

## بررسی میزان اختصاص انرژی تولیدمثلی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) جنس ماده در قسمت جنوب دریای خزر (منطقه بندر انزلی)

کاوه امیری<sup>۱\*</sup>، علی بانی<sup>۱</sup>، شهرام عبدالملکی<sup>۲</sup> و نرگس علیجانپور<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم پایه، گروه زیست‌شناسی

<sup>۲</sup> بندرانزلی، پژوهشکده آبی پروری آب‌های داخلی

<sup>۳</sup> صومعه سرا، دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۹

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۳

### 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 کیلکای معمولی در منطقه بندر انزلی بانجام رسید. به این منظور تعداد ۲۰۲ عدد کیلکای معمولی ماده با میانگین طول کل  $10/46 \pm 0/07$  سانتیمتر طی سه مرحله و در دوره‌های قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی از اسفند ۸۹ تا شهریور ۹۰ از نظر مقدار انرژی ذخیره شده در بافت‌های عضله و تخمدان سنجش شدند (انرژی‌سنجی بروش سوزاندن بافت خشک انجام گرفت). اندازه‌گیری‌ها نشان داد که کیلکای معمولی طی دوره تولیدمثلی انرژی زیادی را در دوران اوج و بعد از تخم‌ریزی به تولیدمثل اختصاص می‌دهد. همچنین مشخص شد که این ماهی در اولین و دومین سال تخم‌ریزی انرژی نسبتاً یکسانی را به تولیدمثل اختصاص می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: کیلکای معمولی، انرژی، تولیدمثل، تخم‌ریزی

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۳۸۴۶۱۰۲۵۰، پست الکترونیکی: K.ecoaquaculture@gmail.com

### مقدمه

آن‌ها متفاوت است (۹). انرژی تولیدمثلی از منبع انرژی ذخیره شده در بافت‌های مختلف و نیز انرژی حاصل از هضم غذا تامین می‌شود (۲۵). منحنی رشد ماهی با سن بلوغ و سرمایه‌گذاری تولیدمثلی آن ارتباط زیادی دارد (۵). در زمان قبل از رسیدن به بلوغ جنسی، نسبت بیشتری از انرژی به ماندگاری و پس از بلوغ بیشتر انرژی بمصرف تولیدمثل می‌رسد. موفقیت تولیدمثلی ماهی‌ها در اولین (First-Time Spawners) و دومین سال تخم‌ریزی (Second-Time Spawners) متفاوت است و در بیشتر موارد ماهی‌ها در دومین سال تخم‌ریزی لاروهای با ماندگاری بالاتر تولید می‌کنند (۲۴). در مطالعات گذشته مشخص شده است که انرژی عضله ماهی در زمان اوج

موجودات در تمام مراحل زندگی در دسترسی به انرژی محدودیت دارند (۱۶). بنابراین انرژی خود را بشکل حساب شده‌ای به رشد، ذخیره، ماندگاری و تولیدمثل اختصاص می‌دهند (۲۱). از جمله مهم‌ترین کاربردهای سنجش انرژی بافت‌های مختلف ماهی آگاهی از وضعیت تولیدات غذایی محیط در دوره‌های زمانی مختلف و در نتیجه ارتقاء مدیریت منابع می‌باشد (۱۷). اختصاص انرژی به تولیدمثل یک فرایند اثبات شده است (۱۱). بطوری که در بیشتر ماهی‌ها طی دوره تولیدمثل تغییر زیادی در ذخیره انرژی بدن ایجاد می‌شود (۳). الگوی اختصاص انرژی به تولیدمثل در گونه‌های مختلف ماهی براساس روش و زمان تخم‌ریزی، زیستگاه، اندازه و تغذیه

طول کل ماهی (دقت ۰/۱ سانتی‌متر) و وزن ماهی (دقت ۰/۱ گرم) اندازه‌گیری شد.

