مجلة جامعة الملك سعود، م١٧، *العلوم الزراعية* (١)، ص ص ٦٣-٨٢
(١٤٢٥هـ/٢٠٠٤م)

مستوى النحاس في بعض ترب المملكة العربية السعودية

عبدالله بن سعد المديهش، محمد عثمان محجوب،
أحمد عبد القادر طه، ومحمد بن مناع اللحيان
قسم علوم التربة، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود،
الرياض، المملكة العربية السعودية

(قدم للنشر في ١٤٢٤/٢/١١هـ؛ وقبل للنشر في ١٤٢٥/١/١٥هـ)

ملخص البحث. تم جمع عينات تربة سطحية (صفر- ٣٠ سم) تختلف في قوامها ومحتواها من كربونات الكالسيوم وذلك من مناطق زراعية مختلفة في المملكة العربية السعودية (الرياض "ديراب"، الأفلاج، الخرج، القصيم، الأحساء، حائل، جازان، تبوك) وتم تجفيف هذه العينات هوائيا وطحنها ونخلت بمنخل سعة ثقوبه ٢ مم وأجري عليها التحليلات الكيميائية والفيزيائية المختلفة.

أظهرت النتائج أن استزراع التربة قد أدى إلى زيادة النحاس الكلي والميسر في جميع مناطق الدراسة. وأوضحت النتائج المتحصل عليها أن الكمية الكلية من عنصر النحاس في ترب المملكة المزروعة والتي تحت الدراسة تتراوح بين ٦,٥-٤٨ مجم/كجم بمتوسط قدره ٢٢,٨٩ مجم/كجم، وكانت أعلى قيمة للنحاس الكلي موجودة في تربة منطقة جازان المزروعة بالفاكهة والتي عادة ما ترش بمبيدات تحتوي على عنصر النحاس وتسمد كذلك بعنصر النحاس، وأقلها قيمة سجلتها التربة الرملية في منطقة الرياض.

كذلك وجد أن الكمية الميسرة من النحاس في ترب المملكة المزروعة والتي تحت الدراسة، تراوحت ما بين ٠,٢٧-٨,٢٦ مجم/كجم بمتوسط قدره ١,٨١ مجم/كجم. وأن أعلى قيمة للنحاس الميسر سجلت أيضا في تربة منطقة جازان وأقلها قيمة سجلتها التربة الرملية في منطقة الرياض. وكذلك وجد أن جميع العينات احتوت على كميات كافية من النحاس الميسر للامتصاص.

وأوضحت الدراسة أن هناك علاقة معنوية موجبة ($r=0.69^{***}$) بين محتوى التربة من النحاس الكلي والميسر، وبين النحاس الكلي ومحتوى التربة من المادة العضوية ($r=0.71^{**}$)، كذلك وجدت علاقة معنوية موجبة ($r=0.82^{***}$) بين النحاس الميسر والمكونات المعدنية (السلت والطين)، بينما وجدت علاقة معنوية سالبة ($r=-0.65^{***}$) بين النحاس الكلي و محتوى التربة من كربونات الكالسيوم.

المقدمة

يعتبر عنصر النحاس أحد العناصر الضرورية الدقيقة التي يحتاجها النبات لكي يكمل دورة حياته حيث يعتبر مكونا أساسيا لعدد من الأنزيمات النباتية وعنصرا ضروريا لنشاط عدد من الأنزيمات التي لايدخل في تركيبها [١، ص ص ٥١٣-٥٢٤]. ويصل تركيز النحاس في القشرة الأرضية إلى حوالى ٧٠ جزء في المليون [٢] ويتواجد بصورة شائعة في الصخور البازلتية أكثر من الصخور الجرانيتية ويعزى ذلك إلى توافر معادن الكبريتيدات ومعادن سليكات الحديد والمغنسيوم في الصخور البازلتية [٣، ص٧].

وقد أشار Mortvedt *et al.* [٤] إلى أن مستوى النحاس الكلي في التربة يتراوح بين ١٠-٨٠ جزء في المليون، بينما قام Kapata and Pendias [٥، ص٧٦] باستعراض مستوى النحاس في الترب السطحية لعدة بلدان في العالم ووجد أن متوسط قيم النحاس تتراوح بين ٦-٦٠ جزء في المليون [٥، ص٧٦] وقد سجلت أدنى القيم في الترب الرملية والترب العضوية. وفي دراسة قام بها Mashhady [٦] على بعض ترب المملكة العربية السعودية وجد أن النحاس الكلي يتراوح بين ١٨-٤٧ جزء في المليون وبمتوسط قدره ٢٦,٩ جزء في المليون. إن محتوى التربة من النحاس الكلي قد لا

يكون له علاقة مباشرة بالجزء الميسر للنبات فقد يكون المحتوى الكلي من بعض العناصر الصغرى (النحاس، الحديد، الزنك) عاليا في الترب الجيرية ولكن المتيسر منها أدنى من الحد المطلوب، خاصة إذا كانت تلك الترب منخفضة في محتواها من المادة العضوية ولذا فقد أوضح Lindsay [٧] أن تركيز النحاس الذائب في محلول التربة قليل للغاية إذ يتراوح ما بين $١٠^{-٨}$ - $١٠^{-٦}$ مول.

أما بالنسبة للنحاس الميسر، وهو ذلك الجزء من النحاس الكلي الذي يمكن امتصاصه بواسطة النبات، فقد أشار كثير من الباحثين إلى أن هناك أهمية خاصة لمعرفة الجزء المتيسر من العنصر والذي يدخل مباشرة في تغذية النبات. ويرتبط تيسر عنصر النحاس في التربة غالبا بمدى محتوى أجزاء التربة المختلفة (Soil fraction) [٨] ولكن الاختلاف في بعض صفات التربة قد يؤدي إلى نقص أو سمية هذا العنصر (أكثر من ١٠ ملجم/كجم) في بعض الأحيان. لذلك فإن تأثير تلك الصفات مثل رقم الحموضة، والسعة التبادلية الكاتيونية، والمادة العضوية، والقوام وكربونات الكالسيوم، ونسبة ونوعية معدن الطين في الترب المختلفة قد حظيت بدراسات عديدة لتوضيح أثرها في تيسر هذا العنصر [٩- ١١].

وتبين دراسات كيمياء النحاس في التربة أن نقص النحاس يمكن توقعه في الترب القاعدية والجيرية وهي الترب التي تكون عادة منتشرة في الأراضي الجافة وشبه الجافة كما هو الحال في المملكة العربية السعودية. وقد تم استخدام عدة طرق لاستخلاص الجزء الميسر من النحاس في التربة [١٢، ١٣]. وأشار كل من Ayed and Choudary [١٤] إلى أن مركب NH_4HCO_3–DTPA قد يكون مستخلصا مناسبا لاستخلاص النحاس الميسر.

