Archive of SID

مجله علوم دانشگاه تهران
جلد سی‌ام (۱۳۸۳) شماره ۳ (۴۵۰-۴۴۱)

بررسی تاثیر دوره‌های نوری بر رشد مراحل لاروی، دگردیسی و بقاء میگوی بزرگ آب شیرین *Macrobrachium rosenbergii*

علی مقیمی، فرشته قاسم زاده، علیرضا لطفی
گروه زیست شناسی دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد
(دریافت: ۸۲/۹/۴ ؛ پذیرش:۸۲/۱۲/۱۳)

چکیده

اهمیت میگو در تغذیه انسانی در نیم قرن اخیر بسیار مورد توجه بوده و لـذا تحقیقـات در خصـوص روش های بهینه کشت و پرورش آن و بررسی نقش عوامل محیطی بر سرعت رشـد و تکـوین آن ها از اهمیت خاصی برخوردار است. میگوی بزرگ آب شـیرین *(Macrobrachium rosenbergii)* یکی از گونه های مهم اقتصادی سخت پوستان است که در بسیاری کشورهای جهان مـورد کشـت و تغذیه انسان بوده و توجه به ساز وکارهای موثر در رشد و تکامل این گونه، تحقیقـات زیـادی را بـه خود معطوف نموده است. در این میان تاثیر دوره‌های نوری بر مراحل لاروی و درک مکانیسم های مرتبط با آن جایگاه خاصی داشته و در تحقیق حاضر نیز مورد توجه محققـین بـوده اسـت. بـه ویـژه ارتباط بین نور و سیستم اندوکرینی در حشرات بر اهمیت این گونه تحقیقـات افـزوده اسـت. بـرای بررسی تاثیر دوره‌های نوری بر مراحل لاروی و دگردیسـی میگـوی بـزرگ آب شـیرین، لاروهـای انتخاب شده که در مرحلـه یـک زنـدگی لاروی قـرار داشـتند بـه سـه گـروه تقسـیم و در معـرض دوره‌های نوری متفاوت (تاریکی‌مـداوم، دوازده سـاعت نـور - دوازده سـاعت تـاریکی و روشـنایی مداوم) قرار گرفتند. نمونه برداری و بررسی لاروها در مراحل و زمان های متفاوت نشـان داد کـه مراحل لاروی و دگردیسی در گروهی که سیر تکوینی خود را در نور مداوم گذرانده بودند، نسبت به دو گروه دیگر، بطور معنی داری سریعتر بود و معدل زمان دگردیسی در این گروه به میـزان ٤ روز سریعتر اتفاق افتاد. همچنین درصد بازماندگی لاروها در گـروه روشـنایی مـداوم بطـور معنـی داری از دو گروه دیگر بیشتر بود ($p<0.05$).

واژه‌های کلیدی: *Macrobrachium rosenbergii*، دوره نوری ، مراحل لاروی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نقش دوره‌های نوری در تنظیم بسیاری از فعالیت های فیزیولوژیک جانوران به اثبات رسیده است. رشد جسمی‌گروههای مختلفی از جانوران تحت تاثیر نور قرار دارد. برای مثال در مهره داران، پرندگانی که درمعرض دوره‌های متناوب نور وتاریکی قرارگرفتند (۲ ساعت نور و۲ ساعت تاریکی) سریعتر از آنهایی که در معرض نور روزانه (۱۲ساعت نور،۱۲ساعت تاریکی) قرار داشتند، رشد نمودند (Wilder *et al.* 1995) هامسترهای سوری که در معرض دوره‌های کوتاه نوری قرار گرفته‌بودند (۸ ساعت نور، ۱۶ ساعت تاریکی) بیشتر و سریعتر رشد کرده و تغذیه بهتری *داشتند* (Withyachumnarkul *et al.* 1990).

تاثیر دوره‌های مختلف نوری بر رشد سفره ماهیان بررسی شده و نشان داده شد که نور۱۲ ساعته باعث تشدید سرعت رشد و افزایش وزن می‌شود (Lahaye *et al.* 1976). درتحقیق دیگری که بر روی نوعی ماهی پهن (*Hippoglossus hippoglossus* L.) برای بررسی تاثیر دوره‌های نوری بر زمان بلوغ و رشد بدن صورت گرفت، مشخص شد که روشنایی مداوم علاوه بر افزایش میزان رشد، زمان بلوغ را تا سه ماه تسریع نموده است (Norberg *et al*. 2001).

فوتوپریودیسم و تغییرات فیزیولوژیک آشکار آن در بی مهره‌گان و بخصوص حشرات از دهه‌های گذشته مطرح بوده وتاثیر شدت و طول زمان نوردهی بررفتارحشرات نیز مورد تحقیق قرارگرفته است (Beck, 1968) درسخت پوستان نیزمشاهده شده که در روزهای کوتاه، بیشتر پوست اندازی می‌کنند (Aiken, 1969).