بافت تخمدان جداسازی شده و وزن آن (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. سپس بافت تخمدان جدا شده به‌مراه عضله جدا شده ماهی (تمام عضلات محوری بدن بدون پوست و استخوان) در بسته‌های پلاستیکی مناسب به فریزر انتقال داده شدند. براساس منابع موجود و با توجه باینکه تخم‌ریزی کیلکای معمولی هر ساله است، ماهیان ۲ و ۳ ساله بترتیب بعنوان ماهی‌های اولین و دومین سال تخم‌ریزی در نظر گرفته شدند (۱۹). کیلکای معمولی با گستره طول کل ۷/۹ تا ۱۳ سانتی‌متر در سنجش انرژی مورد استفاده قرار گرفتند. انرژی عضله و تخمدان بصورت مجزا اندازه‌گیری شد ( $KJ \cdot g^{-1}$ ). با توجه به حجم کوچک تخمدان در دوره‌های قبل و بعد از تخم‌ریزی، انرژی تخمدان تنها در زمان اوج رسیدگی جنسی سنجش شد. مقدار انرژی بافتی برش سوزاندن (روش مستقیم) و با استفاده از دستگاه بمب کالری متر (RAP\_145, USA) اندازه‌گیری شد (Parr, model 1261). بمنظور بررسی درصد آب میان بافتی، مقدار ۱۰ گرم بافت‌تر در آن دمای ۶۵ درجه سانتیگراد بمدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. سپس وزن بافت خشک بدست آمده و میزان درصد آب محاسبه شد. شاخص‌های ضریب چاقی (CF)، وزنی کبد (HSI) و وزنی گناد (GSI) محاسبه شدن (۱۷). در بررسی تغییرات انرژی تخمدان در زمان اوج تخم‌ریزی، از شاخص  $GSI_b$  استفاده شد (۱۵) (رابطه ۱).

$$\text{انرژی تخمدان بر انرژی} = (\text{درصد } GSI_b) \times 100 \text{ (عضله)}$$

تعیین سن با استفاده از اتولیت (ساجیتا) انجام شد (۴). به این منظور با برداشتن قسمت‌های زیرین سراتولیت استخراج شد و پس از تمیز و خشک شدن، در پاکت‌های کاغذی مناسب نگهداری شد (۱۴). اتولیت بمنظور شفاف شدن و سهولت مشاهده خطوط، در گلیسرین غوطه ور

تخم‌ریزی شاخصی است برای تخمین مقدار اختصاص انرژی به تولیدمثل (۸). همچنین مشخص شده است که بیشتر بودن انرژی تخمدان در زمان اوج تخم‌ریزی نشان دهنده اختصاص بیشتر انرژی به تولیدمثل است (۸).

کیلکای معمولی *Clupeonella cultriventris* (Nordmann 1840) گونه‌ای با ارزش اقتصادی است که در حال حاضر در جمعیت کیلکا ماهیان دریای خزر به گونه غالب تبدیل شده است (۲). بنابراین از اهمیت بوم‌شناختی و اقتصادی برخوردار است. سن بلوغ این گونه ۱ یا ۲ سالگی است (۱۹)، دوره تولیدمثلی آن از اواخر زمستان آغاز شده و تا اواخر تابستان ادامه می‌یابد (۳).

با توجه به اهمیت بررسی اختصاص انرژی به تولیدمثل در تعیین وقایع دوره زندگی جانداران (۱۸)، بررسی استراتژی ذخیره و انتقال انرژی بافت‌های عضله و تخمدان کیلکای معمولی در دوره تخم‌ریزی در دستور کار قرار گرفت.

## مواد و روشها

نمونه‌گیری در منطقه بندرانزلی (جنوب غربی دریای خزر) در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ و توسط لنج ویژه صید کیلکا، مجهز به منبع نور و تور قیفی (چشمه ۸ میلی‌متر در حالت کشیده) در عمق متوسط ۴۵ متر صورت گرفت. نمونه‌گیری در سه دوره قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی انجام شد و در سه فصل زمستان (اسفند)، بهار (اردیبهشت) و تابستان (شهریور) بانجام رسید (جدول ۱). در مجموع تعداد ۲۰۲ عدد کیلکای معمولی با میانگین طول کل  $10/46 \pm 0/94$  cm به آزمایشگاه انتقال داده شدند. تشخیص جنسیت با استفاده از کلید شش مرحله‌ای رسیدگی جنسی (۲۲)، (با استفاده از دید چشم) و با تکیه بر مقیاس Nikolsky (1963) انجام شد. در آزمایشگاه،

در دوره تولیدمثل، لبه خارجی اتولیت نیز در تعیین سن مد نظر قرار گرفت.