تعتبر المعلومات المتوفرة عن مستوى النحاس وتيسره قليلة في المملكة العربية السعودية [٦]. لهذا فإن الهدف من هذه الدراسة هو التعرف على

مستوى النحاس الكلي والميسر في بعض المناطق الزراعية بالمملكة العربية السعودية ودراسة بعض العوامل المؤثرة على تيسره.

المواد وطرق البحث

تم إجـراء هذه الدراسة للتعـرف على مستوى عنصر النحـاس وكميتـه الكلية والميسرة في تـرب أختيـرت عشوائيا من المنـاطق الزراعيـة المهمـة في المملكة العربية السعودية (الرياض، الأفلاج، الخـرج، القصـيم، الأحسـاء، حائل، جازان، تبوك)، وكذا معرفة مدى تأثير الخواص الفيزيائية والكيميائية لتلك الترب على توفر ذلك العنصر. ولتحقيق ذلك تم جمع ثلاثين عينـة تربـة سطحية (صفر-٣٠ سم) مختلفة في قوامها ومحتواها من كربونات الكالسيوم وتم تحديد مواقع العينات باستخدام Global Positioning System (GPS).

تـم تجفيـف العينـات هوائيـا، ثـم نخلـت فـي منخـل سـعة ثقوبـه ٢ مـم، وخلطت جيدا وحفظت في أوعية بلاستيكية مناسبة لإجراء التحاليل المخبرية عليها. ويوضح الجدول رقم (١) بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لهذه الترب.

تـم تقـدير التوزيـع الحجمـي لحبيبـات التربـة (القوام) طبقـا لمـا أوضـحه Piper [١٥، ص ص ٣٢٦-٣٢٧] وذلك باستخدام صـوديوم هكساميتافوسفات كمادة مفرقة. قدرت المادة العضوية (O.M.%) بطريقة Walkley & Black طبقـا لمـا جاء في Jackson [١٦، ص ص٢٠٥-٢٢٦] وقد تم تقدير كربونـات الكالسيوم باسـتخدام جهـاز Collins calcimeter طبقـا لمـا ذكـره Wright [١٧] وتـم قيـاس التوصيل الكهربي (dSm-1) وكذلك درجة حموضة التربة (pH) في مستلخص التربة (١:٥) طبقا لما أوضحه Richards [١٨، ص ص٦٩-٨٩].

أمـا النحـاس الميسـر (Available copper) فقـد تـم استخلاصـه مـن التربـة باستخدام محلول "NH_4HCO_3–DTPA" طبقا لطريقة Soltanpour and Schwab [١٣]،

وبخصوص النحاس الكلي "Total copper" فقد تم قياسه في المستخلص المهضوم بواسطة مخلوط الهضم (١:٣) "$HClO_4$:HNO_3" كما تم ذكره في Page [١٩، ص ص ٣٢٤-٣٢٨].

هذا وقد تم تقدير كل من النحاس الكلي والميسر في مستخلصاتها بواسطة جهاز الامتصاص الذري Atomic absorption spectrophotometer نوعية (Perkin-Elmer 2380).

تم حساب قيم الارتباط بين المتغيرات التي تمت دراستها باستخدام برنامج SAS [٢٠] (نظام التحليل الإحصائي، دليل المستخدم).

الجدول رقم (١). بعض الخواص الكيميائية والفيزيائية لبعض ترب المملكة العربية السعودية.

الموقع	الرمل %	السلت %	الطين %	القوام %	الكربونات %	O.M. %	EC dSm-1	pH
الأفلاج								
١	٥٥	٣٠	١٥	SL	٤٦,٦	٠,٣٦	٤,٧٠	٧,٥٤
٢	٧٣	١٠	١٧	SL	٤٢,١	٠,٥١	٢,٩٠	٧,٨٥
٣	٤٣	٤٠	١٧	L	٣٨,٤	١,٣٠	٠,٦٠	٧,٩٣
*٤	٧٧	١٢	١١	SL	٢٤,٣	tr	٣,١٥	٧,٦٥
جازان								
١	٨٣	١٠	٧	LS	٣,٨	tr	٠,٦٥	٨,٢٧
٢	٧٣	١٨	٩	SL	٣,٦	tr	٢,٥٠	٧,٩٠
٣	٨٥	٦	٩	LS	٢,٧	tr	٣,٥٥	٧,٣٥
*٤	٥٧	٣٢	١١	SL	٣,٨	tr	٠,٤٠	٨,٠٠
الأحساء								
١	٦٤	٢٢	١٤	SL	٣٨,٠	tr	٢٤,٠٠	٧,٣٠
٢	٧٦	١٢	١٢	SL	١٩,٤	١,٢٩	٠,٩٠	٧,٠٥
*٣	٩٠	٢	٨	SL	٦,٩	tr	٠,٤١	٧,٨٠
تبوك								

١	٧٠	٨	٢٢	SCL	٧,٢	٠,٥٣	٠,٦٠	٨,٠٨
٢	٧٢	١٢	١٦	SL	٥,٧	١,٠٩	٠,٧٥	٧,٦٦
٣	٦٦	١٢	٢٢	SCL	٨,٧	٠,٨٣	١,٣٥	٧,٦٨
٤*	٧٨	١٠	١٢	LS	٨,١	tr	٠,٥٠	٧,٤٣
الخرج								
١	٢٨	٣٢	٤٠		٣٣,٤	٠,٩٠	٩,٠٠	٧,٥٤
٢	٧٤	١٠	١٦	SL	١٢,٨	٠,٥٥	٣,٤٠	٧,٦٠
٣	٧٦	٦	١٨	SL	١٢,٢	٠,٩٢	٣,٠٥	٧,٤٠
٤	٧٤	٨	١٨	SL	١٣,٩	١,٠٣	٢,٥٥	٧,٦٩
٥*	٨٢	٦	١٢	SL	٢٦,١	tr	٢,١٥	٧,٥١

تابع الجدول رقم (١).

