كلفة طاقة التنفس في يرقات سمكة الكطان
Luciobarbu xanthopterus Heckel, 1843
المفقسة اصطناعياً في البصرة–العراق

هدى كاظم أحمد، هناء حسين محمد، مصطفى أحمد المختار، مالك حسن علي

مركز علوم البحار، جامعة البصرة، بصرة، العراق

Email:malikh.ali1954@gmail.com

الخلاصة

اجريت عملية التكاثر الاصطناعي لسمكة الكطان المحلية *Luciobarbus* xanthopterus Heckel, 1843 لأول مرة في البصرة في مفقس مركز علوم البحار (2009). درست كلف الطاقة لمعدلات الأيض فيها لمرحلة التطور اليرقي، خلال فترة 45 يومًا من حياتها، بواسطة اجراء التجارب المختبرية لقياس معدل الاوكسجين المستهلك في التنفس وفي ثلاث درجات حرارية وهي: 22، 26، 30 مْ والتي تزامنت مع تغيير درجة حرارة الماء في احواض التربية التي تراوحت بين 22.0–29.0 مْ ولوزنين رطبين لليرقات (9.5 ملغم و 35.0 ملغم)، استخرجت ارتباطات خطية معنوية ($P < 0.05$) بين الأيام وكل من عاملي درجة الحرارة (Y1) والوزن الرطب (Y2) لليرقات، كما مبين في الصيغتين ادناه:-

$$Y1 = 0.0804\ X + 22.922\ ,\ R2\ 0.77,\ P < 0.05$$
$$Y2 = 1.2783\ X - 4.985\ ,\ R2\ 0.90,\ P < 0.05$$

تراوح معدل استهلاك الأوكسجين من 0.799 ملغمO_2 / فرد/ يوم، في المجموعة الوزنية (9.58 ملغم) عند 22°م، إلى 39. 36 ملغمO_2/ فرد/ يوم في المجموعة الوزنية (35.0 ملغم) في 26مْ، وانخفض إلى 29.16 ملغم O_2/ فرد/ يوم في المجموعة الوزنية (35.0 ملغم) عند 30مْ، وبلغت معدلات استهلاك الاوكسجين للوزن النوعي (معدل الأيض) من 3.170 ملغمO2/ ملغم/ يوم الى 1.121 ملغم O_2/ ملغم / يوم، منخفضاً إلى 0.8304 ملغمO_2/ ملغم/ يوم للمجموعات الوزنية الثلاثة اعلاه على التوالي .كانت تكلفة الطاقة المصروفة كما هي مقدرة بوحدات (سعرة/ ملغم/ يوم) قد تراوحت بين 2.27 خلال المدة من 1–5 أيام من حياة اليرقة إلى 1.056 سعرة/ ملغم/ يوم خلال المدة من 40–45 يومًا من حياتها، وكانت كلف الطاقة اليومية لليرقة الواحدة قد تغيرت من 9.012 سعرة خلال الايام من 1–5 إلى 43.041 سعرة خلال الايام من 35–40 من حياتها وهذه تمثل القيم المقدرة لمستوى المعدل الروتيني للايض(RMR).

كلمات مفتاحية: التنفس، الطاقة، يرقات الكطان.

المقدمة

سمكة الكطان (*Luciobarbus xanthopterus*, Heckel) هي أحد أهم الاسماك الاقتصادية في بيئة المياه العذبة لحوض وادي الرافدين، اي نهري دجلة والفرات وأهوار الجنوب وشط العرب (Khalaf, 1961)، وهي من الاسماك المرغوبة جدا في العراق لمذاقها الشهي فضلا عن أسعارها التسويقية الباهضة.

تعرض المخزون السمكي لهذا النوع كما هو الحال لأنواع اخرى مهمة مثل اسماك البني *Mesopotamichthys sharpeyi* (Günther, 1874) الى تدهور حاد لأسباب متعددة كقلة المياه وتجفيف الاهوار وتآكل البيئات المائية والتلوث فضلا عن الصيد الجائر (Hussain *et al*., 2000).

