تأثير درجة الحرارة في سلوكية الهجرة العمودية لثلاثة أنواع من الهائمات الحيوانية

نبراس لفتة الدوري

قسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم)، جامعة بغداد

استلم في:27 نيسان 2016 , قبل في: 5 حزيران 2016

الخلاصة

تناولت الدراسة الحالية متابعة تأثير التغير في درجة حرارة الوسط المائي في سلوكية الهجرة العمودية لمجاميع مختلفة من الهائمات الحيوانية تمثلت بالانواع *Cyclops vernalis*Fisher, 1883و *Daphnia magna* Müller, 1757 و*Diaptomus dilopatus*Wilson M.S. 1958التي تمت تنميتها في ظروف مختبرية مسيطر عليها من حيث الضوء والاس الهيدروجيني وذلك باختيار درجات حرارة 16 و20 و24 و28 و32 درجة مئوية وعلى الترتيب. أظهرت نتائج الدراسة تغيراً واضحاً في سلوك الهجرة عند الأنواع المختبرة من الهائمات ، إذ كانت العلاقة طردية بين درجة الحرارة وصعود افراد *D. magna* في عمود الماء، بينما كانت العلاقة عكسية مع النوع *C. vernalis* و*D. dilopatus*.

كما بينت النتائج كذلك وجود تأثير متباين للمعاملة ومستويات مختلفة من درجة الحرارة في حدة السباحة ونشاط الحركة ، إذ لوحظ اختزال في مدة السباحة و نشاط الحركة عند النزول الى اسفل الماء لافراد *D.dilopatus* و*C. vernalis* كلما ارتفعت درجات الحرارة ، في حين كان سلوك افراد النوع *D.magna* على النقيض معن ذلك وتميز بأقصى نشاط عند ارتفاع درجة الحرارة.

الكلمات المفتاحية: درجة الحرارة، الهجرة العمودية، الهائمات الحيوانية.

المقدمة

الهجرة العمودية Vertical migration هي سلوكية شائعة ومألوفة عند الهائمات الحيوانية [1] إذ تتمثل هذه الهجرة في قضاء ساعات النهار في أعماق المسطحات المائية ثم ترتفع إلى الأعلى باتجاه سطح الماء ولمدة ساعات قليلة خلال الليل [2]. هذه الظاهرة البيئية تتأثر بعدة عوامل في محيطها البيئي، أذ أن الأنماط المختلفة من الهجرة الموسمية تعتمد على أنظمة درجات الحرارة خلال السنة، ولكل نوع من أنواع الهائمات الحيوانية [3]، وقد طرحت عدة نظريات لشرح وتوضيح أهمية تكيف الهائمات على الهجرة، فقد أوضح Hutchinson, G. E[4]أن هناك عدة عوامل فيزياوية وإحيائية تؤثر في بدء هذه الهجرة وكيفية السيطرة عليها أو توجيهها، أو قد تكون هذه الهجرة مبرراً لكل نوع من الهائمات الحيوانية لزيادة التبادل الوراثي فيما بينها [5]. وبعض هذه النظريات أوضحت بأن هذه الهائمات تعمد إلى الهجرة لتفادي المفترسات [6] إذ ترتبط الهجرة مع التغير في كثافة وظهور المفترسات ووفرة الغذاء في محيطها البيئي [7]، أو قد تكون من أجل إعادة تشكيل مجتمعات الهائمات السكانية لنفسها [8]، ولكن من الأهمية فإن هناك عوامل اخرى لها أهمية قصوى في الهجرة العمودية ألا وهي التغير في شدة الإضاءة ولحد كبير التغير في درجة الحرارة [9].

لذا فقد هدفت الدراسة الحالية الى التعرف على تأثير درجة الحرارة في سلوكية الهجرة العمودية في ثلاثة أنواع من الهائمات الحيوانية.

المواد وطرائق العمل

جمعت عينات الهائمات القشرية Zooplankton من بحيرة جزيرة بغداد السياحية بوساطة شبكة الهائمات الحيوانية Zooplankton net سعة فتحاتها 55 مايكرومتراً. تم عزل وتصنيف ثلاثة انواع في المختبر اعتماداً على مفتاح التصنيف [10] هذه الأجناس هي *Cyclops vernalis* Fisher, 1883 و*Daphnia magna* Müller, 1785 و*Diaptomus dilopatus* Wilson M. S., 1985 ولأجل تهيئة وإعداد مزرعة نقية تم عزل كل نوع بـالغ في بيكر Beker سعته 500ml وغذيت على *Paramecium* وخلاصة نبات الجت والسلق. صُممت التجربة لدراسة سلوكية الهجرة Migration behavior فقد استعمل لهذا الغرض اسطوانة مدرجة Cylinder طولها 50 cm وقطرها 7.5 cm و وضعت في حوض ماء Aquarium طوله 60 cm وارتفاعه 55 cmوعرض 35 cmولغرض التحكم في درجات الحرارة وضع سخان كهربائي Electrical heater داخل حوض الماء لإيصال حرارة متساوية داخل الاسطوانة أي من خلال جدرانها، ووضع محرار داخل كل من الاسطوانة والحوض لمتابعة قراءة درجات الحرارة، تم وضع كل فرد بالغ من هذه الأجناس في الاسطوانة المملوءة بماء الحنفية المتروك لمدة 24ساعة للتخلص من الكلور، وبواقع 6 مكررات لكل جنس ولكل درجة حرارية ابتداءً من 16 و20 و24و28 و32 درجة مئوية.

