

تأثير إضافة الحمأة في بعض الخواص الكيميائية لتربة الغابة الصنوبرية المحروقة (موقع الزعينية)

د. عباس حزوري

د. غصون سمان

قسم علوم التربة واستصلاح الأراضي

قسم الموارد الطبيعية والبيئة

كلية الزراعة - جامعة حلب

الملخص

أجريت التجربة لدراسة تأثير إضافة الحمأة في محتوى التربة من العناصر الخصوبية والمادة العضوية في إتاحة العناصر الصغرى بالإضافة لتراكم المعادن الثقيلة في التربة المحروقة. نفذت التجربة وفق تصميم القطع العشوائية الكاملة، تضمنت المعاملات الرئيسية ثلاثة مستويات من إضافة الحمأة: للشاهد دون إضافة الحمأة، وإضافة الحمأة بمعدل 6 و 12 طن/هكتار، حيث درست تأثيرها في أعماق التربة (0-15 و 15-30 سم)، وكررت المعاملات ثلاث مرات. أخذت عينات تربة في نهاية التجربة (بعد مرور سنتين على إضافة الحمأة). بينت النتائج أن الحمأة حسنت من خصوبة التربة إذ لوحظ ارتفاع في كمية المادة العضوية في التربة وبشكل معنوي للمعاملات التي أضيفت إليها الحمأة مقارنة بالشاهد، كما وجدت فروق عالية المعنوية بالنسبة للعناصر الخصوبية N, P, K عند زيادة مستوى إضافة الحمأة بالمقارنة مع الشاهد. كذلك أدت إضافة الحمأة إلى زيادة معنوية في الكمية المتاحة من العناصر الصغرى (Zn, Cu, Mn, Fe) والكمية الكلية والمتاحة من المعادن الثقيلة (Cr, Cd, Ni, Pb) وذلك في التربة المضاف إليها الحمأة بكمية مضاعفة مقارنة بالشاهد. إلا أن تركيز تلك العناصر كان ضمن حدود المحتوى الطبيعي لتركيزها في الترب الحراجية. كلمات مفتاحية: تربة غابة محروقة، الحمأة، خصائص كيميائية، العناصر الصغرى، المعادن الثقيلة.

ورد للنشر 2010 / 04 / 07 ، قبل النشر 2010 / 05 / 31

المقدمة

تدهور التربة في الغابات الصنوبرية السورية التي تخضع للمناخ المتوسطي (حيث الصيف الطويل الحار والرياح الشديدة الجافة والحارة) وذلك بفعل الانجراف المائي والجريان السطحي الناتجين عن الحرائق الشديدة المتكررة التي تتعرض لها سنوياً (De Luis *et al.*, 2001; Scarascia-Mugnozza *et al.*, 2000)، مما ينعكس سلباً على خصوبة التربة حيث تتضائل بعد تخريب أو احتراق المادة العضوية والغطاء النباتي الشجري والشجيري وطبقة القشرة أو احتراقها وتحويلها لرماد، هذا بشكل خاص في الغابات الصنوبرية الموجودة على المنحدرات مما يفقد التربة في معظم الأحيان للكثير من ميزاتها الكيميائية والفيزيائية والحيوية. فجزء من العناصر الغذائية يفقد من التربة على شكل غازات تتطاير في الجو (Grogan *et al.*, 2000) والجزء الآخر من هذه العناصر يتجمع في الرماد الذي يتراكم فوق سطح تربة الغابة الصنوبرية المحروقة لتتعرض بعد ذلك للانجراف والانغسال بالماء السطحي إذا لم تمتص مباشرة من النباتات تحت تأثير الهطولات المطرية الشديدة التي تلي الحريق، مما يجعلها تعاني من نقص في المادة العضوية والعناصر الغذائية (Archibold, 1995)، الأمر الذي يؤدي إلى حلول مجتمعات نباتية مكونة من أنواع جفافية محبة للضوء والحرارة وقليلة التأثير في البيئة وغير قادرة على حماية التربة من الانجراف والمحافظة على خصوبتها ومياها الجوفية (Aerts, 1995)، مما يجعل عودة الغطاء النباتي إلى ما كان عليه سابقاً قبل الحريق بطيئاً جداً (Samman *et al.*, 2000; Quézel and Médail, 2003)، بالإضافة لضعف التجدد الطبيعي للنوع الرئيسي المكون للغابة والذي يتكاثر حصراً بالبذور مقارنةً بالأنواع الشجيرية وتحت الشجيرية التي تتكاثر جنسياً وخضرياً ضمن ظروف الموقع المحروق الجديدة (Samman *et al.*, 2004b)، وخاصة أن نمو الأشجار يحتاج لمستويات عالية من خصوبة التربة وتوفر المياه، كما أن تكرار الحرائق الشديدة في الموقع نفسه تجعل العناصر الغذائية محدودة في التربة ومن المحتمل أن يكون لها تأثير سلبي في نمو النباتات لعدم إتاحة العناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات (Blair, 1997; Samman *et al.*, 2004a).

لذلك أجريت دراسات عديدة لتحسين خواص تربة الغابات المحروقة الكيميائية والفيزيائية والحيوية عن طريق إضافة المخصبات العضوية بأشكالها المختلفة حيث تساعد في تعويض الفاقد من العناصر الغذائية بالامتصاص النباتي من خلال تنشيط الكائنات الحية الدقيقة التي تعمل على تحليل المخلفات العضوية وتفكيكها وتحويلها إلى عناصر غذائية مفيدة في التربة تزيد من خصوبة التربة (Laktuinaf, 1998) وتكون أكثر قابلية للاستفادة من قبل النبات (Sparks, 1999) مما يساعد في نمو الغطاء النباتي وتطوره ليعود ويمثل الموقع من جديد.