تعتبر تجربة التكثير الاصطناعي لسمكة الكطان في مركز علوم البحار (2009) تجربة رائدة على مستوى الجامعات العراقية لدعم آليات المخزون السمكي للأنواع المحلية المهمة اقتصادياً (المختار وجماعته، 2009) والتي اجريت في محافظة البصرة التي تمتاز بالدفئ الحراري قياساً ببقية مناطق العراق خاصةً الشمال والوسط، مما يترك تأثيرا واضحا على تقدم موسم التكاثر وسرعة النمو في الاحياء وذلك نتيجة ارتباط العمليات الفسيولوجية مع تغير درجات الحرارة ومنها بشكل اساسي الايض ومقياسه غير المباشر، اي استهلاك الاوكسجين في عملية التنفس (Idrisi and Salman ; Ahmed *et al*., 2001; Ali *et al*., 2000 2005).

ينحصر موسم نضج المناسل والتكاثر وبالتالي موسم التلقيح الاصطناعي الرئيسي لهذه الاسماك بفترة محددة من السنة تبدأ من بداية أشهر الربيع، التي تمتد من 10 آذار الى منتصف حزيران حسب مجموعة من الدراسات المحلية لأمات صيدت من مناطق مختلفة كالسماوة وهور الحويزة وسدة الكوت وخزان الثرثار (علي وآخرون، 1985; فاركا وجايك، 1988؛ Pyke, 2001؛ المختار وآخرون، 2009).

اتاح مشروع التلقيح الاصطناعي لسمكة الكطان في مفقس مركز علوم البحار/ جامعة البصرة ونجاحه في انتاج اليرقات والاصبعيات، الفرصة الملائمة لدراسة جانب من التأثير الحراري على معدل الايض في يرقات هذه السمكة بدلالة استهلاك الاوكسجين، تهدف هذه الدراسة الى تقدير كلفة الطاقة التي تصرفها يرقات هذه السمكة خلال مرحلة نموها من مرحلة الفقس وتغيير درجة الحرارة خلال مدة حضانتها اليرقية.

المواد وطرق العمل

اجريت هذه الدراسة في مختبر البيئة التجريبية/ مركز علوم البحار/ جامعة البصرة موقع كرمة علي (30˚ 33' 41" شمالاً، 47˚ 44' 32 شرقاً") وهو الموقع الذي حضنت فيه امات سمكة الكطان والمفقس الذي اجريت فيه عمليات التلقيح الاصطناعي وانتاج اليرقات للفترة من آذار–حزيران (المختار وآخرون، 2013).

اخذت يرقات سمكة الكطان *L. xanthopterus* من زريعة المفقس الى المختبر ووضعت في أحواض الرعاية المزودة بماء النهر الخام المصفى والمعقم وقليل الملوحة (2.5 ± 1.0 ppt)، كما ان الماء المستخدم لإجراء التجارب كان يخضع لعملية تعقيم اضافية من خلال الغلي ثم تبريده بدرجة حرارة المختبر.

اجريت قياسات استهلاك الاوكسجين بطريقة النظام المغلق باستخدام القناني الزجاجية الخاصة بتقدير ال BOD، وهي طريقة ونكلر (Analytical Winkler Method) واستخدمت اساسا لمعايرة قطب قياس الاوكسجين في مجموعة السيطرة ومجموعة القياس الابتدائي، واقطاب قياس الاوكسجين المذاب نوع:

(Senso Direct Oxi 200, Tintometer Gm bH, Schleefstra Be 8a 4428 Dortmund, Deutschland), accuracy: O2 (± 0.2 mg/l), temperature (± ْم 0.1).

قيس استهلاك الاوكسجين بوحدات الملغم للفرد في مدة ساعة (mg O_2/ ind/h) واستهلاك الاوكسجين النوعي لوحدة الوزن (weight specific O_2 consumption) او بتعبير آخر، معدل استهلاك الاوكسجين (O_2 consumption rate) لوحدة الوزن (M: mg O_2/mg/h)، ومن الصيغة التالية:

$$M= V (X_2 – X_1)/ t / W$$

حيث:

V: حجم قنينة BOD

X_2 و X_1 : هما تركيزي الاوكسجين المذاب في قنينتي السيطرة والتجربة مقاسة بوحدة(mg O2/mL)

t: الفترة الزمنية لإجراء التجربة مقدرة بالساعة (h)

W: الوزن الرطب لليرقة بالملغرام (mg)

جرى تحويل قيم استهلاك O_2 الى وحدات الطاقة الحرارية المقدرة بالسعرات (Cal)، باستخدام المعامل المكافئ: 1 ملغم اوكسجين يكافئ 3.34 سعرة حرارية (Cal) (Holme & Mclntyre, 1984).

