بررسی هم‌آوری و شاخص‌های تولیدمثلی در جنس ماده خرچنگ‌دراز چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) تحت شرایط طبیعی سد ارس

سیدمهدی میرحیدری[۱*]
عباس متین فر [۲]
مهدی سلطانی[۳]
ابوالقاسم کمالی[٤]
یوسفعلی اسدپور اوصالو [٥]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشجوی دکتری شیلات، تهران، ایران
۲. موسسه تحقیقات شیلات، استادیار گروه آبزی‌پروری، تهران، ایران
۳. دانشگاه تهران، دانشکده دامپزشکی، استاد گروه بیماری‌ها و سلامت جانوران آبزی، تهران، ایران
۴. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، استاد گروه شیلات، تهران، ایران
۵. پژوهشکده آرتمیا، بندر گلمانخانه، ارومیه، ایران

***مسئول مکاتبات:**
m.mirheydari@srbiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۱۵
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی می‌باشد.

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی فصلی هم‌آوری و شاخص‌های رشدی تخمک‌ها در خرچنگ‌دراز چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) صید شده از دریاچه سد ارس، آذربایجان‌غربی در سال ۱۳۹۰ صورت پذیرفت. بین هم‌آوری تخمدانی با طول بدن ماده‌ها (r^2= ۰/۲۳۰۲) و هم میان هم آوری پاهای شنا با طول بدن ماده‌ها (r^2 = ۰/۳۹۱۹) همبستگی مثبت مشاهده گردید. مقدار میانگین هم‌آوری تخمدانی (مطلق) و هم‌آوری پاهای شنا (کاری) به ترتیب ۲۰۶/۵ و ۱۲۹/۵ تخم بود. هم آوری پاهای شنا ۳۷/۳ درصد کمتر از هم آوری تخمدانی بود. مقدار شاخص رشد تخمدانی (GSI) خرچنگ‌های صید شده در آبان ماه ۱۳/۵۳ درصد (۱۱/۶۳- ۱۵/۹۱ درصد) بود. قطر میانگین تخم‌های پاهای شنا ۲/۲ میلی‌متر (۶/۵۹-۱/۰۷ میلی‌متر) محاسبه گردید. تعداد تخم‌های چسبیده به جفت‌های سوم و چهارم پاهای شنا به طور معنی‌داری بالاتر از سایرین بود. شاخص رشد تخمدانی با افزایش طول بدن ماده‌ها به طرز معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$) بررسی‌های بافت‌شناسی نشان داد که الگوی غالب رشد تخمدان‌ها در افراد این گونه به صورت رشد غیرهمزمان تخمک‌ها می‌باشد.

واژگان کلیدی: *Astacus leptodactylus*، هم‌آوری، پاهای شنا، هم‌آوری تخمدانی، وزن تخم، قطر تخم.

مقدمه

خرچنگ‌دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*) یک گونه گسترده در سطح جهان است که در سراسر اروپا، شرق روسیه و خاورمیانه پراکنش یافته است (Souty-Grosset *et al*., 2006). این گونه به دلیل اندازه بزرگ و بازارپسند بودن به ویژه در قرن اخیر، در حجم وسیعی از آب‌های شیرین جهان ذخیره‌سازی شده است. در ایران، خرچنگ‌دراز چنگال‌باریک (*Astacus leptodactylus*) نه تنها در سواحل ایرانی دریای خزر تا فاصله ۱۰-۵ کیلومتری ساحل (Veladykov, 1964) که همچنین در برخی از دریاچه‌ها و آب

بندان‌های آب شیرین داخلی هم وجود دارد (Karimpour *et al*., 2011). اولین زیستگاه‌های طبیعی *Astacus leptodactylus* آب‌های سرد و شفاف تالاب انزلی و سد ارس به ترتیب در شمال و شمال غرب ایران است که در دهه‌های اخیر این‌گونه بر حسب معرفی به بدنه‌های مختلف آبی تا کنون در ۱۸ تالاب و دریاچه سکونت یافته است (Naviri, 1994). با این‌حال میزان برداشت جمعیت‌های *Astacus leptodactylus* در آب‌های داخلی در دهه اخیر کاهش یافته است. علیرغم کاهش قابل ملاحظه صادرات این گونه خرچنگ دراز پس از سال ۱۳۷۵، صادرات این‌گونه از ۳۲/۵ تن در سال ۱۳۷۷ به ۸۴/۷ تن در سال ۱۳۷۸ رسید (Karimpour *et al*., 2011).

منظور از هم‌آوری، تعداد تخم‌ها یا زاد و ولد ماده‌ها می‌باشد (Abercrombie *et al*., 1992). خرچنگ‌های دراز آب شیرین، به ویژه خانواده Astacidae، از کم‌ترین هم‌آوری در میان سخت‌پوستان برخوردار می‌باشند (Reynolds, 2002). میانگین هم‌آوری پاهای شنا در برخی از جمعیت‌های *Astacus leptodactylus* آب‌های داخلی ایران توسط محققین پیشین گزارش گردیده است که بین ۲۲۱ تا ۲۵۱ تخم برای تالاب انزلی (Karimpour *et al*., 1989a; Danesh-Khosh-Asl and Karimpour, 2004) و ۳۲۲ تخم برای دریاچه سد ارس (Karimpour *et al*., 1989a; Danesh-Khosh-Asl and Karimpour, 2004)، متغیر می‌باشد. تفاوت میان هم‌آوری تخمدانی و پاهای شنا به صورت ۲۱ درصد (Danesh-Khosh-Asl and Karimpour, 2004)، ۱۹ درصد برای جمعیت تالاب انزلی (Danesh-Khosh-Asl and Karimpour, 2004) و ۳۰ درصد برای سواحل شمالی دریای خزر (Kolmykov, 2002) عنوان گردیده است.

مطالعه حاضر با هدف بررسی مقایسه‌ای میان هم‌آوری تخمدانی و هم‌آوری پاهای شنا و بررسی بافت‌شناسی گنادها در طی سیکل تناسلی جنس ماده خرچنگ‌دراز چنگال باریک در شرایط دریاچه سد ارس انجام گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در محل دریاچه سدارس در منطقه قره ضیاءالدین، در استان آذربایجان غربی انجام شد. منطقه نمونه‌برداری در حد فاصل مدار ´۲۰°۲۳۱ تا ´۲۵°۲۳۱ شمالی و ´۲۵°۲۲۵ تا ´۵۰°۲۲۵ غربی، در مرز شمال غربی ایران واقع است.

