

تأثير بعض المكونات الكيميائية للخشب العصاري والصممي لبعض أشجار الغابات في التفضيل الغذائي للأرضة/النمل الأبيض *Microcerotermes diversus* Silv.

نزار مصطفى الملاح¹، شاهين عباس مصطفى² ووليد عبودي قصير²
(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، الموصل، العراق؛ (2) قسم الغابات، كلية الزراعة، جامعة كويه، اربيل، العراق؛ (3) قسم الغابات، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

المخلص

الملاح، نزار مصطفى، شاهين عباس مصطفى ووليد عبودي قصير. 2008. تأثير بعض المكونات الكيميائية للخشب العصاري والصممي لبعض أشجار الغابات في التفضيل الغذائي للأرضة/النمل الأبيض *Microcerotermes diversus* Silv. مجلة وقاية النبات العربية، 26: 7-11. أظهرت نتائج دراسة تأثير المكونات الكيميائية الذائبة في الايثانول- بنزين، والماء الحار، وغير الذائبة الهولوسليلوز واللكتين والرماد للخشب العصاري والصممي لأشجار الجنار/الدلب (*Platanus orientalis* L.)، الحور الأسود (*Populus nigra* L.)، السرو الأفي (*Cupresses sempervirens*)، الصفصاف (*Salix acmophylla* Boiss.)، الصنوبر البروتي (*Pinus brutia* Ten.) واليوكالبتوس (*Eucalyptus camaledulensis*) في التفضيل الغذائي لحشرة الأرضة/النمل الأبيض نوع *Microcerotermes diversus* Silv. وجود تباين في نسب المكونات الكيميائية تبعاً لنوع الخشب ونوع الأشجار، إذ تراوحت نسب الذائبات في الايثانول - نترت بين 1.9-4.72% والذائبات في الماء الحار بين 1.74-6.02% واللكتين 25.65-31.65% والرماد 0.24-0.87% والهولوسليلوز 58.1-68.38%. وأظهرت نتائج حساب قيم الارتباط بين المكونات الكيميائية للأخشاب ومتوسط الفقد في أوزان القطع الخشبية نتيجة تغذية شغالات الأرضة وجود تباين في معنوية هذه القيم تبعاً لنوع الأشجار ونوع المكونات الكيميائية الذائبة وغير الذائبة، حيث كان الارتباط سالباً ومعنوياً مع الهولوسليلوز، إذ بلغ -0.919 عند مستوى احتمال 1%.

كلمات مفتاحية : النمل الأبيض، *Microcerotermes diversus*، السليلوز، التفضيل الغذائي، الخشب، المستخلصات.

المقدمة

فضلاً عن استخدام مستخلصات الأخشاب المقاومة للأرضة في مكافحة لاحتوائه على مركبات كيميائية طاردة للحشرات (4، 8، 12، 13) وإن مقاومة الخشب للأرضة تحدث نتيجة وجود بعض المركبات الثانوية طويلة العمر في مختلف الأخشاب (18). وقد ذكر Scheffrahn (17) أن للمواد الاليلوكيميائية (Allelochemicals) دور في مقاومة الخشب للأرضة فضلاً عن الطاقة الكامنة الممكنة للمواد الكيميائية في هذا المجال.

تعد الأرضة/النمل الأبيض من الحشرات الاجتماعية المتخصصة في الاغتناء على السليلوز وهي من الافات الشائعة في العالم، إذ أن هناك ما يزيد على 2500 نوع من الأرضة في العالم (14)، أما في العراق فقد شخّصت سبعة أنواع من الأرضة تنتمي إلى ثلاث عوائل (3)، يعتبر النوع *Microcerotermes diversus* Silv. من أهم هذه الأنواع جميعاً من الناحية الاقتصادية وإن جميع أنواع الأرضة المنتشرة في المناطق الوسطى والجنوبية والشمالية من العراق هي من الأنواع التي تعيش تحت سطح التربة وتتغذى على سليلوز أخشاب الأشجار الميتة والضعيفة والأثاث والمنازل والمواد المصنوعة من الأخشاب. وذكر العزاوي (2) أن مهاجمة الأرضة للمنزل تؤدي إلى خفض اجارات الدور المصابة وأسعار بيعها،

