

بررسی اختصاص انرژی تولیدمثلی کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) در قسمت جنوب غربی دریای خزر (منطقه بندر انزلی)

کاوه امیری^{۱*}، علی بانی^۱، شهرام عبدالملکی^۲ و نرگس علیجانپور^۱

^۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

^۲ پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی کشور، بندر انزلی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۹؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۳/۳۰)

چکیده

الگوی اختصاص انرژی به تولیدمثل در ماهی‌های مختلف با توجه به تفاوت آنها در اندازه، زیستگاه، تغذیه و روش تولیدمثل، متفاوت است. تحقیق حاضر با هدف بررسی اختصاص انرژی تولیدمثلی کفال پوزه باریک در منطقه بندر انزلی به انجام رسید. به این منظور تعداد ۹۴ قطعه کفال پوزه باریک ماده با میانگین طول کل $0.17 \pm 20/34$ سانتی‌متر طی سه مرحله و در زمان قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی از خرداد تا مرداد ۱۳۹۰ از نظر مقدار انرژی ذخیره شده و در بافت‌های مختلف شامل کبد، عضله و تخمدان سنجش شدند. الگوی تغییرات انرژی عضله و کبد در مراحل مختلف تولیدمثلی (قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی) نشان داد که کفال پوزه باریک انرژی کمی را به تولیدمثل اختصاص می‌دهد. همچنین مشخص شد که این ماهی در اولین (FTS) و دومین (STS) سال تخم‌ریزی انرژی نسبتاً یکسانی را به تولیدمثل اختصاص می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: کفال پوزه باریک، انرژی، تولیدمثل، تخم‌ریزی

مقدمه

موجودات در تمام مراحل زندگی در دسترسی به انرژی محدودیت دارند (Kozłowski and Teriokhin, 1999) بنابراین انرژی خود را به شکل حساب شده ای به رشد، ذخیره، ماندگاری و تولیدمثل اختصاص می‌دهند (Perrin, 1992). از جمله مهمترین کاربردهای سنجش انرژی بافت‌های مختلف ماهی تشکیل پیشینه اطلاعاتی و در نتیجه توانایی در مقایسه وضعیت تولیدی محیط در دوره های مشخص زمانی و در نتیجه ارتقاء مدیریت منابع می‌باشد (Lambert and Dutil, 1997). در ماهی اختصاص انرژی به تولیدمثل یک فرایند اثبات شده است (Guíjarro *et al.*, 2003; Lambert and Dutil, 1997) به طوری که در بسیاری از گونه‌ها طی دوره تولیدمثلی تغییر زیادی در ذخیره انرژی ایجاد می‌شود (Berg *et al.*, 2000). انرژی تولیدمثلی از منبع انرژی ذخیره شده در بافت‌های مختلف و نیز انرژی حاصل از هضم غذا تأمین می‌شود (Tytler and Calow, 1985). الگوی اختصاص انرژی به تولیدمثل در گونه های مختلف بر اساس روش و زمان تخم‌ریزی، زیستگاه، اندازه و تغذیه آنها متفاوت خواهد بود (Tytler and Calow, 1985; Fiorin *et al.*, 2007). با توجه به اینکه ماهی‌های جنس ماده نسبت به جنس نر انرژی بیشتری را به تولیدمثل اختصاص می‌دهند (Robards *et al.*, 1999)، بنابراین در بررسی وضعیت اختصاص انرژی به تولیدمثل، بیشتر جنس ماده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

منحنی رشد ماهی با سن بلوغ و اختصاص انرژی تولیدمثلی آن ارتباط دارد (Charnov *et al.*, 2001). در زمان قبل از رسیدن به بلوغ جنسی، نسبت بیشتری از انرژی به ماندگاری ماهی اختصاص می‌یابد و پس از بلوغ جنسی بیشتر انرژی صرف تولیدمثل خواهد شد. موفقیت تولیدمثلی ماهی‌ها در اولین^۱ (FTS) و دومین سال تخم‌ریزی^۲ (STS) متفاوت است و در بیشتر موارد ماهی‌ها در دومین سال تخم‌ریزی لاروهای با ماندگاری