تعتبر الحمأة تلك المخلفات العضوية الصلبة الناتجة عن معالجة مياه الصرف الصحي أحد هذه المخصبات التي تضاف كأسمدة لتربة الغابات المحروقة باعتبارها مصدراً للمادة العضوية والعناصر الغذائية (Brockway, 1983; Martinez *et al.*, 2003)، وتستطيع تحسين خواص التربة الكيميائية والفيزيائية (McKay and Moffat, 2002; Caravaca *et al.*, 2001)، فهي تزود التربة بالأزوت لفترة تتراوح بين السنة والمنتين فتمعدن الأزوت العضوي يعتمد على شكل الحمأة المضافة وعلى العوامل المناخية السائدة في الموقع (Cowley *et al.*, 1999)، كما أنها تزيد من كمية الأزوت والفوسفور والبيوتاسيوم والمغنسيوم في التربة والمحلل الأرضي (Debosz *et al.*, 2002; Martinez *et al.*, 2003). ووفقاً للمواصفات التي يجب أن تتميز بها الحمأة الجافة للمعالجة، فإنها تعتبر مصدراً هاماً للمادة العضوية حيث تتراوح نسبتها بين 40-60% من الوزن الجاف، كما تحتوي على العناصر السامة المفيدة للنبات N، P، K، بالإضافة للعناصر المعدنية كالزنك والحديد والنحاس، بالإضافة للمعادن الثقيلة كالسيوم والرصاص والزرنيخ. ويختلف تركيز المعادن الثقيلة اختلافاً كبيراً تبعاً لمصدر الحمأة (Epstein, 2003) ولكن الحمأة لا تعتبر سامداً متوازناً وإضافتها عبر السنين ربما يؤدي إلى اختلال توازن العناصر الغذائية لذلك يجب إجراء تحليل منتظمة للتربة والنبات في الوقت ذاته، ثم إجراء إضافات تكميلية، للحفاظ على توازن الاحتياجات الغذائية للغطاء النباتي. فالتأثيرات السلبية للمعادن الثقيلة الموجودة في الحمأة

تتوقف على نوع التربة والرقم الهيدروجيني للتربة ونوع النبات حيث تشير الدراسات (Kofoed, 1983; Lubben 1993) إلى أن الترب ذات السعة التبادلية الكاتيونية CEC المرتفعة والتي تحتوي على نسبة عالية من الغضار والمادة العضوية، تدمص قسماً كبيراً من العناصر المعدنية. كما تدمص العناصر المعدنية الثقيلة على المعادن المهذرتة المتبلور منها وغير المتبلور وهي بصورة أكاسيد الحديد والمنغنيز، أيضاً يؤدي الرقم الهيدروجيني المرتفع للتربة ($P > 8$) إلى تشكل أملاح غير ذوابة للمعادن الثقيلة، كذلك يمكن أن تكون للتأثيرات المتضادة بين العناصر المعدنية الموجودة في الحماة أحد أسباب خفض سمية هذه المعادن (García *et al.*, 1990; Planquart *et al.*, 1999)، كما أن هذه العناصر غالباً ما تبقى في الطبقة السطحية من التربة والتي لا تزيد عن 15 سم (Sopper, 1993; Smith, 1996) مما يجعل احتمال تلوث المياه الجوفية بالعناصر المعدنية المختلفة مستبعداً إذا كان عمق المياه الجوفية يزيد على المتر كما في أراضي الغابات (U. S. Environmental Protection Agency, 1983). فاستعمال الحماة كمخصبات أو مخصبات لتربة الغابات المتوسطة المتدهورة كان مدار كثير من الدراسات التي أكدت أن الحماة تزيد من خصوبة التربة (Brockway, 1983; Martinez *et al.*, 2003)، وتزيد من نمو الغطاء النباتي والكثافة الحية النباتي (Guerrero *et al.*, 2001; Moreno-Peñaranda *et al.*, 2004)، كما يساعد في زيادة قدرة الأنواع النباتية على الاستفادة من العناصر الخصوبية والمعدنية للضرورية لنموها (Moreno *et al.*, 1996)، وتسرع استعادة الغطاء النباتي بمختلف طبقاته من جديد (Larchevêque *et al.*, 2005) نتيجة تحسين خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وتسريع عملية التجدد الطبيعي لغطاء النباتي وبشكل خاص الشجري والشجيري (Mayer *et al.*, 2004; Larchevêque *et al.*, 2006).

يهدف هذا البحث لدراسة تأثير إضافة الحماة في بعض خصائص التربة الكيميائية (محتوى التربة من العناصر الخصوبية K، P، N) والعناصر الصغرى (Cu، Zn، Mn، Fe) بالإضافة لتراكم بعض المعادن الثقيلة في التربة (Cd، Cr، Pb، Ni) بعد سنتين من الإضافة لتربة الغابة الصنوبرية المحروقة.

مواد وطرق البحث:

نفذ البحث حقلياً في موقع الزعينية الذي يقع على الطريق الواصلة بين جسر الشغور واللاذقية، حيث يبلغ ارتفاعه عن سطح البحر 625 م، ومعدل الهطول المطري يتراوح بين 600-800 ملم سنوياً، حيث تعرض الموقع لحريق سطحي تلجى في 20/6/2006 وفقدت المساحة المحترقة بنحو 368 دونم.

يتميز الموقع بمجتمع نباتي ساد فيه الصنوبر البروتي *Prunus brutia* مع مرافقاته النباتية التي تذكر من أهمها السنديان العادي *Quercus calliprinos* والشربين *Juniperus oxycedrus* والقطلب *Arbutus andrachne* وارس *Myrtus communis*... الخ.

بغية دراسة استجابة التربة المحروقة والنبات الحراجي لاستخدام الحمأة فقد تم إضافة الحمأة لنتيجة عن محطة حلب لمعالجة مياه الصرف الصحي ذات الخواص الواردة في الجدول رقم (1) بمستويات مختلفة إلى التربة، حيث نفذ البحث في الموقع المنروس باستخدام تصميم القطع العشوائية الكاملة. وعملت القطع التجريبية في موسمي 2008 و2009، باستخدام مستويات مختلفة من الحمأة على الشكل التالي:

S₀: بدون إضافة للحمأة.

S₁: إضافة الحمأة الجافة بمعدل 6 طن/هكتار.