تلعب المكونات الكيميائية دوراً مهماً في تحديد صفات الخشب واستخداماته ودرجة تفضيل الأرضة له، وذلك بالاعتماد على نسب هذه المكونات. ان وجود السليلوز بنسب عالية في الخشب يشكل دليلاً واضحاً على تفضيل الأرضة للخشب حيث يشكل العنصر الأساس في غذائها، أما الهيميسليلوزات واللكتين فيعملان على ربط الخلايا الخشبية مع بعضها واسناد أو دعم الهيكل السليلوزي، ان وجود هذه المكونات المتعددة في الخشب فضلاً عن وجود العديد من المركبات الثانوية وتباين نسبها في الخشب يشكل الأساس لتباين الأخشاب المختلفة في خواصها، وبالتالي تباين في درجة تفضيل الأرضة لها. ان هذه المكونات تشكل محددات مهمة تتحكم في درجة حساسية أو مقاومة الأخشاب للضرر الذي يمكن أن تسببه الأرضة في هذه الأخشاب (6)، لذلك فإن الدراسات اتجهت إلى محاولة تحديد دور هذه المركبات بوصفها عوامل مكافحة للأرضة (19) فقد اتجهت جهود الباحثين إلى ايجاد طرائق أكثر أماناً وفاعلية في مكافحة. وأثمرت هذه الجهود عن ابتكار ما يعرف بالمسدس الكهربائي Electro-Gun لمعالجة الأبنية والأخشاب المصابة بالأرضة (9)

حللت النتائج احصائياً باستخدام التصميم العشوائي الكامل (R.C.D) (5) واستخدام اختبار دنكن لتحديد الفرق بين المتوسطات بالإعتماد على حزمة SAS (16).

التفضيل الغذائي تحت ظروف العدوى الطبيعية في الحقل

لتنفيذ الدراسة تم تهيئة الواح خشبية أبعادها 20×10×2 سم لكل من الخشب العصاري والصميمي ولكل نوع من أنواع الأشجار المستخدمة في الدراسة ووزنت القطع الخشبية وهي رطبة ثم جففت هذه الألواح في فرن كهربائي عند درجة 105 °س ولمدة 48 ساعة. أخرجت الألواح من الفرن ووزنت بميزان الكتروني حساس لتحديد وزن كل قطعة بدقة على أساس الوزن الجاف ثم دفنت الألواح الخشبية وذلك بتوزيعها عشوائياً وعمودياً على محيط دائرة قطرها 3 م ومركزها نفق أحد مستعمرات الأرضة حيث دفنت كل قطعة خشبية بعمق 30 سم مع ترك مسافة ثابتة مقدارها 15 سم بين كل قطعة وأخرى وبواقع ثلاثة مكررات لكل نوع من نوعي الخشب ولأنواع الأشجار الستة. كررت العملية في ثلاثة مواقع مختلفة وتركت الألواح للفترة من 2000/4/10 وإلى غاية 2002/12/15 وتراحت درجات حرارة الطقس أثناء مدة الدفن للقطع الخشبية بين 9-34.7 °س وبمتوسط 24.7±5 °س ورطوبة نسبية بين 18.2-83.0% بمتوسط 43.36±3. بعد انتهاء مدة التجربة أخرجت الألواح الخشبية ونظفت بواسطة فرشاة ناعمة ثم جففت وكما سبق لتحديد كمية الفقد في أوزان الألواح الخشبية نتيجة تغذية حشرة الأرضة وذلك بطرح قيمة الوزن الجاف بعد الإصابة لكل لوح من قيمة الوزن الجاف للوح قبل الإصابة (11)، ثم حساب قيم الارتباط للعلاقة بين المكونات الكيميائية وكمية الفقد في أوزان الأخشاب.

حللت النتائج احصائياً باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (R.C.B.D) (5) واستخدام اختبار دنكن لتحديد الفرق بين المتوسطات بالإعتماد على حزمة SAS (16).

