) للمنغنيز، 0.10 إلى 3.14 ملليغرام كغ<sup>-1</sup> (بالمتوسط 0.53 ملليغرام كغ<sup>-1</sup>) للنحاس، 0.02 إلى 0.37 ملليغرام كغ<sup>-1</sup> (بالمتوسط 0.15 ملليغرام كغ<sup>-1</sup>) للزنك.

تظهر النتائج أن تركيز العناصر الصغرى المتاحة (الحديد والمنغنيز والزنك) كان منخفضاً، بينما كان تركيز النحاس متاح كافياً.

تبين النتائج عدم وجود علاقة ارتباط بين الحديد المتاح و خصائص التربة (pH, EC) وكربونات الكالسيوم والكلس الفعال والرمل والسلت والطين في تربة محافظة حماه، بينما ارتبط الحديد المتاح بعلاقة ارتباط معنوية مع المادة العضوية.

تظهر علاقات الارتباط بأن تركيز المنغنيز المتاح انخفض معنويًا بارتفاع pH التربة ، وارتبط المنغنيز بعلاقة ارتباط سلبية معنوية مع كل من الكلس الفعال و الطين، بينما لم تظهر الدراسة وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من المنغنيز المتاح وخصائص التربة الأخرى ( EC والكربونات الكلية والمادة العضوية ).

تبين النتائج أن النحاس المتاح ارتبط بعلاقة ارتباط معنوية سلبية مع pH التربة و كربونات الكالسيوم والكلس الفعال والمادة العضوية و الطين.

أظهرت نتائج تحليل معاملات الارتباط أن هناك علاقة ارتباط معنوية سلبية بين الزنك المتاح وكربونات الكالسيوم والكلس الفعال والطين، بينما ارتبط الزنك المتاح بعلاقة ارتباط معنوية إيجابية مع المادة العضوية في التربة، و لم تظهر الدراسة علاقة ارتباط واضحة بين الزنك المتاح وخصائص التربة الأخرى ( pH, EC ) .

كما تظهر معادلات الانحدار وجود علاقة ارتباط معنوية بين العناصر الصغرى المتاحة (المنغنيز و النحاس و الزنك) والخصائص المدروسة في ترب من محافظة حماه. لم تظهر معادلات الانحدار المدروسة وجود علاقة ارتباط معنوية بين الحديد المتاح والخصائص المدروسة في ترب من محافظة حماه. أظهرت معادلات الانحدار المدروسة أن خصائص التربة استطاعت أن تفسر (30، 42، 33)% من التغيرات الحاصلة بالشكل المتاح لكل من المنغنيز و النحاس و الزنك على التوالي .

**كلمات مفتاحية:** خصائص التربة ، الحديد، المنغنيز، النحاس، الزنك، العناصر الصغرى المتاحة ،علاقات الارتباط

## المقدمة :

تعدّ التربة إحدى الموارد الطبيعية الأساسية، وإن استغلال الإنسان لهذا المورد الهام عبر التاريخ هو الذي سمح بتطور المجتمعات البشرية، وظهور الحضارات التي عرفها التاريخ البشري على مر العصور، لذلك فإن معرفة ماهية التربة وفهمها وتكوينها وأشكال الحياة فيها وأسباب تدهورها هو أمر هام وضروري لاستغلال هذا المورد والحفاظ عليه بوصفه شرطاً أساساً لبقاء الحياة والتقدم الذي يتطلع إليه الإنسان.

تتباين الترب في خصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية تبايناً واضحاً تبعاً لتباين ظروف تكوينها (الصخرة الأم، والوضع الطبوغرافي، والظروف المناخية والغطاء النباتي والزمن وغيرها). إن التزايد المطرد للسكان والتوسع الزراعي يفرض على الباحثين تكثيف جهودهم لإمكانية استغلال الترب، وتحسين صفاتها الفيزيائية والكيميائية للحصول على إنتاجية جيدة للمحاصيل المزروعة. يعتقد (Bindraban *et al.*, 2008) بأن السبب الأساسي الذي يكمن وراء انخفاض خصوبة التربة هو الإخلال في ميزان العناصر الغذائية في التربة، بحيث يتم امتصاص كميات كبيرة من العناصر الغذائية من قبل المحاصيل والتي تفقد من التربة عند الحصاد دون أن يتم تعويضها لاحقاً. ويرى (Pieri, 1989) أن انخفاض خصوبة التربة يُعد من أهم أسباب انخفاض الإنتاجية في كثير من الترب حول العالم. ولاحظ (Akamigbo and Asadu, 2001) وجود تغيرات ملحوظة في الخصائص المورفولوجية والفيزيائية والكيميائية للتربة وانخفاض في خصوبتها في الزراعات التقليدية أكثر منه في حالة الأراضي الحراجية، كما لاحظ (Adetunji, 2005) أنه كلما انخفضت خصوبة التربة ضعف تماسك حبيبات التربة وأصبحت أكثر عرضة للتعرية. ويرى (Steven, 2001) أن التربة تحتوي عموماً على كميات كبيرة من العناصر الغذائية، ولكن نسباً قليلة منها تكون متاحة للنبات، والكميات المتاحة من العناصر المغذية للنبات تحددها الخصائص الكيميائية والفيزيائية والبيولوجية للتربة. كما شكّلت التغيرات المناخية مشكلة حقيقية في مجال تقييم خصوبة التربة نتيجة تأثيرها في بعض المؤشرات الخصوبية، كتأثيرها في محتوى التربة من المادة العضوية من خلال الارتفاع في درجة حرارة التربة (Davidson, *et al.*, 2000)، وما ينجم عن ذلك من تأثير في الجزء القابل للتحلل من المادة العضوية (Knorr *et al.*, 2005)، وتغير مستوى رطوبة التربة وما ينجم عنه من تأثير في محتوى التربة من العناصر الغذائية القابلة للإفادة (Szegei, 1988).

يرى (Uzoha *et al.*, 2007) أن المحافظة على الحالة الخصوبية للتربة أو تحسينها يعد من الخطوات الهامة لديمومة إنتاجية الغابات والمراعي وأراضي المحاصيل، وعلى خلاف بعض عوامل الإنتاج الأخرى فإن خصوبة التربة تخضع لسيطرة الإنسان، وقد يكون حل مشاكل نقص

التغذية الشديد حرجاً للغاية، وإن الفائدة القصوى يمكن الحصول عليها من برنامج الخصوبة الذي يكون مقترناً بمعاملات أو ممارسات تضمن ظروفأ أكثر ملائمة لنمو النبات وتشمل تلك الممارسات استعمال أصناف نباتية ملائمة ومتأقلمة مع البيئة عالية الإنتاج ، ومعالجة مشكلات التربة الناجمة عن التملح وسوء الصرف، ومكافحة الأمراض والحشرات الضارة، والحد من فقد التربة بالانجراف.

ترتبط خصوبة التربة بكمية المغذيات المتاحة و تشير خصوبة التربة إلى حالة إتاحة المغذيات الأساسية الكبرى و المغذيات الدقيقة في التربة (Tisdale *et al.*, 1993).

أصبحت أنواع عديدة من الترب غير قادرة على إمداد أصناف المحاصيل عالية الإنتاج باحتياجاتها من المغذيات الصغرى (Abu Nukta and Parkinson, 2007)، ونظراً إلى أن التربة هي المهد الأساسي لنمو النباتات فهي تحتاج إلى نحو (17) عنصراً أساساً للنمو طبيعياً، وإتمام دورة حياتها، وإنتاج محاصيل اقتصادية، حيث أطلق عليها تسمية عناصر التغذية الضرورية للنبات (Essential Nutrient Element for plant growth) (Arnon and Stout, 1939)، حيث يحصل النبات على عنصرين من الهواء والماء هما الكربون والأكسجين، وإن بعضاً من هذه العناصر يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً وتدعى بالعناصر الكبرى مثل (الأزوت والفوسفور، والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنزيوم والكبريت). والباقي يعد كذلك أساسياً لنمو النبات ولكن بكميات صغيرة وتدعى بالعناصر الصغرى (Microelements) أو (Micronutrients) مثل (الحديد والنحاس والمنغنيز والزنك واليورون والمولبيديوم). و إذ إنه ليس من المهم فقط المحتوى الكلي لعنصر معين ،ولكن أيضاً" حالته الكيميائية وتركيزه و نسبة تراكيز باقي العناصر في محلول التربة ، لذلك فمن الضروري عند دراسة برامج تخصيب التربة والنبات معرفة إتاحة المغذيات النباتية عن طريق وصف الصور المختلفة للعناصر: الذائبة والمتبادلة والمثبتة والكلية فضلاً عن تراكيز هذه العناصر ( Hamdallah, 2001).

إن اكتشاف أهمية العناصر الصغرى بالنسبة للنبات كان في وقت متأخر جداً مقارنة مع اكتشاف أهمية العناصر الكبرى. والجدول التالي يبين تاريخ اكتشاف ضرورتها للنبات ( Roy *et al.*, 2006).



جدول (1): العناصر الصغرى الضرورية للنبات و تاريخ اكتشافها

العنصر الصغرى	تاريخ اكتشاف ضرورتها	الشكل الممتص من قبل النبات
Manganese (Mn)	McHargue (1922)	Mn <sup>+2</sup>
Boron (B)	Warington (1923)	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
Copper (Cu)	Sommer & Lipman (1931)	Cu <sup>+</sup> , Cu <sup>+2</sup>
Zinc (Zn)	Sommer & Lipman (1931)	Zn <sup>+2</sup>
Molybdenum (Mo)	Arnon & Stout (1939)	MoO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
Iron (Fe)	Gris (1943)	Fe <sup>+2</sup>
Chlorine (Cl)	Broyer <i>et al</i> (1954)	Cl <sup>-</sup>

توجد العناصر الصغرى بصورة طبيعية في التربة ومع ذلك، فإن السياسات الموجهة نحو الإنتاج في القرن العشرين، التي استغلت الأرض لاستخراج المعادن، والصناعة التحويلية والتخلص من النفايات أدت إلى تراكم كميات كبيرة من العناصر الصغرى في التربة وهناك مجموعة متنوعة من المصادر الطبيعية والبشرية للعناصر الصغرى في التربة. وتشمل المصادر الطبيعية كلاً من التجوية (بما في ذلك التعرية والترسب) (Abbaslou *et al.*, 2014)، والبراكين وحرائق الغابات والأحياء الدقيقة (Nriagu and Pacyna, 1988)، أما المصادر البشرية فتشمل إضافة الحمأة وروث الحيوانات والنفايات العضوية الأخرى وإضافة الأسمدة، والجير والمبيدات وغير ذلك من النشاطات البشرية (Hooda, 2010).

إن تواجد أي عنصر بكميات مفرطة أو ناقصة في التربة يؤثر على نمو النبات و تتأثر صحة الإنسان والحيوان، وأفيد بأن ملايين الهكتارات في العالم من الأراضي الزراعية تفتقر العناصر الصغرى (White *et al.*, 1999).

بدأت أعراض نقص العناصر الصغرى تظهر على بعض المحاصيل وأشجار الفاكهة في العديد من المناطق في القطر العربي السوري منذ النصف الثاني من القرن الماضي، حيث أدى ذلك إلى انخفاض كبير في المحصول وتدني واضح في النوعية (Matar, 1970).

إن الدراسات الاستكشافية المنشورة عن حالة العناصر الصغرى في الترب السورية قليلة نوعاً ما وناقشت نشرة الفاو رقم 48 (FAO, 1982) حالة العناصر الصغرى في ترب بعض المحافظات السورية، ومن أسباب انخفاض محتوى ترب المناطق الجافة وشبه الجافة من العناصر الصغرى انخفاض معدل تراكم المادة العضوية، وسرعة معدنتها (Arun, 2011).

الفصل الأول:  
الدراسة المرجعية  
مبررات البحث و الهدف منه

## أولاً: الدراسة المرجعية

### 1-1: العناصر الصغرى في التربة:

تعد العناصر الصغرى ضرورية للنباتات والحيوانات والبشر (Ai-qing *et al.*, 2013). وهي تشمل الزنك (Zn) والحديد (Fe) والمنغنيز (Mn)، البورون (B)، الكلور (Cl)، النحاس (Cu)، والموليبدينوم (Mo)، تحتاجها النباتات بكميات صغيرة جداً "بتراكيز كافية عموماً" أقل من 100 جزء من المليون (Lohry, 2007)، وعلى الرغم من صغر كمية العناصر الصغرى التي تحتاجها النباتات إلا أنها أساسية مثل العناصر الكبرى لأفضل نمو وإنتاج لنبات الفاصولياء (Wortmann *et al.*, 2012; Abay Ayalew, 2016)، وللعناصر الصغرى أهمية كبيرة لا تقل عن أهمية العناصر الكبرى في تغذية النبات إذ إنها أدت لزيادة الإنتاجية من 15-30 % (Malakouti, 2008).

توجد العناصر الصغرى في الترب بصور ذائبة في محلول التربة، أو بصور مركبات غير ذائبة، حيث تشكل العناصر الصغرى العديد المركبات مع الكربونات، والكبريتات، والأكاسيد، والهيدروكسيدات (Lindsay, 1979).

وجد (Aceves, 1999; Tessier *et al.*, 1979) أن العناصر الصغرى ترتبط بمكونات الترب بعدة طرائق، كالادمصاص غير النوعي، أو ترتبط مع الكربونات بالترسيب، أو تدمص على سطوح أكاسيد الحديد والمنغنيز، ويمكن أن تكون مرتبطة بالسيليكات، أو مرتبطة بمعادن الطين، أو المادة العضوية.

تعدّ الأشكال الذائبة والمتبادلة للعناصر متاحة للنبات، بينما تكون الأشكال المرتبطة بالشبكة الكريستالية لمعادن الطين غير فعالة. أما الأشكال الأخرى كالمترسبة على شكل كربونات، أو المرتبطة مع أكاسيد الحديد والمنغنيز والألمنيوم، أو التي تشكل معقدات مع المادة العضوية، فتتغير حركيتها وإتاحتها للنبات حسب الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة (Sposito *et al.*, 1982; Shuman, 1985).

### 1-2: العوامل المؤثرة في إتاحة العناصر الصغرى:

تختلف تراكيز العناصر الصغرى من تربة إلى أخرى، وكذلك من منطقة جغرافية إلى أخرى (Sumner, 2000)، وهذا مؤشر إلى أن مادة الأصل والظروف المناخية تؤثر تأثيراً كبيراً على تواجد العناصر الصغرى في التربة (Kabata-pendias, 2011).

ويبدو واضحاً تأثير محتوى القشرة الأرضية ببعض العناصر الصغرى في الترب الزراعية التي نشأت عنها، فكلما ارتفع تركيز العنصر في مادة الأصل ارتفع تركيزه في التربة الزراعية التي نشأت عنها، ويتصف الحديد والمنغنيز بأنهما مكونان رئيسان في التركيب البلوري للفلات السيليكاتية، وتخضع المعادن الأولية والثانوية لعمليات التجوية المختلفة مشكلة مركبات يمكن أن تزود التربة بالعناصر الصغرى (عودة وشمشم، 2009).

تعد الصخور الاندفاعية (البازلت، الغرانيت) مصدراً جيداً للعناصر الصغرى في التربة، ويكون البازلت أكثر غنىً بالعناصر الصغرى (Fe, Mn, Zn, Cu) كما تساهم الكبريتيدات في أثناء تجويتها برفد التربة بهذه العناصر (عودة وشمشم، 2011).

يعد المناخ من العوامل الطبيعية المهمة التي لها دور أساسي في تكوين التربة من مرحلة اشتقاقها من الصخور الأم وحتى آخر مراحل تكوينها. وهناك علاقة وثيقة بين تصنيف الأقاليم المناخية وبين أنواع الترب، حيث يتم تقسيم الترب على أساس الأقاليم المناخية، كما يؤثر المناخ أيضاً على الخواص الخصوبية للترب وخاصة فيما يتعلق بمحتواها من العناصر الصغرى.

للمناخ تأثير قوي على نمط التربة، مما يؤثر على العناصر الصغرى في التربة، ففي المناخات الجافة تكون كمية المادة العضوية منخفضة ويرتفع تراكيز الكلور والكربونات، أما في المناطق الرطبة فيزداد محتوى الترب من المادة العضوية والتي تتأكسد مع الوقت فتندثر العناصر الصغرى (John and Leventhal, 1995)، أما في المناخات المدارية فتسود أكاسيد الحديد والمنغنيز والألمنيوم التي تحد من حركة وإتاحة العناصر الصغرى.

يعتقد (Steven, 2001) بأن مصدر الأملاح التي تنتشأ في التربة هو التربة نفسها حيث يرتفع الماء الأرضي الحاوي على هذه الأملاح بالخاصية الشعرية إلى الطبقات العليا، يضاف لها الأملاح التي تأتي مع مياه الري والأسمدة. كما تتراكم الأملاح في التربة في منطقة انتشار الجذور تحت تأثير الري، وتكون عادةً ملوحة ماء التربة المعبر عنها ب (ECsw). ونتيجة لصعوبة قياس ملوحة محلول التربة، جرت العادة على قياس ملوحة التربة عن طريق قياس الموصلية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة (ECe) (Ayers and Westcot, 1985). من المتوقع أن يكون لزيادة نسبة الأملاح الذائبة في التربة تأثيرات ضارة على معظم وظائف التربة، وتكون التأثيرات الضارة للأملاح أكثر شيوعاً في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث تقل كميات الأمطار السنوية، وبالتالي لا تتاح الفرصة لغسل هذه الأملاح، كما أن ارتفاع درجات الحرارة يزيد من شدة التبخر مسبباً تراكم هذه الأملاح، كما يؤدي العامل الطبوغرافي دوراً مهماً في تجمع الأملاح حيث يلاحظ تجمع الأملاح في الأراضي المنخفضة والتي تكون عرضة لتجمع الأملاح أكثر من المناطق المرتفعة (Cauley and Jones, 2005).

يتغير محتوى التربة من الأملاح مع الزمن بممارسة الري بمياه مالحة لفترات طويلة حيث تتراكم الأملاح في الفصل الجاف و تنغسل في الفصل الرطب ، وتعتبر ملوحة مياه الري من أهم المؤشرات التي تعكس درجة تملح الترب ذات القوام الطيني في المناطق الجافة و شبه الجافة و خاصة في ظل غياب الصرف الصناعي (درمش وكامل 1989 ، أبو دان 2010 ).

تدعى الترب التي تحتوي على كميات من كربونات الكالسيوم والتي تؤثر بشكل فعال على خصائص التربة المرتبطة بنمو النباتات سواء كانت هذه الخصائص فيزيائية كتأثيرها في العلاقات المائية بالتربة أو كيميائية كتأثيرها في إتاحة العناصر المختلفة للنبات بالترب الكلسية، ولا يمكن وضع حد معين لكربونات الكالسيوم في الترب حتى يتم اعتبارها كلسية ذلك بسبب الاختلاف في أبعاد حبيبات كربونات الكالسيوم فيها وبالتالي فاعليتها، ولكن إذا احتوت التربة على نسبة من كربونات الكالسيوم تتراوح بين 8-10% أو أكثر تُعد تربة كلسية، حيث لوحظ حدوث نقص كبير في جاهزية الفوسفور عند محتوى من الكربونات الكلية يقدر بـ 8% وبذلك تم اعتماد هذه النسبة كحد لتسمية الترب الكلسية ( Hedek,2007 ). وتتشكل الترب الكلسية عادةً نتيجة لتجوية الصخور الأم الغنية بالكربونات وخاصةً في ترب المناطق الجافة التي ينخفض فيها معدل الهطول المطري لدرجة لا يكفي لغسيل الأملاح المعدنية من التربة. ويُعتقد بأن وجود الكربونات في التربة يمكن أن يؤثر على إنتاجية التربة من خلال تأثيرها على الـ pH، وبناء التربة، والسعة المائية للتربة، وحركة الماء في التربة (Cauley and Jones,2005). تساهم كربونات الكالسيوم في رفع درجة pH التربة مما يؤثر سلباً على تيسر الحديد للنبات هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى تؤدي كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم دوراً مهماً ومباشراً في ذوبان الحديد في التربة إذ تؤدي زيادة محتوى التربة من كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم إلى تحويل كاتيونات الحديد ( $Fe^{+2}$ ) الذائبة إلى صورة غير ذائبة مثل أكسيد الحديد أو هيدروكسيد الحديد ( عودة وشمشم، 2009 )، ويعتقد ( Kishchuk,2000 ) إن الحديد هو العنصر الأقل إتاحة في الترب الكلسية .

تحتوي غالبية الترب في المناطق الجافة وشبه الجافة على نسبٍ عاليةٍ من كربونات الكالسيوم لأنها تشكلت من الحجر الجيري ( Limestone ) والحجر الرملي ( Sandstone ) اللذين يتمتعان بالصلابة. وتؤثر كمية كربونات الكالسيوم (الكلية والجزء الفعال منها ) وتوزعها ضمن عمق مقطع التربة في خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية، وعلى الرغم من امتلاك هذه الترب الإمكانية الزراعية، تبقى إنتاجيتها محدودة بسبب ضعف خصوبتها، وانخفاض قدرتها على الاحتفاظ بالماء، والعمق المحدود للتربة، ووجود طبقة صماء ( بشور والصايع، 2007 ).

يعتقد ( Balba,1987 ) أن عوامل تكون الترب الكلسية في منطقة البحر الأبيض المتوسط ترجع إلى طبيعة الصخور الكلسية الغنية بالكالسيوم السائد في هذه المنطقة، وطبيعة المناخ السائد الذي تتناوب فيه بشكل دائم فترات جافة وفترات رطبة، ووجود فترات جفاف طويلة تعيق عمليات الغسيل إلى طبقات التربة العميقة .

تتصف الترب الكلسية بدرجة pH مرتفعة حيث يتراوح الـ pH فيها بين (7-8.5)، وتحتوي الترب الكلسية على كربونات الكالسيوم والمغنيزيوم وبدرجة أقل كربونات الحديد والزنك والمغنيز، ويمكن القول أن فلزات الكالسيت ( $\text{CaCO}_3$ ) والمغنيزيت ( $\text{MgCO}_3$ ) والدولوميت ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) هي الفلزات الأكثر انتشاراً في الترب الكلسية ( Kishchuk, 2000 ).

تتمتع الترب الكلسية بسعة تنظيمية ( Soil Buffering Capacity ) عالية، أو ما يعرف بمقدرة التربة على درء التغيرات المفاجئة في pH التربة، وهذا يعود لوجود الكربونات الحرة القادرة على معادلة الحموض في التربة، لذلك لوحظ أن pH التربة الكلسية يتغير بشكل طفيف وهو يبقى حوالي (8). وتؤدي الكربونات التي توجد بأبعاد دقيقة تصل لأبعاد حبيبات السلت الناعم وما دون ذلك دوراً هاماً في تكوين التجمعات الترابية وتماسكها، كما تتميز شوارد ( $\text{Ca}^{+2}$ ) بأهمية خاصة في تجميع حبيبات التربة الناعمة ( Cauley and Jones, 2005 ).

إن ارتفاع تركيز أيونات البيكربونات ( $\text{HCO}_3^-$ ) الناجمة عن ذوبان كربونات الكالسيوم في الماء يترافق مع تأثيرات ضارة على نمو النبات ( Maynard *et al.*, 1997 )، بالإضافة إلى تأثيره الضار على نمو وتطور الميكوريزا ( Lapeyrie and Bruchet, 1986 ).

تؤثر كربونات الكالسيوم تأثيراً واضحاً في حركية العناصر الصغرى في التربة، حيث تخفض الأشكال المتاحة للامتصاص ( Shuman, 1989 ; Sadiq, 1991 )، ويتسبب عن ارتفاع تركيز شاردة البيكربونات في الترب الكلسية (بعد الري أو هطول أمطار غزيرة)، ظهور ما يسمى بظاهرة الشحوب الناتج عن نقص عنصر الحديد Iron Paradox ، حيث تكون الأوراق مصفرة، رغم محتواها المرتفع من الحديد (Römheld, 1987)، وقد يعود سبب ذلك إلى تثبيط فعالية الحديد من قبل البيكربونات في الأوراق (Nikolic and kastori, 2000). وفي دراسة حول إتاحة عنصري المغنيز والزنك في الترب الكلسية (Marschner, 1995)، تبين انخفاض معدلات ذوبان مركباتهما بارتفاع درجة تفاعل التربة (pH)، وتترافق أعراض نقصهما مع الحديد على النباتات التي نمت في ترب كلسية وينعكس ذلك أيضاً على انخفاض تركيزها في النبات (Singh and Daniya, 1974)، ومن ناحية أخرى يحسن الكلس من إتاحة العناصر الصغرى في الترب الحامضية (Helyar and Anersona , 1974)، ويضاف الكلس إلى الترب الملوثة بهدف التقليل من حركية المعادن الثقيلة (Cavallaro and McBride, 1978).

بين (Arunachalam *et al.*, 2013)، أن معظم الترب في المناخات الجافة تكون كلسية ذات محتوى مرتفع من كربونات الكالسيوم والتي بدورها تحد من إتاحة الزنك وذلك بسبب ارتفاع الـ pH، كما وجد أيضاً أن الترب المالحة والقلوية تنتشر في المناطق الجافة، إذ تحتوي الترب

المالحة على تراكيز مرتفعة من الأملاح الذائبة التي تحد من نمو المحاصيل وتقلل من إتاحة الزنك. بين (Aydinalp and katkat, 2004) أنه في ترب المناطق الجافة يتم تثبيت العناصر الصغرى بواسطة معادن الكربونات وذلك من خلال ادمصاصها وترسيبها . تؤثر كربونات الكالسيوم تأثيراً مباشراً في حركية العناصر عن طريق التفاعل السطحي، وبشكل غير مباشر من خلال تأثيرها على رفع pH التربة (McBride, 1980). يتراوح محتوى التربة من المادة العضوية ما بين 1-10% وذلك تبعاً للمناخ السائد والتضاريس والأساليب الزراعية المتبعة وغيرها ( Schionning *et al.*,2004). وتطلق تسمية الدبال Humus على الجزء المتبدل من المادة العضوية المتحول بفعل الأحياء الدقيقة انطلاقاً من مادة عضوية خام ( البلخي، 2005) ، ويتميز بقدرة ادمصاصية عالية وسعة تبادلية كبيرة لذلك يعد بمثابة مخزناً للكاتيونات سهلة التبادل، كما ينظم التوازن بين الكاتيونات المدمصة والذائبة ويؤدي دوراً هاماً في إكساب التربة اللون الداكن مما يزيد من قدرتها على امتصاص الحرارة ( البلخي ، 2005 ، Brown *et al.*,1994). وعلى الرغم من الدور المهم للمادة العضوية في تزويد التربة بالعناصر الخصبية التي تدخل في تغذية النبات إلا أنها تؤدي في الوقت ذاته دوراً لا يقل أهمية في التحولات التي تجري في التربة عن طريق زيادة معدل إتاحة العناصر الآتية : Fe و Zn و Cu وغيرها في التربة ، وذلك من خلال خفض pH التربة أو الحيلولة دون دخول تلك العناصر في مركبات ضعيفة الذوبان عن طريق تشكيل معقدات عضوية معدنية ( البلخي وآخرون، 2007).

يعتقد ( Tisdale *et al.*,1993 ;Schionning *et al.*.,2004 ) أن المادة العضوية تؤثر في مجمل الخصائص الحيوية والكيميائية والفيزيائية للتربة إذ تزيد من سعة التبادل الكاتيوني للتربة لما تمتاز به من سعة تبادل كاتيوني عالية وتسهم في ربط العناصر الصغرى كالنحاس والزنك والمنغنيز بمعقدات ثابتة، وتزيد المادة العضوية السعة التنظيمية Buffering Capacity للتربة من خلال دورها في تنظيم pH التربة والحد من التغيرات الطارئة التي يمكن أن تطرأ عليه، وبالإضافة لما سبق تزيد المادة العضوية من ثباتية بناء التربة لارتباطها مع فلزات الطين وترفع قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء .

يبيّن ( Mortvdt *et al.*,1991 ) أن دور المواد العضوية في إتاحة المغذيات الصغرى في التربة يتم من خلال تشكيل المخلبيات Chelates. أشار ( Tan,1998 ) إلى ظهور العوز (النقص) بالعناصر الصغرى في الترب الكلسية وكذلك في الترب عالية المحتوى من المادة العضوية، إذ أن زيادة تمخلب هذه العناصر وارتباطها بالمواد العضوية يؤثر في قابلية إتاحتها للنبات.