الموقع	الرمل %	السلت %	الطين %	القوام %	الكربونات %	O.M. %	EC dSm-1	pH
القصيم								
١	٣٨	١٤	٤٨	C	٩,٣	٠,١٦	٤,٤٠	٧,٨٠
٢	٥٤	٨	٣٨	SCL	٦,٢	١,٩٧	٠,٨٥	٧,٩٣
٣	٥٢	٢٤	٢٤	SCL	١٣,٧	tr	٢٩,٠٠	٦,٦٨
٤*	٧٨	٨	١٤	SL	٩,٣	٠,٠٣	٠,٣٥	٧,٦٤
حائل								
١	٧٠	١٢	١٨	SL	١٦,٠	١,٠٩	٠,٦٥	٧,٨٨
٢	٧٢	١٠	١٨	SL	٨,١	١,٠٦	١,٤٥	٧,٦٨
٣	٦٦	١٤	٢٠	SL	١٤,٢	٠,٥٧	١,٦٠	٧,٦٢
٤*	٧٢	١٦	١٢	SL	١٥,٤	tr	٠,٤٠	٧,٣٩
الريـــــاض-								
ديراب								
١	٩٠	٢	٨	SL	٢٤,٦	٠,٦٠	٧,٦٨	٧,٤٩
٢	٨٠	١٠	١٠	LS	٢٨,٧	tr	١,٤٠	٧,٤٣
المتوسط	٦٨,٩	١٣,٩	١٧,٢	SL		٠,٤٦	٣,٩٠	٧,٦٠

tr: كميات قليلة جدا * أرض غير مزروعة

النتائج والمناقشة

أولا: الكمية الكلية من النحاس Total cu Content

يوضح الجدول رقم (٢) كمية النحاس الكلية في الترب تحت الدراسة حيث تراوحت كميته من ٦,٥ إلى ٤٨,٥ حجم/كجم بمتوسط قدره ٢٢,٨٩ وكانت قيمة الوسيط ٢١ ملجم/كجم. وقد سجلت تربة جازان رقم (١) أعلى قيمة حيث بلغت ٤٨,٥ حجم/كجم وقد يعزى ذلك؛ لكون تلك التربة مزروعة بالفاكهة والتي عادة ما ترش بكميات كبيرة من المبيدات المحتوية على النحاس كما تسمد بالعناصر الصغرى، بينما سجلت تربة ديراب رقم (١) بمنطقة الرياض أقل محتوى كلي من النحاس (٦,٥ حجم/ كجم) وقد يكون ذلك راجع إلى أن هذه التربة ذات قوام رملي كما يتضح من الجدول رقم (١). والنتائج المتحصل عليها تشابه ما حصل عليه Lindsay and Norvell [١٢] في دراستهما على ترب جيرية بالولايات المتحدة الأمريكية حيث أوضحا أن قيم النحاس الكلي تتراوح ما بين ٥-٢٥ مجم/كجم. وفي دراسة على بعض ترب القارة الأفريقية وجد Cottenie *et al.* [٢١، ص ص ١٤٩-١٦٣] أن مستوى النحاس الكلي يتراوح ما بين ٧-٥٩ جزء في المليون في عدة مواقع بنيجيريا.

وفي دراسة أخرى أجراها Mashhady [٦] على تربتين بالمملكة العربية السعودية تمثلان الترب الرملية والترب الطميية الرملية وجد أن مستوى النحاس الكلي في التربة الأولى ١٠ ملجم/كجم بينما في الثانية ٥٣ مجم/كجم. في حين وجد Kapata & Pendias [٥، ص٧٦] أن متوسط قيم النحاس الكلية كانت تتراوح بين ٦-٦٠ مجم/كجم وذلك في ترب سطحية لعدة بلدان على مستوى العالم وقد سجلت أدنى القيم في الترب الرملية والترب العضوية.

ثانيا: الكمية الميسرة من النحاس Available Cucontent

يوضح الجدول رقم (٢) قيم النحاس الميسر حيث تراوحت كميته بين ٠,٢٧-٨,٢٦ مجم/كجم بمتوسط قدره ١,٨١ مجم/كجم بينما كانت قيمة الوسيط ١,٢٣ حجم/كجم. ومما هو جدير بالذكر فإن أعلى قيمة سجلت للنحاس الميسر هي لذات التربة التي سجلت أعلى قيمة للنحاس الكلي (٨,٢٦ مجم/كجم)، تربة منطقة جازان رقم (١)، وبالمثل فإن أقل قيمة للنحاس الميسر بلغت ٠,٢٧ مجم/كجم، هي لتلك التربة التي أعطت أقل قيمة للنحاس الكلي، تربة ديراب رقم ١.

وقد وجد أن هذه القيم للنحاس الميسر تماثل القيم التي وجداها Lindsay and Norvell [١٢] في دراستهما على الترب الجيرية بالولايات المتحدة الأمريكية (٠,٢٦-٢,٦) مجم/كجم. كما وجد أيضا أن النتائج المتحصل عليها تتشابه مع ما وجده Al-Jaloud *et al.* [٢٢] في دراستهم على عشر ترب بالمملكة العربية السعودية حيث وجدوا أن قيم النحاس الميسر المستخلص بواسطة الـ DTPA تتراوح بين ٠,٠٧-٢,٢٣ مجم/كجم وأن تربة واحدة فقط يعتبر النحاس فيها أقل من الحد الحرج (٠,٢ مجم/كجم).

الجدول رقم (٢). كميات النحاس الكلية والميسرة (حجم/كجم) لبعض ترب المملكة العربية السعودية.

رقم العينة	الموقع	النحاس الكلي			النحاس الميسر		
		متوسط قيم النحاس (أرض غير مزروعة)	قيم النحاس بالترب المزروعة	متوسط قيم النحاس (أرض مزروعة)	قيم النحاس بالترب المزروعة	متوسط قيم النحاس (أرض غير مزروعة)	متوسط قيم النحاس (أرض مزروعة)
١			٢٠,٠٠		٠,٩٩		
٢	الأفلاج	١٩,٠٠	١٧,٥٠	١٩,٧٠	٠,٨٢	٠,٤٣	١,٠٢
٣			٢١,٥٠		١,٢٥		
١			٤٨,٥٠		٨,٢٦		
٢	جازان	٢١,٠٠	٢١,٠٠	٢٩,٨٣	١,٦٠	١,٤٥	٣,١١
٣			٢٠,٠٠		٠,٤٦		