النتائج والمناقشة

تبين من الجدول 1 أن الخشب العصاري والصميمي للجنار كان أكثر تفضيلاً لشغالات الأرضة حيث بلغ متوسط الفقد فيه 64.57 و 67.33 غ، على التوالي، وأن الخشب العصاري لأشجار الجنار كان الأكثر تفضيلاً من قبل الأرضة مقارنة بالخشب الصميمي يليها في التفضيل أشجار الصفصاف والهور واليوكالبتوس، إذ بلغ متوسط الفقد في أخشابها نتيجة تغذية شغالات الأرضة 26.35، 23.16، 20.08 غ، على التوالي، فيما كانت أخشاب أشجار الصنوبر والسرور

فضلاً عن تسببها في أحيان كثيرة بانهياب هذه المنازل جراء الإصابة الشديدة بالأرضة، وقدرت الخسائر السنوية في الولايات المتحدة الأمريكية بما يزيد على 1.7 بليون دولار سنوياً (10)، لذا فإن عملية مكافحة هذه الحشرة قد أخذت حيزاً كبيراً من عناية الباحثين في مجال مكافحة الآفات. وقد ركز هؤلاء الباحثون جهودهم على إيجاد المركبات الكيميائية الفعالة المستخدمة في مكافحة الأخشاب ووقايتها من مهاجمة الأرضة، لذا فإن الدراسة الحالية تهدف إلى تعزيز هذا الاتجاه من خلال دراسة تأثير بعض المكونات الكيميائية لأخشاب بعض أنواع أشجار الغابات في التفضيل الغذائي للأرضة.

مواد البحث وطرقه

تحديد نسب المكونات الكيميائية في الخشب

نفذت الدراسة في كلية الزراعة والغابات/ جامعة الموصل في قسمي وقاية النبات والغابات في منطقة حمام العليل وذلك ابتداءً من بداية شهر نيسان/أبريل 2000 ولغاية كانون الأول/ديسمبر من عام 2002 وذلك باختبار ستة أنواع من أشجار الغابات ذات الإنتشار الواسع في العراق وهي الجنار/الدلب (*Platanus orientalis* L.)، السرو الأفقي (*Cupresses sempervirens*)، الحور الأسود (*Populus nigra* L.)، الصفصاف (*Salix acmophylla* Boiss.)، اليوكالبتوس (*Eucalyptus camaledulensis*) والصنوبر البروتي (*Pinus brutia* Ten.) بأعمار 13-15 سنة وتراحت أطوال الأشجار بين 10-13 م، فيما تراوحت أقطارها عند ارتفاع مستوى الصدر بين 15-26 سم. وبعد ذلك تم تجهيز العينات الخشبية للإستخلاص وذلك بفصل الخشب العصاري (Sapwood) عن الخشب الصميمي (Heartwood)، بعدها جففت العينات في الظل بعد وضعها على قطعة من البولي إثيلين عند درجة حرارة الغرفة مع التقليب المستمر منعاً للإصابة بالفطريات، ثم قطعت العينات إلى قطع صغيرة وطحنت بواسطة طاحونة من نوع (Thomas Miley Laboartory Mill, Model, 4) ثم غربل المسحوق الخشبي بغرابيل قياس فتحاتها 50 Mesh، ووضع المسحوق في أكياس من البولي إثيلين معلمة مثبت عليها رقم العينة وحفظت في الثلاجة عند درجة حرارة 5 °س لحين إجراء عمليات الاستخلاص والتي شملت تحديد نسب المكونات الكيميائية في الخشب العصاري والصميمي لبعض أنواع الأشجار الستة المذكوره اعلاه (الايثانول- بنزين، والماء الحار، السيليلوز، الهيميسيليلوز، اللكتين) اعتماداً على الطريقة المتبعة من قبل Browning (7).

