مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (32) العدد (1) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (1) 2010

دراسة تأثير المبيد الحشري (Cypermethrin) في المؤشرات الحيوية والشكلية للدواري *Rotifera* (*Brachionus calyciflorus*)

الدكتور محمد النعمة*
الدكتورة سحر الخطيب**
مهند المحاميد***

(تاريخ الإيداع 27 / 12 / 2009. قبل للنشر في 22 / 2 / 2010)

□ ملخّص □

تم إجراء هذه التجربة لتحديد مدى حساسية نوع من أنواع الدوارات *Rotifera* هو (*Brachionus calyciflorus*) للمبيد الحشري (Cypermethrin, Pyrethroid)، إذ تم تحديد بعض المؤشرات الحيوية التي توضح أثر هذا المبيد الحشري بدلالات رقمية مثل تركيز المبيد الذي يؤدي إلى موت نصف عدد الجماعات خلال 24 ساعة (24H LC50=0.08mg/l)، ومعدل الزيادة الطبيعية الحقيقية (سرعة نمو الجماعات R, intersic rate of increase)، وفترة عمر الجيل (X)، ومعدل سرعة التكاثر (R, reproduction rate)، ومتوسط فترة الخصوبة التي يكون بها النوع قادراً على إنتاج البيض (Eo, life expectancy). ولقد أظهرت النتائج انخفاضاً في جميع القيم السابقة بدرجات متفاوتة مع ازدياد تركيز المبيد في الوسط. كما تم تحديد التركيز الأعلى للمبيد الذي لا يَظهر عنده الأثر السمي (NOEC)، والتركيز الأدنى للمبيد الذي يبدأ عنده ظهور الأثر السمي (LOEC). مع العلم أن المبيد الحشري (Cypermethrin) لم يظهر تأثيراً في التغيرات الشكلية للدواري المدروس عند تطبيقه خلال فترة حياته.

الكلمات المفتاحية: الدوارات– سيبرميثرين– سرعة النمو – عمر الجيل– معدل التكاثر– متوسط فترة الخصوبة.

* أستاذ –قسم البيولوجيا الحيوانية– كلية العلوم – جامعة دمشق – دمشق – سورية.
** أستاذ مساعد –قسم البيولوجيا الحيوانية– كلية العلوم – جامعة دمشق – دمشق – سورية.
*** طالب دراسات عليا (دكتوراه) –قسم البيولوجيا الحيوانية– كلية العلوم – جامعة دمشق – دمشق – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (32) العدد (1) 2010
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (32) No. (1) 2010

The Influence of Cypermethrin (Pyrothroid Insecticide) in Life Parameters and Morphology of Rotifera, (*Brachionus Calyciflorus*)

Dr. Mouhammad Neama*
Dr. Sahar Al-Khatib**
Mouhannad Al-Mahameed***

(Received 27 / 12 / 2009. Accepted 22/2/2010)

□ ABSTRACT □

Chronic toxicity studies were conducted with a rotifer (***Brachionus calyciflorus***) to determine its relative sensitivities to pyrothroid insecticide cypermethrin. The effects of chronic exposure of the rotifer ***B.calyciflorus*** to cypermethrin were evaluated using some demographic parameters: Acute toxicity (24H LC50), intrinsic rate of increase (R), generation time (X), net reproduction rate (Ro), and Life expectancy (Eo). All the parameters studied decreased with increasing toxicant concentration. Also the highest concentration demonstrating no effect (NOEC) and the next highest concentration demonstrating toxic effect (LOEC) were estimated. No effects of long term use of Cypermethrin were estimated.

Key words: Rotifers – Cypermethrin - intrinsic rate of increase - generation time - reproduction rate - Life expectancy.

* **Prof, Biology department , Science faculty , Damascus University, Damascus, Syria.**
****associate prof, Biology department , Science faculty , Damascus University, Damascus, Syria.**
*****postgraduate student, Biology department , Science faculty , Damascus University, Damascus, Syria.**

مقدّمة:

تشكل الدوارات جزءاً مهماً من الكتلة الأحيائية للعوالق الحيوانية في البحيرات (Arndt, 1993)، وتبرز أهميتها كونها تعدّ مكوناً أساسياً في الشبكة الغذائية المائية، إذ تعد الغذاء الأساسي المباشر ليرقات الأسماك في اليومين الأولين من حياتها، والغذاء غير المباشر في الأيام التي بعدها (Friberg, *et al*.2003) ، لذلك كان من الأهمية بمكان توضيح أثر المبيدات الحشرية في دورة حياتها بمعاملات رقمية. وتعد الدوارات مؤشرات بيئية على جودة المياه (Sladecek, 1983) ، كما أنها من أهم الحيوانات المستخدمة في تجارب تحديد السمية (الحادة والمزمنة) للمبيدات الحشرية في البيئة، وذلك بسبب حساسيتها وقصر عمر جيلها وتوزعها العالمي الكبير والتشابه الجيني فيما بينها وسهولة استزراعها مخبرياً (Hallback, 1983) ، (Persoone, *et al*. 1989).

وتلعب المبيدات الحشرية البايروثرودية مثل (Cypermethrin) دوراً كبيراً في التحكم بحياة أنواع عديدة من الحشرات (Ware, 1983) ، ولكنها تعد شديدة السمية للافقاريات المياه العذبة، حيث تقل قيمة LC50 لمعظم أنواعها عن 1 مغ/ل (Smith and Stratton, 1986).

ومن الدراسات التي اهتمت باستخدام المؤشر البيئي R (سرعة نمو الجماعات intersic rate of natural increase) لتقدير تأثير السمية المزمنة للمبيدات الحشرية في مستوى جماعات العوالق الحيوانية نذكر الأعمال التي قام بها (Day and Kaushik, 1987) و (Janssen *et al*. 1993) و (Ferrando *et al*. 2003a) ، بينما ربطت دراسة (Van leeuwen, 1985) ذلك المعامل مع معدل الخصوبة ونسبة الأحياء الناجين بعد التعرض للمبيد Lx، لإعطاء نتائج بيئية واضحة بدلالات رقمية لتأثير المبيد في جماعات العوالق الحيوانية.