Macrobrachium rosenbergii نیز مانند سایر سخت پوستان تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد و تغذیه و رشد و نمو آن تغییر قابل توجهی را نشان می‌دهد. بطوریکه تحقیقات Cuijuan و همکارانش نشان دهنده‌ی ارتباط خطی مستقیم بین دما و نور با وزن بدن دراین گونه است. از طرفی، واکنش لاروهای *Macrobrachium rosenbergii* نسبت به نور، با مرحله بعد لاروی (Post larve) این جانور متفاوت‌است، بطوری‌که لاروها نور دوست بوده و به طرف منبع نور جذب می‌شوند. درحالیکه درمراحل بعد لاروی واکنش مخالف نشان داده و از نور می‌گریزند (Cuijuan *et al*. 2003).

دراین تحقیق تاثیر دوره های متفاوت نور بر نمو لاروها، زمان دگردیسی و درصد بقاء میگوی بزرگ آب شیرین مورد بررسی قرار گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روشها

لاروها: لاروهای مورد استفاده در این مطالعه از مخازن لاروی مرکز تکثیر میگوی آب شیرین واقع در عنبر آباد جیرفت تهیه شدند. بدین ترتیب که لاروها از مخازن تخم ریزی موجود در این مرکز برداشت و پس از شمارش، به‌ظروف آزمایشی تعبیه شده در اتاق مجزایی در همان محل، منتقل شدند.

تهیه آب لب شور: آب لب شور با غلظت ۱۲ قسمت در هزار در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت که از طریق رقیق نمودن آب دریا تهیه شد. آب دریا از مخازن مرکز تکثیر میگوی شهید کلاهی شهرستان میناب توسط تانکر به مرکز تکثیر عنبر آباد منتقل شده پس از شوری سنجی به نسبت لازم با آب شیرین (آب شهر) مخلوط شده آنگاه در مخازن‌مخصوصی از جنس پلی اتیلن کلرزنی و سپس هوادهی گردید. این آب پس از کلر سنجی و حصول اطمینان ازکلرزدایی شدن، در مخازن لاروی مورد استفاده قرار گرفت.

ظروف کشت لارو: برای کشت لارو از آکواریوم های پلی‌اتیلن با ابعاد ۴۰ × ۳۰ × ۲۵ سانتیمتر استفاده شد که با توجه به رنگ بدنه (مشکی)، نسبت به نور غیر قابل نفوذ بودند. هر ظرف تا ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر آبگیری شد و بدین ترتیب هر آکواریوم محتوی۲۰ لیتر آب بود.

تراکم: تراکم لارو در ظروف کشت ۱۰ عدد در لیتر در نظر گرفته شد و برای این منظور ۲۰۰ عدد لارو به هر آکواریوم منتقل گردید.

منبع نور و شدت آن: منبع نور عبارت بود از لامپ ۴۰ وات، که در سطح آب نور مناسب را تامین می‌کرد.

دما: درطول آزمایش دمای آب در آکواریوم ها درحد 29 ± 1 °C ثابت نگهداشته شد زیرا درجه حرارت مذکور برای حداکثر بازدهی دمای مطلوب محسوب شده است (Hunter *et al*. 1985).

تغذیه لاروها: تغذیه لاروها با ناپلی آرتمیا(*Artemia nauplii*)، سیست کپسول‌زدایی شده‌ی آرتمیا و مخلوط دست‌ساز مطابق‌برنامه غذایی تعیین‌شده انجام می‌گرفت (Barros *et al*., 2003 and Ekaterina *et al*., 2002).

گروههای آزمایشی

ظروف آزمایشی با مشخصاتی که ذکر شد به ترتیب در شرایط نوری زیر قرار گرفتند:

www.SID.ir

Archive of SID

گروه ۱- در تاریکی دائم (L0:D24) قرار گرفتند. برای جلوگیری از نفوذ نور علاوه بر اینکه دیواره آکواریوم نسبت‌به نور نفوذناپذیر بود. سرپوش سیاه رنگی در تمام شبانه روز روی آکواریوم قرار داده شد.

گروه ۲- ۱۲ ساعت در معرض نور و ۱۲ ساعت (۸شب تا ۸ صبح) در تاریکی قرار گرفت (L12:D12).

گروه ۳- روشنایی دائم (L24:D0) که نور یکنواخت را بطور شبانه روزی دریافت می‌کرد.

ثبت فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی

دما، درجه شوری وpH هر آکواریوم روزانه اندزاه‌گیری و در جدول مربوط ثبت می‌شد برای اندازه‌گیریpH از کیت Aquamerk ساخت آلمان استفاده شد. درجه شوری توسط رفراکتومتر یا شوری‌سنج چشمی اندازه‌گیری شد.