S₂: إضافة الحمأة الجافة بمعدل 12 طن/هكتار.

علماً بأنه تم خلط الحمأة مع التربة لسطحية في القطع التجريبية لثني تساوي مساحة الواحدة منها 25 م².

جدول رقم/1/: بعض خواص ومكونات الحمأة المستخدمة في البحث

Ni	Pb	Cr	Cd	Fe	Mn	Cu	Zn	K	P	N	OM	الرطوبة	pH
P.P.M											%		
62	81	60	4.6	6337	70.7	151	37	178	0.16	1.62	41.51	30	7.6

وحسب هيئة المواصفات والمقاييس السورية (2002) فإن الحدود المسموح بها (ملغ/كغ) لتركيز بعض العناصر المعدنية و المعادن الثقيلة في التربة الرطبة المعاملة

بالحصاة كالتالي:

جدول رقم /2/ يبين الحد المسموح به لبعض العناصر الثقيلة والمعدنية في التربة الحراجية.

Zn	Cu	Ni	Pb	Cr	Cd	العنصر
700	375	125	150	250	5	الحد المسموح به (P.P.M)

ودرس المعاملات السابقة حيث أخذت عينات على عمقين من التربة لكل قطعة

تجريبية في نهاية موسمي الإضافة بتاريخ 20/10/2009، على النحو التالي:

D₁: العمق الأول من 0-15 سم. D₂: العمق الثاني من 15-30 سم.

نفذت المعاملات بثلاثة مكررات حسب تصميم التجربة، وبذلك يكون عدد القطع

التجريبية 3×2×3=18 قطعة تجريبية.

جفت عينات التربة هوائياً ثم طحنت ونخلت بمنخل /2/ ملم، وحضر معلق

التربة 1:2.5 تربة/ماء لقياس pH التربة. تم تقدير الأزوت الكلي بواسطة جهاز السكر،

أما الفوسفور القابل للإتاحة فتم الاستخلاص بطريقة أولسن المعدلة (Olsen *et al.*,

1954) باستخدام جهاز spectrophotometer، تم تقدير البوتاسيوم بعد الاستخلاص

بأسيتات الأمونيوم ثم القراءة على جهاز للهب (Phlamphotometer). تم تقدير كمية

المادة العضوية (OM) بطريقة الأكسدة الرطبة. كما تم تقدير الكمية الكلية والمناحة

للعناصر الصغرى والثقيلة حيث استخلصت الكمية الكلية بطريقة (Jackson, 1958;

Bennety and Hawely, 1965) والكمية للمناحة Available بطريقة DTPA

(Lindsay and Norvel, 1978) وقدرت بجهاز الامتصاص الذري Atomic

Absorption.

كما أجريت بعض الاختبارات الفيزيائية للتربة قبل إضافة الحصاة والزراعة

لمعرفة بعض مواصفاتها كالقوام بالتحليل الميكانيكي بطريقة الهيدرومتر، كما قدرت

الرطوبة عند السعة الحقلية وزناً، وتم إجراء التحليل الإحصائي للنتائج باستخدام برنامج

Systat V.8.

يظهر الجدول رقم /3/ بعض الخصائص الفيزيائية لتربة موقع الزعينة

المحرووق قبل إضافة الحصاة إليها حيث أظهرت نتائج التحليل الميكانيكي بأن قوام التربة

من العمق (0-30) سم كان سلتني لومي وأن CaCO₃ (53.6%).

جدول رقم 3/ : يبين بعض الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة المحروقة قبل إضافة الحماة.

نسبة الحقلية وزناً (%)	التحليل الميكانيكي (%)	OM (%)	EC (dS/m)	pH	عمق التربة (سم)
65	رمل 38	7.17	0.585	7.26	15 - 0
	طين 8 سنت 54	5.93	0.681	7.15	30 - 15

النتائج والمناقشة:

تأثير الحماة في بعض الخصائص الكيميائية والخصوبية للتربة:

أظهر التحليل الإحصائي أن إضافة الحماة أثرت في كمية المادة العضوية وبغروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$) وعند المقارنة بين المتوسط العام للمعاملات تفوقت المعاملة S_2 (19.94) على المعاملتين S_1 (13.31) و S_0 (2.25) وهذا يتفق مع (Martinez et al., 2003; Larchevêque et al., 2005) حول إغناء التربة بالمادة العضوية عند إضافة الحماة لتربة الغاية المضطربة (المحروقة) وخاصة في المعاملة S_2 حيث الكمية مضاعفة من الحماة ومكوناتها من المادة العضوية. كما تأثر عمق التربة بكمية المادة العضوية تأثيراً عالياً المعنوية وعند المقارنة بين متوسطات الأعماق كان للطبقة السطحية D_1 النصيب الأكبر مقارنة بباقي الأعماق وهذا يعود لتراكم المادة العضوية في الطبقة السطحية لتربة الغاية المحروقة في عامها الأول، كما هو موضح في الشكل رقم (1).

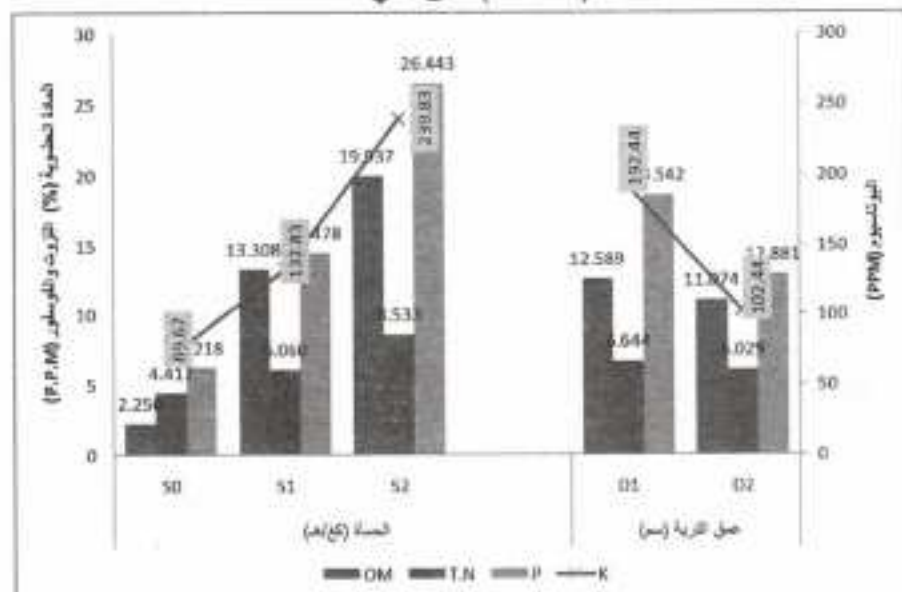
جدول رقم 4/: يبين متوسطات المعاملات لبعض الخصائص الكيميائية للتربة المحروقة بعد إضافة الحماة.