١	الأحساء	٢٠,٠٠	١٧,٥٠	١٩,٠٠	٠,٢٨	٠,٨٩	١,٠٦
٢			٢٠,٥٠			١,٢٣	
١			٣٠,٠٠			١,٠٣	
٢	تبوك	٢٧,٥٠	٣١,٠٠	٢٩,٨٣	٠,٨٦	١,٢١	١,٣٦
٣			٢٨,٥٠			١,٨٤	
١			٢٥,٥٠			٢,٦٤	
٢	الخرج	٨,٥٠	١٠,٠٠	٢١,٥٠	٠,٤٠	١,٦٠	٣,٢٠
٣			٢٥,٠٠			٣,٤٨	
٤			٢٥,٥٠			٥,٠٨	
١			٣١,٥٠			٢,١٣	
٢	القصيم	١٢,٠٠	٣٣,٠٠	٢٨,١٧	٠,٧٢	٢,٢٩	١,٩٣
٣			٢٠,٠٠			١,٣٧	
١			٢٥,٥٠			١,١٤	
٢	حائل	٢٢,٠٠	١٩,٥٠	٢١,٥٠	٠,٨٥	١,٢٦	١,١٩
٣			١٩,٥٠			١,١٧	
١	الرياض(ديراب)	٧,٢٠	٦,٥٠	٧,٥٥	٠,٤٩	٠,٢٧	٠,٤٩
٢			٩,٠٠			٠,٧٠	
الوسيط			٢١,٠٠			١,٢٣	
المتوسط		١٧,١٥		٢٢,٨٩	٠,٦٩		١,٨١

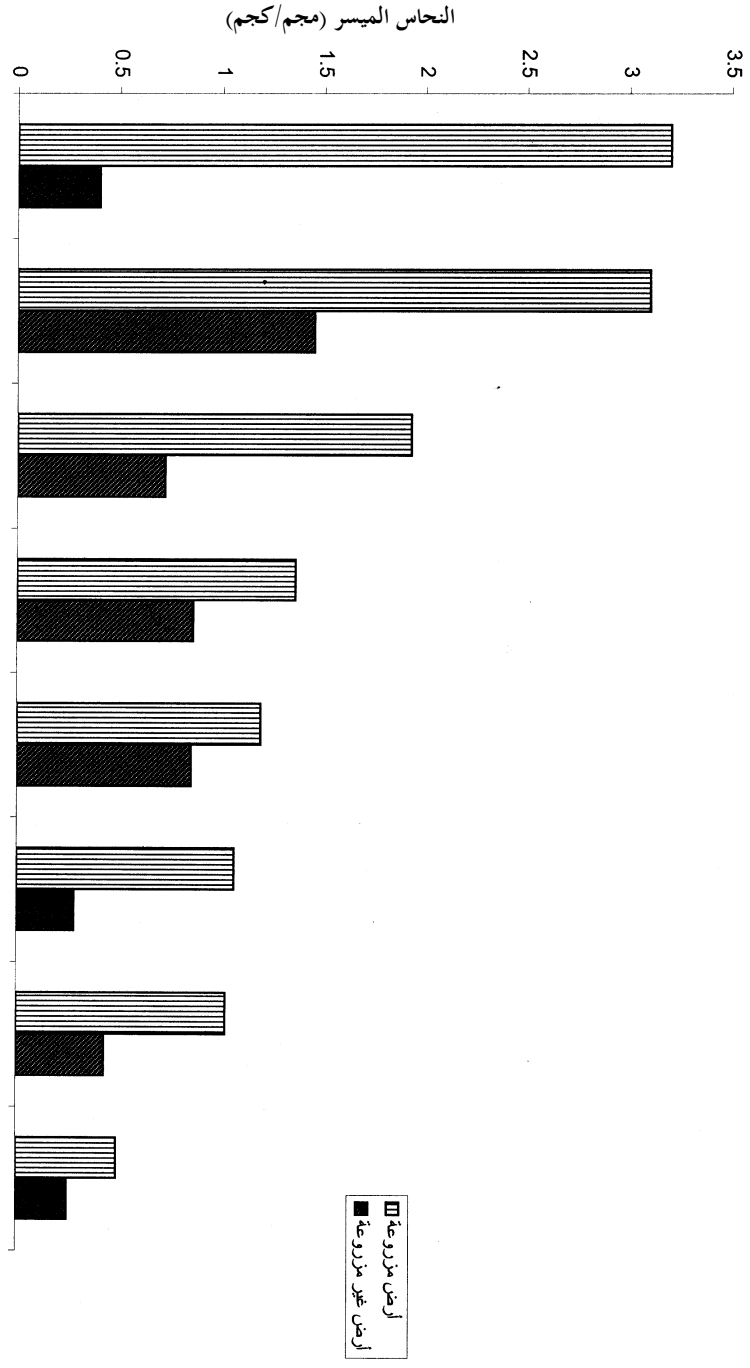
يوضح الشكل رقم (١) قيم النحاس الميسر في المناطق المختلفة تحت الدراسة وذلك في الأراضي المزروعة والأراضي البور. ويتضح من هذا الشكل أن نسب النحاس بالأراضي المزروعة كانت أعلى من نسبته في الأراضي غير المزروعة وخاصة في منطقتي جازان والخرج، وهذا ربما يعود إلى الإضافات العالية للأسمدة في تلك المناطق، حيث إنه من المعروف أن الاستخدام المكثف للأسمدة الفوسفاتية والتي عادة ما تحتوى على قدر ملموس من هذا العنصر في صورة شوائب كما أوضح Arora *et al.* [٢٣] قد تؤدي إلى زيادة كبيرة في مستوى النحاس في التربة. وقد ذكر Gartell [٢٤] أن النحاس الموجود كشوائب في الأسمدة الفوسفاتية يكون مساويا أو أكثر من

الذي يستنزفه محصول القمح. وفي تجربة أجراهاBrennan [٢٥] وجد أن الأثر المتبقي للتسميد بالنحاس يبقى لمدة ٢٠ عاما في الترب الثقيلة ويتعدى الثلاثين عاما في الترب الخفيفة.