شد (۷). سپس خطوط سن در زیر لوپ مجهز به منبع نور فوقانی و تحتانی و با بزرگنمایی ۷۰ مورد شمارش قرار گرفت. لازم به ذکر است که بدلیل انجام نمونه‌گیری

جدول ۱- طول کل (میانگین  $\pm$  خطای معیار) و تعداد نمونه مورد بررسی کیلکای معمولی در سه مرحله نمونه‌گیری.

مراحل تولید مثلی	تعداد	طول کل $\pm$ خطای معیار	ماه نمونه‌گیری
قبل از تخم‌ریزی	۳۱	۱۱/۳۴ $\pm$ ۰/۶۴	اسفند ۱۳۸۹
اوج تخم‌ریزی	۹۰	۱۰/۰۵ $\pm$ ۰/۹۱	اردیبهشت ۱۳۹۰
بعد از تخم‌ریزی	۸۱	۱۰/۵۹ $\pm$ ۰/۷۹	شهریور ۱۳۹۰

جدول ۲- میانگین انرژی ( $\text{Kj} \cdot \text{gr}^{-1}$ ) و درصد آب عضله کیلکای معمولی (میانگین  $\pm$  خطای معیار) در سه مرحله نمونه‌گیری.

متغیر/دوره تخم‌ریزی	قبل از تخم‌ریزی	اوج تخم‌ریزی	بعد از تخم‌ریزی
انرژی عضله ( $\text{Kj}/\text{gr}$ )	۱/۴۰ $\pm$ ۰/۰۴۳ a	۱/۲۵ $\pm$ ۰/۰۲۲ b	۱/۲۵ $\pm$ ۰/۰۱۲ b
آب عضله (%)	۷۴ $\pm$ ۰/۰۸	۷۵ $\pm$ ۰/۰۶	۷۸ $\pm$ ۰/۰۵

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری و فلش‌ها نشان دهنده بالاتر بودن (فلش به سمت بالا) مقادیر از حد انتظار هستند.

بعد از تخم‌ریزی بشکل معنی‌داری بیشتر بود ( $P < 0.05$ ) (جدول ۲). درصد آب عضله در دوره قبل از تخم‌ریزی نسبت به دوره‌های اوج و بعد از تخم‌ریزی کمتر بود اما تفاوت معنی‌دار با حد انتظار مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ) (جدول ۲).

سال تخم‌ریزی و مرحله تولیدمثلی تاثیر متقابل بر انرژی عضله داشتند ( $P < 0.05$ ). همچنین ماهی‌ها در دوره قبل از تخم‌ریزی دومین سال تخم‌ریزی انرژی عضله بیشتر و متفاوت با دوره بعد از تخم‌ریزی اولین سال تخم‌ریزی داشتند ( $P < 0.05$ ) (شکل ۱). همبستگی انرژی و درصد آب عضله کیلکای معمولی در مجموع مراحل تولیدمثلی معکوس، ضعیف و معنی‌دار بود ( $r = -0.20$ ,  $n = 50$ ) ( $P < 0.05$ ) (جدول ۳). شاخص وزنی گناد در دوره اوج تخم‌ریزی بشکل معنی‌داری بیشتر از دوره‌های قبل و بعد از تخم‌ریزی بود ( $P < 0.05$ ). شاخص وزنی کبد در دوره بعد از تخم‌ریزی بشکل معنی‌داری کمتر از دوره اوج تخم‌ریزی بود ( $P < 0.05$ ). ضریب چاقی در دوره‌های مختلف تولیدمثلی تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0.05$ ) (جدول ۴). میانگین انرژی عضله، تخمدان و

آزمون کلموگروف اسمیرنوف در تشخیص نرمال یا غیرنرمال بودن داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. آزمون همبستگی بمنظور بررسی ارتباط انرژی تخمدان - انرژی عضله و درصد آب میان بافتی - انرژی بافت مورد استفاده قرار گرفت. آزمون آنالیز واریانس دو طرفه در بررسی تاثیر متقابل (Interaction) سال تخم‌ریزی و مرحله تولیدمثلی بر ذخیره انرژی استفاده شد. آزمون توکی بمنظور مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. از آزمون مربع کای بمنظور بررسی تفاوت درصد آب عضله در دوره‌های مختلف تولیدمثلی استفاده شد. تفاوت‌ها در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 15 بانجام رسید.

