حساب الايض في متفرع اللوامس *Daphnia magna* في البصرة

شاكر غالب عجيل، سلمان داود سلمان ومالك حسن علي
قسم الأحياء البحرية، مركز علوم البحار، جامعة البصرة، البصرة . العراق

المستخلص جمعت عينات حية للنوع *Daphnia magna* من الحقل (بركة صغيرة في منطقة الصبخة الكبيرة في البصرة) بواسطة شبكة الهائمات الحيوانية (0.090 ملم) ونقلت إلى المختبر وتم قياس حجم الأوكسجين المستهلك في أربع درجات حرارية (30,25,20,15°م) بواسطة جهاز كلسن التفاضلي. وقد لوحظ أن هناك علاقة طردية بين معدل استهلاك الأوكسجين وكل من وزن الجسم ودرجة الحرارة حيث تراوح معدل الأوكسجين المستهلك بين 0.0206 إلى 3.0217 مايكرولتر أوكسجين/فرد/ساعة. بينما كانت علاقة الأيض عكسية مع وزن الجسم وطردية مع درجة الحرارة حيث تراوح معدل الأيض بين 3.928 إلى 38.473 مايكرولتر أوكسجين/ملغم/ساعة. أما علاقة المعامل الحراري Q_{10} فكانت عكسية مع وزن الجسم وقد تراوحت القيم بين 1.327 و 2.248.

المقدمة

يعد حساب كمية الأوكسجين المستهلك في أي حيوان قياسا للطاقة المستهلكة في الفعاليات الحيوية للجسم وقياسا لمعدل الأيض لوحدة وزن الجسم خلال فترة زمنية معينة وبالتالي تعيين شدة الفعاليات الأيضية (Sarviro, 1984).

إن التنفس في متفرعة اللوامس لا يتم بواسطة عضو واحد بل عن طريق الأقدام ومن خلال الجدار الداخلي للدرع (Zheng Zhong, 1989 ; Brooks, 1959). وقد أكد عدد من الباحثين إن التنفس يتأثر بعدة عوامل داخلية أو فسلجية وخارجية أو بيئية، فالعوامل الداخلية تشمل حجم الجسم والطور أو عمر الحيوان والجنس والحالة التكاثرية والحالة الغذائية وفعالية أو نشاط الحيوان. أما العوامل الخارجية فتشمل التغير في درجات الحرارة وتركيز الأوكسجين والملوحة والأس الهيدروجيني pH والضغط وشدة الضوء والتيارات وتركيز الغذاء وكثافة الجماعة وطبيعة القاع (Anderson and Jenkins, 1942 Lampert, 1984 , Porter *et al.*1982, 1983; Ortzen, 1975, Schindler, 1972, Semenchenko, 1989,).

يتأثر معدل التنفس في الدافنيا بتركيز الغذاء وسجلت القيم العليا للتنفس عندما يكون تركيز الغذاء اقرب إلى التركيز الحرج (Kersting and van der Leeuw-Leegwater, 1976 , Kersting, 1978). تكون معدلات التنفس للنوع *Daphnia magna* ثابتة نسبيا عندما يكون تركيز الغذاء اقل من الحد الابتدائي أي اقل من 10^4 خلية/سم^3 أو 0.2 ملغم كاربون/لتر وتزداد معدلاته عندما يزداد تركيز الغذاء أكثر من الحد الابتدائي (Porter *et al.,* 1982, 1983). هذا وتزداد معدلات التنفس في الدافنيا و *Diaptomus* بنسبة 80 % عند زيادة تركيز الغذاء من اقل تركيز إلى أعلى تركيز (LaRow *et al.*, 1975)، في حين أن الأفراد الكبيرة الحجم تستهلك الأوكسجين بكميات اكبر من الأفراد الصغيرة ويكون معدل التنفس ذا علاقة أفضل مع معدل الوزن ولكن الزيادة في معدلات التنفس تكون اقل من

الزيادة في معدلات الوزن (Lampert, 1984). ووجد Heisey and Porter (1977) أن معدل التنفس للنوع *D. magna* يكون اعتياديا عندما يكون تركيز الأوكسجين 3.0 ملغم/لتر ، وعندما يقل التركيز يقل معدل التنفس بسرعة ويتوقع بان هذا النوع يتحمل كثيرا التراكيز الواطئة من الأوكسجين، وهذا يعود إلى أن الهيموكلوبين له مستوى قاعديا عاليا ، إذ أن كمية الهيموكلوبين في الدم في العديد من متفرعة اللوامس تتناسب عكسيا مع محتوى الأوكسجين في الماء (Green, 1966). كما إن لدرجة الحرارة تأثير كبير على عملية استهلاك الأوكسجين حيث تزداد معدلات التنفس مع زيادة درجة الحرارة للنوع *D. magna* (Schindler, 1972) و *D. longispina* (Sarviro, 1984).

ويعد للضغط المائي (hydrostatic pressure) عاملا مؤثراً على معدلات التنفس إذ يقلل من استهلاك الأوكسجين في الهائمات الحيوانية (Bishop, 1968). كذلك فان للضوء تأثير على معدل التنفس ، فقد لاحظ Moshiri *et al*. (1969) إن معدل التنفس للنوع *Leptodora kindtii* يزداد مرتين في الضوء عما هو عليه في الظلام ، كما إن شدة الضوء تؤثر على معدل التنفس في النوع *D. pulex* بينما لا يؤثر عليه التغير في طول الموجة (Buikema, 1972). بينما لم يجد Schindler (1972) تأثيرا معنويا لشدة الضوء على عملية التنفس في النوع *D. magna*. هذا ولاحظ Zeiss, (1973) لوحظ إن التزاحم يؤثر على معدل التنفس اذ يزداد معدل التنفس في النوع *D. magna* إلى الضعف عندما ينقل من وعاء صغير إلى وعاء كبير.