ظروف التجربة

اجريت تجارب استهلاك الاوكسجين في ثلاث درجات حرارية ثابته هي 22 و 26 و30 مْ، استخدم في التجارب ماء مشبعاً بالأوكسجين من خلال استعمال جهاز التهوية لضمان بقاء التركيز الطبيعي للأوكسجين المذاب فوق الحد الادنى المطلوب للتنفس وضمان عدم هبوط مستواه الى ما دون 50% من مستواه في التركيز الابتدائي والذي حدد بناءاً على قياسات اولية حسبت خلالها قيم استهلاك الاوكسجين للفرد الواحد من اليرقات، جوعت يرقات التجربة بإيقاف تغذيتها قبل 24 ساعة من اجراء التجربة، وبما ان درجة حرارة المحيط (المختبر) خلال فترة التجربة كانت متوافقة مع مديات درجات حرارة الاختبار وهي 22–30 مْ، لذلك كانت فترة اقلمة اليرقات على درجة الحرارة المستهدفة في التجربة تجري لمدة 2 ساعة قبل اجراء التجربة، وكانت مدة التجربة في كل الحالات تتراوح بين 3–4 ساعات، وكان معدل اوزان الافراد للمجموعة الاولى 9.5 ملغم وللمجموعة الثانية 35.0 ملغم.

النتائج

بدا فقس يرقات الكطان في المفقس يوم 10 نيسان 2009 ونقلت ووضعت في الحاضنات الاولية ثم الثانوية والاقفاص العائمة يوم 20 نيسان، حيث كانت درجة حرارة ماء الاحواض تتراوح بين 22–24 م˚، بينما تراوحت درجة حرارة ماء الاحواض بين 25–29 م˚ خلال الفترة من 30 نيسان ولغاية 8 حزيران (جدول 1)، وهذه المديات تمثل التاريخ الحراري (Thermal history) ليرقات الكطان الخاضعة للتجربة.

جدول 1: قيم درجات الحرارة والملوحة والاوكسجين المذاب في مياه أحواض تربية يرقات الكطان *Luciobarbus xanthopterus* / البصرة

عمر اليرقة	درجة الحرارة م˚	مستوى الملوحة ‰	الاوكسجين المذاب mg/l
اقل من يوم	22	2.9	7.6
10 أيام	24	3.0	7.2
20 يوم	25	3.0	7.6
28 يوم	25.2	3.0	7.9
58 يوم	29	1.75	7.8

اخذت القياسات لثلاث مكررات لكل مجموعة وزنية بالإضافة الى قنينتي السيطرة والتركيز الابتدائي للأوكسجين المذاب، ضمت المجموعة الاولى 8 يرقات بعمر 12 يوماً ومعدل وزن 9.58 ملغم للفرد لكل مكرر حيث اجريت التجربة بتاريخ 2009/ 4/ 24 تحت درجة حرارة 22 م˚.

المجموعة الثانية ضمت يرقات بمعدل وزن 35.0 ملغم/ للفرد، واجريت التجربة بداية حزيران في درجة حرارة 26.0 م˚.

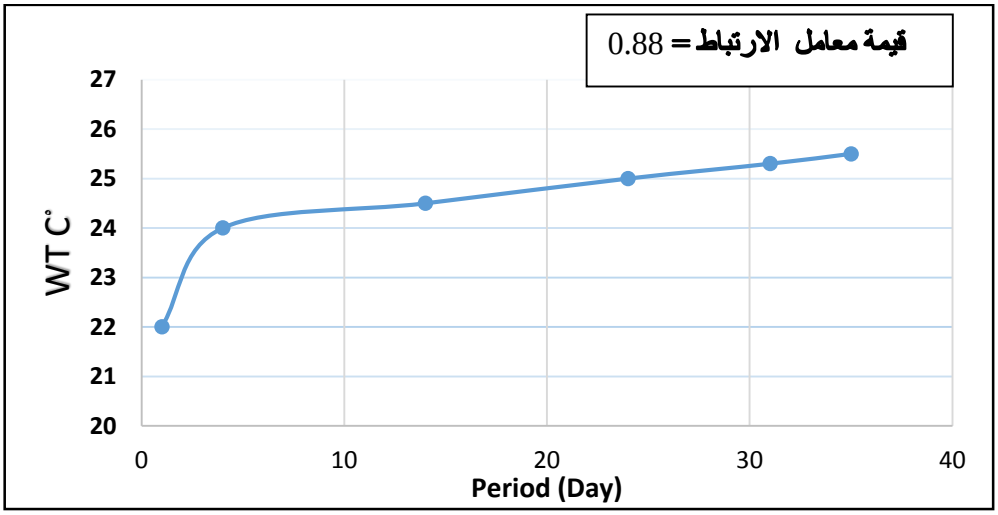
بينما في المجموعة الثالثة بلغ معدل وزن اليرقات35.0 ملغم/ للفرد وقيست بدرجة حرارة 30 م˚.