بلغت 30، 65 و 31%، على التوالي، وأقلها كانت في خشب الحور والصنوبر العصاري حيث بلغت 65.25 و 26.28%، على التوالي. وكذلك فإن نسبة الرماد كانت عالية في الخشب العصاري والصميمي للحور، إذ بلغت 0.79 و 0.87%، على التوالي وأقلها وجدت في الخشب العصاري للسرو 0.24%، وفيما يخص نسبة الهولوسيليلوز فكانت أعلى مستوياتها في خشب الصفصاف والحور العصاري، إذ بلغت 38.68 و 33.68%، على التوالي، وأقلها كانت في الخشب الصميمي لليوكالبتوس والسرو 10.58 و 74.61%، على التوالي. وعلى الرغم من أهمية نسبة الهولوسيليلوز كونه الغذاء المفضل للأرضة إلا أنه قد لا يشكل العامل المحدد الرئيس في درجة تفضيل الأرضة للأخشاب، وإنما هناك عوامل أخرى متداخلة كالمكونات الكيميائية للأخشاب ونسبة الرطوبة والوزن النوعي والصلادة.

أقل تفضيلاً للأرضة، إذ بلغ متوسط الفقد في أخشابها 2.42 و 4.95 غ، على التوالي. ومن ملاحظة نسب المكونات الكيميائية الذائبة وغير الذائبة لكل من الخشب العصاري والصميمي لأنواع الأشجار المستخدمة في الدراسة تبين أن هناك تبايناً في نسب هذه المكونات تبعاً لنوع الخشب ونوع الأشجار فبالنسبة للمكونات الذائبة في الايثانول- نترين- بلغت أعلى نسبها في خشب اليوكالبتوس العصاري والصميمي إذ بلغت 3.78 و 4.72%، على التوالي، وأقلها كانت في الخشب العصاري للصفصاف إذ بلغت 1.9%، كذلك فإن نسبة الذائبات في الماء الحار كانت عالية في الخشب العصاري والصميمي لليوكالبتوس، إذ بلغت 5.18 و 6.02%، على التوالي، وأقلها وجدت في الخشب العصاري والصميمي للصفصاف، إذ بلغت 1.74 و 2.35%، على التوالي. وبالنسبة للمكونات غير الذائبة فكان اللكتين بأعلى مستوياته في خشب السرو العصاري والصميمي إذ

جدول 1. تأثير المكونات الكيميائية الذائبة وغير الذائبة في متوسط الفقد للخشب العصاري والصميمي لبعض أنواع الأشجار نتيجة تغذية شغالات الأرضة في ظروف العدوى الطبيعية.

Table 1. Effect of the soluble and insoluble chemical components on the average loss in sap and heart wood of some tree species due to termite feeding under natural conditions.

نوع الأشجار Tree species	نوع الخشب wood type	كمية الفقد/غ loss/ g	المكونات الذائبة Soluble components		متوسط كمية الفقد/غ للأشجار Average loss/ g trees	المكونات غير ذائبة Insoluble components		
			الماء الحار Hot water	ايثانول- بنزين Ethanol- benzene		اللكنين Lignin	الرماد Ash	الهولوسيليلوز Holocellulose
الجنار/الذلب <i>Platanus orientalis</i>	العصاري sap	64.57 h	3.82 c	2.49 fg	65.95 e	27.60 e	0.33 g	65.99 b
	الصميمي heart	67.33 f	3.12 ed	2.72 fe		29.33 d	0.50 e	64.39 c
الحور الأسود <i>Populus nigra</i>	العصاري sap	14.49 c	3.16 d	2.04 hi	23.16 c	25.65 f	0.79 b	68.33 a
	الصميمي heart	31.83 e	3.18 d	2.70 fe		28.90 de	0.87 a	64.65 c
السرو <i>Cupressus sempervirens</i>	العصاري sap	6.10 b	2.69 ef	2.86 e	4.95 a	30.00 bc	0.24 h	64.28 c
	الصميمي heart	3.80 a	3.04 ed	3.17 d		31.65 a	0.37 gf	61.74 e
الصفصاف <i>Salix acmophylla</i>	العصاري sap	27.16 de	1.74 g	1.90 i	26.35 d	27.61 e	0.34 gf	68.38 a
	الصميمي heart	25.55 d	2.35 f	2.80 e		29.47 cd	0.39 f	64.97 c
الصنوبر البروتي <i>Pinus brutia</i>	العصاري sap	2.47 a	4.18 c	2.23 hg	2.42 a	26.28 f	0.58 dc	66.67 b
	الصميمي heart	2.38 a	4.03 c	4.36 b		27.64 e	0.62 c	63.28 d
اليوكالبتوس <i>Eucalyptus camaledulensis</i>	العصاري sap	15.62 c	5.18 b	3.78 c	20.53 b	27.79 e	0.48 e	63.09 d
	الصميمي heart	24.55 d	6.02 a	4.72 a		30.57 b	0.56 d	58.10 f