## نتایج

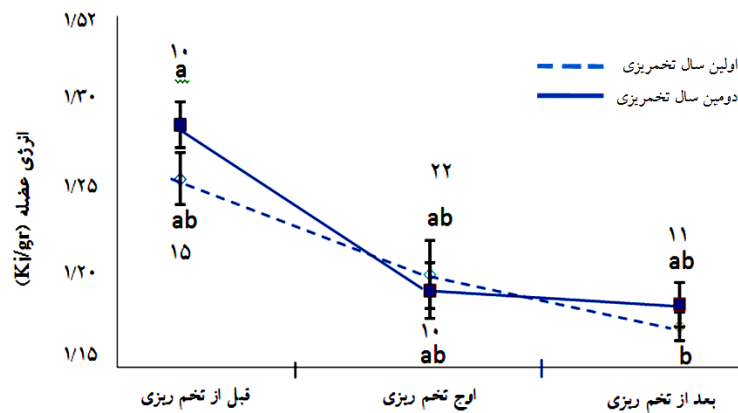
در مجموع مراحل تولیدمثلی تعداد ۲۰۲ قطعه کیلکای معمولی صید شد که میانگین طول کل، وزن کل و سن آنها بترتیب  $۱۰/۲۴ \pm ۰/۰۴۲$  سانتی‌متر،  $۶/۲۵ \pm ۰/۰۷۵$  گرم و  $۳/۲ \pm ۰/۰۱۲$  سال و نسبت جنسی ۱:۱/۳۷ (نر- ماده) بود. براساس اندازه‌گیری‌های انجام شده، میانگین انرژی عضله در دوره قبل از تخم‌ریزی نسبت به دوره‌های اوج و

نیز نسبت انرژی تخمدان بر انرژی عضله ( $GSI_b$ ) در تخم‌ریزی (تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P>0.05$ )) (جدول دوره‌های اولین و دومین سال تخم‌ریزی (دوره اوج

جدول ۳- همبستگی انرژی عضله و تخمدان کیلکای معمولی در مجموع مراحل نمونه‌گیری.

متغیرها	انرژی تخمدان	درصد آب عضله
انرژی عضله ( $Kj.gr^{-1}$ )	۰/۱۲	۰/۲۰ <sup>**</sup>
درصد آب تخمدان (%)	۰/۲۳	-

**\*\***  $P < 0.01$ ; **\***  $P < 0.05$



شکل ۱- نمودار میانگین (میانگین  $\pm$  خطای معیار) انرژی عضله کیلکای معمولی اولین و دومین سال تخم‌ریزی در دوره قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی. حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری و اعداد نشان دهنده تعداد نمونه هستند.

جدول ۴- شاخص وزنی گناد، کبد و ضریب چاقی کیلکای معمولی به تفکیک دوره‌های مختلف نمونه‌گیری

متغیرها	دوره نمونه‌گیری	زمان (ماه)	تعداد	میانگین
شاخص وزنی گناد	قبل از تخم‌ریزی	اسفند	۶۰	1/3 $\pm$ 0/12 (b)
	اوج تخم‌ریزی	اردیبهشت	۴۱	7/2 $\pm$ 1/1 (a)
	بعد از تخم‌ریزی	شهریور	۵۰	1/3 $\pm$ 0/17 (b)
شاخص وزنی کبد	قبل از تخم‌ریزی	اسفند	۲۱	3/21 $\pm$ 0/072 (ab)
	اوج تخم‌ریزی	اردیبهشت	۳۶	3/37 $\pm$ 0/016 (a)
	بعد از تخم‌ریزی	شهریور	۳۳	1/60 $\pm$ 0/07 (b)
ضریب چاقی	قبل از تخم‌ریزی	اسفند	۳۰	0/5592 $\pm$ 0/0096 (a)
	اوج تخم‌ریزی	اردیبهشت	۶۳	0/5111 $\pm$ 0/0065 (a)
	بعد از تخم‌ریزی	شهریور	۶۸	0/5032 $\pm$ 0/0052 (a)

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری

جدول ۵- میانگین انرژی عضله، تخمدان ( $\text{Kj.gr}^{-1}$ ) و نسبت انرژی تخمدان بر انرژی عضله ( $\text{GSI}_6$ ) در اولین و دومین سال تخم‌ریزی (دوره اوج تخم‌ریزی).