وقد قام الباحث (Fernandez *et al*. 2004) وزملاؤه بتحديد التركيز الأعلى للمبيد المسموح به MATC (Maximum acceptable toxicant concentration) وذلك بحساب قيمة التركيز الأدنى للمبيد الذي يبدأ عنده الأثر السمي (LOEC) وقيمة التركيز الأعلى للمبيد الذي لا يُظهر أثراً سمياً في الكائن الحي (NOEC)، قد تم تحديدهما بالاعتماد على معدل النمو وعدد الأفراد الفاقسة حديثاً (Mx) ونسبة عدد الأحياء الباقين بعد التعرض للمبيد (Lx).

كما حددت دراسة (Sanchez-Fortun, Barahona. 2004) قيم ال LC50 لثلاث مبيدات بايرثرويدية (Permethrin, Resmethrin, &Cypermethrin) لدى تطبيقها على أربعة أنواع من عوالق المياه العذبة منها (***Brachionus calyciflorus***) ، وربط فيما بينها بمجموعة برامج إحصائية عندما كان مستوى احتمال الخطأ (probability level $p<0.05$).

أهمية البحث وأهدافه:

1. تحديد تأثير السمية الحادة (Acute toxity) في بقاء النوع (***Brachionus calyciflorus***)، وذلك بتقدير تركيز المبيد الذي يسبب موت نصف عدد أفراد التجربة خلال 24 ساعة (24H LC50).
2. تحديد تأثير السمية المزمنة (Chronic toxity) في نشاط النوع (***Brachionus calyciflorus***)، وذلك بتقدير سرعة النمو، معدل التكاثر، متوسط فترة الخصوبة التي يكون فيها النوع قادراً على إنتاج البيض، عمر الجيل.

3. تحديد قيم (LOEC) و(NOEC) والاستفادة من القيمة الثانية للحصول على النسبة chronic/acute.
4. توضيح أثر المبيد الحشري (Cypermethrin) في التغيرات المورفولوجية للدوارات.

طرائق البحث ومواده:

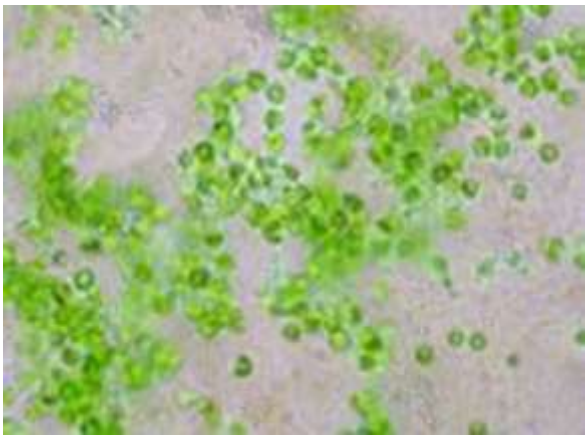
1- وصف النوع المدروس: ينتسب النوع المدروس ***Brachionus calyciflorus*** (الشكل رقم 1) إلى شعبة الدوارات **Rotifera** وإلى صف **Monogononta** ورتبة **Ploimida** وفصيلة **Brachionidae** ، وقد وجد هذا النوع بكثرة في بحيرة مزيريب خلال الصيف، وتتراوح أبعاده ما بين (200-250 ميكرون) طولاً و(100-150 ميكرون) عرضاً، وتتراوح أطوال الأشواك الأمامية المتوسطة ما بين (20-30 ميكرون) والأشواك الأمامية الجانبية ما بين (-25 15 ميكرون)، أما الأشواك الخلفية الجانبية فحوالي 40 ميكرون (Koste. 1978).

(الشكل رقم1) **النوع *Brachionus calyciflorus***

2-استزراع النوع المدروس: لقد تطلبت دراسة تأثير سمية المبيد الحشري البايروثرويدي (Cypermethrin) في دورة حياة النوع الدواري ***Brachionus calyciflorus*** استزراعه في حوض زجاجي أبعاده 25*25*25 سم، وحصلنا على هذا النوع من بحيرة مزيريب (المحاميد، 2005)، إذ تمت فضلاً عن 12 لتراً من ماء البحيرة المصفى (بوساطة مصفاة ثقوبها 10 ميكرون وذلك للحصول على مياه خالية من العوالق الحيوانية الأخرى) وبعد ذلك تمت إضافة معلق الطحالب من جنس ***Chlorella*** (الشكل رقم 2) بمعدل 10^5*5 خلية/مل (حيث تم عدُّها باستخدام عدادة Negotta بعد تطبيق عملية الترقيد البطيء لتكثيف العينات إلى 30 مل (البغدادي، م.1998)) وذلك بدرجة حرارة 22 ْم (وتم تثبيت درجة الحرارة باستخدام سخان كهربائي حراري يتم وضعه داخل حوض كبير يتسع إلى 54 لتر من المياه ونضع فيه الحوض المحتوي على مزرعة العوالق الحيوانية) ودرجة حموضة 8.5+-0.5 (إذ إنه لم يتم تغيير درجة الحموضة إنما تمت مراقبتها فلم تتعدَ الحدود المذكورة) وإضاءة 12/12 ضوء/ظلام (May, 1987) ، (Ferrando, *et al.*2003a). وفي النهاية تم تصفية 5 لتر من مياه المزرعة (المحتوية على أفراد حاملة للبيض) بوساطة مصفاة قطر ثقوبها (36 ميكرون) ووضعها في أنبوب، وعن طريق رج الأنبوب جيداً تم فصل البيض عن أمهاته، وأخيراً وبوساطة مصفاة قطر ثقوبها 80 ميكرون، تم عزل البيوض عن أمهاتها ووضعها في حاضنة بدرجة حرارة 4 ْم في الظلام حتى تبقى هذه البيوض خاملة، ولوحظ بدء عملية الفقس خلال 18-20 ساعة من ارتفاع درجة

الحرارة إلى 25ْ م وتعريض حوض التجربة للضوء ، وبذلك نكون قد حصلنا على أفراد متساوية العمر (Ferrando *et al*. 2006).