وتم مراقبة ومتابعة حركة هذه الحيوانات وما يطرأ عليها من تغيير بوساطة العين المجردة وباستعمال العدسة المكبرة الاعتيادية وكانت مدة إجراء كل تجربة 60 دقيقة، وعند كل درجة حرارية ولكل المكررات وأجري التحليل الإحصائي لكل النتائج.

النتائج

هناك تغير في سلوكية الهجرة العمودية للهائمات الحيوانية داخل عمود الماء عند أي تغيير في درجات الحرارة، ولمعرفة الاستجابات المختلفة لسلوكية الهجرة عند التغير الحاد والمفاجئ أجريت هذه التجربة داخل المختبر ولمدة 60 دقيقة لكل فرد من الأجناس الثلاثة، فقد سجل كل جنس ردود أفعال خاصة به، إذ

كانت *D. magna* ذات حركة بطيئة وقليلة وسجلت نزولاً سريعاً نحو الأسفل إلى أن استقرت عند مستوى قريب من القاع في درجة حرارة 16°C، في حين كان رد فعل *C. vernalis* على العكس تماماً إذ كانت هناك حركة كثيرة ومتذبذبة صعوداً ونزولاً في عمود الماء وواصلت سباحتها نحو الأعلى حتى استقرت في نقطة قريبة من سطح الماء وهي أعلى ارتفاع تسجله مقارنة مع درجات الحرارة الاخرى في هذه التجربة، أظهر *D. dilopatus* استجابات مختلفة عن الجنسين السابقين إذ أنها كانت دائمة السباحة إلى الأسفل وفي نقطة قريبة من القاع دائماًعند تعريضها المفاجئ لدرجات حرارية مختلفة إذ كان اختلاف استجاباتها في المدة المستغرقة في النزول إلى قاع عمود الماء، إذ سجلت أطول مدة زمنية بالمقارنة مع درجات الحرارة الاخرى المستخدمة في التجربة لتبلغ 22 دقيقة وكما هو واضح في الشكل (1).

يتضح من النتائج المبينة في الشكل (2) أن *D. manga* سجلت تغيراً طفيفاً باتجاه الصعود نحو سطح الماء عند درجة حرارة 20°C، وفي الوقت الذي حافظت *C. vernalis* على نشاطها أظهرت انخفاضاً قليلاً جداً ضمن عمود الماء، إلا أن *D. dilopatus* كانت لها سرعة واضحة في السباحة والنزول إلى الأسفل وخلال 12 دقيقة فقط، ويؤشر عليها حركتها البطيئة والمحدودة أثناء حركتها الأفقية. وتبين من خلال المتابعة أن زيادة درجة الحرارة إلى 24°C رافقها زيادة ملحوظة وواضحة في حركة كل من الجنسين *D. manga* و *C. vernalis* وبشكل متذبذب صعوداً ونزولاً في عمود الماء، وسبب ارتفاع درجات الحرارة إلى نزول واضح للـ *C. vernalis* في عمود الماء لتستقر عند ارتفاع 22 cm أما الـ *D. magna* استمرت في السباحة إلى الأعلى لتستقر عند ارتفاع 35 cm، كان لارتفاع درجات الحرارة تأثير في اختزال المدة الزمنية وزيادة سرعة *D. dilopatus* للوصول إلى قاع الاسطوانة و لتقطع المسافة بحوالي تسعة دقائق فقط، كما هو واضح في الشكل (3).

أظهر الشكل (4) استمراراً لسرعة نزول *D. dilopatus* إذ استغرقت سبع دقائق للوصول إلى نقطة قريبة جداً من قاع الاسطوانة، ولوحظ عليها أنها كانت ذات نشاط محدود جداً في حركتها الافقية في عمود الماء، ويمكن ملاحظة الزيادة الواضحة في نشاط *D. magna* ضمن عمود الماء إذ سجلت نوعاً جديداً من الحركة الدائرية والتموجية الافقية عند الاستقرار في كل نقطة، ولتصل إلى مستوى الارتفاع نفسه في درجة الحرارة السابقة ولكن بوقت أقصر، أما *C. vernalis* فقد سجلت هبوطاً واضحاً وسريعاً إلا أنها استعادت توازنها ولكن بدت أقل نشاطاً في حركتها الافقية وسجلت حركة متذبذبة وقليلة ولتستقر في منطقة قريبة من قعر الاسطوانة.

بدا جلياً أن للـ *D. magna* النشاط نفسه وذات الحركات الدائرية والتموجية الأفقية عند درجة حرارة 32°C إلا أنها سجلت أعلى ارتفاع في عمود الماء بالمقارنة مع درجات الحرارة الاخرى، وبالرغم من زيادة درجة الحرارة إلا أن *C. vernalis* كان لها ردود أفعال مشابهة لما كانت عليه في درجة الحرارة السابقة ولكنها استمرت في الهبوط حتى بلغت أوطأ مستوى لها في عمود الماء مقارنة مع درجات الحرارة السابقة.كانت قلة النشاط في عمود الماء وسرعة الهبوط نحو القعر متزامنة مع ارتفاع درجات الحرارة لجنس *D. dilopatus* وكما هو واضح في الشكل (5).