بالاتر تولید می‌کنند (Monteleone and Houde 1990);

Zastrow *et al.*, 1989 ; Trippel, 1998)

در مطالعات مختلف مشخص شده است که انرژی بافت‌های عضله و کبد ماهی در زمان اوج تخم‌ریزی شاخص‌های مناسبی برای تخمین اختصاص انرژی به تولیدمثل است. به طوری که بیشتر بودن انرژی بافت‌های عضله و کبد در زمان اوج تخم‌ریزی نشان‌دهنده اختصاص کمتر انرژی به تولیدمثل است (Fernández *et al.*, 2009; Vanella *et al.*, 2005). همچنین مشخص شده است که بیشتر بودن انرژی تخمدان در زمان اوج تخم‌ریزی نشان‌دهنده اختصاص بیشتر انرژی به تولیدمثل می‌باشد (Fernández *et al.*, 2009; Vanella *et al.*, 2005). کفال پوزه باریک گونه‌ای با ارزش اقتصادی و غیربومی در دریای خزر است که در سن ۳ یا ۴ سالگی به بلوغ جنسی می‌رسد (Abbasi *et al.*, 1999).

با توجه به اهمیت بررسی اختصاص انرژی به تولیدمثل در تعیین وقایع دوره زندگی جانداران (Lika, 2003)، بررسی استراتژی ذخیره و انتقال انرژی بافت‌های عضله، کبد و تخمدان کفال پوزه باریک در دوره تخم‌ریزی این گونه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری در منطقه بندر انزلی (طول جغرافیایی ۲۸° ۴۹' و عرض جغرافیایی ۲۸° ۳۷'؛ جنوب غربی دریای خزر) در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ به انجام رسید. نمونه‌گیری با استفاده از تور گوشگیر (چشمه ۴۳ میلی متر در حالت کشیده) در آبهای ساحلی بندر انزلی صورت گرفت. نمونه‌گیری در سه مرحله قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی و در دو فصل بهار (خرداد) و تابستان (تیر و مرداد) به انجام رسید. در مجموع تعداد ۹۴ قطعه کفال پوزه باریک با میانگین طول کل $21.08 \pm 2.0/32$ cm پس از نگهداری در یخ در کمترین زمان ممکن به آزمایشگاه انتقال داده شدند. تشخیص جنسیت با استفاده از کلید شش مرحله‌ای رسیدگی جنسی (Shabanipour and Heidari, 2004) (با استفاده از دید چشم) و با تکیه بر مقیاس

1. First-time spawners

2. Second-time spawners

گناد (GSI) محاسبه شدند (Lambert and Dutil, 1997). در بررسی تغییرات انرژی تخمدان در زمان اوج تخم‌ریزی، از شاخص GSI_b استفاده شد (Jonsson and Jonsson, 2003) (رابطه ۱):

$$(1) \quad GSI_b (\% \text{ kJ}) = 100 \times (\text{انرژی تخمدان به انرژی بافت})$$

تعیین سن با استفاده از اتولیت (ساجیتا) انجام شد. به این منظور با شکافتن قسمت فوقانی سر اتولیت استخراج و پس از تمیز و خشک شدن، به منظور بررسی‌های بعد در پاکت‌های کاغذی مناسب نگهداری شد (Hsu and Tzeng, 2009). اتولیت به منظور شفاف شدن در گلیسیرین غوطه ور شد (Fatemi et al., 2009). برای صیقل یافتن و ایجاد وضوح خطوط در قسمت مرکزی اتولیت، اتولیت‌ها توسط کاغذ سمباده (Matador-2000) صیقل داده شدند. سپس خطوط سن در زیر لوپ مجهز به منبع نور فوقانی و تحتانی و با بزرگنمایی ۷۰ مورد شمارش قرار گرفت.