به منظور بررسی بهتر روند شکل‌گیری تخمدان‌ها و توسعه تخمک‌ها، نمونه‌برداری برای عملیات بافت‌شناسی در یک مطالعه ۴ فصلی، در چهار نوبت خرداد، مرداد، آبان و بهمن‌ماه ۱۳۹۰ و در هر نوبت با ۲۵ خرچنگ دراز ماده و مجموعاً ۱۰۰ خرچنگ دراز صورت پذیرفت. ولی مطالعه هم‌آوری نمونه فقط در ۱۵ آبان که اوج رسیدگی جنسی بوده و نیز در دوم بهمن ماه که خرچنگ‌ها تخم‌ریزی کرده بودند انجام شد. خرچنگ‌های‌دراز از صیادان محلی پس از صید خریداری گردیدند. طول کلی بدن با دقت ۰/۱ میلی‌متر به کمک کولیس مدرج دیجیتال اندازه‌گیری شد که از نوک روستروم تا انتهای لبه میانی تلسون خرچنگ‌های‌دراز در دامنه ۵۳/۴ تا ۱۴۸/۱ میلی‌متر بوده و طول کاراپاس نیز در دامنه ۲۶/۳ تا ۳۵/۰ میلی‌متر قرار داشت. میانگین وزن تر بدن نیز با ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۱ گرم توزین گردید که در حد فاصل ۴۲/۹ تا ۹۲/۴ گرم واقع گردیده بود.

خرچنگ‌های دراز پس از انتقال به آزمایشگاه و برداشتن کاراپاس، تشریح شده و تخمدان‌شان خارج گردید. تخمدان‌ها به کمک یک ترازوی دیجیتال الکترونیک با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و در ادامه مقدار شاخص رشد تخمدانی (GSI) آن‌ها به ترتیب ذیل محاسبه گردید (Ferré *et al*., 2012).

شاخص رشد تخمدانی (GSI): $\frac{\text{وزن گناد}}{\text{وزن تر بدن}} \times ۱۰۰$

در ابتدای آبان‌ماه تعداد ۲۵ عدد خرچنگ‌دراز ماده رسیده جمع‌آوری شدند. از آن‌جایی‌که در تخمدان‌های پاییزه اوولاسیون رخ داده و تخمک‌های درون تخمدان کاملاً رسیده بودند، بنابراین تخمدان‌های خارج شده در محلول فرمالین ۴ درصد قرار داده شده (Schulz and Smietana, 2001) و پس از مدتی تخمک‌ها درون محلول فرمالین سفت شده و به راحتی قابل شمارش گردیدند. محلول فرمالین نسبت

به روش جوشاندن در آب جوش (Abdolmaleki, 2007) برای سفت شدن تخمک‌ها ساده تر بوده و کاربرد بیشتری دارد. همچنین هم‌آوری نسبی مطابق معادله ذیل محاسبه گردید (Abdolmaleki, 2007):

$$\text{هم‌آوری نسبی:} \frac{\text{هم‌آوری تخمدانی}}{\text{وزن تر بدن}} \times ۱۰۰$$

در اوایل بهمن‌ماه تعداد ۲۵ خرچنگ‌دراز تخم‌ریزی کرده جمع‌آوری گردیدند. باتوجه به این‌که تخم‌ریزی این‌گونه خرچنگ‌دراز در سد ارس معمولاً از اواخر دی‌ماه تا اوایل بهمن‌ماه اتفاق می‌افتد (Karimpour *et al*., 1989b)، لذا نمونه‌های بهمن تخم‌ریزی کرده و تخم‌های ریخته شده به زواید پاهای شنای خرچنگ‌های‌دراز ماده متصل شده بودند. خرچنگ‌های‌دراز حامل تخم در داخل جعبه‌های یونولیت محتوی خرده یخ به مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران منتقل گردیدند. در آزمایشگاه تخم‌های هر جفت از پاهای شنا و نیز تخم‌های چسبیده به ناحیه شکمی به طور مجزا جداسازی و شمارش شدند و در نهایت با محاسبه مجموع تخم‌های پاهای شنا و ناحیه شکمی، هم‌آوری پاهای شنای خرچنگ‌های‌دراز محاسبه گردید.

بافت‌شناسی گناد براساس روش توضیح داده شده توسط Coccia و همکاران (۲۰۱۰) صورت پذیرفت. پس از تشریح خرچنگ‌های نمونه‌برداری شده در آبان و بهمن ماه، تخمدان‌های آن‌ها خارج گردیده و به مدت ۲۴ ساعت در محلول بوئن (Bouin) نگهداری شدند. سپس تخمدان‌ها به منظور آبگیری در زمان‌های معین در درجات مختلف الکل قرار داده شده و در ادامه با قرار گرفتن در زایلن یا تولوئن شفاف‌سازی شدند. آن‌گاه پس از طی مراحل پارافینه شدن و تهیه بلوک‌های پارافینی، با کمک دستگاه میکروتوم لایه برداری شده و لایه‌های ۵-۶ میکرومتری تهیه شده با هماتوکسیلون-ائوزین رنگ‌آمیزی گشته و در نهایت با انجام فرآیند مونته‌کردن، اسلایدهای بافت‌شناسی آماده بررسی میکروسکوپی گردیدند.

قطر تخمک‌ها با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر به کمک یک کولیس مدرج دیجیتال و وزن تخمک‌ها با دقت ۰/۰۰۱ گرم با یک ترازوی دیجیتال اندازه گیری شدند. میانگین ± خطای استاندارد (SE) و رگرسیون خطی داده‌ها در مطالعه حاضر با کمک نرم افزار مایکروسافت اکسل ۲۰۰۳ و Statistica محاسبه گردید. مقادیر میانگین داده‌ها و SE آن‌ها به کمک آنالیز واریانس یکسویه آنوا (ANOVA) و در ادامه توسط تست دامنه چندگانه دانکن (Duncan) برآورد گردید. مقایسه دو به دوی داده‌ها نسبت به یکدیگر به کمک برنامه تست LSD صورت پذیرفت. تست ANCOVA که در آن طول بدن ماده‌ها به عنوان کوواریانس درنظر گرفته شده بود نیز تفاوت میان هم‌آوری‌های تخمدان و پاهای شنا را به نمایش گذاشت. همچمین برای مقایسه هم‌آوری‌های تخمدانی و پاهای شنا از همبستگی خطی استفاده شد. داده‌ها به صورت میانگین ± SE با سطح P<۰/۰۵ نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

نتایج

میانگین تعداد تخم‌های چسبیده به هر جفت از پاهای شنا به صورت جداگانه محاسبه گردید. مقایسه آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده که تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (P<۰/۰۵). بیش‌ترین تعداد تخم‌ها به پاهای جفت چهارم و سوم به ترتیب با ۱۵/۸۲ ± ۳۴/۴۵ (۶۹-۶) تخم و ۱۵/۷۶ ± ۳۰/۷۵ (۵۷-۴) تخم متصل بود. کمترین تعداد تخم‌ها نیز به جفت اول پاها و ناحیه شکمی اطراف پاها چسبیده بود که به ترتیب حامل ۴/۳۸ ± ۵/۳۸ (۱۴-۰) تخم و ۶/۶۵ ± ۹/۴۵ (۳۰-۰) تخم بودند (جدول ۱).

مقادیر میانگین و انحراف معیار تعداد تخم‌ها (هم‌آوری) و نیز قطر و وزن تخم‌ها در جدول ۲ نمایش داده شده است.