3- استزراع الطحلب *Chlorella*: من أجل إتمام تجربة استزراع الدواري ***Brachionus calyciflorus*** كان لا بد لنا من تغذيته على إحدى الطحالب وحيدة الخلية، لذلك قمنا باستزراع الطحلب ***Chlorella sp*** من فصيلة Chlorellaceae ورتبة Chlorellales وصف Trebouxiophyceae والتابع لمملكة Protista (**taxonomicon 2000**) (الشكل رقم 2) الذي يشكل غذاءً للدواري المدروس، إذ تم الحصول على هذا الطحلب من عينات مائية جمعت من بحيرة مزيريب، ونقلت منها عدة قطرات إلى زجاجة ساعة، وتم عزله عن باقي العوالق النباتية باستخدام الخاصة الشعرية لماصة مقياس فتحتها 0.2 مل، وأخيراً وضعت الأفراد المعزولة في وسط مغذ مؤلف من الأملاح الآتية: (CaCl2) (NaNO3 1g/l) (FeCL2 0.003g/l) (NH4Cl 0.050g/l) (K2PO4 0.250g/l) (MgSO4 0.513g/l) (0.058 المحلولة في لتر واحد من الماء المقطر، ويتم حفظ الوسط المغذي في درجة حرارة 22ْ م ودرجة حموضة 8.5 وإضاءة 12/12 ضوء/ظلام (البغدادي، م.1998).



(الشكل رقم2) الجنس *Chlorella*

في البداية وباستخدام عدسة مدرجة تم تحديد أبعاد النوع الدواري ***Brachionus calyciflorus*** وأطوال كل من الأشواك الأمامية والخلفية، وكررت هذه العملية بعد موت الكائن في نهاية التجربة.

4- دراسة تأثيرات المبيد: ولدراسة تأثير السمية الحادة (Acute toxicity) كان لابد لنا من تحديد قيمة (24H LC50) وهي تركيز المبيد الذي يسبب موت نصف أفراد الجماعات ضمن الظروف القياسية مقدراً بمغ/ل (Ferrando and Andreu. 2001) ، لذلك تم عزل 100 فرد من النوع ***Brachionus calyciflorus*** وتوزيعها على 10 أنابيب تحتوي على سائل الاختبار (test solution) (وهو عبارة عن ماء مقطر مضافاً إليه الأملاح الآتية: $Mgcl_2$ 0.078g/l) (K_2SO_4 0.026g/l) ($Cacl_2$ 0.224g/l) ($NaHCO_3$ 0.2g/l) حسب (USEPA, 1985)) وعلى عوالق نباتية من الجنس ***Clorella*** بتركيز $5*10^5$ خلية/مل (البغدادي، م.1998) بحيث يتم إضافة 9 تراكيز مختلفة من المبيد ويبقى الأنبوب العاشر كشاهد، ويتم حفظ العينات في حاضنة بدرجة حرارة 22ُ م ومتابعة نتائج الاختبار بعد 24 ساعة.

قدرت قيمة (24H LC50) بقيمة تركيز المبيد التي سببت موت 5 أفراد من العدد الكلي (10أفراد) خلال 24 ساعة (حيث أننا نعتبر أن الحيوان نافق عندما لا يبدي أي حركة خارجية أو داخلية لمدة 10 ثوانٍ من الملاحظة (Sanchez-Fortun, Barahona. 2004))

ولدراسة تأثير السمية المزمنة (Chronic toxicity) في المؤشرات الحياتية للدواري ***Brachionus calyciflorus*** ، قمنا بتجهيز 28 أنبوباً على شكل أربع مجموعات (مكررات) ، كل مجموعة منها تحتوي على 7 أنابيب معقمة (منها أنبوب شاهد بدون مبيد وستة أنابيب تحتوي على 2 مل من سائل الاختبار مع ستة تراكيز مختلفة من المبيد بحيث يكون أعلاها أقل من نصف قيمة 24H LC50 وهذه التراكيز هي (0.04-0.024-0.020-0.016-0.012-0.008mg/l) حيث حصلنا على هذه التراكيز بتطبيق عدة تخفيفات متتالية لتركيز المبيد الأصلي المأخوذ من شركة (Tagros-india الشركة الوطنية لوقاية المزروعات) ، ثم وبوساطة الممص الميكروي Micropipate تم إضافة فردين من الدواري ***Brachionus calyciflorus*** لكل أنبوب، وتم وضع العينات في حاضنة للحفاظ على درجة الحرارة عند 25ْ م وحموضة 8.5+-0.5 (إذ إنه لم يتم تغيير درجة الحموضة إنما تمت مراقبتها إذ إنها لم تتعدَ الحدود) و12/12 ضوء/ظلام. مع العلم أن الشروط المثلى للتجربة هي درجة حرارة 25ْ م و درجة حموضة 8.5. (Ferrando *et al*. 2006).

كما كانت تتم مراقبة العينات مرتين يومياً، وتغيير الوسط المحيط بها مرة يومياً، وكان يتم عزل الأفراد الفتية الفاقسة يومياً بعيداً عن الكبار، وانتهت التجربة بموت آخر فرد من الدوارات.

وقد تم استخدام النتائج لتحديد المؤشرات الحيوية الآتية لذلك النوع من الدوارات تحت تأثير المبيد الحشري Cypermethrin:

Life expectancy (Eo) متوسط فترة الخصوبة.

Net reproductive rate (Ro) معدل التضاعف خلال فترة حياة الكائن.

Intrinsic rate of natural increase (R) معدل الزيادة الطبيعية الحقيقة.