در بررسی آماری داده‌ها، آزمون کلموگروف اسمیرنوف در تشخیص نوع توزیع داده‌ها و آزمون همبستگی پیرسون و اسپیرمن به منظور بررسی ارتباطات مختلف مورد استفاده قرار گرفت. آزمون Two-Way ANOVA در بررسی تأثیر متقابل^۱ سال تخم‌ریزی و مرحله تولیدمثلی بر ذخیره انرژی استفاده شد. آزمون Tukey برای مقایسه میانگین‌ها مورد استفاده قرار گرفت. آزمون مربع کای به منظور بررسی تفاوت درصد آب بافت در مراحل مختلف تولیدمثلی استفاده شد. تفاوت‌ها در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 15 انجام شد.

نتایج

میانگین طول کل، وزن کل و سن کفال پوزه باریک در مجموع به ترتیب $20/34 \pm 0/17$ سانتی‌متر، $65 \pm 1/95$ گرم و $5/15 \pm 0/17$ سال و نسبت جنسی ۱ : ۱/۲ (نر- ماده) بود. میانگین انرژی عضله در سه مرحله تولیدمثلی

(Nikolsky, 1963). در آزمایشگاه، طول کل ماهی (با دقت ۰/۱ سانتی‌متر) و وزن ماهی (با دقت ۰/۱ گرم) اندازه‌گیری شد.

جدول (۱) مشخصات نمونه‌های بررسی شده ماهی کفال پوزه باریک در دریای خزر (بندر انزلی)

مراحل تولیدمثلی	تعداد (n)	±SD طول کل	ماه نمونه‌گیری
قبل از تخم‌ریزی	۲۲	۱/۴۵±۲۰/۷۹	خرداد
اوج تخم‌ریزی	۳۹	۱/۳۸±۱۹/۸۲	تیر
پس از تخم‌ریزی	۳۳	۱/۴۴±۲۰/۵۹	مرداد

بافت‌های مختلف شامل تخمدان و کبد جداسازی شده و وزن آنها (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. سپس بافت‌های جدا شده به همراه تکه‌ای از عضله ماهی در پاکت پلاستیکی مناسب به فریزر با دمای -80°C انتقال داده شدند. بر اساس منابع موجود و با توجه به اینکه دوره تولیدمثلی کفال پوزه باریک هر ساله است (Koutrakis, 2011)، ماهیان ۴ و ۵ ساله به ترتیب به عنوان ماهی‌های در اولین و دومین سال تخم‌ریزی در نظر گرفته شدند (Abbasi et al., 1999). کفال پوزه باریک با گستره طول کل ۱۴/۷ تا ۲۴/۵ سانتی‌متر در سنجش انرژی مورد استفاده قرار گرفت. انرژی عضله، تخمدان و کبد به صورت مجزا اندازه‌گیری شد (kJ g^{-1}). با توجه به حجم کوچک تخمدان در زمان‌های قبل و بعد از تخم‌ریزی، انرژی تخمدان تنها در زمان اوج رسیدگی جنسی سنجش شد. نمونه عضله از قسمت تحتانی باله پشتی اول (بدون استخوان، باله و پوست) تهیه شد. مقدار انرژی ذخیره شده در بافت‌های مختلف به روش سوزاندن (روش مستقیم) و توسط دستگاه بمب کالری‌متر (RAP-145, USA) اندازه‌گیری شد (Parr, model 1261). به منظور بررسی درصد آب میان بافتی، مقدار ۱۰ گرم بافت تر در آون دمای ۶۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. سپس وزن بافت خشک به دست آمده و درصد آب بافت محاسبه شد. شاخص‌های مختلف شامل ضریب چاقی (CF)، شاخص وزنی کبد (HSI) و شاخص وزنی

شامل قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). همچنین انرژی کبد در زمان بعد از تخم‌ریزی به طور معنی‌داری بالاتر از زمان قبل از تخم‌ریزی بود (جدول ۲). درصد آب عضله در سه مرحله تولیدمثلی اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۲).