إن رفع حيوية الترب الزراعية بإضافة المادة العضوية الضرورية يعد وسيلة مهمة لزيادة إتاحة العناصر المغذية الكبرى والصغرى على حد سواء (الشاطر، 1996؛ فارس، 1999؛ أبو نقطة، 2004؛ البلخي وآخرون، 2001؛ البلخي، 2006؛ الحمداني، 2008؛ الشاطر والقصبي، 2000؛ عودة والحسن، 2003، 2007). وعليه فإن تأثير المادة العضوية يكون في مسارين هما محسن لخواص التربة ومخصب لها، وإن تأثير المسار الأول يفوق الثاني، لما للمادة العضوية من دور في تحسين صفات التربة الفيزيائية المتعلقة بالنفاذية والمسامية وحركة الماء والهواء في التربة وانتشار الجذور وتغلغلها والاحتفاظ بالرطوبة وحرارة التربة، هذا ويمكن تلمس التحسين الفيزيائي بشكل خاص في الإنتاج النباتي للمحاصيل التي يكون إنتاجها الاقتصادي تحت سطح التربة كمحصول البطاطا الذي يتأثر بالصفات الفيزيائية للتربة وبنية التربة المناسبة (أبو نقطة، 2004؛ عودة والحسن، 2007). أما دور المادة العضوية في التأثير في الصفات الكيميائية للتربة فيتمحور حول زيادة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة وعملها كمادة مخلبية تحد من فقد العناصر الغذائية التربة في منطقة الجذور النباتية من خلال ترسيبها فضلاً عن خفض pH التربة في منطقة الجذور النباتية من خلال إطلاقها لأيونات الهيدروجين والحموض العضوية المختلفة وغاز CO<sub>2</sub> لدى تحللها (علي وآخرون 2014)، ونظراً إلى انخفاض نسبة المادة العضوية في ترب المناخات الجافة لأسباب عديدة لذا يعد رفع محتوى الترب من المادة العضوية أمراً بالغ الأهمية. إن إضافة المادة العضوية للتربة يحسن النشاط الحيوي مما ينعكس على سلوك العناصر الصغرى من خلال المجموعات الفعالة للمواد العضوية (الحموض الهيومية والفولفية) والتي لها القدرة على الاحتفاظ بالعناصر المعدنية على شكل معقدات أو شيلات سهلة التحرر وإفادة النبات (Maerere et al., 2001; Soliman, 1991; الشاطر، 1998؛ الزعبي والشاطر، 2010؛ الشاطر وآخرون 2011) و تؤدي المادة العضوية دوراً مهماً في التحولات التي تجري في التربة عن طريق رفع معدل جاهزية العناصر في التربة bioavailability والحيلولة دون دخولها في مركبات ضعيفة الذوبان (الشاطر والقصبي، 1997؛ البلخي، 2006). ومع مرور الوقت فإن المادة العضوية سوف تزود التربة بالعناصر الغذائية اللازمة لحاجة النبات، وبالتالي سوف تقل الحاجة للتسميد (Bell et al., 2003; Brady and Weil, 2008).

إن إضافة الأسمدة العضوية تؤدي إلى تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية بالشكل الذي يعطي إنتاجاً يدعى بالإنتاج العضوي الذي يخلو من أي أثر من المتبقيات المعدنية للأسمدة (بو عيسى و علوش، 2006).



أوضح ( Krauss and Johnston 2002 ) أن 47 % من المغذيات الداخلة في زراعة الاتحاد الأوروبي مصدرها الأسمدة العضوية .

كما وضع الباحث Shuman تأثير المادة العضوية على توزيع العناصر الصغرى ضمن التربة (Shuman, 1988).

تؤثر المادة العضوية على امتصاص العناصر الصغرى، حيث ترتبط العناصر مع المادة العضوية ارتباطاً قوياً بروابط قوية تساندية أو تشاركية، إذ تمكّن طريقة الربط هذه حماية العنصر من الدخول في تفاعلات تقلل من عدم إتاحتها في التربة (عودة وشمشم، 2009). تشكل الأحماض الهيومية (ذات الأوزان الجزيئية المرتفعة) مع العناصر الصغرى معقدات عضوية معدنية تسمى بالشيلات *chelates*، ويزداد ذوبانها عند  $pH > 7$  إلا أن هذه المركبات تسلك سلوك الغرويات، وبذلك تكون قابليتها للتجمع كبيرة بفعل أيونات الكالسيوم والمغنيزيوم (في الترب القاعدية) وبتأثير الحديد والألمنيوم (في الترب الحامضية) (عودة وشمشم، 2009)، لذلك ينظر للحموض الهيومية على أنها مخزن كبير للعناصر الصغرى في التربة. أما أحماض الفولفيك (ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة نسبياً) فتشكل مخلبيات ذائبة في الظروف الحمضية والقاعدية في التربة، ويمكن أن تغسل من التربة أيضاً (عودة وشمشم، 2009).

وجد (Alidoust *et al*, 2012) بأن تراكيز الحديد والمغنيز المرتبطة مع المادة العضوية تنخفض كلما اقتربنا من الجذور وبذلك تعد المادة العضوية المصدر الرئيسي لتزويد النبات بهذين العنصرين إذ يطور النبات آلية معينة لامتصاص الحديد والزنك المرتبطين بالمادة العضوية. تساعد زيادة محتوى التربة من المادة العضوية على تقليل الصور الذائبة والمتبادلة للعناصر الصغرى (Weng *et al*, 2002)، حيث يزيد ارتباطها بالمادة العضوية مع زيادة المادة العضوية في التربة (Liu *et al*, 2005).

يعتقد ( Karcea, 2004 ) أنّ البقايا والمخلفات العضوية، تشكّل مصدراً رخيص الثمن للمادة العضوية في التربة، وتعمل على تحسين الخصائص المختلفة لها، مما يساعد على تحقيق زراعة مستقرة ، أما ( Rivero *et al*, 2004 ) وجدوا أنّ إضافة السماد العضوي أدّت إلى زيادة الإنتاج و حسنّت من نوعيته أيضاً، مما انعكس إيجاباً على الخصائص المختلفة للتربة، وعلى نمو وإنتاجية النباتات فيها. وفي الآونة الأخيرة توجه الكثير من المزارعين إلى إضافة الأسمدة الكيميائية، والتقليل من إضافات الأسمدة العضوية والتي تحتوي على نسب جيدة من كلّ العناصر المغذية الأساسية، والتي تساعد على رفع المادة العضوية في التربة، والتخفيف من نقص العناصر الغذائية، مما ينعكس إيجاباً على الإنتاج (Ano and Agwu, 2006; Uwah *et al*, 2012).

يؤدي استعمال الأسمدة العضوية في الزراعة إلى رفع محتوى التربة من المادة العضوية ويحسن خواصها الفيزيائية والكيميائية (Hanafy *et al.*, 2002) كما يشجع نشاط الكائنات الدقيقة في التربة ومن ثم زيادة النشاط الميكروبي ومن ثم زيادة نشاط الأنزيمات الميكروبية مثل Dehydrogenase, Urease, Nitrogenase (Neweigy *et al.*, 1997).

بينت دراسة شمش 2011 التي أجريت على ترب كلسية تم جمعها من شرقي محافظة حمص من مناطق الاستقرار الخمس في المحافظة من الطبقة السطحية للتربة (0-25 سم)، بهدف معرفة تأثير بعض الخصائص الأساسية لهذه الترب في محتواها من بعض العناصر الصغرى وجود علاقات ارتباط سلبية قوية بين تركيز كل من العناصر الصغرى في الترب المدروسة من جهة، وكربونات الكالسيوم، الكلس الفعال من جهة أخرى حيث معامل الارتباط مع كربونات الكالسيوم لكل عنصر هو:

$$[r_{Mn} = - 0.732, r_{Fe} = - 0.587, r_{Cu} = - 0.764, r_{Zn} = - 0.624]$$

ومع الكلس الفعال:

$$[r_{Mn} = - 0.706, r_{Fe} = - 0.526, r_{Cu} = - 0.715, r_{Zn} = - 0.559].$$

ولم تلاحظ وجود علاقات ارتباط واضحة بين العناصر الصغرى وخصائص التربة الأخرى المدروسة.

إن آلية حركة أيونات العناصر الصغرى إلى الطور الصلب في التربة تتم من خلال ثلاث عمليات، حيث تتضمن العملية الأولى الادمصاص الذي يضم كل من الادمصاص الفيزيائي Physical adsorption (التبادل الأيوني وقوى فاندرالس)، والادمصاص الكيميائي (chemisorptions) والذي يتم بتشكيل روابط بين أسطح معادن الطين والأيونات المختلفة الشحنة. والعملية الثانية تشكيل معقدات والثالثة التحول إلى أطوار صلبة جديدة عن طريق الترسيب على أسطح معادن الطين (Sparks, 1995). ولا تتم هذه العمليات بشكل مستقل، حيث تكون كل العمليات بحالة منافسة. وعلى أية حال، فإن ذلك يمكن أن يتغير بتغير ظروف التربة، حيث تؤثر خواص التربة تأثيراً كبيراً في حركية العناصر الصغرى في التربة. وعموماً تختلف إتاحة العناصر الصغرى باختلاف pH التربة، ويعد pH التربة القريب من التعادل مناسب جداً لتوفرها في التربة بحالة متاحة للامتصاص من قبل النبات، وتقل إتاحة العناصر الصغرى (عدا المولبدنيوم) بارتفاع pH التربة (Mckenzie., 2003., Harter, 1983., Salam and Helmke, 1998)، وتؤدي أكاسيد الحديد والمنغنيز ومعادن الطين - والتي يزداد تأثيرها بارتفاع pH التربة - دوراً مهماً في ادمصاص

العناصر الصغرى، كما تتنافس العناصر الصغرى على الامصاص فيما بينها (Schwertmann and Taylor, 1989 ; Swift and McLaren, 1991; Fontes et al 2000).

أظهرت دراسة أخرى (شمشم 2011) انخفاض محتوى الترب بشكل عام من العناصر الصغرى في جميع مناطق الاستقرار (أقل من الحد الحرج)، وقد تميزت ترب منطقة الاستقرار الأولى بارتفاع محتواها النسبي من العناصر الصغرى مقارنة مع مناطق الاستقرار الأخرى، تليها ترب منطقة الاستقرار الثانية فالثالثة فالرابعة فالخامسة.

يتأثر تركيز العناصر الصغرى في التربة بالنشاط الزراعي كالري والتسميد والصرف الصحي وغيرها (Nicholson *et al.*, 2003; Simeonov *et al.*, 2003)، كما أن توزيع العناصر الصغرى وإتاحتها في التربة يتأثر بنوع التربة، والطبوغرافيا، والجيولوجيا، وعمليات الحت والتعرية (Ramalho *et al.*, 2000).

يعتمد توزيع العناصر الصغرى ضمن أطوار التربة بشكل كبير على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة (المادة العضوية، قوام التربة، التغذية المعدنية، pH،  $\text{CaCO}_3$ ، CEC) (Manahan, 1994; Kabata-Pendias, 2001).

تظهر الدراسات الحديثة، بأن إتاحة العناصر وحركيتها ترتبط بالتفاعلات الكيميائية الأساسية بين العنصر ومكونات التربة (Alloway and Jackson, 1991)، حيث تتراوح هذه التفاعلات ما بين ١- الامتزاز (الامتصاص) والانتزاز (تحرر العنصر)، ٢- الترسيب والذوبانية، ٣- تكوين المعقدات السطحية، ٤- الترسيب السطحي، ٥- التبادل الأيوني، ٦- الإحلال الأيوني المتماثل، ٧- وأخيراً الدور الحيوي في الحد من زيادة أو تيسر تلك العناصر الصغرى في التربة (Chao, 1984).

تتأثر حركية العناصر الصغرى بعوامل مختلفة، كتغير رقم الـ (pH)، والقوى الأيونية (Manojlovic *et al.*, 2000; Relic, 2005; Mcalister *et al.*, 2003)، كما يؤثر pH التربة تأثيراً كبيراً في امتصاص وترسيب العناصر (Alloway and Jackson, 1991)، حيث تؤثر الحموضة تأثيراً واضحاً في معظم العناصر الصغرى في التربة، فتزداد سميتها في الترب الشديدة الحموضة (Hodgson, 1976)، ويقل إتاحتها في الترب المنخفضة الحموضة (Muller and Neumann, 1982)، حيث تتشكل مركبات ضعيفة الذوبان في الماء (هيدروكسيدات، كربونات، فوسفات)، وترتبط بشدة بمواقع الامصاص (الطين، مركبات معدنية، مادة عضوية، سطح الاحياء الدقيقة) (Zevenhoven and Kilpinen, 2001).

ترتبط ظروف الأكسدة والإرجاع ارتباطاً وثيقاً بمحتوى الترب من الرطوبة، حيث مع انخفاض جهد الأكسدة والاختزال (ظروف غدقة)، تزداد درجة ذوبان العناصر الصغرى متعددة التكافؤ (كالحديد والمنغنيز)، وتنخفض ذوبانية النحاس والزنك حيث تترسب على شكل كبريتيدات ضعيفة الذوبان (عودة وشمشم، 2009).

وجد ( Narwal and Singh, 1998; Ma and Rao, 1997; Karczewska *et al.*, 1998) أن قوام التربة الثقيل (الطيني)، ورقم الـ pH، والمادة العضوية، وأكاسيد الحديد والمنغنيز، من أهم العوامل تأثيراً في إتاحة العناصر الصغرى للنبات.

### 1-2-1: الحديد في التربة:

يبلغ محتوى الحديد في قشرة الأرض 5%، وله دور خاص في سلوك العديد من العناصر، ويعد دوره معقداً جداً في البيئة بسبب سهولة تغيير حالة أكسدته. حيث تساعد ظروف الأكسدة والقلوية على الترسيب، بينما تزيد ظروف الإرجاع والحموضة من حركيته (Kabata-Pendias, 2011). تبلغ نسبة الحديد الكلي في التربة 3.5%، ويزداد في الترب اللومية وبعض الترب العضوية (Kabata-Pendias, 2011). يظهر الحديد بالتربة الغنية بالمادة العضوية على شكل شيلات، ويوجد الحديد على شكل أوكسيد أو هيدروكسيد أو يرتبط بالبنية البلورية لمعادن أخرى (Kabata-Pendias, 2011)، كما تؤدي العديد من المركبات العضوية الهيومية وغير الهيومية دوراً في حركية الحديد، ولمعقدات الحديد مع المادة العضوية تأثير معنوي على نسبة العناصر الأخرى (Kabata-Pendias, 2011).

يتراوح تركيز الحديد في محلول التربة بين (30 - 530 µg/L)، ويصل إلى 2000 µg/L في الترب الشديدة الحموضة، وفي الترب الكلسية اللومية (pH= 7- 7.8) يصل إلى 100-200 µg/L، بينما في الترب شديدة الحموضة الرملية (pH= 2.5- 4.5)، فيصل إلى 1000-2223 µg/L (Kabata-Pendias, 2011).

اختزال الحديد من الشكل  $Fe^{+3}$  إلى  $Fe^{+2}$ ، يزيد من حركيته، وعلى الرغم من أن الحديد قليل الحركة ضمن معظم ظروف التربة، إلا أنه يظهر نزعة لتشكيل معقدات عضوية متحركة وشيلات، هذه المركبات مسؤولة عن هجرة الحديد عبر طبقات التربة إلى الأسفل (Kabata-Pendias, 2011).

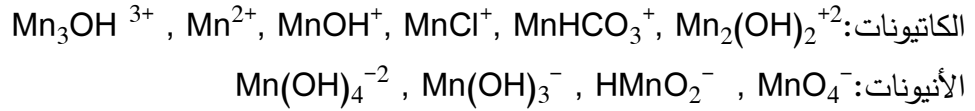
تؤدي كربونات الكالسيوم إلى خفض إتاحة الحديد وذلك من خلال رفع الـ pH وزيادة ترسيب الحديد أو عن طريق تشكل شاردة البيكربونات (في الظروف الغدقة) التي أيضاً بدورها ترفع الـ pH التربة وتثبط فعالية الجذور في إرجاع الحديد وامتصاصه من قبل النبات (عودة وشمشم، 2009). ويكون نقص الحديد الميسرفي الترب الكلسية في الغالب نتيجة ارتفاع رقم الـ pH لها حيث يصبح أيون الحديد الثلاثي هو السائد ويمكن التقليل من شدة هذا النقص بخفض الـ pH بإضافة المركبات ذات التأثير الحامضي كالكبريت لمثل هذه الترب وكذلك بإضافة المواد العضوية لتلك الترب (البلخي والشاطر، 2014).

تنتشر الترب التي تعاني من نقص الحديد انتشاراً واسعاً في العالم، ولكن معظمها يحدث في المناخات الجافة ذات الترب الكلسية والقلوية أما في المناخات الرطبة فيكون نقص الحديد غير مرجح تحت الظروف الطبيعية ما لم تتدخل النشاطات البشرية (Kabata-Pendias, 2011).

### 1-2-2: المنغنيز في التربة:

يتراوح تركيز المنغنيز في الصخور من 350 إلى 2000 مغ/كغ وتبلغ نسبته في التربة من 411 إلى 550 ملغ/كغ، ومتوسط محتوى الترب منه 488 مغ/كغ، والمحتوى العالي منه يكون في الترب اللومية والكلسية (Kabata-Pendias, 2011).

تعد حركية المنغنيز معقدة في التربة، وتتأثر بالعديد من العوامل البيئية التي يعد الـ Eh- pH من أهمها. يعد المنغنيز متحركاً نسبياً في التربة، وأهم أشكاله في التربة:



(Kabata-Pendias and Sadurski, 2004). ويعتمد تركيز المنغنيز في التربة على نوع

التربة والتقنية المستخدمة في الحصول على محاليله، ففي الترب الجافة تزداد قابلية ذوبان المنغنيز مع زيادة حموضة التربة (Kabata-Pendias, 2011).

تعتمد حركية المنغنيز في التربة على ظروف Eh- pH، حيث تخفض ظروف الأكسدة من إتاحة المنغنيز، بينما تؤدي ظروف الإرجاع إلى إتاحة عنصر المنغنيز ويمكن أن تصل إلى حد السمية (Kabata-Pendias, 2011)، وتزيد قدرة المنغنيز على تشكيل معقدات أيونية ومعقدات مع المادة العضوية من قابلية ذوبانه في المجال القلوي (Kabata-Pendias, 2011)، وتظهر المستويات العالية من المنغنيز في الترب الغنية بالمادة العضوية والحديد، أو في بعض ترب مناطق الجافة وشبه الجافة (Kabata-Pendias, 2011)، كما ينخفض تركيز المنغنيز كثيراً في الترب التي تتكون تحت ظروف المناخ البارد وفي المناطق التي تتعرض للتجوية (Kabata-Pendias, 2011).

### 1-2-3: الزنك في التربة:

يبلغ متوسط تركيز الزنك في القشرة الأرضية 70 مغ/كغ، ويتواجد في التربة بتركيز 60-89 مغ/كغ (Kabata-Pendias, 2011)، ويرتبط محتوى الترب منه بقوامها، ويكون أقل ما يمكن في الترب الرملية، وتلاحظ تراكيزه المرتفعة في الترب الكلسية والعضوية (Kabata-Pendias, 2011). يتحكم بالتركيز الأولي للزنك كل من المادة الأصل وعملية تشكل التربة والمادة العضوية (Kabata-Pendias, 2011)، كما يساهم نوع الطين بشكل معنوي (خاصة من النوع الفيروميكوليت والجبسيت) في محتوى التربة من الزنك (Vega et al., 2007).

ييدي الطين والمادة العضوية، على الرغم من اعتبار الزنك متحرك في معظم الترب، القدرة على الاحتفاظ به بقوة وخاصة في الترب المتعادلة والقلوية (Peganova and Edler, 2004)، يحدّ وجود الفوسفور والطين من حركية الزنك في التربة (Kumpiene et al, 2008)، ووجدت (Kabata-Pendias and Krakowiak, 1995)، أن 60% من الزنك يتم ادمصاصه من قبل الطين.

ينخفض ادمصاص الزنك عند ( $pH < 7$ )، وذلك بسبب المنافسة على مواقع ادمصاص مع العناصر الأخرى، لذلك يكون سهل الحركة والرشح في الترب الحامضية (Kabata-Pendias, 2011).

تؤثر المادة العضوية في سلوك ادمصاص الزنك إذ يشكل عادة " حمض الفوليك الناتج عن المادة العضوية معقدات مع عناصر ( $cu^{+2}$ ,  $zn^{+2}$ ) (sposito *et al.*, 1981).

يساعد وجود المادة العضوية في الترب القلوية في زيادة ذوبانه، حيث تربط المادة العضوية (OM) الزنك في التربة، ويكون لأكاسيد الحديد والمنغنيز والألمنيوم دور ثانوي في ذلك (Kabata-Pendias, 2011).

وأهم أشكال الزنك في محلول التربة:

كاتيونات:  $Zn^{2+}$ ,  $ZnCl^+$ ,  $ZnOH^+$ ,  $ZnHCO_3^+$

أنيونات:  $ZnCl_3^-$ ,  $Zn(OH)_3^-$ ,  $ZnO_2^{2-}$  (Kabata-Pendias and Sadurski, 2004).

وجد (Tyler and Olsson, 2002)، أن تركيز الزنك في محلول التربة للأراضي المزروعة  $12 - 223 \mu g/L$  والطبيعية  $13 - 72 \mu g/L$ ، كما بين (Itoh *et al.*, 1979) أن أكبر كمية للزنك في محلول التربة هي  $17000 mg/L$ ، وهذه القيمة تكون في الترب العالية التلوث. وفي الترب الشديدة الحموضة ( $pH < 4$ ) يصل محتوى التربة من الزنك إلى  $7137 mg/L$ . وجد (Meers *et al.*, 2006)، أن  $pH$  التربة هو عامل هام لتحديد ذوبان الزنك، وبالتالي تركيزه في التربة، حيث يؤدي ارتفاع الـ  $pH$  إلى خفض أشكال الزنك العضوي القابل للإفادة وإلى زيادة ادمصاص الزنك على غرويات التربة وتثبيت الزنك على أكاسيد الحديد والمنغنيز وإلى ترسب الزنك على شكل  $Zn(OH)_2$  وذلك عند وجوده بتركيز كبير في التربة (عودة وشمشم، 2009). إن المعادن التي يمكن أن تؤثر في ذوبانية الزنك في التربة ما زالت غير معروفة بدرجة كافية، إلا أن (Lindsay, 1979) اقترح أن المعدن الأكثر تأثيراً بذوبانية عنصر الزنك في التربة، هو معدن الفرانكلينيت ( $ZnFe_2O_4$ ). وقد وجد (Brummer *et al.*, 1983)، أن عمليات الترسيب والذوبانية هي المتحكم في تركيز الزنك في الترب الجيرية.

وجد (Ram and Mathur, 1999)، أن أكثر الترب التي تعاني من نقص الزنك هي الترب ذات القوام الخفيف والكلسية، وأنه كلما ارتفعت درجة الـ  $pH$  تنخفض حركية الزنك.

وجد (Doberman and Fairhurst, 2000) أن انخفاض إتاحة الزنك في المناطق الجافة وشبه الجافة يعود إلى ارتفاع درجة الـ  $pH$ ، وإلى وجود الزنك على شكل هيدروكسيدات أو كربونات الزنك القليلة الذوبان، بالإضافة إلى وجود تراكيز مرتفعة من أيونات الحديد والبيكربونات والفوسفات. يعد الزنك من العناصر الصغرى الضرورية للنبات والذي لا تقل أهميته عن أي عنصر ضروري للنبات، يدخل الزنك في تركيب جدران الخلايا، كما يزيد من تركيز الفوسفور في الأجزاء الهوائية المتشكلة (Farshid Aref, 2010)، ويلعب دوراً في كمية ونوعية المحصول

(Chidanandappa *et al.*, 2008)، وله دور مهم في اصطناع الأوكسينات، وهو ضروري لتفعيل الأنظمة الأنزيمية للنباتات وتركيب البروتين (Hafeez *et al.*, 2013)، واستنساخ المواد الوراثية (DNA) أثناء انقسام الخلايا (Singh, 2004)، وتكوين مادة الكلوروفيل والسكريات (Kobraee *et al.*, 2011)، كما يدخل في تركيب أكثر من 300 أنزيم مثل: peptidases, dehydrogenases, adolase, isomerase, proteinases phosphohydrolases, carbonic-anhydrase and superoxide dismutase (FAO/WHO/IAEA, 1996; Haung *et al.*, 2010)، يؤدي نقص الزنك الى تأخر النضج

حيث ينتشر نقص الزنك في المناطق الحارة

(Slaton *et al.*, 2005; Prasad 2006; Fageria *et al.*, 2011)، وفي بلدان العالم الثالث بسبب ازدياد الطلب على الغذاء لتلبية احتياجات السكان المتزايدة. يستمر نقص الزنك إلى أن يكون أحد العناصر الأساسية في تحديد الإنتاج في عدة أجزاء من البلاد. (Chaudhary *et al.* 2007)، وهو يعرف الآن كعامل الخطر الخامس في تطوير البلدان الآسيوية (Anonymous 2007) ويؤدي نقص الزنك في التربة إلى نقص الزنك في حبة وقشة القمح مما يؤدي إلى تغذية سيئة للبشر والحيوانات وهذا الموضوع حصل مؤخراً على اهتمام كبير (Schardt, 2006)، حيث وجد (Hambridge *et al.*, 1986) أن نقص الزنك في النظام الغذائي للإنسان يؤدي إلى نمو ضعيف (إعاقة) عند الأطفال. يفيد معرفة المحتوى الكلي للزنك في العديد من التطبيقات الجيوكيميائية، لكن زراعياً يكون (الزنك متاح) هو الأكثر أهمية (Ashraf *et al.*, 2012)، و يكون الزنك الذائب والمتبادل أكثر ذوبانية من الزنك المرتبط بالكربونات و أكسيد الحديد والمنغنيز والأكثر أهميه للنبات كون النبات يمتص الزنك على صورته الأيونية (Rahmani *et al.*, 2012). يرتبط محتوى الترب من الزنك بالقوام ويكون أقل ما يمكن في الترب الرملية، وتلاحظ تراكيزه المرتفعة في الترب الكلسية والعضوية. يتحكم بالتركيز الأولي للزنك كل من مادة الأصل، وعملية تشكل التربة والمادة العضوية (OM organic matter) كما يساهم الطين بشكل معنوي (خاصة الفيرميكوليت والجبسيات) في محتوى التربة من الزنك (Vega *et al.*, 2007).

#### 1-2-4: النحاس في التربة:

يتراوح تركيز النحاس بالقشرة الأرضية بين 25 إلى 75 مغ/كغ، ويتواجد في التربة بتركيز 14- 109 مغ/كغ، يرتبط محتوى التربة من النحاس ارتباطاً وثيقاً بقوام التربة (Kabata-Pendias, 2011)، ويكون أقل ما يمكن في الترب الخفيفة الرملية، وأعلى ما يمكن بالترب اللومية، كما يتأثر محتوى التربة من النحاس بعملية تشكل التربة، ومحتواها من الطين، والصخرة الأم (الترب الناتجة عن الصخور الاندفاعية تحتوي كميات كبيرة من النحاس، بينما تحتوي الترب الرملية على كميات منخفضة جداً منه)، أما تأثير خواص الترب الأخرى فلا تشكل سوى 15-25% من مجمل التأثيرات الكلية (Kabata-Pendias, 2011).

يتراكم النحاس في بضع سينتمترات بدءاً من سطح التربة بسبب ميله للادمصاص على المادة العضوية، والكربونات، ومعادن الطين، وهيدروكسيدات الحديد والمنغنيز، ويتراكم أيضاً في الطبقات الأعمق (Kabata-Pendias, 2011)، و يظهر الهيوميك أسيد (HA) بشكل خاص، سعة ادمصاصية كبيرة لعنصر النحاس (Logan *et al.*, 1997)، وبشكل عام يعد النحاس عنصراً غير متحرك.

يوجد النحاس في معظم الترب على شكل كربونات وهيدروكسيدات، ويتراوح تركيزه في محلول التربة من 0.5 إلى 135 µg/L، ويكون اما على شكل كاتيون  $\text{Cu}^{2+}$ ،  $\text{CuOH}^+$ ،  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2^{2+}$  أو أنيون  $\text{Cu}(\text{CO}_3)_2^{2-}$ ،  $\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}$ ،  $\text{Cu}(\text{OH})_3^-$  (Kabata-Pendias and Sadurski, 2004).

وجد (Ponizovsky *et al.*, 2006)، أن معظم النحاس المضاف إلى التربة يدمص في التربة وحوالي 1%، من الكمية الكلية المضافة تبقى في محلول التربة، ووجد أيضاً أن هناك عوامل رئيسية تؤثر في حركية النحاس مثل (المادة العضوية الكلية، المادة العضوية الذائبة، pH، محتوى التربة من النحاس)، ويتناقص ذوبان النحاس عند pH بين 7-8، فعندما يكون pH < 7 يسود  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2^{2+}$ ،  $\text{Cu}(\text{CuOH})^+$ ، أما عندما يكون pH > 8 فتسود معقدات هيدروكسيدات النحاس الأنيونية.

يترسب النحاس على شكل  $\text{CuCO}_3$  في الترب الكلسية، ويتأثر ذوبانه كثيراً في هذه الترب (Ponizovsky *et al.*, 2007)، ولا يعتمد ذوبان كربونات النحاس كثيراً على pH التربة (Sanders and Bloomfield, 1980)، بسبب الجذب الكبير للنحاس إلى المركبات العضوية فإن معظم الأشكال الذائبة للنحاس في التربة تكون على شكل معقدات مع المادة العضوية (McBride and Blasiak, 1979).

عموماً ينخفض تركيز النحاس المتبادل في الترب الكلسية (بسبب ارتفاع تركيزها من الكالسيوم والمغنسيوم)، والقلوية (بسبب ارتفاع تركيزها من الصوديوم)، وبشكل عام يعد النحاس من أقوى العناصر الصغرى في قوة ارتباطه مع المكونات المعدنية في التربة (عودة وشمشم، 2009). يتأثر سلوك النحاس وإتاحته للنبات وسميته، بأشكاله وليس بالتراكيز الكلية (Allen, 1993)، وهناك العديد من متغيرات التربة التي تؤثر في ذوبان النحاس وإتاحته للنبات ومنها pH التربة، جهد الأكسدة والاختزال، المادة العضوية، قوام التربة، معادن التربة، الحرارة، نظام الري (Kabata-Pendias, 2011).

تنقص حركية النحاس بوجود كميات كبيرة من مواد غروية مغلقة بأوكسي هيدروكسيد الحديد والألمنيوم، وأوكسي هيدروكسيد الألمنيوم والمنغنيز والحديد، والمادة العضوية (OM) (Kabata-Pendias, 2011).

يتم استبدال النحاس بالكالسيوم في الترب المعدنية، أو يتم ترسيبه إما على شكل  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (في الترب الكلسية)، أو على شكل  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  (Ma *et al.*, 2006).