میانگین طول کلی بدن و میانگین وزن‌تر بدن ۲۵ ماده بالغ صید شده در آبان ماه به ترتیب ۲۲/۷۹ ±۷۴/۴۱ (۱۰۷/۳۹-۵۰/۰۸) میلی‌متر و ۲/۶۷ ± ۴۲/۹۵ (۶۵/۰۳ -۳۱/۸۶) گرم بود. میانگین هم‌آوری تخمدانی به صورت ۳۸/۰۸ ± ۲۰۶/۵۵ برآورد گردید که در دامنه ۱۳۲ تا ۲۷۵ تخم واقع شده بود. میانگین قطر تخمک و میانگین وزن تخمک‌ها به ترتیب به میزان ۰/۱۱ ± ۱/۰۰ میلی‌متر (۱/۲۵-۰/۸۳ میلی‌متر)

و ۰/۰۰۵ ± ۰/۰۲۶گرم (۰/۰۳۵–۰/۰۱۸گرم) محاسبه گردید (جدول ۲). شاخص رشد تخمدانی در حد واسط ۱۵/۹۱–۱۱/۶۳ درصد و میانگین ۵/۱۱ ± ۱۳/۵۳ درصد قرار داشت.

میانگین طول کلی بدن و وزن تر بدن ۲۵ ماده رسیده در بهمن ماه ۲۳/۴۵ ± ۱۱۴/۱۲ میلی‌متر (۱۲۴/۴۴-۹۹/۲۵ میلی‌متر) و ۲۱/۱۳ ± ۵۷/۱۸ گرم (۷۳/۰۷ –۴۲/۲۹) بود. میانگین هم‌آوری پاهای شنا ۶۵/۸۷ ± ۱۲۹/۵۱ (۲۴۴–۱۶) تخم بود. هم‌آوری پاهای شنا ۳۷/۳ درصد کم‌تر از هم‌آوری تخمدانی تخمین زده شد. کاهش شدید تخم‌های پاهای شنا ممکن است به سبب از دست رفتن برخی تخم‌ها در اثر نچسبیدن به پاهای شنا، همچنین بارور نشدن تخمک‌ها و یا نرسیدن اکسیژن منجر به کاهش شدید تخمک‌ها در برخی ماده باشد.

میانگین قطر تخم‌های متصل به پاهای شنا ۱/۲۶ ± ۲/۲ میلی‌متر (۶/۵۹–۱/۰۷ میلی‌متر) بود (جدول ۲). یک همبستگی معنی‌دار مثبت بین اندازه ماده‌ها با هر دو هم‌آوری تخمدانی (شکل ۱ الف) و پاهای شنا (شکل ۱ ب) دیده شد.

بر اساس نتایج آزمون ANCOVA، که در آن طول بدن ماده به عنوان یک کوواریانس در نظر گرفته شد، میان هم‌آوری تخمدانی و هم‌آوری پاهای شنا یک تفاوت معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۵).

هم‌آوری تخمدانی نسبت به طول کلی بدن، در یک رگرسیون خطی مثبت ارائه شده است (شکل ۱ الف، r^2=۰/۲۳۰۲، P>۰/۰۵). همچنین هم‌آوری پاهای شنا نیز نسبت به طول کلی بدن در یک رگرسیون خطی مثبت نشان داده شده است (شکل ۱ ب، r^2=۰/۳۹۱۹، P>۰/۰۵).

قطر و وزن تخمک‌ها در ماده‌های بهمن‌ماه با طول بدن ماده‌ها همبستگی مثبت (مستقیم) داشتند (شکل‌های ۲ الف و ۳ الف)، در حالی که قطر و وزن تخمک‌ها در نمونه‌های آبان ماه با طول بدن ماده‌های آن ماه رابطه همبستگی منفی (معکوس) نشان دادند (شکل‌های ۲ ب و ۳ ب).

علیرغم انجام کار آماری در ۴ فصل با این‌حال نمونه‌های آبان‌ماه به دلیل انجام فرآیند اوولاسیون تخمک‌ها کاملاً رسیده و مملو از گرانول‌های چربی بودند (GSI,۱۳/۵۳± ۰/۲۵)، لذا تهیه اسلایدهای بافت‌شناسی از تخمدان‌های آبان‌ماه میسر نشد (شکل ۴). شکل ۵ مداخل مختلف توسعه تخمک‌ها را در درون تخمدان نشان می‌دهد.

شناسایی چهار مرحله ابتدایی رشد تخمک‌ها بر اساس نسخه اصلاح شده‌ای از الگوی ارائه شده توسط (Nakata and Goshima, 2004) صورت پذیرفت: در مرحله اول (اووگونیا)، سیتوپلاسم فاقد گرانول‌های زرده بود. در مرحله دوم (پرویتلوژنیک)، فقط در اطراف هسته کمی زرده وجود داشت. در مرحله سوم (ویتلوژنیک اولیه)، زرده از اطراف هسته تا نزدیک دیواره دیده می‌شد. در مرحله چهار (ویتلوژنیک ثانویه)، زرده در سراسر سیتوپلاسم به طور یکنواخت پراکنده بود (شکل ۶).

در تخمدان‌های خرداد ماه مجموعه‌ای از اندازه‌های مختلف تخمک‌های اووگونیا، پرویتلوژنیک، ویتلوژنیک اولیه و ثانویه در کنار هم دیده شد (شکل A۴). چنانچه در شکل‌های B۶، C وD مشهود است، در تخمدان‌های نمونه‌برداری شده در مرداد (GSI, ۱/۳۵ ±۰/۰۵) سه الگوی متفاوت رشد تخمک‌ها به طور همزمان در کنار هم دیده شد که می‌توان آن‌ها را به شرح ذیل تفسیر نمود: درحالت اول همچون نمونه‌های خرداد ماه اندازه‌های متنوع تخمک در کنار یکدیگر دیده شد (شکل B۶). در مدل رشد دوم تخمک‌های ویتلوژنیک اولیه غالب بودند، اگرچه همچنان اووسیت‌های پرویتلوژنیک نیز حضورداشتند (شکل C۶). و در مدل رشد سوم تخمک‌های ویتلوژنیک ثانویه غالب بودند. اگرچه تخمک‌های ویتلوژنیک اولیه همچنان حضورداشتند (شکل D۶). تخمدان‌های تخم‌ریزی کرده بهمن‌ماه (GSI, ۰/۲۶±۰/۰۱) فقط حاوی تعداد محدودی از تخمک‌های ویتلوژنیک اولیه و ثانویه بودند (شکل E۶).

جدول ۱: تعداد میانگین تخم‌های متصل به هر جفت از پاهای شنا خرچنگ دراز (*Astacus leptodactylus*) در سدارس (سال ۱۳۹۰).

(در ستون دوم میانگین‌هایی که بالانویس متفاوتی دارند به طرز معنی‌داری متفاوت می باشند: P <۰/۰۵).