جدول (۲) انرژی عضله، انرژی کبد و درصد آب عضله کفال پوزه باریک در مراحل مختلف تولیدمثلی (میانگین \pm انحراف معیار)*

متغیر	قبل از تخم‌ریزی	اوج تخم‌ریزی	بعد از تخم‌ریزی
انرژی عضله (kJ g^{-1})	$1/232 \pm 0/026^a$	$1/247 \pm 0/115^a$	$1/228 \pm 0/333^a$
انرژی کبد (kJ g^{-1})	$1/293 \pm 0/127^b$	$1/382 \pm 0/142^{ab}$	$1/415 \pm 0/097^a$
آب عضله (%)	$79/35 \pm 5/51$	$79/24 \pm 5/48$	$78/95 \pm 6/04$

* حروف یکسان نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار آماری و فلش‌ها نشان‌دهنده بالاتر بودن (فلش به سمت بالا) مقادیر از حد انتظار هستند.

جدول (۳) میزان همبستگی بین انرژی در بافت کبد، تخمدان و عضله و درصد آب در کبد، تخمدان و عضله در ماهی کفال پوزه باریک

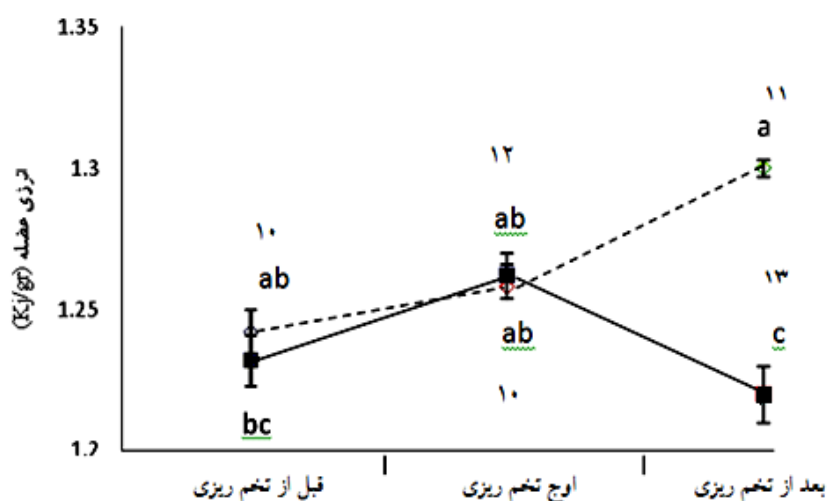
متغیرها	انرژی کبد	انرژی تخمدان	درصد آب عضله
انرژی عضله (kJ g^{-1})	$0/59^{**}$	$-0/32^*$	$-0/30^*$
انرژی تخمدان (kJ g^{-1})	$0/28$	-	$0/22$
درصد آب کبد (%)	$-0/25$	$-0/25$	$0/40^*$
درصد آب تخمدان (%)	$-0/22$	$-0/21$	$-0/25$

$P < 0/01$: **, $P < 0/05$: *

دومین سال تخم‌ریزی در مرحله بعد از تخم‌ریزی کمترین انرژی عضله را داشته و با تمام مراحل تولیدمثلی در اولین سال تخم‌ریزی و زمان اوج تخم‌ریزی در دومین سال تخم‌ریزی به طور معنی‌داری متفاوت بود (نمودار ۱). همبستگی انرژی کبد و عضله در مجموع $(r = -0/32, n = 27, P < 0/05)$ معکوس، ضعیف و معنی‌دار بود. همبستگی انرژی کبد و عضله در مجموع مراحل تولیدمثلی مثبت و متوسط بود $(r = 0/59, n = 38, P < 0/05)$. همبستگی درصد آب و انرژی عضله در مجموع تمام مراحل تولیدمثلی معکوس و ضعیف بود $(r = -0/30, n = 38, P < 0/05)$. همبستگی درصد آب کبد و درصد آب عضله متوسط و معنی‌دار بود $(r = 0/40, n = 35, P < 0/05)$ (جدول ۳).