يظهر نقص النحاس في ثلاثة أنواع من الترب وهي الخشنة القوام وذات الـ pH المرتفع، والمتشكلة على صخور كلسية، والغنية بالمادة العضوية (Kabata-Pendias, 2011). لاحظ (Wu *et al.*, 1999)، أن عنصر النحاس يدمص إدمصاصاً نوعياً على أسطح معادن الطين. كذلك وجد الكثير من الباحثين ميل عنصر النحاس لتشكيل معقدات مع المادة العضوية في التربة (McBride and Blasiak, 1979).

#### تقييم محتوى التربة من العناصر الصغرى (Fe, Mn, Cu, Zn) المتاحة:

يتم تقييم محتوى التربة من الشكل المتاح للعناصر الصغرى كما هو مبين في الجدول (2).  
جدول (2) تقييم محتوى التربة من الشكل المتاح للعناصر الصغرى (مغ/كغ) وذلك (حسب Martens and Lindsay, 1990)

الشكل المتاح	تركيز منخفض	تركيز حدي	تركيز كافٍ
الحديد	2>	4 – 2	4.5 <
المنغنيز	1>	2 – 1	2 <
الزنك	0.5>	1 – 0.5	1 <
النحاس	0.2>	0.5 – 0.2	0.5 <

وجد (Kabala and Wilk, 2004; Glosinska *et al.*, 2005; Tuzen, 2003; Relic *et al.*, 2005)، أن متوسط نسبة الحديد المتبادل من الكلي أقل من 1%.  
وضح (Li and Thornton, 2001)، أن محتوى الترب من المنغنيز القابل للتبادل أقل من 1% من الكلي.

أكد (Bendell-Young and Harvey, 1992)، ضعف ارتباط (affinity) المنغنيز بالمادة العضوية، وبالمقابل أشار (Habibah *et al.*, 2014) إلى قدرة المنغنيز على الارتباط بالمادة العضوية حتى لو كان محتوى الترب من المادة العضوية قليلاً.  
وجد (Ramzan *et al.*, 2014)، أن محتوى التربة من الزنك الكلي يتراوح بين 51.72 و 101.04 مغ/كغ، وأن متوسط الزنك القابل للتبادل 1.59 مغ/كغ ومتوسط الزنك المرتبط بالمادة العضوية 5.78 مغ/كغ.

وجد العديد من الباحثين (Kalembasa and Pakula, 2009; Fernandez-calvino *et al.*, 2009)، أن التربة تحتوي كميات منخفضة جداً من النحاس المتبادل. كما بين (Lu *et al.*, 2003)، أن نسبة النحاس المرتبط بالمادة العضوية من الشكل الكلي تتراوح بين 1.51-5.51% وذلك في الترب غير الملوثة.

وجد (Covelo *et al.*, 2004) عند دراسة الآفاق السطحية للتربة أن الفروقات في إدمصاص التربة يعود إلى الخصائص الأساسية لهذه الترب التي تؤثر في القدرة الإدمصاصية للمعادن وحركيتها، وإن الإدمصاص الأقل للمعادن ترافق مع أقل محتوى من الأكاسيد والمادة العضوية. كما وجد أن خصائص التربة أكثر تأثيراً في القدرة الإدمصاصية للمعادن من الخصائص الأساسية للأيونات المعدنية.

كما وجد (Bahmanyar,2008) علاقة ارتباط إيجابية بين النحاس القابل للإفادة وسعة التبادل الكاتيوني للتربة ، بينما لا توجد علاقة بين محتوى التربة من الطين وعنصري الزنك والنحاس في التربة ولكن تبين أنهما ازدادا في الأنسجة النباتية، كما وجد أن هناك علاقة ارتباط إيجابية بين المادة العضوية والزنك القابل للإفادة في التربة ، وطبقاً لـ (Hodgson *et al.*,1966) فإن 60% من الزنك الذائب في التربة يوجد في مركبات الزنك العضوية الذائبة .

أظهرت نتائج (Li *et al.*,2005) أن زيادة pH التربة أو إضافة الكلس للتربة تؤدي إلى انخفاض جاهزية العناصر الصغرى في التربة ، كما أظهرت وجود علاقة وثيقة جداً بين العناصر الصغرى المتاحة ( Cu,Zn ) ومحتوى التربة من الطين .

بين التحليل الإحصائي لدراسات (ساكير،2012) أن 80% من تغيرات الزنك المتاحة في الترب المدروسة تعزى إلى محتوى هذه الترب من الطين والسلت والكلس الفعال والمادة العضوية إضافة إلى الرقم الهيدروجيني والناقلية الكهربائية ، ويكون الرقم الهيدروجيني العامل الرئيسي في تفسير تغيرات الزنك المتاحة وهذا ما بينه أيضاً ( xiangetal., 1994) ، وأنه يفسر 66.92% من مجمل هذه التغيرات ويكون الارتباط عكسياً بين الرقم الهيدروجيني والزنك المتاحة وهو ما أكدته (lindsae,1978;chahala,2005;he *et al.*,2006;Christensen,1984;Sims and Kline, 1991).

أشار (Keshavars,2006) إلى أن الرقم الهيدروجيني يلعب دوراً محورياً في سلوك الزنك، حيث أن كل انخفاض بمقدار وحدة في الرقم الهيدروجيني للتربة يسبب زيادة مقدارها 100 ضعف في ذوبانية الزنك. كما أشار (He *et al.*,2006) أن الرقم الهيدروجيني يفسر حوالي 80% من تغيرات الزنك المتاحة.

بين (Shuman,1991) أن مجموع الشكل العضوي والمتبادل والمدمص يشكل نسبة صغيرة لا تتجاوز 3% من الزنك الكلي في الترب المدروسة وبما أن هذه الأشكال تعتبر متاحة للنبات فإن هذا يدل على انخفاض الزنك المتاحة للنبات في مثل هذه الترب.

ذكر (Mahboub *et al.*,2009;Keshavarz,2006) عند دراسة توزيع أشكال الزنك في الترب الكلسية أن الزنك ( المتبادل + المدمص ) > العضوي > الكربوناتي ويعكس ترتيب أشكال الزنك تأثير خصائص التربة في توزيع هذه الأشكال من حيث كونها تراباً "كلسية" في مناطق جافة وشبه جافة وذات نسبة متوسطة إلى مرتفعة من الكلس الفعال وكربونات الكالسيوم لارتفاع نسبة الشكل المرتبط بالكربونات وتحدث فيها عمليات ترسيب للزنك وخاصة مع ارتفاع الرقم الهيدروجيني لهذه الترب وهذا ما أكدته (Aydinalp and Katkat,2004) وأنها ترب فقيرة بالمادة العضوية وبالأكاسيد ذات القدرة الإدمصاصية العالية (انخفاض مجموع الشكل العضوي والمتبادل والذائب).

أشار (Alloway,2004) إلى أن الزنك يتواجد في التربة بخمسة أشكال وهي الذائب في الماء ويمثل الزنك المتواجد في محلول التربة ، والمتبادل ويمثل أيونات الزنك المرتبطة بجزيئات التربة بواسطة قوى الجذب الكهربائية الساكنة ، والعضوي ويمثل أيونات الزنك المدمصة أو المخلبية أو المعقدة مع

المادة العضوية ،والمتبقّي يمثل أيونات الزنك غير المتبادلة في داخل معادن الطين والأكاسيد غير الذوابه والمعادن الأوليه الناتجة عن التجويه.

تؤكد معظم الأبحاث (Li *et al.*, 2001) أن كمية الزنك المتبادل منخفضة جداً في الترب ،كما تتحدد نسبياً" قابلية العناصر الصغرى للتبادل بواسطة ألفتها (affinity) الكاتيونية التبادلية لطور التربة الصلب ،وتزداد هذه الألفة مع زيادة تكافؤ العنصر وتنخفض زيادة نصف قطره المائي (Pickering, 1981) ويعتبر شكلا الزنك المستخلص بالماء والمتبادل هي الأكثر إتاحة للنبات (Shuman, 1991) .

وجد (Krishnamurti and Naidu, 2002) لدى دراسته أشكال الزنك و النحاس في (11) تربة في جنوب أستراليا ، إن معقدات الفوليك - النحاس تفسر 89.2% من تغيرات النحاس المتاح بينما معقدات الفوليك - زنك إضافة إلى الزنك المتبادل تفسر حوالي 78.9% من تغييرات الزنك المتاح. أظهر (Keshavarz *et al.*, 2006) تأثير الملوحة على إتاحة وتوزيع أشكال الزنك في الترب الكلسية بإيران كما وجدوا علاقة ارتباط إيجابية بين أشكال الزنك و الملوحة ، وكذلك بين الزنك المتاح Zn-DTPA وكل من الزنك المتبادل و المرتبط عضوياً ، و استنتجوا أن زيادة الملوحة تؤدي إلى زيادة في إتاحة الزنك.

درس (Chahala *et al.*, 2005) أشكال الزنك في ترب الهند، وقد وجدوا أن محتوى التربة من المادة العضوية و الطين و السلت يؤثر في توزيع أشكال الزنك و لاحظوا ارتباط أشكال الزنك (الذائب في الماء و المتبادل و العضوي والمتاح) إيجاباً بالمادة العضوية و سلباً بالرقم الهيدروجيني وكربونات الكالسيوم.

وجد (Xiang *et al.*, 1995) لدى دراسة أشكال الزنك في 18 عينة تربة كلسية و متعادلة و حامضية في الصين ، أن الرقم الهيدروجيني يعتبر من أكثر العوامل أهمية و تأثيراً في التحكم بتوزيع أشكال الزنك الطبيعية و المضافة إلى التربة، كما لاحظوا أن الزنك المضاف يتحول من أشكال أكثر إتاحة إلى أشكال أقل إتاحة ، و أن هذا التحول يحدث في الترب الكلسية بشكل أكبر مقارنة بالترب الحامضية و المتعادلة.

درس (Zhong *et al.*, 2005) تأثير الفوسفات على سلوك الزنك و إتاحتها في الترب الكلسية و قد وجدوا أن التركيز العالي من الفوسفور في الترب الكلسية يقلل من سعة امتصاص الزنك ، ووجد (Perez *et al.*, 2011) أن إضافة الفوسفور تؤدي إلى ازدياد امتصاص الزنك في الترب الحامضية. وبين (Raphel *et al.*, 2007) مخبرياً لدى دراسة ذوبانية الزنك إثر إضافة الأسمدة الفوسفاتية أنه بوجود تراكيز مرتفعة للفوسفور في محلول التربة تترسب فوسفات الزنك ، مما يساهم في انخفاض تركيز الزنك ، ولم يلاحظوا ارتباط زنك محلول التربة بتركيز الزنك في الأسمدة أو معدل الإضافة.

تعد المعادن الطينية المكون الأكثر فعالية من بين مكونات التربة المعدنية، الأمر الذي يجعل صفاتها الكيميائية والفيزيائية عاملاً مؤثراً في الكثير من صفات التربة، ونظراً لامتلاك الطين شحنات سطحية فإنه يدخل في التفاعلات الكهروكيميائية مثل التبادل الأيوني وتثبيت الأيونات ولهذه الخاصية أهمية كبرى في تحديد خواص التربة الكيميائية، كما أن الطين يمتلك مساحة سطحية كبيرة وفعالة وله القدرة على الاحتفاظ بالماء كذلك قابلية الانتفاخ والانكماش بسبب وجود المعادن الممتدة كمجموعة المونتموريولونيت (Neaman, 1984) فالدراسات المعدنية للتربة تعطي صورة واضحة حول تطور هذه التربة والظروف والعصور التي مرت بها، كما أنها تعكس التفاعلات الكيميائية والفيزيائية فيها ومن ثم معرفة حالة التربة الخصوبية، والتنبؤ بإنتاجيتها (العبيدي، 2008) .

تظهر حالات نقص عنصر الحديد على النباتات المزروعة في الترب الكلسية والذي يعرف بالشحوب الكلسي (Lime induced chlorosis) ويعود سبب ذلك إلى قلة امتصاص النبات للحديد بالنظر إلى ارتفاع محتوى الكلس في الترب العراقية ومعظم ترب المناطق الجافة وشبه الجافة وارتفاع pH . لذا فإن جاهزية العناصر الصغرى ومنها الحديد تكون منخفضة، لأنه يتعرض للعديد من تفاعلات الاحتجاز مثل الإدمصاص والترسيب رغم أن التركيز الكلي لهذا العنصر (الحديد الكلي) في معظم الترب الكلسية يزيد بشكل كبير عن احتياجات النبات (الحديثي والعاني، 2016).

إن ظاهرة الاصفرار تظهر في الترب ذات المستوى المنخفض من الحديد المتاحة وتعد البيكربونات واحده من أهم العوامل المؤثرة في تفاقم ظاهرة الاصفرار الناجم عن نقص الحديد وبالأخص في الترب ذات المستوى المنخفض من الحديد والمرتفع في تركيز البيكربونات في محلول التربة وهي عبارة عن فشل النباتات في تكوين الكلوروفيل والذي بدوره ينعكس سلباً في نمو وحاصل العديد من النباتات (Marschner, 1986 ؛ السامرائي، 2002).

وجد (ChenAviad, 1990) أن إضافة الحديد بصورة معقدات عضوية قد قلل من ظاهرة الاصفرار الـ Chlorosis بشكل أكبر مقارنة بإضافة المواد العضوية وحدها .

أدت معاملات التسميد العضوي والمعاملات المختلطة (50% أسمدة عضوية + 50% تسميد معدني) إلى زيادة محتوى التربة والنبات من الحديد والعناصر الصغرى الأخرى (منغنيز، زنك ونحاس) مما ساهم في الحد من تثبيت تلك العناصر في التربة وزيادة امتصاصها بواسطة نباتات السلق في تلك المعاملات مقارنة بمعاملي التسميد المعدني والشاهد، كما أن قيم العناصر الصغرى في النباتات لم تصل إلى حدود السمية وكانت تتراوح بين الكافية والغنية (الشاطر، 2016).

بينت دراسة (النقري، 2010) أن إضافة مستويات مختلفة من سماد الأبقار (20، 40، 80 طن/هكتار) أدت إلى زيادة معنوية في محتوى التربة من كل من المادة العضوية، و الأشكال القابلة للإفادة من النحاس والمنغنيز والزنك.

بينت دراسة أجريت في الهند أن العلاقة بين العناصر الصغرى المتاحة (Fe, Mn, Zn, Cu) و خصائص التربة (pH, EC, OC) أظهرت علاقة ارتباط معنوية مع pH و EC لكن غير معنوية

مع OC وكانت معظم عينات التربة في مستويات كافية من Fe, Mn و Cu ولكن 32,21% من العينات منخفضة المحتوى من Zn (Devdas and Kunal, 2013). كما بينت النتائج أن العلاقة بين المنغنيز المتاح و pH علاقة سلبية ومعنوية ( $r = -0.219^{**}$ ) بسبب تشكل أكاسيد المنغنيز صعبة الذوبان عند pH عالية (Sahoo *et al.*, 1995)، و ينخفض المنغنيز المتاح انخفاضاً كبيراً مع زيادة pH التربة (Kumar *et al.*, 2009, Talukdar *et al.*, 2009, Meena *et al.*, 2006, Mogia and Bandyopadhyay, 1994).

وجد (Devdas and Kunal, 2013; Kumar *et al.*, 2009; Meena *et al.*, 2006) ارتباطاً "سلبياً" كبيراً ( $r = -0.813^{**}$ ) للزئبق المتاح مع pH التربة، وارتبط الكربون العضوي ارتباطاً "إيجابياً" معنويًا مع محتوى التربة من الزئبق المتاح (Rajeshwar *et al.*, 2009; Kumar *et al.*, 2009).

ترتبط العناصر الصغرى المتاحة بعلاقة ارتباط إيجابية كبيرة معنوية مع السلت والطين و الكربون العضوي و CEC التربة، بينما ترتبط بصورة سلبية معنوية مع كربونات الكالسيوم ودرجة pH التربة . كما بينت نتائج تحليل عينات التربة أن 90% من الترب المدروسة منخفضة المحتوى من الحديد المتاح و 70 % من الترب المدروسة منخفضة المحتوى من الزئبق المتاح و تتراوح من 1.22 الى 5.87 ، و 0.12 الى 1.30 مغ /كغ لكل من الحديد والزنك على التوالي . بينما يتضح أن المنغنيز والنحاس كافية و تتراوح بين 0.17 الى 3.32 ، و 2.03 الى 5.67 مغ/كغ لكل من المنغنيز والنحاس على التوالي (Kumar and Babel, 2011) .

قام (Moreno *et al.*, 2019) بتحليل المحتوى الكلي والمتاح في التربة من كل من النحاس والحديد والمنغنيز والزنك في 143 من الأراضي الجافة من جميع القارات ، باستثناء القارة القطبية الجنوبية ، التي تغطي مجموعة واسعة من الجفاف وظروف التربة . لقد وجدوا أن تركيزات المغذيات الدقيقة الكلية والمتاحة في تربة الأراضي الجافة كانت منخفضة مقارنة بالمتوسطات الشائعة في تربة الأراضي الطبيعية والزراعية على مستوى العالم . يؤثر الجفاف سلبيًا على توفر جميع المغذيات الدقيقة التي تم تقييمها ، أساساً بشكل غير مباشر عن طريق ارتفاع الـ pH في التربة وانخفاض محتوى التربة من المادة العضوية في التربة، انخفضت نسبة Fe: Zn المتاحة أضعافاً مضاعفة مع زيادة الجفاف ، مما يشير إلى تغييرات متكافئة . تشير النتائج التي توصلوا إليها إلى أن زيادة ظروف الجفاف بسبب تغير المناخ ستحد من توفر المغذيات الدقيقة الأساسية للكائنات الحية ، وخاصة الحديد والزنك ، والتي إلى جانب الآثار الضارة الأخرى (على سبيل المثال ، انخفاض توافر المياه)

قد تشكل تهديدات خطيرة للعمليات والخدمات البيئية الرئيسية ، مثل إنتاج الأغذية ، في الأراضي الجافة في جميع أنحاء العالم.

بينت نتائج التحاليل المنفذة أن العامل الطبوغرافي أدى دوراً مهماً في تحديد بعض خصائص التربة وصفاتها ، فضلاً عن توزيع كربونات الكالسيوم فقد تبين أن محتوى التربة من العناصر الصغرى يتراوح بين المتوسط و القليل بسبب فقر المادة الأم بهذه العناصر ،واستنزاف بعضها الآخر من قبل النبات نتيجة للاستثمار الطويل لهذه الترب دون العمل على تحسين خواصها الخصوبية (كيوان ووظفة وسليم، 2014 ، الحناوي و حبيب ، 2013). كما بينت الدراسة أن الترب في سهل حوران ارتفعت فيها قيمة pH التربة ونسبة كربونات الكالسيوم وانخفض محتواها من العناصر الصغرى المتاحة بالاتجاه من شمال السهل إلى جنوبه ( حيدر وحبيب ، 2015 ) .

إن وجود العناصر الصغرى في التربة غالباً ما يعكس تأثير طبيعة المواد الأم وعمرها والظروف المناخية خلال فترة التجوية وتشكل التربة ( Vlek and Harmsen ,1985 ) .

إن الآلية التي تسيطر على توفر العناصر الصغرى أو عوزها - في أغلب الأحيان- تكون معقدة وتعتمد على خواص التربة و تتضمن : نسيج التربة ، (pH)، (CEC) ، (  $\text{CaCO}_3$  ) ، (OM) و الطين و نظام التسميد ونوع المحصول ومتطلباته، لذلك فإن للعناصر الصغرى تفاعلات كيميائية معقدة تتحكم في قابليتها للإتاحة في الترب

(Abu Nukta and McBride *et al.*, 2003 ; Stevenson, 1991). وقد خلص

(Parkinson, 2007) إلى نتيجة مفادها أن استخدام المواد الهيومية في تيسر المغذيات الصغرى بجرعات عالية يستدعي إضافة أسمدة العناصر الصغرى معها وذلك في الترب السورية. إن النقص الحاصل في تراكيز عنصري الحديد والزنك في التربة يمكن أن يشاهد بوضوح في بساتين أشجار الفاكهة في مناطق الشرق الأوسط ،وعليه فإن الإضافات السمادية إلى التربة من هذه العناصر ضرورية لنمو النبات (El -Fouly, 1998).

ذكر (Sillanpaa, 1982) أنه بسبب ارتفاع قلوية التربة فإن إتاحة المنغنيز والزنك للنبات قليلة، وإن أغلب مشكلات العناصر الصغرى في سورية هي نقص هذه العناصر وقد لاحظ (Abu 1995)

Nukta, نقص الحديد و الزنك والبورون في الترب المروية في جنوب غرب سورية .

وأكد (Hagin and Tucker, 1982) أن عوز الزنك واسع الانتشار في الزراعات المكثفة وهذا يعود إلى الإزالة السريعة للزنك المتاح من منطقة الجذور فضلاً عن أن الترب الكلسية والقلوية يحدث فيها نقص للزنك أكثر من باقي الترب بسبب قلة ذوبان مركبات الزنك في هذه الترب.

تبين أن نقص الزنك يؤثر في ثلث سكان العالم ويرواح بين (4-73%) في مختلف البلدان وعليه فإن المناطق التي تعاني عوز للزنك في التربة هي أيضاً تعاني عوزاً للزنك عند الإنسان، وإن انخفاض ذوبان الزنك في التربة فضلاً عن انخفاض في كميته الكلية فيها، هو السبب الرئيس للانتشار الواسع لمشكلات نقص الزنك على النباتات (Hotz and Brown, 2004; Cakmak, 2002; Graham and Welch, 1996; Alloway, 2004).

أدى الاستعمال المكثف لأسمدة العناصر الكبرى (N, P, K) الخالية من شوائب العناصر الصغرى إلى استهلاك أكبر للعناصر المغذية الصغرى يفوق ما تحتويه التربة منها ، نتيجة لذلك ظهر نقص واضح لبعض العناصر الصغرى مثل الزنك والبورون والمنغنيز والحديد في كثير من تلك الترب ، فضلاً عن توجه كثير من المزارعين إلى إضافة الأسمدة الكيميائية و التقليل من إضافات الأسمدة العضوية التي تحتوي على نسب جيدة من كل العناصر المغذية الأساسية التي قد تساعد على التخفيف من نقص العناصر الغذائية الصغرى مما ينعكس إيجاباً على الإنتاج.

(Thompson and Troeh, 1978; 1989, قطنا وآخرون ;Amberger, 2006).

أكد (E I-Fouly, 2005) أنه يجب أن تحتوي برامج التخصيب في بلدان مثل مصر و العراق وسورية وغيرها على العناصر الغذائية الصغرى ؛ فضلاً عن العناصر الكبرى وذلك لتحقيق التوازن في هذه البرامج. ومن جهة أخرى فإن الأشجار المثمرة والمحاصيل و الخضر سريعة التأثير بنقص العناصر الصغرى وتختلف فيما بينها في طريقة امتصاصها للعناصر الصغرى من التربة (Amberger, 2006).

أدت عملية رش شجيرات العنب من صنف حلواني بمحاليل سمدية من أسمدة الحديد أو المنغنيز أو بكليهما معاً أو بمحلول سمادي يحوي عناصر (الحديد والمنغنيزو الزنك والبورون) إلى حصول زيادة في متوسط الإنتاجية في معاملات التجربة جميعها (أبو نقطة وبطحة، 2008) . تبين أن إضافة المادة العضوية والرش بالبورون والزنك معا ساهم في تحسين بعض خصائص التربة، ومعدل العقد، وبعض الصفات الكمية والنوعية لثمار التفاح (كيوان وآخرون، 2018).

بين (Ramasamy et al., 2006)، الدور الإيجابي الذي تؤديه المادة العضوية في إتاحة العناصر الصغرى عامة" و الحديد على وجه الخصوص ، وذلك عبر تشكيل مركبات مخلبية معه. إلا أن (Garcia-Mina et al., 2004) أشاروا إلى دورها الإيجابي في إتاحة العناصر الصغرى عندما لا تتجاوز نسبة المادة العضوية في التربة 2%، وأشار (Antoniadis et al., 2007) إلى الدور الإيجابي للمادة العضوية في تحرير الزنك وإذابته.

وجد (أبو نقطة والشاطر والبلخي، 2010) بالبحث الذي هدف إلى دراسة تأثير السماد العضوي (زبل الابقار) ومستخلص حموضه الدبالية في إتاحة بعض المغذيات الصغرى في إنتاجية محصول السبانخ أنه يضاف إلى ميزات إضافة المواد العضوية بوصفها مادة محسنة للتربة ، ميزة خاصة تتمثل بقدرتها على إتاحة المغذيات الصغرى في التربة - إلى حد ما - فضلاً عن دورها و مشتقاتها في تخصيب التربة و إنتاجية المحاصيل. كما بين (Jones et al., 1996) زيادة محتوى التربة الكلسية من الحديد المتاح نتيجة إضافة سماد زبل المزرعة والكمبوست إليها.

أشار (Biondi et al., 1994) إلى زيادة في إنتاجية المحاصيل التي أضيفت إليها المواد العضوية خليطة مع الأسمدة المعدنية، والتي أثرت في حركية العناصر وقابليتها لإفادة النبات وجعلها ضمن الحدود الآمنة. كما بين البلخي وزملاؤه ( 2007 ) في دراسة حول تأثير المعقدات العضوية

المعدنية في إتاحة الحديد إلى زيادة امتصاص نبات الخيار للحديد مقارنة بمعاملة التسميد المعدني فقط.

إن قيم pH التربة ترتبط سلباً مع العناصر الصغرى المتاحة الأربعة: (Cu , Fe , Mn , Zn) وينخفض محتوى التربة من هذه العناصر مع ارتفاع pH، حيث إنه عند قيمة pH أعلى يكون محتوى  $\text{OH}^-$  عالياً في التربة ويكون له تأثير قوي لاجتذاب وتثبيت العناصر المعدنية التي تتحد مع  $\text{OH}^-$  لتشكل هيدروكسيدات مترسبة، وبناء على ذلك ينخفض محتوى العناصر الصغرى المتاحة في التربة وتقل حركيتها (Zhanbin *et al.*, 2013). كما أشار (Zhao *et al.*, 2010) إلى أن pH التربة كان له أعلى ارتباط مع النحاس والمنغنيز المتاحين في دراسة على المناطق الجافة من العنصرين الآخرين.

بين (Zhanbin and Peng, 2013) أن تأثير المادة العضوية على إتاحة العناصر الصغرى تتعلق بتأثير المادة العضوية نفسها وتعديل pH التربة بتحللها، ويرتبط محتوى التربة من العناصر الصغرى المتاحة بعلاقة طردية مع محتواها من المادة العضوية، ويظهر الزنك والنحاس المتاحين أقوى ارتباطاً. وإن محتوى العناصر الصغرى المتاحة مثل Fe و B في التربة له علاقات إيجابية واضحة مع محتوى المادة العضوية (Zhu *et al.*, 2009)، والمادة العضوية لها سطوح كبيرة وسعة تبادلية عالية مما يجعلها مورداً جيداً بالمغذيات للنبات وإضافة لذلك تحرر عند تحللها المغذيات التي ترتبط أساساً بتكوينها (Jones and Kathrin, 2016).

تتأثر العناصر الصغرى بطبيعة مادة الأصل للتربة والمناخ والنباتات المزروعة، و يعكس محتوى التربة من العناصر الصغرى نمو وتطور النباتات المزروعة ويشير إلى تزويد التربة بالمغذيات المعدنية للنباتات (Zhang *et al.*, 2006; Jiang *et al.*, 2009; Zhu *et al.*, 2009). وقد برهنت الأبحاث أن العناصر الفعالة للمغذيات الدقيقة هي تلك التي يمكنها أن تمتص من قبل النبات وإن إتاحة العنصر تتعلق بحالته الكيميائية في التربة (Thornton *et al.*, 1996; Jeffrey *et al.*, 1999; Maiz *et al.*, 2000; Ge *et al.*, 2000)، وتتأثر إتاحة العناصر بكثير من العوامل مثل قيمة pH، ظروف تأكسدها أو اختزالها وقوام التربة والمواد العضوية وتركيب التربة المعدنية ودرجة الحرارة (Chlopecka *et al.*, 1996; Kabata-Pendias *et al.*, 2004).

ترتبط محتويات ريزوسفير التربة من Mn و Zn المتاحين معنويًا سلبياً مع قيمة pH نظراً لاختلاف خصائص النمو الجذري و قيمة pH الريزوسفير (Zhang *et al.*, 2012). أظهرت دراسة (Kingsley *et al.*, 2019) في نيجيريا أن التربة تتصف بقوام رملي لومي و درجة تفاعلها حمضي قوي 5.1 والتربة لن تتطلب تطبيق الأسمدة التكميلية الغنية بالحديد لأنها فوق الحدود الحرجة ولكن تتطلب الامداد بأسمدة النحاس والزنك والمنغنيز التكميلية وينصح بقوة تعزيز خصوبة التربة في المنطقة، وتشير النتائج إلى أن جزيئات الرمل، pH، والمادة العضوية تعد



خواص التربة الرئيسية التي تؤثر في إتاحة المغذيات الصغرى في التربة بسبب علاقات ارتباطها المعنوية والهامة .

أظهرت دراسة (Ibrahim *et al.*, 2011) أن الحديد المتاح أعطى علاقات ارتباط سلبية غير معنوية مع خصائص التربة (pH والطين والسلت والكربون العضوي)، وارتبط المنغنيز بعلاقة ارتباط سلبية معنوية مع pH والطين.

أظهرت دراسة (Nazif *et al.*, 2006) أن الحديد المتاح ارتبط بعلاقة ارتباط سلبية معنوية مع pH والكلس الفعال، وعلاقة ارتباط ايجابية معنوية مع السلتي، وارتبط الزنك بعلاقة ارتباط ايجابية معنوية مع المادة العضوية.

أظهرت دراسة (Oyinlola and Chude, 2010) أن الزنك والمنغنيز المتاحين ارتبطا ارتباطا "إيجابيا" معنويا مع السلتي ولم يرتبط السلتي ارتباطا "معنويا" مع النحاس والحديد.