	مجموع	ناحیه شکمی	جفت پنجم	جفت چهارم	جفت سوم	جفت دوم	جفت اول
میانگین ± SE	۶۵/۸۷±۱۲۹/۵۱	c۶/۶۵±۹/۴۵	b۱۳/۷۳±۲۴/۸۸	a۱۵/۸۲±۳۴/۴۵	a۱۵/۷۶±۳۰/۷۵	b۱۳/۹۶±۲۴/۶۳	c ۵/۳۸ ± ۴/۳۸
از حداقل تا حداکثر	۱۶-۲۴۴	۰-۳۰	۲-۵۲	۶-۶۹	۴-۵۷	۱-۴۴	۰-۱۴

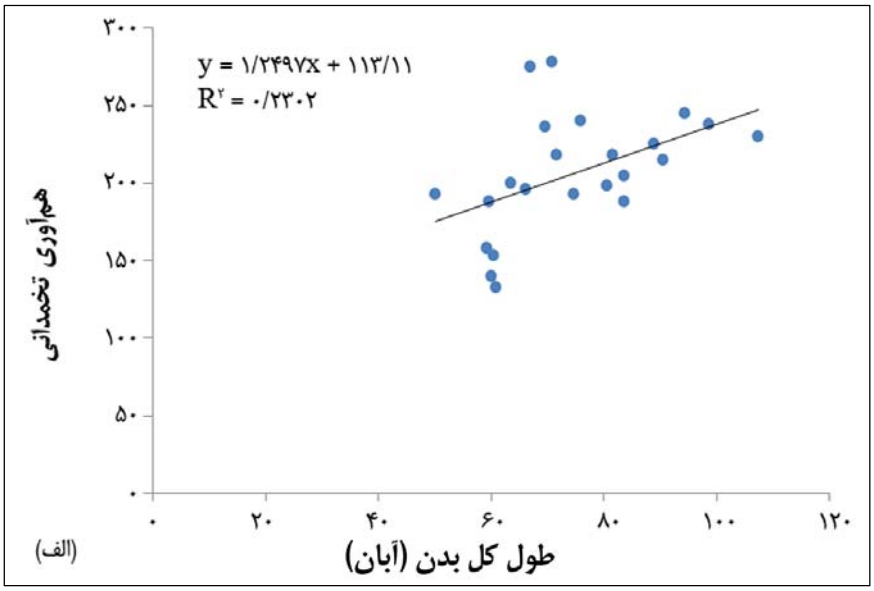
SE خطای استاندارد

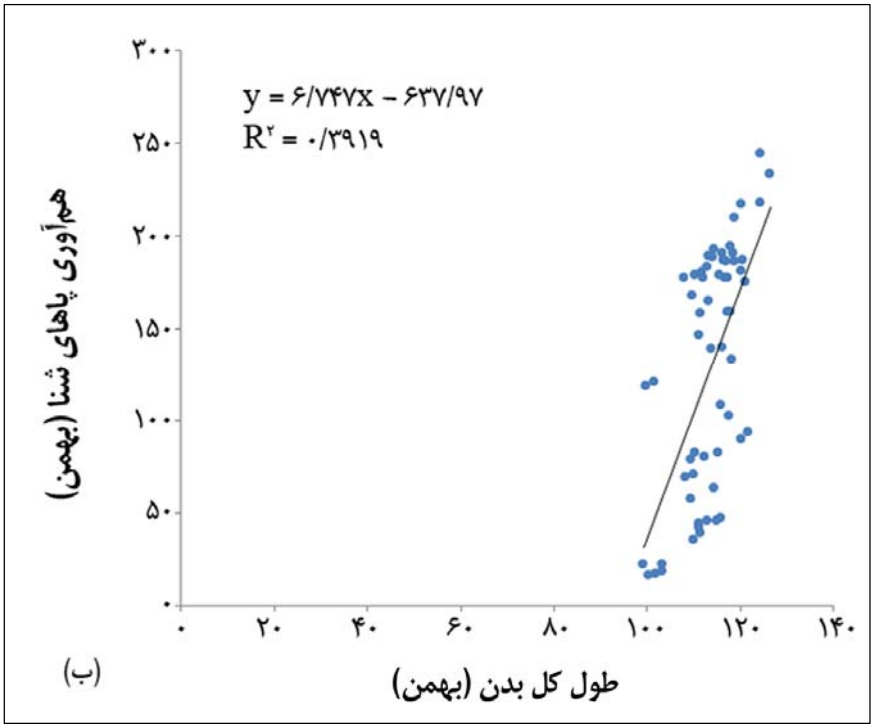
جدول ۲: مقایسه فصلی شاخص‌های رشد و توسعه سوماتیک و تناسلی خرچنگ‌دراز ماده (*Astacus leptodactylus*) در سدارس (سال ۱۳۹۰).

ماه	طول کلی بدن		تخم‌ها	وزن		قطر		هم آوری	
	دامنه (میلی‌متر)	میانگین ± SE		دامنه (گرم)	میانگین ± SE	دامنه (میلی‌متر)	میانگین ± SE	دامنه	میانگین ± SE
آبان	۵۰/۰۸-۱۰۷/۳۹	۷۴/۴۱ ± ۲۲/۷۹	تخمک‌های درون تخمدان (آبان)	۰/۰۱۸-۰/۰۳۵	۰/۰۲۶± ۰/۰۰۵	۰/۸۳-۱/۲۵	۱/۰۰±۰/۰۱۱	۱۳۲-۲۷۵	۶۰/۵۵ ± ۳۸/۰۸
بهمن	۹۹/۲۵-۱۲۴/۴۴	۱۱۴/۱۲ ± ۲۳/۴۵	تخم‌های چسبیده به پاهای شنا (بهمن)	۰/۱۰-۰/۱۶۲	۰/۰۴۴±۰/۰۳۶	۱/۰۷-۶/۵۹	۲/۲۰±۱/۲۶	۱۶-۲۴۴	۱۲۹/۵۱ ± ۶۵/۸۷

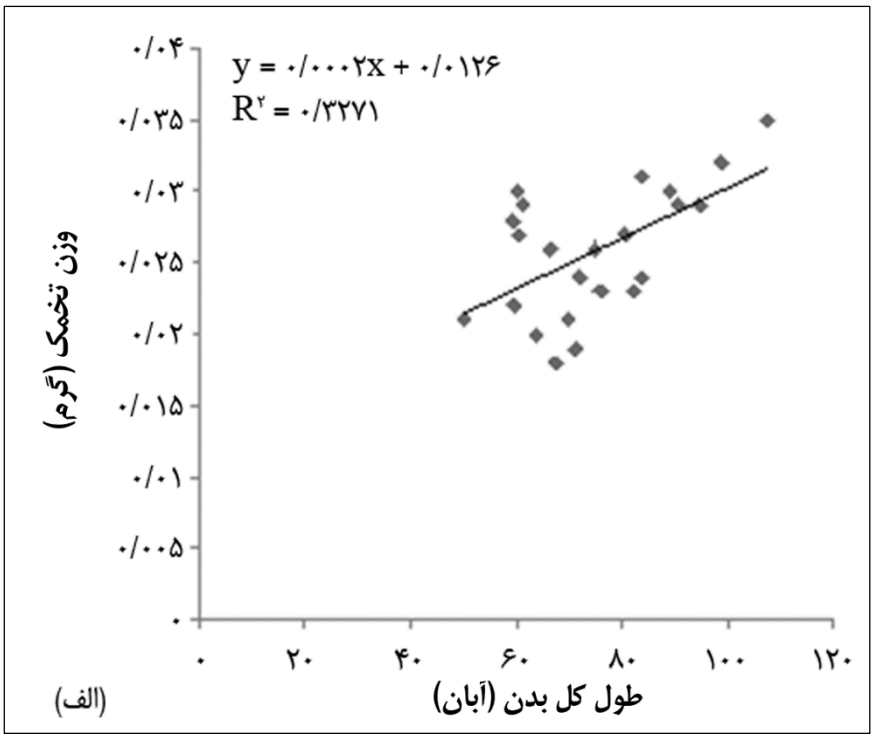
جدول ۳: مقایسه هم‌آوری مطلق و نسبی خرچنگ‌دراز ماده (*Astacus leptodactylus*) در سدارس (سال ۱۳۹۰).