مرحله تولیدمثلی و سال تخم‌ریزی تأثیر متقابل معنی‌داری بر انرژی عضله نداشتند (نمودار ۱). انرژی عضله در اولین سال تخم‌ریزی در مراحل مختلف تولیدمثلی تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت. با این حال کفال پوزه باریک در اولین سال تخم‌ریزی و در زمان بعد از تخم‌ریزی بیشترین میزان انرژی عضله را داشته که با مرحله تولیدمثلی قبل و بعد از تخم‌ریزی در دومین سال تخم‌ریزی به طور معنی‌داری متفاوت بود. همچنین در

نمودار (۱) میانگین \pm SE) انرژی عضله کفال پوزه باریک FTS (خط منقطع) و STS (خط ممتد) در زمان‌های قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار آماری و اعداد بیانگر تعداد نمونه‌ها می‌باشند.



نمودار (۱) میانگین \pm SE) انرژی عضله کفال پوزه باریک FTS (خط منقطع) و STS (خط ممتد) در زمان‌های قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار آماری و اعداد بیانگر تعداد نمونه‌ها می‌باشند.

میزان معنی‌داری بیشتر از دوره قبل از تخم‌ریزی بود (جدول ۴).

در زمان اوج تخم‌ریزی انرژی عضله، انرژی تخمدان و نسبت انرژی تخمدان بر انرژی عضله در اولین و دومین سال تخم‌ریزی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۵).

شاخص وزنی گناد (GSI) در زمان اوج تخم‌ریزی بیشترین مقدار را داشت و با مراحل قبل و بعد از تخم‌ریزی تفاوت معنی‌داری داشت. شاخص وزنی کبد (HIS) در زمان قبل از تخم‌ریزی بیشترین مقدار را داشت و با مرحله بعد از تخم‌ریزی به طور معنی‌داری متفاوت بود. ضریب چاقی (CF) در زمان اوج تخم‌ریزی به

جدول (۴) میانگین شاخص وزنی گناد، کبد و ضریب چاقی ماهی کفال پوزه باریک در سه دوره تولیدمثلی (میانگین \pm انحراف معیار)*

متغیرها	دوره نمونه‌گیری	زمان (ماه)	تعداد (n)	میانگین
شاخص وزنی گناد (GSI)	قبل از تخم‌ریزی	خرداد	۲۱	$1/2 \pm 0/12^b$
	اوج تخم‌ریزی	تیر	۳۰	$6/1 \pm 1/1^a$
	بعد از تخم‌ریزی	مرداد	۳۳	$1/2 \pm 0/17^b$
شاخص وزنی کبد (HIS)	قبل از تخم‌ریزی	خرداد	۲۸	$3/21 \pm 0/19^a$
	اوج تخم‌ریزی	تیر	۸۵	$2/4 \pm 0/17^{ab}$
	بعد از تخم‌ریزی	مرداد	۶۵	$1/6 \pm 0/11^b$
ضریب چاقی (CF)	قبل از تخم‌ریزی	خرداد	۴۳	$0/91 \pm 0/12^b$
	اوج تخم‌ریزی	تیر	۳۹	$1/075 \pm 0/11^a$
	بعد از تخم‌ریزی	مرداد	۳۴	$1/037 \pm 0/16^{ab}$

* حروف یکسان بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری هستند.