يبين الشكل (6) أن سلوكية الهجرة لـ *D. magna* سجلت علاقة طردية مع ارتفاع درجة الحرارة، فكلما زادت درجة الحرارة كان لها ارتفاع واضح في عمود الماء، وانخفاض ملحوظ في سباحتها باتجاه أسفل عمود الماء عند انخفاض درجة الحرارة، وعلى نقيض ما ذكر كانت سلوكية الهجرة لـ *C. vernalis* عكسية مع درجة الحرارة، فعند ارتفاع درجة الحرارة كانت عند أوطأ نقطة لها في عمود الماء وعند انخفاضها سجلت نشاطاً ملحوظاً بالصعود باتجاه سطح الماء كما هو واضح في الشكل (7).

أظهر الشكل (8) أن لـ *D. dilopatus* استجابات مختلفة تماماً عن سابقاتها إذ كانت سباحتها نحو الأسفل في درجات الحرارة كلها لكن التغير حدث في سرعة الهبوط إذ سجلت هبوطاً أسرع في درجة الحرارة العالية منها في درجة الحارة المنخفضة.

وعند تحليل النتائج إحصائياً وجدت فروق معنوية بين *C. vernalis* و*D. dilopatus* و بينها وبين *D. magna* وغير معنوية بين *C. vernalis* و*D. magna* عند درجات الحرارة 16°C و 20°C و 24°C و فروقات معنوية بين *C. vernalis* و*D. magna* و بين *C. vernalis* و*D. dilopatus* و غير معنوية بين *D. magna* و*D. dilopatus* عند درجات الحرارة 28°C و 32°C.

المناقشة

أظهرت الدراسة الحالية أن هناك تأثيراً واضحاً لدرجات الحرارة في تغير سلوكية الهجرة للهائمات الحيوانية، مما يؤكد أن جميع الهائمات أظهرت بشكل عام اختلافاً واضحاً في شكل الهجرة العمودية ضمن عمود الماء [11].

تبين أن الأجناس الثلاثة قيد الدراسة *D. magna* و *C. vernalis* و *D. dilopatus* أظهرت ردود أفعال مختلفة عند تغير درجات الحرارة، مما يؤكد أن الأجناس المختلفة تستجيب للتغيرات البيئية بصورة مختلفة عن بعضها إذ تعتمد إلى حد ما على مدى تكيف الأفراد وتحملها لهذه التغيرات [12].

ففي درجة 16°C نلاحظ أن *D. magna* كانت في أدنى مستوى لها في عمود الماء، وذات حركة بطيئة ومنخفضة، ربما يعود ذلك إلى أنه عند انخفاض درجات الحرارة فإن ذلك يؤدي إلى زيادة في لزوجة الماء مما يتسبب في اختزال حركة الهائمات الحيوانية [13]، أما *C. vernalis* فقد لوحظ عليه زيادة في النشاط والحركة والسباحة ليصل إلى أعلى نقطة في عمود الماء، هذا يؤكد أن بعض الهائمات الحيوانية تظهر نشاطاً مؤقتاً عند انخفاض درجة الحرارة، تستجيب هذه الحيوانات للبرودة بالسباحة إلى الأعلى [14] وأما *D. dilopatus* فقد كانت أقل نشاطاً واستغرقت وقتاً طويلاً للنزول إلى أسفل، هذا يدل أنه عندما تنخفض درجات الحرارة فإن الحيوانات ينخفض معدل نشاطها فتعاود السباحة إلى الأسفل [15].

كانت النتائج نفسها تقريباً كما وجدت عليه في درجة الحرارة السابقة لكلا الجنسين *D. magna* و *C. vernalis* بالرغم من حصول زيادة في درجة الحرارة إلى 20°C، أما الـ *D.dilopatus* فكان رد الفعل واضحاً في سرعة السباحة إلى الأسفل، مما قد يعني أن القدرة و القابلية على الحركة تكون أكبر في المياه الدافئة نسبياً [16]، كما هو مبين في الشكل (2) وأظهر الشكل (3) نتائج واضحة وحركة ملحوظة في عمود الماء للأجناس الثلاثة قيد الدراسة فقد أوضح Rudyukas (1975) أن الهائمات الحيوانية يزداد معدل نشاطها وحركتها مع ازدياد درجات الحرارة [14]. ويتضح من النتائج المبينة في الشكل (4) أن *D. Magna* سجلت نوعاً جديداً من الحركة الدورانية التموجية الأفقية وربما يعود ذلك إلى أنه نشاط ضربات اللوامس تزداد سرعتها وقوتها مع ازدياد ملحوظ في درجات الحرارة [14] ، أما النوعين *C. vernalis* و *D. dilopatus* فقد سجلا هبوطاً سريعاً وواضحاً، قد يكون ذلك عائداً إلى أن أفراد الهائمات الحيوانية تغير من سلوكية الهجرة اعتماداً على كمية الطاقة المتراكمة عند هذه الأفراد [17].