تهدف هذه الدراسة الى تحديد مقدار التنفس من خلال قياسات معدلات الأوكسجين المستهلك في النوع *D. magna* في درجات حرارية مختلفة تعكس المدى الحراري للبيئة التي يقطنها الحيوان ومن ثم حساب معدلات الفعاليات الأيضية لجماعة هذا النوع وكمية الطاقة المخصصة لنشاط أفراد الجماعة وفعالياتها الوظيفية أو الفسلجية.

طرائق العمل

جمعت عينات حية للنوع *Daphnia magna* من بركة صغيرة في منطقة الصبخة (البصرة) ونقلت إلى المختبر ووضعت في دورق زجاجي يحتوي على ماء من البيئة نفسها ووضعت في الحاضنة تحت درجات حرارية مختلفة هي 30,25,20,15°م، وبقيت 48 ساعة تحت كل درجة حرارة مع إضاءة اصطناعية لفترة 12 ساعة يوميا وبعدها نقلت إلى دورق آخر يحوي على ماء مرشح خال من المواد الغذائية ووضعت في الحاضنة لمدة 24 ساعة لطرح الفضلات والتخلص من تأثيراتها السلبية خلال التجربة.

استخدم جهاز كلسون التفاضلي لقياس حجم الأوكسجين المستهلك (Gilson, 1963) ففي كل وعاء مخروطي وضع 3 ملم من ماء مرشح من البيئة سبق وان سخن إلى ما يقارب درجة الغليان لقتل جميع الكائنات الحية الصغيرة ثم ترك ليبرد حتى يصل إلى درجة حرارة المختبر وبعدها زود بالهواء بواسطة مضخة هواء لإشباعه بالأوكسجين المذاب. كما وضعت قطعة صغيرة من ورقة الترشيح مشبعة بمحلول KOH (5 %) في المكان المخصص لها في وسط كل وعاء لامتصاص غاز CO_2 الناتج من عملية التنفس. تراوح عدد الحيوانات التي وضعت في كل وعاء بين 10 و 20 فرداً متساوية في الحجم تقريبا، وترك عدد من الأوعية خالية من الحيوانات كمعاملات سيطرة.

غمرت الأوعية في حمام مائي للجهاز وتركت الوحدات على اتصال بالهواء الخارجي لمدة ساعة واحدة وبعدها رجت الأوعية باستمرار خلال فترة التجربة لتنشيط الحيوانات ثم

غلقت عن الهواء الخارجي وسجلت القراءات كل نصف ساعة ولمدة 2.5 - 3.0 ساعة وذلك للوصول إلى حالة التوازن الحراري والضغط داخل الوحدات.

بعد انتهاء التجربة أخرجت الحيوانات من الأوعية وقيس الطول الكلي لكل فرد وحسب معدل الطول للأفراد، بعدها وضع كل فرد على قطعة من ورق الألمنيوم الرقيقة المعلومة الوزن وجففت بواسطة الفرن تحت درجة حرارة 60°م ولمدة 24 ساعة وحسب الوزن الجاف لكل عينة في ميزان حساس (Microbalance CAHN C-31) ذي دقة 0.1 مايكروغرام واستخرج معدل الأوكسجين المستهلك في عملية التنفس لكل فرد في الساعة الواحدة (مايكرولتر أوكسجين/فرد/ساعة) ومن خلال هذه القراءات استخرجت علاقة ارتباط بين معدل استهلاك الأوكسجين والوزن الجاف تبعا للمعادلة التالية :

$$\text{Iog } R = \log a + b \log W$$

واستخرج معدل الايض (Metabolic rate) المتمثل بمعدل التنفس بدلالة الوزن (weight-specific respiration (R/W) rate) من خلال علاقة الارتباط مع الوزن الجاف للجسم وحسب المعادلة التالية (Lampert, 1984):

$$\log R/W = \log a + (b-1) \log w$$

حيث إن R = معدل استهلاك الأوكسجين(مايكرولتر اوكسجين/فرد/ساعة).
W = الوزن الجاف للحيوان (ملغم).
a,b = ثابتان.

واستخرجت علاقات منفصلة للتنفس والأيض في أربع درجات حرارية (15 و 20 و 25 و 30)°م، وقورنت هذه العلاقات باستخدام تحليل التباين المشترك (analysis of covariance) (Ostle, 1963) لاختبار ما إذا كانت تختلف معنويا باختلاف درجات الحرارة واختلاف حجوم الحيوانات ام لا. وثم حسب المعامل الحراري (temperature coefficients) Q_{10} في كل حالة من المعادلة التالية:

$$Q_{10} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{10/t_2-t_1}$$

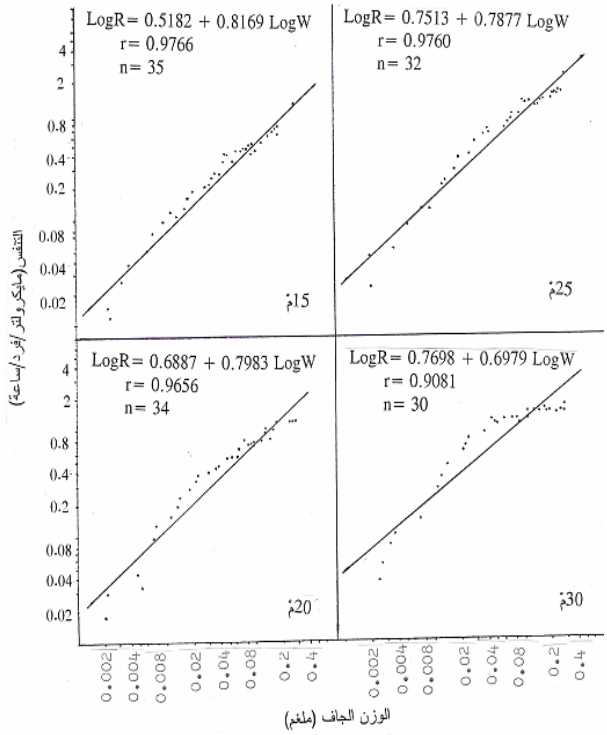
حيث ان V_1 و V_2 يمثلان معدلات التنفس في درجتي الحرارة t_1 و t_2 على التوالي.

النتائج

معدل الأوكسجين المستهلك:

يبين الشكل (1) العلاقة بين معدل استهلاك الأوكسجين (مايكرولتر O_2/فرد/ساعة) والوزن الجاف (ملغم) للنوع *D. magna* في أربع درجات حرارية وهي 30,25,20,15°م

وقد تراوحت قيم معدلات استهلاك الأوكسجين لهذا النوع بين 0.0206 مايكرولتر O_2/فرد/ساعة لحيوان طوله 0.6 ملم إلى 3.0217 مايكرو لتر O_2/فرد/ساعة لحيوان طوله 4.0 ملم في درجتي الحرارة 15 و30ْم على التوالي (جدول 1). ويبدو جليا إن هناك علاقات طردية بين كمية استهلاك الأوكسجين ووزن الجسم في كل الحالات المدروسة كما إن الفروق كانت معنوية ($p<0.001$) بين معدلات استهلاك الأوكسجين في الدرجات الحرارية الأربع (جدول 2). أما الميول ضمن المجاميع والممثلة لعلاقة معدل سرعة التنفس إلى الوزن الجاف فإنها متجانسة ($p > 0.05$) وهذا يدل على تماثل علاقات معدلات استهلاك الأوكسجين للنوع *D. magna* بدلالة الوزن الجاف في الدرجات الحرارية الأربعة. أما الميول ضمن كل مجموعة ومابين المجاميع فإنها تظهر تباينا معنويا ($p < 0.001$) مؤكدا تباين معدلات سرعة التنفس في الدرجات الحرارية المختلفة.



شكل (1): معدل استهلاك الاوكسجين (مايكرولتر/فرد/ساعة) بدلالة الوزن الجاف (ملغم) للنوع *D.magna* في اربع درجات حرارية.

جدول (1): معدل استهلاك الأوكسجين لكل فئة طولية للنوع *D. magna* في أربع درجات حرارية

معدل الطول (ملم)	معدل الوزن الجاف (ملغم)	معدل التنفس (مايكرو لتر O2/فرد/ساعة)			
		15ْم	20ْم	25ْم	30ْم
0.6	0.0020	0.0206	0.0342	0.0422	0.0769
0.8	0.0044	0.0392	0.0642	0.0785	0.1334
1.0	0.0082	0.0652	0.1055	0.1282	0.2060
1.2	0.0137	0.0991	0.1589	0.1921	0.2947
1.4	0.0210	0.405	0.2235	0.2690	0.3971
1.6	0.0303	0.1895	0.2995	0.3590	0.5128
1.8	0.0421	0.2479	0.3894	0.4652	0.6452
2.0	0.0563	0.3144	0.4912	0.5849	0.7903
2.2	0.0734	0.3905	0.6070	0.7208	0.9510
2.4	0.0934	0.4754	0.7357	0.8714	1.1251
2.6	0.1166	0.5699	0.8783	1.0379	1.3135
2.8	0.1431	0.6736	1.0343	1.2195	1.5154
3.0	0.1733	0.7877	1.2051	1.4181	1.7320
3.2	0.2073	0.9118	1.3904	1.6330	1.9627
3.4	0.2452	1.0459	1.5898	1.8639	2.2067
3.6	0.2873	1.1904	1.8042	2.1117	2.4647
3.8	0.3337	1.3453	2.0332	2.3760	2.7362
4.0	0.3847	1.5111	2.2777	2.6577	3.0217

الأيض:

كانت علاقة معدل الأيض (مايكرولتر O_2/ملغم/ساعة) مع وزن الجسم الجاف عكسية، حيث يقل المعدل مع زيادة وزن الجسم في الدرجات الحرارية الأربع المدروسة (شكل 2). وكانت المعدلات كالآتي:

$R / W = 3.2976\ W^{-0.1831}$ في درجة حرارة 15°م
$R / W = 4.8831\ W^{-0.2016}$ في درجة حرارة 20°م
$R / W = 5.6403\ W^{-0.2123}$ في درجة حرارة 25°م
$R / W = 5.8857\ W^{-0.3021}$ في درجة حرارة 30°م

يلاحظ أن معدل الأيض يتناسب طرديا مع درجة الحرارة وعكسيا مع حجم الجسم حيث تراوحت قيمه بين 3.928 مايكرولترO_2/ملغم/ساعة لحيوان طوله 4.0 ملم إلى 38.473 مايكرولترO_2/ملغم/ساعة لحيوان طوله 0.6 ملم في درجة الحرارة 15°م و30°م على التوالي (جدول 3).