وذلك باستخدام القوانين التالية (Ferrando *et al*. 2003a):

$$Ro = \sum Lx * Mx$$

$$R = \ln Ro / T$$

حيث:

X: مجال عمر الكائن (Age interval)

Lx: نسبة عدد الأحياء بعد تطبيق المبيد

Mx: معدل الخصوبة (عدد الأفراد الفتية التي تنتجها أنثى واحدة خلال فترة حياتها)

Ro: معدل سرعة التكاثر (التضاعف) خلال جيل واحد

R: سرعة النمو

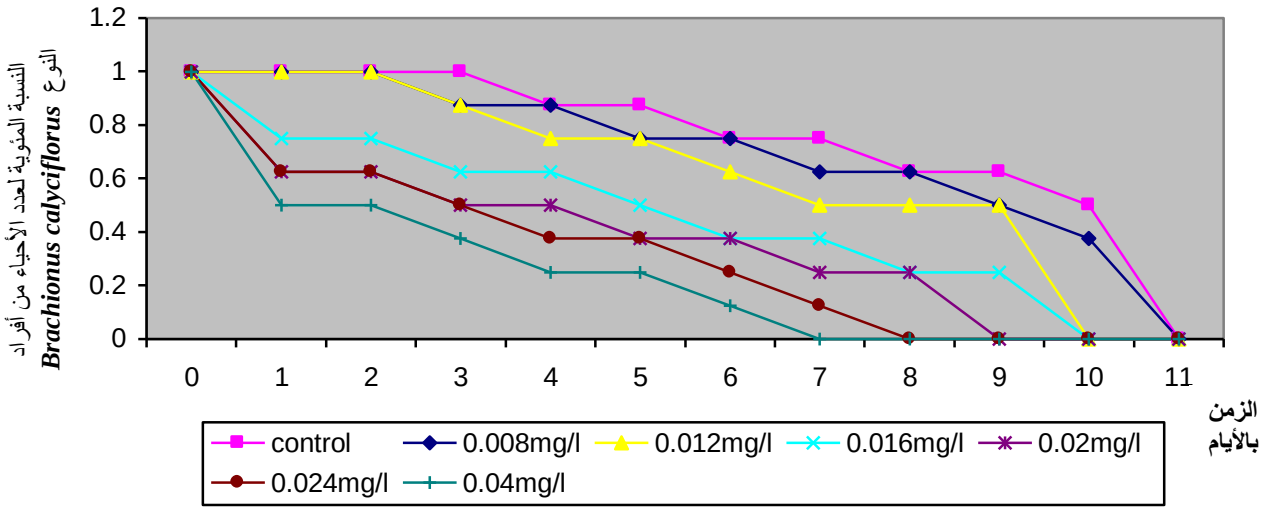
مع العلم أن: $T = \sum Lx * x / Ro$

النتائج والمناقشة:

تراوحت أبعاد النوع الدواري ***Brachionus calyciflorus*** ما بين (220-230 ميكرون) طولاً و(130-140 ميكرون) عرضاً، وتراوحت أطوال الأشواك الأمامية المتوسطة حوالي 25 ميكرون والأشواك الأمامية الجانبية حوالي 18 ميكرون، أما الأشواك الخلفية الجانبية حوالي 42 ميكرون.

بلغت قيمة LC50 24H للدواري ***Brrachionus calyciflorus*** عند استخدام المبيد الحشري Cypermethrin 0.08 مغ/ل، وهذا هو التركيز الذي أدى إلى موت خمسة أفراد من العدد الكلي (10أفراد) خلال 24 ساعة.

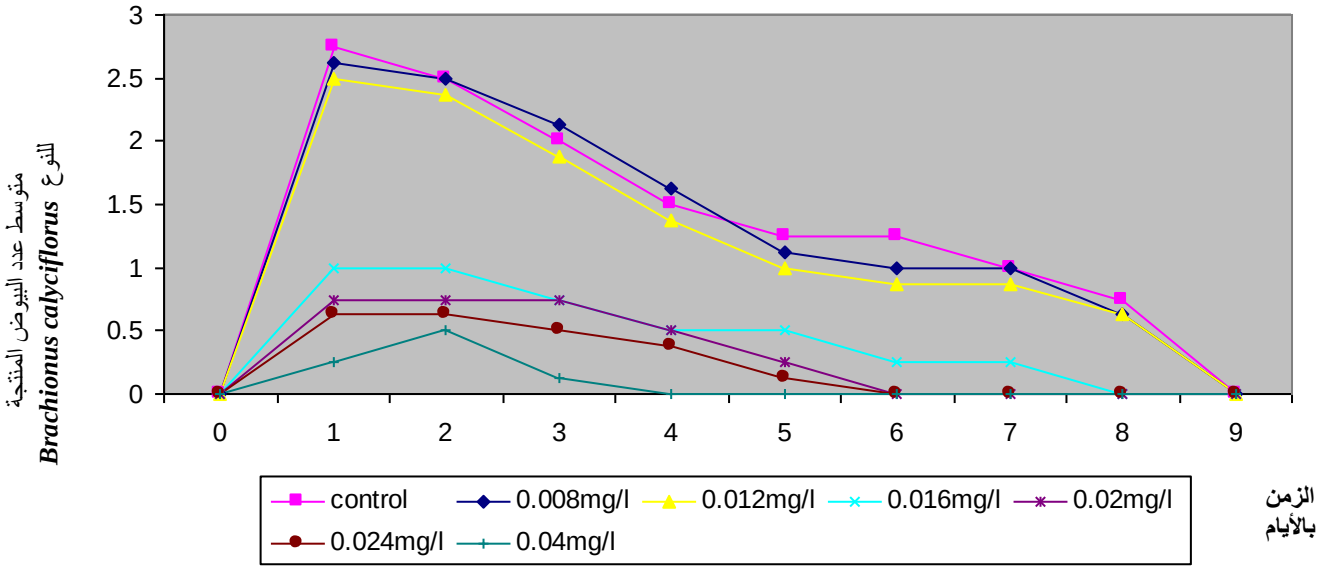
ولدى دراسة نسبة عدد الأفراد الأحياء Lx بعد المعالجة بالمبيد وجدنا ارتباطاً واضحاً مع تركيز المبيد، إذ كانت العلاقة عكسية بينها وبين الزيادة في تركيز المبيد، مع ملاحظة أن التراكيز المنخفضة للمبيد 0.008-0.012 مغ/ل لم يكن لها أثراً يذكر في قيمة Lx، وكان منحني هذين التركيزين متطابقاً تقريباً مع منحنى الشاهد، وبدأت آثار المبيد بالظهور في التركيز 0.016 مغ/ل والتراكيز التي تليه. كما يلاحظ انخفاضاً واضحاً في أعمار الأفراد ككل (X) مع زيادة تركيز المبيد (الشكل رقم 3).