وكما هو واضح في الشكل (5) هناك النشاط نفسه *D. magna* ولتسجل أعلى ارتفاع في عمود الماء وتتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسة Teroen (1982) إذ كلما زادت درجة الحرارة زادت من سرعة الهجرة وتعزز من سلوكية السباحة باتجاه الأعلى [15]، كما وجدت ردود الأفعال نفسها للجنسين *C. vernalis* و *D. dilopatus* إلا أنهما كانا في أدنى مستوى لهما في عمود الماء مما يحمل على الاعتقاد بأن تغير درجة الحرارة له تأثير في سلوكية الهائمات ذوات الدم البارد مثل Copepoda إذ عند ارتفاع درجات الحرارة المفاجئ فإنها تسبح متجهة إلى أسفل عمود الماء [18]، ومن متابعة منحنيات الحركة في الشكل (6) نلاحظ أن *D. magna* سجل علاقة طردية مع ارتفاع درجة الحرارة، كلما ارتفعت درجات الحرارة يزداد معدل النشاط ومعدل السباحة باتجاه الأعلى إذ بدا جلياً أن هناك استجابات من قبل الهائمات الحيوانية حتى عندما يكون التغير في درجات الحرارة قليلاً ليظهر في أشكال مختلفة، فهي علاقة خطية بين تغير درجة الحرارة و بين سلوكية رد الفعل و تكون ردود أفعال هذه الحيوانات واضحة

وبشكل قوي عندما تكون المؤثرات قوية نسبياً [19]، أما سلوكية الهجرة لـ *C. vernalis* تمثلت بوجود علاقة عكسية مع ارتفاع درجة الحرارة، فسجلت انخفاضاً في السباحة مع ارتفاع درجات الحرارة شكل (7) وهذا يدل على أن التغير الحاد والمفاجئ في درجات الحرارة يؤدي إلى استجابات مختلفة إما بالسباحة إلى الأعلى أو السباحة إلى الأسفل من أجل أن تصل الى درجات الحرارة المفضلة لهذه الحيوانات أو القريبة من درجة الحرارة المتأقلمة عليها [18]، أما الشكل (8) فكان وصفاً لسلوكية الهجرة *D. dilopatus* إذ أنها سجلت رد فعل بالسباحة نحو الأسفل في عمود الماء مع درجات الحرارة كلهاولكن التغير حدث في سرعة هبوطها مع ارتفاع درجة الحرارة وقد يعود ذلك إلى أن هجرة الهائمات الحيوانية تتأثر بتغير درجة الحرارة، فبعض أنواع الهائمات تظهر تفضيلاً لدرجات الحرارة المختلفة فبعضها يفضل درجة الحرارة المنخفضة مثل *Clanoida* [20].

المصادر

1. Hays, G. C. (2003). Areview of the adaptive significance and ecosystem consequence of Zooplankton diel vertical migration. Hydrobilogia., 503: 163-170.

2.Lampart, W. (1989). The adaptive significance of diel vertical migration of Zooplankton. Funct. Ecol., 3: 21-27.

3.Drans, G.and Fortier, L. (2004). Temperature, food and the seasonal vertical migration of key oretic copepods in the thermally stratified Amundsen Gulf. T. plankton. Res., 36(4): 1092-1108.

4.Hutchinson, G. E. (1967). A treatise on limnology.2. Wiley. NewYork. Puplish.

5.David, P. M. (1961). The influence of vertical migration on speciation in the oceanic Palnkton. Syct. Zool., 10: 10-16.

6.Thomas, M. Zaret and J. Samuel Suffern. (1976). Vertical migration in Zooplankton as predator avoidance mechanism, 2(16): 214-221.

7. Baumgartner, M. F.; Lysiak, N. S. J.; Schuman, C.; Urban-Rich,J. andWenzel F.W. (2011). Diel vertical migration behavior of *Calanus finmarchicus* and its influence on right and sei whale occurrence. Mar. Ecol. Progr. Ser., 423:167-184.

8. Wynne-Edwards V. C. Animal dispersion in relation to social behavior, Hamfner. Sinave associated, INC.Pub.

9.Ringelberg, T. and Van Gool, E. V. (2003). On the combined analysis of prorimale and ultimate aspects in diel vertical migration (DVm). Res. Hydrobiologia., 491: 85-90.

10.James, H. Thorp and Alan, P. Covich. (2010). Ecology and classification of North American freshwater invertebrate. 3rd. ed. Elsevier, London: 1188.

11.Bhat, N. A.;Wanganeo, A.; Bhat, P. A.and Raina, R. (2013). Diurnal variation of zooplankton in Bhoj wetland, Bhopal, India. Proceeding of International Academy of Ecology and Environmental Sciences, 3(3): 238-246.

12.Sverdrup, K. A.; Duxbury, A. and C.; Duxbury, A. B. (2005). An introduction to the world's ocean. 8th. ed. Mc Graw Hill companies.