K	P	N	OM	pH	المعاملات	
					عمق التربة	الحماة
92.50	6.83	0.15	2.81	7.74	D ₁	S ₀
46.50	5.60	0.10	1.69	7.70	D ₂	
149.17	17.42	0.71	14.18	7.67	D ₁	S ₁
116.67	11.50	0.62	12.45	7.70	D ₂	
402.50	28.71	1.04	20.79	7.71	D ₁	S ₂
144.17	21.51	0.95	19.08	7.56	D ₂	
0.002**	0.004**	0.003**	<0.001***	0.542**	S	Fpr.
<0.001***	0.053**	0.008**	<0.001***	0.468**	D	
<0.001***	0.479**	0.857**	0.154**	0.560**	S*D	
58.36	6.604	1.647	2.891	0.202	S	LSD _{0.05}
30.64	4.865	0.527	0.309	0.158	D	
60.13	7.619	1.617	2.874	0.240	S*D	
16.8	27.6	7.5	2.3	1.8	C.V%	

كذلك لُزِت إضافة الحماة وبفروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$) في نسبة الأزوت الكلي حيث تفوقت المعاملة S₂ (1.04) على المعاملتين S₁ (0.71) و S₀ (0.15) وهذا يعود إلى أن للكمية الزائدة من الحماة أدت إلى إغناء التربة بالأزوت المتحرر عن تحللها خلال هذه الفترة. في حين لم يكن هناك أية فروق إحصائية معنوية ($P \leq 0.05$) بالنسبة لتأثير عمق التربة بتركيز هذا العنصر وكذلك التداخل بين المعاملات المدروسة.

كما بينت النتائج وجود فروق إحصائية عالية المعنوية بالنسبة لتأثير إضافة الحماة في كمية البوتاسيوم المتاحة فعند المقارنة بين المتوسط العام للمعاملات تفوقت المعاملة S₂ (239.83) على المعاملتين S₁ (132.83) و S₀ (69.67) كما تأثر عمق التربة بكمية البوتاسيوم المتاحة وبفروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$)، وعند المقارنة بين متوسطات الأعماق كان التركيز في العمق D₁ (192.44) أكبر مما هو عليه في العمق D₂ (102.44)، وهذا يعود لتحرر البوتاسيوم من تحلل المادة العضوية في الحماة المتراكمة في الطبقة السطحية من التربة المحروقة بالإضافة إلى الكمية المتوفرة في التربة، كما أثر التداخل بين عمق التربة والحماة في كمية البوتاسيوم المتاحة،

وكان للتأثير عالي المعنوية إحصائياً ($P \leq 0.01$)، وعند المقارنة بين المتوسط العام للمعاملات تفوق التداخل $S_1 D_2$ (335.67) على باقي التداخلات.



الشكل رقم 1/ : يبين متوسطات المعاملات لبعض الخصائص الكيميائية للتربة المحروقة بعد إضافة الحماة.

كذلك بينت النتائج وجود فروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$)، بالنسبة لتأثير الحماة في كمية الفوسفور المتاح، وعند المقارنة بين المتوسط العام للمعاملات تفوقت المعاملة S_2 (26.443) على المعاملتين S_1 (14.473) و S_0 (6.218) وهذا يعود لتحرر الفوسفور من معدن ونفكك المادة العضوية المتراكمة فوق تربة الغابة المحروقة ونفككها بعد سنتين من الإضافة.

كذلك أثر عمق التربة في كمية الفوسفور المتاح وبفروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$) وعند المقارنة بين المتوسط العام للأصفاق كان في العمق D_1 (18.542) وفي العمق D_2 (12.881) في حين لم تظهر أية فروق معنوية بالنسبة للتداخل بين المعاملات المنروسة. وهذا قد يعود لتوفر هذا العنصر المتحرر من الحماة المتحللة فوق سطح تربة الغابة المحروقة وبشكل مستمر بالإضافة لتطور المادة العضوية

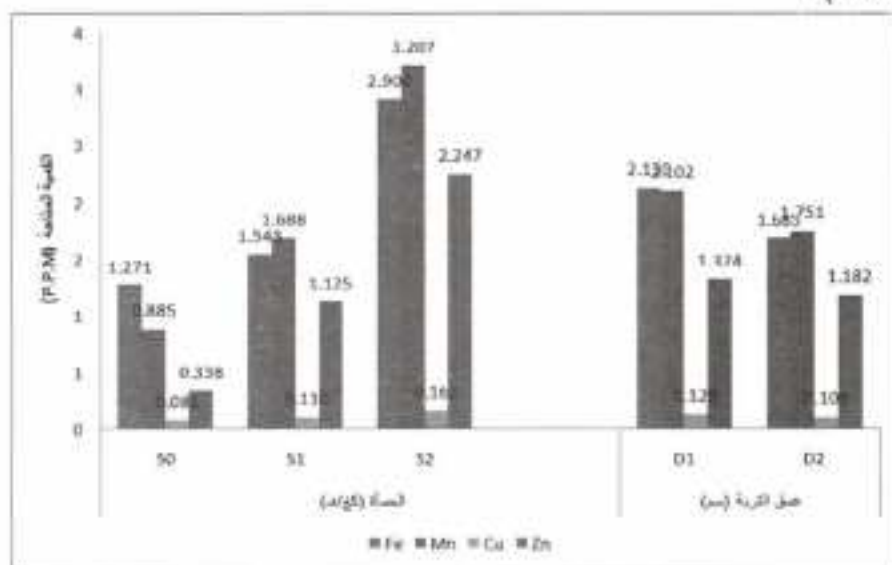
خلال السنوات السابقة نتيجة تحسن النشاط الحيوي في التربة. نلاحظ مما سبق أن الكمية المضاعفة للحمأة كان لها تأثير عالي المعنوية في كمية المادة العضوية والعناصر الخصوبية في التربة المحروقة للمعاملات التي أضيفت إليها الحمأة مقارنة بالشاهد.