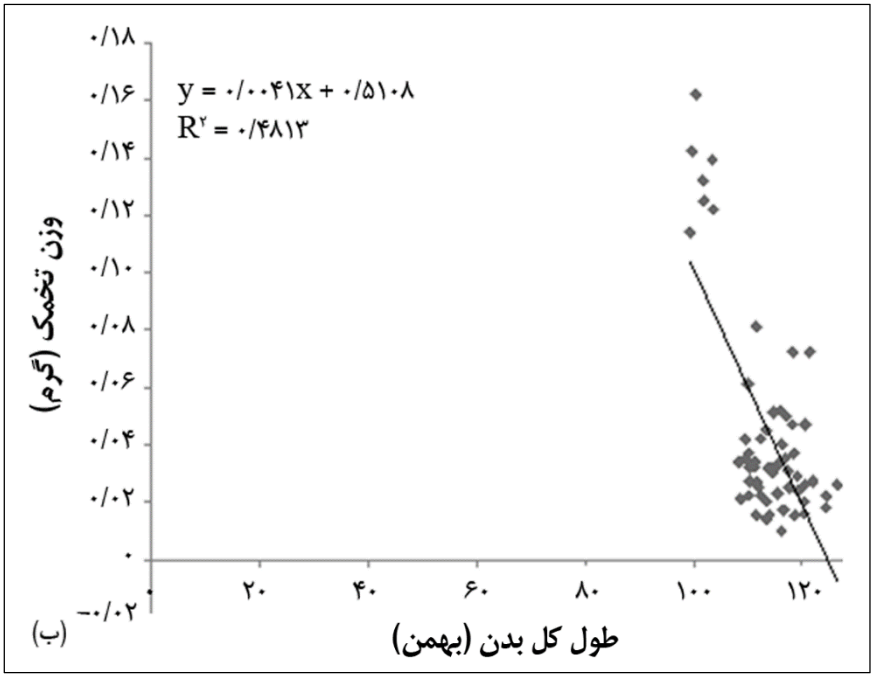
ماه	تعداد نمونه‌ها	وزن کلی بدن (گرم)	هم‌آوری مطلق (تخمدانی)	هم‌آوری نسبی
آبان	۲۵	۱۲/۶۷±۴۲/۹۵	۳۸/۰۸ ± ۲۰۶/۵۵	۴۸۰/۷۹
بهمن	۲۵	۲۱/۱۳±۵۷/۱۸	۶۵/۸۷±۱۲۹/۵۱	۲۲۶/۴۹



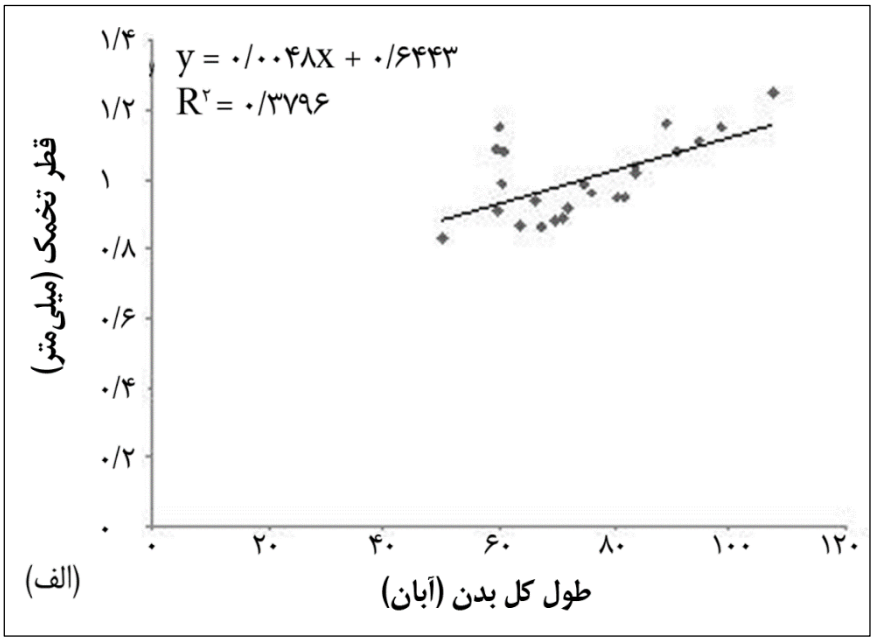


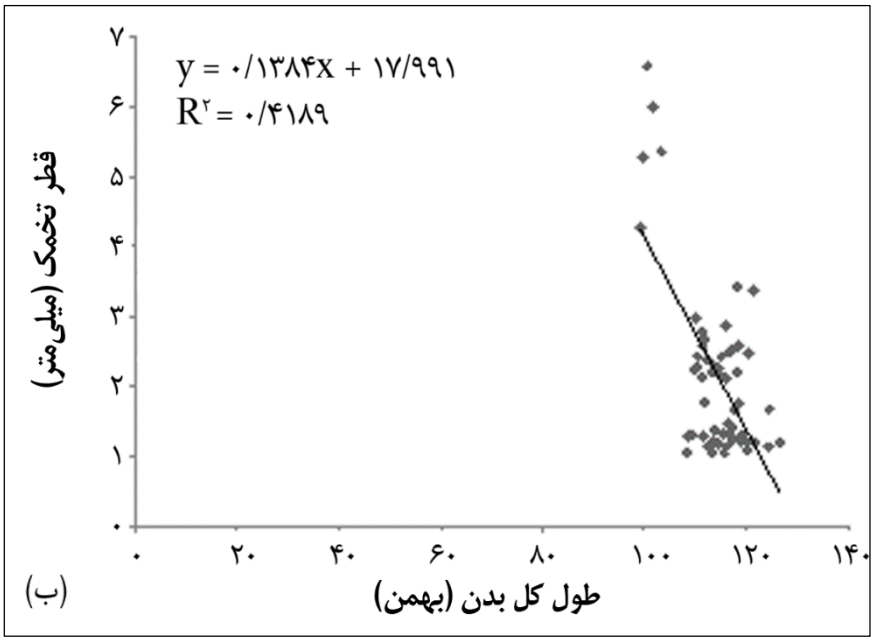
شکل ۱: (الف) رگرسیون خطی بین اندازه ماده و هم‌آوری تخمدانی در آبان ماه (ب) بین اندازه ماده و هم‌آوری پاهای شنا در بهمن ماه (خرچنگ دراز چنگال باریک *Astacus leptodactylus*) صید شده از سد ارس (سال ۱۳۹۰) (تعداد=۲۵).