ثانياً: مبررات البحث والهدف منه

## 1-2: مبررات البحث:

1- تعاني النباتات في الترب السورية عموماً، والكلسية خصوصاً من أعراض نقص العناصر الصغرى، فبالرغم من أن المحتوى الكلي من هذه العناصر يعد كافياً لمتطلبات النبات إلا أن أعراض نقص العناصر بدأت تظهر في العديد من المناطق في الزراعة السورية وبشكل خاص في محافظة حماه مما أدى الى انخفاض كبير في إنتاجية بعض المحاصيل وتدنٍ واضح في نوعيتها.

2- قلة الأبحاث المحلية فيما يتعلق بتركيز العناصر الصغرى في بعض ترب محافظة حماه بشكل عام وأشكالها المتاحة في هذه الترب بشكل خاص.

## 2-2: هدف البحث :

يهدف هذا البحث إلى مايلي:

1- تحديد الخصائص الأساسية لعينات ترب تم جمعها من مناطق الاستقرار الزراعي في محافظة حماه.

2- تقدير محتوى الترب المأخوذة من مناطق الاستقرار الزراعي في محافظة حماه من الأشكال المتاحة من بعض العناصر الصغرى (Fe, Mn, Zn, Cu) ، بطريقة الاستخلاص بمحلول DTPA .

3- دراسة تأثير الخصائص الأساسية (pH, EC, TOM, CaCO<sub>3</sub>, active lime, sand, silt, clay) للترب المدروسة في محتواها من بعض العناصر الصغرى.

## الفصل الثاني:

### مواد وطرائق البحث

## ثالثاً: مواد و طرائق البحث

### 3-1: منطقة الدراسة:

تقع محافظة حماه في الجزء الأوسط من سورية، وتبلغ مساحتها حوالي /1.02/ مليون هكتار وتمتد أراضيها بين خطي عرض (34,50-35,50) شمالاً وخطي طول (36,10-38,20) شرقاً، من قلب البادية السورية شرقاً إلى الجبال الساحلية غرباً. متاخمة من الشمال لمحافظة إدلب وحلب، ومن الشمال الشرقي لمحافظة الرقة ومن الشرق والجنوب لمحافظة حمص، وتتاخم من الغرب محافظتي اللاذقية وطرطوس (المجموعة الإحصائية الزراعية لعام 2009). تقسم محافظة حماه حسب معدلات الهطول والزراعة التابعة لها على ضوء ذلك إلى خمس مناطق استقرار زراعي (المجموعة الإحصائية 2007).

#### 1- منطقة الاستقرار الأولى:

أمطارها أكثر من 350 مم سنوياً وتقسم إلى قسمين:

أ- منطقة معدل أمطارها فوق 600/مم سنوياً وتكون الزراعات البعلية مضمونة فيها سنوياً.

ب- منطقة أمطارها بين 350-600/مم سنوياً ولا يقل عن 300/مم في ثلثي السنوات المرصودة ، ومحاصيلها الرئيسية القمح والبقوليات والمحاصيل الصيفية.

#### 2- منطقة الاستقرار الثانية:

معدل أمطارها بين 250-350/مم سنوياً ولا تقل عن 250 مم في ثلثي السنوات المرصودة، تزرع بالشعير والقمح والبقوليات والمحاصيل الصيفية.

#### 3- منطقة الاستقرار الثالثة:

معدل أمطارها يزيد عن 250/مم سنوياً ولا يقل هذا الرقم في نصف السنوات المرصودة ومحصولها الرئيسي الشعير وقد تزرع بالبقوليات.

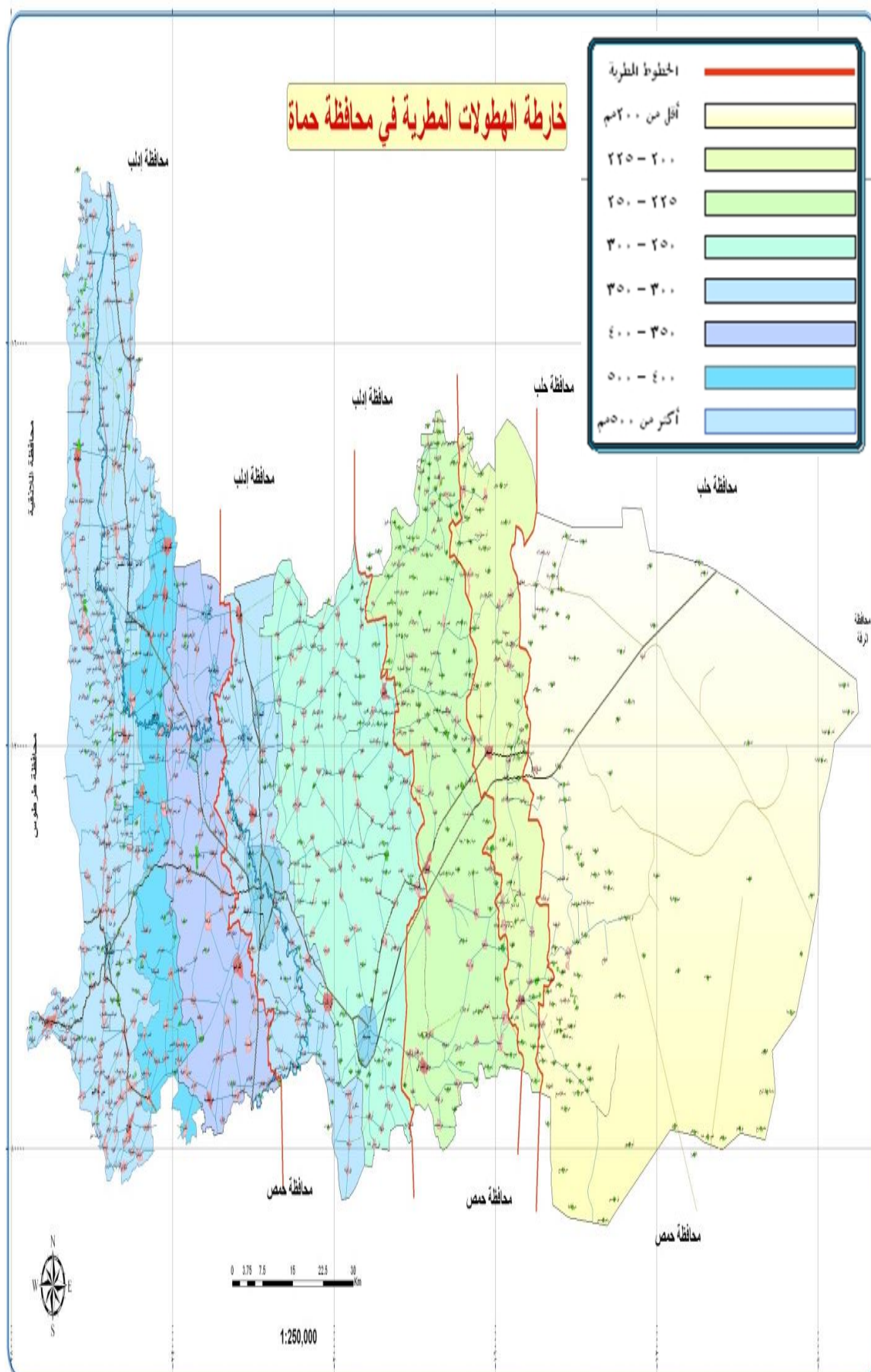
#### 4- منطقة الاستقرار الرابعة (الهامشية):

معدل أمطارها يتراوح بين 200-250/مم ولا يقل عن 200/مم في نصف السنوات المرصودة ولا تصلح إلا للشعير أو المراعي الدائمة.

#### 5- منطقة الاستقرار الخامسة (البادية أو السهوب):

وهي كل ما تبقى من أراضي محافظة حماه وهذه لا تصلح للزراعة البعلية.

يشمل موقع الدراسة بعض قرى من مناطق الاستقرار الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة من محافظة حماه والتي تم جمع عينات التربة منها. ويبين الشكل التالي (1) معدلات الأمطار في محافظة حماه. (دائرة الإحصاء والتخطيط- مديرية زراعة حماه، 2013).



شكل (2): معدلات الأمطار في محافظة حماة

### 3-1- الجغرافية الطبيعية لمحافظة حماه

يغلب على محافظة حماه المظهر الهضابي، بمتوسط ارتفاع نحو 600م، وتنحدر أراضيها انحداراً ضعيفاً باتجاه وادي العاصي، باستثناء منطقة وادي العيون في أقصى الغرب، حيث تنحدر غرباً إلى الساحل المتوسطي، ومع ذلك تظهر عند أطراف أراضي المحافظة الكثير من الجبال، كما تنتصب في بعض مناطقها الوسطى الكثير من الكتل الجبلية متوسطة الارتفاع في حين توجد السهول الفعلية على جانبي نهر العاصي، وفي قطاعه الأدنى في منخفضي العشارنة والغاب، وعلى جوانب الأودية السيلية المنحدرة إلى العاصي، ومن الجبال في محافظة حماه يُذكر الجزء الشرقي من الجبال الساحلية، حيث تشكل سفوحها الشرقية مرآة الصدع الغربية في وادي الغاب الانهدامي، ويصل ارتفاع بعض ذرى تلك الجبال إلى أكثر من 1200م، وإلى الشرق من وادي الغاب يرتفع جبل الزاوية بسفحه الغربي الشديد الانحدار الذي يمثل مرآة الصدع الشرقية، وبارتفاع لا يزيد على 600م، وفي شرقي المحافظة، تظهر بعض الكتل الجبلية من سلسلة الجبال التدمرية الشمالية، ومن أبرزها جبل البلعاس. وفي الجزء الشمالي من المحافظة تمتد سلسلة جبلية متوسطة الارتفاع (500-700م) تُعرف بسلسلة جبال العلا، وإلى الجنوب من وادي العاصي شرقي طريق حماه - حمص، تمتد الكثير من الكتل الجبلية مشكلة سلسلة قصيرة تناظر جبال العلا. غير أن الهضاب تغلب على أراضي المحافظة، ممثلة في هضاب السقيلية ومحددة وكفرهم ومصيف وسلمية، كما تنتصب فوق الهضاب والسهول كثير من التلال الطبيعية والبشرية (أثرية).

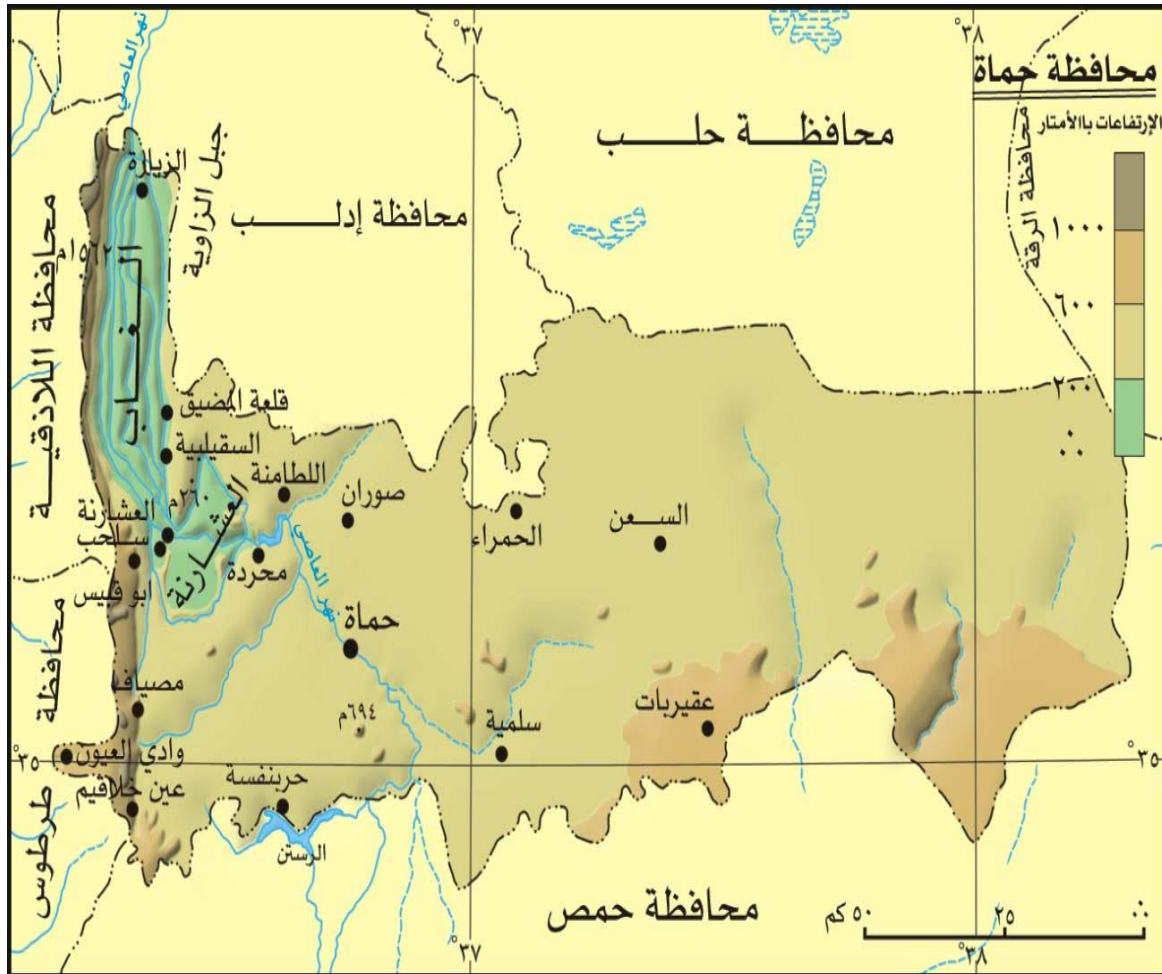
على الرغم من الطبيعة المنبسطة لمعظم هضاب محافظة حماه، فهي تبدو سهولاً ومن أهم سهول المحافظة سهل الغاب وامتداده جنوباً في سهل العشارنة، ويمتد بين جبل الزاوية شرقاً، والجبال الساحلية غرباً على جانبي نهر العاصي، ابتداءً من عتبة قرقور في الشمال حتى قرية العشارنة في الجنوب، بطول نحو 50كم واتساع 10كم. أما سهل العشارنة فهو استمرار جنوبي للغاب على جانبي نهر العاصي، ممتداً من قرية العشارنة حتى شيزر، إضافة إلى ذلك هناك سهول وادي العاصي المعروفة بالأزوار، وسهول الأودية النهرية السيلية التي تشكل روافد العاصي.

تغطي المنحدرات الشرقية الرطبة للجبال الساحلية الغابات الدائمة الخضرة في معظم أجزائها مثل السنديان والقطلب والأرز والدفلة والغار والمتساقطة الأوراق في بعضها مثل الدلب والبلوط والزعرور، كما تسود النباتات شبه الشجرية و الحشائشية في المنطقة شبه الرطبة وشبه الجافة مثل البلان والعيسلان والهندبة والفجيلة والقراص والعاقول والبابونج، كما تنمو في الأجزاء

الجافة الشرقية بعض النباتات المتحملة للجفاف مثل الشيح والحرمل بجانب الأشجار الحراجية الغابية في جبل البلعاس مثل البطم والسويد، وتنمو على ضفاف الأنهار والأراضي المستنقعية نباتات شبه غابية مثل قصب السلال وقصب الماء والهور والصفصاف ونبات السوس (المجموعة الإحصائية الزراعية لعام 2009).

يقدر عدد سكان محافظة حماه في منتصف عام 2010 بـ (1575) ألف نسمة أي بنسبة (7.6%) من إجمالي عدد سكان سورية، وتقسم المحافظة إدارياً إلى (5) مناطق هي منطقة مركز حماه، مصياف، محردة، السقيلية، والسلمية الشكل (3).

يعد نهر العاصي بمثابة شريان الحياة لمحافظة حماه خصوصاً للجزء الغربي منها ما جعلها محافظة زراعية بامتياز (الشكل 1) ومن أهم محاصيلها القمح والشعير، وكذلك الحمص والشوندر السكري الذي يشكل إنتاجها منه ما يقارب (40%) من إنتاج سورية (المجموعة الإحصائية الزراعية لعام 2009).



الشكل رقم (3): المخطط الإداري لمحافظة حماه

تتوزع أراضي حماه على خمس مناطق استقرار حسب معدلات الهطول المطري (جدول 3).

### جدول (3) - مناطق الاستقرار الزراعي في محافظة حماه ومساحاتها مقدرة بالهكتار

الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	إجمالي المساحة
296979	215144	134578	79652	291700	1018053

والجدول التالي يبين استعمالات الأراضي في محافظة حماه ( المساحة مقدرة بالهكتار):

### جدول (4) - الأراضي القابلة للزراعة في محافظة حماه مقدرة بالهكتار

سقي	بعل	سبات	غير مستثمرة	إجمالي المساحة
147078	255885	52188	26818	481969

### جدول (5) - الأراضي غير القابلة للزراعة في محافظة حماه مقدرة بالهكتار

أبنية ومرافق عامة	أنهار وبحيرات	أراضي صخرية ورملية	إجمالي المساحة
57430	6295	79675	143400

أما أهم المحاصيل المزروعة في محافظة حماه فهي القمح والشعير والحمص حيث تقدر المساحة المزروعة بهذه المحاصيل بـ 292182 هكتار. ومن الزراعات الرئيسة أيضاً الخضار (بطاطا وبصل وبطيخ أحمر) وتقدر مساحتها بـ 23128 هكتار، والأشجار المثمرة (زيتون وكروم وفستق حليبي) وتقدر المساحة المزروعة بالأشجار المثمرة بـ 96589 هكتاراً (المجموعة الإحصائية الزراعية لعام 2009).

**3-2: جمع وتجهيز عينات التربة:** لتحقيق هدف الدراسة تم جمع 88 عينة تربة خلال الفترة مابين 2014 /3/1 - 2014 /7/1، من الطبقة السطحية (0-25 cm)، تمثل مناطق الاستقرار الخمس في محافظة حماه، حيث تم جمع 12 عينة فردية 1 كغ وبعد خلطها بشكل جيد، تم أخذ عينة مركبة 1 كغ، ثم تم تجفيف العينات تجفيفاً هوائياً، وتم استبعاد الحجارة والحصى، وبعدها نخلت التربة بمنخل أبعاد ثقوبه 2 mm، ومن ثم حفظت العينات في عبوات بلاستيكية مرفقة ببطاقات تعريف لكل عينة تتضمن أهم المعلومات المتعلقة بها (اسم المنطقة، المحصول المزروع، الري، التسميد، ملاحظات أخرى)، حيث تم جمع 42 عينة من منطقة الاستقرار الأولى و 26 عينة من منطقة



الاستقرار الثانية و 7 عينات من منطقة الاستقرار الثالثة و 5 عينات من منطقة الاستقرار الرابعة و 8 عينات من منطقة الاستقرار الخامسة.

ويوضح الجدول (6) أماكن أخذ العينات وتوزعها على مناطق الاستقرار في محافظة حماه.

الجدول (6) أماكن أخذ العينات

رقم العينة	الموقع	الناحية	المحصول المزروع	الري	المنطقة البيومناخية
1	جورين	الغاب	أشجار مثمرة	مروي	منطقة الاستقرار الاولى
2	شطحة	الغاب	أشجار مثمرة	مروي	
3	الحويجة	الغاب	شوندر	مروي	
4	كفرنودة	الغاب	أشجار مثمرة	مروي	
5	ناعور جورين	الغاب	خضار	مروي	
6	جلاب	الغاب	خضار	مروي	
7	صفلبية	الغاب	شعير	بعل	
8	حورات عمورين	الغاب	خضار	مروي	
9	حيالين	الغاب	قمح	بعل	
10	العوينة	الغاب	فستق	مروي	
11	تل دبين	الغاب	قمح	بعل	
12	عشارنة	الغاب	شوندر	بعل	
13	اصيلة	مصياف	قمح	بعل	
14	المحروسة	مصياف	قمح	بعل	
15	دير ماما	مصياف	بور	بعل	
16	قيرون	مصياف	زيتون	بعل	
17	مصياف جبالية	مصياف	زيتون	بعل	
18	الفندارة	مصياف	قمح	بعل	
19	البياضية	مصياف	خضار	مروي	

	20	متنى قرطمان	مصيف	قمح	بعل
	21	عين حلاقيم	مصيف	قمح	بعل
	22	نيصاف	مصيف	زيتون	بعل
	23	برشين	مصيف	تفاح	مروي
	24	تين السبيل	مصيف	تفاح	مروي
	25	كفر زيتا	محددة	بصل	مروي
	26	كفر هود	محددة	جزر	مروي
	27	حلفايا	محددة	قمح	قمح
	28	شيزر	محددة	بطاطا	مروي
	29	محددة	محددة	قمح	بعل
	30	جرجس	محددة	يانسون	مروي
	31	كفر عميم	حماء	خضار	مروي
	32	كفر الطون	حماء	قطن	مروي
	33	البياض	حماء	بصل أخضر	مروي
	34	تيزين	حماء	أشجار	مروي
	35	متنين	حماء	قمح	بعل
	36	الربيعه	حماء	قمح	بعل
	37	كفر بهم	حماء	قمح	بعل
	38	بللين	حماء	قمح	بعل
	39	بسيرين	حماء	قمح	بعل
	40	البية	حماء	يانسون	مروي
	41	دير الفرديس	حماء	قمح	بعل
	42	تومين	حماء	قمح	بعل
	43	مورك	حماء	فستق حلبي	مروي

منطقة الاستقرار الثانية	44	الحمراء	حماه	شعير	بعل
	45	وسط صوران	حماه	عدس	بعل
	46	غرب صوران	حماه	عدس	بعل
	47	معر دس	حماه	شوندر	مروي
	48	طيبة الامام	حماه	زيتون	بعل
	49	كفراع	حماه	قمح	بعل
	50	معر شحور	حماه	قمح	بعل
	51	قمحانة	حماه	زيتون	مروي
	52	خطاب	حماه	ملوخية	مروي
	53	ارزة	حماه	خضار	مروي
	54	شيجة حماه	حماه	خضار	مروي
	55	كاسون الجبل	حماه	قمح	بعل
	56	مشتل حماه زراعي	حماه	أشجار مثمرة	مروي
	57	الجنان	حماه	باذنجان	مروي
	58	الخالدية	حماه	شوندر خريفي	مروي
	59	معرين الجبل	حماه	خضار	مروي
	60	بحوث حماه زراعي	حماه	شعير	مروي
	61	تقسيس	حماه	عدس	بعل
	62	تل عبد العزيز	سلمية	شعير	بعل
	63	الشيخ علي	سلمية	شعير	بعل
	64	أم تويبة	سلمية	زيتون	مروي
	65	تل عدا	سلمية	شعير	بعل
	66	سلمية	سلمية	شعير	بعل
	67	بركان	سلمية	شعير	بعل

	مروي	زيتون وكرمه	سلمية	الكريم	68
منطقة الاستقرار الثالثة	بعل	شعير	حماه	قلعة الحوايس	69
	بعل	شعير	حماه	الحمدانية	70
	بعل	قمح	سلمية	صبورة	71
	بعل	قمح	سلمية	المبعوجة	72
	مروي	لوز	سلمية	تلتوت	73
	مروي	حمضيات وخضر	سلمية	بري	74
	مروي	زيتون ولوزيات	سلمية	فريتان	75
منطقة الاستقرار الرابعة	بعل	شعير	سلمية	رسم الاحمر	76
	بعل	شعير	سلمية	السعن	77
	بعل	شعير	سلمية	العمية	78
	بعل	شعير	سلمية	عقيربات	79
	بعل	شعير	سلمية	الهريشة	80
منطقة الاستقرار الخامسة	بعل	شعير	البادية	الشيخ هلال	81
	بعل	مراعي	البادية	خارج رسم الاحمر	82
	بعل	مراعي	البادية	فيضة أم قبيبة	83
	بعل	مراعي	البادية	فيضة عبيان	84
	بعل	مراعي	البادية	خارج عمشة ردي	85
	بعل	مراعي	البادية	حسية	86
	بعل	مراعي	البادية	خارج حسية	87
	بعل	مراعي	البادية	فيضة بربر	88

### 3-4: التحاليل المخبرية للتربة :

- تم إجراء بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية على عينات الترب المدروسة ومنها:
  - تقدير pH التربة: تم قياسه في معلق تربة: ماء 1:2.5 باستخدام جهاز قياس الـ pH-meter (McKeague, 1978; McLean, 1982).
  - قياس الموصلية الكهربائية (EC): تم تقديرها في مستخلص مائي للتربة (1:5) بواسطة جهاز قياس الموصلية الكهربائية Conductivity-meter (Richards, 1954).
  - تقدير الكربونات الكلية: أجري القياس بطريقة الكالسيومتر (Bascomb, 1961).
  - تقدير الكلس الفعال بطريقة دورينوغاليه (Drouineau, 1942).
  - تقدير المادة العضوية: بطريقة الأكسدة الرطبة بديكرومات البوتاسيوم في وسط شديد الحموضة (Walkly and Black, 1934).
  - التحليل الميكانيكي وتحديد قوام التربة: وذلك وفق طريقة الهيدرومتر (Bouyoucos, 1962; Day, 1965; FAO, 1974).

### تقدير أشكال الحديد والمنغنيز والزنك والنحاس المتاح في التربة:

تم استخلاص العناصر الصغرى المتاحة التالية (Fe, Mn, Zn, Cu) في مختلف عينات التربة بطريقة DTPA (ثنائي إيتلين ثلاثي أمين خماسي حمض الخل)، تم وزن (1.967 g) من DTPA (0.05M) + (14.92g) من TEA (0.1M) تري إيتانول أمين + (1.47g) من  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (0.01M)، وتمت الإذابة بالماء المقطر، ثم عدل pH المستخلص إلى 7.3 باستخدام HCl وتمديد الحجم إلى 1L، وتم وزن (10g) تربة + (40ml) من محلول الاستخلاص ثم الرج لمدة 2 ساعة، ومن ثم جرى تقدير الكميات المستخلصة باستخدام جهاز الامتصاص الذري نوع shimadzo AA6800، صنع شركة شيمادزو اليابانية، باستخدام لهب هواء - استيلين، عند أطوال امواج 348.3 نانوميتر للحديد، و228.8 نانوميتر للزنك، و324.75 نانوميتر للنحاس، و279.5 نانوميتر للمنغنيز (JONES 2001).

### 3-5: الدراسة الإحصائية:

استخدم برنامج SPSS للتحليل الإحصائي، حيث تم إجراء تحليل تباين عام بين ترب مناطق الاستقرار فيما بينها من حيث محتواها من العناصر الصغرى المتاحة المدروسة، ودرست الفروق المعنوية عند مستوى دلالة 5%. كما درست علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة المدروسة وأهم الخصائص الأساسية للتربة وذلك عند مستوى دلالة 5% و1%، كما درست علاقات الانحدار المتعدد بين خصائص التربة و العناصر المتاحة المدروسة عند مستوى دلالة 5%.

الفصل الثالث:  
عرض ومناقشة النتائج  
الاستنتاجات والمقترحات

رابعاً: عرض النتائج والمناقشة:

1-4: الخصائص الأساسية للترب المدروسة.

1-1-4: بعض الخصائص الأساسية لعينات الترب المدروسة من منطقة الاستقرار الأولى:

يبين الجدول (7) بعض الخصائص الأساسية للترب المدروسة من منطقة الاستقرار الأولى

الجدول (7): الخصائص الأساسية للترب المدروسة من منطقة الاستقرار الأولى

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	pH	EC (1:5) μS/cm	كربونات كلية %	الكلس الفعال %	المادة العضوية %
الأولى	1	جورين	7.76	170	33.55	2.75	5.85
	2	شطحة	7.87	190	40.74	13.00	3.38
	3	الحويجة	7.99	120	5.30	2.75	3.19
	4	كفرنودة	8.03	210	16.68	6.50	3.85
	5	ناعورجورين	7.32	320	47.00	14.50	3.72
	6	جلا ب	7.18	550	24.58	12.00	1.86
	7	صقلبية	7.25	190	15.30	10.25	1.02
	8	حورات عمورين	7.5	190	16.80	10.37	2.14
	9	حيالين	7.85	140	62.31	5.37	3.33
	10	العوينة	7.92	130	1.45	0.81	2.54
	11	تل دبين	7.93	130	2.41	1.87	2.91
	12	عشارنة	7.77	140	1.92	1.60	2.91
	13	اصيلة	7.71	170	3.86	3.00	1.12
	14	المحروسة	8.70	390	2.40	1.50	2.62
	15	دير ماما	7.81	160	1.45	0.31	1.79
	16	قيرون	7.91	120	28.76	3.75	2.73
	17	مصيا ف جبيلية	7.47	190	74.00	2.00	1.02
	18	الفندارة	7.50	200	16.80	11.00	1.12
	19	البياضية	8.48	270	12.5	5.00	3.10
	20	متنى قرطمان	6.15	100	1.00	0.50	1.12
	21	عين حلاقيم	8.28	380	7.71	4.62	4.95

1.86	0.87	1.45	140	7.33	نيساف	22
1.15	0.10	0.48	180	6.61	برشين	23
0.87	0.62	2.40	120	6.75	تين السبيل	24
2.04	12.37	46.40	330	8.34	كفر زيتا	25
2.91	3.25	30.68	220	7.94	كفر هود	26
1.97	1.62	2.87	160	7.76	حلفايا	27
2.44	2.37	2.88	190	7.89	شيزر	28
1.95	13.25	35.50	230	7.42	محرده	29
2.44	2.12	4.31	120	7.89	جرجس	30
0.45	15.50	54.66	220	8.30	كفر عميم	31
1.60	5.5	12.90	190	7.87	كفر الطون	32
2.54	3.50	16.30	130	7.89	البياض	33
0.87	1.25	2.89	200	8.68	تيزين	34
1.04	11.12	26.40	210	8.58	متنين	35
2.73	1.75	2.88	110	7.89	الربيعه	36
2.44	8.50	15.33	160	7.98	كفر بهم	37
2.96	0.19	0.48	120	7.90	بللين	38
1.65	12.12	49.7	200	8.44	بسيرين	39
2.44	1.31	3.36	130	7.95	البية	40
1.39	1.12	1.45	220	7.54	دير الفرديس	41
3.29	2.50	6.93	190	8.07	تومين	42
0.45	0.10	0.48	100	6.15	Minimum	
5.85	15.50	74.00	550	8.70	Maximum	
2.32	5.10	17.54	196.00	7.80	Mean	
1.12	4.75	19.45	87.90	0.52	Std. Deviation	

يتبين من معطيات الجدول (7) أن pH العينات تتباين بين 6.15 (قرطمان) و 8.7 (المحروسة) ، وكان متوسط pH الترب المدروسة  $7.80 \pm 0.52$  وكانت pH العينات خفيفة الحموضة إلى



متوسطة القلوية وكانت معظم العينات متوسطة القلوية وارتفعت القلوية في تربة تيزين و متنين والمحروسة.