تأثير الحمأة في كمية العناصر الصغرى في تربة الغلبة المحروقة:

تم تقدير محتوى التربة من الكمية المتاحة للعناصر الصغرى وذلك بعد سنتين من الإضافة كما هو موضح في الجدول رقم (5) والشكل (2).

تشير نتائج التحليل الإحصائي إلى أن الحمأة أثرت في الكمية المتاحة من العناصر الصغرى في التربة المحروقة وبفروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$) بالنسبة لعنصر الزنك وعند المقارنة بين المتوسط العام للمعاملات تفوقت المعاملة S_2 (2.247) على المعاملتين S_1 (1.125) و S_0 (0.388).

كما أثرت الحمأة في الكمية المتاحة لعنصر النحاس حيث أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق إحصائية عالية المعنوية ($P < 0.01$) وعند المقارنة بين المتوسط العام للمعاملات تفوقت المعاملة S_2 (0.163) على المعاملتين S_1 (0.110) و S_0 (0.081).



الشكل رقم 2: يبين متوسطات العناصر الصغرى للتربة المحروقة بعد إضافة الحمأة. كذلك يوضح الجدول رقم (5) والشكل البياني رقم (2) أن الحمأة أثرت في الكمية المتاحة لعنصر المنغنيز حيث كان هناك فروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$) وعند المقارنة بين المتوسط العام للمعاملات تفوقت المعاملة S_2 (3.207) في المعاملة S_1 (1.688) و S_0 (0.885).

ليصاً تشير النتائج أن تأثير الحمأة في الكمية المتاحة لعنصر الحديد كان عالي المعنوية إحصائياً ($P \leq 0.01$) وعند المقارنة بين المتوسط العام للمعاملات تفوقت المعاملة S_2 (2.908) على المعاملتين S_1 (1.543) و S_0 (1.271).

إذاً نلاحظ مما سبق أن تأثير الحمأة كان متشابهاً في الكمية المتاحة للعناصر الصغرى وهذا قد يعود لتحرر هذه العناصر من التحلل البطيء للحمأة الذي يزود التربة بالعناصر الغذائية الضرورية لنمو الغطاء النباتي بما فيها العناصر الصغرى.

جدول رقم /5/: يبين متوسطات قيم العناصر الصغرى للتربة المحروفة بعد إضافة الحمأة.

Zn	Cu	Mn	Fe	للمعاملات	
لكمية المتاح (P.P.M)				عق للتربة	الحمأة
0.43	0.08	0.95	1.60	D1	S0
0.35	0.08	0.83	0.94	D2	
1.18	0.12	1.78	1.90	D1	S1
1.07	0.10	1.60	1.55	D2	
2.37	0.19	3.59	3.10	D1	S2
2.12	0.14	2.83	2.72	D2	
0.010**	0.036*	0.006**	0.035*	S	Fpr.
0.037*	0.107ns	0.007**	<0.001***	D	
0.429ns	0.229ns	0.047*	0.181ns	S*D	
0.856	0.056	0.943	1.128	S	LSD0.05
0.131	0.026	0.211	0.159	D	
0.847	0.056	0.927	1.118	S*D	
9.0	19.0	9.5	7.0	C.V%	

تأثير الحمأة في تراكم العناصر الثقيلة في التربة:

تعتبر الحمأة عادة مصدر هام للمعادن الثقيلة (Cr, Cd, Ni, Pb) وإن pH التربة المرتفعة في التربة الكلسية سوف تؤدي إلى تثبيتها في التربة والتقليل من تأثيرها السمي (Martinez *et al.*, 2003)، وبالتالي ربما يحمي النباتات من امتصاص هذه العناصر وخاصة إذا كانت تراكيزها منخفضة وضمن حدود المحتوى الطبيعي لتربتها في التربة والحمأة (هيئة المواصفات والمقاييس السورية، 2002) و (Kabata- 1992) وبالتالي فإن هذه المعادن تبقى في التربة لفترة طويلة حتى تتغير ظروف التربة من حموضة ورطوبة بحيث تجعلها قابلة للإتاحة من قبل النبات وبكميات كبيرة (Planquart *et al.*, 1999).

أثرت الحمأة في الكمية الكلية للمعادن الثقيلة في التربة المحروفة، إذ نلاحظ من المتوسط العام للمعاملات الجدول رقم (6) والشكل البياني رقم (3) وجود فروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$) لكل من Cd و Ni و Cr و Pb وعند المقارنة بين متوسطات المعاملات تقوقت المعاملة S₂ على المعاملتين S₀ و S₁ وهذا يعود لارتفاع محتوى الحمأة من هذه العناصر إلا أن تراكيزها في تربة المعاملات كافة كانت ضمن حدود المحتوى الطبيعي لتربتها في الترب الغابوية (هيئة المواصفات والمقاييس

السورية، 2002).