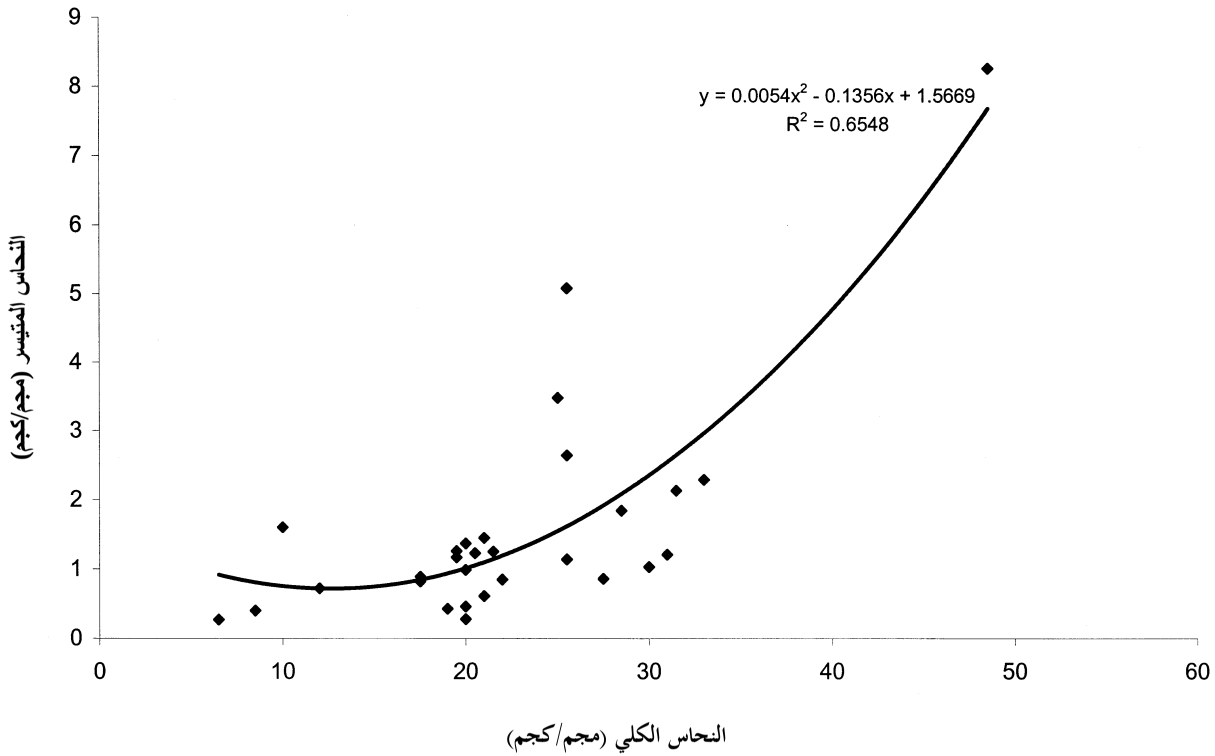
وبالنظر إلى نتائج الجدول رقم (٢) فقد أوضحت دراسة قيم النحاس الكلي وعلاقتها بمحتوى التربة من النحاس الميسر أن هناك علاقة ارتباط معنوي بينهما ($r = 0.69^{***}$) كما في الشكل رقم (٢). كذلك أوضحت النتائج أن هناك علاقة ارتباط معنوي موجبة بين النحاس الكلي ومحتوى التربة من المادة العضوية ($r = 0.713^{**}$) كما في الشكل رقم (٣). هذا وقد وجد Tagwira *et al* [٢٦] في دراسة على بعض الترب السطحية لزيمبابوي أن النحاس الكلي يرتبط ارتباطا معنويا مع كل من المادة العضوية، والسعة التبادلية الكاتيونية، ونسبة الطين.

ومن المعروف أن المادة العضوية تلعب دورا هاما في الارتباط مع النحاس في التربة فحمض الهيوميك Humic acid، وحمض الفلفيك Fulvic acid لهما دور أساسي في ذلك حيث يكونان معقدات ثابتة (Complexes) مع النحاس خاصة عندما يتواجد النحاس بكميات قليلة، وقد ذكر Stevenson and Fitch [٢٧، ص ص ٦٩-٩٢] أن ارتباط النحاس بالمادة العضوية يكون معقدا Cu-O.M.- Complex ويحتوي على السلسلة العضوية الذائبة Soluble ligand والتي تكون ذات أهمية كبرى في تحويل الصور غير ذائبة من النحاس إلى صور ذائبة. وقد أوضح هذان العالمان أن ارتباط النحاس بالمادة العضوية يخفض من التركيز الأيوني Cu^{+2} للنحاس إلى مستويات غير سامة عندما يتواجد النحاس في التربة بكميات مرتفعة.

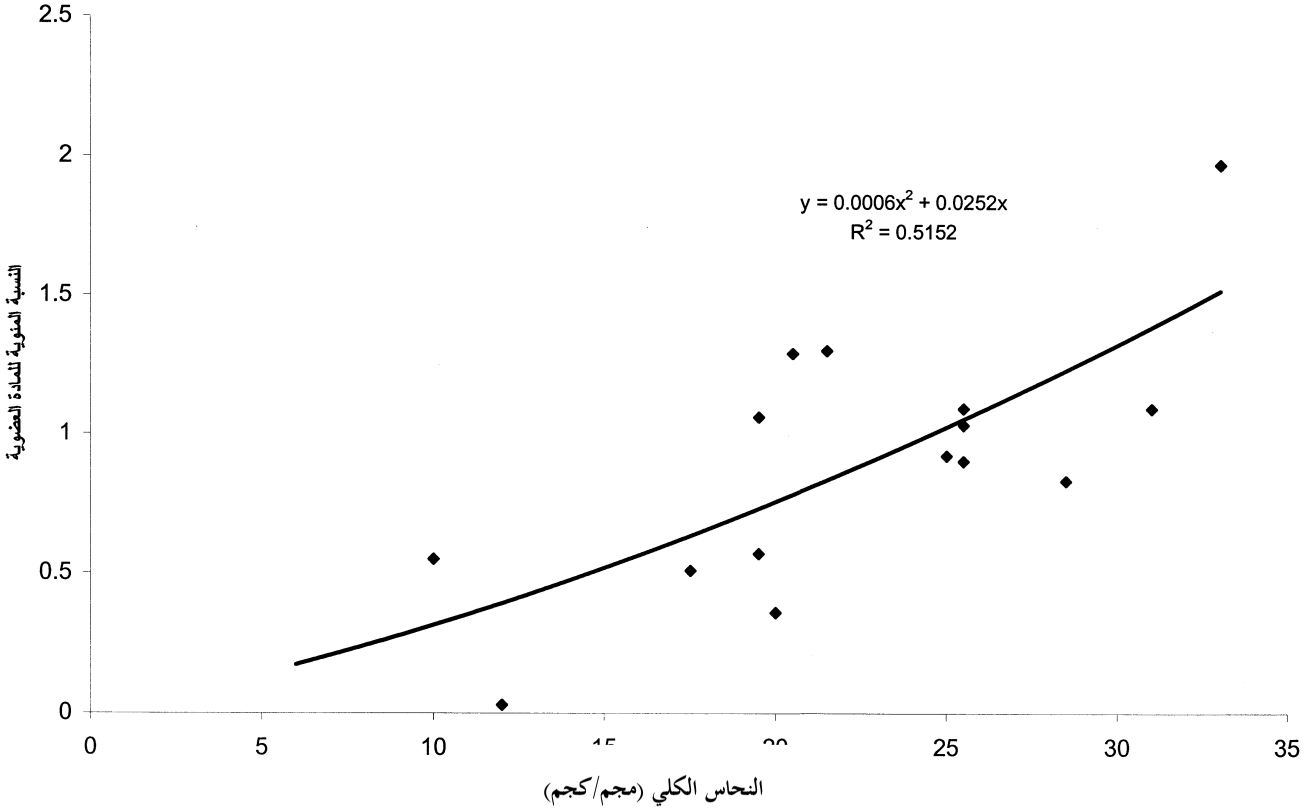
مستوى النحاس في بعض ترب المملكة العربية السعودية



الشكل رقم (١). النحاس الميسر في أراضي مزروعة وأراضي غير مزروعة بمناطق مختلفة بالمملكة العربية السعودية.