جدول (2): تحليل التباين المشترك ومجموعة الاختبارات المحددة لأهمية الاختلافات في معدلات التنفس في الدرجات الحرارية 15 ، 20 ، 25 ، 30 °م في النوع *D. magna*
X= معدل الوزن الجاف للحيوان (ملغم)
Y = معدل استهلاك الأوكسجين (مايكرولتر O_2/فرد/ساعة)

المجاميع	D.F (n-1)	$\Sigma(x-\bar{x})^2$	$\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})$	$\Sigma(y-\bar{y})^2$	SS	D.F (n-2)
					0.15431	33
15 °م	34	0.12585	0.4224	1.57205		
					1.04396	32
20 °م	33	0.22196	0.9254	4.90216		
					1.77277	30
25 °م	31	0.26036	1.2862	8.12671		
					2.66100	28
30 °م	29	0.22909	1.0985	7.92838		
					S_1= 5.63204	123
					5.88984	126
ضمن المجاميع	127	0.83726	3.7325	22.5293		
					S_2= 0.2578	3
					S_3= 0.792287	2
بين المجاميع	3	0.01632	0.32390	7.22067		
					S_1= 10.47302	129
الاجمالي	130	0.85358	4.056405	29.74997		
					S_4= 3.790893	1

$$VR_1 = \frac{(S_T - S_1)/6}{S_1/123} = \frac{0.80683}{0.045789} = 17.620607 \quad P < 0.001$$

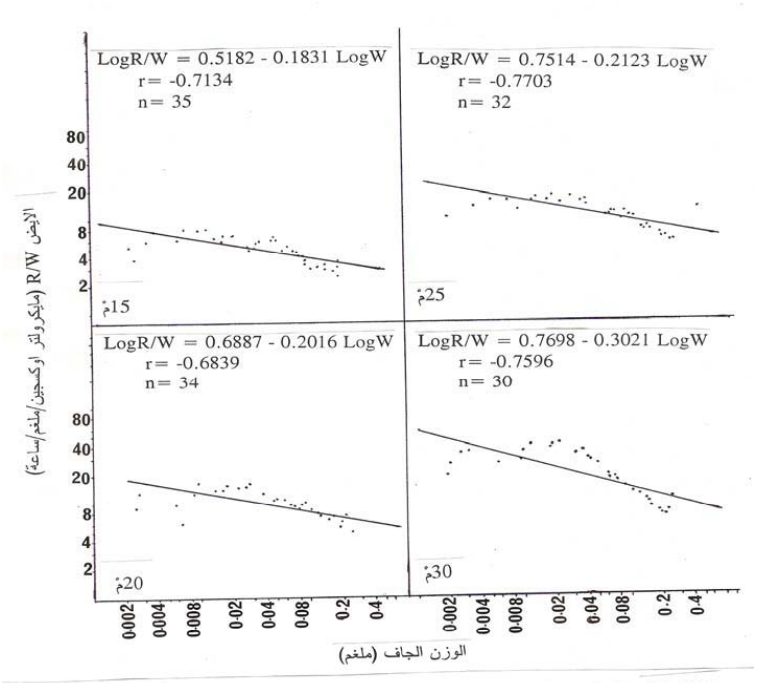
اختبار التجانس

$$VR_2 = \frac{S_2/3}{S_1/123} = \frac{0.085933}{0.045789} = 1.876724 \quad P\ (N.S)$$

اختبار تطابق الميول ضمن المجاميع

$$VR_3 = \frac{S_4/1}{(S_1+S_2)/126} = \frac{3.790893}{0.046745} = 81.097293 \quad P < 0.001$$

اختبار تطابق الميول ضمن كل مجموعة وبين المجاميع



شكل (2): معدل الايض (مايكرولتر اوكسجين/ملغم/ساعة) بدلالة الوزن الجاف (ملغم) للنوع *D.magna* في اربع درجات حرارية.

جدول (3): معدل الأيض (مايكرولترO_2/ملغم/ساعة) لكل فئة طولية للنوع *D. magna* في أربع درجات حرارية.

معدل الطول (ملم)	معدل الوزن الجاف (ملغم)	معدل الأيض (مايكرو لتر O_2/ملغم/ساعة)			
		15 ْم	20 ْم	25 ْم	30 ْم
0.6	0.0020	10.289	17.092	21.105	38.473
0.8	0.0044	8.906	14.581	17.852	30.319
1.0	0.0082	7.946	12.861	15.642	25.121
1.2	0.0137	7.234	11.597	14.027	21.513
1.4	0.0210	6.689	10.640	12.811	18.908
1.6	0.0303	6.255	9.882	11.852	16.926
1.8	0.0421	5.890	9.248	11.053	15.325
2.0	0.0563	5.584	8.721	10.391	14.037
2.2	0.0734	5.320	8.267	9.822	12.95
2.4	0.0934	5.090	7.875	9.332	12.046
2.6	0.1166	4.887	7.531	8.903	11.265
2.8	0.1431	4.708	7.226	8.524	10.589
3.0	0.1733	4.545	6.953	8.185	9.994
3.2	0.2073	4.399	6.706	7.879	9.468
3.4	0.2452	4.265	6.483	7.603	8.999
3.6	0.2873	4.143	6.279	7.352	8.579
3.8	0.3337	4.031	6.092	7.122	8.199
4.0	0.3847	3.928	5.920	6.910	7.855

