تأثير إضافة مستويات مختلفة من الزنك والنحاس في السعة الادمصاصية للزيوليت

*د. سمير شمشم

أجريت الدراسة لمعرفة القدرة على الادمصاص لعنصري الزنك والنحاس على الزيوليت الطبيعي والقدرة على المنافسة على مواقع الادمصاص ، وذلك باختيار ثلاثة تراكيز مختلفة (125 -250 - 500) mg/ L من محاليل لأملاح الزنك والنحاس. وكان هَدف البحث تحديد قدرة ادمصاص الزيوليت لمستويات إضافة مختلفة للزنك والنحاس كل على حدة. وكذلك دراسة الأشكال المتبادلة للنحاس والزنك في الزيوليت في المعاملات المختلفة.

أظهرت الدراسة ازدياد ادمصاص الزيوليت للنحاس والزنك معنوياً بزيادة التركيز المضاف منهما، ولم يتأثر ادمصاص النحاس عند جميع مستويات الإضافة بوجود تراكيز مختلفة من الزنك. وازداد ادمصاص الزيوليت للزنك معنوياً بزيادة التركيز المضاف، ولم يتأثر ادمصاص الزنك عند المستوى الأول لإضافته بوجود تراكيز مختلفة من النحاس، بينما انخفض ادمصاص الزنك عند المستوى الثاني والثالث لإضافتهما عند مستويات النحاس المرتفعة.

ازداد تركيز الشكل المتبادل للنحاس والزنك معنويا بزيادة مستوى الإضافة وكان النحاس أكثر قدرة على التبادل على مواقع الادمصاص.

---

* أستاذ مساعد– قسم التربة واستصلاح الأراضي كلية الزراعة–جامعة البعث– حمص سورية.

الكلمات المفتاحية: زيوليت، ادمصاص، نحاس، زنك.

أولاً: المقدمة و الدراسة المرجعية:

ترافقت الزيادة المضطردة في عدد السكان وارتفاع الطلب على الغذاء، بتدهور في خصوبة التربة، فكان من الضروري البحث عن مواد طبيعية تؤدي دوراً ايجابياً في الإنتاج الزراعي, كالزيوليت.

تقع توضعات الزيوليت في الجنوب الشرقي لمدينة دمشق (170ـ 220 كم)، ومن أهمها منطقة المكيحلات ومنطقة جبل السيس ومنطقة أم أذن، وتقدر بحوالي 613 مليون طن (عمادي وتركماني, 2005).

تعود التوضعات البيروكلاستية الرسوبية لحقبة النيوجين (العمادي, 1998)، وينتمي الزيوليت إلى المعادن الألمنيوسيليكاتية، وصف السيليكات ثلاثية الأبعاد Tectosilicate التي تشكلت من بلورات الصخور البركانية في برك المياه العذبة أو في مياه المحيطات (Badillo *et al*, 2003)، ويدل تحليل التركيب الفلزي احتواء الصخر على فلزات الزيوليت التالية: Chabazite , Phillipsite, Analcime, Merlinoite ، وتبلغ نسبة المواد البيروكلاستية (50%) من نسبة مكونات الصخر, ويلاحظ أنها ترتفع في بعض السويات إلى(70%), وفي سويات أخرى تنخفض إلى (30 %) (عمادي وتركماني, 2005).

تؤكد بعض الدراسات أن الزيوليت من نوع أنالسيم وشيبازيت يمتلكان الصيغة الأكسيدية التالية على التوالي:

$(Na_2Ca)_6 (Al_{12}Si_{24}O_{72}).40H_2O$ ،Na16 (Al 16 Si 32 O96). 16H2O

.(Meier & Olson, 1971; Breck, 1974; Tschernev, 1978; Holmes, 1994)

تؤكد بعض الدراسات استخدام الزيوليت في الحد من التأثير السلبي للملوثات وبشكل خاص المعادن الثقيلة (Ames, 1959; Mercer, *et al.*, 1970; Wilding &Rhodes, 1965).

يتصف الزيوليت بسعة تبادلية عالية، لذلك يمكن استخدامه كمادة حاملة للعناصر المغذية، كما ويمكن استخدامه أيضاً للتقليل من حركية المعادن الثقيلة (كالنحاس والكادميوم والرصاص والزنك) في التربة وامتصاصها من قبل النبات، ومنع دخولها في السلسلة الغذائية (Fugii and Shigeharu, 1974).

يتصف الزيوليت بقدرته على تقليل الأثر السلبي للمعادنِ الثقيلة عند إضافته للتربة إما عن طريق التبادل الأيوني cation exchange أوما يسمى بالإدمصاص غير النوعي (Non-specific adsorption) بين المعادن الثقيلةِ مع الأيونات الموجبة، مثل الصوديوم والبوتاسيوم(Castaldi *et al*,2005; Mondales *et al* 1995) , أو على الترسيب على سطوح الزيوليت الخارجية بتشكيل هيدروكسيدات المعدن (Oste *et al*, 2002; Terzano *et al*,2007).