13. Loiterton, B.; Sundbum, M.andVrede, T. (2004). Separating physical and physiological effects of temperature on Zooplankton feeding rate. A quat. Sci., 66: 123-129.

14.Rudyekov, Y. A. (1975). Influence of temperature on the locomotor activity of plankton crustaceans. Tr. Inst. Okeanol. Akad. Nauk SSSR., 102: 280-287.

15.Jeroen, G. (1982). Behavioral response of *Daphnia* to rate of temperature change:Possible enhancement of vertical migration. Limnol. and Oceanogr., 27(2):254-261.

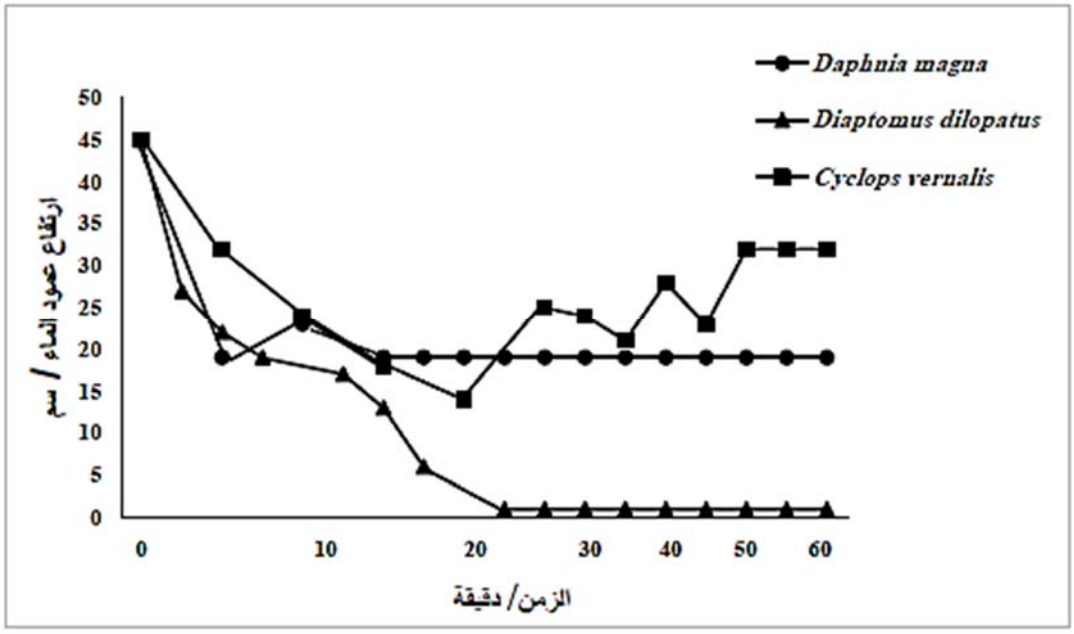
16. Huber, A. M. R.; Peeters, F. and Lorkeb, A. (2011). Active and passive vertical motion of zooplankton in a lake. Limnol. Oceanogr., 56(2): 695-706.

17.Sekino, T. and Yamamura, N. (1999). Diel vertical migration optimum migrating schedule based on energy accumulation. Evol. Ecol., 13: 267-282.

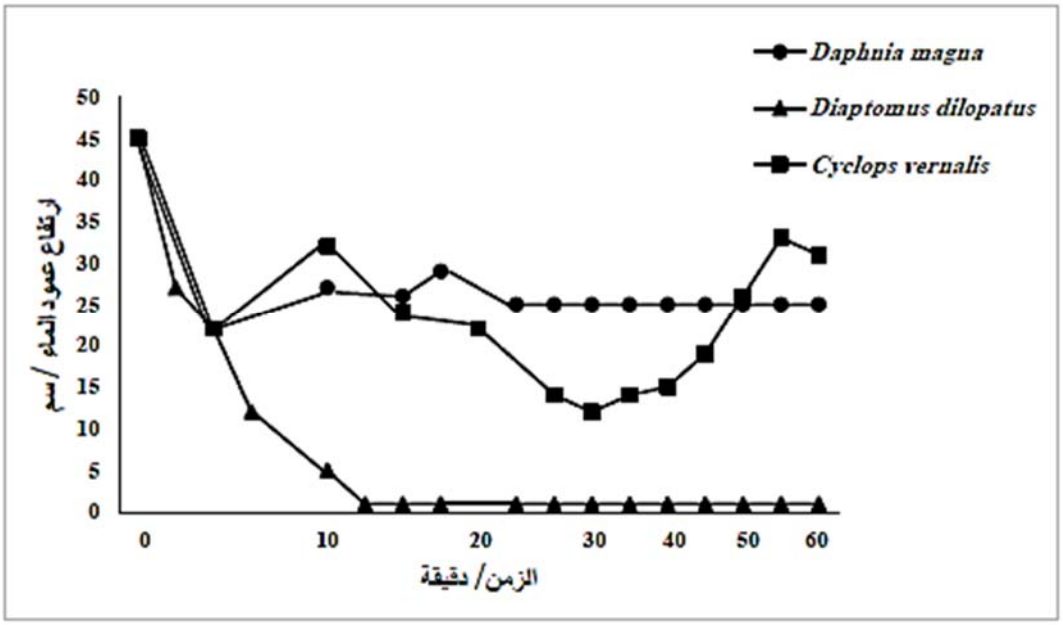
18.Barber, S. B. (1961). Chemoreception and thermoreception physiology of Crustacea Academic., 2: 109-131.