رسمت العلاقة بين كل من درجات الحرارة لماء الاحواض (WT C˚) ووزن يرقات الكطان الرطب (FW) خلال فترة 35 يوما (D)، منذ بداية فقسها ونقلها الى الاحواض في 10 نيسان كما مبينه في الشكلين 1 و 2 على الترتيب.

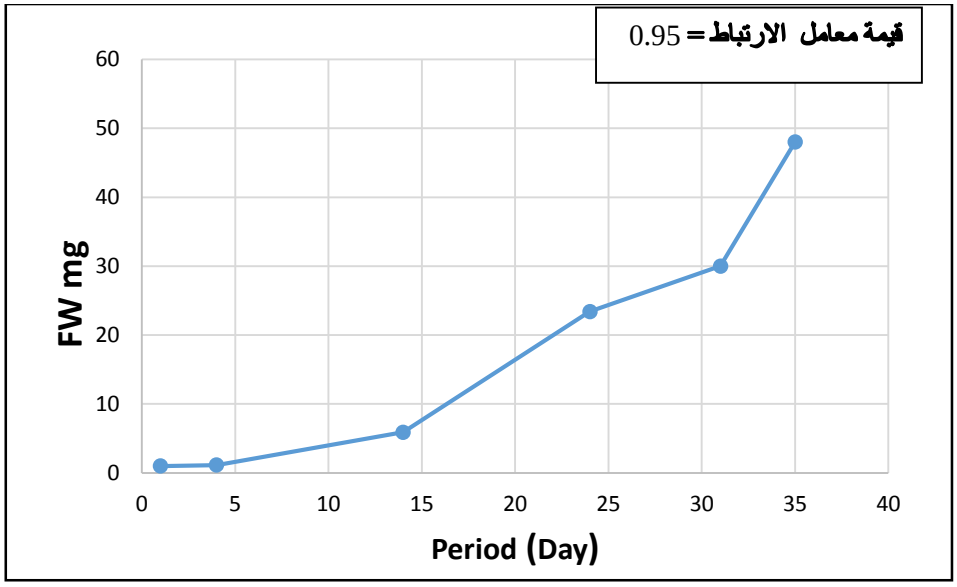
حسبت علاقتي الارتباط الخطيتين بين تقدم الفترة الزمنية (أيام) X وكل من ارتفاع درجة الحرارة Y_1 المعادلة 1 والزيادة الوزنية Y_2 المعادلة 2 وكالآتي وعلى الترتيب:

(D X WT℃) $Y_1 = 0.0804\ X + 22.922,\ R^2\ 0.7746,\ P < 0.05$

(D X FW) mg $Y_2 = 1.2783\ X - 4.985,\ R^2\ 0.9068,\ P < 0.05$



شكل 1: يرقات الكطان، علاقة الارتباط بين درجات حرارة الماء فترة الحياة بالأيام لمدة 35 يوماً.



شكل 2: علاقة الارتباط بين الوزن الرطب ليرقات الكطان خلال فترة 35 يوماً.

الاوكسجين المستهلك في التنفس

يبين الجدول (2) قيم القياسات المختبرية لاستهلاك الاوكسجين لمجموعتين وزنيتين من يرقات الكطان في ظروف ثلاث درجات حرارية والقيم المستخرجة للطاقة المصروفة في اليوم الواحد.

بلغ معدل الاستهلاك اليومي للأوكسجين 0.799 ملغم O_2/ للفرد للمجموعة الوزنية الاولى (9.58 ملغم) في درجة حرارة 22 مْ، وارتفع المعدل الى 39.36 ملغم O_2/ للفرد للمجموعة الوزنية الثانية (35 ملغم) في درجة حرارة 26 مْ ، الا انها انخفضت في هذه المجموعة الى 29.16 ملغم O_2 /للفرد في درجة حرارة 30 مْ.