يعتمد الادمصاص غير النوعي على تكافؤ العنصر ونصف قطره وتركيزه ودرجة إماهته ، و يتعلق الادمصاص غير النوعي بشحنة المعدن الثقيل ، حيث تزداد قوة جذب الغرويات للكاتيون بزيادة تكافئه، وفي حال تساوي التكافؤ فيحدد قوة الجذب للأيونات نصف قطره المائي وتبعاً لمبدأ التوازن الكهربائي يجب أن يترافق الادمصاص غير النوعي بعملية عكس الادمصاص(Desorption) من قبل المعادن المعاكسة لها بالشحنة(Ji & Li, 1997). وتؤكد بعض الأبحاث أن الادمصاص غير النوعي يتأثر بالأيونات المرافقة وpH التربة أيضاً (Silveira *et al* ,2003). ويتناسب ادمصاص المعادن الثقيلة بشكل مباشر مع pH التربة(Rieuwerts *et al*, 1998)، حيث يزيد احتفاظ التربة بكاتيونات المعادن الثقيلة بازدياد درجة الـ pH، (Sposito,1989; McBride,1994;Sparks, 1995) ، كما أن عملية التبادل الكاتيوني في الزيوليت تتأثر بعوامل أخرى كالتركيب البلّوري للزيوليتِ (Sprynskyy *et al*,2006).

يختلف الادمصاص النوعي(Specific adsorption)، عن الادمصاص غير النوعي بوجود قوى نوعية، تُدمص الأيونات من خلالها على أسطح الغرويات لتشكل جزيئات مستقرة(معقدات داخلية) بطاقة عالية(Sparks,1995)، حيث يتشارك المعدن مع الاوكسجين أو مجموعات الهدروكسيل الموجودة على سطح الأكاسيد وطبقات السيليكا، وهذا النوع من الادمصاص أبطأ من الادمصاص غير النوعي (معقدات خارجية)، وضعيف التأثر بالقوى الأيونية للمحلول

(sparks,1995). وتكون التفاعلات غالباً غير عكوسة بسبب انتشار المعادن المدمصة داخل الجزيئات أحياناً، مما يعيق عملية عكس الادمصاص:

$$]OH^{+} + M^{+n} \longrightarrow]OM^{(n-1)} + H^{+}$$ (Barroww,1985).

إن معظم الكاتيونات التي تدمص بشكل نوعي تكون من المعادن الثقيلة، و ذلك بسبب امتلاكها كمية كبيرة من الشحنات الكهربائية في النواة الذرية، وبسبب حجمها الأيوني الصغير وقطبيتها العالية (Yu *et al*,1997)، وبالتالي تكون قدرتها على التحور أعلى من المعادن القلوية والقلوية الترابية.

تبين الأبحاث أن المنافسة على الادمصاص للمعادن الثقيلة على الزيوليت تختلف باختلاف نوع الزيوليت، وأن سلسلة الادمصاص للزيوليت نوع mordenit كانت كما يلي:Pb > Cu > Cd > Zn ، وللزيوليت نوع clinoptilolite Pb > Cu > Zn > Cd .(Yuan *et al*,1999)

تبين أبحاث Covelo *et al* (2004) ، أن المنافسة على الادمصاص لا تظهر بشكل واضح عند التراكيز المنخفضة للمعادن، وأن الزيادة في الإضافات المعدنية حَسّنتْ المنافسة بين المعادن على مواقع التبادل. كما تبين الدراسات ظاهرة الادمصاص المتعدد للمعادن الثقيلة على الزيوليت الطبيعي Panayotova *et al*,2003 ; Lee and Moon 2001). وتبين أبحاث أخرى ادمصاص المعادن عن طريق التبادل الكاتيوني وتشكيل معقدات على السطح الداخلي، أو عن طريق الترسيب(Sposito,1989; McBride,1994;Sparks,1995).

ثانياً: الهدف من البحث:

إن الأبحاث المتعلقة بموضوع ادمصاص المعادن الثقيلة هي قليلة جداً ، كما أن دراسة الادمصاص للزنك والنحاس على الزيوليت، باعتبار أنهما ينتميان للعناصر الصغرى وفي الوقت ذاته للمعادن الثقيلة، يمكن أن يعطي تصوراً عن إمكانية استخدام الزيوليت في معالجة الترب التي يحصل فيها انخفاض إتاحة هذين العنصرين من جهة، وكذلك إمكانة معالجة الترب الملوثة بهما من جهة أخرى.

ويهدف البحث إلى :

- دراسة تأثير ادمصاص الزيوليت عند إضافة مستويات مختلفة للنحاس والزنك.
- دراسة الأشكال المتبادلة للنحاس والزنك في الزيوليت في المعاملات المختلفة.