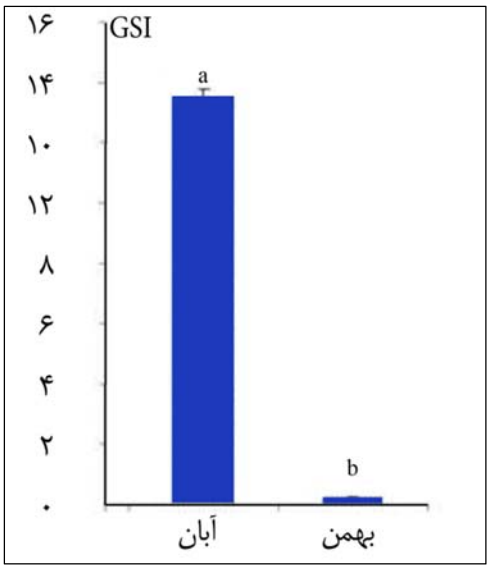


شکل ۲: (الف) رگرسیون خطی بین اندازه ماده و وزن تخمک‌ها در آبان ماه (ب) بین اندازه ماده و وزن تخمک‌ها در بهمن ماه در خرچنگ دراز چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) صید شده از سد ارس (سال ۱۳۹۰) (تعداد=۲۵).





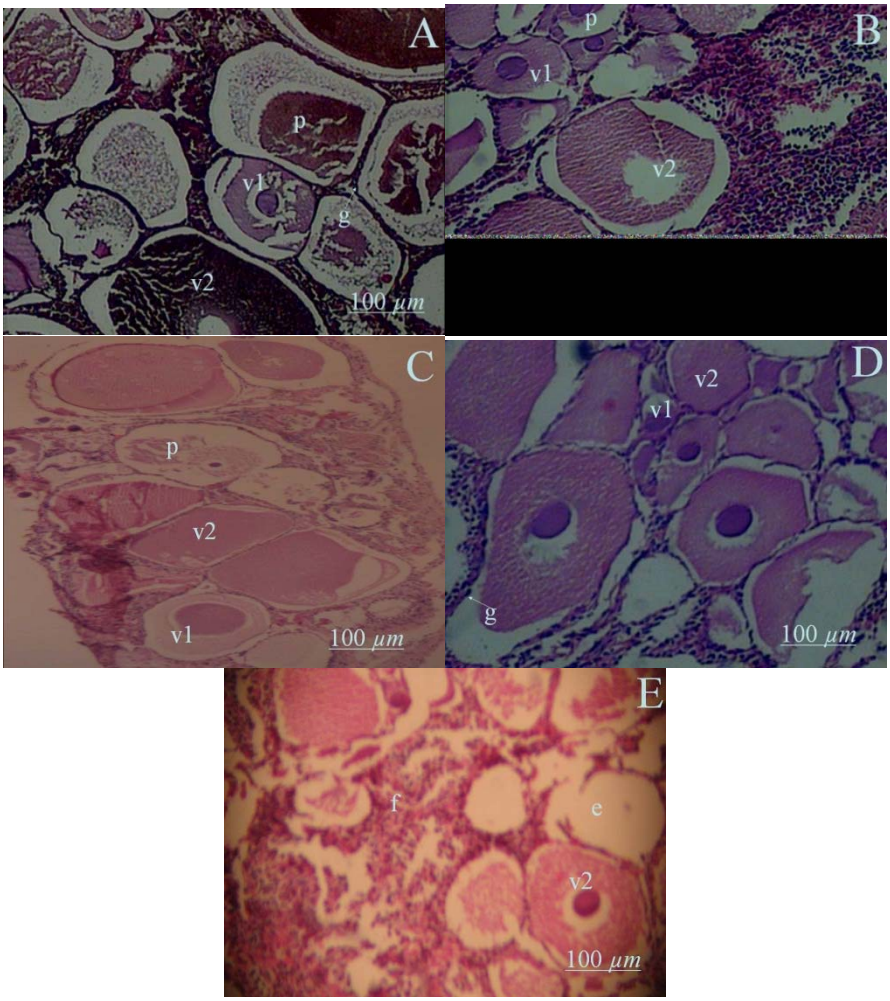
شکل ۳: (الف) رگرسیون خطی بین اندازه ماده و قطر تخمک‌ها در آبان‌ماه (ب) بین اندازه ماده و قطر تخمک‌ها در بهمن‌ماه خرچنگ دراز چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) صید شده از سد ارس (سال ۱۳۹۰) (تعداد=۲۵).



شکل ٤: شاخص رشد تخمدانی (GSI) خرچنگ‌های‌دراز (*Astacus leptodactylus*) آب شیرین نمونه‌برداری شده در فصول مختلف در سدارس (سال ۱۳۹۰) (تعداد=۲۵).

شکل ٥: مراحل مختلف توسعه تخمک‌ها درون تخمدان خرچنگ‌دراز چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) در سدارس (سال ۱۳۹۰).

s1: مرحله اول. s2: مرحله دوم. s3: مرحله سوم. s4: مرحله چهارم



شکل ٦: بافت تخمدان خرچنگ‌دراز چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) در سد ارس (سال ۱۳۹۰). در ماه‌های خرداد (A) و مرداد (D،C،B) E: فضای خالی درون تخمدان‌های تخم‌ریزی کرده. f: فولیکول اپیتلیومی: p: تخمک پرویتلوژنیک. v1: تخمک ویتلوژنیک اولیه. v2: تخمک ویتلوژنیک ثانویه. g: جرماریوم (محل رشد اووگونیوم).

بحث و نتیجه‌گیری

پیش از این تأثیرگذاری طول بدن ماده‌ها بر تعداد تخم‌ها در برخی گونه‌های خرچنگ‌دراز به اثبات رسیده است (Sommer, 1984; Rouse and Yeh, 1995; Schulz and Smietana, 2001). با این‌حال با توجه به این‌که اطلاعات منتشر شده راجع به هم‌آوری تخمدانی جمعیت‌های مختلف خرچنگ دراز در یک دامنه وسیع ازجمله ۲۱۱ تخم به ازای هر ماده از جمعیت دریاچه اگریدیر ترکیه (Ko¨ksal, 1988)، ۲۷۶ تخم، به ازای هر ماده جمعیت سواحل شمالی دریای خزر (Kolmykov, 2002)، ۲۱۰ تخم، به ازای هر ماده جمعیت دریاچه Divzak تا ۴۱۰ تخم، برای افراد جمعیت دریاچه مازوریان لهستان میانگین ۳۷۴ تخم (Stypinskaya, 1978)، همچنین ۲۰۴، ۲۱۰ و ۱۳۹ تخم به ازای هر ماده به ترتیب در دریاچه‌های نروژ، فنلاند و لیتوانی (Skurdal and Taugbol, 2002) بود. مشابه این نتایج متغیر هم‌آوری در جمعیت‌های ایرانی این گونه نیز ارائه شده است (Karimpour *et al*., 1989a; Karimpour and Hosseinpour, 1999; Karimopour and Taghavi, 2002; Danesh-Khosh-Asl and Karimpour, 2004)، که همگی با نتایج هم‌آوری تخمدانی در تحقیق حاضر (۱۲۹/۵) نیز تفاوت چشمگیری را نشان می‌دهند. این نتایج نشان دهنده دامنه متغیر

هم‌آوری در جمعیت‌های مختلف این گونه است که می‌تواند بیانگر لزوم تعیین هم‌آوری جمعیت‌های مختلف در فواصل زمانی مشخص برای تعیین قدرت باروری و در صورت نیاز انجام اقدامات لازم در جهت حفظ و استمرار نسل آن جمعیت باشد. Reynolds و همکاران (۱۹۹۲)، تفاوت تعداد تخم‌ها در جمعیت‌های مختلف یک گونه را بازتاب عوامل مختلفی همچون تفاوت‌های ژنتیکی ایجاد شده در جمعیت‌های مختلف و یا تغییرات کیفی شرایط محیطی دانستند.