متغیرها	سال تخم‌ریزی	تعداد	میانگین $\pm$ خطای معیار
انرژی عضله ( $\text{Kj.gr}^{-1}$ )	اولین سال تخم‌ریزی	۲۲	$1/275 \pm 0/031^a$
	دومین سال تخم‌ریزی	۱۵	$1/277 \pm 0/021^a$
انرژی تخمدان ( $\text{Kj.gr}^{-1}$ )	اولین سال تخم‌ریزی	۱۱	$1/70 \pm 0/02^a$
	دومین سال تخم‌ریزی	۱۳	$1/84 \pm 0/04^a$
انرژی تخمدان * انرژی عضله <sup>-۱</sup>	اولین سال تخم‌ریزی	۱۲	$0/139 \pm 0/004^a$
	دومین سال تخم‌ریزی	۲۲	$0/141 \pm 0/002^a$

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار آماری.

## بحث و نتیجه‌گیری

اوج تخم‌ریزی) بنابراین احتمالاً کبد کیلکای معمولی نقش زیادی در تامین انرژی تولیدمثلی دارد. البته اظهارنظر قطعی در این رابطه نیازمند سنجش انرژی کبد کیلکای معمولی می‌باشد که در تحقیق حاضر انجام نشد.

Santos و همکاران (۲۰۱۰)، عدم مشاهده تغییر معنی‌دار انرژی بافت‌های تامین‌کننده انرژی تولیدمثلی در دوره تولیدمثلی را نشان دهنده عدم اختصاص چشمگیر انرژی به تولیدمثلی می‌دانند. در تحقیق حاضر انرژی عضله در زمان اوج و بعد از تخم‌ریزی به شکل معنی‌داری کاهش یافت. Encina و Lorencio (1997)، تغییرات فصلی ذخیره انرژی را در گونه *Leuciscus pyrenaicus* مورد بررسی قرار دادند و دلیل کاهش انرژی عضله در زمان اوج و بعد از تخم‌ریزی را انتقال انرژی از عضله به تخمدان گزارش کردند. بنابراین کاهش معنی‌دار انرژی عضله کیلکای معمولی در زمان اوج و بعد از تخم‌ریزی بدلیل انتقال انرژی زیاد از عضله به تخمدان است.

تخم‌ریزی کیلکای معمولی بصورت متناوب (دسته‌ای) است (۱۳). و دوره تخم‌ریزی طولانی دارد. لذا شاید اختصاص زیاد انرژی به تولیدمثلی در تحقیق حاضر به دلیل طولانی بودن دوره تخم‌ریزی این گونه باشد. در این

براساس تحقیق Harris و همکاران (۱۹۸۶)، ماهی‌هایی که از بلوغ آن‌ها مدت زمان بیشتری می‌گذرد (مانند کیلکای معمولی در دومین سال تخم‌ریزی)، انرژی کمتری را به سوخت و ساز اختصاص می‌دهند و انرژی بافتی آن‌ها در دوره تولیدمثلی بیشتر از ماهی‌هایی است که زمان کمتری از بلوغ آن‌ها می‌گذرد (مانند کیلکای معمولی در اولین سال تخم‌ریزی)، بنابراین انتظار این بود که انرژی ذخیره شده در عضله کیلکای معمولی در دومین سال تخم‌ریزی بیشتر از انرژی عضله در اولین سال تخم‌ریزی باشد (در زمان اوج تخم‌ریزی)، اما در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فاصله زمانی یک سال پس از اولین تخم‌ریزی زمان کافی در ایجاد تفاوت در اختصاص انرژی به تولیدمثلی نمی‌باشد.