جدول (۵) انرژی عضله، انرژی تخمدان و نسبت انرژی تخمدان بر انرژی عضله (میانگین \pm انحراف معیار)* در اولین و دومین سال تخم‌ریزی ماهی کفال پوزه باریک

متغیرها	سال تخم‌ریزی	تعداد (n)	میانگین \pm SD
انرژی عضله	اولین سال تخم‌ریزی	۱۲	$1/265 \pm 0/08^a$
(کیلوژول بر گرم)	دومین سال تخم‌ریزی	۱۰	$1/253 \pm 0/07^a$
انرژی تخمدان	اولین سال تخم‌ریزی	۹	$1/66 \pm 0/11^a$
(کیلوژول بر گرم)	دومین سال تخم‌ریزی	۱۰	$1/63 \pm 0/01^a$
نسبت انرژی تخمدان بر	اولین سال تخم‌ریزی	۱۳	$0/132 \pm 0/001^a$
انرژی عضله (GSI _b)	دومین سال تخم‌ریزی	۱۰	$0/130 \pm 0/015^a$

* حروف یکسان بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار آماری می‌باشند

بحث و نتیجه‌گیری

کفال پوزه باریک نقش کمی در تأمین انرژی تولیدمثلی دارد.

بر اساس تحقیق Harris et al. (1986)، ماهی‌هایی که از زمان بلوغ آنها مدت زمان بیشتری سپری شده است (مانند کفال پوزه باریک در دومین سال تخم‌ریزی)، انرژی کمتری را به سوخت‌وساز اختصاص می‌دهند و انرژی بافتی آنها در دوره تولیدمثلی بیشتر است. اما در تحقیق

در بسیاری از ماهی‌ها و در زمان اوج تخم‌ریزی، شاخص وزنی کبد (HSI) افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده اختصاص انرژی از کبد به تولیدمثلی است (Galloway and Munkittrick, 2006). با توجه به عدم کاهش انرژی کبد و نیز با در نظر گرفتن عدم افزایش شاخص وزنی کبد طی دوره تولیدمثلی در تحقیق حاضر، بنابراین کبد

Lambert and Dutil (1997) ارتباط انرژی و درصد آب عضله ماهی کاد را قوی و منفی گزارش کردند. در تحقیق حاضر این ارتباط ضعیف بود که شاید به دلیل نزدیک بودن دوره‌های تولیدمثلی (قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی) کفال پوزه باریک به یکدیگر و عدم وجود فرصت کافی در ایجاد تغییر در انرژی عضله در تحقیق حاضر باشد. فرایند اختصاص انرژی به تولیدمثل پیچیده بوده و تحت تأثیر عوامل بسیاری از جمله باروری غذایی آب در زمان تولیدمثل (Fiorin *et al.*, 2007)، ماندگاری لاروها (Calow and Townsend, 1981) و غیره قرار دارد. بنابراین در این رابطه تأثیر عواملی مانند باروری محیط و ویژگی‌های درون گونه ای بر مقدار اختصاص انرژی به تولیدمثل مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

اکنون که به لطف خداوند این تحقیق با موفقیت به پایان رسید بر خود لازم می‌دانیم که از کارشناسان و اساتید محترم پژوهشکده آبهای داخلی کشور و نیز گروه علوم دامی دانشگاه تهران کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

حاضر تفاوت معنی‌داری در این زمینه مشاهده نشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فاصله زمانی یک سال پس از اولین تخم‌ریزی نمی‌تواند زمان کافی در به وجود آمدن تفاوت در اختصاص انرژی به تولیدمثل باشد. دوره تولیدمثلی کفال پوزه باریک در ماه‌های گرم و پر تولید سال دارد (اواخر بهار و اوایل تابستان) (Avanesov, 1972)، بنابراین شاید عدم اختصاص قابل توجه انرژی به تولیدمثل در این گونه به دلیل تجدید سریع انرژی از دست رفته برای تولیدمثل در شرایط پر تولید آب دریای خزر باشد.