كما نلاحظ من خلال الجدول السابق أن الترب المدروسة كانت عموماً غير مالحة إلى خفيفة الملوحة في الطبقة السطحية من التربة في منطقة الاستقرار الأولى، كما أظهرت نتائج تحاليل محتوى التربة من الكربونات الكلية انخفاض محتواه في الترب المدروسة باستثناء تربة مصيف الجبلية، جورين ، شطحة ، حوالي صقلية جلاب ، قيرون ، حيالين ، كفر زيتا ، كفر هود ، محردة ، كفر عميم ، متنين ، الموعة ، بسيرين وأن انخفاض محتوى الترب من هذا المكوّن يمكن أن يعود إلى ارتفاع كمية الأمطار المتساقطة التي لها دور مهم في تطور الترب وفي تجوية كربونات الكالسيوم (Deepthy and Balakrishnan, 2005)، وهذا يتوافق مع الأبحاث التي تؤكد دور العامل المطري في إذابة كربونات الكالسيوم (Royer, 1999)، كما أن للاستخدامات الزراعية دوراً مهماً في ذلك.

تشير نتائج تحليل الكلس الفعال إلى انخفاض واضح لمحتوى الترب المدروسة من الكلس الفعال جدول (7)، باستثناء تربة كفرعميم (15%) وذلك لانخفاض محتوى هذه التربة من الكربونات الكلية حيث يعرف الكلس الفعال على أنه ذلك الجزء الناعم من الكربونات الكلية والتي تماثل أقطاره حبيبات الطين.

كما تظهر النتائج المدونة في الجدول (7) محتوى الترب المدروسة من المادة العضوية، حيث تبين وجود اختلاف في محتوى التربة من المادة العضوية من موقع إلى آخر، ويعود سبب اختلاف المادة العضوية إلى نوع الاستعمال الزراعي، وطبيعة النباتات النامية (Konon *et al*, 2003)، حيث أنها لم ترتفع عن 1% في بعض العينات كفرعميم ، تيزين ،تين السبيل و نلاحظ أنها وصلت حتى 5.85% في قرية جورين ، وكانت معظم العينات متوسطة المحتوى من المادة العضوية.

الجدول (8): قوام الترب المدروسة من منطقة الاستقرار الأولى

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	التحليل الميكانيكي			القوام
			رمل %	سلت %	طين %	
الأولى	1	جورين	36	28	36	طيني لومي
	2	شطحة	28	26	46	طيني لومي
	3	الحويجة	38	12	50	طيني
	4	كفرنودة	40	22	38	طيني لومي
	5	ناعور جورين	20	36	44	طيني
	6	جلا ب	26	18	56	طيني
	7	صقلابية	20	20	60	طيني
	8	حورات عمورين	18	24	58	طيني
	9	حيالين	50	36	14	لومي
	10	العوينة	42	10	48	طيني
	11	تل دبين	40	12	48	طيني
	12	عشارنة	42	10	48	طيني
	13	اصيلة	16	22	62	طيني
	14	المحروسة	26	30	44	طيني
	15	دير ماما	18	16	66	طيني
	16	قيرون	68	26	6	رمل لومي
	17	مصيف جبلية	36	42	22	لومي
	18	الفندارة	16	18	66	طيني
	19	البياضية	44	16	40	طيني
	20	متى قرطمان	28	44	28	طيني لومي
	21	عين حلاقيم	30	36	34	طيني لومي
	22	نيصاف	28	26	46	طيني
	23	برشين	56	34	10	رمل لومي
	24	تين السبيل	52	34	14	لومي

25	كفرزيتا	18	24	58	طيني
26	كفر هود	36	16	48	طيني
27	حلفايا	22	14	64	طيني
28	شيزر	32	16	52	طيني
29	محرده	32	8	60	طيني
30	جرجس	20	16	64	طيني
31	كفر عميم	20	52	28	سلي طيني لومي
32	كفر الطون	12	16	72	طيني
33	البياض	42	24	34	طيني لومي
34	تيزين	14	22	64	طيني
35	متنين	20	26	54	طيني
36	الربيعه	22	24	54	طيني
37	كفريهم	28	20	52	طيني
38	بللين	10	28	62	طيني
39	بسيرين	22	28	50	طيني
40	البية	32	16	52	طيني
41	دير الفرديس	18	22	60	طيني
42	تومين	32	32	46	طيني
Minimum					10
Maximum					72
Mean					29.80
Std. Deviation					12.80

يتضح من الجدول (8) وجود اختلاف في قوام التربة من موقع إلى آخر، وذلك نتيجة لتباين عملية التجوية وتأثير المناخ عليها، واختلاف الاستثمار الزراعي، وقد يعود ذلك لاختلاف مادة الأصل، حيث تراوح بين المتوسط والثقيل، كما تبين النتائج المدونة في الجدول (8).

#### 2-1-4: الخصائص الأساسية للترب المدروسة في منطقتي الاستقرار الثانية والثالثة:

يبين الجدولين (9)، (10) الخصائص الأساسية للترب المدروسة في منطقتي الاستقرار الثانية والثالثة.

الجدول (9): الخصائص الأساسية للترب المدروسة في منطقة الاستقرار الثانية

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	pH	EC (1:5) $\mu\text{S/cm}$	كربونات كلية %	الكلس الفعال %	المادة العضوية %
الثانية	43	مورك	8.39	190	32.10	12.75	1.07
	44	الحمراء	8.82	230	27.80	8.87	0.68
	45	وسط صوران	8.46	190	31.20	9.87	0.44
	46	غرب صوران	8.34	230	30.70	10.75	1.22
	47	معرّس	8.16	480	34.22	12.00	1.18
	48	طيبة الامام	7.36	240	11.57	5.75	0.47
	49	كفراع	8.30	210	45.50	11.25	2.96
	50	معرشحور	8.21	320	24.40	12.37	1.07
	51	قمحانة	8.35	230	67.10	16.25	1.07
	52	خطاب	8.54	290	14.40	6.00	1.16
	53	ارزة	8.11	170	21.60	9.25	1.70
	54	شريحة حمّاه	8.50	230	12.53	5.87	1.04
	55	كاسون الجبل	8.28	250	28.80	10.75	2.72
	56	مشتل حمّاه زراعي	8.65	180	24.00	8.50	0.86
	57	الجنان	7.77	250	58.48	4.85	1.58
	58	الخالدية	8.27	240	24.90	11.50	1.23
	59	معرين الجبل	7.62	250	31.20	13.62	1.12
	60	بحوث حمّاه الزراعي	8.20	170	26.36	12.50	1.12

2.04	14.25	33.6	210	8.29	تقسيس	61	
1.5	18.87	67.11	220	7.92	تل عبد العزيز	62	
1.16	1.35	2.41	190	8.32	الشيخ علي	63	
2.62	10.00	20.60	250	8.39	أم تويبة	64	
2.44	13.75	43.62	190	8.09	تل عدا	65	
2.44	14.12	40.74	190	8.01	سلمية	66	
3.48	3.75	7.67	170	7.91	بركان	67	
1.58	12.00	26.40	270	7.72	الكريم	68	
0.44	1.35	2.41	170	7.36	Minimum		
3.48	18.87	67.11	480	8.82	Maximum		
1.54	10.42	30.35	232	8.19	Mean		
0.79	4.02	16.22	63.10	0.33	Std. Deviation		

يبين الجدول (10) الخصائص الأساسية للترب المدروسة في منطقة الاستقرار الثالثة.

الجدول (10): الخصائص الأساسية للترب المدروسة في منطقة الاستقرار الثالثة.

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	pH	EC (1:5) $\mu\text{S/cm}$	كربونات كلية %	الكلس الفعال %	المادة العضوية %
الثالثة	69	قلعة الحوايس	7.47	190	46.75	10.00	1.58
	70	الحمدانية	8.35	220	12.00	4.75	1.65
	71	صبورة	7.80	280	34.99	11.75	1.97
	72	المبعوجة	7.74	250	25.40	9.25	2.33
	73	تلتوت	7.82	150	11.98	6.00	3.29
	74	بري	7.10	420	5.30	3.00	2.32
	75	فريتان	7.51	260	6.70	4.50	1.58
Minimum			7.10	150	5.30	3.00	1.58
Maximum			8.35	420	46.75	11.57	3.29
Mean			7.68	253	20.45	7.04	2.10
Std. Deviation			0.39	86	15.76	3.29	0.62

يتبين من معطيات الجدولين السابقين أن pH العينات في منطقة الاستقرار الثانية، تراوح بين 7.36 (معدس) و8.82 (الحمراء)، وكان متوسط pH الترب في ترب منطقة الاستقرار الثانية  $8.19 \pm 0.33$  (جدول 11)، وفي منطقة الاستقرار الثالثة  $7.68 \pm 0.39$  (جدول 12)، وكانت معظم العينات متوسطة القلوية في منطقتي الاستقرار الثانية والثالثة، باستثناء تربة الحمراء القلوية. كما نلاحظ من خلال الجدولين السابقين (11 و12)، أن الترب المدروسة كانت عموماً غير مالحة إلى خفيفة الملوحة في الطبقة السطحية من التربة في مناطق الاستقرار الثانية والثالثة. كما أظهرت نتائج تحاليل محتوى التربة من الكربونات الكلية اختلاف محتواها، إذ تذبذبت بين 2.41% (الشيخ علي) - 67.11% (تل عبد العزيز)، كما ارتفع متوسط نسبة الكربونات الكلية في ترب مناطق الاستقرار الثانية مقارنةً بالثالثة. وكانت معظم العينات مرتفعة المحتوى من الكربونات.

تشير نتائج تحليل الكلس الفعال إلى اختلاف واضح لمحتوى الترب المدروسة من الكلس الفعال جدول (11) و(12)، فقد تجاوز تركيزه في بعض العينات 16% (قمحانة)، وذلك لارتفاع محتوى هذه التربة من الكربونات الكلية.

تظهر النتائج المدونة في الجدولين (11 و 12) محتوى الترب المدروسة من المادة العضوية، حيث تبين النتائج وجود اختلاف واضح في محتوى هذه الترب من المادة العضوية من موقع إلى آخر، ويعود سبب اختلاف المادة العضوية إلى طبيعة الاستغلال الزراعي وطبيعة النباتات النامية (Konen *et al*, 2003).

الجدول (11): قوام الترب المدروسة في منطقة الاستقرار الثانية

القوام	التحليل الميكانيكي			الموقع	رقم العينة	منطقة الاستقرار
	طين %	سلت %	رمل %			
طيني	44	32	24	مورك	43	الثانية
رمل طيني لومي	28	22	50	الحمراء	44	
طيني	48	24	28	وسط صوران	45	
طيني	50	22	28	غرب صوران	46	
طيني	60	18	22	معر دس	47	
طيني	84	2	14	طيبة الامام	48	
طيني لومي	34	24	42	كفراع	49	
طيني	56	18	26	معر شحور	50	
طيني لومي	40	18	42	قمحانة	51	
طيني	58	20	22	خطاب	52	
طيني	58	20	22	ارزة	53	
طيني	66	16	18	شيجة حماه	54	
طيني لومي	28	28	44	كاسون الجبل	55	
طيني	62	16	22	مشتل حماه زراعي	56	
طيني	58	20	22	الجنان	57	
طيني	64	18	18	الخالدية	58	
طيني	56	22	22	معرين الجبل	59	
طيني	64	18	18	بحوث حماه زراعي	60	
طيني	46	22	32	تقسيس	61	
طيني لومي	36	32	32	تل عبد العزيز	62	
طيني لومي	28	48	24	الشيخ علي	63	



طيني لومي	30	30	40	أم تويينة	64	
طيني لومي	40	24	36	تل عدا	65	
طيني لومي	32	30	38	سلمية	66	
طيني لومي	28	30	42	بركان	67	
طيني لومي	38	32	30	الكريم	68	
	28	2	14	Minimum		
	84	48	50	Maximum		
	47.54	23.30	29.20	Mean		
	15.06	8.33	9.77	Std. Deviation		

الجدول (12): قوام الترب المدروسة في منطقة الاستقرار الثالثة

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	التحليل الميكانيكي			القوام
			رمل %	سلت %	طين %	
الثالثة	69	قلعة الحوايس	38	32	30	طيني لومي
	70	الحمدانية	28	34	38	طيني لومي
	71	صبورة	42	28	30	طيني لومي
	72	المبعوجة	46	28	26	رمل طيني لومي
	73	تلتوت	48	18	34	رمل طيني لومي
	74	بري	36	26	38	طيني لومي
	75	فريتان	24	22	54	طيني
		Minimum	24	18	26	
		Maximum	48	34	54	
		Mean	37.43	26.86	35.71	
		Std. Deviation	8.92	5.52	9.20	

يتضح من الجدولين (11) و(12) وجود اختلاف في قوام التربة من موقع إلى آخر، حيث تراوح بين المتوسط والثقيل.

#### 4-1-3: الخصائص الأساسية للترب المدروسة في منطقة الاستقرار الرابعة والخامسة:

يبين الجدولين (13) و(14) الخصائص الأساسية للترب المدروسة في منطقة الاستقرار الرابعة والخامسة.

الجدول (13): الخصائص الأساسية للترب المدروسة في منطقة الاستقرار الرابعة

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	pH	EC (1:5) $\mu\text{S/cm}$	كربونات كلية %	الكلس الفعال %	المادة العضوية %
الرابعة	76	رسم الاحمر	7.65	220	47.40	11.25	2.81
	77	السعن	8.36	270	30.20	10.25	1.36
	78	العمية	8.56	260	19.20	8.00	2.04
	79	عقيريات	8.32	250	12.50	7.5	1.07
	80	الهريشة	7.38	350	41.70	14	3.13
Minimum			7.38	220	12.50	7.5	1.07
Maximum			8.56	350	47.40	14	2.04
Mean			8.05	270	30.20	10.20	1.43
Std. Deviation			0.51	48.50	14.68	2.63	0.41

الجدول (14): الخصائص الأساسية للترب المدروسة في منطقة الاستقرار الخامسة

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	pH	EC (1:5) $\mu\text{S/cm}$	كربونات كلية %	الكلس الفعال %	المادة العضوية %
الخامسة	81	الشيخ هلال	8.43	400	7.2	5.87	1.07
	82	خارج رسم الاحمر	7.24	2810	36.91	15.25	1.9

83	فيضة أم قبيبة	8.53	270	29.7	13	1.76
84	فيضة عبيان	7.65	240	49.89	8.75	2.04
85	خارج عمشة ردي	7.55	240	41.7	13.5	1.49
86	حسية	7.52	210	37.39	13.5	1.22
87	خارج حسية	7.33	1380	52.25	9.75	0.54
88	فيضة بربر	7.4	330	43.62	10.75	1.74
Minimum		7.24	210	7.2	5.87	0.54
Maximum		8.53	2810	52.25	15.25	2.04
Mean		7.71	735	37.33	11.30	1.47
Std. Deviation		0.49	924	14.17	3.09	0.50

يتبين من معطيات الجدولين السابقين (13 و 14)، أن pH العينات تراوح بين 7.24 (خارج رسم الأحمر في منطقة الاستقرار الخامسة) و 8.56 (العمية في منطقة الاستقرار الرابعة)، وكانت معظم العينات ذات pH متوسط القلوية وارتفعت القلوية في كل من العمية و فيضة ام قبيبة ويمكن أن يعود ذلك إلى وجود كميات زائدة من كربونات الكالسيوم وكربونات المغنيزيوم وهذا يتوافق مع دراسات عديدة تؤكد أن pH الترب الكلسية يكون في المجال 8 - 8.5 (Tan, 1998) ويتوافق أيضاً مع (Dregne, 1976)، حيث أشار إلى أن ترب المناطق الجافة وشبه الجافة تتميز بارتفاع تركيز كربونات الكالسيوم، كما نلاحظ من خلال الجدول السابق (جدول 14)، أن الترب المدروسة كانت عموماً غير مالحة إلى خفيفة الملوحة في الطبقة السطحية من التربة في مناطق الاستقرار الرابعة، بينما ارتفعت الموصلية الكهربائية في مناطق الاستقرار الخامسة، حيث تراوحت بين 210 و 2810  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (جدول 14)، وهذا يعني أن ترب هذه المنطقة مالحة، وهذا قد يعود إلى ارتفاع معدل التبخر في هذه المنطقة من جهة، وانخفاض معدل الهطول المطري من جهة ثانية (سعد، 2011). وقد وصلت قيمة الموصلية الكهربائية في تربة خارج رسم الأحمر إلى 2810  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ، وقد تعود هذه القيمة المرتفعة إلى تربية الأغنام في هذه المنطقة وما ينتج عنها من مخلفات عضوية.

كما أظهرت نتائج تحاليل محتوى التربة من الكربونات الكلية (جدول 13 و 14) ارتفاع محتواه في الترب المدروسة وخاصة في منطقة الاستقرار الخامسة، إذ تذبذبت بين 12.5% (عقيربات في منطقة الاستقرار الرابعة) - 52.25% (خارج حسيية في منطقة الاستقرار الخامسة). باستثناء منطقة الشيخ هلال 7.2% وأن ارتفاع محتوى الترب من هذا المكون يعود إلى طبيعة الصخور الموجودة (شمشم، 2011) وتعاقب دورات الرطوبة والجفاف مصحوبًا بموسم جاف طويل غير ملائم للغسل العميق لهذه الترب (الدراجي، 2009). وهذا يتوافق مع دراسات عديدة تؤكد ترسب كربونات الكالسيوم في المناطق الجافة وشبه الجافة (Hausenbuiller, 1976).

يبدو جلياً من الجداول (10) و (11) و (12) و (13) و (14)، ارتفاع ملحوظ لمتوسط تركيز الكربونات الكلية ابتداءً من منطقة الاستقرار الأولى وحتى الخامسة، ويعزى ذلك إلى انخفاض معدل الهطول المطري من 350 لمنطقة الاستقرار الأولى إلى أقل من 200 مم في منطقة الاستقرار الخامسة وهذا يتوافق مع الأبحاث التي تؤكد دور العامل المطري في إذابة كربونات الكالسيوم (Royer, 1999).

تشير نتائج تحليل الكلس الفعال إلى اختلاف واضح لمحتوى الترب المدروسة من الكلس الفعال جدول (13)، (14). فقد تجاوز تركيزه في بعض العينات 15% (خارج رسم الأحمر) وذلك لارتفاع محتوى هذه التربة من الكربونات الكلية.

تظهر النتائج المدونة في الجدولين (13)، (14) محتوى الترب المدروسة من المادة العضوية، حيث تظهر النتائج وجود اختلاف بمحتوى الترب من المادة العضوية من موقع إلى آخر، ويعود سبب اختلاف المادة العضوية إلى طبيعة الاستعمال الزراعي وطبيعة النباتات النامية (Konen *et al*, 2003)، ويعزى انخفاض تركيز المادة العضوية في بعض مواقع المناطق الجافة وشبه الجافة إلى ارتفاع الحرارة الذي يؤثر في سرعة تمعدن المادة العضوية، وقلة الغطاء النباتي بسبب قلة الأمطار المتساقطة من جهة أخرى (Buol, 1999).

يبين الجدولان (15) و (16) قوام التربة المدروسة في منطقتي الاستقرار الرابعة والخامسة.

الجدول (15): قوام الترب المدروسة في منطقة الاستقرار الرابعة

القوام	التحليل الميكانيكي			الموقع	رقم العينة	منطقة الاستقرار
	الطين%	السلت%	الرمل%			
طيني لومي	36	38	26	رسم الأحمر	76	الرابعة
طيني لومي	32	28	40	السعن	77	
طيني لومي	32	36	32	العمية	78	
طيني لومي	32	44	24	عقيربات	79	
طيني	48	40	12	الهريشة	80	
	32	28	12	Minimum		
	48	44	40	Maximum		
	36.00	37.20	26.80	Mean		
	6.93	5.93	10.40	Std. Deviation		

الجدول (16): قوام الترب المدروسة في منطقة الاستقرار الخامسة

القوام	التحليل الميكانيكي			الموقع	رقم العينة	منطقة الاستقرار
	الطين%	السلت%	الرمل%			
طيني	48	30	22	الشيخ هلال	81	الخامسة
لومي	14	40	46	خارج رسم الاحمر	82	
طيني	46	32	22	فيضة أم قبيبة	83	
طيني	48	36	18	فيضة عبيان	84	
طيني	54	26	20	خارج عمشة ردي	85	
طيني	54	34	12	حسية	86	

طيني لومي	28	30	42	خارج حسية	87	
رملي طيني لومي	24	24	52	فيضة بربر	88	
	14	24	12	Minimum		
	54	40	52	Maximum		
	39.50	31.50	29.30	Mean		
	15.26	5.21	15.00	Std. Deviation		

يلاحظ من الجدولين السابقين (15، 16) وجود اختلاف في قوام التربة من موقع إلى آخر، وذلك نتيجة لتباين عملية التجوية، وتأثير المناخ عليها ولاختلاف الاستثمار الزراعي، وقد يعود ذلك لاختلاف مادة الأصل، حيث تراوح بين المتوسط والتفيل.

وبين الجدول ( 17 ) متوسط بعض المؤشرات للترب المدروسة في مناطق الاستقرار الخمسة.  
جدول ( 17 ) متوسط بعض المؤشرات الكيميائية للترب المدروسة

المادة العضوية %	الكلس الفعال %	كربونات كلية %	EC (1:5) μS/cm	pH	منطقة الاستقرار
2.32	5.10	17.54	196	7.80	الاولى
1.54	10.42	30.35	232	8.19	الثانية
2.10	7.04	20.45	253	7.68	الثالثة
1.43	10.20	30.20	270	8.05	الرابعة
1.47	11.30	37.33	735	7.71	الخامسة
1.94	7.98	24.07	264	7.91	جميع مناطق الاستقرار

## الحديد المتاح في ترب مناطق الاستقرار في محافظة حماه

4-2: الحديد المتاح في التربة.

4-2-1: محتوى الترب المدروسة من الحديد المتاح.

يبين الجدول التالي محتوى العينات المدروسة من الحديد المتاح .

جدول(18): محتوى الترب من الحديد المتاح في ترب مناطق الاستقرار في محافظة حماه (مغ/ كغ)

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	الحديد المتاح	منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	الحديد المتاح
الاولى	1	جورين	0.41	الاولى	22	نيساف	أثار
	2	شطحة	0.19		23	برشين	0.12
	3	الحويجة	0.05		24	تين السبيل	0.06
	4	كفرنودة	0.19		25	كفرزيتا	0.06
	5	ناعور جورين	0.10		26	كفر هود	0.16
	6	جلاب	0.04		27	حلفايا	0.01
	7	صقلبية	0.05		28	شيزر	0.14
	8	حورات عمورين	0.11		29	محرده	0.13
	9	حيالين	0.09		30	جرجس	0.03
	10	العوينة	0.06		31	كفر عميم	0.20
	11	تل دبين	0.07		32	كفر الطون	0.23
	12	عشارنة	0.05		33	البياض	0.29
	13	اصيلة	0.13		34	تيزين	0.09
	14	المحروسة	0.16		35	متنين	0.09
	15	دير ماما	0.09		36	الربيعة	0.06
	16	قيرون	0.07		37	كفر بهم	0.09
	17	مصيف جبلية	0.05		38	بللين	0.10
	18	الفندارة	0.07		39	بسيرين	أثار
	19	البياضية	0.08		40	البية	أثار
	20	متنى قرطمان	0.09		41	دير الفرديس	0.02
	21	عين حلاقيم	0.11		42	تومين	أثار
RANGE			0.41 – أثار				
MEAN± SD			0.10±0.08				
الثانية	43	مورك	أثار	الثانية	56	مشتل حماه زراعي	0.15
	44	الحمراء	0.04		57	الجنان	أثار
	45	وسط صوران	0.14		58	الخالدية	0.14



0.14	معرين الجبل	59		0.08	غرب صوران	46	
0.06	بحوث حماهزراعي	60		0.09	معر دس	47	
0.16	تقسيس	61		0.19	طبية الامام	48	
0.15	تل عبد العزيز	62		0.25	كفراع	49	
0.08	الشيخ علي	63		0.14	معرش حور	50	
0.15	أم توينة	64		0.10	قمحانة	51	
آثار	تل عدا	65		0.16	خطاب	52	
0.05	سلمية	66		0.06	ارزة	53	
0.10	بركان	67		0.14	شبيحة حماه	54	
0.06	الكريم	68		0.11	كاسون الجبل	55	
			0.25 - آثار		RANGE		
			0.11±0.06		MEAN± SD		
			الثالثة	0.01	قلعة الحوايس	69	الثالثة
آثار	تلتوت	73		0.02	الحمدانية	70	
0.08	بري	74		آثار	صبورة	71	
0.11	فريتان	75		0.17	المبعوجة	72	
			0 – 0.17		RANGE		
			0.06±0.07		MEAN± SD		
			الرابعة	0.06	رسم الاحمر	76	الرابعة
0.02	عقيربات	79		0.04	السعن	77	
0.01	الهريشة	80		0.04	العمية	78	
			0.01-0.06		RANGE		
			0.03±0.02		MEAN± SD		
آثار	خارج عمشة ردي	85	الخامسة	0.01	الشيخ هلال	81	الخامسة
0.08	حسية	86		0.20	خارج رسم	82	
0.09	خارج حسية	87		0.05	فيضة أم قبيبة	83	
0.10	فيضة بربر	88		0.08	فيضة عبيان	84	
			0.20 - آثار		RANGE		
			0.08±0.06		MEAN± SD		
جميع مناطق الاستقرار الزراعي							
0.09±0.07		MEAN± SD		0.41 – آثار		RANGE	

نلاحظ من خلال نتائج الجدول (18)، أن تركيز الحديد المتاح تراوح بين (آثار) في العديد من الترب و(0.41) مغ/ كغ في تربة جورين ، حيث بلغ متوسط محتوى الترب من الحديد المتاح  $0.09 \pm 0.07$ .

وتعود النسبة القليلة لعنصر الحديد المتاح بسبب ميله القوية لتشكيل الأوكسيدات والهيدروكسيدات (Abollino *et al*, 2006)، ومنافسة شوارد الكالسيوم والمغنيزيوم لعنصر الحديد على مواقع التبادل. تبين نتائج تحليل متوسط تركيز الحديد المتاح في الترب حسب مناطق الاستقرار الزراعي أن محتوى ترب منطقة الاستقرار الأولى والثانية كانت ذات تركيز أعلى نسبيا من باقي المناطق، بينما كانت ترب مناطق الاستقرار الثالثة والرابعة والخامسة ذات تركيز منخفض وذلك حسب (Martens and Lindsay, 1990)، وهذا يتوافق مع كل من (شمش، 2011)، ومع (Kabata-Pendias, 2001)، التي وجدت أن نقص إتاحة الحديد يحدث في المناخ الجاف، ويتوافق مع (Han and Banin, 2000)، الذي أكد زيادة إتاحة العناصر الصغرى بزيادة معدل الهطول المطري.

يمكن أن يتحول الحديد في ظروف الأكسدة الجيدة و (pH) المائل للقلوية من حديد ثنائي إلى ثلاثي مركباته غير ذوابة، و يقل تركيز الحديد المتاح في التربة. فضلاً عن ذلك فإن تركيز الفوسفات في التربة يؤدي إلى ظهور أعراض نقص الحديد حيث يعمل على تثبيت شوارد الحديد في التربة ضمن مركبات غير ذوابة ( ديب، 1993) . وعليه فإن الترب والتي تحتوي تراكيز عالية نسبيا من الحديد قد لا تكون متاحة للنبات في ظروف التربة المتعادلة بسبب زيادة في تركيز الفوسفات ومن جهة أخرى فإن تركيز الحديد في المواقع التي تقع ضمن الترب المعتدلة المائلة للقلوية منخفض؛ مما قد يسبب ظهور أعراض عوز الحديد على النباتات . إن هذا الانخفاض الحاد في تركيز الحديد القابل للإفادة في جميع مناطق الاستقرار يجعل من الضروري الاهتمام بعمليات التسميد بعنصر الحديد.

### 3-4: المنغنيز المتاح في التربة.

### 1-3-4: محتوى الترب المدروسة من المنغنيز المتاح.

يبين الجدول التالي محتوى العينات المدروسة من المنغنيز المتاح.