در بسیاری از گونه‌ها شاخص وزنی کبد (HSI) با به اوج رسیدن شاخص وزنی گناد (GSI) افزایش می‌یابد و شاخص مناسبی در پیش‌بینی مقدار اختصاص انرژی به تولیدمثلی است (۲۶،۱۰). با در نظر گرفتن رابطه موافق شاخص‌های وزنی کبد و گناد کیلکای معمولی (در زمان

در تحقیق حاضر مشخص شد که کیلکای معمولی انرژی زیادی را به تولیدمثل اختصاص می‌دهد. این نتیجه می‌تواند بدلیل تخم‌ریزی دسته‌ای و طولانی مدت کیلکای معمولی باشد. همچنین نتایج نشان داد که کیلکای معمولی در اولین و دومین سال تخم‌ریزی انرژی نسبتاً یکسانی را به تولیدمثل اختصاص می‌دهد که شاید دلیل آن عدم ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی کافی در ماهی با گذشت یک سال از بلوغ باشد.

### سپاسگزاری

اکنون که به لطف خداوند این تحقیق با موفقیت به پایان رسیده است از مساعدت‌های بی دریغ مسئولین و کارشناسان محترم آزمایشگاه گروه علوم دامی دانشگاه تهران متشکریم. همچنین از کارشناسان و اساتید محترم دانشگاه گیلان و پژوهشکده آبی پروری آبهای داخلی کشور کمال سپاسگزاری را داریم.

رابطه، امیری و همکاران (۱۳۹۱) اختصاص انرژی تولیدمثل کفال پوزه باریک را کم گزارش کرده و دلیل احتمالی این اختصاص کم انرژی به تولیدمثل را دوره تخم‌ریزی کوتاه و احتمالاً یکباره کفال پوزه باریک گزارش کردند. بنابراین طول دوره تخم‌ریزی، عاملی تعیین کننده در مقدار اختصاص انرژی تولیدمثل گونه‌های مختلف ماهی است.

Lambert و Dutil (1997)، ارتباط انرژی و میزان آب عضله ماهی کاد را قوی و منفی گزارش کردند. در تحقیق حاضر ارتباط میزان آب و انرژی عضله کیلکای معمولی ضعیف بود. شاید ارتباط ضعیف مشاهده شده در تحقیق حاضر به دلیل نزدیک بودن دوره‌های نمونه‌گیری (قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی) به یکدیگر و عدم وجود فرصت کافی در ایجاد تغییر در انرژی عضله باشد. بنابراین لازم است که در تحقیقات دیگر، فاصله زمان‌های نمونه‌گیری (قبل، اوج و بعد از تخم‌ریزی) بیشتر در نظر گرفته شود.

### نتیجه‌گیری کلی

### منابع

۱. امیری، ک.، بانی، ع.، عبدالملکی، ش.، و علیچانپور، ن.، ۱۳۹۱. بررسی اختصاص انرژی تولیدمثل کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) در قسمت جنوب غربی دریای خزر (منطقه بندر انزلی)، نشریه شیلات، (منتشر نشده).
۲. باقری، س.، میرزاجانی، ع.، کیایی، ب.، و روحی، ا.، ۱۳۸۸. بررسی فراوانی و پراکنش شانه‌دار (*Mnemiopsis leidyi*) دریای خزر، مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۳، ۴۶۰-۴۶۹.
3. Bagenal, T., 1967. A short review of fish fecundity. In the biological basis of freshwater fish production Ed. S. D. Gerking, Blackwell scientific Pub. PP: 89-111. Oxford.
4. Berg, O. K., Thronaes, E., and 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, PP: 163-169.
5. Charnov, E. L., Turner, T. F., and Winemiller, K. O., 2001. Reproductive constraints and the evolution of life histories with indeterminate growth, Proceeding of the National Academy of Science. 98, PP: 9460-9464.
6. Encina, L., and Lorencio, C. G., 1997. Seasonal changes in condition, nutrition, gonad maturation an energy content in barbel, *Barbus sclateri*, inhabiting a fluctuating river, Environmental Biology of Fishes. 50, PP: 75-84.
7. Fernandez, D. A., Lattuca, M. E., Boy, C. C., Perez, A. F., Ceballos, S. G., Vanella, F. A., Morriconi, E. R., Malanga, G. F., Aureliano, D. R., Rimbau, S., and Calvo, J., 2009. Energy density of sub-Antarctic fishes from the Beagle Channel, Fish Physiology and Biochemistry. 35, PP: 181-188.
8. Fiorin, R., Malavasi, A., Franco, A., and 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, PP: 483-496.