اما الاستهلاك النوعي المحسوب لوحدة الوزن الرطب (ملغم)، أظهر تناقصاً من 3.170 ملغمO_2/ ملغم/ يوم في المجموعة الاولى الى 1.121 و 0.8304 ملغمO_2/ ملغم/ يوم في المجموعة الثانية في درجتي الحرارة 26 و 30 مْ على التوالي، وان قيم الطاقة المحسوبة المكافئة لهذه المعدلات من استهلاك الاوكسجين في العمليات الايضية لليرقات (للملغرام الواحد من وزن اليرقات) تراوحت بين 2.77 سعرة/ يوم في المجموعة الوزنية 35 ملغم في درجة حرارة 30 مْ و 10.6 سعرة/ يوم في المجموعة الوزنية 9.8 في درجة حرارة 22 مْ.

جدول 2: معدلات استهلاك الاوكسجين والطاقة المفقودة في التنفس ليرقات الكطان *L. xanthopterus* المفقسة اصطناعيا/ البصرة

درجة الحرارة مْ± 1	معدل الوزن الرطب للفرد (FW)	معدل الاوكسجين المستهلك (ملغم O_2/فرد/ يوم)	المعدل النوعي لوحدة الوزن (ملغم O_2/ملغم/ يوم)	السعرات الحرارية المفقودة خلال التنفس (سعرة Cal/ملغم/ يوم
22	9.58	0.799	3.170	10.6
26	35	39.36	1.121	3.74
30	35	29.16	0.8304	2.77

كلف طاقة الايض

حُسبت كُلف الطاقة الايضية المصروفة من خلال القيم المحصلة من التنفس النوعي (ملغم O_2 / ملغم/ يوم)، وما يكافئها من السعرات الحرارية (سعرة/ ملغرام/ يوم) لمعدل اليوم الواحد (e/d)، ولكل(5) أيام (e/d5) ومقدرة لفترة 45 يوما من حياة اليرقة (جدول 3). كذلك يوضح الجدول القيم المحسوبة من علاقات الارتباط بين الحرارة والوزن للفترة الزمنية ذاتها. تراوحت السعرات الحرارية المصروفة لليرقة الواحدة بين 2.27 سعرة لمعدل اليوم الواحد خلال المدة من يوم واحد–5 أيام من بداية حياتها وبمجموع 11.35 سعرة/5أيام ولتتناقص الى 1.056 سعرة/يوم وبمجموع 5.28 سعرة /5 أيام مقدرة لعمر 40–45 يوم، والقيم في كل الحالات محسوبة

للتنفس النوعي لوحدة الوزن (ملغم)، اما الطاقة اليومية المصروفة لليرقة الواحدة تراوحت بين 9.012 سعرة/5 الايام الاولى و 43.041 سعرة لفترة الايام من 35–40.

ان القيم في الجدول اعلاه حسبت من المعاملات التالية والتي حسبت من خلال مجموع تغير العامل/ 45 يوم:–

معامل التغير اليومي للحرارة 0.1 مْ

معامل التغير اليومي للوزن الطري 0.2 ملغم

معامل التغير اليومي للتنفس النوعي 0.046 ملغم O_2 / ملغم/ يوم

معامل التغير اليومي للطاقة المصروفة 0.152 سعرة حرارية/ملغم/يوم.

جدول 3: كلف الطاقة المصروفة لأيض يرقات سمكة الكطان *L. xanthopterus* من البصرة، العراق، الطاقة اليومية المصروفة لمعدل التنفس النوعي (e/d) والمجموع الكلي للطاقة في 5ايام؛ ملغم/ 5 e /d والمعدل اليومي للطاقة المصروفة لليرقة الواحدة (e/ind./d)

الطاقة اليومية e /ind./d سعرة/يرقة/يوم	e/5days (سعرة)	e/d سعرة	الوزن الرطبFW (ملغم)	درجة الحرارة (مْ)	الفترة الزمنية (يوم)
9.012	11.35	2.27	3.97	23.10	5–1
17.0935	10.60	2.12	8.46	23.52	10–5
25.603	9.84	1.968	13.01	23.90	15–10
31.707	9.08	1.816	17.46	24.32	20–15
36.741	8.32	1.664	22.08	24.7	25–20
40.204	7.56	1.512	26.59	25.1	30–25
42.31	6.80	1.36	31.11	25.5	35–30
43.041	6.04	1.208	35.63	25.9	40–35
42.398	5.28	1.056	40.15	26.3	45–40