المعامل الحراري Q_{10}:

تراوحت قيم المعامل الحراري للنوع *D. magna* لكل فئة طولية وللمديين15-25ْم و 20-30ْم بين 1.459 إلى 2.048 بمعدل 1.860 للمدى الحراري ْ15-25 °م وبين1.327 و2.248 وبمعدل 1.623 للمدى الحراريْ20-30ْم (جدول 4). والجدير بالذكر أن معدل قيم Q_{10} في المدى الحراري 15-25ْم اكبر مما في المدى الحراري 20-30ْم كما تقل قيم المعامل الحراري بازدياد حجم الحيوان.

المناقشة

يمثل حساب كمية الأوكسجين المستهلك في أي حيوان قياسا للطاقة المستهلكة في الفعاليات الحيوية للجسم وقياسا لمعدل الأيض لوحدة وزن الجسم خلال فترة زمنية معينة وبالتالي تعكس شدة الفعاليات الأيضية، ونظرا لأهمية الأوكسجين في ديمومة الحياة وخصوصا للأحياء المائية وتاثر تركيزه في الماء بتغير درجات الحرارة حيث يكون اشد فقد قيس معدل استهلاك الأوكسجين لمتفرع اللوامس *D. magna* في أربع درجات حرارية تمثل إلى حد ما الحدود والتغيرات الفصلية التي يتعرض لها الحيوان في بيئته. لقد أوضحت النتائج اختلافا واضحا في معدل استهلاك الأوكسجين في الدرجات الحرارية المختلفة حيث سجلت القيم الدنيا في درجه الحرارة ْ15 مْ والقيم العليا في درجة حرارة 30 مْ وهذا يعود إلى زيادة النشاط والفعاليات الحيوية للحيوان والتي تزداد بارتفاع درجات الحرارة (Sarviro, 1984; Downing, 1984; Schindler, 1972).

لذلك روعي عند إجراء هذه الدراسة أن يتم قياس معدل استهلاك الأوكسجين بعد أقلمة الحيوانات إذ وضعت في الحاضنة لمدة 48 ساعة تحت كل درجة حرارة يراد قياس معدل استهلاك الاوكسجين فيها لأن ذلك يعطي استقرارية اكبر ويجنب الحيوان التعرض إلى اضطراب فسلجي يؤدي إلى اختلاف في القياس (Heisey & Porter, 1977; Frank, 1977; Ivleva, 1980). ومن المعلوم ان الحيوان عندما يكون في حالة عالية من النشاط والفعالية فانه يستهلك كمية كبيرة من الأوكسجين. وبما إن هذا النوع من متفرعة اللوامس غير نشط حيث يستقر على النباتات المائية معظم الوقت ويسبح بين فترة وأخرى لذلك فان كمية الأوكسجين التي يستهلكها قليلة.

ولقد لوحظ إن الزيادة في معدل الوزن أكثر من الزيادة في معدل استهلاك الأوكسجين الأمر الذي أدى إلى انخفاض قيم معدلات الأيض مع زيادة الوزن وهذا ما لاحظه عبد الله (1996) في دراسته لمعدلات استهلاك الأوكسجين لنوعين من بطنية الأقدام وسعود (1997) في دراسته لنوعين من القشريات متشابهة الأقدام في المنطقة نفسها (البصرة). كما أظهرت الدراسة الحالية إن قيم الميل (b) تراوحت بين 0.8169 و 0.6979 في درجتي الحرارة 15 و 30ْم على التوالي وهي قيم قريبة للمعدل العام للقشريات (Grodzinski et, al., 1975).

جدول (4): المعامل الحراري Q_{10} لكل فئة طولية للنوع *D. magna* ولمديين حراريين (15-25)°م و (20-30)°م

معدل الطول (ملم)	معدل الوزن الجاف (ملغم)	المعامل الحراري Q_{10}	
		15-25°م	20-30°م
0.6	0.0020	2.048	2.248
0.8	0.0044	2.002	2.078
1.0	0.0082	1.966	1.953
1.2	0.0137	1.938	1.855
1.4	0.0210	1.914	1.777
1.6	0.0303	1.894	1.712
1.8	0.0421	1.876	1.657
2.0	0.0563	1.860	1.609
2.2	0.0734	1.846	1.567
2.4	0.0934	1.833	1.529
2.6	0.1166	1.821	1.495
2.8	0.1431	1.810	1.465
3.0	0.1733	1.800	1.437
3.2	0.2073	1.791	1.412
3.4	0.2452	1.782	1.388
3.6	0.2873	1.774	1.366
3.8	0.3337	1.766	1.346
4.0	0.3847	1.459	1.327
المعدل		1.860	1.623

وعموما فقد سجل Sushchenya (1970) قيمة للميل 0.75 (b) في عدد من القشريات هذا ولاحظ Epp & Lewis (1980) تغيرات كبيرة في العلاقة بين حجم الحيوان والأيض خلال نمو مجذافية الأقدام فقد وجد أن قيمة b تكون قريبة إلى (1) في أطوار الـ nauplii لمجموعتي Cyclopoida و Calanoida كما تظهر زيادة سريعة في معدل الأيض بين طور النوبليوس الأخير وطور الـ Copepodite الأول بينما تكون قيمة b اصغر من (1) لأطوار الـ Copepodite والبالغات.