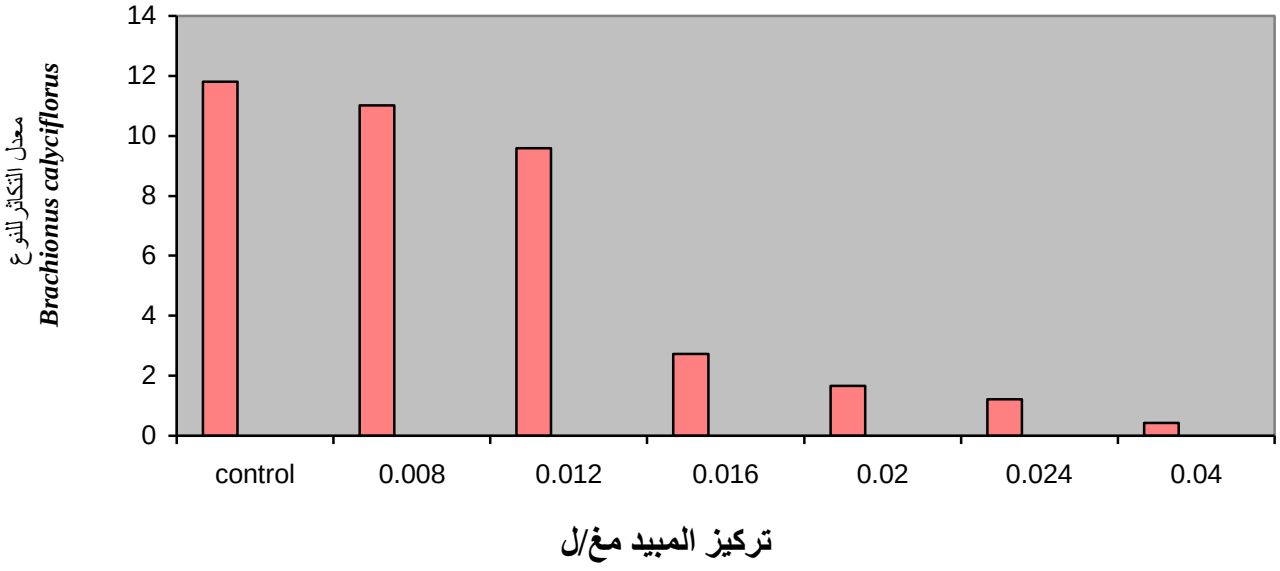
الشكل (3) مخطط يوضح الارتباط بين النسبة المئوية لعدد الأحياء من الأفراد (Lx) للنوع *Brachionus calyciflorus* مع الزمن عند تراكيز مختلفة للمبيد

أما بالنسبة لدراسة عملية التكاثر لدى أفراد النوع ***Brachionus calyciflorus*** التي تعرضت للمبيد فقد وجدنا انخفاضاً واضحاً بمعدل الخصوبة (Mx: عدد البيوض المنتجة) وتأخراً ملموساً بزمن إنتاج البيضة الأولى عند بعض الأفراد، حيث نجد ارتباطاً عكسياً بين عدد الأفراد الفاقسة للأنثى الواحدة مع الزيادة في تركيز المبيد (الشكل رقم 4)، مع ملاحظة أن التراكيز المنخفضة للمبيد (0.008-0.012 مغ/ل) لم يكن لها أثراً يذكر في درجة الخصوبة، وكان منحني هذين التركيزين متطابقاً تقريباً مع منحنى الشاهد، وبدأت آثار المبيد بالظهور في التركيز 0.016 مغ/ل والتراكيز التي تليه، حتى أدى التركيز (0.04 مغ/ل) إلى توقف إنتاج الأفراد الفتية اعتباراً من اليوم الرابع.

أما عند حساب قيمة معدل التكاثر (Ro) فقد لوحظ نفس العلاقة السابقة مع تركيز المبيد ولكن بشكل ملحوظ عندما يكون التركيز أعلى من (0.012 مغ/ل) (الشكل رقم 5).



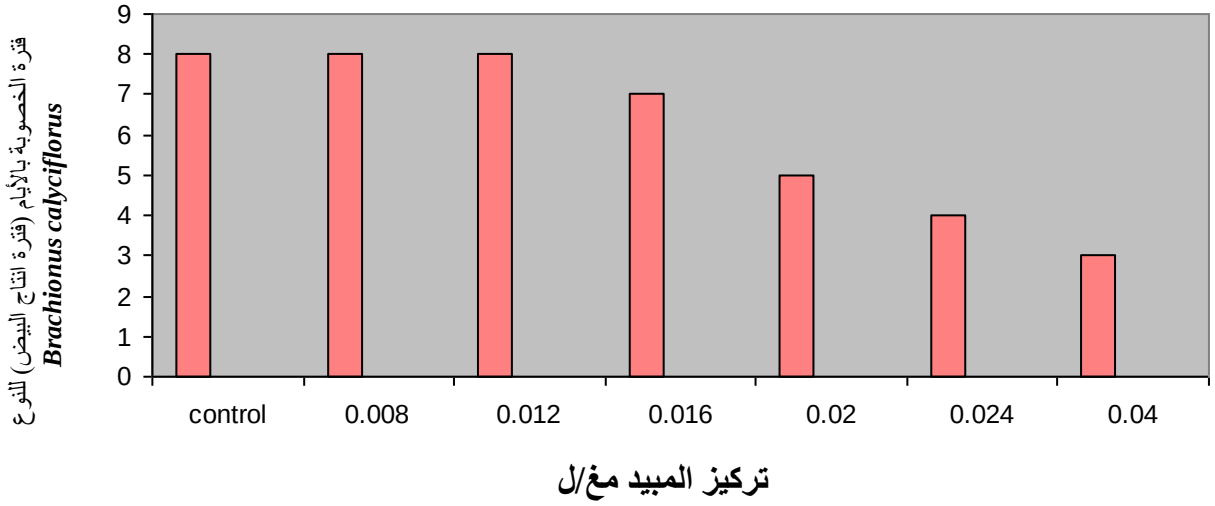
الشكل (4) مخطط يوضح الارتباط بين معدل الخصوبة (Mx) للنوع *Brachionus calyciflorus* مع الزمن عند تراكيز مختلفة للمبيد