Santos *et al.* (2010) عدم تغییر مشخص در ذخیره انرژی بافت‌های تأمین‌کننده انرژی تولیدمثلی را در زمان‌های قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی، نشان‌دهنده عدم اختصاص قابل توجه انرژی به تولیدمثل می‌دانند. با توجه به اینکه انرژی عضله کفال پوزه باریک طی دوره تولیدمثلی تغییر معنی‌داری نشان نداد، لذا اختصاص انرژی تولیدمثلی کفال پوزه باریک کم است و یا شاید انرژی تولیدمثلی آن از بافت‌های دیگر مانند چربی‌های احشایی تأمین می‌شود که در گونه‌های دیگر از خانواده کفال ماهیان گزارش شده است (Loret *et al.*, 2007).

References

- Abbasi, K., Valipour, A., Talebi Haghghi, D., Sarpanah, A., Nezami, S., 1999. Atlas of Iranian Fishes Gilan Inland Waters. Nashre Novin Corporation press, 113 p. (In Persian)
- Avanesov, A.M., 1972, The present status of mullet's reproduction (the genus *Mugil*) in the Caspian Sea, *Voprosy Ikhtiologii* (Problems of Ichthyology) 12, 467-470. (In Russian)
- Berg, O.K., Thronaes, E., Bremset, G., 2000. Seasonal cycle of body composition and energy of brown trout (*Salmo trutta*) in a temperate zone lake. *Ecology of Freshwater Fish* 9, 163-169.
- Calow, P., Townsend, C.R., 1981. Resource utilization in growth. In: Townsend, C.R., Calow, P. (Eds.), *Physiological Ecology: an Evolutionary Approach to Resource Use*, Sinauer Associates, Sunderland, MA, 220-244.
- Charnov, E.L., Turner, T.F., Winemiller, K.O., 2001. Reproductive constraints and the evolution of life histories with indeterminate growth. *Proceeding of National Academy of Science* 98, 9460-9464.
- Fatemi, S.M.R., Kaymaram, F., Parafkandeh Haghghi, F., Vosooghee, G.H., Taghavi Motlagh, S., 2009. Validation of back-calculation methods based on anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) otoliths. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 8, 115-126.
- Fernández, D.A., Lattuca, M.E., Boy, C.C., Pérez, A.F., Ceballos, S.G., Vanella, F.A., Morriconi, E.R., Malanga, G.F., Aureliano, D.R., Rimbau, S., Calvo, J., 2009. Energy density of sub-Antarctic fishes from the Beagle Channel. *Fish Physiology and Biochemistry* 35, 181-188.
- Fiorin, R., Malavasi, A., Franco, A., Franzoi, P., 2007. Comparative energy allocation in two sympatric, closely related gobies: the black goby *Gobius niger* and the grass goby *Zosterisessor ophiocephalus*. *Journal of Fish Biology* 70, 483-496.