المتوسطات المتبوعة بالحرف نفسه ضمن العمود الواحد لا تختلف معنوياً عند مستوى احتمال 0.05. Means within each column followed by the same letters are not significantly different at P= 0.05.

للتغذية وأن تداخل هذه التأثيرات قد أدى إلى عدم وضوح تأثيرها، وأن المركبات الثانوية تحتوي على المحددات الكيميائية التي تتحكم في مقاومة نموذج من الخشب بالدمار الذي تحدثه الأرضة، وبما أن الخشب بوليمر طبيعي يتكون أساساً من سيليلوز - هيمسيليلوز - لكنين (ويطلق على السيليلوز والهيميسيليلوز مجتمعين بالهولوسيليلوز) والسيليلوز هو العنصر الرئيس في غذاء الأرضة التي تتغذى على المخلفات الخشبية، وأن نسبة أو كمية الفقد في الخشب تزداد مع انخفاض كمية الهولوسيليلوز، وتفسير ذلك يرجع إلى أن غذاء الأرضة هو السيليلوز ولكي تحصل الحشرة على كفايتها من السيليلوز فإنها ستقرض كمية أكبر من الخشب الذي تكون فيه نسبة الهولوسيليلوز قليلة والعكس صحيح.

ونائج هذه الدراسة لا تتفق مع ما ذكره الراوي (1) من أن نسبة مقاومة الخشب للأرضة تزداد كلما ازدادت نسبة المكونات الكيميائية غير الذاتية (اللكنين) فيه، ويعزا ذلك إلى التباين في طبيعة المادة الخشبية والمكونات الكيميائية لها من حيث الكثافة والأصماغ والدهون/الليبيدات والروائح، هذه النتائج تتفق مع ما وجدته باحثون عديدون (15، 17، 18) من أن عدم تفضيل الأرضة أو مقاومة خشب الصنوبر والسرو لفعل الأرضة يرجع بالدرجة الأساس إلى المستخلصات والمواد السامة العديدة في خشب هذه الأنواع مثل Fatty و Furfural والزيوت الطيارة والصبوغ/الراتنج حيث وجود هذه المركبات في الخشب تجعلها غير مستساغة للأرضة.

يتبين من نتائج الجدول 2 أن قيم الارتباط بين متوسط الفقد في أوزان القطع الخشبية نتيجة تغذية الأرضة والمحتويات الكيميائية الذاتية وغير الذاتية كانت غير معنوية عموماً، حيث أن كمية الفقد في أوزان قطع خشب الجنار كانت سالبة مع الايثانول - بنزين والرماد وموجبة مع الماء الحار، اللكنين والهولوسيليلوز، فيما كانت قيم الارتباط في أشجار الحور سالبة مع اللكنين، إذ بلغت -0.495 عند مستوى احتمال 5% وموجبة معنوية مع الهولوسيليلوز 0.526. أما بالنسبة لخشب السرو والصنوبر فقد كانت قيم الارتباط موجبة ومعنوية مع السرو وسالبة غير معنوية مع الصنوبر، في حين كانت قيم الارتباط في أخشاب الصفصاف موجبة غير معنوية مع اللكنين وسالبة معنوية مع الهولوسيليلوز، إذ بلغت -0.662 عند مستوى احتمال 1%، وفيما يخص أخشاب اليوكالبتوس فقد كانت قيم الارتباط بين متوسط الفقد والمحتويات الكيميائية غير المعنوية حيث كان الارتباط سالباً غير معنوي مع اللكنين وموجباً غير معنوي مع الهولوسيليلوز. وفي دراسة أشار Hwa و Tien (20) إلى وجود ارتباط معنوي في متوسط الفقد لأوزان قطع خشب الصنوبر الأحمر، نتيجة تغذية الأرضة وذائبات الايثانول - بنزين للخشب، إذ بلغت قيمة الارتباط 0.77 عند مستوى احتمال 5%، إن عدم معنوية الارتباط لا يعني بالضرورة عدم وجود علاقة أو تأثير لهذه المكونات في تفضيل حشرة الأرضة للأخشاب وقد يرجع ذلك إلى تباين الأخشاب في نوع الذائبات فقد يكون منها الجاذب والطارد والمانع