المناقشة

لا يخفى ان الطور اليرقي الذي يبدأ بعد فقس البيض هو المرحلة الاكثر حساسية من حياة الاسماك للظروف الحياتية واللاحياتية المحيطة، ومن أهم تلك الظروف هو شدة تأثر عملياتها الفسيولوجية بالعامل الحراري خلال التنفس، لإنجاز عملياتها الايضية والتي تظهر الدراسات التي اجريت على يرقات مختلف انواع الاسماك انها اعلى بكثير من اليافعات والبالغات (DelRio et al., 2019; Auer et al., 2018)، وهذا الارتفاع في معدلات التنفس لا يعود فقط الى حقيقة ان الاعمار الاصغر تمتلك نمواً وزنياً نوعياً اعلى من

اقرانها الاكبر، وانما يضاف الى ذلك ان اليرقات في اغلب انواع الاسماك تشهد تحولاً جوهرياً في الاشكال لأعضائها التي تحل محلها كالغلاصم والمعدة والكبد (Peck & Moyano, 2016) والتي تحتاج الى عمليات بناء ايضية وبالتالي الى طاقة اكبر.

ان كلف الطاقة لعملية التنفس للوزن النوعي المحسوبة ليرقات الكطان *L. xanthopterus* اظهرت انها كانت بمعدل 2.27 سعرة/ ملغم/ يوم في ايامها الاولى بعد الفقس ولكنها انخفضت عند تقدم العمر الى 40–45 يوما لتبلغ معدل قدره 1.056 سعرة/ ملغم/ يوم (جدول3)، اي بفارق اكثر من ضعف (2.15 سعرة). ولوجود الاختلاف الجوهري بين الطور اليرقي والبالغات، فانه لا يمكن الاستناد الى قياسات اليافعات والبالغات في تقدير معدلات استهلاك الاوكسجين للطور اليرقي، ومن هنا تبرز اهمية دراسته المباشرة، ولكن بسبب ندرة عمليات التكثير الاصطناعي وشبه الاصطناعي لسمكة الكطان في العراق لان تركيز المربين ينصب على انواع الكارب وذلك للناحية الاقتصادية وبالتالي لصعوبة الحصول على الاطوار اليرقية، فلم تجرى عليها ابحاث كافية تتعلق بفسيولوجية التنفس على الرغم من الاهمية الاقتصادية الكبيرة لهذا النوع من الاسماك المحلية المرغوبة جدا، خصوصا وانها تعرضت ولازالت تتعرض الى تقلص مخزونها بشكل كبير نتيجة مجموعة من العوامل ورد ذكرها في المقدمة (المختار وآخرون، 2009).

تتطابق قياسات معدلات التنفس التي اجريت من جهة الحرارة مع حدود درجات الحرارة لموسم التكاثر الربيعي في البصرة وجنوب العراق عموماً، فالأسماك تكون ناضجة وقابلة لإجراء عمليات التلقيح الاصطناعي والحصول على البيض الناضج وفقس اليرقات بدرجات حرارة 22 و 25 مْ حسب عدد من التجارب (علي وآخرون، 1985؛ فاركا وفراس، 1988؛ المختار وآخرون، 2009)، كما ان مدة تطورها اليرقي وحضانتها في الاحواض الخارجية من 30–40 يوماً تكون عندها درجة حرارة الماء 26–27 مْ وكما سجلت في الدراسة الحالية. وفي هذه الحدود الحرارية ازداد معدل التنفس طردياً مع ارتفاع درجة الحرارة وكما مبين في الجدول (3) والذي يفسر ارتفاع معدل الاوكسجين المستهلك لليرقة من 0.799 ملغم في درجة حرارة 22 مْ الى 39.36 ملغم في درجة حرارة 26 مْ، او بحساب الطاقة من 9.012 الى 43.041 سعرة حرارية لليرقة الواحدة في المدى الحراري 23.1–25.9 مْ (جدول 3). وهذا التأثير الموجب لدرجات الحرارة على استهلاك الاوكسجين مثبت في كثير من الانواع المدروسة سواء كانت اطوار يرقية او بالغات (Peck & Moyano, 2016; Claireaux & Lagardere, 1999)، الا ان النتائج تشير الى ان معدل التنفس يهبط عند رفع درجة الحرارة الى 30 مْ، فيكون التأثير الحراري عكسيا على اليرقات ولذلك يجب تجنب الوصول الى هذه الحدود من الحرارة في تربية يرقات الكطان.