جدول (19): محتوى الترب من المنغنيز المتاح في ترب مناطق الاستقرار في محافظة حماه (مغ/ كغ)

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	المنغنيز المتاح	منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	المنغنيز المتاح
الاولى	1	جورين	0.64	الاولى	22	نيصاف	0.08
	2	شطحة	0.30		23	برشين	3.08
	3	الحويجة	0.62		24	تين السبيل	9.66
	4	كفرنودة	0.61		25	كفرزيتا	1.95
	5	ناعور جورين	0.66		26	كفر هود	0.56
	6	جلاّب	1.22		27	حلفايا	0.05
	7	صقلبية	0.08		28	شيزر	0.72
	8	حورات عمورين	0.07		29	محرّدة	0.16
	9	حيالين	0.71		30	جرجس	0.65
	10	العويّنة	0.16		31	كفر عميم	0.19
	11	تل دبّين	0.14		32	كفر الطون	0.22
	12	عشارنة	0.33		33	البياض	0.39
	13	اصيلة	0.09		34	تيزين	0.74
	14	المحروسة	0.34		35	متنين	0.50
	15	دير ماما	0.21		36	الربيعة	0.09
	16	قيرون	1.19		37	كفر بهم	0.10
	17	مصيف جبليّة	0.17		38	بلالين	0.49
	18	الفندارة	0.26		39	بسيرين	1.24
	19	البياضية	2.75		40	البيّة	0.19
	20	متنى قرطمان	5.79		41	دير الفرديس	0.01
	21	عين حلاقيم	3.99		42	تومين	1.11
RANGE			0.01– 9.66				
MEAN± SD			1.01±1.79				
الثانية	43	مورك	1.13	الثانية	56	مشتل حماه زراعي	0.39
	44	الحمراء	1.02		57	الجنان	1.34
	45	وسط صوران	1.05		58	الخالدية	0.39
	46	غرب صوران	2.19		59	معرين الجبل	0.57

0.20	بحوث حماهزراعي	60		0.17	معر دس	47	
0.22	تقسيس	61		0.15	طبية الامام	48	
0.17	تل عبد العزيز	62		1.31	كفراع	49	
0.25	الشيخ علي	63		0.21	معر شحور	50	
0.32	أم توينة	64		1.05	قمحانة	51	
0.22	تل عدا	65		0.33	خطاب	52	
0.27	سلمية	66		0.51	ارزة	53	
0.33	بركان	67		0.22	شريحة حماه	54	
0.20	الكريم	68		0.91	كاسون الجبل	55	
			0.15–2.19		RANGE		
			0.58±0.51		MEAN± SD		
			الثالثة	1.82	قلعة الحوايس	69	الثالثة
0.05	تلتوت	73		1.22	الحمدانية	70	
1.60	بري	74		0.31	صبورة	71	
0.68	فريتان	75		1.23	المبعوجة	72	
			0.05 – 1.82		RANGE		
			0.99±0.66		MEAN± SD		
			الرابعة	0.09	رسم الاحمر	76	الرابعة
0.51	عقيربات	79		1.79	السعن	77	
0.39	الهريشة	80		2.03	العمية	78	
			0.09 – 2.03		RANGE		
			0.96±0.88		MEAN± SD		
0.42	خارج عمشة ردي	85	الخامسة	0.68	الشيخ هلال	81	الخامسة
0.05	حسية	86		0.32	خارج رسم	82	
0.21	خارج حسية	87		0.49	فيضة أم قبيبة	83	
1.16	فيضة بربر	88		0.10	فيضة عبيان	84	
			0.05 - 1.16		RANGE		
			0.43±0.36		MEAN± SD		
جميع مناطق الاستقرار الزراعي							
0.83±1.31		MEAN± SD		0.01– 9.66		RANGE	

يتضح من الجدول (19) أن تركيز المنغنيز المتاح كان منخفضاً في أغلب المواقع وكان كافياً في بعض ترب منطقة الاستقرار الأولى والرابعة باستثناء (تين السبيل) حيث وصل محتوى التربة من المنغنيز 9.66 مغ/كغ، والمحتوى المرتفع يمكن أن يعزى لانخفاض pH التربة وهذا يتوافق مع (Devdas, and Kunal 2013)، حيث كان pH التربة (6.75) في تربة تين السبيل وكذلك بسبب المحتوى المنخفض من كربونات الكالسيوم والكلس الفعال حيث انخفض محتوى التربة من كربونات الكالسيوم إلى (2.40%) في تين السبيل، وتراوح بين 0.01 (دير الفرديس) و 9.66 (تين السبيل) مغ/كغ. وبلغ المتوسط العام لهذا العنصر 0.83 مغ/كغ لمختلف ترب مناطق الاستقرار المدروسة.

تبين نتائج تحليل متوسط تركيز المنغنيز المتاح في الترب حسب مناطق الاستقرار الزراعي أن ترب المنطقة الأولى كانت ذات تركيز حدي، بينما كانت ترب المنطقة الثانية والثالثة والرابعة والخامسة ذات تركيز منخفض وذلك حسب (Martens and Lindsay, 1990)، وعموماً يلاحظ انخفاض متوسط تركيز هذا الشكل ابتداءً من ترب منطقة الاستقرار الأولى (1.01) مغ/كغ، وحتى منطقة الاستقرار الخامسة (0.43) مغ/كغ، ويعود هذا الانخفاض إلى ارتفاع كل من الـ pH والكربونات الكلية في هذه الترب (Sharma *et al*, 2011)، حيث يؤثر (pH) التربة في شوارد المنغنيز فتتحول الشوارد الثنائية إلى ثلاثية في الترب المائلة للقلوية مما يقلل من إتاحيته للنبات (Welch, 2003).

إن انخفاض تركيز الشكل المتاح من المنغنيز يستدعي الاهتمام بعملية التسميد بهذا العنصر.

#### 4-4: الزنك المتاح في التربة.

#### 4-4-1: محتوى الترب المدروسة من الزنك المتاح.

يبين الجدول (20) محتوى العينات المدروسة من الزنك المتاح.

جدول (20): محتوى الترب من الزنك المتاح في ترب مناطق الاستقرار في محافظة حماه (مغ/كغ)

الزنك المتاح	الموقع	رقم العينة	منطقة الاستقرار	الزنك المتاح	الموقع	رقم العينة	منطقة الاستقرار
0.35	نيساف	22	الاولى	0.28	جورين	1	الاولى
0.19	برشين	23		0.11	شطحة	2	
0.18	تين السبيل	24		0.14	الحويجة	3	
0.13	كفر زيتا	25		0.2	كفرنودة	4	
0.14	كفر هود	26		0.07	ناعور جورين	5	
0.21	حلفايا	27		0.05	جلاب	6	
0.15	شيزر	28		0.04	صقلابية	7	
0.06	محرده	29		0.02	حورات عمورين	8	
0.17	جرجس	30		0.15	حيالين	9	
0.16	كفر عميم	31		0.15	العوينة	10	
0.12	كفر الطون	32		0.19	تل دبين	11	
0.14	البياض	33		0.15	عشارنة	12	
0.09	تيزين	34		0.17	اصيلة	13	
0.14	متنين	35		0.11	المحروسة	14	
0.12	الربيعه	36		0.09	دير ماما	15	
0.13	كفر بهم	37		0.16	قيرون	16	
0.12	بللين	38		0.09	مصيف جبليه	17	
0.09	بسيرين	39		0.08	الفندارة	18	
0.19	البية	40		0.24	البياضية	19	
0.14	دير الفرديس	41		0.22	متنى قرطمان	20	
0.17	تومين	42		0.37	عين حلاقيم	21	
			0.02– 0.37		RANGE		
			0.15±0.07		MEAN± SD		
0.10	مشتل حماه زراعي	56	الثانية	0.08	مورك	43	الثانية
0.12	الجنان	57		0.12	الحمراء	44	
0.08	الخالدية	58		0.16	وسط صوران	45	
0.12	معرين الجبل	59		0.15	غرب صوران	46	
0.12	بحوث حماهزراعي	60		0.08	معردس	47	

0.17	تفسييس	61		0.04	طبية الامام	48	
0.14	تل عبد العزيز	62		0.11	كفراع	49	
0.35	الشيخ علي	63		0.11	معرشحور	50	
0.16	أم توية	64		0.14	قمحانة	51	
0.17	تل عدا	65		0.11	خطاب	52	
0.12	سلمية	66		0.25	ارزة	53	
0.31	بركان	67		0.10	شيحة حماء	54	
0.29	الكريم	68		0.25	كاسون الجبل	55	
			0.04 – 0.35		RANGE		
			0.15±0.07		MEAN± SD		
			الثالثة	0.11	قلعة الحوايس	69	الثالثة
0.12	تلتوت	73		0.08	الحمدانية	70	
0.27	بري	74		0.16	صبورة	71	
0.15	فريتان	75		0.14	المبعوجة	72	
			0.08 – 0.27		RANGE		
			0.15±0.06		MEAN± SD		
			الرابعة	0.08	رسم الاحمر	76	الرابعة
0.11	عقيربات	79		0.09	السعن	77	
0.14	الهريشة	80		0.11	العمية	78	
			0.08 - 0.14		RANGE		
			0.11±0.02		MEAN± SD		
0.12	خارج عمشة ردي	85	الخامسة	0.11	الشيخ هلال	81	الخامسة
0.15	حسية	86		0.13	خارج رسم	82	
0.12	خارج حسية	87		0.13	فيضة أم قبيبة	83	
0.18	فيضة بربر	88		0.13	فيضة عبيان	84	
			0.11- 0.18		RANGE		
			0.13±0.02		MEAN± SD		
جميع مناطق الاستقرار الزراعي							
0.15±0.07		MEAN± SD		0.02- 0.37		RANGE	

يتضح من الجدول أن تركيز الزنك المتاح تراوح بين 0.02 مغ/ كغ حورات عمورين و 0.37 مغ/ كغ عين حلاقيم بمتوسط 0.15 مغ/ كغ، ويتضمن هذا الشكل كلا من الزنك المدمص بشكل ضعيف في التربة وبشكل خاص الزنك المرتبط بسطح التربة بقوة الكترولستاتية، والزنك الذي يتحرر بعملية

التبادل الأيوني. ويعد هذا التركيز أقل مما يحتاجه النبات (Shuman, 1991)، لذلك من المتوقع أن يعتمد النبات على الأشكال الأخرى من الزنك (المرتبط بالكربونات، المرتبط بالمادة العضوية)، لتلبية احتياجاته، وهذا يتوافق مع دراسات عديدة (Minkina *et al*, 2008; Chen, 2009).

تبين نتائج تحليل متوسط تركيز الزنك المتاح في الترب حسب مناطق الاستقرار الزراعي أن ترب المنطقة الأولى والثانية الثالثة والرابعة والخامسة كانت ذات تركيز منخفض وذلك حسب (Martens and Lindsay, 1990)، وبالرغم من انخفاض تركيز هذا الشكل في جميع ترب مناطق الاستقرار، إلا أن انخفاضاً نسبياً يلاحظ في الترب من منطقة الاستقرار الأولى وحتى الخامسة، وذلك بسبب ارتفاع تركيز كربونات الكالسيوم وارتفاع درجة الـ pH في ترب المناطق الجافة وشبه الجافة مما يقلل من إتاحة الزنك (Arunachalam *et al*, 2013; Doberman and Fairhurst, 2000).

تتوقف كمية الزنك القابل للإفادة على نوع التربة ودرجة حموضتها إذ إن أغلب حالات النقص لوحظت في الترب التي يقع تفاعلها (pH) بين (4-8)، ويعزى ذلك إلى ترسب شوارد الزنك على شكل هيدروكسيدات (Barrow, 1986). يكون هذا العنصر شاردة الزنكات التي تحمل شحنة سالبة تستطيع أن تتحد مع الكالسيوم لتعطي زنكات الكالسيوم الضعيفة الذوبان في الترب القاعدية أما في الترب الحامضية فإنها تتحد مع هيدروكسيدات الحديد والألومنيوم مكونة مركبات أكثر تعقيداً. وهذا ما يلاحظ في مواقع منطقة الدراسة كلها حيث يكون فيها تركيز الزنك المتاح قليلاً جداً وتراوح بين (0.02-0.37 ppm). كذلك فإن زيادة تركيز الفوسفات يؤدي إلى ظهور أعراض نقص الزنك على النبات، والعلاقة زنك- فوسفات ليست علاقة بسيطة إنما هي علاقة يتدخل ويؤثر فيها عوامل أخرى (Alloway, 2004). إن انخفاض تركيز الشكل المتاح من الزنك يستدعي الاهتمام بعملية التسميد بهذا العنصر.



#### 4-5: النحاس المتاح في التربة.

#### 4-5-1: محتوى الترب المدروسة من النحاس المتاح :

يبين الجدول التالي محتوى العينات المدروسة من النحاس المتاح.

جدول (21): محتوى الترب من النحاس المتاح في ترب مناطق الاستقرار في محافظة حماه (مغ/ كغ)

منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	النحاس المتاح	منطقة الاستقرار	رقم العينة	الموقع	النحاس المتاح
الاولى	1	جورين	0.34	الاولى	22	نيصاف	0.48
	2	شطحة	0.43		23	برشين	1.37
	3	الحويجة	0.37		24	تين السبيل	3.14
	4	كفرنودة	0.50		25	كفرزيتا	0.38
	5	ناعور جورين	0.14		26	كفر هود	0.43
	6	جلا ب	0.53		27	حلفايا	0.51
	7	صقلبية	0.46		28	شيزر	0.54
	8	حورات عمورين	0.41		29	محرده	0.37
	9	حيالين	0.20		30	جرجس	0.48
	10	العوينة	0.45		31	كفر عميم	0.47
	11	تل دببن	0.40		32	كفر الطون	0.57
	12	عشارنة	0.40		33	البياض	0.43
	13	اصيلة	0.46		34	تيزين	0.52
	14	المحروسة	0.46		35	متنين	0.54
	15	دير ماما	0.43		36	الربيعه	0.55
	16	قيرون	0.30		37	كفر بهم	0.59
	17	مصيف جبليه	0.48		38	بلالين	0.38
	18	الفندارة	0.40		39	بسيرين	0.39
	19	البياضية	0.36		40	البية	0.65
	20	متنى قرطمان	1.22		41	دير الفرديس	0.56
	21	عين حلاقيم	0.63		42	تومين	0.56
RANGE			0.14– 3.14				
MEAN± SD			0.55±0.46				
الثانية	43	مورك	0.63	الثانية	56	مشتل حماه زراعي	1.02
	44	الحمراء	0.53		57	الجنان	0.35
	45	وسط صوران	0.62		58	الخالدية	0.51
	46	غرب صوران	0.42		59	معرين الجبل	0.41

0.78	بحوث حماهزراعي	60		0.27	معر دس	47	
0.25	تقسيس	61		0.73	طبية الامام	48	
0.10	تل عبد العزيز	62		0.36	كفراع	49	
1.22	الشيخ علي	63		0.43	معرش حور	50	
0.39	أم توينة	64		0.42	قمحانة	51	
0.30	تل عدا	65		0.53	خطاب	52	
0.98	سلمية	66		0.38	ارزة	53	
0.59	بركان	67		0.43	شريحة حماه	54	
0.48	الكريم	68		0.39	كاسون الجبل	55	
			0.10 – 1.21		RANGE		
			0.52±0.25		MEAN± SD		
			الثالثة	0.40	قلعة الحوايس	69	الثالثة
0.43	تلتوت	73		0.39	الحمداية	70	
0.61	بري	74		0.83	صبورة	71	
0.43	فريتان	75		0.51	المبعوجة	72	
			0.39 – 0.83		RANGE		
			0.51±0.16		MEAN± SD		
			الرابعة	0.53	رسم الاحمر	76	الرابعة
0.59	عقيربات	79		0.43	السعن	77	
0.49	الهريشة	80		0.25	العمية	78	
			0.25 - 0.59		RANGE		
			0.46±0.13		MEAN± SD		
0.46	خارج عمشة ردي	85	الخامسة	0.47	الشيخ هلال	81	الخامسة
0.42	حسية	86		0.39	خارج رسم	82	
0.58	خارج حسية	87		0.42	فيضة أم قبيبة	83	
0.45	فيضة بربر	88		0.53	فيضة عبيان	84	
			0.39 - 0.58		RANGE		
			0.46±0.06		MEAN± SD		
جميع مناطق الاستقرار الزراعي							
0.53±0.35		MEAN± SD		0.10 – 3.14	RANGE		

نلاحظ من الجدول (21) أن محتوى الترب من النحاس المتاح تراوح بين ( 0.10 تربة تل عبد العزيز)، و3.14 ( تين السبيل ) وبلغ المتوسط العام لمحتوى هذه الترب من النحاس 0.53 مغ/ كغ .

يعد النحاس أقل العناصر الصغرى حركية بسبب قدرته الكبيرة على التفاعل مع المعادن والمركبات العضوية ذات الأوزان الجزيئية الكبيرة ( Kabata-Pendias, 2001; McBride, 1981; Adriano, 2001). تبين نتائج تحليل متوسط تركيز النحاس المتاح في الترب حسب مناطق الاستقرار الزراعي أن ترب المنطقة الأولى والثانية والثالثة كانت ذات تركيز كافٍ والرابعة والخامسة كانت ذات تركيز حدي وذلك حسب (Martens and Lindsay, 1990)، ويلاحظ من الجدول (21) انخفاض تدريجي في محتوى الترب من هذا الشكل اعتباراً من منطقة الاستقرار الأولى وحتى الخامسة.

إن أيونات النحاس من أكثر أيونات العناصر ادمصاصاً على المعقدات الغروية للتربة لذلك فإن حركتها ضعيفة وهجرتها من التربة شبه معدومة لأنها تشكل مع الغرويات العضوية (الدبال) مركبات معقدة ضعيفة الذوبان غير مفيدة آنياً للنبات . يوجد النحاس في التربة على صورة نحاس ثنائي التكافؤ مرتبط في فلزات هذا العنصر ومدمص على سطوح الغرويات العضوية والمعدنية وذائب في محلول التربة .

إن ارتفاع (pH) التربة يعمل على تخفيض كمية النحاس القابل للإفادة (Welch، 2003)، إذ يترسب على صورة هيدروكسيد النحاس، و يلاحظ انخفاض تركيز النحاس بسبب (pH) التربة المائل للقلوية ، كما أن زيادة تراكيز الفوسفات والحديد المتاحة للنبات يقلل من امتصاص النحاس (Mortvedt، 1991) .

#### 4-6: متوسط تركيز العناصر الصغرى المدروسة في مناطق الاستقرار الزراعي:

يبين الجدول ( 22 ) متوسط تركيز العناصر الصغرى المدروسة في مناطق الاستقرار الزراعي في حماه.

جدول(22) متوسط تركيز العناصر الصغرى المدروسة

منطقة الاستقرار	Fe	Mn	Zn	Cu
الأولى	0.10	1.01	0.15	0.55
الثانية	0.11	0.58	0.15	0.52
الثالثة	0.06	0.99	0.15	0.51
الرابعة	0.03	0.96	0.11	0.46
الخامسة	0.08	0.43	0.13	0.46
جميع مناطق الاستقرار	0.09	0.83	0.15	0.53

إن محتوى التربة من العناصر الصغرى منخفض جداً " عدا عنصر النحاس و يعود ذلك إلى تأثير المناخ السائد من جهة و ظروف التربة وصفاتها ذات pH المائلة للقلوية التي تؤدي إلى تحول العناصر إلى صورة غير متاحة ، بالإضافة الى استنزاف بعض العناصر من قبل النبات .  
إن العامل المهم أيضاً في الترب الكلسية (إضافة لكاربونات الكالسيوم) هو العامل المطري الذي يؤدي دوراً مهماً في إتاحة العناصر الصغرى لنظام تربة \_ نبات في ترب المناطق الجافة، حيث تزداد بزيادة معدل الهطول المطري (Han and Banin, 2000).

#### 4-7: معنوية الفروق بين مناطق الاستقرار بالنسبة للعناصر الصغرى المتاحة في الترب المدروسة.

يبين الجدول (23) معنوية الفروق بين مناطق الاستقرار بالنسبة للعناصر الصغرى المتاحة بالترب بالاعتماد على اختبار LSD وذلك عند مستوى ( $P < 0.05$ ).

جدول (23): معنوية الفروق بين مناطق الاستقرار بالنسبة للعناصر الصغرى المتاحة بالترب بالاعتماد على اختبار LSD

مناطق الاستقرار		Fe	Mn	Cu	Zn
الأولى	الثانية	-0.015	0.429	0.008	-0.006
	الثالثة	0.036	0.024	0.013	-0.003
	الرابعة	0.058	0.052	0.069	0.042
	الخامسة	0.017	0.580	0.062	0.014
الثانية	الثالثة	0.050	-0.404	0.005	0.003
	الرابعة	0.073	-0.377	0.061	0.047
	الخامسة	0.032	0.151	0.054	0.019
الثالثة	الرابعة	0.023	0.028	0.056	0.045
	الخامسة	-0.019	0.555	0.049	0.017
الرابعة	الخامسة	-0.041	0.527	-0.007	-0.028

يبين الجدول ( 23 ) تفوق منطقة الاستقرار الأولى و الثانية على جميع مناطق الاستقرار الزراعي من حيث محتواها من الحديد والزنك المتاحين و لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين مناطق الاستقرار الزراعي الخمسة .و تفوقت منطقة الاستقرار الأولى على جميع مناطق الاستقرار الزراعي من حيث محتواها من المنغنيز المتاح والنحاس المتاح و لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين مناطق الاستقرار الزراعي الخمسة .

#### 4-7: علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة

يعتمد النمو الجيد للنبات على توفر المغذيات المتاحة التي تتأثر إتاحتها للنبات بخصائص التربة مثل قوام التربة، ودرجة حموضتها، والكربونات الكلية، والمادة العضوية، وسعة التبادل الكاتيوني (Bell and Dell, 2008; Wijebandara, 2011)، وتبين الجداول ( 24،25،26،27،28،29 ) علاقات الارتباط بين الأشكال الكيميائية المتاحة للعناصر الصغرى وخصائص الترب المدروسة.

يبين الجدول (24) علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الأولى.

جدول (24): علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الأولى

Silt	Clay	Sand	TOM	Active lime	CaCO <sub>3</sub>	EC	pH	
-0.162	0.148	0.070	0.365(*)	0.105	0.179	0.038	0.077	Fe
0.380(*)	-0.501(**)	0.348(*)	-0.101	-0.180	-0.151	0.015	-0.429(**)	Mn
0.259	-0.378(*)	0.284	-0.331(*)	-0.279	-0.286	-0.161	-0.503(**)	Cu
-0.162	-0.337(*)	0.311(*)	0.407(**)	-0.421(**)	-0.273	-0.117	0.033	Zn

\*\* : فرق معنوي (P < 0.01)

\* : فرق معنوي (P < 0.05)

يتبين من الجدول (24) وجود علاقة ارتباط معنوية إيجابية واضحة بين محتوى التربة من الحديد المتاح والمادة العضوية وهذا يتوافق مع (Kingsley *et al.*, 2019) ارتبط المنغنيز بعلاقة ارتباط معنوية سلبية قوية مع الـ pH وهذا يتوافق مع (Ibrahim *et al.*, 2011). بينما ارتبط هذا الشكل بعلاقة ارتباط سلبية مع الطين. ارتبط النحاس بعلاقة ارتباط معنوية سلبية قوية مع الـ pH وهذا يتوافق مع (Devdas, 2013 and Kunal, 2013)، كما ارتبط هذا الشكل بعلاقة ارتباط سلبية مع المادة العضوية. كما يبين الجدول علاقة ارتباط معنوية سلبية مع الطين وهذا يتوافق مع (Kingsley *et al.*, 2019). ارتبط الزنك بعلاقة ارتباط معنوية إيجابية قوية مع المادة العضوية وهذا يتوافق مع (Kumar and Babel, 2011)، كما ارتبط هذا الشكل بعلاقة ارتباط معنوية قوية مع الكلس الفعال وهذا يتوافق مع (شمشم، 2011). كما ارتبط هذا الشكل بعلاقة ارتباط سلبية معنوية مع الطين وهذا يتوافق مع (Kingsley *et al.*, 2019).

يبين الجدول (25) علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الثانية.

جدول (25): علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الثانية

Silt	Clay	Sand	TOM	Active lime	CaCO <sub>3</sub>	EC	pH	
-0.287	0.195	-0.056	0.024	0.002	-0.175	0.097	0.023	Fe
0.006	-0.167	0.253	-0.043	-0.01	0.329	-0.132	0.24	Mn
0.206	0.020	-0.207	-0.226	-0.467(*)	-0.490(*)	-0.372	0.128	Cu
0.691(**)	-0.595(**)	0.329	0.444(*)	-0.283	-0.269	-0.287	-0.91	Zn

\*\* : فرق معنوي (P < 0.01)

\* : فرق معنوي (P < 0.05)

يتبين من الجدول (25) عدم وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من الحديد و المنغنيز المتاحين مع خصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الثانية.

ارتبط النحاس بعلاقة ارتباط معنوية سلبية قوية مع كل من الكربونات الكلية و الكلس الفعال وهذا يتوافق مع (شمشم 2011)، و ارتبط الزنك بعلاقة ارتباط معنوية إيجابية قوية مع المادة العضوية وهذا يتوافق مع (Kumar and Babel, 2011) ، وعلاقة ارتباط سلبية معنوية مع الطين .

يبين الجدول (26) علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الثالثة.

جدول (26): علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الثالثة

Silt	Clay	Sand	TOM	Active lime	CaCO <sub>3</sub>	EC	pH	
-0.110	0.148	-0.025	-0.062	-0.178	-0.280	0.360	-0.306	Fe
0.674	-0.146	-0.266	-0.497	-0.112	0.226	0.345	-0.338	Mn
-0.12	-0.282	0.298	0.055	0.425	0.199	0.541	-0.211	Cu
-0.242	0.122	0.024	0.144	-0.304	-0.313	0.915(**)	-0.803(*)	Zn

\*\* : فرق معنوي (P < 0.01)

\* : فرق معنوي (P < 0.05)

يتبين من الجدول (26) عدم وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من العناصر الصغرى المتاحة مع خصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الثالثة باستثناء الزنك الذي ارتبط بعلاقة ارتباط إيجابية معنوية قوية مع ال EC (keshavarz *et al*, 2006) حيث وجدوا زيادة في إتاحة الزنك مع زيادة ملوحة التربة، و ارتبط بعلاقة ارتباط سلبية معنوية مع ال pH. يبين الجدول (27) علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الرابعة.

جدول (27): علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الرابعة

Silt	Clay	Sand	TOM	Active lime	CaCO <sub>3</sub>	EC	pH	
-0.415	-0.460	0.545	-0.135	-0.144	0.352	-0.760	0.122	Fe
-0.682	-0.516	0.736	0.658	-0.449	-0.488	-0.022	0.784	Mn
0.504	0.222	-0.437	-0.899(*)	0.218	0.203	-0.096	-0.491	Cu
0.386	0.720	-0.703	0.382	0.408	-0.176	0.921(*)	-0.348	Zn

\*\* : فرق معنوي (P < 0.01)

\* : فرق معنوي (P < 0.05)

يتبين من الجدول (27) عدم وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من العناصر الصغرى المتاحة مع خصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الرابعة باستثناء الزنك الذي ارتبط بعلاقة ارتباط إيجابية معنوية قوية مع ال EC (keshavarz *et al*, 2006) حيث وجدوا زيادة في إتاحة الزنك مع زيادة ملوحة التربة. وكما أن النحاس ارتبط بعلاقة ارتباط سلبية معنوية مع المادة العضوية.

يبين الجدول (28) علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الخامسة.

جدول (28): علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الخامسة

Silt	Clay	Sand	TOM	Active lime	CaCO <sub>3</sub>	EC	pH	
0.597	-0.818(*)	0.626	0.321	0.449	0.370	0.794*	-0.611	Fe
-0.667	-0.306	0.525	0.147	-0.224	-0.304	-0.178	0.187	Mn
-0.217	0.042	0.054	-0.456	-0.613	0.454	-0.149	-0.217	Cu
-0.309	-0.270	0.379	0.340	0.218	0.285	-0.213	-0.342	Zn

\*: فرق معنوي (P < 0.05) \*\*: فرق معنوي (P < 0.01)

يتبين من الجدول (28) عدم وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من العناصر الصغرى المتاحة مع خصائص التربة المدروسة في منطقة الاستقرار الخامسة باستثناء الحديد الذي ارتبط بعلاقة ارتباط إيجابية معنوية قوية مع ال EC وعلاقة ارتباط سلبية مع الطين. يبين الجدول (29) علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في جميع مناطق الاستقرار الزراعي.

جدول (29): علاقات الارتباط بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة في جميع مناطق الاستقرار الزراعي

Silt	Clay	Sand	TOM	Active lime	CaCO <sub>3</sub>	EC	pH	
-0.067	-0.024	0.070	0.252(*)	0.039	0.054	0.130	0.027	Fe
0.244(*)	-0.380(**)	0.305(**)	-0.18	-0.211(*)	-0.142	0.060	-0.295(**)	Mn
0.182	-0.231*	0.160	-0.249*	-0.282**	-0.291**	-0.078	-0.338(**)	Cu
0.211*	-0.335(**)	0.273(**)	0.386(**)	-0.315**	-0.255*	-0.072	-0.52	Zn

\*: فرق معنوي (P < 0.05) \*\*: فرق معنوي (P < 0.01)

يتبين من الجدول (29) عدم وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من الحديد متاح وخصائص التربة المدروسة ، وارتبط الحديد بعلاقة ارتباط معنوية إيجابية مع المادة العضوية وهذا يتوافق مع (Kingsley *et al.*, 2019). يتبين من الجدول (29) وجود علاقة ارتباط معنوية سلبية بين محتوى التربة من المنغنيز متاح مع ال pH والكلس الفعال وكل من الرمل والطين والسلت، ولم يتبين وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من المنغنيز متاح مع ال EC و الكربونات الكلية و المادة العضوية. ارتبط النحاس بعلاقة ارتباط معنوية سلبية قوية مع ال pH وهذا يتوافق مع ( Devdas and Kunal, 2013)، كما ارتبط هذا الشكل بعلاقة ارتباط سلبية مع المادة العضوية و الكربونات الكلية و الكلس الفعال و الطين وهذا يتوافق مع (شمشم 2011) و، (Kingsley *et al.*, 2019) ، و يتبين من الجدول (29) عدم وجود علاقة ارتباط بين محتوى التربة من النحاس متاح مع ال EC و الرمل .