- Galloway, B.J., Munkittrick, K.R., 2006. Influence of seasonal changes in relative liver size, condition, relative gonad size and variability in ovarian development in multiple spawning fish species used in environmental monitoring programmes. *Journal of Fish Biology* 69, 1788–1806.
- Guijarro, A.I., Lopez-Patinõ, M.A., Pinillos, M.L., Isorna, E., De Pedro, N., Alonso-Gomez, A.L., Alonso-Bedate, M., Delgado, M.J., 2003. Seasonal changes in haematology and metabolic resources in the tench. *Journal of Fish Biology* 62, 803–815.
- Harris, R.K., Nishiyama, T., Paul, A.J., 1986. Carbon, nitrogen and caloric content of eggs, larvae, and juveniles of the walleye pollock, *Theragra chalcogramma*. *Journal of Fish Biology*, 29, 87–98.
- Hsu, C.C., Tzeng, W.N., 2009. Validation of Annular Deposition in Scales and Otoliths of Flathead Mullet *Mugil cephalus*. *Zoological Studies* 48, 640-648.
- Jonsson, N., Jonsson, B., 2003. Energy allocation among developmental stages, age groups, and types of Atlantic salmon (*Salmo salar*) spawners. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 60, 506–516.
- Koutrakis, E.T., 2011. Reproductive biology of two grey mullet species (Actinopterygii: Mugiliformes: Mugilidae) in a northern Aegean Sea estuarine system. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 41, 37–46.
- Kozłowski, J., Teriokhin, A.T., 1999. Allocation of energy between growth and reproduction: The Pontryagin Maximum Principle solution for the case of age- and season-dependent mortality, *Evolutionary Ecology Research* 1, 423–441.
- Lambert, Y., Dutil, J.D., 1997. Condition and energy reserves of Atlantic cod (*Gadus morhua*) during the collapse of the northern Gulf of St. Lawrence stock. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54, 2388–2400.
- Lika, K., 2003. Life history implications of allocation to growth versus reproduction in dynamic energy budgets. *Bulletin of Mathematical Biology* 65, 809–834.
- Lloret, J., Demestre, M., Pardoj, S., 2007. Lipid reserves of red mullet (*Mullus barbatus*) during pre-spawning in the northwestern Mediterranean *Scientia Marina* 71, 0214-8358.
- Monteleone, D.M., Houde, E.D., 1990. Influence of maternal size on survival and growth of striped bass *Morone saxatilis* Walbaum eggs and larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 140, 1–11.
- Nikolsky, G.V., 1963. *The Ecology of Fishes*. Academic Press London, London, 352 p.
- Perrin, N., 1992. Optimal resource allocation and the marginal value of organs. *American Society of Naturalists* 139, 1344–1369.
- Robards, D., Anthony, J.A., Rose, G.A., Piatt, J.F., 1999. Changes in proximate composition and somatic energy content for Pacific sand lance (*Ammodytes hexapterus*) from Kachemak Bay, Alaska relative to maturity and season. *Marine Biology and Ecology* 242, 245 –258.
- Santos, R.N.D., Amadio, S., Ferreira, E.J.G., 2010. Patterns of energy allocation to reproduction in three Amazonian Fish Species. *Neotropical Ichthyology Amazonian Fish Species* 8, 1679-6225.
- Trippel, E.A., 1998. Egg size and viability and seasonal offspring production of young Atlantic cod. *Transactions of the American Fisheries Society* 127, 339–59.
- Tytler, P., Calow, P., 1985. *Fish Energetics: new perspectives*. Sydney, Croom Helm, 349 p.
- Vanella, F.A., Calvo, G., Morriconi, E.R., Aureliano, D.R., 2005. Somatic energy content and histological analysis of the gonads in Antarctic fish from the Scotia Arc. *Scientia Marine* 69, 305–316.
- Zastrow, C.E., Houde, E.D., Saunders, E.H., 1989. Quality of striped bass (*Morone saxatilis*) eggs in relation to river source and female weight. *Rapports et Procès-verbaux des Réunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 191, 34–42.

A Study on Reproductive Investment of Leaping Grey Mullet (*Liza saliens*) in the Southwest Caspian Sea (Bandar Anzali)

K. Amiri^{1*}, A. Bani¹, Sh. Abdolmaleki² and N. Alijanpour¹

¹ Fisheries Department, Faculty of Natural Sources, Guilan University, Sowmeh-sara, Iran

² Inland water Aquaculture Research Institute, Bandar Anzali, Iran

(Received date: 17-02-2012 Accepted date: 19-06-2012)

Abstract

The pattern of energy allocation to reproduction varies among the fish species due to their differences in size, habitat, feeding and reproductive strategy. This study surveyed the reproductive energy allocation of leaping grey mullet on the Anzali coast in the province of Guilan, Iran. A total number of 94 leaping grey mullet (20.32 ± 0.2 cm [mean \pm SE]) were caught in three reproductive states: pre-spawning, spawning, and post-spawning from February to September 2011. The energy content liver, muscle, and ovary were investigated. The energy of liver and muscle changed over the reproductive status. Additionally, leaping grey mullet allocated less energy to reproduction. However, first and second time spawners of leaping grey mullet showed similar energy allocation to reproduction in the spawning season.

Keywords: Leaping grey mullet, Energy, Reproduction, Spawning