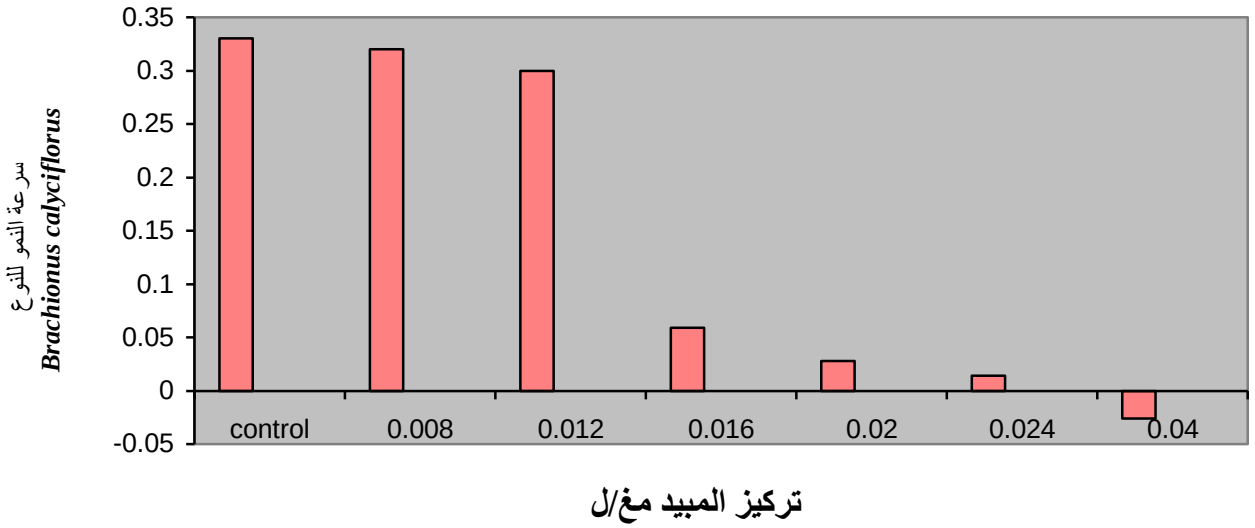
الشكل (5) مخطط يوضح الارتباط بين معدل التكاثر (Ro) للنوع *Brachionus calyciflorus* مع تراكيز مختلفة من المبيد

ويلاحظ أيضاً انخفاضاً في قيم معدل فترة الخصوبة للنوع (Life expectancy Eo) عند ارتفاع تركيز المبيد عن القيمة (0.012 مغ/ل)، مع ملاحظة تقارب نتائج التركيزين 0.008-0.012 مغ/ل مع نتيجة الأنبوب الشاهد

(الشكل رقم 6). أما معدل سرعة نمو الدواري (R) فقد سجل القيم الآتية: (0.33)(0.32)(0.030)(0.059)(0.028)(0.014)(-0.026) بالتوافق مع زيادة تركيز المبيد (الشكل رقم 7)، مع ملاحظة أن التركيز (0.04) قد أدى إلى قيمة سالبة لمعدل النمو (R) والتركيزين (0.008-0.012) لم يسببا نقصاً بمعدل النمو.



الشكل (6) مخطط يوضح الارتباط بين معدل فترة الخصوبة (Eo) للنوع *Brachionus calyciflorus* مع زيادة تركيز المبيد



الشكل (7) مخطط يوضح الارتباط بين سرعة النمو (R) للنوع *Brachionus calyciflorus* مع زيادة تركيز المبيد

المناقشة:

ولقد سمحت النتائج السابقة بتحديد قيمة التركيز الأعلى للمبيد الذي لا يظهر أثراً سمياً في الدوارات (NOEC) وهو 0.012 مغ/ل وقيمة التركيز الأدنى للمبيد الذي يبدأ عنده الأثر السمي بالظهور في الدوارات (LOEC) وهو 0.016 مع/ل، وبقسمة قيمة (NOEC) على 24H LC50 نحصل على النسبة: Chronic/acute ratio الخاصة بالمبيد (Cypermethrin) والتي تساوي تقريباً (6.66). ونشير إلى أن معرفة هذه النسبة تفيد في الدراسات الحقلية لتحديد التركيز الأعلى من المبيد المسموح به (MATC) في البحيرات حقلياً.

ولدى مقارنة نتائجنا مع نتائج دراسات أخرى نلاحظ توافقاً مع نتائج كل من (Ferrando *et al*. 2006) و (Fernandez *et al*. 2001) و(Ferrando, *et al*. 2002a) حيث تبين وجود تشابه في منحنيات تأثير المبيد الحشري في نسبة عدد الأحياء (Lx) للنوع نفسه (***Brachionus calyciflorus***) مع ثلاثة أنواع أخرى من المبيدات (Fenitrothion, Endosolfan, Lindane). كما نلاحظ التطابق نفسه مع نتائج الدراستين (Halbach *et al*. 1983) و (Ramakrishna, Sarma. 1986) اللتين درستا تأثير المبيدات الحشرية في نوعين آخرين من نفس الجنس من الدوارات (***Brachionus patulus*** و ***Brachionus rubens***).