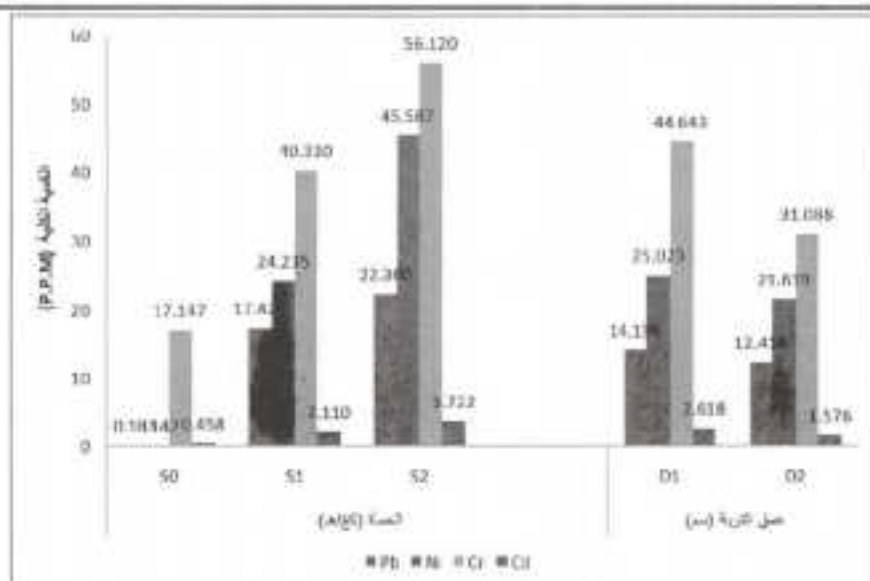
كما أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$) بالنسبة لتأثير عمق التربة في الكمية الكلية للمعادن الثقيلة وعند المقارنة بين المتوسط العام للأعماق تفوق العمق D_1 على العمق D_2 وهذا يعود لتراكم العناصر الثقيلة المتحررة من الحمأة الموجودة في الطبقة السطحية للتربة المحروقة في نهاية الموسم التالي كما هو موضح في الشكل (4).

أثرت الحمأة في الكمية المتاحة من المعادن الثقيلة (Cr, Cd, Ni, Pb) التي كانت منخفضة حيث كان هناك فروق إحصائية عالية المعنوية بين المعاملات ($P \leq 0.01$) وعند المقارنة بين المتوسط العام للمعاملات تفوقت المعاملة S_2 على المعاملتين S_1 و S_0 وهذا قد يعود لارتفاع pH للتربة الكلسية مما جعل إتاحة هذه العناصر أقل في التربة.

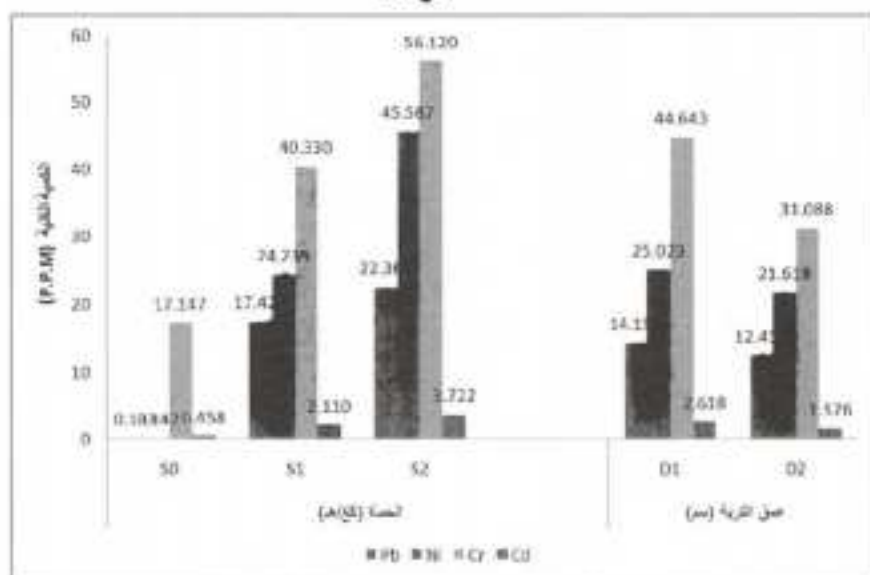
كذلك تأثر عمق التربة وبفروق إحصائية عالية المعنوية ($P \leq 0.01$) بالكمية المتاحة للمعادن الثقيلة وعند المقارنة بين المتوسط العام للأعماق تفوق العمق D_1 على العمق D_2 ، وهذا يعود لتراكم الحمأة في الطبقة السطحية من التربة المحروقة. بشكل عام نلاحظ أن كمية هذه المعادن قد ارتفعت في التربة المعاملة بالحمأة مقارنة بالشاهد ولكن هذه الكميات لم تتجاوز حدود المحتوى الطبيعي ليهائي الحمأة.

جدول رقم (6): يبين متوسطات الكمية الكلية والمناخية للمعادن الثقيلة في التربة المحروقة بعد إضافة الحمأة لموقع الدراسة.

الكمية المناخية (P.P.M)				الكمية الكلية (P.P.M)				المعاملات	
Cd	Cr	Ni	Pb	Cd	Cr	Ni	Pb	عقل التربة	الحمأة
0.02	0.21	0.06	0.09	0.84	24.03	0.16	0.15	D ₁	S ₀
0.00	0.14	0.02	0.04	0.08	10.27	0.13	0.12	D ₂	
0.29	2.90	0.32	5.76	5.43	47.77	27.63	18.81	D ₁	S ₁
0.21	1.31	0.26	3.62	3.62	32.89	21.19	16.03	D ₂	
0.39	7.10	1.25	8.90	4.52	62.13	47.63	23.62	D ₁	S ₂
0.34	4.52	0.30	6.25	2.93	50.11	43.54	21.10	D ₂	
<0.001 ***	0.084 **	<0.001 ***	<0.001 ***	0.204 **	0.004 **	0.002 **	<0.001 ***	S	Fp _c
<0.001 ***	0.021 **	<0.001 ***	0.001 **	0.026 **	<0.001 ***	0.004 **	0.001 **	D	
<0.001 ***	0.154 **	<0.001 ***	0.023 **	0.653 **	0.763 **	0.036 **	0.019 **	S*D	
0.0901	5.072	0.140	1.801	5.423	14.33	12.882	2.670	S	LSD _{0.05}
0.0087	1.110	0.045	0.708	1.157	3.833	1.862	0.749	D	
0.0897	4.988	0.138	1.784	5.336	14.058	12.760	2.619	S*D	
3.6	35.7	10.5	14.9	34.6	8.8	6.9	4.9	C.V%	