علاوه بر این در مقایسه نتایج هم‌آوری خرچنگ‌های‌دراز مطالعه حاضر با مطالعات پیشین روی افراد همین جمعیت نیز تفاوت‌های جالب توجهی دیده شد. در مقایسه بین میانگین هم‌آوری تخمدانی در این مطالعه با نتایج Karimpour و Taghavi (۲۰۰۲) یعنی به ترتیب ۲۰۶/۵ و ۴۲۰ تخم و نیز میانگین هم‌آوری پاهای شنا در این تحقیق با نتایج Karimpour و Hosseinpour (۱۹۹۹) یعنی به ترتیب ۱۲۹/۵ و ۳۲۲ تخم تفاوت چشمگیری مشاهده گردید. باتوجه به مشابهت اندازه بدن ماده‌های هر دو مطالعه مذکور (Karimpour and Hosseinpour, 1999; Karimpour and Taghavi, 2002) با مطالعه حاضر دلیل این تفاوت را احتمالاً نمی‌توان به مولدین نسبت داد. با این حال اگر چه دلایل این موضوع ناشناخته است، ولی شاید بتوان آن را ناشی از کاهش کیفیت آب و پارامترهای زیستی دریاچه سد ارس در طی دهه اخیر دانست.

از سوی دیگر تفاوت معنی‌دار بین هم‌آوری تخمدانی و هم‌آوری پاهای شنا در مطالعه حاضر می تواند ناشی از عوامل متفاوتی از جمله تخمک‌هایی که امکان بارور شدن را نداشته یا تخمک‌هایی که نتوانسته‌اند به زواید پاهای شنا متصل شده و لذا حذف گردیده‌اند (Abrahamsson, 1972)، تخمک‌هایی که در طی دوره انکوباسیون به دلیل کیفیت نامناسب عوامل محیطی از دست رفته‌اند (Savolainen *et al*., 1996; Kozak *et al*., 2006) و یا جداشدن تخمک‌ها از پاهای شنا در طی جنگ و جدال خرچنگ‌های دراز مادر باشد.

در جمعیت‌های ترکیه‌ای خرچنگ دراز گونه *A. leptodactyls* همانند نتایج تحقیق حاضر، میانگین هم‌آوری پاهای شنا به طرز معنی‌داری متاثر از اندازه بدن ماده‌ها بود (Ko¨ksal, 1988; Harlıog˘lu *et al*., 2004). از سوی دیگر Kozak و همکاران (۲۰۰۲) گزارش نمودند که اندازه بدن ماده‌ها به صورت معنی‌داری با GSI و هم‌آوری خرچنگ‌دراز خاردار (*Orconectes limosus*) همبستگی داشته است. در این تحقیق نیز GSI و هم‌آوری خرچنگ‌دراز به تناسب اندازه بدن ماده افزایش یافت.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که یک نوع همبستگی مثبت بین قطر و وزن تخمک‌ها با طول بدن ماده‌ها در بهمن‌ماه وجود داشته است. حال آنکه این نوع رابطه همبستگی در برخی دیگر از گونه‌های مورد مطالعه از جمله *Astacus astacus* (Abrahamsson, 1971)، *Pacifastacus leniusculus* (Abrahamsson, 1971, Nakata *et al*., 2004) و *Combaroides japonicas* (Nakata and Goshima, 2004) و حتی جمعیت دیگری از همین گونه در ترکیه (Harlıog˘lu and Tu¨rkgu¨lu¨, 2000) مشاهده نگردیده است. چنین تفاوتی نیز همچون موارد پیشین می‌تواند ناشی از تغییرات ژنتیکی بین جمعیتی باشد. به علاوه اینکه با توجه به هم‌آوری کمتر افراد این جمعیت نسبت به جمعیت‌های دیگر همین گونه می‌توان انتظار داشت که تعداد کمتر تخمک‌ها امکان رشد قطری و وزنی بهتری را فراهم می‌آورد.

در اسلایدهای بافت‌شناسی مطالعه حاضر هیچ نشانه‌ای دال بر اینکه خرچنگ‌دراز ماده بیش از یک‌بار در سال تخم‌ریزی می‌کند، وجود ندارد. چرا که فقط تعداد کمی تخمک توسعه یافته در تخمدان‌های تخم‌ریزی کرده بهمن‌ماه باقی مانده بود. Lucic و همکاران (۲۰۰۶) اظهار نمودند که تخم‌های توسعه یافته باقیمانده در تخمدان *Astacus astacus* به تدریج جذب بافت تخمدان می‌شوند و امکان ریختن آن‌ها در فصول بعد وجود ندارد. از سوی دیگر نتیجه مطالعه‌ای روی خرچنگ‌دراز *Combaroides japonicus* نشان داد که امکان تخم‌ریزی چندمرتبه‌ای این خرچنگ‌دراز وجود دارد (Nakata and Goshima, 2004). آن‌ها نتیجه گرفتند که اگر تخمک‌های توسعه نیافته مراحل اول در تخمدان‌های تخم‌ریزی کرده باقیمانده باشد، نشانگر امکان شرکت این تخمک‌ها در مراحل بعدی تخم‌ریزی و امکان تخم‌ریزی چندمرحله‌ای آن‌ها می‌باشد. در مطالعه حاضر نیز وجود مراحل مختلف رسیدگی تخمک‌ها در اغلب اسلایدهای تهیه شده از فصول مختلف

می تواند بیانگر این واقعیت باشد که مدل رشد تخمدانی خرچنگ‌دراز آب شیرین گونه *A. leptodactylus* عموماً از الگوی رشد غیرهمزمان (Asynchronous) تبعیت نموده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هم‌آوری تخمدانی و هم‌آوری پاهای شنا همبستگی مثبت با طول بدن ماده‌ها نشان داده‌اند، یعنی با افزایش طول بدن هم‌آوری تخمدانی و نیز هم‌آوری پاهای شنا افزایش یافت. علاوه بر این ماده‌های بهمن‌ماه که میانگین وزنی بیش‌تری نسبت به نسبت به نمونه‌های آبان ماه داشتند، تخم‌های با قطر و وزن بیشتری تولید می‌کنند. چه در آبان و چه در بهمن‌ماه مولدین بزرگ‌تر تعداد تخم‌های بیش‌تری در مقایسه با نمونه‌های کوچک‌تر تولید می‌کنند. بنابراین با توجه به اینکه تخم‌های بزرگتر معمولاً جوونایل‌های مقاوم‌تر و قوی‌تری را تولید می‌کنند، استفاده از ماده‌های بزرگتر به عنوان مولد در هچری‌هایی که از مولدین سد ارس استفاده می‌کنند توصیه می‌شود.