ويبدو جليا من جدول (5) أن معدلات استهلاك الأوكسجين للنوع *Daphnia magna* أعلى من النوع *Simocephalus vetulus* (عجيل وجماعته، 2004) وهذا ربما يعود إلى أن النوع *D. magna* اكبر حجماً من النوع *S. vetulus* كما وجد ان العلاقة بين حجم الجسم ومعدل استهلاك الاوكسجين طردية و عكسية بين حجم الجسم ومعدل الايض وهذا يتفق مع دراسة Richman (1958).

يستدل من الدراسة الحالية أن قيم ميول *D. magna* مقاربة جدا لما وجده Kersting and van der Leeuw Leegwater (1976) لنفس النوع (جدول 6)، ولما كان الميل قد يختلف باختلاف درجة الحرارة لنفس النوع وهذا ما أثبتته الدراسات السابقة (حمزة، 1997 ; سعود، 1997 ، عبد الصاحب، 1997) وأكدته الدراسة الحالية لذا بات من المهم أن نستخرج عددا من القيم لا أن يكتفى بقيمة واحدة.

يعتبر المعامل الحراري (Q_{10}) دليلا على استجابة الحيوان لدرجة الحرارة ويمكن أن تختلف قيمه كثيرا ضمن النوع نفسه باختلاف الحجم واختلاف مدى درجات الحرارة التي يعيش فيها الحيوان في بيئته، وقد قسم Sastry (1979) الاستجابات الأيضية لدرجات الحرارة على أساس قيم المعامل الحراري إلى ثلاث مجاميع، المجموعة الأولى تكون فيها قيم المعامل الحراري أكثر من 2 وتضم الحيوانات ذات الحساسية العالية للتغيرات في درجات الحرارة. والمجموعة الثانية تكون فيها قيم المعامل الحراري اكبر من 1 واقل من 2 والتي تسلك سلوكا تعويضيا (compensate) في أيضها. أما المجموعة الثالثة فتكون فيها قيم المعامل الحراري اقل من 1 وتكون عادة خاملة (depressed). وتدل نتائج الدراسة الحالية أن قيم المعامل الحراري اكبر من 1 واقل من 2 عدا القيمتين الأوليتين للحجوم الصغيرة إذ كانت أكثر من 2 ، وهذا يدل على إن مجموعتا الطول 0.6 و 0.8 ملم تكون حساسة لتغيرات درجات الحرارة بينما تستطيع بقية المجاميع تنظيم فعالياتها باختلاف درجات الحرارة وهذا يدل على أن *D. magna* يقوم بتنظيم فعالياته الأيضية باختلاف درجة حرارة البيئة، فضلا عن عوامل أخرى خاصة بكل بيئة مما جعلته سائدا في البيئة التي يقطنها. إن قيمة Q_{10} تختلف كثيراً ضمن النوع نفسه باختلاف الحجم واختلاف مدى درجة الحرارة ففي دراسة Siefken and Armitage (1968) وجد أن قيمة Q_{10} لمجذافية الأقدام *Diaptomus* sp. تتراوح بين 1.83 – 5.3، وسجل Holopainen and Ranta (1977) قيمة Q_{10} لثنائية المصراع *Pisidium amnicum* بين 1.5 – 5.6 وتكون قيمة Q_{10} للقوقع *Littorina littorina* قليلة خلال الصيف بالمقارنة مع الشتاء (Rao and Bullock 1954). فبارتفاع درجة الحرارة يزيد قيمة ميل العلاقة الخطية بين لوغاريتم الأيض ولوغاريتم الوزن الجاف لذلك فان اختلاف Q_{10} ناتج عن اختلاف الحجم (Newell and Roy, 1973) وهذا يؤكد النتائج التي تم الحصول عليها في الدراسة الحالية.

جدول (5): قيم معدل استهلاك الأوكسجين (مايكرولتر أوكسجين /فرد/ساعة) ومعدل الأيض (مايكرولتر أوكسجين /ملغم/ساعة) لعدد من متفرعة اللوامس.

الأنواع	طول الجسم (ملم)	الوزن الجاف (ملغم)	درجة الحرارة (°م)	معدل استهلاك الأوكسجين	معدل الأيض	المصادر
Simocephalus vetulus	-	0.070	22	0.360	5.150	Ivanova and Klekowski (1972)
S. vetulus	1.710	0.026	25	0.408	11.77	Obreshkove and King (1932)
S. vetulus	1.70	0.028	25	0.371	13.370	عجيل وجماعته (2004)
S. expinosus	2.77	0.15	25	1.217	6.08	Obreshkove (1930)
Daphnia magna	-	0.152	20	0.702	4.613	Goss and Bunting (1980)
D. magn	-	0.15	18	0.882	5.823	Kersting and van der Leeuw-Leegwater (1976)
D. magna	-	0.15	20	0.915	6.090	Schindler (1972)
D. magna	2.8	0.143	25	1.219	8.524	الدراسة الحالية
D. pulex	-	0.035	20	0.289	8.352	Goss and Bunting (1980)
D. longispina	1.64	0.022	20	0.156	7.09	Scherbakoff (1935)
Ceriodaphnia reticulata	-	0.004	22	0.050	12.114	Gophen (1976)

جدول (6): قيم ميول العلاقة بين استهلاك الأوكسجين ودرجة الحرارة لعدد من القشريات.