وقد أظهرت نتائج قيم (R) في الشاهد (0.33) تقارباً مع نتائج كل من (Ferrando *et al*. 2006) و(Fernandez *et al*. 2001) و(Ferrando, *et al*. 2002a) إذ كانت قيمتها لديهم (0.37-0.39-0.28) على التتالي للنوع نفسه من الدوارات. مع ملاحظة انخفاض هذه القيمة كلما ازداد تركيز المبيد الحشري، بحيث يصل قيمة سالبة مع أعلى تركيز مستخدم (0.04 مغ/ل).

تعدّ قيم (Ro, R, Eo) مؤشرات حساسة جداً لقياس معدل السمية للمبيدات الحشرية على معدل التكاثر وسرعة النمو للعوالق الحيوانية، وهذه القيم يمكن الاعتماد عليها لدراسة السمية المزمنة (Chronic toxicity) للمبيدات الحشرية خلال دورة حياة الدوارات (Capuzzo, 1979) (Daniels, and Allan. 1981)، مع العلم أن أنواع المبيدات التي تسبب نقصاً في عدد أو حجم الأفراد الفتية الأولى من العوالق الحيوانية هي وحدها التي تسبب نقصاً واضحاً في سرعة نموها (Capuzzo, 1979) (Daniels, and Allan.1981).

مما سبق نلاحظ أن القيم (Ro, R, Eo) أظهرت تراجعاً خطياً بسيطاً ضمن المعادلة (Y=a-bX)، مما مكننا من حساب قيم EC50 للمؤشرات الحياتية المدروسة (جدول رقم1-2). ولا بد لنا أن نذكر أن المعامل البيئي (EC50) هو مؤشر إحصائي جديد ومهم ويستخدم مع جميع المعاملات السابقة ويعرف بأنه تركيز المبيد الذي تنخفض به قيمة المعامل المدروس إلى نصف قيمته في أنبوب الشاهد (Marsal, 1978). وبدراسة هذه القيم (الجدول رقم2) نجد أن جميعها أصغر من قيمة (24H LC50) ، ذلك الذي يوضح استلزام تراكيز من المبيد الحشري أقل من أو يساوي (0.024 مغ/ل) للوصول بالمؤشرات الحياتية (Ro, R, Eo) إلى نصف قيمتها بدون وجود المبيد (أنبوب ال (Control)). (Ferrando *et al*. 2006).

الجدول رقم (1) يوضح معادلات التراجع الخطية البسيطة التي تربط بين (X) تركيز المبيد الحشري (Cypermethrin) المقدرة بالمايكروجرام والمعامل البيئي المطلوب (Y).

معادلة التراجع الخطي	المؤشر البيئي
Y=9.59-0.271X	معدل سرعة التكاثر Ro

Y=0.30-0.00944X	سرعة النمو R
Y=8-0.167X	عدد أيام إنتاج البيض Eo

يتضح من المعادلات السابقة أنه عند زيادة تركيز المبيد بمعدل وحدة واحدة يتناقص معدل سرعة التكاثر بمقدار (0.271) وتتناقص سرعة النمو بمقدار (0.00944) ويتناقص عدد أيام إنتاج البيض بمقدار (0.167).

الجدول رقم (2) يوضح قيم EC50 للمبيد الحشري (Cypermethrin) المقابل لقيمة المعامل البيئي المرادف

تركيز المبيد مغ/ل	المؤشر البيئي
0.013	معدل سرعة التكاثر Ro
0.0143	سرعة النمو R
0.024	عدد أيام إنتاج البيض Eo

كذلك لا بد لنا من الإشارة بنتائج التجربة التي قام بها (Ferrando, *et al.*2003b) والتي أوضحت أن المبيدات الحشرية (Lindane, Dichloroanilie, PCP) تسبب انخفاضاً في سرعة التصفية والهضم للنوع (***Brachionus calyciflorus***).

وأخيراً فإن نتائج أطوال الأشواك الجانبية التي تم قياسها في بدابة التجربة (قبل تطبيق المبيد) لم تسجل تغيراً ملحوظاً في نهاية التجربة بعد تطبيق تراكيز مختلفة من المبيد الحشري (Cypermethrin) خلال فترة حياة الكائن كاملة، وهذا يدل على عدم تأثر الصفات المورفولوجية للدواري ***Brachionus calyciflorus*** بالسمية المزمنة (Chronic toxicity) الناتجة من تعرضه للمبيدات الحشرية.

وفي النهاية لا بد من توضيح أن نتائج هذا البحث أصيلة، حيث أنها المرة الأولى التي يدرس فيها تأثير المبيد الحشري (Cypermethrin) في هذا النوع من الدوارات، كما يمكن الاستفادة من بعض هذه النتائج في تحديد نوعية المياه في البحيرات السورية.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. إن تعرض الدوارات للمبيدات الحشرية يؤدي إلى انخفاض في سرعة نموها (R) وعمر الكائن ككل (X).
2. إن تعرض الدوارات للمبيدات الحشرية يؤدي إلى انخفاض في عدد البيض الناتج (Mx) وأعداد الأفراد الفتية الفاقسة وبالتالي انخفاض في معدل تكاثرها (Ro).
3. ارتباط عمليتي التكاثر والنمو مع بعضهما بصورة إيجابي.
4. إن تعرض الدوارات للمبيدات الحشرية يؤدي إلى نقص في فترة إنتاج البيض لديها.
5. تحديد قيمة النسبة Chronic/acute ratio التي يستفاد منها حقلياً.
6. عدم وجود تأثير للسمية المزمنة للمبيدات الحشرية البايروثريدية في الصفات المورفولوجية للنوع الدواري ***Brachionus calyciflorus*** عند تطبيقه بتراكيز مختلفة.

المراجع:

1.ARNDT, H. *Rotifers as predators on components of the microbial web (bacteria, heterotrophic flagellates, ciliates)* – a review. Hydrobiologia, 255/256, 1993, 231-246.