اعطت النتائج كمية السعرات التي تحتاجها يرقات سمكة الكطان في عملياتها الايضية اليومية ومقدار زيادتها يوميا مع تقدم عمرها ونموها ومايرافق ذلك من ارتفاع في درجات الحرارة خلال مدة حضانتها في احواض التربية، وقد تراوحت بين 9.012 – 43.041 (سعرة/ يرقة/ يوم)كما سبق ذكره، وبناءا على هذه القيم يمكن تحديد كمية السعرات التي يجب توفيرها لكل يرقة، او يمكن حسابها لوزن اليرقات المقدرة في الحاضنات او الاحواض، وهذا الكم من السعرات المستخدمة للأيض تشكل جزء من احتياجاتها الحياتية كما هو معروف وهو للإدامة (Holme & Mclntyre, 1984)، وعليه يجب توفير كماً آخر من السعرات الحرارية التي تحتاجها اليرقة لغرض النمو الجسمي. لذلك فان توفير الغذاء المناسب من حيث النوع والكم بما فيه من تعقيدات هو العامل الحاسم في توفير الطاقة الكافية لليرقات، وبعكسه فان اليرقة سوف تستنفذ محتواها من الطاقة سريعا لشدة فعالياتها الايضية وبالتالي تعرضها للهلاك (Harme *et al.*, 2013).

يتوجب ان نشير الى ان التقديرات الحالية لاستهلاك الاوكسجين في يرقات الكطان هي لحالة الحركة القليلة والاقرب للحركة الروتينية، اي قياس مستوى الايض الروتيني (RMR) وهو القياس الذي يتوسط الايض الاساسي (BMR) والايض النشط (MMR) (Meskendahl *et al.*, 2019)، وهي كذلك تتأثر الى حد ما بنوعية التقنيات المستخدمة لقياس معدلات التنفس وهي عديدة تتبع انظمة القياس المغلقة والجريان المفتوحة، ولكل ايجابياتها وسلبياتها في حدود معينه (Peck & Moyano, 2016).

يبقى ان نلقي الضوء على نقاط اضافية تخلص اليها هذه الدراسة وهي:-

- ان معلومات الطاقة المصروفة للأيض التي تم الحصول عليها يمكن ان تكون ذات فائدة اكبر واكثر تكاملية اذا اجريت دراسات اضافية تتعلق بمعدلات التغذية واخرى عن مكونات اجسام اليرقات من بروتينات ودهون وكربوهيدرات.
- ان حساب موازنة الطاقة خلال فترة التطور اليرقي ومنها عامل معدل استهلاك الاوكسجين في مراحل التطور اليرقي للأسماك الاصيلة والاقتصادية في المياه العذبة العراقية كالكطان والبني هي على قدر كبير من الاهمية، ولكن البحوث في هذا المجال نادرة وتحتاج الى مزيد من الاهتمام.

شكر وتقدير

يشكر الباحثون وزارة التعليم العالي والبحث العلمي لتوفير الدعم لهذه الدراسة.

المصادر

المختار، مصطفى احمد وصالح، جاسم حميد و جابر، عامر عبد الله و الزيدي، فالح موسى و حسن، عدي محمد وحسون، خالد حمد و عبد الغني، سجاد و الشاوي، ناصر حمدان. (2009). التكثير الاصطناعي لأسماك الكطان. المجلة العراقية للاستزراع المائي. 6(2): 94–71.

علي، عطا الله محيسن و عبد الحسين، جميل سلمان و مصدق، دلفي علي و عادل، عبد الاحد سعيد و ليلى، هرمز فريدة. (1985). امكانية تكثير الاسماك الاقتصادية اصطناعياً–قسم البحوث والدراسات السمكية. دراسة غير منشورة.

Ahmed, H. K.; Ali, M. H. and Marina, B. A. (2001). The combined effects of temperature and salinity on the oxygen consumption of *Artemia salina* nauplii: a local strain from Basrah region. Marina Mesopotamica, 16 (1): 69-78.

Ali, M. H.; Salman, S. D. and Al-Adhub, AH. Y. (2000). Oxygen consumption of the freshwater crab *Elamenopsis kempi* (Chopra & Das, 1930)from the Garmat-Ali river, Iraq. Scientia Marina, 64(3): 311-317.