الشكل رقم (٢).العلاقة بين الكمية الكلية والميسرة للنحاس في التربة.



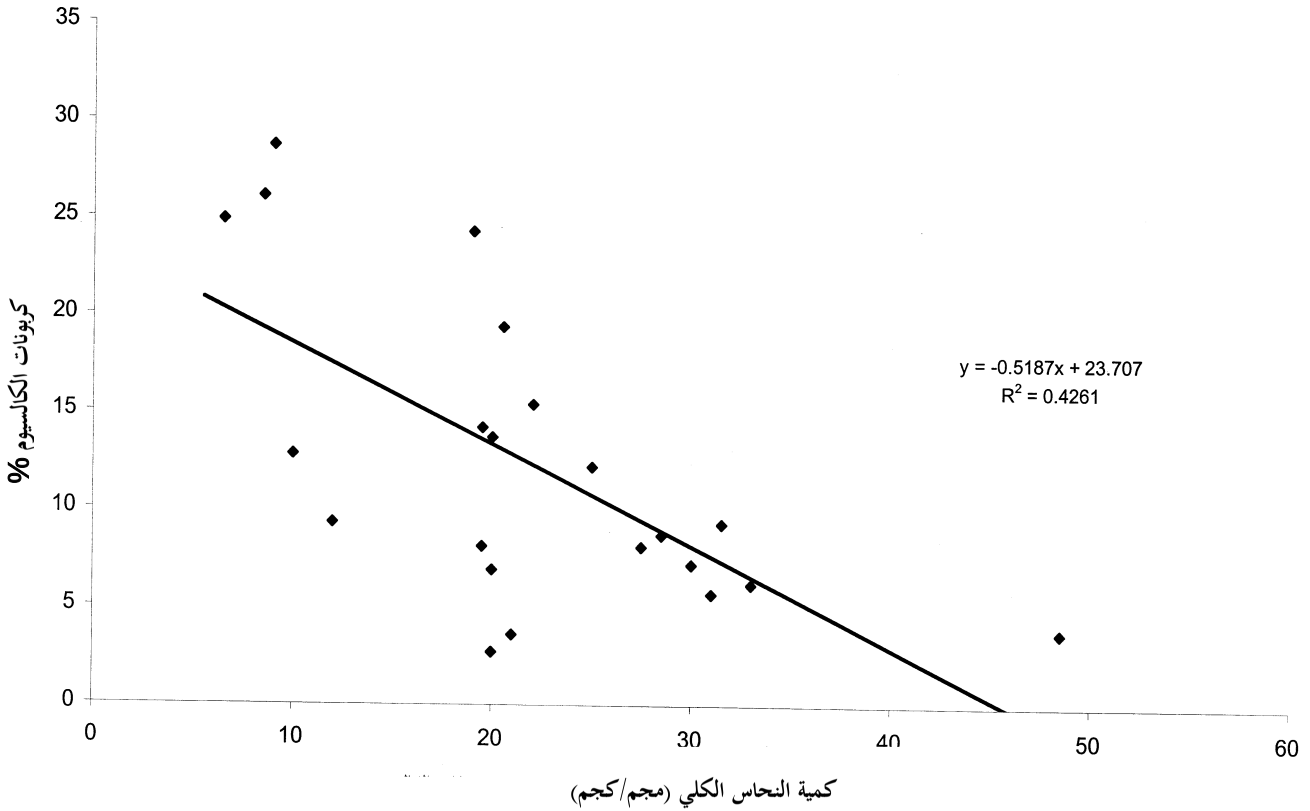
الشكل رقم (٣).العلاقة بين محتوى التربة من المادة العضوية (%) والنحاس الكلي.

هذا وقد ذكر Dawood *et al* [١١، ص ص ١٢-١٦] أن تيسر الحديد والزنك والمنجنيز والنحاس يتناسب طرديا مع محتوى التربة من المادة العضوية، كما أن إضافة المادة العضوية للترب الجيرية أسفرت عن زيادة محتوى النباتات من عنصري النحاس والحديد كما أوضح ذلك Maskina and Randhawa [٢٨].