19.Gerritsen, J. (1978). Inter-specific swimming pattern and predation of plankton copepods. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh., 20: 2531-2536.

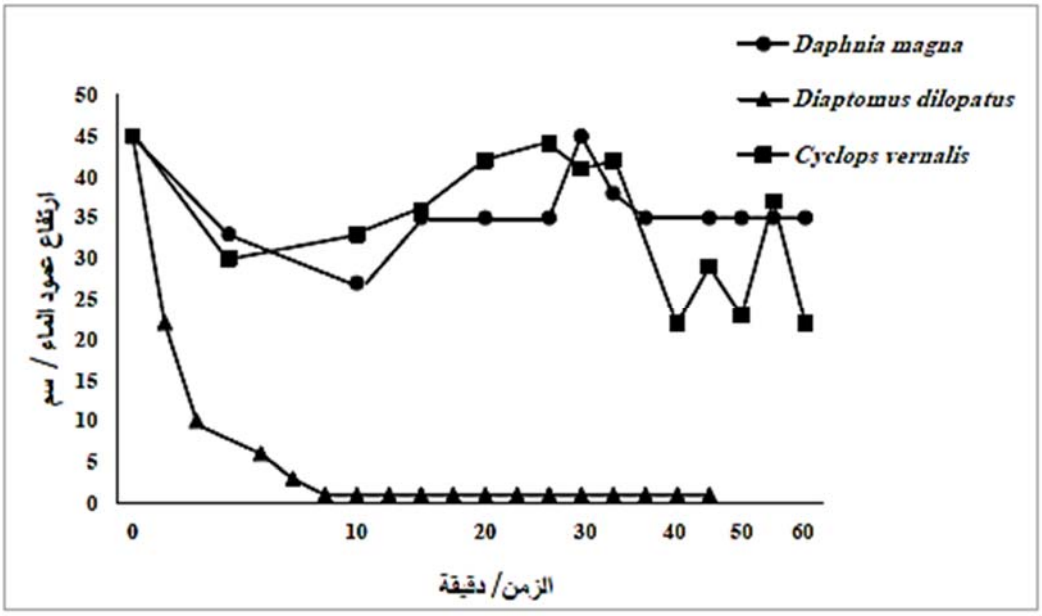
20.Margogliese, D. J.and Esgh, G. W. (1992). Alternation of vertical distribution and migration of Zooplankton in relation to temperature. Am. Midl. Nat., 128: 139-155.



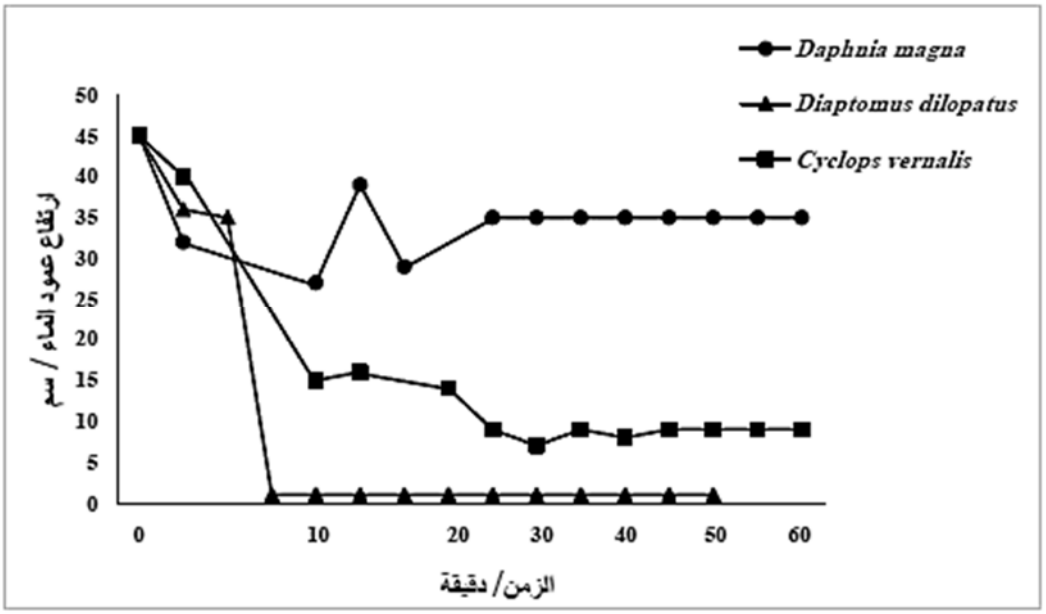
شكل (1) تأثير درجة حرارة 16°C في سلوكية الهجرة العمودية للاجناس الثلاثة.