Auer, S.K.; Dick, C.A.; Metcalfe, N.B. and Reznick D.N. (2018)metabolic rate evolves rapidly and in parallel with the pace of life history. Nat. Commun. 9:6

Claireaux, G. and Lagardere, J. P. (1999). Influence of temperature, oxygen and salanity on the metabolism of European See bass, Journal of Sea research, 42, 157-168.

DelRio, A.M.; Davis, B.E.; Fangue, N.A. and Todgham, A.E. (2019). Combined effects of warming and hypoxia on early life stage Chinook Salmon physiology and development conserve Physiol. 7(1): coy078.

Hamre, K.; Yufera, M.; Ronnestad, I.; Boglione, C.; Conceicão, L.E.C.; Izquierdo, M. (2013). Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval reering. Reviews in Aquaculture, Vol.5(1).

Holme, N.A. and Mclntyre, A.D. (1984). Methods for the study of marine benthos. TBP Hand Book 16, Blackwell Scientific Publications, second edition, 387 pp.

Hussein, S. A.; Al-Daham, N. K. and Al-Dubaikel, A. Y. (2000). Oxygen consumption and ammonia excretion of fingerlings of native cyprinids

(*Barbus xanthopterus* and *Barbus sharpyi*) compared to common carp (*Cyprinus carpio* L.). Marina Mesopotamica, 16(1): 115-128.

Idrisi, N.; Salman, S. D. (2005). Distribution, development, and metabolism of larval stages of of the warmwater shrimp, *Caridian babaulti basrensis* (Decapoda: Atyidae). Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 38(1): 31-42.

Meskendahl, L.; Fontes, R. P.; Herrmann, J. P. and Temming, A. (2019). Metabolic costs of spantaneous swimming in *Spattus sprattus* L., at different water temperatures. PLOS ONE. Vol (14).

Peck, M.A. and Moyano, M. (2016). Measuring respiration rates in marine fish larvae: challenges and advances, J. Fish Biology, 88(1): 173-205.

Pyka Julian; Ryszard Bartel, Jan A. Szczerbowski and Pioter Epler(2001) Reproduction of Gattan(Barbus xanthopterus,Heckel), Shaboot(Barbus grypus, Heckel) and Bunnei(Barbus sharpeyi, Günther) and rearing stocking material of these species. Archives of Polish Fisheries,Vol.9, Suppl. 1:235-246.

Cost of respiration energy in the larvae of *Luciobarbus xanthopterus* Heckel,1843 larvae artificially hatched in Basrah, Iraq.

Huda K. Ahmed, Hanaa H. Mohammed, Mustafa A. Al-Mukhtar and Malik H. Ali
Marine Science Center, Univ. of Basrah, Basrah, Iraq

Abstract

Artificial breeding of the native fish *Luciobarbus xanthopterus* Heckel was conducted for the first time in Basrah at the Marine Science Center's hatchery (2009). We studied energy costs of the metabolic rate of the larval phase, during the period of 45 days, via the experimental laboratory measurements of the oxygen consumption rate at three temperatures 22, 26, 30 (C°) coincided with the ambient water temperature in the rearing tanks (22.0-29.0 C°). Direct significant ($P < 0.05$) positive linear correlations was estimated between time in days and both temperature (Y_1) and fresh weight (Y_2) of the larvae.

$$Y_1 = 0.0804 X + 22.922 , R^2 0.77, P < 0.05$$

$$Y_2 = 1.2783 X - 4.985 , R^2 0.90, P < 0.05$$

The rate of oxygen consumption varied from 0.799 mg O2/ ind./d of the mass group (9.58) at 22 C°, to 39. 36 mg O2 / ind./d of the mass group (35.0 mg) at 26 C°, and declined to 29.16 mg O2/ ind./d of the mass group (35.0 mg) at 30 C°, and the mass specific O2 consumption rate (metabolic rate M) varied from 3.170 mg O2/mg/d. to 1.121 mg O2/ mg/d and declined to 0.8304 mg O2/mg/d for the three groups respectively. The energy cost as estimated in cal./mg/d were varied from 2.27 for the period 1-5 days of their life to 1.056 cal./mg/d at the period 40-45 days of their life, and the daily energy costs of one larva was varied from 9.012 cal. during (1-5 days) to 43.041 cal. during days 35-40 of their life, the estimated values represent the routine metabolic rate level (RMR).

Key words: energy, larvae, *Luciobarbus xanthopterus*, respiration .