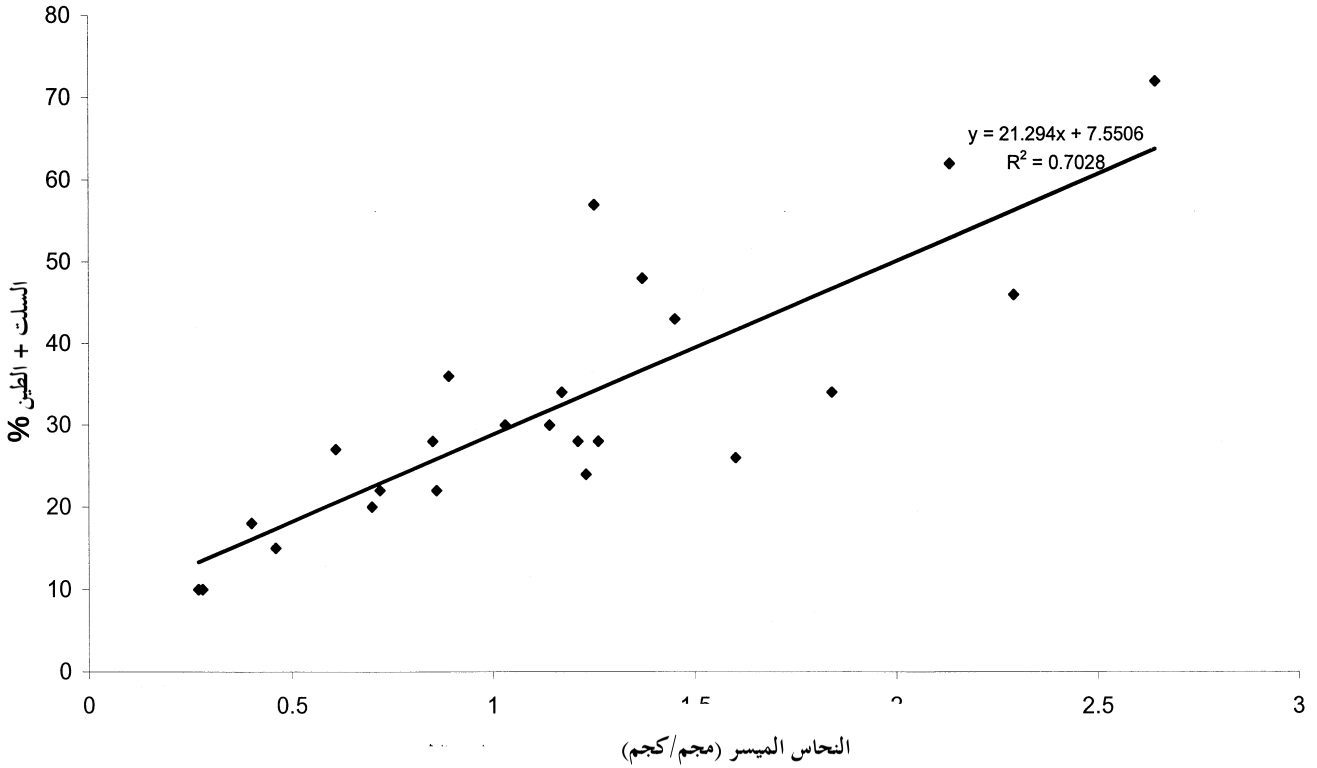
وقد أظهرت الدراسة وجود علاقة ارتباط معنوية سالبة بين النحاس الكلي ومحتوى التربة من كربونات الكالسيوم ($r=-0.65^{***}$) كما في الشكل رقم (٤). فقد وجد أن كربونات الكالسيوم تؤثر على التربة بصورة مباشرة أوغير مباشرة عن طريق تأثيرها على درجة حموضة التربة (pH) حيث عادة ما تتراوح درجة حموضة الترب الجيرية من ٧,٣-٨,٥ [٧]، وحيث إن الترب الجيرية تحتوي على تركيزات عالية من الكالسيوم [١، ص ص ٥١٣-٥٢٤] فإنه قد يحدث تنافس بين الكالسيوم والعناصر الدقيقة حول المركبات المخلبية الموجودة قرب منطقة الجذور مما يقلل من تيسر تلك العناصر. وقد أشار عدد من الباحثين إلى أن الكميات الميسرة من العناصر الدقيقة والتي منها النحاس تتناسب عكسيا مع محتوى التربة من كربونات الكالسيوم [٢٩،٣٠]. كذلك أوضح Prassad & Sakal [٩] أن كميات الحديد والزنك والنحاس المستخلصة بواسطة عدة مستخلصات مختلفة تتناسب عكسيا مع محتوى التربة من كربونات الكالسيوم.

أظهرت الدراسة أيضا أن هناك علاقة بين قيم النحاس الميسر والمكونات المعدنية الناعمة للتربة (السلت والطين) حيث وجد ارتباط معنوي موجب ($r = 0.82^{***}$) بين قيم النحاس الميسر وكمية السلت والطين (الشكل رقم ٥). فمن المعروف أن النحاس من أكثر العناصر الصغرى مرونة في تفاعلاته مع المركبات غير العضوية في التربة وينتج عن هذه التفاعلات تكوين ترسيبات مع أنيونات الكبريتيدات (SO_3) والكربونات (CO_3) والهيدروكسيدات (OH) [٣١، ص ص ٢٥-٤٢]، كما يحدث له إحلال متماثل مع معادن سليكات الحديد أو يتم إحلاله مكان الحديد والماغنسيوم في معادن

البيوكسين. وإذا كانت نسبة السلت والطين عالية جدا في التربة فإنه يحدث إدمصاص للنحاس على سطوح معادن الطين والأكاسيد وهذا يؤدي إلى مسكه وعدم تيسره للنبات [٣٢]. ونظرا لأن هناك جزءا قليلا نسبيا من النحاس في صورة متبادلة Exchangeable فإنه من المتوقع أن الجزء الأكبر من نحاس التربة يكون مثبتا على المعادن المختلفة [٣١، ص ص ٢٥-٤٢].



الشكل رقم (٤).العلاقة بين الكمية الكلية للنحاس ومحتوى التربة من كربونات الكالسيوم.



الشكل رقم (٥).العلاقة بين النحاس الميسر ومحتوى التربة من السلت والطين.

مما سبق دراسته يمكن تلخيص أهم النتائج المتحصل عليها فيما يلي:

١- أن نسبة النحاس في الاراضي المزروعة أعلى من نسبته في الأراضى البور.

٢- وجد أن جميع الترب تحت الدراسة تحتوى على قيم كافية Sufficient من النحاس الميسر.

٣- وجد أن قيم النحاس الكلية في الترب السعودية تحت الدراسة تتشابه مع متوسطات قيم النحاس في مناطق مختلفة في العالم.

٤- اتضح أن ترب منطقتي الخرج وجازان، المستزرعة، تحتوي على أعلى قيم النحاس الكلي والميسر.

المراجع

[١] Mengel, K. and Kirkby E.A.. *Principles of Plant Nutrition*. 2nd (ed.). International Switzerland: Potash Institute Bern, 1982.

[٢] Hodgson, J.F. "Chemistry of Micronutrient Elements in Soils". *Adv. Agron.*, 15 (1963), 119-159

[٣] Krauskopf, K.B. In *Micronutrients in Agriculture*. In: J.J. Mortvedt, Giordano P. M. and Lindsay W.L. (eds). Madison, Wisconsin. USA: Soil Sci. Soc Am., 1972.

[٤] Mortvedt, J.J.; Giordano P.M.; and Lindsay W.L.. *Micronutrients in Agriculture.* Madison , Wisconsin, USA: Soil Sci., Soc., Am., 1972.

[٥] Kapata pendias and Pendias A.H.. *Trace Elements in Soils*. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc.1984.

[٦] Mashhady, A.S. "Status and Availability of Zn and Cu in Soils of Saudi Arabia". *J. Coll. Agric. King Saud Univ* , 6. (1984), 89-96.

[٧] Lindsay,W.L. *Chemical Equilibria in Soils*. New York: USA., John Wiley and Sons, 1979.

[٨] Shuman, L.M. "Fractionation Method for Soil Micro Elements". *Soil Sci.* 127. (1985), 10-17.

[٩] Prasad, R. and Sakal R.. "Availability of Iiron in Calcareous Soils in Relation to Soil Properties". *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 39, (1991), 658-661.

[١٠] Alva, A.K.; Huang B.; and Paramasjvam S. "Soil pH Affects on Copper Fractionation and Phytotoxicity". *Soil Sci. Am. J.*, 64: (2000), 955-962.