ثالثاً : مواد وطرائق البحث:

3-1:جمع وتحضير الزيوليت:

استخدم في الدراسة الزيوليت السوري الطبيعي, والذي تم جمعه من منطقة تلال المكيحلات جنوب شرق دمشق ، واستخدم بأقطار أقل من 2 mm.

3-2:التحاليل المخبرية:

- تقدير درجة تفاعل الزيوليت: تم قياسه في معلّق تربة: ماء 2.5:1 باستخدام جهاز قياس الـ pH(pH-meter) (McKeague,1978;McLean,1982).
- قياس الموصلية الكهربائية(EC): تم تقديرها في مستخلص مائي للتربة(5:1)، بواسطة جهاز الموصلية الكهربائية Conductivity- meter (Richards,1954).
- تقدير الكربونات الكلية: أجري القياس بالطريقة الحجمية بأسلوب المعايرة العكسية(FAO 1974).
- تقدير الفوسفور القابل للإفادة بطريقة أولسن (Olsen et al. , 1954).
- تقدير الفوسفور الكلي بطريقة (Olsen and Sommer. , 1982).
- تقدير البوتاسيوم المتبادل بطريقة التحليل باللهب (Richards,1954).
- تقدير البوتاسيوم الكلي بهضم عينة الزيوليت بواسطة حمض الكبريت والسيلينيوم، وقياس شدة اللون بطريقة التحليل باللهب (Richards,1954).
- تقدير سعة التبادل الكاتيوني (CEC) : بطريقة الإزاحة (Richards,1954).
- الأزوت الكلي بهضم العينات بواسطة حمض الكبريت والسيلينيوم ثم التقطير باستخدام جهاز كلداهل(Bremner and Mulvaney, 1982).
- تقدير الزنك والنحاس المتبادلين عن طريق الاستخلاص بالـ DTPA حسب (Lindsay and Norvel, 1978).
- تقدير الزنك والنحاس المدمصين على الزيوليت عن طريق القياس المباشر للراشح بعد الرج والتنفيل (الفرق بين التركيز الأولي والنهائي).

3-2 تحضير المحاليل:

تم تحضير ثلاثة مستويات من الزنك: Zn_1, Zn_2, Zn_3 (125- 250 -500)، وثلاثة مستويات من النحاس: Cu_1, Cu_2, Cu_3(125- 250 -500)mg/L ، كما تم تحضير مستويات من الزنك والنحاس معاً Zn×Cu، لجميع الاحتمالات الممكنة بين مستوياتهما.

3- 3 تحضير المستخلصات : تم إضافة التراكيز السابقة إلى الزيوليت من خلال تحضير مستخلص 25:1من الزيوليت مع الزنك والنحاس لجميع المستويات المدروسة، حيث رجت العينات لمدة 12 ساعة ، ثم جرى تثفيلها بسرعة 2500 دورة/د لمدة عشر دقائق ، وتم جمع الجزء الطافي من المحلول ، وتم قياس تركيز الزنك والنحاس المدمصين(من الفرق بين قراءة الجهاز والتركيز المضاف)، باستخدام جهاز الامتصاص الذري ASS نوع Shimadzo AA6800 .

3-4التحليل الإحصائي:

نفذ البحث وفق طريقة التجارب العاملية ضمن تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، وحللت النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي (Genstat- 7) وقد تمت المقارنة بين متوسطات المعاملات عن طريق اختبار أقل فرق معنوي (L.S.D) عند مستوى المعنوية 5% و1%.

عدد المعاملات: 15 معاملة

عدد مكررات كل معاملة : ثلاث مكررات.

عدد الوحدات التجريبية: 45.

رابعا" : النتائج والمناقشة:

4-1 بعض الخصائص الأساسية للزيوليت: يبين الجدول (1) أن الزيوليت خفيف القاعدية ومرتفع الملوحة قليلاً, ومحتواه جيد من الشكل الكلي للفوسفور والبوتاسيوم, لكنه كان قليل المحتوى بالفوسفور القابل للإفادة، كما أنه كان غنياً جدا بكل من الصوديوم والبوتاسيوم المتبادلين, ومتوسط المحتوى بكربونات الكالسيوم الكلية, وذو سعة تبادلية عالية.

جدول (1): بعض الخصائص الأساسية والخصوبية للزيوليت الطبيعي.