جدول 2. قيم الارتباط وعامل التحديد للعلاقة بين نسب المكونات الكيميائية الذاتية وغير الذاتية للأخشاب ومتوسط الفقد في اوزان القطع الخشبية لبعض أنواع الأشجار المصابة بالأرضة في ظروف العدوى الطبيعية.

Table 2. Values of correlation and limitation factor of the relation between percentages of soluble and insoluble chemical components of woods and the mean of loss in the weights of wooden pieces of some tree species attacked by termite under natural conditions.

المكونات غير الذاتية Insoluble components						المكونات الذاتية Soluble components				نوع الأشجار Tree species
الهولوسيليلوز Holocellulose		الرماد Ash		اللكنين Lignin		الماء الحار Hot water		ايثانول - بنزين Ethanol - benzene		
r ²	r	r ²	r	r ²	r	r ²	r	r ²	r	
0.022	0.150	0.001	-0.039	0.004	0.069	0.086	0.294	0.036	-0.192	الجنار/الدلب <i>Platanus orientalis</i>
0.276	0.526**	0.104	-0.324	0.245	-0.495*	0.004	0.068	0.053	-0.231	الحور الأسود <i>Populus nigra</i>
0.161	-0.402	0.290	0.539*	0.077	0.278	0.082	0.287	0.154	0.393	السرو <i>Cupressus sempervirens</i>
0.438	-0.662**	0.139	-0.374	0.083	0.289	0.034	-0.185	0.032	0.179	الصفصاف <i>Salix acmophylla</i>
0.009	-0.096	0.002	-0.044	0.098	0.314	0.348	-0.590	0.013	-0.114	الصنوبر البروتي <i>Pinus brutia</i>
0.144	0.380	0.005	-0.074	0.067	-0.259	0.031	-0.178	0.006	0.026	اليوكالبتوس <i>Eucalyptus camaledulensis</i>

* Significant at p = 0.05, ** Significant at p = 0.01

* معنوي عند مستوى احتمال 0.05، ** معنوي عند مستوى احتمال 0.01.

Abstract

Al-Mallah, N.M., S.A. Mustafa and W.A. Qasseer. 2008. The Effect of Some Chemical Components of Sap and Heart wood of Some Forest Trees on Termite Preference *Microcerotermes diversus* Silv. (Isoptera: Termitidae). Arab J. Pl. Prot. 26: 7-11.

The contents of chemical extracts soluble in ethanol-benzene, hot water and insoluble such as hollocellulose, lignin and ash in the sapwood and heartwood of different tree species (namely *Platanus orientalis*, *Populus nigra*, *Cupressus sempervirens*, *Salix acmophylla*, *Pinus brutia* and *Eucalyptus camaledulensis*) was variable, and their effect on termite (*Microcerotermes diversus* Silv.) feeding preference was also variable. The content of compounds soluble in ethanol-benzene was 1.9- 4.72%, and compounds soluble in hot water were 1.74- 6.02%. Lignin content range was 25.65-31.65%, ash 0.24-0.87% and holocellulose 58-1-68.33%. The correlation values between chemical components of wood and average loss in the weight of the pieces of wood due to the termite workers feeding showed a variation in the significance of these values according to the type of trees and the type of the soluble and insoluble chemical components, and the correlation was significantly negative with holocellulose and reached -0.919 at P=0.01.

Key words: Termites, *Microcerotermes diversus*, cellulose, feeding preferences, wood, extracts.