[١١] Dawood, F.A.; Rahi H.S.; Hummudi K.B. and Jammel M. *Sulphur and Organic Matter Relationship and their Effect on Availability of Some Micronutrients and Wheat Yield in Calcareous Soil.* Cairo, Egypt: Proceedings Middle East Sulphur Symposium., 12-16 Feb. 1992.

[١٢] Lindsay W.L. and Norvell W.A. "Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper". *Soil Sci. Am.J.*, 42: (1978), 421-428.

[١٣] Soltanpour P.N. and Schwap A.P. "A New Soil Test for Simultaneous Extraction of Macro-and Micro-nutrients in Alkaline Soils". *Commu. Soil Sci. Plant Anal.* 8: (1977), 195-207.

[١٤] Ayed, I.A. and Choudary, I. "The Reliability of NH_4HCO_3-DTPA for Simultaneous Extraction of P,K, Fe, Mn, Zn, and Cu in Saudi Arabia". *J. King Saud Univ.Vol. 1 No 2, Agric. Sci*. (1989), 171-176.

[١٥] Piper, C.S.. *Soil and Plant Analysis.* New York N.Y.: Inter. Science, 1947.

[١٦] Jackson, M.I. *Soil Chemical Analysis*. Englewood Cliffs, N.J.: USA.Prentice-Hall, Inc.. 1973.

[١٧] Wright, C.H.. *Soil Analysis.* London, U.K.: Thomas Murby and Co., 1959.

[١٨] Richards, L.A.. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.* USDA., Handbook No. 60., 1954.

[١٩] Page, A.L. Methods of Soil Analysis (part II). *Chemical and Microbiological Properties.* Madison, Wisconsin, USA.: Amer. Soc. Agron., Inc. Soil Sci. Soc. Amer. Inc., 1982.

[٢٠] SAS. Institute, Inc. *SAS Users Guide*. 2ed. SAS. Inst., Inc., 1982.

[٢١] Cotteni, A.; Kang B.T.; Kiekens L.; and Sajjanponges A. Micronutrient Status, In: D.J.Greenland (ed.). *Characterization of Soils in Relation to their Classification and Management: Examples from Areas in the Humid Tropics.* Oxford, England: Oxford University Press, 1981.

[٢٢] Al-Jaloud, A.A.; Rafi M.I.; and Bashour I.I. "Fractionation of Micronutrients in Selected Soils from Saudi Arabia", *Arab Gulf J. Scient. Res.*, 13 (1) (1995), 93-107.

[٢٣] Arora, C.L.; Nayyar N.K.; and Randhawa N.S. "Note on Secondary and Mmicro-element Contents in Fertilizers and Manure". *Indian .J. Agric. Sci., 45*: (1975), 80-85.

[٢٤] Brennan, R.F.. "The Residual Effectiveness of Previously Applied Copper Fertilizer for Grain Yield of Wheat Grown of Soils of South-west Australia" *Fert. Res.*, 39: (1994), 209-215.

[٢٥] Gartell, J.W. Distribution and Correction of Cu Deficiency in Crops and Pasture.

[In: Loneragan, J.F.; Robson A.D. and Graham R.D (eds). *Copper in Soil and Plants*.. Sydney : Acadamic Press, 1981.

[٢٦] Tagwira, F. ; Oloya T. and Nleya G.G. "Copper Status and Distribution in the Major Zimbabwean Soils". *Communications in Soil Science and Plant Analysis.* 23(7-8): (1992), 659-671.

[٢٧] Stevenson F.J and Fitch A. Reaction with Organic Matter In: *Copper in Soils and Plants*. Lonerangan J.F.; Robson A.D.; and Graham R.D. (eds.)., Academic Press 1981.

[٢٨] Maskina,M.S. and Randhawa N.S. "Effect of Organic Manure and Zinc Levels on the Availability of Zinc, Iron, Manganese and Copper to Wet Land Rice". *Indian J. Agric. Sci.,* 53: (1983), 48-52.

[٢٩] Davis, J. A.; Fuller C.C.; and Cook A.D. A Model for Trace Metal Sorption Processes at the Calcite Surface. Adsorption of Cd+2 and Subsequent Solid Solution Formation. Geochim. *Cosmochim. Acta*, 51: (1987), 1477-1490.

[٣٠] Papadopoulos, P. and Rowell D.L. 'The Reactions of Copper and Zinc with Calcium Carbonate Surface". *J. Soil Sci., 40*: (1989), 39-48.

[٣١] McBride, M.B. Forms and Distribution of Copper in Solid and Solution Phases of Soil. In; *Copper in Soils and Plant* (eds.) Loneragan, J.F.; Robson,A.D. and Graham,R.D. New York : Academic Press, (1981).

[٣٢] Aduayi, E.A. "Effects of Increasing Levels of Copper on the Mineral Nutrition and Growth of Coffea Arabica in Kenya." *Ph.D. Thesis*, University of Nairobi, Nairobi, Kenya (1973).

Status of Copper in Some Agricultural Regions in the Kingdom of Saudi Arabia

A.S. Modaihsh, M.O. Mahjoub, A.A. Taha, and M.M. Al-Lhayan

Department of Soil Science, College of Agriculture, King Saud University, P.O. Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia

(Received at 11/ 2/1424; accepted for publishing 15/1/1425H)

Abatract. Surface soil samples (0-30cm), varying in their texture and calcium carbonate contents were collected from different agricultural regions in the Kingdom of Saudi Arabia (Riyadh, Derab, Al-Aflaj, Al-Qaseem, Al-Hassa, Hail, Jazzan, Tabouk). Samples were air-dried and crushed to pass through a 2 mm sieve, and analyzed for the various physical and chemical properties. The results indicated that total and available Cu content of the investigated soils increased with cultivation. The obtained results indicated that total copper content in the cultivated soils of Saudi Arabia ranged between 6.5 to 48.5 mgkg-1 with an average of 22.89 mgkg-1. The soil samples collected from Jazzan, and cultivated with fruit trees, contained the highest values

whilst the sandy soil taken from Riyadh contained the lowest one. Available copper in the analyzed Saudi soils ranged between 0.27 to 8.26 mgkg-1, with an average of 1.81 mgkg-1. Again the soil of Jazzan, and the sandy soil of Riyadh gave the highest and the lowest values, respectively. There were positive significant correlations between total and available copper in soil (r= 0.69***), total copper in soil and organic matter (r= 0.71***) and available copper in soil and silt + clay (r=0.82***). However, there was a negative significant correlation between total copper and CaCO3 content of soil (r= -0.65**).

.