النوع	b	درجة الحرارة (°م)	المصدر
Cladocera			
Daphnia magna	0.816	18	Kersting and van der Leeuw Leegwater (1976)
D. magna	0.69– 0.81	15 - 30	الدراسة الحالية
D. pulex	0.88	20	Richman (1958)
Simocephalus vetulus	0.81– 0.85	15 – 30	عجيل وجماعته (2004)
Copepoda			
Diaptomus gracilis	0.615	12	Kibby (1971)
Limnocalanus macrurus	0.698		Roff (1973)
Isopoda			
Annina mesopotamica	0.45 – 0.81	15 - 30	سعود (1997)
Sphaeroma annandalie	0.49 – 0.79	15 – 30	سعود (1997)
Amphipoda			
Platorchestia monody	0.66 – 0.83	15 – 30	حمزة (1997)
Cirripedia			
Balanus amphitrite amphitrit	0.32 – 0.48	23 - 30	عبد الصاحب (1997)

المصادر

حمزة، هيفاء علي، 1997. حياتية التكاثر والطاقة الحياتية لمزدوج الأقدام *Platorchestia monodi* في نهر كرمة علي، البصرة-العراق. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة البصرة، 135 ص.

سعود ، خيري دفار، 1997. دراسة بيئية مقارنة لنوعين من القشريات متشابهة الأقدام *Annina mesopotamica* و *Sphaeroma annandalei annandalei* في شط العرب. أطروحة دكتوراه، جامعة البصرة، 114 ص.

عبد الصاحب، ابتسام مهدي، 1997. مسار الطاقة في البرنقيل *Balanus amphitrite amphitrite* (قشريات: ذوابية الأقدام) في منطقة المد والجزر لنهر الگرمة. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة البصرة، 102 ص.

عبد الله، شاكر بدر، 1996. دراسة بيئية للجماعة السكانية لنوعين من بطنية قدم منطقة المد والجزر (Ferussac) *Melanopsis nodosa* و (Muller) *Melanoides tuberculata* في جنوب العراق. أطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة البصرة، 122 ص.

عجيل، شاكر غالب، علي، مالك حسن و سلمان، سلمان داود 2004. استهلاك الأوكسجين لمتفرع اللوامس *Simocephalus vetulus* في البصرة. المجلة العراقية للاستزراع المائي، 2: 145 – 162.

Anderson, B.G. and Jenkins, J.C. 1942. A time study of events in the life span of *Daphnia magna,* Biol. Bull., 83: 260-272.

Bishop, J.W. 1968. Respiratory rates of migrating zooplankton in the natural habitat. Limnol. Oceanogr., 13: 58-62.

Brooks, J.L. 1959. Cladocera. In: Edmondson, W.T. (ed.). Fresh-water biology. Second edition, 27: 587-656.

Buikema, Jr. A.L. 1972. Oxygen consumption of the cladoceran *Daphnia pulex,* as a function of body size, light and light acclimation. Comp. Biochem. Physiol., 42: 877 – 888.

Downing, J.A. 1984. Assessment of secondary production: the first step. In: Downing, J.A. and Rigler, F.H.(eds.). A manual on method for the assessment of secondary production in fresh water. IBP Hand book No.17 Blackwell, Oxford. Pp: 1-18.

Epp, R.W. and Lewis, W.M.Jr. 1980. The nature and ecological significance of metabolic changes during the life history of copepods. Ecology, 16: 259-264.

Frank, U. 1977. Experimentelle untersuchungen zur respiration von *Gammarus fossarum* Koch 1835 (Crustacea-Amphipoda) in Abhangigkeit Von Temperature. Sauerstoff-Konzentration und wasserbewegam. Arch. Hydrobiol. (Suppl). 48: 369-411.

Gilson, W.E. 1963. Differential respirometer of simplified and improved design. Science, 141: 531 – 532.

Gophen, M. 1976. Temperature dependence of food intake, ammonia excretion and respiration in *Ceriodaphnia reticulate* (Jurine) (Lake Kinneret. (Israel)). Freshw. Biol. 6: 451 – 455.

Goss, L. B. and Bunting, D. L. 1980. Temperature effects on zooplankton respiration. Comp. Biochem Physiol. A., 66: 651 – 658.

Green, J. 1966. Seasonal variation in egg production by Cladocera . J. Anim. Ecol., 35(1): 77 – 104.

Grodzinski, W., Klekowski, R.Z. and Duncan, A. 1975. Methods for ecological bioenergetics. IBP. Hand book No.24. Blackwell. Oxford.

Heisey, D. and Porter, K.G. 1977. The effect of ambient oxygen concentration on filtering and respiration rates of *Daphnia galeata mendotae* and *Daphnia magna*. Limnol. Oceanogr., 22(5): 839-845.

Holopainen, I.J. and Ranta, E. 1977. Respiration of *Pisidium amnicum* (Bivalvia) measured by infrared gas analysis. Oikos., 28: 196-200.

Ivanova, M. B. and Klekowski, R. Z. 1972. Respiratory and filtration rates in *Simocephalus vetulus* (O. F. Muller) (Cladocera) at different pH. Pol. Arch. Hydrobiol., 19(3): 303 – 318.

Ivleva, I.V. 1980. The dependence of crustacean respiration rate on body mass and habitat temperature. Int. Rev. qes. Hydrobiol., 65: 1-47.