9. Galloway, B. J., and 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, PP: 1788–1806.
10. Guijarro, A. I., Lopez-Patino, M. A., Pinillos, M. L., Isorna, E., De Pedro, N., Alonso-Gomez, A. L., Alonso-Bedate, M., and Delgado, M. J., 2003. Seasonal changes in haematology and metabolic resources in the tench, *Journal of Fish Biology*. 62, PP: 803–815.
11. Harris, R. K., and 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, PP: 87–98.
12. Hechman, C.W., 1991, *Clupeonella cultriventris cultriventris* (Nordmann 1840) .p.71-84. In H . Hoestlandt (ed.) the freshwater fishes of Europe . Vol 2 . Clupeidae , Anguillidae . AULA-Verlag Wiesbaden.
13. Hsu, C. C., and Tzeng, W. N., 2009. Validation of Annular Deposition in Scales and Otoliths of Flathead Mullet *Mugil cephalus*, *Zoological Studies*. 48, PP: 640-648.
14. Jonsson, N., and 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, PP: 506–516.
15. Kozlowski, J., and 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, PP: 423–441.
16. Lambert, Y., and 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, PP: 2388–2400.
17. Lika, K., 2003. Life History Implications of Allocation to Growth Versus Reproduction in Dynamic Energy Budgets, *Bulletin of Mathematical Biology*. 65, PP: 809–834.
18. Mamedov, E. V., 2006. The biology and abundance of kilka (*Clupeonella spp.*) along the coast of Azerbaijan, Caspian Sea, *ICES Journal of Marine Science*. 63, PP: 1665-1673.
19. Nikolsky, G. V., 1963. *The Ecology of Fishes*, Academic Press London, London. PP: 352.
20. Perrin, N., 1992. Optimal resource allocation and the marginal value of organs, *American Society of Naturalists*. 139, PP: 1344–1369 .
21. Santos, R. N. D., Amadio, S., and Ferreira, E. J. G., 2010. Patterns of energy allocation to reproduction in three Amazonian Fish Species, *Neotropical Ichthyology* 8, 1679-6225.
22. Shabanipour, N., and Heidari, B., 2004. A Histological Study of the Zona Radiata During Late Oocyte Developmental Stages in the Caspian Sea Mugilid, *Liza aurata* (Risso 1810), *Brazilian Journal morphological Sciences*. 21, PP: 191-195.
23. Trippel, E. A., 1998. Egg size and viability and seasonal offspring production of young Atlantic cod, *Transactions of the American Fisheries Society*. 127, PP: 339–59.
24. Tytler, P., Calow, P., 1985, *Fish Energetics: New Perspectives*. Sydney, Croom Helm Australia Pty Ltd, p. 349.
25. Yagarina, N. A., and Marshall, C. T., 2000. Trophic influences on interannual and seasonal variation in the liver condition index of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*), *Journal of Marine Science*. 57, PP: 42–55.

## **Study on reproductive investment of common kilka (*Clupeonella cultriventris*) in the south caspian sea (Bandar Anzali)**

**Amiri K.<sup>1</sup>, Bani A.<sup>1</sup>, Abdolmaleki S.<sup>2</sup> and Alijanpour N.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Biology Dept., Faculty of Science, Guilan University, Rasht, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Inland water Aquaculture Research Institute, Bandar Anzali, I.R. of Iran

<sup>3</sup> Fisheries Dept., Faculty of Natural Resources, Guilan University, Sowmeh-sara, I.R. of Iran

### **Abstract**

The pattern of energy allocation to reproduction is varies among the fish species due to their differences in size, habitat, feeding and reproduction strategy. The objective of this study was to analyse the reproductive energy allocation of common kilka on the Anzali coast in the province of Guilan, Iran. A total number of 202 common kilka [ $10.46 \pm 0.07$  cm (mean  $\pm$  SE)] were caught in three reproductive states; pre-spawning, spawning, and post-spawning from February to September 2011. The energy content of muscle and ovary were investigated. Additionally, although common kilka allocated high energy to reproduction, However, first and second time spawners showed similar energy allocation to reproduction in the spawning season.

**Key words:** Common kilka, Energy, Reproduction, Spawning.