نوع التحليل	التركيز
pH	8.1
EC	1.6ميليموز/سم
$CaCO_3$	% 20
CEC	215 غ 100/meq
Na المتبادل	20000 kg/ mg
N الكلي	170 kg/ mg
P الكلي	950 kg/ mg
P المتبادل	0.3 kg/ mg
K الكلي	6000 kg/ mg
K المتبادل	4250 kg/ mg

4-2 تقدير المعادن الثقيلة المدمصة(نوعي وغير نوعي) على الزيوليت الطبيعي:

4-2-1 ادمصاص الزنك:

يبين الجدول(2)، الزنك المدمص في المعاملات المختلفة، ويتضح من الجدول ارتفاع ادمصاص الزنك معنوياً بزيادة التركيز المضاف منه(أي من $Cu_0\ Zn_1$ إلى $Cu_0\ Zn_3$). أما عن علاقة ادمصاص الزنك بوجود تراكيز مختلفة من النحاس، فإن ادمصاص الزنك عند المستوى الأدنى لإضافته (Zn1 = 125 مغ/ل)، لم يتأثر بمستويات النحاس المضافة جميعها(Cu_3, Cu_2, Cu_1)، وكانت الفروق غير معنوية ، وهذا يتفق مع أبحاث عديدة تؤكد عدم وجود منافسة على مواقع الادمصاص

لعناصر أخرى عند التركيز المنخفض للعنصر(Covelo *et al* ,2004). ولم تظهر المنافسة إلا باستخدام المستوى الثاني للزنك مع المستوى الثالث للنحاس، (حيث انخفض ادمصاص الزنك وكانت الفروق معنوية)، وانخفض أيضاً ادمصاص الزنك عند المستوى الثالث|(Zn_3)، بارتفاع تركيز النحاس المضاف، وكان الانخفاض معنوياً مع المستوى الثاني والثالث للنحاس، كما أن الانخفاض كان معنوياً بين كل من Cu_2Zn_3 و Cu_3Zn_3.

إن النتائج التي تم التوصل إليها تتفق مع ما جاء في بعض الدراسات من أن المنافسة بين العناصر تظهر في التراكيز المرتفعة (Covelo ,2006 Zhang *et al* 2004 *et al*).

جدول(2)-كمية الزنك المدمص (مغ/كغ زيوليت) باستخدام عدة مستويات من Zn,Cu

المعاملات	Cu_0	Cu_1	Cu_2	Cu_3	المتوسط
zn_1	3110	3121	3110	3003	3086
zn_2	6223	6221	6177	4373	5748
zn_3	12416	12291	10620	9879	11302
المتوسط	7250	7211	6636	5752	**6712**
zn L.S.D $_{0.05}$=145.5 zn L.S.D $_{0.01}$=197.7		cu L.S.D $_{0.05}$= 168 cu L.S.D $_{0.01}$=228.3		zn.cu L.S.D $_{0.05}$= 290.9 zn.cu L.S.D $_{0.01}$=395.4	
GM = 6712			C.V% = 2.6		

2-2-4 ادمصاص النحاس:

تبين النتائج الموضحة في الجدول(3)، زيادة ادمصاص النحاس بزيادة التركيز المضاف وكانت الفروق معنوية مقارنة مع المستوى الأول(Cu_1 Zn_0)، وذلك للمعاملات المضاف إليها النحاس فقط (أي Cu_2 Zn_0 ، Cu_3 Zn_0)، ويتضح من الجدول(3) أيضاً أن ادمصاص النحاس عند المستوى الأول والثاني لإضافته لم يتأثر معنوياً بوجود أي تركيز من الزنك المضاف وهذا يؤكد قدرة النحاس على المنافسة عند وجوده بتراكيز حتى

250 مغ /ل، وبوجود تراكيز من الزنك تصل حتى500 مغ /ل.حيث تؤكد دراسات عديدة قدرة النحاس على المنافسة مع الزنك(Covelo *et al*,2004).

أما عند التركيز المرتفع للنحاس(Cu_3)، فإن المنافسة مع الزنك تبدو واضحة تماماً، حيث انخفض معنوياً تركيز النحاس المدمص بزيادة مستوى الإضافة من الزنك، وكانت الفروق معنوية بين $Cu_3\ Zn_0$ وكل من Cu_3 Zn_1، $Cu_3\ Zn_2$، $Cu_3\ Zn_3$ ، كما أن الفروق كانت معنوية بين هذه المعاملات أيضاً.

وقد تم التوصل إلى نتائج مشابهة لتأثير ارتفاع تركيز شاردة النحاس على المنافسة (Covelo *et al* ,2004). وكانت أكثر المعاملات تفوقاً، المعاملات:

$Cu_3\ Zn_1$، $Cu_3\ Zn_2$، $Cu_3\ Zn_3$ على التوالي.