الشكل 3/ بين متوسطات الكمية الكلية للمعادن الثقيلة في التربة المحروقة بعد إضافة الحماة لموقع الدراسة



الشكل 4/ بين متوسطات الكمية المتاحة للمعادن الثقيلة في التربة المحروقة بعد إضافة الحماة لموقع الدراسة

نستنتج مما سبق أن إضافة الحمأة لثربة الغلبة المحروقة ولمدة سنتين ساهمت في تحسين خواص التربة الكيميائية عن طريق تمعدن المادة العضوية الموجودة فيها وتفككها مما أدى إلى ارتفاع محتوى التربة من كل من المادة العضوية (20.79%) والأزوت الكلي (1.04%) والقوسفور القابل للإقادة (P.P.M 28.71) إضافة للبوتاسيوم المتاح في التربة (P.P.M 402.50). كذلك أدت إلى زيادة في الكمية المتاحة للعناصر الصغرى في التربة المحروقة والمعاملة بمستويين من الحمأة مقارنة مع الشاهد. بالإضافة إلى ارتفاع محتوى التربة المحروقة من بعض العناصر المعدنية الثقيلة إلا أن تركيزها كان ضمن حدود المحتوى الطبيعي لتركيزها في ترب الغابات وخاصة في الطبقة السطحية حيث أضيفت الحمأة وتطورت المادة العضوية الأمر الذي ساعد في تسريع نمو الأنواع النباتية المختلفة وتطورها واستعادة الغطاء النباتي ضمن الموقع المحروق إلا أن هذا التأثير سيتناقص مع الزمن وهذا ما أكد كل من (هيئة المواصفات والمقاييس السورية، 2002) والباحثين (Moreno *et al.*, 1996; Korboulewsky *et al.*, 2002; Mayer *et al.*, 2004; Larchevêque *et al.*, 2006) وذلك لأدب من إعادة إضافة الحمأة ثانية ولو لمرة واحدة لمساعدة التربة على تجديد نفسها بتسريع النشاط الحيوي وتسريع تجدد الغطاء النباتي بطبقاته المختلفة، إذا أردنا أن نعيد للتربة المحروقة حيويتها وإعادتها إلى ما كانت عليه.

المراجع:

1. AERTS R., 1995- **The advantages of being evergreen.** *Trends Ecol. Evol.* **10**,402-407.
2. ARCHIBOLD O.W., 1995- **Mediterranean ecosystems.** P.131-164. *In: Ecology of world vegetation.* Chapman and Hall, London.
3. BENNETY H.; HAWELY W.G., 1965- **Methods of soil analysis.** Academic Press, Inc. N.Y.
4. BLAIR, J.M. 1997- **Fire N availability, and plant response in grass lands: attest of the transient maxima hypothesis.** *Ecology*, **78**:2359-2368.
5. BROCKWAY D.G., 1983- **Forest floor, soil, and vegetation responses to sludge fertilization in red and white pine plantations.** *Soil Sci. Soc. Am. J.* **47**,776-784.
6. CARAVACA F.; GARCIA C., HERNANDEZ M.T., ROLDAN A.,

- 2002- Aggregate stability changes after organic amendment and mycorrhizal inoculation in the afforestation of a semiarid site with *pinus halepensis*. *Appl. Soil Ecol.* **19**,199-208.
7. COWLEY N.; THOMPSON D.,HENRY C., 1999- Nitrogen mineralization study: Biosolids, manures, composts. P.1-6. In C. Henry et al. (ed.) Managing nitrogen from biosolids. Washington State Dep. Of Ecology and Northwest Biosolids Manage. Assoc., Univ. of Washington press, Seattle.
8. DE LUIS M.; GARCIA-CANO M.F., CORTINA J., RAVENTOS J., CARLOS GONZALEZ-HIDALGO J., RAFAEL-SÁNCHEZ J., 2001- Climatic trends disturbances and short-term vegetation dynamics in a Mediterranean shrubland. *For. Ecol. Manage.* **147**,25-37.
9. DEBOSZ K.; PETERSON S.O., KURE L.K., AMBUS P., 2002- Evaluating effects of sewage sludge and household compost on soil physical, chemical and microbiological properties. *Appl. Soil Ecol.* **19**,237-248.
10. EPSTEIN E., 2003- Land application of sewage sludge and biosolids. *Lewis publishers, CRC Press Company, Washington, D.C.* P,193-205.
11. GARCIA C.; HERNANDEZ T., COSTA F., 1990- The influence of composting and maturation processes on the heavy-metal extractability from some organic wastes. *Biol. Wastes* **31**,195-519.
12. GROGAN P.; BRUNS T.D., CHAPIN F.S., 2000- Fire effects on ecosystem nitrogen cycling in a Californian bishop pine forest. *Oecologia*, **122**,537-544.
13. GUERRERO C.; GOMEZ I., MORAL R., MATAIX-SOLERA J., MATAIX-BENEYTO J., HERNANDEZ T., 2001- Reclamation of a burned forest soil with municipal waste compost: Macronutrient dynamic and improved vegetation cover recovery. *Bioresour. Technol.* **76**,221-227.
14. JACKSON M.L., 1958-Soil chemical analysis.Pretice Hall Inc. Englewood Cliffe N J, pp151-153 and331-334.
15. KABATA-PENDIAS, A and PENDIAS, H ,1992-Trace elements in soils and plants(2nd edition),CRC Press LLC,USA,PP.365.
16. KOFOED A., 1983- Optimum use of sludge in Agriculture. In: Utilization of sewage sludge on land: Rates in Application and long – term Effects of metals. Proceeding of a seminar held in Upsala, June 7-9. D. Reidel Publishing company. Dordrecht.
17. KORBOULEWSKY N.; DUPOUYET S., BONIN G., 2002- Environmental risks of applying sewage sludge compost to