Corresponding author: Shahin A. Mustafa, College of Agriculture, University of Koya, Erbil, Iraq, E-mail: shahinkifre@yahoo.com

References

المراجع

1. الراوي، محمد عمار. 1962. دابة الأرض، بحث تمهيدي عن حياة الأرضة الاجتماعية وأهميتها الاقتصادية وطرق مقاومتها، من مطبوعات جمعية نشر العلوم والثقافة، كلية التربية، جامعة بغداد. 41 صفحة.
2. العزاوي، عبد الله فليح، ابراهيم قدوري قدو، حيدر صالح الحيدري. 1990. الحشرات الإقتصادية، وزارة التعليم والبحث العالي، دار الحكمة للطباعة والنشر جامعة بغداد. 652 صفحة.
3. العلوي، سعدي عبد المحسن. 1987. دراسات تصنيفية للأرضة في العراق، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.
4. الملاح، نزار مصطفى، وليد عبودي قصير وشاهين عباس مصطفى. 2005. التأثير السام لمستخلصات الخشب العصاري والصميمي لبعض أنواع الأشجار العراقية في حشرة الأرضة (*Microcerotermes diversus* Silv. Isoptera: Termitidae) مجلة زراعة الرافدين، 23: 117-112.
5. داود، خالد محمد وزكي عبد الياس. 1990. الطرق الإحصائية للأبحاث الزراعية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق. 545 صفحة.
6. مصطفى، شاهين عباس. 2004. دراسة أسباب التفضيل الغذائي لحشرة الأرضة لبعض الأخشاب العراقية ومكافحتها كيميائياً، أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق. 189 صفحة.
7. Browning, B.I. 1967. Method of wood chemistry Vol. Eand 11 Interscience Publishers, A division of John Wiley and Sons New York, U.S.A.
8. Cookson, L.J. 1987. ¹⁴C-lignin degradation by three Australian termite species (Isoptera : Mastotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae). Wood Science and Technology, 21: 25.
9. Creffield , J.W., J.R. French and N. Chew. 1997. Laboratory assessment of the effectiveness of the Electro- Gun in eradicating adults of *Cryptotermes primas* (Isoptera :Kalotermitidae) CSIRO forest and forestry products, report 163, 6 pp.
10. FAO. 2000. Termite biology and management workshop February 1-2. Geneva , Switzerland (Report of the UNED / Global IPM, FACILITY), 60 PP.
11. Grace, J. K., D.M. Ewart and C.H. Tome. 1996. Termite resistance of wood species grown in Hawaii. Forest Products Journal, 46: 57-60.
12. Jurd, L. and G.D. Manners. 1980. Wood extractives as models for the development of new types of pest control agents. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 28: 180-183.
13. Lenz, M. 2002. Termite problem species and management of termite problems in Australia. Sociobiology, 40: 11-12.
14. Pearce, M.J. 1997. Termites biology and pest management. CABI Publishing, CAB International, Walling Ford, Oxon, UK. 172 pp.
15. Petrowitz, H.J. 1971. Über das verkommen von carbonyl- verbindungen Holz der kiefer *Pinus sylvestris* L. Holzforshung, 25: 125-127
16. SAS. 1987. SAS/STAT guide for personal computers. version 6 ed. SAS Institute Inc., Cary, N. C.
17. Scheffrahn, R.H. 1994. The nature of wood resistance to termite attack. Entomology of book, 125-148.
18. Scheffrahn, R.H., R.C. Hsu, N.Y. Su, J.B. Huffman, S.L. Midland and J.J. Sims. 1988. Allelochemical resistance of bald Cypress, *Taxodium distichum* heartwood to the subterranean termite, *Coptotermes formosanus*, Journal of Chemical Ecology, 14: 765– 776.
19. Su, N.Y. and R.H. Scheffrahn. 1998. A review of subterranean termite control practices and prospects for integrated pest management programs. Integrated Pest Management Reviews, 3: 1-13.
20. Tien, T.S. and W.Y. Hwa. 1992. Termite Resistance of twelve hard wood species of Taiwan. Bulletin of the Taiwan Forestry Research Institute, New Series, 7: 319-328.

Received: December 4, 2006; Accepted: August 16, 2007

تاريخ الاستلام: 2006/12/4؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2007/8/16