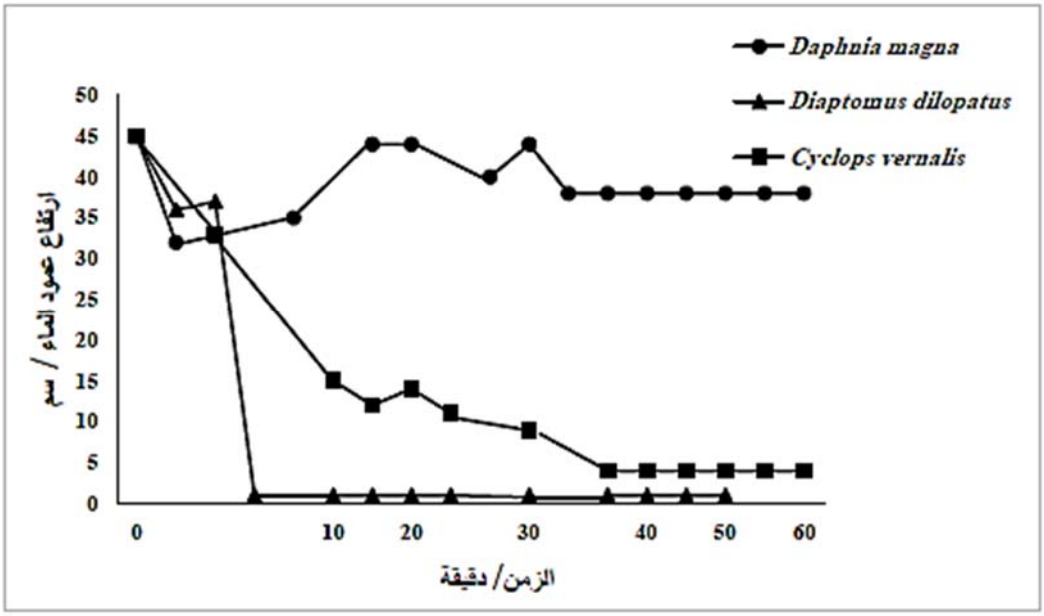
شكل (2) تأثير درجة حرارة 20°C في سلوكية الهجرة العمودية للاجناس الثلاثة.



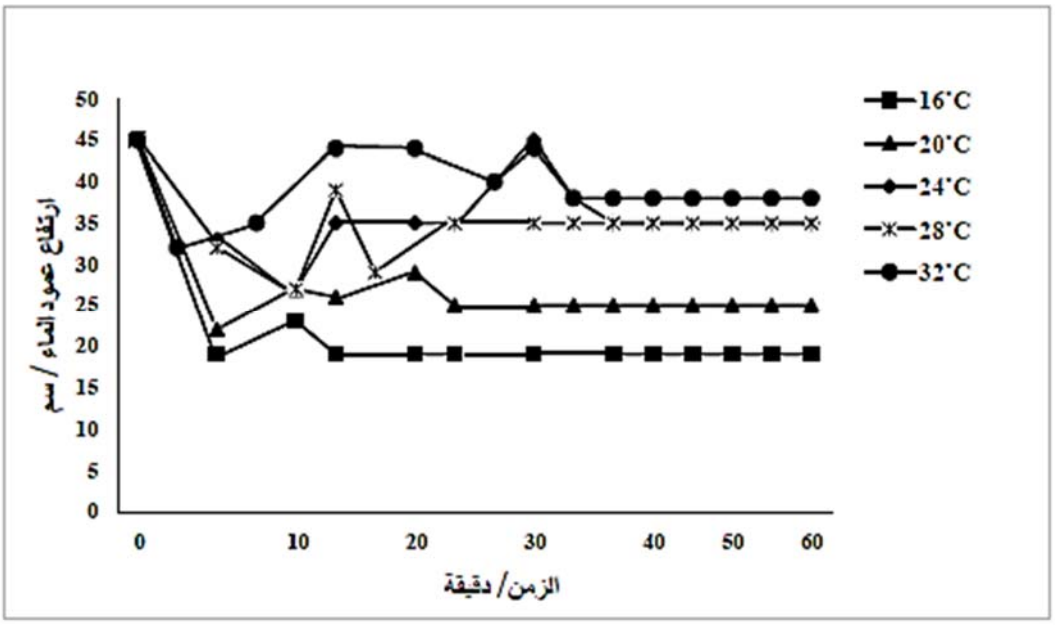
شكل (3) تأثير درجة حرارة 24°C في سلوكية الهجرة العمودية للاجناس الثلاثة.