جدول (3) كمية النحاس المدمص (مغ/كغ زيوليت) باستخدام عدة مستويات من Zn,Cu

	zn_0	zn_1	zn_2	zn_3	المتوسط
cu_1	3109	3119	3121	3121	3118
Cu_2	6245	6231	6237	6241	6238
Cu_3	12495	12132	12341	12457	12356
المتوسط	7283	7161	7233	7273	**7237**
cu L.S.D $_{0.05}$= 6.71 cu L.S.D $_{0.01}$=9.12		zn L.S.D $_{0.05}$= 7.75 zn L.S.D $_{0.01}$=10.53			cu.zn L.S.D $_{0.05}$=13.42 cu.zn L.S.D $_{0.01}$=18.24
GM=7237			C.V%= 1		

4-3 الزنك والنحاس المتبادلين:

4-3-1 الزنك المتبادل:

يبين الجدول(4) الزنك المتبادل في المعاملات المختلفة، ويتضح من الجدول أن ارتفاع تركيز الزنك المتبادل بزيادة تركيز الزنك المضاف(المعاملات الزنك بمفرده)، بفروق معنوية مقارنة مع أقل تركيز مضاف من الزنك، وكان أعلى تركيز من الشكل المتبادل في المعاملة Cu_0Zn_2.

إن تركيز الشكل المتبادل للزنك عند المستوى الأقل لإضافته(125 مغ/ل)، وعلاقته مع مستويات النحاس المضاف، تظهر انخفاض تركيز الشكل المتبادل للزنك، وكانت الفروق معنوية بين Cu_0Zn_1 وكل من Cu_2Zn_1، Cu_3Zn_1. أما تركيز الشكل المتبادل للزنك عند المستوى الثاني لإضافته(250 مغ/ل)، فيلاحظ انخفاضه معنوياً بزيادة النحاس المضاف مقارنة مع المعاملة التي لم يضف النحاس لها، وكان أكبر انخفاض في المعاملة Cu_3Zn_2. وقد اختلف تركيز الشكل المتبادل للزنك عند المستوى الأعلى لإضافته(500 مغ/ل)، مع علاقته مع التراكيز المختلفة للنحاس المضاف،حيث ارتفع عند المستوى الأول والثاني للإضافة بينما انخفض عند المستوى الثالث.

وبشكل عام أدت إضافة المستوى الثالث للنحاس إلى انخفاض الشكل المتبادل للزنك مقارنة مع مستويات النحاس الأقل ضمن كل مستوى للزنك (جدول4)، حيث تظهر قدرة النحاس(المستوى الثالث للإضافة)، على المنافسة على مواقع التبادل في الزيوليت، وهذا يتفق مع ما جاء في أبحاث تبين أن الادمصاص غير النوعي يتأثر بعدد من العوامل منها تركيز الأيون والأيونات المرافقة(Silveira *et al* ,200).

جدول(4) كمية الزنك المتبادل (مغ/كغ زيوليت) باستخدام عدة مستويات من Zn,Cu

المعاملات	Cu_0	Cu_1	Cu_2	Cu_3	المتوسط
Zn_1	523	505	455	459	485
Zn_2	1294	1110	1153	1024	1145
Zn_3	1183	1230	1229	1118	1190
المتوسط	1000	948	946	867	940
Zn L.S.D $_{0.05}$= 9.2 Zn L.S.D $_{0.01}$=12.51		Cu L.S.D $_{0.05}$= 10.62 Cu L.S.D $_{0.01}$=14.44		Zn.Cu L.S.D $_{0.05}$=18.4 Zn.Cu L.S.D $_{0.01}$=25.01	
GM = 940			C.V% = 1.2		

4-3-2 النحاس المتبادل:

يوضح الجدول(5)، تركيز النحاس المتبادل عند تراكيز مختلفة لإضافة النحاس والزنك للزيوليت. ويلاحظ بالنسبة لمستويات النحاس المضافة(للنحاس بمفرده)، ارتفاع تركيز الشكل المتبادل معنوياً بزيادة التركيز المضاف،أي:

$Cu_1Zn_0 < Cu_2Zn_0 < Cu_3Zn_0$.

إن تركيز النحاس المتبادل عند المستوى الأول لإضافته إلى الزيوليت وعلاقته مع مستويات الزنك المضافة، تبين ارتفاع تركيز الشكل المتبادل للنحاس معنوياً عند المستوى الأول للإضافة مقارنة مع تركيز النحاس المتبادل عند المستوى ذاته لإضافة النحاس بوجود تراكيز مختلفة من الزنك، ومع ذلك كان تركيز النحاس المتبادل أعلى للمعاملة Cu_1Zn_3 مقارنة مع Cu_1Zn_1، Cu_1Zn_2.

وبشكل مماثل يلاحظ انخفاض تركيز النحاس المتبادل عند المستوى الثاني لإضافته معنوياً،(للمعاملات Cu_2Zn_1، Cu_2Zn_2)، مقارنة مع Cu_2Zn_0، لكنه ارتفع في المعاملة Cu_2Zn_3. وبالرغم من اختلاف تركيز النحاس المتبادل عند المستوى الثالث لإضافته للمعاملات المختلفة، إلا أن الفروق لم تكن معنوية بين المعاملات التي أضيف إليها مستويات مختلفة من الزنك.