Kersting, K. 1978. Some features of feeding, respiration and energy conversion of *Daphnia magna*. Hydrobiologia, 59(2): 113 – 120.

Kersting, K., and van der Leeuw-Leegwater, C. 1976. Effect of food concentration on the respiration of *Daphnia magna*. Hydrobiologia, 49(2): 137 – 142.

Kibby, H. V. 1971. Effect of temperature on the feeding behaviour of *Daphnia rosea*. Limnol. Oceanogr. 16

Lampert, W. 1984. The measurement of respiration. In: Downing, I.A. and Rigler, F.H. (eds.). A manual on the methods for assessment of secondary productivity in fresh waters. IBP Handbook, Blackwell, Oxford, pp: 413-460.

LaRow, E.J., Wilkinson, J.W. and Kumar, K.D. 1975. The effect of food concentration and temperature on respiration and excretion in herbivorous zooplankton. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh. 19: 966 – 973.

Moshiri, G. A., Cummins, K.W. and Costa, R.R. 1969. Respiratory energy expenditure by the predaceous zooplankter *Leptodora kindtii* (Focke). Limnol. Oceanogr. 14: 475 – 484.

Newell, R.C. and Roy, A. 1973. A statistical model relating the oxygen consumption of a mollusk (*Littorina littorina*) to activity, body size and environmental conditions. Physiol. Zool., 46: 253-275.

Obreshkove, V. 1930. Oxygen consumption in the developmental stages of a cladoceran. Physiol. Zool., 3: 271 – 282.

Obreshkove, V. and King, A. J. 1932. The effect of x-rays on the gaseous metabolism of a cladoceran. Physiol. Zool., 5: 457 – 471.

Ortzen, J.A. 1975. Long term continuous respiration measurements as a precondition for the assessment of secondary production. Merentutkimuslait. Julk. Havsorsking sinst. Skr., 239: 213-221.

Ostle, B.R. 1963. Statistics in research. Iowa state University Press. Iowa.

Porter, K.G., Gerritsen, J. and Orcutt, Jr. J.D. 1982. The effect of food concentration on swimming patterns, feeding, behavior, ingestion, assimilation and respiration by *Daphnia*. Limnol. Oceanogr. 27(5): 935-949.

Porter, K.G., Orcutt Jr. J.D. and Gerritsen, J. 1983. Functional response and fitness in a generalist filter feeder, *Daphnia magna* (Cladocera : Crustacea). Ecology, 64(4): 735 – 742.

Rao,K.P. and Bullock, T.H. 1954. Q10 as a function of size and habitat temperature in Poikilotherms. Am. Nat., 88: 33-44.

Richman, S. 1958. The transformation of energy by *Daphnia pulex*. Ecol. Monogr., 28(3): 273 – 291.
Roff, J.C. 1973. Oxygen consumption of *Limnocalanus macrurus* Sars. (Calanoida : Copepoda) in relation to environmental conditions. Can. J. Zool., 51: 877 – 885.
Sarviro, V.S. 1984. Temperature dependent respiration rates of mature female *Daphnia longispina* (Crustacea : Cladocera). Hydrobiological J., 20(6): 34-38.
Sastary, A.N. 1979. Metabolic adaptation of *Cancer irroratus* developmental stages to cyclic temperature. Mar. Biol., 51: 243-250.
Scherbakoff, A. P. 1935. Uber den sauerstoffverbrauch von einigen planktoncrustaceen. Arb. Limnol. Stat. Kossino, 19: 67 – 89.
Schindler, D.W. 1972. Feeding, assimilation and respiration rates of *Daphnia magna* under various environmental conditions and their relation to production estimates. Readings in aquatic ecology. Pp: 36-52.
Semenchenko, V.P. 1989. Effect of food concentration on respiration rate of *Daphnia magna* Staurs. Dokl. AnB. S.S.R., 33(2): 184-186.
Siefken, M. and Armitage, K.B. 1968. Seasonal variation in metabolism and organic nutrients in three *Diaptomus* (Crustacea: Copepoda) Comp. Biochem. Physiol., 4: 591-609.
Sushchenya, L.M. 1970. Food rations, metabolism and growth of crustaceans. In J.H. Steele (ed.), Marine Food Chains, Berkely : University of California press. pp: 127 – 141.
Zeiss, F.R.Jr. 1973. Effect of population densities on zooplankton respiration rates. Limnol. Oceanogr., 8: 110 – 116.
Zheng Zhong 1989. Marine planktology. China Ocean Press; Beijing and Springer-Verlag; Berlin 454 p.

Estimation of metabolism in *Daphnia magna* (Crustacea: Cladocera) in Basrah

S.G. Ajeel, S.D. Salman & M.H. Ali
Department of Marine Biology, Marine Science Centre, University of Basrah, Basrah-Iraq

Abstract - Samples of *Daphnia magna* were collected from a small pond located in Basrah by a plankton net (90 µm mesh-size). In the laboratory oxygen consumption was measured at 4 temperatures (15,29,25,30 °C) by Gilson differential respirometer. Oxygen consumption rate was directly related to the increase of body weight and with rising temperature and the range was between 0.0206 and 3.0217 µlO_2/ind./h at temperatures 15 and 30°C, respectively. The value of metabolic rate ranged between 3.928 and 38.473 µlO_2/mg/h. The temperature coefficient (Q_{10}) ranged from 1.327 to 2.248.