منابع

Abdolmaleki, M., 2007. Anzali lagoon freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* stock assessment. Caspian Sea Bony Fishes Research Center, Bandar Anzali, 71p.

Abercrombie, M., Hickman, M., Johnson M. L. and Thain, M., 1992. The Penguin Dictionary of Biology. 8th edition, Penguin Books, Hammond worth, England, 600p.

Abrahamsson, S. A. A., 1971. Density, growth and reproduction in populations of *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* in an isolated pond. Oikos, 22: 373-380.

Abrahamsson, S. A. A., 1972. Fecundity and growth of some population of *Astacus astacus in* Sweden. Reproduction Inst. Freshwater Research, 52: 23-37.

Coccia, E., De Lisa, E., Di Cristo, C., Di Cosmo, A. and Paolucci1, M., 2010. Effects of estradiol and progesterone on the reproduction of the freshwater crayfish *Cherax albidus.* Biology Bulletin, 218(1): 36-47.

Danesh-Khosh-Asl, A. and Karimpor, M., 2004. The reproductive biology of the Caspian crayfish *Astacus leptodactylus* in the Iranian coast (Anzali lagoon). Final report of a research project, Inland Water Aquaculture Institute, Bandar Anzali, 72p.

Ferré, L. E., Medesani, D. A., Fernando García, C., Grodzielski, M. and Rodríguez, E. M., 2012. Vitellogenin levels in hemolymph, ovary and hepatopancreas of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) during the reproductive cycle. Revista de biologia tropical, San José, Costa Rica mar. (HTML copy), volume, 60(1).

Harlıog˘lu, M. M. and Tu¨rkgu¨lu¨, I., 2000. The relationship between egg size and female size in freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*. Aquaculture international, 8: 95- 98.

Harlıog˘lu, M. M., Barım, O¨., Tu¨rkgu¨lu¨, I. and Harlıog˘lu, A. G., 2004. Potential fecundity of an introduced population, Keban Dam Lake, Elazıg˘, Turkey, of freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus leptodactylus* (Esch., 1852). Aquaculture, 230: 189–195.

Karimpour, M. and Hosseinpour, S. N., 1999. Population dynamism and determination of MSY of Aras water reservoir freshwater crayfish *Astacus leptodactylus.* Caspian Sea Bony Fishes Research Center, Bandar Anzali, 186p.

Karimpour, M., Hosseinpour, S. N. and Haghighi, D., 1989a. Anzali Lagoon freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* biological survey. Gillan Fisheries Research Center, Bandar Anzali, 57p.

Karimpour, M., Haghighi, D. and Hosseinpour, S. N., 1989b. Aras Dam freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* biological survey. Western Azerbaijan Fisheries organ, Urmia, 43p.

Karimpour, M. and Taghavi, S. A., 2002. The research on biological characteristics, density of distribution and test for best kind traps to fish Caspian Sea crayfish *Astacus leptodactylus eichwaldii.* Caspian Sea Bony Fishes Research Center, Bandar Anzali, 163p.

Karimpour, M., Harliogˇlu, M. M. and Aksu, Ö., 2011. Review Status of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*) in Iran. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 401(18): 1-15.

Köksal, G., 1988. *Astacus leptodactylus* in Europe. Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation (Eds by D.M. Holdich and R.S.Lowery), Chapman and Hall, London, pp. 365–400.

Kolmykov, E. B., 2002. *Pontastacus eichwaldi* Bott, 1950. Caspian Sea Fisheries Research Institute, Astrakhan, 8p.

Kozak, P., Buric, M. and Policar, T., 2006. The fecundity, time of egg development production and juvenile in spiny- cheek crayfish (*Orconectes limosus*) under controlled conditions. Bulltein Francias de la Pêche et de la Pisciculture, 380-381: 1171-1182.

Lucic, A., Erben, R. and Lackovic, G., 2006. Morphological changes in *Astacus astacus* gonads during the reproductivecycle. Bulltein Francias de la Pêche et de la Pisciculture, 380-381: 1183-1196.

Nakata, K. and Goshima, S., 2004. Fecundity of the Japanese crayfish, *Combaroides japonicus;* ovary formation, egg number and egg size. Aquaculture, 242: 335-343.

Nakata, K., Tanaka, A. and Goshima, S., 2004. Reproduction of the alien crayfish species *Pacifastacus leniusculus* in Lake shikaribetsu, Hokkaido, Japan. Journal of Crustacean Biology, 24: 496-501.

Naviri, S., 1994. Distribution of narrow clawed crayfish *Astacus leptodactylus* in Anzali harbor. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 4: 13-22.

Pursiainen, M., Jarvenpa, T. and Westman, K., 1989. The reproductively of female noble crayfish *Astacus astacus* in northern oligotrophic Lake. Freshwater crayfish, 7: 99- 105.

Reynolds, J. D., 2003. Growth and reproduction. *In:* Biology of Freshwater Crayfish, (Ed by D.M. Holdich). Blackwell Science Ltd., London, PP: 152-191.

Reynolds, J. D., Celada, J. D., Carral, J. M. and Matthews, M. A., 1992. Reproduction of Astacid crayfish in captivity-current developments and implications for culture, with special reference to Ireland and Spain. Invertebrate Reproduction Development, 22 (1-3): 253-266.

Rouse, D. B. and Yeh, H. S., 1995. Factors influencing spawning of *Cherax quadricarinatus in* indoor hatcheries. Freshwater crayfish, 10: 605-610.

Savolainen, R., Westman, K. and Pursiainen, M., 1996. Fecundity of Finnish noble crayfish, *Astacus astacus* L., and signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, in various natural habitats and in culture. Freshwater Crayfish, 11: 319- 338.

Schulz, R. and Smietana, P., 2001. Occurrence of native and introduced crayfish in northeastern Germany and northeastern Poland. Bulletin francais de la peche et de la pisciculture, 361: 629-641.

Skurdal, J. and Taugbol, T., 2002. *Astacus* in; Biology of freshwater crayfish (Ed by Holdich). Blackwell Science, UK. Pp. 467- 510.

Sommer, T. R., 1984. The biology response of the crayfish *Procombarus clarkii* to transplantation into California rice field. Aquaculture, 41: 373-384.

Souty-Grosset, C., Holdrich, D. M., Noel, P. Y., Reynolds, J. D. and Haffner, P., 2006. Atlas of craish in Europe. Publications Scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle**,** Paris.

Stypinskaya, M., 1978. Individual variabilities in absolute fecundity of crayfish *Astacus leptodactylus* occurring in the water of Majuran Lake District. Rocz. Nauk. Rdn.H, 93p.

Veladykov, V. D., 1964. Inland fisheries resources of Iran especially of the Caspian Sea with special reference to Sturgeon. Report to Government of Iran, FAO Report, FAO, Rome.volume188, 64p.