جدول (5) كمية النحاس المتبادل (مغ/كغ زيوليت) باستخدام عدة مستويات من Zn,Cu

	Zn_0	Zn_1	Zn_2	Zn_3	المتوسط
Cu_1	2332	617	613	1317	1220
Cu_2	3683	3165	2864	4071	3446
Cu_3	9904	11413	11495	10870	10920
المتوسط	5306	5065	4990	5419	**5195**
	Cu L.S.D $_{0.05}$= 114.7 Cu L.S.D $_{0.01}$=155.8	Zn L.S.D $_{0.05}$= 132.4 Zn L.S.D $_{0.01}$= 180	Cu.Zn L.S.D $_{0.05}$= 229.3 Cu.Zn L.S.D $_{0.01}$=311.7		
	GM= 5195		C.V%= 2.6		

4-3-3 الزنك المتبادل من الزنك المدمص (%):

يوضح الجدول رقم(6)، نسبة الزنك المتبادل من المدمص كنسبة مئوية. وتبين النتائج أنها كانت بين 9.5 و 23.6%، ويلاحظ وجود فروق معنوية بين معاملات الزنك التي لم يضف النحاس إليها، وكان أكثرها تفوقاً المعاملة Cu_0Zn_2. أما معاملات المستوى الثاني للزنك مع مستويات النحاس المضاف، فتبين تفوق المعاملتين Cu_3Zn_2، Zn_2Cu_2 معنوياً على بقية المعاملات. وبالرغم من ارتفاع تركيز الزنك المتبادل للعلاقة المتبادلة بين Zn_3 ومستويات النحاس المضافة، إلا الفروق لم تكن معنوية بين المعاملات.

جدول(6) نسبة الزنك المتبادل من المدمص(%) عند المستويات المختلفة من Zn,Cu

المعاملات	Cu_0	Cu_1	Cu_2	Cu_3	المتوسط
Zn_1	16.8	16.2	14.6	15.3	15.7
Zn_2	20.8	17.8	18.7	23.6	20.2
Zn_3	9.5	10.0	11.6	11.3	10.6
المتوسط	15.7	14.7	15.0	16.7	15.5
	Zn L.S.D $_{0.05}$= 0.724 Zn L.S.D $_{0.01}$= 0.983	Cu L.S.D $_{0.05}$= 0.836 Cu L.S.D $_{0.01}$= 1.136	Zn.Cu L.S.D $_{0.05}$=1.447 Zn.Cu L.S.D $_{0.01}$=1.967		
	GM = 15.5		C.V% = 5.5		

4-3-4 النحاس المتبادل من النحاس المدمص (%):

تبين نتائج الجدول (7) اختلاف تركيز النحاس المتبادل (من النحاس المدمص الكلي%)، اختلافاً كبيراً. ويلاحظ أن أكثر المعاملات تفوقاً على بقية المعاملات كانت للتفاعل بين Cu_3 ومستويات الزنك المضاف. وكان أكثرها انخفاضاً لتفاعل بين Cu_1، وكل من Zn_2 ،Zn_1.

جدول (7) نسبة النحاس المتبادل من المدمص(%)عند المستويات المختلفة من Zn,Cu

المتوسط	Zn_3	Zn_2	Zn_1	Zn_0	
39.2	42.2	19.6	19.8	75.0	Cu_1
55.2	65.3	45.9	50.7	59.0	Cu_2
88.4	89.6	93.1	91.6	79.3	Cu_3
60.9	65.7	52.9	54.0	71.1	المتوسط
Cu.Zn L.S.D $_{0.05}$=2.970 Cu.Zn L.S.D $_{0.01}$=4.037		Zn L.S.D $_{0.05}$= 1.715 Zn L.S.D $_{0.01}$= 2.331		Cu L.S.D $_{0.05}$= 1.485 Cu L.S.D $_{0.01}$=2.019	
C.V% = 2.9			GM = 61		

إن النتائج التي تم التوصل إليها لدراسة تأثير المعاملات المختلفة لإضافة مستويات مختلفة من الزنك والنحاس على الشكل المتبادل من كلا العنصرين، تبين بشكل عام (جدول 6،7)، ارتفاع نسبة الشكل المتبادل للنحاس وصل إلى أكثر 90%، بعكس الزنك المتبادل الذي لم يتعد 24%، ، ومن الممكن أن يكون لذلك أهمية في الاستخدامات الزراعية للزيوليت، سواء المحضر بإضافة الزنك والنحاس بهدف تزويد التربة بهذين العنصرين عند إضافته إليها، أو بدون معالجة للحد من تأثير التلوث بهما.