- vineyards: carbon, heavy metals, nitrogen, and phosphorus accumulation. *J. Environ. Qual.* **31**,1522-1527.
18. LAKTUINAF N.F., 1998- The Scientific method for study and analysis of the organic matter in the soil under the circumstances of charakowf, Daccotshaif Faculty.
 19. LARCHEVÉQUE M.; MONTÈS N., BALDY V., DUPOUYET S., 2005- Vegetation dynamics after compost amendment in a Mediterranean post-fire ecosystem. *Agric. Ecosyst. Environ.* **110**,241-248.
 20. LARCHEVÉQUE M.; VIRGINIE B., MONTÈS N., FERNANSEZ C., BONIN G., BALLINIC C., 2006- Short-term effect of sewage sludge compost on a degraded Mediterranean soil. *J. Soil Sci. Soc. Am.* **70**,1178-1188.
 21. LINDSAY W.L.; NORVEL W.A., 1978- Development of DTPA test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **42**,421-428
 22. LUBBEN S., 1993- Comparative investigations of heavy metal uptake of different culture plants from soils fertilized with sewage sludge and its fore casting by means of soil extraction. Bundesforschangesntalt fuer landwirtschaft, Branschweig (Germang Goettingen dniv), p.245.
 23. MARTINEZ F.; CUEVAS G., CALVO R., WALTER I., 2003- Biowaste effects on soil and native plants a semiarid ecosystem. *J. Environ. Qual.* **32**,472-479.
 24. MAYER V.F.; REDENTE K., BARBARICK R., BROBST R., 2004- Plant and soil responses to biosolids application following forest fire. *J. Environ. Qual.* **33**,873-881.
 25. MCKAY H.M.; MOFFAT A.J., 2001- GB experience in the last decade: From research to practice. In INRA(ed.), Biosolids utilization in forestry. International Workshop, 29-30 Mar. Bordeaux, France.
 26. MORENO J.L.; GARCIA C., HERNANDEZ T., PASCUAL J.A., 1996- Transference of heavy metals from a calcareous soil amended with sewage-sludge compost to barley plants. *Bioresour. Technol.* **55**,251-258.
 27. MORENO-PENARANDA R., LIORET F., ALCAÑIZ M., 2004- Effects of sewage sludge on plant community composition in restored limestone quarries. *Restor. Ecol.* **12**,290-296.
 28. OLSEN SR.; COLA CV., WATANABE FS., DEAN LA., 1954- Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Circ US Dep. Agr.* 939:1-19.
 29. PLANQUART P.; BONIN G., PRONE A., MASSIANI C., 1999-

- Distribution, movement and plant availability of trace metals in soils amended with sewage sludge composts: Application to low metal loadings.** *Sci. Total Environ.* **241**,161-179.
30. QUÉZEL P.; MÉDAIL F., 2003- **Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen.** *Environmental series.* Elsevier, Paris.
31. SAMMAN GH.; ZAHOUEH S., HAZZOURII A., 2004 a- **Conserotiny of *pinus brutia* in four burned forest site in Syria.** *R. j. of Aleppo Univ., agric. Science series.* **50**,335-368.
32. SAMMAN GH.; ZAHOUEH S., HAZZOURII A., 2004 b- **Effects of fire on the amount of Micronutrients in the forest soils of the Syrian Coast.** *R. J. of Aleppo Univ., Agric. Science series.* **50**,245-256.
33. SAMMAN GH.; ZAHOUEH S., SANKARY, M.N., 2000- **Effect of fire on soil chemical and physical properties and vegetation characteristics in mountain forests of the Syrian Coast.** Thesis M. Sc. Degree in Agriculture: Dep. For. And Eco. Fac. Agri. Univ. Aleppo, P.163.
34. SCARASCIA-MUGNOZZA G.; OSWALD H., PIUSSI P., RADOGLOU K., 2000- **Forests of the Mediterranean region: Gaps in knowledge and research needs.** *For. Ecol. Manage.* **132**,97-109.
35. SMITH S.R., 1996- **Agricultural recycling of sewage sludge and environment,** CAB International, UK. 69th
36. SOPPER W. E., 1993- **Municipal sludge use in land reclamation,** *Lewis Publishers.* Boca Roton, FL. P.36.
37. SPARKS D.L., 1999- **Environmental soil chemistry.** Chapter. 3. Dep. of plant and soil Science Uni. Delaware, New York. Delaware.
38. U. S. Environmental Protection Agency, 1983- **Environmental regulation and technology, use and disposal of municipal waste water sludge.** EPA. 625/10-84-003.
39. هيئة المواصفات والمقاييس السورية 2002- المواصفة رقم 2665 تاريخ 2002/10/28 صادرة عن السيد وزير الصناعة، إعادة الاستخدام الآمن للحمأة الناتجة عن محطات المعالجة.

The Effect of Biosolids Application on Some Soil Chemical Properties of Burned Pine Soil Forest (Under the Condition of Site Alzhanea)

Prof. Dr. Abbas Hazzouri

Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Aleppo

Dr. Ghosoun Samman

Dept. of Natural Resources and Ecology, Faculty of Agriculture, University of Aleppo

Abstract

A field experiment was conducted in site Alzhanea to study the effect of three levels of sewage sludge (*i.e.* control without sludge, 6 and 12 ton/ha sludge) were incorporated into burned soil during two years respectively. Different soil samples were taken from two depths (0-15 and 15-30) with three replications and trial was conducted using complete randomized block design.

The results of this study showed that the sludge had improved soil fertility: there were high significant differences on N, P, K and organic matter (OM) at the maximal rate of the addition of sludge compared to fewer rates of the addition and control.

Result also showed that the amendment soils had significantly high levels of the available amount of micronutrients (Zn, Cu, Mn, Fe), as well as the total and availability amount of heavy metal contents (Pb, Ni, Cr, Cd) in amendment soils compared with control, but its levels remained within the acceptable range for the forest soil.

Key words: burned forest soil, sludge, chemical properties, micronutrient, heavy metals .

Received 07 /04/2010

Accepted 31/05/2010