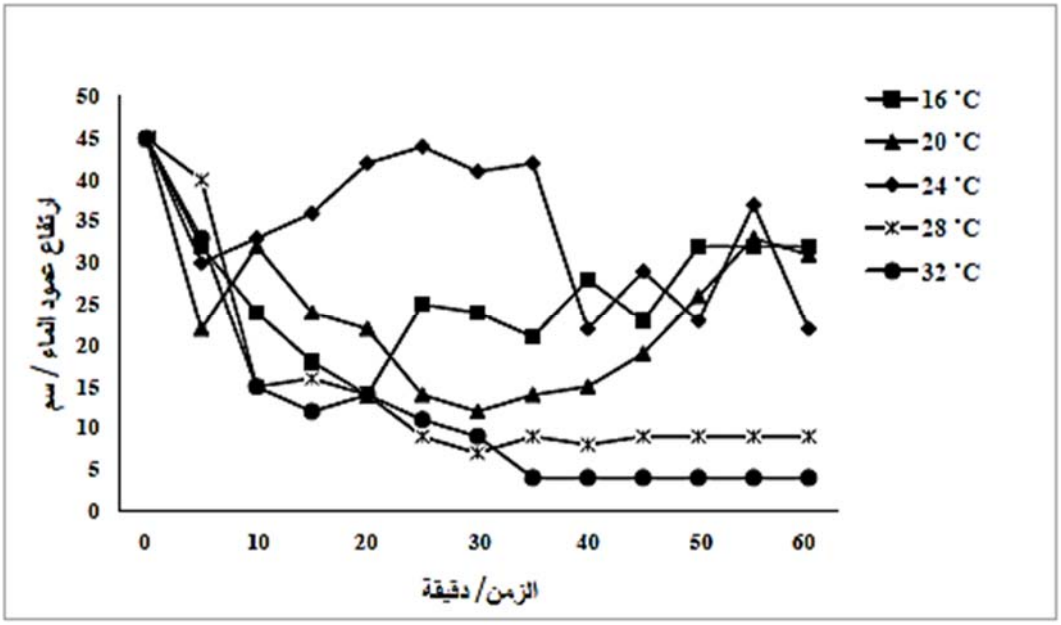
شكل (4) تأثير درجة حرارة 28°C في سلوكية الهجرة العمودية للاجناس الثلاثة.



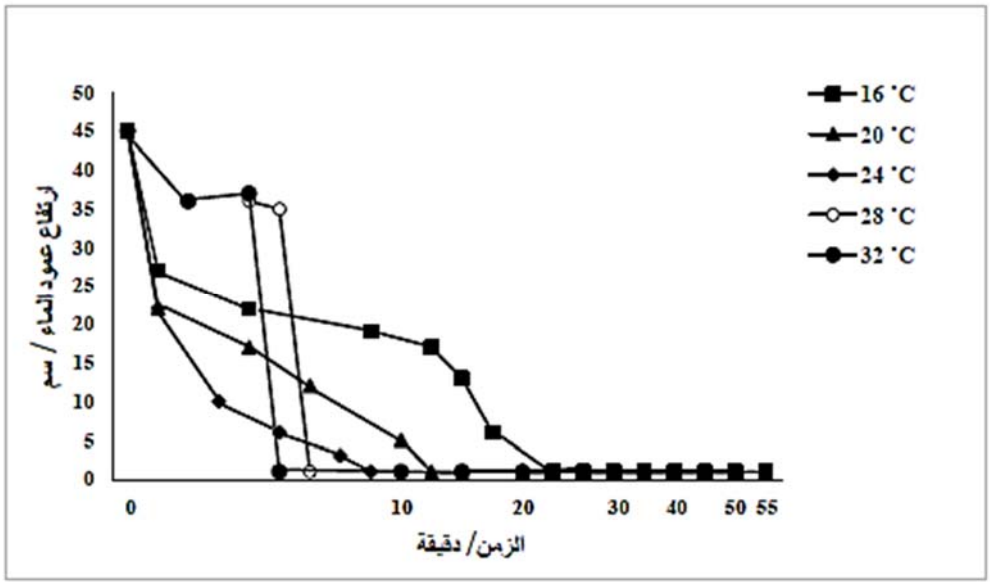
شكل (5) تأثير درجة حرارة 32°C في سوكية الهجرة العمودية للاجناس الثلاثة.



شكل (6) تأثير درجات الحرارة في سلوكية الهجرة العمودية *Daphnia magna*.



شكل (7) تأثير درجات الحرارة في سلوكية الهجرة العمودية *Cyclops vernalis*.



شكل (8) تأثير درجات الحرارة في سلوكية الهجرة العمودية *Diaptomus dilopatus*.

The Effect of Temperature in Vertical Migration Behavior of Three Species Zooplankton

Nibrass Lafta Al-Doori

Dept. of Biology, College of Education for Pure Sciencem

(Ibn Al-Haitham), University of Baghdad

Received in :27 April 2016 ,Accepted in: 5 June 2016

Abstract

The present study included the impact of the follow-up variation in the temperature of aqueous medium in the vertical migration behavior of different groups of Zooplankton, consisted species *Cyclops vernalis*, *Daphnia magna*, *Diaptomus dilopatus*, that have been grown in controlled in terms of light and pH laboratory conditions, so choosing temperature of respectively 16,20,24,28, and 32 ˚C.

The result showed a clear change in the migration behavior of testing planktonic species, it was a negative relationship between temperatures arises and individual of *D. magna* in the water column.While being appositive relationship with individual of *C. vernalis* and the same with *D. dilopatus*.

Also, the result revealed a different impact of transaction with different levels of temperature in swimming and activity of movement, as observed reduction in swimming and activity of movement for individuals of species *D. dilopatus* and *C. vernalis* when getting down to the bottom of the water, whenever the temperature rose, while the behavior of individuals of a species *D. magna* contract and characterize the maximum activity at higher temperatures.

Key words: Temperature, vertical migration, Zooplankton.