خامساً :الاستنتاجات

- ازداد ادمصاص الزيوليت للنحاس معنوياً بزيادة التركيز المضاف، ولم يتأثر ادمصاص النحاس عند جميع مستويات الإضافة بوجود تراكيز مختلفة من الزنك.
- ازداد ادمصاص الزيوليت للزنك معنوياً بزيادة التركيز المضاف ، ولم يتأثر ادمصاص الزنك عند المستوى الأول لإضافته(125مغ/كغ)، بوجود تراكيز مختلفة

من النحاس، بينما انخفض ادمصاصه عند المستوى الثاني والثالث لإضافتهما(250-500 مغ/كغ)، بوجود مستويات مرتفعة من النحاس.

- ازداد تركيز كل من النحاس والزنك المتبادلين معنوياً بزيادة التركيز المضاف من كل منهما.
- ازداد التركيز النسبي للشكل المتبادل للنحاس معنوياً بزيادة مستوى الإضافة، حيث تراوحت النسبة بين 19.6% في المعاملة Cu_1Zn_1 ، و 93.1% للمعاملة Cu_3Zn_2. وعموماً كانت النسب أكثر ارتفاعاً عند مستويات الإضافة المرتفعة تليها الأقل فالأقل. بينما كان التركيز النسبي للزنك المتبادل من المدمص، بين 9.5% في المعاملة Cu0Zn3 و23.6 % في المعاملة Cu_3Zn_2.وعموماً لم تكن معظم المعاملات معنوية فيما بينها. وكان معظم الزنك مدمصاً ادمصاصاً نوعياً، بعكس النحاس الذي كان ادمصاصه غير نوعي.

المراجع العربية :

عمادي ف، (1998): التوضعات البيروكلاستية_الرسوبية في المنطقة الجنوبية الشرقية من سورية وحامليتها للفلزات الاقتصادية (الزيوليت-الرمال الاوليفينية). المؤسسة العامة للجيولوجيا والثروة المعدنية.

عمادي ف؛ تركماني، عبد السلام (2005): الزيوليت الطبيعي في سورية، المؤسسة العامة للجيولوجيا، وزارة النفط والثروة المعدنية.

المراجع الأجنبية:

AMES, L. L. Jr., 1959- **U.S. At. Energy Comm. Unclassified Report** (AEC, Washington, DC) Publ. No. HY-62607.

BADILLO-ALMARAZ,V; Trocellier, P; Davila-Rangel, I., 2003- **Methods Phys** . Nucl. Instrum.. Res. B 210 . 424.

BARROW, N.J. 1985- **Reactions of anions and cations with variable-charge soils**. Advances in Agronomy, v.38, p.183-229,.

BRECK, D. W., 1974- **Zeolite molecular sieve structure, chemistry and uses**, Wiley InterScience, New York, p. 262-275, 314, and 245-300.

BREMNER,J.M., and C.S.Mulvaney.,1982-**Nitrogen total**.p. 595-624.*In* A.L.Page (ed.),Methods of soil analysis,Agron. 9,Part 2:Chemical and microbiological properties,2nd ed., Am.Soc. Agron., Mdison, WI, USA.

CASTALDI .P, L. Santona, C. Cozza, V. Giuliano, C. Abbruzzese, V. Nastro, P. Melis. 2005- **Thermal and spectroscopic studies of zeolites exchanged with metal cations**, J. Mol. Struct. 734. 99–105.

Covelo, E.F., Covelo, M.L. Andrade and F.A- 2004a. Vega, **Simultaneous adsorption of Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn by different soils**, J. Food Agric. Environ. 2 (2004), pp. 244–250..

FAO ., 1974-**The Euphrates Pilot Irrigation Project .method of soil analysis ,Gadeb soil laboratory** .Food and agriculture organization ,Rome, Italy.

.FUGII, Shigeharu., 1974-**Heavy Metal Adsorption by Pulverized Zeolites**, Japan Kokai 74,079,849, Aug. 1.

HOLMES, D.A., 1994- **Zeolites industrial minerals and rocks**. Carr, D. D. Littleton, Colorado, Society of Mining, Metallurgy and exploration, Inc: 1129-1158.

JI, G.L.; LI, H.Y. 1997- **Electrostatic adsorption of cations**. In: YU, T.R. (Ed.) Chemistry of variable charge soils. New York: Oxford University Press,. p.64-111.

LEE. D.H, H. Moon, Korean J. 2001- Chem. Eng. 18 - 247–256

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.

McBride, M.B., 1994- **Environmental Chemistry of Soils**, Oxford Univ. Press, New York.

McKEAGUE,J.A.(ed).1978-.**Manual on soil sampling and methods of analysis**. Canadian society of soil Science: 66-68

McLEAN,E.O,.1982-**Soil pH and lime requirement**.p.199-224,in A.L.page(ed), methods of soil analysis,part 2:chemical and microbiological properties.Am.Soc.Agron.,Madison,WI,USA.

MEIER,W. M; Olson, D. H., 1971- **Adv. Chem**. Ser. 101,155-170.