2. CAPUZZO, J. M. *The Effect of halogen toxicant on survival, feeding, and egg production of the rotifer Brachionus plicatilis.* Estuer. Coast. Mar. Sci. 8, 1979, 307-316.
3. DANIELS, R. E; ALLAN, J. D. *Life table evoluation of chronic exposure to a pesticide.* Can. J. Fish. Aquat. SCi. 38, 1981, 345-494.
4. DAY, K; KAUSHIK, N. K. *An assessment of the chronic toxicity of synthetic pyrethroid, fenvalerate, to Daphnia galeata mendotae, using life tables*. Environ. 44, 1987,13-26.
5. FERNANDEZ, A; FERRAAND, M. D; ANDREAU, E. *Demographic parameters of Brachionus calyciflorus Pallas (Rotifera) exposed to sublethal endosulfan concenteration*. Hydrobiologia 226, 2001,103-110.
6. FERNANDEZ, A; FERRANDO, M. D; ANDREAU, E. *Chronic toxicity of methylparathion on Daphnia magna: Effects on survival, reproduction and growth.* Bull. Environ. Contam. Toxical. 53,1, 2004, 43-49.
7. FERRANDO, M. D; ANDREAU, E. *Acute lethal toxicity of some pesticides to Brachionus calyciflorus and Brachionus plicatilis.* Bull. Environ Contam. Toxical. 47, 2001, 479-484.
8. FERRANDO, M. D; ANDREAU, E; AND FERNANDEZ, A. *Relative sensitivity of daphnia magna and Brachionus calyciflorus to five pesticides.* J. Environ. Sci. Health B 27(5), 2002a, 511-522.
9. FERRANDO, M. D; ANDREAU, E; JANSSEN, C. R; and PERSOONE, G. *Ecotoxicological studies with the freshwater rotifer Brachionus calyciflorus. II. An assessment of chronic toxicity of lindane and 3,4-dichloroaniline using live tables.* Hydrobiologia 255, 2003a, 33-40.
10. FERRANDO, M. D; ANDREAU, E; JANSSEN, C. R; and PERSOONE, G. *Ecotoxicological studies with the freshwater rotifer Brachionus calyciflorus. III. The effects of chemicals on the feeding behavior*.Exotoxicol. Environ. Saf 26, 2003b, 1-9.
11. FERRANDO, M. D; ANDREAU, E; SQNCHO, E. *Chronic Toxicity of Fenitrothion to an Algae (Nannochloris oculata), a rotifer (Brachionus calyciflorus), and Cladoceran (Daphnia magna).* .Exotoxicol. Environ. Saf 35, 2006, 112-120.
12. FRIBERG-JENSEN, U; WENDT-RASCH, L; AND WOIN, P. *effect of the pyrethroid insecticide, Cypermethren, on the freshwater community*, A service of the U.S. National library of Midicine and the National Institute of Health, 2003.357-371.
13. HALLBACK, U; SIEBER, M; WESTEMAYER, M; and WIESSEL, C. *Population ecology of rotifers as a bioassay tool for ecotoxicological tests in aquatic environments.* Ecotoxicol. Environ. Saf. 7, 1983, 484-513.
14. JANSSEN , C. R; FERRANDO, M. D; and PERSOONE, G. *Ecotoxicological studies with the freshwater rotifer Brachionus calyciflorus. I. Conceptual framework and applications.* Hydrobiologia 255, 1993,21-31.
15. KOSTE, W. *Rotatoria-Die Radertiere Mitteleuropas (Uberordnung Monogononta).* Revision after M. Voigt (1956/ 7) 2 Vols. Borntraeger, Stuttgart.Bec *et al*. 1978, 65-130.
16. MARSAL, J. S. *Population dynamics of daphnia galeata mendotae as modified by chronic cadmium stress.* J. Fish. Res. Bd. Can. 35, 1978, 461-469.
17. MAY, L. *Culturing freshwater, planktonic rotifers on Rhodomonas minuta var. nannoplnctica Skuja and Stichococcus bacillaris Nagrli.* Journal of plankton research. Oxford U. 9 ,6, 1987, 1217-1223.

18. PERSOONE, G; VAN DE VEl, A; VAN STEERTEGEM, M. *Predictive value for laboratory tests with aquatic invertebrates; influence of experimental conditions.* Aquat. Toxical. 14, 1989, 149-166.
19. RAMAKRISHMA, T; SARMA, S. S. S. *Demographic parameters of Brachionus patulus exposed to sublethal DDT concenterations at low and high levels.* Hydrobiologia 139, 1986, 193-200.
20. SANCHEZ-FORTUN, S, BARAHONA, M. V. *Comparative study on the environmental risk induced by several pyrethriods in estuarine and freshwater invertebrate organisms.* Chemosphere *59*, 2004, *553-559.*
21. SLADECEK, V. *Rotifer as indicators of water quality.* Hydrobiologia, 100, 1983, 169-201.
22. SMITH, T. M; STRATTON, G. W. *Effects of synthetic pyrethroid insecticides on nontarget organisms.* Resid. Rev. 97, 1986, 93-120.
23. TAXONOMICON. *Electronic site, http://zipcodezoo .com/ default.* Asp. 2000, 1/1/8/2008, 1-8.
24. USEPA (U.S. ENVIROMENYAL PROTECTION AGENCY) *Methods for measuring the acute toxicity of effluents to freshwater and marine organisms.* EPA/600/4-85/013. 1985. 42-46.
25. VAN LEUWEN, C. J; MOBERTS, F; and NIEBEEK, G. *Aquatic toxicology aspects of dithiocarbamates and related compounds. II. Effects on survival, reproduction and growth of Daphnia magna.* Aquat. Toxicol. 8, 1985, 165-175.
26. WARE, G. W. *Pesticides. Theory and Application Freeman* Newyork press, 1983.221-228.
27. بغدادي، وفاء. ميهوب، حامد. حمد، ابتسام. بيولوجيا المشريات. الجزء العملي، منشورات جامعة دمشق. 1998، 191–206.
28. المحاميد، مهند. دراسة تصنيفية وبيئية للدوارات البلانكتونية في بحيرة مزيريب، رسالة ماجستير، جامعة دمشق.2005، 35–45.