ارتبط الزنك بعلاقة ارتباط معنوية إيجابية قوية مع المادة العضوية وهذا يتوافق مع Kumar (and Babel,2011) ، كما ارتبط هذا الشكل بعلاقة ارتباط سلبية معنوية مع الكربونات الكلية و الكلس الفعال وهذا يتوافق مع (شمشم 2011) . كما ارتبط هذا الشكل بعلاقة ارتباط سلبية معنوية مع الطين وارتبط بعلاقة ارتباط إيجابية مع الرمل وهذا يتوافق مع (Kingsley *et al.*, 2019) ، ولم يتبين وجود علاقة ارتباط قوية للزنك المتاح مع الـ ( pH ) و الـ ( EC ) .

4-8: دراسة علاقات الانحدار بين العناصر الصغرى المتاحة وخصائص التربة المدروسة.  
يبين الجدول ( 25 ) معادلات الانحدار بين العناصر الصغرى وخصائص التربة المدروسة.

جدول ( 25 ) : معادلات الانحدار بين العناصر الصغرى وخصائص التربة المدروسة

R <sup>2</sup>	معادلة الانحدار	
0.13	الحديد المتاح $Y = 1.134 + 0.05 (\text{pH}) + 3.890 (\text{EC}) + 0.000 (\text{CaCO}_3) - 2.178 (\text{LIME}) + 0.023(\text{OM})^* - 0.011 (\text{Clay}) - 0.002(\text{Silt})$	1
0.30*	المنغنيز المتاح $Y = 5.755 - 0.616 (\text{pH})^* - 0.001 (\text{EC}) - 0.17 (\text{CaCO}_3) - 0.001 (\text{LIME}) - 0.204(\text{OM}) - 0.013 (\text{Clay}) + 0.029(\text{Silt})$	2
0.42*	النحاس المتاح $Y = 1.580 - 0.192 (\text{pH})^* + 0.000 (\text{EC}) - 0.007(\text{CaCO}_3)^* - 0.002 (\text{LIME}) - 0.139(\text{OM})^* + 0.005(\text{Clay}) + 0.15(\text{Silt})$	3
0.33*	الزنك المتاح $Y = 0.478 + 0.002 (\text{pH}) - 1.503 (\text{EC}) - 0.01 (\text{CaCO}_3)^* - 0.001 (\text{LIME}) + 0.20(\text{OM})^* - 0.005 (\text{Clay}) - 0.002(\text{Silt})$	4

يتبين من الجدول السابق ( 25 ) معادلة (1) أن معادلة الانحدار للحديد المتاح كانت غير معنوية مع خصائص التربة ( $R^2 = 0.13$ ). وأن المتغير المستقل (المادة العضوية) كان ذا تأثير معنوي على هذا الشكل وذلك من الناحية الإحصائية وحسب اختبار  $t$  (عند مستوى معنوية  $p \leq 0.05$ ). وأن المتغيرات المستقلة الأخرى لم تكن ذات تأثير معنوي في نموذج الانحدار المتعدد وحسب اختبار  $t$ .

يتبين من الجدول (25) معادلة (2) بأن خصائص التربة المدروسة استطاعت أن تفسر 30% من التغيرات الحاصلة في الشكل المتاح للمنغنيز والباقي 70% يعزى إلى عوامل أخرى، ونستنتج من الجدول (25) أن المتغير المستقل ( $\text{pH}$ ) كان ذا تأثير معنوي سلبي على الشكل المتاح للمنغنيز وذلك من الناحية الإحصائية وحسب اختبار  $t$  (عند مستوى معنوية  $p \leq 0.05$ ). إلا أن المتغيرات المستقلة الأخرى لم تكن ذات تأثير معنوي في نموذج الانحدار المتعدد وحسب اختبار  $t$ .

يتبين من الجدول (25) معادلة (3)، بأن خصائص التربة المدروسة استطاعت أن تفسر 42% من التغيرات الحاصلة في الشكل المتاح للنحاس والباقي 58% يعزى إلى عوامل أخرى، وأن المتغير المستقل (المادة العضوية) كان ذا تأثير معنوي على هذا الشكل وذلك من الناحية الإحصائية وحسب اختبار  $t$  (عند مستوى معنوية  $p \leq 0.05$ ). وأن المتغير المستقل ( $\text{pH}$ ) كان ذا تأثير معنوي سلبي على الشكل المتاح للنحاس، ونستنتج من الجدول (25) أن المتغير المستقل (الكربونات الكلية) كان ذا تأثير معنوي سلبي على الشكل المتاح من النحاس وذلك من الناحية

الإحصائية وحسب اختبار  $t$  (عند مستوى معنوية  $(p \leq 0.05)$ ). إلا أن المتغيرات المستقلة الأخرى لم تكن ذات تأثير معنوي في نموذج الانحدار المتعدد وحسب اختبار  $t$ .  
يتبين من الجدول (25) معادلة (4)، بأن خصائص التربة المدروسة استطاعت أن تفسر 33% من التغيرات الحاصلة في الشكل المتاح للزئبق والباقي 67% يعزى إلى عوامل أخرى ، وأن المتغير المستقل (المادة العضوية) كان ذا تأثير معنوي على هذا الشكل وذلك من الناحية الإحصائية وحسب اختبار  $t$  (عند مستوى معنوية  $(p \leq 0.05)$ ). وأن المتغير المستقل (الكربونات الكلية) كان ذا تأثير معنوي سلبي على الشكل المتاح من النحاس وذلك من الناحية الإحصائية وحسب اختبار  $t$  (عند مستوى معنوية  $(p \leq 0.05)$ ). إلا أن المتغيرات المستقلة الأخرى لم تكن ذات تأثير معنوي في نموذج الانحدار المتعدد وحسب اختبار  $t$ .

#### خامساً: الاستنتاجات:

- 1- أظهرت النتائج أن قيم pH العينات المدروسة تراوحت بين 6.15 (مثنى قرطمان) و 8.82 (الحمراء) حيث كانت pH معظم العينات من خفيفة القلوية إلى متوسطة القلوية .
- 2- كان محتوى معظم العينات المدروسة من الكربونات الكلية والكلس الفعال ( Active Lime) مرتفعاً، ووصل تركيز الكربونات الكلية في بعض العينات إلى 74% و 62% و 67% و 52%.
- 3- بينت نتائج تحليل المادة العضوية (OM) اختلافاً واضحاً بين العينات وكانت معظم العينات متوسطة المحتوى من المادة العضوية.
- 4- أظهرت النتائج أن متوسط تركيز الأشكال المتاحة للعناصر الصغرى المدروسة في التربة الحديد (0.09 مغ/ كغ)، المنغنيز (0.83 مغ/ كغ)، النحاس (0.53 مغ/ كغ)، الزنك (0.15 مغ/ كغ).
- 5- تفوّقت ترب منطقة الاستقرار الأولى على المناطق الأخرى مقارنة مع المتوسط العام، من حيث محتواها من الشكل المتاح من المنغنيز والنحاس و تفوّقت ترب منطقة الاستقرار الأولى والثانية على المناطق الأخرى من حيث محتواها من الزنك والحديد المتاح .
- 6- تشير النتائج إلى انخفاض محتوى الترب بشكل عام من العناصر الصغرى المدروسة وكان تركيز عنصر النحاس كافياً.
- 7- أوضحت النتائج وجود علاقة ارتباط معنوية إيجابية بين محتوى التربة من الحديد المتاح و المادة العضوية و لم توضح النتائج وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من الحديد المتاح وخصائص التربة المدروسة .
- 8- ارتبط تركيز المنغنيز المتاح بعلاقة ارتباط معنوية سلبية قوية مع ال pH وسلبية مع الكلس الفعال و الطين، ولم تبين النتائج وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من المنغنيز المتاح وخصائص التربة الأخرى ( EC ،المادة العضوية ) .
- 9- ارتبط النحاس المتاح بعلاقة ارتباط سلبية معنوية قوية مع ال pH وسلبية معنوية مع المادة العضوية والكربونات الكلية و الكلس الفعال و الطين و لم تشر النتائج إلى وجود علاقة ارتباط واضحة بين محتوى التربة من النحاس المتاح وخصائص التربة الأخرى ( EC ) .
- 10- أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط إيجابية معنوية بين محتوى التربة من المادة العضوية والزنك المتاح ،وعلاقة ارتباط سلبية مع محتوى التربة من الكربونات الكلية والكلس الفعال والطين ،ولم يرتبط الزنك بعلاقة ارتباط قوية مع ( pH ، EC).

11- أظهرت معادلات الانحدار المدروسة أن خصائص التربة استطاعت أن تفسر (30، 33، 42)% من التغيرات الحاصلة بالشكل المتاح لكل من المنغنيز و النحاس و الزنك على التوالي.

#### سادساً:المقترحات:

- 1- توسيع الدراسة لتشمل مناطق من محافظة حماه ذات ترب أكثر تبايناً في خصائصها الكيميائية والفيزيائية.
- 2- إجراء دراسات مستقبلية للتحري عن أشكال العناصر المدروسة (Fe, Mn, Zn, Cu) في التربة.
- 3- إضافة المادة العضوية للتربة لما لذلك من أهمية في زيادة إتاحة العناصر المدروسة وخاصة بالنسبة لعنصري النحاس و الزنك لما لها من تأثير على إتاحة عنصري النحاس و الزنك .
- 4- الاهتمام بالتسميد الورقي بمركبات الحديد والمنغنيز والزنك تفادياً لتثبيتهما في التربة وتعويض النقص الحاصل في ترب حماه.

## سابعاً:المراجع العلمية

### المراجع العربية:

- 1.أبو دان، شريف (2010).دراسة عن دور الري بمياه مالحة وسوء الصرف الطبيعي في ظهور الملوحة الثانوية في مواقع عديدة في سوريا.مجلة جامعة بحوث الفرات.العدد3.
- 2.أبو نقطة، فلاح ومحمد سعيد الشاطر (2011) خصوبة التربة والتسميد. منشورات جامعة دمشق. مطبعة جامعة دمشق. سورية. 371 صفحة.
- 3.أبو نقطة، فلاح ومحمد سعيد الشاطر، و أكرم البلخي . 2010 .تأثير الأسمدة العضوية في إتاحة العناصر الصغرى في التربة وإنتاجية السبانخ. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية 26. (2): 15-26.
- 4.أبو نقطة، فلاح. ( 2004 ). أساسيات في علم التربة، 281 ص، جامعة دمشق، سورية.
- 5.أبونقطة، فلاح ، محمد بطحة.( 2008) . تأثيرالرش بمحاليل الأسمدة الورقية في إنتاجية شجيرة العنب صنف حلواني.مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. المجلد (24) ، العدد 2، الصفحات : 15-32.
- 6.البلخي، أكرم ومحمد سعيد الشاطر. (2014). خصوبة التربة و تغذية النبات الجزء النظري. منشورات جامعة دمشق كلية الزراعة.
- 7.البلخي، أكرم.(2001) . توصيف المادة العضوية المتخلفة عن إنتاج الغاز الحيوي (البيوغاز ) ودراسة حركيتها في نوعين من الترب السورية . رسالة ماجستير، كلية الزراعة،جامعة دمشق.
- 8.البلخي، أكرم وفلاح أبو نقطة، ومحمد سعيد الشاطر. 2007 . تأثير المعقدات العضوية المعدنية في إتاحة الحديد ودورها في تخصيب التربة إنتاجية الخيار. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية . (1) 23 : 321-332.
- 9.البلخي أكرم و فلاح أبو نقطة و محمد سعيد الشاطر (2007): دراسة تفاعلات بعض المواد العضوية الطبيعية و المنتجة و معقداتها في تخصيب التربة و إنتاجية المحاصيل. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية.
- 10.البلخي، أكرم (2006): دراسة تفاعلات بعض المواد العضوية الطبيعية و المنتجة و معقداتها و فاعليتها في تخصيب التربة و إنتاجية المحاصيل، أطروحة دكتوراه – كلية الزراعة – جامعة دمشق 132 صفحة.
- 11.التقارير الشهرية لمحطة الأرصاد الجوية في محافظة حماه (2013-2014).

12. الحديثي أكرم عبد اللطيف حسن، و أحمد رياض عبد اللطيف العاني. (2016). حركيات مصادر مختلفة من الحديد في تربة كلسية كلية الزراعة-جامعة الانبار. مجلة الانبار للعلوم الزراعية مجلد 14 العدد 2: 61-69.
13. الحمداني، رائدة اسماعيل. ( 2008 ). استخدام الراتنجات في دراسة جاهزية الفسفور لمحصول الذرة الصفراء في تربة كلسية من شمال العراق، مجلة زراعة الرافدين، المجلد 36 ، العدد 2، 33-43.
14. الحناوي، سامي وحبیب، حسن- 2013. بعض الخصائص البيولوجية والخصوبية لترب من جبل العرب وسهل حوران، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد 29 العدد 1: 239-252.
15. الحناوي، سامي و حبیب، حسن.(2012).تأثير التغير المكاني في الخصائص المورفولوجية والكيميائية لبعض ترب أقدام السطح الغربي لترب جبل العرب . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية . المجلد 28 . العدد 2 الصفحات : 435- 454 .
16. الزعبي، محمد منهل والشاطر، محمد سعيد. 2010 . دراسة تأثير مادة السوبر فوسفات والصخر الفوسفاتي في نشاط الكائنات الحية الدقيقة، مجلة باسل الأسد للعلوم الزراعية، ( 26 ) .
17. السامرائي، إسماعيل خليل، 2002 . دور الاسمدة الحيوية في معالجة اصفرار نقص الحديد في نباتات الحنطة. مجلة الزراعة العراقية مجلد(7)العدد (8):7- 16.
18. الشاطر، محمد سعيد 2016 . تأثير بعض المواد العضوية في إتاحة الحديد في تربة مزرعة كلية الزراعة بأبي جرش،مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية المجلد ( 32 ) العدد 1 الصفحات 9- 19.
19. الشاطر، محمد سعيد و الدليمي ،حسن، والبلخي، أكرم. 2011 . تأثير الأسمدة العضوية في الخصائص الخصوبية الأساسية للتربة وإنتاجيتها من محصول السلق. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية . 27 (1): 15-281.
20. الشاطر، محمد سعيد .(1996) . تأثير قش البرسيم على تحولات الفسفور المتاح للنبات في تربتين مختلفتين وتحت تأثير مستويين مختلفين من الرطوبة، مجلة باسل الأسد لعلوم الهندسة الزراعية، العدد الثاني، 41-151 .

21. الشاطر، محمد سعيد وعبد الله القصيبي . 1997 .فعالية امتصاص البرسيم للفوسفور المضاف بصورة سوبر فوسفات الثلاثي أو فرشة الغنم. مجلة باسل الأسد لعلوم الهندسة الزراعية،(3) : 37-48.
22. الشاطر محمد سعيد وعبد الله القصيبي.(2000) . تقييم فعالية استصلاح التربة الطينية المالحة تحت نخيل التمر بواحة الاحساء . المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل للعلوم الأساسية والتطبيقية، العدد الأول، المجلد الأول، 1-15.
23. الشاطر، محمد سعيد. 1998. أثر إضافة المخلفات العضوية المختلفة على تطور المعادن الثقيلة في التربة.مجلة الخليج العربي للأبحاث العلمية 16 (13):621-642.
24. العبيدي، باسم شاكِر عبيد ، 2008 ، طبيعة تواجد معدن الباليكورسكايت في بعض الترب الجبسية العراقية . أطروحة دكتوراة. كلية الزراعة جامعة بغداد.
25. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية الصادرة عن وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي ،مديرية المساحة والإحصاء (2009، 2010، 2011) .
26. بشور، عصام و الصايغ، انطوان (2007): طرق تحليل ترب المناطق الجافة و شبه الجافة - الجامعة الأمريكية - بيروت.
27. بوعيسى ،عبد العزيز وعلوش ،غياث (2006):خصوبة التربة وتغذية النبات ، منشورات جامعة تشرين - كلية الزراعة.
28. درمش،محمد خلدون وكامل،محمد وليد ،(1989).الكيمياء الجيولوجية ،القسم النظري.منشورات جامعة حلب .
29. ديب بديع . 1993. الخصوبة وتغذية النبات. منشورات جامعة دمشق، مطبعة خالد بن الوليد ،306صفحة.
30. سعد، كاظم شنته- 2011. التباين المكاني والفصلي لملوحة ترب كتوف نهري دجلة والفرات في جنوب العراق، مجلة البحوث الجغرافية، جامعة الكوفة، كلية التربية للبنات، العدد 13، النجف الأشرف، دار الضياء للطباعة .



31. شمشم، سمير - 2011. تأثير الخصائص الأساسية لترب من شرقي محافظة حمص في محتواها من بعض العناصر الصغرى، مجلة جامعة الفرات، العدد 19، 97-116.
32. شمشم، سمير وإبراهيم، ساهر. 2008. تقدير بعض أشكال الحديد لترب مختلفة من محافظة حمص، مجلة بحوث جامعة حلب، العدد 67.
33. النقري، توفيق. 2010. تأثير التسميد العضوي وكربونات الكالسيوم في حركية عنصر الرصاص و محتوى النبات من بعض العناصر المغذية . ، أطروحة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة البعث 108 صفحة.
34. ساكير، حمود. 2012. دراسة أشكال الفوسفور و الزنك في بعض الترب المروية بالمياه الجوفية في حوض الخابور . ، أطروحة دكتوراة - كلية الزراعة - جامعة حلب 142 صفحة.
35. علي، نور الدين شوقي وحمد الله سليمان راهي وعبد الوهاب عبد الرازق شاكر 2014 خصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلم. دار الكتب العلمية للطباعة والنشر والتوزيع.
36. علي، حيدر ، وحسن حبيب . (2015). تأثير العامل المناخي في بعض خصائص التربة وتكوينها في سهل حوران . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية . المجلد (31) العدد 1- الصفحات: 267- 280.
37. عودة، محمود و شمشم، سمير (2011): خصوبة التربة و تغذية النبات الجزء النظري. منشورات جامعة البعث- كلية الهندسة الزراعية.
38. عودة، محمود و حسن، حيدر (2007): أثر استخدام أنواع و مستويات مختلفة من الأسمدة العضوية في بعض المؤشرات الإنتاجية لمحصول البطاطا. مجلة جامعة البعث، المجلد ، العدد (7). ص 87-115.
39. عودة، محمود و شمشم، سمير (2007): خصوبة التربة و تغذية النبات الجزء العملي. منشورات جامعة البعث- كلية الزراعة.

40. عودة، محمود و شمشم، سمير - 2009. خصوبة التربة وتغذية النبات. منشورات جامعة البعث - كلية الزراعة.

41. فارس، فاروق.(1999) . تقانات الاستعمالات الملائمة بيئياً والمجدية اقتصادياً للمتبقيات الزراعية النباتية وإمكانية تطبيقها في حدود الاقليم. الندوة الإقليمية حول تقنيات استعمال المخلفات الزراعية وتدويرها في البيئة، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، دمشق.

42. قطنا هشام ، محمد عدنان قطب ، خليل المعري) . 1989. ( فيزيولوجيا الفاكهة . منشورات جامعة دمشق ، مطبعة خالد بن الوليد 399 صفحة.

43. كيوان ، سامر ، وبيان مزهر، ونديم خليل . 2018. تأثير إضافة المخلفات العضوية والرش الورقي بالبورون والزنك في بعض خصائص التربة ومعدل العقد والصفات النوعية لثمار التفاح في الصنف ستاركنج ديلشس (Starking Delicious ) في محافظة السويداء. المجلة السورية للبحوث الزراعية. 5(2):177-188.

44. كيوان ، سامر و حياة وطفة و سليمان سليم. واقع العناصر الصغرى لبعض ترب المنطقة الجنوبية من محافظة السويداء .مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ( 2014 ) المجلد ( 30 ) العدد 3 . الصفحات : 143-154.

## المراجع الأجنبية:

- 1- Abay Ayalew ( 2016). Effects of Zinc Fertilization on Yield and Tissue Concentrations of Manganese, Copper, Iron and Zinc in Leaves and Seeds of Different Haricot Bean(*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties in Southern Ethiopia. Journal of Resources Development and Management ISSN 2422-8397. An International Peer-reviewed Journal Vol.17,61-68.
- 2- Abbaslou H., Martin F., Abtahi A. , Moore. F. 2014 Trace element concentrations and background values in the arid soils of Hormozgan Province of southern Iran. Archives of Agronomy and Soil Science, 60:8,1125-1143.
- 3- Abu Nukta, F. 1995. Environmental impact of fertilizers use in Syria. Proc. Seminar, production & use of chemical fertilizers and environment. Cairo. Eds. M. M. El-Fouly and F.E. Abdalla, pp35-50.
- 4- Abu Nukta, F., R. Parkinson. 2007. Effect of Humic Substances on Micronutrients Availability in Soils. Damascus University Journal for Agricultural Sciences. 23(2), 163-178.
- 5- Aceves M. B., Grace C., Ansorena J., Dendoven L., Brookes P.C. 1999. Soil microbial biomass and organic C in a gradient of zinc concentrations in soils around a mine spoil tip, Soil Biol. Biochem. 31, (6), 867-876.
- 6- Aceves M. B., Grace C., Ansorena J., Dendoven L., Brookes P.C. 1999. Soil microbial biomass and organic C in a gradient of zinc concentrations in soils around a mine spoil tip, Soil Biol. Biochem. 31, (6), 867-876.

- 7– Adetunji. M.T. 2005. Integrated soil nutrient management options for Nigerian agriculture. In managing soil resources for food security and sustainable environment. 29<sup>th</sup> annual Conf. soil Sc. Soc Nig.pp: 27–34. UNAAB.
- 8– Ai-qing, Z., X.-H. Tian, Y.-X. Cao, X.-C. Lu, and T. Liu (2013). Comparison of soil and foliar zinc application for enhancing grain zinc content of wheat when grown on potentially zinc-deficient calcareous soils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(10): 2016–2022.
- 9– Akamigbo, F.O.R and C.I.A Sdsdu 2001. The influence of parent materials on the soils of southeastern Nigeria, East Afr. Agric & forest. *Jour.*48. pp:81–91.
- 10– Alloway B. J. 2004. Zinc in soils and crop nutrition. IZA Publications. International Zinc Association, Brussels, pp 1–116.
- 11– Amberger, A. 2006. Soil Fertility and Plant Nutrition in the Tropics and Subtropics. First version, published by IFA and IPI Paris, France; Horgen, Switzerland.
- 12– Andreu, V. and Gimeno–Garcia, 1996. Total content and extractable fraction of cadmium, cobalt, copper, lead and zinc in calcareous orchard soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 27(13,14):2633–2648.
- 13– Ano, A.O. ; and J.A. Agwu (2006). Effect of animal manures on selected soil properties: II. Nitrogen, Potassium and Phosphorus. *Nig. J. Soil Sci.*, 16:145–150.

- 14– Anonymous (2007). Help eliminate the fifth leading disease risk factor in developing countries. Fertilizer and Agriculture, International Fertilizer Agency, Paris.
- 15– Antoniadis, V, C. Tsadilas<sup>b</sup> and S. Stamatiadis<sup>c</sup>. 2007. Effect of Dissolved Organic Carbon on Zinc Solubility in Incubated Biosolids–Amended Soils. J. Environ. Qual. 36:379–385.
- 16– Arnon, D.I. & Stout, P.R. 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. Plant Physiol., 14: 371–375.
- 17– Arun, K. S. (2011): A handbook of organic agriculture. Agrobios, Jodhpur. India. P.484.
- 18– Arunachalam P., Kannan G. P., and Govindaraj M. 2013. “Zinc Deficiency in Indian Soils with Special Focus to Enrich Zinc in Peanut.” African Journal of Agricultural Research 8 (50): 6681–6688.
- 19– Ashraf MA, Maah MJ, Yuso I (2012). Chemical Speciation and potential mobility of heavy metals in the soil of former tin mining catchment. The Scientific World Journal, 10: 1–11.
- 20– Aydinalp, C., and A. V. Katkat. "The comparison of extraction methods for evaluating some heavy metals in polluted soils." *Plant Soil and Environment* 50.5 (2004): 212–217.
- 21– Ayers, R. S. and Westcot D. W., 1985. Waterquality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper29, Rev. 1, Rome, Italy.
- 22– Bahmanyar, Mohammad Ali. (2008): Effects of Long-Term Irrigation using Industrial Wastewater on Soil Properties and Elemental Contents of Rice, Spinach, Clover, and Grass

- Communications in Soil Science and Plant Analysis, 39: 1629–1620.
- 23– Balba, A.M 1995. Management of problem Soils in Arid Ecosystem. CRC. Lewis Publishers, New York, N.Y. USA.
  - 24– Barrow, N. J. 1986<sup>a</sup> Testing a mechanistic model. II. The effect of time and temperature on the reaction of zinc with a soil. J. Soil Sci. 37, 267–275.
  - 25– Baruah, T.C and Barthakur, H.P. 1997– A text book of soil analysis. Vicas Publishing House PVT LTD.
  - 26– Bell, N.; D.M. Sullivan; L.J. Brewer; and J. Hart (2003). Improving garden soils with organic matter. Oregon State University. Extension Service Publications. EC 1561:P 16.
  - 27– Bindraban P.S, Loffer H. and Rabbinge, R., 2008. How to close the ever widening gap of Africa's agriculture. International Journal Technology and Globalisation 4, 276–295.
  - 28– Biondi, F.A, A. Figliolia, R. Indiatì, and C. Izza. 1994. Effect of fertilization with humic acidson soil and plant metabolism: amultidisciplinary approach. Note III: Phosphorusdynamics and behavioure of some plant enzymatic activities. In: Humic substancesin the global environment and implications on human health. Ed., N. Senesi and T. M. Miano: 239–243.
  - 29– Brady, N.C. and R.R. Weil (2008). The nature and properties of soils (14th ed). Prentice–Hall Inc. New Jersey, USA, 992p.
  - 30– Brown, B.A.; Hayes, R.M; Tyler, D.D and Mueller, T.C.1994. Effect of tillage and cove crop on fluometuron adsorption and degradation under controlled conditions. Weed SCI. 42(4):629–634.
  - 31– Cakmak, I. 2002 Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways. Plant Soil 247:3–24.

- 32– Cauley, Ann and Jones, Clain (2005): Salinity & Sodicity Management. Montana State University – Management Module2 , USA.
- 33– Cavallaro,M and M.B.McBride. 1978.Copper and cadmium sorption characteristics of selected acid and calcareous soils. *Soils Sci .soc.Am.J.*42:550–556.
- 34– Chahal, D. S., B. D. Sharma, and P. K. Singh. "Distribution of forms of zinc and their association with soil properties and uptake in different soil orders in semi-arid soils of Punjab, India." *Communications in soil science and plant analysis* 36.19–20 (2005): 2857–2874.
- 35– Chaudhary SK, Thakur SK, Pandey AK( 2007). Response of wetland rice to nitrogen and zinc. *Oryza*, 4: 31–4.
- 36– Chen, Y, and T. Aviad. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: *Humicsubstnces in soil and crop sciences: selected readings*. Eds. P MacCarthy. C.E. Clapp, R. L. Malcolm and P. R. ASA, SSSAJ. Bloom: 161–186.
- 37– Chidanandappa HM, Khan H, Chikkaramappa T, Shivaprakash BL (2008). Forms and distribution of zinc in soils under mulberry (*Morus indica* L. ) of multivoltine seed area in Karnataka. *Journal of Agricultural Science*, 42: 26–32.
- 38– Chlopecka,A.1996 ,Assessment of form of Cd,Zn and Ph in contaminated calcareous and gleyed soils in Southwest Poland. *The Science of the Total Environment*, Voll88 ,pp. 253 –262.  
*Asian J. Soil Sci.*, 8(2): 401–403.
- 39– Covelo, E. F.; Andrade Couce, M. L. and Vega F. A. (2004): Competitive Adsorption and Desorption of Cadmium, Chromium ,Copper, Nickel, Lead, and Zinc by Humic Umbrisols. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35: 2709 – 2729.

- 40– Davidson, A.D., Trumbore, S.E, and Amundson, R. 2000. Biogeochemistry: Soil warming and organic carbon content. *Nature* 408. 789–790.
- 41– Day,P.R 1965– Particle fractionation and particle size analysis. P. 546– 566. In C.A. Black (ed.), methods of soil analysis, Agron. No. 9, part I: Physical and mineralogical properties. Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- 42– Deepthy R and Balakrishnan S. 2005. Climatic control on clay mineral formation: Evidence from weathering profiles developed on either side of the Western Ghats. *J. Earth Syst. Sci.* 114, No. 5, October 2005, pp. 545–556.
- 43– Devdas, Deepika, Srivastava, L.K. and Chandrakar, Kunal (2013). Status of available micronutrients on the basis of correlation between physico–chemical properties of pH ,OC and available Fe, Mn, Zn and Cu in black soil of Navagarh block under Janjgir district in Chhattisgarh.
- 44– Doberman A., Fairhurst T. 2000. Rice: Nutrient disorders and nutrient management. Potash and Phosphate Institute of Canada and International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.
- 45– Drouineau,G.1942. Dosage rapid du calcire actif du col. Nouvelles donnies sur la reportation de la nature des fractions calcaires.*Ann.Argon.*12:411–450.
- 46– Eduardo Moreno–Jiménez, César Plaza, Hugo Saiz, Rebeca Manzano, Maren Flagmeier ,Fernando T. Maestre. (2019) . Aridity and reduced soil micronutrient availability in global drylands. *Nature Sustainability* volume 2, pages371–377 .
- 47– El–Fouly, M. (2005). Techniques of Fertilizer Application and the Impact on Produce Quality. In: The Near East Fertilizer Use Manual. Publication by FAO/AFA/IFA.