MERCER, B. W; Ames, L. L; Smith, R. W., 1970- **Nucl. Appl. Technol**. ECL-152, 62-69.

MONDALES .K.D, R.M. Carland, F.F. Aplan,. 1995- **The comparative ion exchange capacities of natural sedimentary and synthetic zeolites, Miner**. Eng. 8- 535–548.

OLSEN, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe, and L.A. Dean., 1954- **Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate**. U.S. Dep. of Agric. Circ. 939.

OLSEN, S.R., and L.E.Sommers.,1982-Phosphorus. **Methods of soil analysis,Agron** P.403-430.*In* A.L.Page (ed.),. 9,Part 2:Chemical and microbiological properties,2nd ed., Am.Soc. Agron., Mdison WI, USA.

OSTE. L.A, T.M. Lexmond, W.H. Van Riemsdijk., 2002- **Metal immobilization in soils using synthetic zeolites**, J. Environ. Qual. 31 -813–821.

PANAYOTOVA, M, B. Velikov, J., 2003- **Environ. Sci**. Health A 38 545–554.

RIEUWERTS ,J.S;I. Thornton; M.E. Farago and M.R. Ashmore.,1998- **Factors influencing metal bioavailability in soils: preliminary investigations for the development of a critical loads approach for metals**, Chem. Speciat. Bioavailab. 10, pp. 61–75.

RICHARDS,L.A.,1954-**Diagnosis and improvement of saline and alkali soils** .USDA Agric Handbook 60 .Washington ,D.C.

SILVEIRA. M.L.A., L.R.F. Alleoni and L.R.G. Guilherme, Review., 2003-**biosolids and heavy metals in soils**, *Sci. Agric.* 60, pp. 793–806.

SPARKS, D.L.1995-**Environmental soil chemistry**. San Diego: Academic Press. 267p.
SPARKS , D.L., 1995-**Environmental Soil Chemistry**, Academic Press, New York.

SPOSITO, G., 1989-**The Chemistry of Soils**, Oxford University Press, New York.

SPRYNSKYY. M,B. Buszewski, A.P. Terzyk, J. Namie´snik., 2006- **Study of the selection mechanism of heavy metal**

(Pb^{2+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, and Cd^{2+}) adsorption on clinoptilolite, J. Colloid Interface Sci. 304 - 21–28.

TERZANO .R, M. Spagnuolo, L. Medici,W. Dorrin´e, K. Janssens, P. Ruggiero., 2007- **Microscopic single particle characterization of zeolites synthesized in a soil polluted by copper or cadmium and treated with coal fly ash**, Appl. Clay Sci. 35 -128–138.

TSCHERNEV, D. I., 1978-**Solar Energy Application of Natural Zeolites." In: Natural Zeolites—Occurrence, Properties**, Use, L. B. Sand and F. A, Mumpton (eds.) (Elmsford, NY: Pergamon Press.

.WILDING, M. W; Rhodes, D. W., 1965- **U.S. At. Energy Comm. Document** (AEC, Washington, DC) Publ. No. IDO-14657.

YUAN. G, H. Seyama, M. Soma , B. K. G. Theng ,A.Tanaka ., 1999-**Adsorption of some heavy metals by natural zeolites** ,XPS and batch studies ,Journal of Environmental Science and Health, Part A, Volume 34, Issue 3 May , pages 625 - 648.

YU, T.R.; SUN, H.Y.; ZHANG, H., 1997- **Specific adsorption of cations**. In: YU, T.R. (Ed.) Chemistry of variable charge soils. New York: Oxford University Press,. p.140-174.

ZHANG, M.K; L.P. Fang; C.Y. Huang., 2006- **Competitive adsorption and mobility sequence of heavy metals in urban soils of southeastern China**. Journal of Environmental Science-China, 18(2):329-333.

Capacity of Zeolite in Adsorption Different Levels of Zinc and Copper

*Samir Shamsham

Abstract

The experiment was carried out to study the ability of Zn and Cu adsorption on natural Zeolite using three concentrations of Zn and Cu(125 - 250- 500) $mg.L^{-1}$.

The research aimed to define the ability of Zn and Cu on competitive the adsorption sites under different added levels to studied Zeolite, and studying the exchangeable form in different treatments.

The study showed that adsorption increased with increase Zn and Cu added. Adsorption Cu not effected with Zn Levels Additive, while Zn adsorption decreased with increase copper(at 2^{ed} and 3^{ed} level of Zn Additive). The exchangeable form of Zn and Cu increased significantly with increase the level of Additive.

On the other hand, Cu have got more ability on exchangeable sites than Zn .

* Dr. Samir Shamsham
Department of Soil Science
Faculty of Agriculture - Al-Baath University
Syria –Homs
Key word: Zeolite, adsorption, Cu, Zn.