- 48– El-Fouly, M. 1998. Role of Micronutrients in Agriculture. Proceedings of the Regional Expert Consultation on Nutrient Management under Modern Irrigation Systems, 14–16 December, 1998, Cairo, Egypt.
- 49– Fageria NK, Dos Santos AB, Cobucci T (2011). Zinc nutrition of lowland rice. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 42: 1719–27.
- 50– FAO/WHO/IAEA (1996). Trace Elements in Human Nutrition and Health. WHO, Geneva.
- 51– FAO1982 (food and Agriculture organization of mnited Nations ) sillanpää 1982 Soil Bulletin. Micronutrient and The Nutrient Status of Soil FAO,Rome.
- 52– Farshid A (2010). Influence of zinc and boron interactions on residual available iron and manganese in the soil after corn harvest. American–Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 8: 677–772.
- 53– Fontes, M; Matos , A; Costa, L. 2000 – Competitive adsorption of zinc , cadmium , copper , and lead in three highly–weathered Brazilian soils.
- 54– Garcia–Mina, J. M., Antolin, M. C., and Sanchez–Diaz M. 2004. Metal–humic complexes and micronutrient uptak. Plant and Soil, 258(1), 57–68, Sringr Netherlands.
- 55– Ge,X. L ,Li,J. X. ,and Wan,G. J, 2000 ,Study on characteristics of selenium geochemical speciation in soil in Zhangjiakou Keshan disease area. Rock and Mineral Analysis, Vol19 ,No. 4,pp. 1–5.
- 56– Graham, R. D. and R. M. Welch. 1996. Breeding for staple–food crops with high micronutrient density: Working Papers on Agricultural Strategies for Micronutrients, No.3. International Food Policy Institute, Washington DC.

- 57– Hafeez, B., Y.M. Khanif, and M. Saleem (2013). Role of zinc in plant nutrition: A review. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(2): 374–391.
- 58– Hagin, J. and B. Tucker, 1982. Fertilization of dryland and Irrigated soils. Spring-Verlag, Berlin Heidelberg, New York. 188 p.
- 59– Hambridge K.M., Casey C.E., Krebs N.F., (1986): Zinc. Mertz W. (ed): Trace Elements in Human and Animal Nutrition. Vol. 2. Academic Press, Inc. New York, NY. 137 pp.
- 60– Hamdallah,G. (2001). Soil Fertility Management: The Need for New Concepts in the Region. Regional Workshop on Soil Fertility Management through Farmer Field Schools in the Near East", Amman – Jordan, 2–5 Oct. '2000.
- 61– Han,F.X.,and Banin,A.,2000. Long-term transformation of cobalt , copper , nickel, zinc, vanadium, manganese, and iron in arid-zone soils under saturated condition. *Commun . Soil Sci. Plant Anal.*31. (7,8) , 943–957.
- 62– Hanafy, A. H., Nesiem, M. R. A., Hewedy, A. M. and Sallam, H. E. E. (2002). Effect of organic manures,biofertilizers and NPK mineral fertilizers on growth, yield, chemical composition and nitrate accumulation of sweet pepper plants. Recent technologies in agriculture. Faculty of agriculture, Cairo University 28–30 October 2002.
- 63– Harmsen, K., and P. L. G. Vlek. 1985. The chemistry of micronutrients in soil. p. 1–42. In P. L. G. Vlek (ed.) *Micronutrients in tropical food crop production*, Martinus Nijhoff /Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, the Netherlands.
- 64– Harter , R.D. 1983 . Effect of Soil pH on adsorption of Lead, Copper , Zinc and Nickel . *soil.sci. soc. Am. J.* 47:47–51.
- 65– Haung H, Christophersen OA, Kinabo J, Kaunda W, Eik LO (2010). Use of dried kapenta )*Limnothrissa miuodon* and *Stolothrissa*

- tanganicae( and other products based on whole fish for complementing maize-based diets. African Journal of Food Nutrient and Development, 10: 2478–2478.
- 66– He Z. L. M. Zhang X. E. Yang and P. J. Stoffella. 2006– Release Behavior of Copper and Zinc from Sandy Soils. Article in Soil Science Society of America Journal 70(5):1699 .
- 67– Hedek, Khaled Shabaan (2007): Iron in Calcareous Soil. Department of soil. Faculty of Agriculture–Benha University.
- 68– Helyar ,K and Anersona ,A .1974– Effect of calcium carbonat on the availability of nutrients in an acid soil . Soil SCI SOC Am J 38: 341– 346.
- 69– Hooda P. S. 2010. Trace elements in soils. First ed. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, United Kingdom.
- 70– Hotz, C, and K. H. Brown. 2004. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Food Nutr Bull 25:94–204 .
- 71– Ibrahim, A. K., Usman, A., Abubakar, B., and Aminu, U. H 2011. Extractable micronutrients status in relation to other soil properties in Billiri Local Government Area. Journal of Soil Science and Environmental Management Vol. 3(10), pp. 282–285, 25 October, 2011.
- 72– Jeffrey ,G. W. and Robert,J. Z.1999 ,Mapping aoil micronutrients. Field Cropa Researeh, Vol 60 ,pp. 11 –26.
- 73– Jiang, Y. 2009, Micro–nutrient cycling and its affecting factors in forest ecosystems. Chinese Journal of Applied Ecology, Vol. 20, No. 1 ,pp.197 –204.
- 74– John D.A. and Leventhal J. S. 1995. Bioavailability of metals. Ch. 2 in: Preliminary compilation of descriptive geoenvironmental mineral deposit models Edward A. du Bray, Editor. U.S. Department

- of the interior U.S. geological survey Open-File Report 95-831, Denver, Colorado.
- 75- John Kingsley, Ayito Esther O., A. U. Akpan-Idiok and O. D. Effiom. Status and distribution of soil available micronutrients along a hillslope at Ekpri Ibami in Akamkpa Local Government Area of Cross River State, Nigeria. African Journal of Agricultural Research. Vol. 14(1), pp. 40-45, 3 January, 2019.
  - 76- Jones, Clain, and Kathrin Olson-Rutz. "Soil nutrient management for canola." EB0224. Montana State University Extension, Bozeman, MT (2016).
  - 77- Jones, D. L., P. R. Darrah and L. V. Kochian. 1996. Critical evaluation of organic acid mediated iron dissolution in the rhizosphere and its potential role in root iron uptak. Plant Soil, 180. 57-66.
  - 78- Jones, J. Benton. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. Crcpress Boca Raton. London.
  - 79- Kabata-Pendias, A. 2011- Trace Elements in Soils and Plants, 4ed. CRC Press, Boca Raton, FL, 33487-2742.
  - 80- Kahata-Pendias A. 2004, Soil - plant transfer of trace elements- an environmental issue. Geoderma, Vol 122, pp. 143 - 149.
  - 81- Karcea, A. (2004). Effect of organic waste on the extractability nun, cobber, nickel and zinc in soil Geoderma. 122:297.
  - 82- Karimian, N. and A. Gholamalizadeh Ahangar, 1998. Manganese retention by selected calcareous soils as related to soil properties. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 29:1061-1071.
  - 83- Karimian, N. and G.R. Moafpouryan, 1999. Adsorption characteristics of selected calcareous soils of Iran and their relationship with soil properties. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 30(1112): 1721-1731.

- 84– Keshavarz P, Malakouti M J, Karimian N, Fotovat A.2006– The Effects of Salinity on Extractability and Chemical Fractions of Zinc in Selected Calcareous Soils of Iran. JAST. 8 (2) :181–190.
- 85– Kishchuk,B.E 2000. Calcareous Soils. Their Properties and Potential Limitations To Canadian Forest Service pp:1–11.
- 86– Knorr, I.C., Prentice, J.I, Housel, Holland, E.A. 2005. Long term sensitivity of soil carbon turnover to warming. Nature. 433.298–301.
- 87– Kobraee S., K. Shamsi, and B. Rasekhi (2011). Micronutrients fertilizer and soybean nutritional. Annals of Biological Research, 2(2): 468–475.
- 88– Konen M. E., Burras C. L and Sander J. A. 2003. Organic carbon, Texture and Quantitative color measurements relationships for cultivated soils in north central Iowa. Soil Sci. Soc. Am. J. 67:1823 – 1830
- 89– Krauss, A, and A. E. Johnston. (2002). Assessing soil potassium can we do better? Presented at the 9th International Congress of Soil Science. Faisalabad, Pakistan, 18–20 march. IPI.Basel,Switzerland.p:8.
- 90– Krishnamurti, G. S., & Naidu, R. (2002). Solid– solution speciation and phytoavailability of copper and zinc in soils. *Environmental science & technology*, 36(12), 2645–2651.
- 91– Kumar, R., Sarkar, A.S., Singh, K.P., Agarwal, B.K. and Karmakar, S. (2009). Appraisal of available nutrients status in Santhal Paraganas region of Jharkhand. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 57(3): 366–369.
- 92– Kumar, M.& Babel , A. L. 2011. Available micronutrient status and their relationship with soil properties of Jhunjhunu Tehsil, District Jhunjhunu, Rajasthan, India. Journal of Agricultural Science. Vol. 3, No. 2.

- 93– Kumpiene J., Lagerkvist A., Naurice C. 2008. Stabilization of As, Cr, Cu, Pb and Zn in soil using amendements—a review. *Waste Manage.* 28:215–225.
- 94– Laboski, A. M, and J. A. Lamb. 2003. Changes in soil test phosphorus concentration after application of manure or fertilizer. *SSSA. J.* 67(2): 544–554.
- 95– LAMBERT, Raphaël; GRANT, Cynthia; SAUVÉ, Sébastien. Cadmium and zinc in soil solution extracts following the application of phosphate fertilizers. *Science of the total environment*, 2007, 378.3: 293–305.
- 96– Lapeyrie. F; Bruchet. G. 1986. Calcium accumulation by two strains, calcicole and calcifuges, of the mycorrhizal fungus *paxillus involutus*. *New Phytol.* 103:133–141.
- 97– Li J.; Xie ZM.; Zhu YG. and Naidu R. (2005): Risk assessment of heavy metal contaminated soil in the vicinity of a lead/zinc mine. *J Environ Sci (China)*.17(6):881-5.
- 98– Li X, Shen Z, Wai OW, Li YS. Chemical forms of Pb, Zn and Cu in the sediment profiles of the Pearl River Estuary. *Mar Pollut Bull.* 2001 Mar;42(3):215–23.
- 99– Li Zhanbin , Zhang Qinling, and Li Peng. 2013. Distribution characteristics of available trace elements in soil from a reclaimed land in a mining area of north Shaanxi , China . *International Soil and Water Conservation Research*, Vol. 1 ,No.1 ,2013 ,pp. 65 –75.
- 100– Li, W. X.1985 ,Prospect of trace fertilizer application on the basis of trace element content in farmland in Xinjiang. *Arid Zone Research*, No. 2, pp. 127 – 132.
- 101– Lindsay W. 1979. Chemical equilibria in soils. 1<sup>st</sup> edition. A Wiley–Interscience Publication. John Wiley and Sons, New York.

- 102– Lindsay,W.L, and W.A. Norvel,. 1978. Development of a DTPA soil test for zink, iron, manganese, and copper. Soil Sci. Am.J.42:421–428.
- 103– Lohry, R. 2007. Micronutrients: Functions, Sources and Application Methods. Indiana CCA Conference Proceedings, Sioux City, Iowa.
- 104– Maerere, A.P.; G.G. Kimibi; and D.L M Nonga (2001). Comparative effectiveness of animal manures on soil chemical properties, yield and root growth of *Amaranthus* (*Amaranthus cruentus* L.) . Afri. J. Sci. Tech. , 1(4):14–21.
- 105– Maiz,L ,Arambarri,I. ,Garcia,R. ,and Mill4n,E. 2000,Evaluation of heavy metal availability in polluted soils by two sequential extraction procedures using factor analysis. Environmental Pollution, Vol. 110,pp. 3 –9.
- 106– Malakouti,M.J. 2008. The effect of microelements in ensuring efficient use of macronutrients . Turkish journal of Agriculture and forestry 2008,32:3, 215–220.13.ref.
- 107– Manahan S.E. 1994. Environmental Chemistry. Lewis Publishers, Boca Raton, USA.
- 108– Marschner ,H .1995\_ Mineral nutrition of higher plants, Academic Press, London ,p.679.
- 109– Marschner, H. V.; Romhdd and M. Kissel, 1986. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron J. P . (3):553– 559.
- 110– Martens, D.C, and W.L.Lindsay.1 990. Testing soils for copper, iron, manganese, and zinc. P. 229–264. In R. L. Westerman (ed.), Soil testing and plant Analysis, 3rd ed., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI, USA.
- 111– Matar, A.E. 1976. Diagnosis and Control of lime–Induced Chlorosis by Fe chelates on Olive Grown under The Mediterranean

- Climates. 4th international Colloquim on the on the Control of Plant Nutrition. Vol 2: 391–397. Ghent Belgaum.
- 112– Maynard, D.G; Mallet. K.I Myrholm. C.L. 1997. Sodium Carbonate inhibits emergence and groth of greenhouse–grown white.
- 113– McBride, M. B., E. A., Nibarger, B. K., Richards, and T. Steenhuis. 2003. Trace metal accumulation by red clover grown on sewage sludge–amended soils and correlation to mehalich 3 and calcium chloride–extractable metals. *Soil Science– Abstract: Volume 168(1)*, 29–38.
- 114– Mckenzie, R. H. 2003– Soil pH and plant nutrients. *Agri. Rural Devel.* p. 531–534.
- 115– Mclean,E.O, 1982. soil pH and lime requirement. P. 199–224, in A.I. page(ed.), *Methods of soil analysis, part 2: chemical and microbiological properties.* Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.
- 116– Meena, H.B., Sharma, R.P. and Rawat, U.S. (2006). Status of macro and micronutrients in some soils of Tonk District of Rajasthan. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 54(4): 508 –512.
- 117– Mongia, A.D. and Bandyopadhyay, A.K. (1994). Soil nutrients under natural and planted forest in Island ecosystem. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 42(1): 43–46.
- 118– Mortvedt, J. H., Co, F. R., Shuman, L. M. and Welch, R. M. 1991. *Micronutrients in agriculture*, SSSAJ. Book Series, Madiso, WI, USA.
- 119– Mortvedt, J. J. 1991. Micronutrient fertilizer technology. In: Mortvedt JJ, Cox FR, Shuman LM, Welch RM (eds) *Micronutrients in Agriculture.* SSSA Book Series No. 4. Madison, WI. pp. 89–112.
- 120– Neaman, A.C. (1984).The significance of clays in agriculture and soils. *Phil.Trans. R .Soc. Lond.* A311, 375 –389.



- 121– Nicholson F.A., Smith S.R., Alloway B.J., Carlton–Smith C. and Chambers B.J. 2003. An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales, *Science of the Total Environment*, vol.311,no.1–3,pp.205–219.
- 122– Nikkhah, R.; H. Nafar; S. Rastgoo; M. Dorostkar (2013). Effect of foliar application of boron and zinc on qualitative and quantitative fruit characteristics of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Intl J Agri Crop Sci.*, 6 (9): 485–492.
- 123– Nikolic, M and R,Kastori.2000. Effect of Bicarbonate and Fe Supply on Fe nutrition of Grapevine. *J.Plant Nutr.*23:1619–1627.
- 124– Nriagu J.O., Pacyna J.M. 1988. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals; *Nature*, 333, 1341–139.
- 125– Oyinlola, E.Y.; Chude, V.O.2010. Status of available micronutrients of the basement complex rock –derived alfisols in Northern Nigeria Savanna. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 12, núm. 2, pp. 229–237 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México.
- 126– Pérez–Novo, C., Fernández–Calviño, D., Bermúdez–Couso, A., López–Periago, J. E., & Arias–Estévez, M. (2011). Phosphorus effect on Zn adsorption–desorption kinetics in acid soils. *Chemosphere*, 83(7), 1028–1034.
- 127– Pickering, William F., and Larry M. Shuman. "Selective chemical extraction of soil components and bound metal species." (1981): 233–266.
- 128– Prasad R( 2006). Zinc in soils and in plant, human and animal nutrition. *Indian Journal of Fertility*, 2: 103–19.
- 129– Rahmani B, Tehrani MM, Khanmirzaei A, Shahbazi K (2012). Cadmium fractions and its uptake by the wheat plant in some

- calcareous soils of Iran. *International Journal of Agriculture Research and Review*, 2: 461–466.
- 130– Rajeswar, M., Rao, C.S., Balaguravaiah, D. and Khan, M.A.A. (2009). Distribution of available macro and micronutrients in soils Garikapadu of Krishna District of Andhra Pradesh. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 57(2) : 210–213.
- 131– Ramasamy, N., Kandasamy, S., Thiyageshwari, S., and Murugesu, B. P. 2006. Influence lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of blackgram in an Alfisol. 18th world congress of soil science. Philadelphia, PA, USA.
- 132– Richards, L.A. 1954– Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agric. Handbook 60. Washington, D.C.
- 133– Rivero, C. ; T . Chirenje; L.Q. Ma; and G. Martinez (2004). Influence of compost on soil organic matter quality under tropical conditions. *Geoderma*. 123: 355–361.
- 134– Römheld, V. 2000. The chlorosis paradox: Fe inactivation as a secondary event in chlorotic leaves of grapevine. *J. Plant. Nutr.* 23.
- 135– Roy R. N., Finck A., Blari G. J., and Tandon H.L.S. 2006. Plant nutrition for food security, a guide for integrated nutrient management. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome.
- 136– Sadiq, M., 1991. Solubility and speciation of zinc in calcareous soils. *Water, Air and Pollut.*, 57(58): 411–421.
- 137– Salam, A.K.; Helmke, P.A. 1998. The pH dependence of free ionic activities and total dissolved concentrations of copper and cadmium in soil solution. *Geoderma*, v.83, p.281–291.
- 138– Schardt D (2006). The zinging feeling—zinc in human nutrition—special rept nutrition action health—letter. <http://www.findarticles.com>.

- 139– Schionning, P. Elmgolt, S. and Christensen, B.T,2004. Managing Soil Quality–challenges in modern agriculture. CABI publishing. 334 pages.
- 140– Schwertmann, U., and R.M. Taylor. 1989. Iron oxides. p. 379–438. In J.B. Dixon and S.B. Weed (ed.) Minerals in soil environments. ASA and SSSA, Madison, WI.
- 141– Shuman , L. M.,1989–Effect of liming on the Distribution of Mn , Cu , Fe in soil Fraction . Soil Sci.Soc.Am.J.52:1236–1240.
- 142– Shuman L.M. 1985. Fractionation method for soil microelements. Soil Sci., 140: 11–22.
- 143– Shuman, L. M. "Chemical forms of micronutrients in soils." *Micronutrients in agriculture* 4 (1991): 113–144.
- 144– Shumman, L.M.,1988– Effect Of Organic Matter on the Distribution of manganese, copper, Iron and Zink in Soil Fraction. Soil Sci .146:192–198.
- 145– Sillanpaa, M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soil: a global study. FAO Soils Bulletin. 48. pp, 323–331.
- 146– Sims J.T and J.S Kline,1991 –Chemical fractionation and plant uptake of heavy metals in soils amended with co–composted sewage sludge. J.Environ.Qual.20:387–395.
- 147– Singh, M.V. (2004). Micronutrient deficiencies in Indian soils and field usable practices for their correction. IFA International Conference on Micronutrients, Feb. 23–24, 2004, New Delhi.
- 148– Singh.M and Daniya.S.S 1974 – Effect of calcium carbonate on the availability and uptake of iron , manganese, phosphorus and calcium in pea (pisum sativum L) plant and soil uu: 511\_520.
- 149– Slaton NA, Normon, RJ, Wilson CE Jr (2005). Effect of Zn source and application time on Zn uptake and grain yield of flood irrigated rice. Agronomy Journal, 92: 272–78.

- 150– Soliman, M. M, I. I. EL. Oksh and M. H. EL–Gizy. 1991. Effect of organic manure:P,Zn and moor growth and yield of common bean. *Annals Agric. Sci. Ain Shams.Univ. Cairo.* 36(2): 589–598.
- 151– Sparks, D.L1995.: Environmental soil chemistry. San Diego: Academic Press, 1995. 267p.
- 152– Sposito G., Lund L.J. and Chang A.C. 1982. Trace metal chemistry in arid zone field soils amended with sewage sludge. I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:260–264.
- 153– Sposito, G., Bingham, F. T., Yadav, S. S., & Inouye, C. A. (1982). Trace Metal Complexation by Fulvic Acid Extracted from Sewage Sludge: II. Development of Chemical Models 1. *Soil Science Society of America Journal*, 46(1), 51–56.
- 154– Steven, C.H, 2001: Soil fertility basic, North Carolina State University. NC Certified Crop Advisor Training. Pp 1–75.
- 155– Stevenson, F. J. 1991. Organic matter–micronutrient reaction in soil, In: J.J. Mortvedt, Ed; *Micronutrients in Agriculture*, 2nd ed; SSSA Book Series Number 4, SSSA. Madison, WI,145–186.
- 156– Sumner M.E. (ed). 2000. *Handbook of Soil Science*. Taylor & Francis, Boca Raton, FL.
- 157– Swift, R.S., and R.G. McLaren. 1991. Micronutrient adsorption by soil and soil colloids. p. 257–292. In F.H. Bolt et al. (ed.) *Interactions at the soil colloid–soil solution interface. Part 2.* Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- 158– Szegi, J. 1988. *Cellulose decomposition and soil fertility*. Akademiai Kiado. Budapest.
- 159– Talukdar, M.C., Basumatary, A. and Datta, S.K. (2009). Status of DTPA extractable cationic Micronutrients in soils under rice and sugarcane ecosystems of Golaghat district in Assam. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 57(3): 313–316.

- 160– Tan, K. H. 1998. Principles of soil chemistry. Third edition, Marcel Dekker, Inc. New York.
- 161– Tessier A., Campbell P. G. C. and Bisson M. 1979. “Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Traces Metal,” *Analytical Chemistry*, Vol. 51, No. 7, pp. 844–851. [doi:10.1021/ac50043a017](https://doi.org/10.1021/ac50043a017) .
- 162– Thompson, L. M., F. R. Troeh. 1978. Soils and Soil fertility. 4th ed., Library of Congress Cataloging in publication data. USA. 516 P.
- 163– Thornton, I. 1996 , Impacts of mining on the environment; some local, regional and global issue. *Applied Geochemistry*, Vol 17 , pp. 355 –361.
- 164– Tisdal, L.S; Nelson, L.W; Beaton, D.L. And Havlian, L.J. 1993. Soil fertility and fertilizers. Prentice Hall. Fifth Edition. Pp: 634.
- 165– Tisdal, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D. (1993). Soil fertility and fertilizers, 5th ed Macmillan publishing Co. Inc. New York and Colloir Macmillan publishers London.
- 166– Tisdale ,L. Samuel; Nelson , L. Warner.; Beaton, D. James. And Havlian, L. John. .1993\_ Soil fertility and fertilizers Prentice Hall – Fifth Edition. 634p.
- 167– Uwah, D. F.; G.O. Ukoha; and J. Iyango (2012). Okra performance and soil and water conservation as influenced by poultry manure and organic mulch amendments. *J. Food, Agric. and Environ.*, (1):748–754.
- 168– Uzoha, B.U; Oti, N.N and Ngwuta, A, 2007: Fertility Status Under Land use Types on Soils of Similar Lithology. *Journal of American Science*, 3(4). pp 10.
- 169– Vega F.A., Covelo E.F., Vazques J.J., Abdrade L. 2007. Influence of mineral and organic components on copper, lead and zinc sorption by acid soils. *J. Environ. Sci. Health. Part A— Toxic/Hazard. Subst. Environ. Eng.* 42:2167–2173.

- 170– Wajahat Nazif, Sajida Perveen and Iftikhar Saleem .2006. Status of micronutrients in soils of District Bhimber (Azad Jammu and Kashmir). Journal of Agricultural and Biological Science. VOL. 1, NO. 2, August 2006.
- 171– Walkley , A, and C.A. Black, 1934.An examination of the Degtjareff method for determination soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci.37:29–38.
- 172– Welch, R. M. 2003. Farming for Nutritious Foods: Agricultural Technologies for improved Human Health, USDA–ARS, U.S. Plant, Soil and Nutrition Laboratory Cornell University. IFA–FAO Agriculture Conference, Rome, Italy.
- 173– White, J. G. and Zasoski, R. J. (1999). Mapping soil micro nutrients. Field Crops Research, vol. 60, pp. 11–26.
- 174– Wortmann, Charles S., Richard B. Ferguson, Gary W. Hergert, and Charles A. Shapiro. 2012. Use and Management of Micronutrient Fertilizers in Nebraska. University of Nebraska.
- 175– Wu J., Laird D.A. and Thompson M.L. 1999. Sorption and Desorption of Copper on Soil Clay Components. J. Environ.Qual. 28, 334–338.
- 176– XIANG, Han Feng; TANG, Hu Ai; YING, Qi Huai. Transformation and distribution of forms of zinc in acid, neutral and calcareous soils of China. *Geoderma*, 1995, 66.1–2: 121–135.
- 177– Yadav, R.L. and Meena, M.C. (2009). Available micronutrients status and their relationship with soil properties of Degana soil series of Rajasthan. J. Indian Soc. Soil Sci., 57(1) : 90–92.
- 178– Ye, Z.H., Wong, J.W.C., Wong, M.H., Lan, C.Y., Baker, A.J.M., 1999. Lime and pig manure as ameliorants for revegetating lead/zinc mine tailings: a greenhouse study. Bioresour. Technol. 69, 35–43.

- 179– Zhang C, Liu GB, Xue S, Zhang CS. 2012.[Characteristics of soil microelements contents in the rhizospheres of different vegetation in hilly–gully region of Loess Plateau]. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. 2012 Mar;23(3):645–50. Chinese.
- 180– Zhang,X. Z. ,Bao,Z. Yu. ,and Ma,Z. S.2006,Status quo of research on the bioavailability of trace elements in soil environmental ecosystem. Earth and Environment, Vol 34 , No. 3 , pp. 15 – 22.
- 181– Zhao,C. C. ,Nan,Z. R. ,and Liu,X. W. 2010,Spatial distribution and affecting factors of main trace elements in oasis cropland—a case of Ganzhou District and Linze of Zhangye. Journal of Arid Land Resources and Environment, Vol24,No. 10,pp. 127 –132.
- 182– Zhong–ZHEN;SHI–LIANG;FANG;JIF XIAO–LEL;DANG–LING, 2005. The effects of phosphate on adsorption and desorption of available zinc in calcareous soil,j.Henan. Agri. Uni , N–04.

## Abstract

Micronutrients are essential for plants, animals, and humans. They are needed in very small amounts . Although required in smaller quantity, micronutrients are as essential as macronutrients for optimum growth for plants.

The aim of this study was to assess the content of the soils from the elements (Fe, Mn, Zn, Cu) with a mild (DTPA) extraction manner, to examine the impact of the basic soil properties( pH, EC, CaCO<sub>3</sub>, lime, TOM, sand, silt and clay) on the content of the studied soils for available micronutrient. To study this, there were 88 surface (0-25 cm depth), sample collected from five agricultural stability areas of Hama governorate. The soils were analyzed for physicochemical characteristics of (pH, EC, CaCO<sub>3</sub>, lime, TOM, sand, silt and clay) .

The results showed that soil pH ranged from 6.15 to 8.06 on average (7.91) and the reaction of soil from light acid to medium alkaline. The mean value of organic matter was 1.94 and about 90% of Hama Governorate soils comes under medium fertility group. The studied soils were high calcareous in general and having CaCO<sub>3</sub> content ranges from 0.48 to 74.00 per cent(mean 24.07%).

The content of the soils from the available fractions of the studied micronutrient (iron, manganese, copper and zinc) content ranged between 0 to 0.41 mg kg<sup>-1</sup> (mean 0.09 mg kg<sup>-1</sup>) for iron, 0.01 to 9.66 mg kg<sup>-1</sup> (mean 0.83 mg kg<sup>-1</sup>) for manganese, and 0.10 to 3.14 mg kg<sup>-1</sup> (mean 0.53 mg kg<sup>-1</sup>) for copper, 0.02 to 0.37 mg kg<sup>-1</sup> (mean 0.15 mg kg<sup>-1</sup>) for zinc.

The results show that the concentration of available micronutrients (iron, manganese and zinc) was low, "while the concentration of available copper was sufficient."

The availability of iron (Fe) indicating non significantly correlated with main soil properties( pH, Ec , active lime , calcium carbonate, silt, sand, and clay) of soils of Hama Governorate , whereas, significant correlation noticed between available iron and organic matter content.

Correlation analysis showed that Mn decreased significantly as increasing the soil pH. Significant negative correlation noticed between manganese and of each active lime and clay . The study, did not show a



clear correlation between the content of available manganese and other characteristics (EC, calcium carbonate, Organic matter) of the studied soils.

The availability of copper (Cu) indicating negative correlated significantly with soils pH, calcium carbonate, active lime, organic matter and clay contents.

Correlation analysis showed that significant negative correlation between zinc (Zn) and ( $\text{CaCO}_3$ , active lime and clay) content. whereas, positive and significantly correlated with organic matter content of the soils.

The study, did not show a clear correlation between the available zinc and other characteristics (pH, EC, calcium carbonate, active lime) of the soil.

Linear regression equations showed significant correlation between available micronutrient (Mn, Cu, Zn) and characteristics examined in the soils of Hama Governorate. The studied linear regression equations did not show a significant correlation between the available iron and the studied characteristics in the soils of Hama Governorate. The regression equations examined showed that the properties of the soil has been able to explain (30, 42, 33%) of the changes in the form of manganese, copper and zinc, respectively.

**Key words:** Soil Properties, Manganese, Iron, Copper, Zinc, available micronutrients, Correlation.

AL- Baath University

Faculty of Agriculture

Soil and Land Reclamation Department



# **The Effect of Main soil properties on it's Content of some Microelements for Selected Soils from Hama Governorate**

Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for  
the degree of Master of Science in Agriculture

BY

**Eng. Abeer Aldrwish**

Supervisor

**Dr. Samir Shamsham**

Soil and Land Reclamation Department

2020-1441