نمونه‌برداری و بررسی مراحل لاروی

نمونه‌برداری از هرظرف کشت لارو، دوبار در هفته انجام شده و شکل ظاهری لاروها توسط لوپ دو چشمی ZEISS با درشنمایی ۵۰× بررسی می‌شد. برای این منظور از هر ظرف پنج‌نمونه برداشته شده و مرحله لاروی هر یک با توجه به تقسیم بندی Uno and Soo (1969) تعیین و درجدول مربوط ثبت‌می‌گردید. از میان ویژگی‌هایی که برای تشخیص مرحله بعد لاروی بکار می‌رود، در این تحقیق از مشخصات ذیل استفاده شد:

۱. در لاروها شکم خمیده است، بطوریکه پاهای شنا و پاهای حرکتی روی یک سطح قرار نمی‌گیرد، درحالیکه در نمونه‌های بعد لاروی، شکم مستقیم است بطوریکه پاهای شنا و پاهای حرکتی روی یک سطح قرار دارند.
۲. لاروها عمدتاً با حرکات اگزوپودیت‌های پاهای حرکتی (پریودها) شنا می‌کنند در جریان دگردیسی این‌اگزوپودیت‌ها تغییر شکل داده و طی پوست اندازی پس از دگردیسی (Postmetamorphic)، به شکل یک بر آمدگی‌کوچک در می‌آید.
۳. در لاروهای مرحله یازده، اندوپودیت دومین پای حرکتی از سه قطعه تشکیل شده است، بطوریکه دومین و سومین‌قطعه آن نسبت به اولین قطعه زاویه‌ای را می‌سازد، در حالیکه در مرحله بعد لاروی، این بخش از سه قطعه تشکیل شده که درامتداد یکدیگر قرار دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

۴. دندانه میانی کاراپاس که از مرحله چهارم لاروی مشهود است، طی دگردیسی از میان می‌رود و در مرحله بعد لاروی دیده نمی شود.
۵. در لارو مرحله ۱۱ لبه فوقانی روستروم مسلح به تعداد زیادی دندانه کوچک است ولی لبه تحتانی فاقد دندانه‌است، در حالیکه روسترم مرحلـه بعـد لاروی دارای ۱۱ دندانـه پشتی بلند و پنج دندانه شکمی است.
۶. لاروها زندگی پلانکتونی داشته، سطح شکمی آنها رو به بالا قرار می‌گیرد. در حالیکـه طی دگردیسی، حیوانات مرحله بعد لاروی به زندگی کف زی روی می‌آورند و رفتار و طرز شنا کردن آنها مشابه میگوهای جوان می‌شود.

دگردیسی: برای بررسی تاثیر دوره نوری بر دگردیسی لاروهـای میگـوی آب شـیرین، در ایـن تحقیق از ملاکهای زیر استفاده‌شده است:

PL1: روزی که اولین مرحله بعد لاروی در ظرف آزمایشی مشاهده می‌شد.

PL50%: روزی که ۵۰٪ لاروهای هر ظرف به مرحله بعد لاروی وارد می‌شدند.

PL90%: روزی که ۹۰٪ لاروهای هر ظرف به مرحله بعد لاروی تبدیل می‌شدند.

PL90%-PL1: روزی که به عنوان زمان دگردیسی در نظر گرفته شده و عبارت اسـت از تفـاوت زمانی اولین Post larva دیده شده، بـا زمـانی کـه ۹۰٪ لاروهـا بـه مرحلـه بعـد لاروی تبـدیل می‌شدند.

برای تحلیل آماری نتایج از نرم‌افزار SPSS 9.0 و روش ANOVA استفاده شده است.

نتایج

مقایسه گروههای آزمایشی با یکدیگر در طول دوره

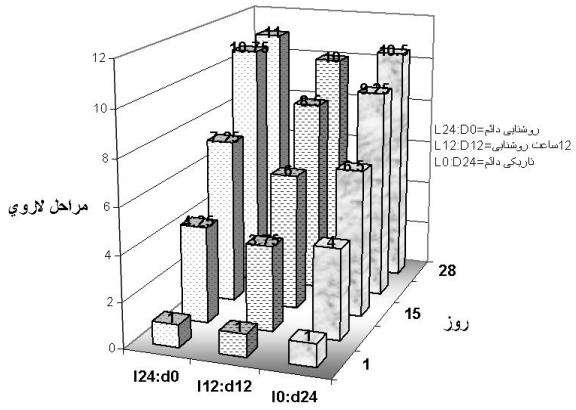
مقایسه گروه L24:D0 با گروه L12:D12 نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری میـان دو گـروه از روز پانزدهم شروع و تا پایان آزمایش وجود دارد ($P<0.05$) (شکل۱).

گروههای L0:D24, L24:D0 از روز پانزدهم تفاوت معنی‌داری پیدا می‌کننـد و ایـن تفـاوت تـا پایان دوره معنی‌دار بود ($P<0.05$) (شکل۱).

تفاوت میان گروههای L0:D24 , L12:D12 نه تنها در روز پانزدهم معنـی‌دار نبـود بلکـه در پایان دوره نیز تفاوت معنی داری نشان نداد، تنها در روز ۲۲ تفاوت میان این دو گروه معنـی‌دار بوده‌است (شکل۱).

www.SID.ir

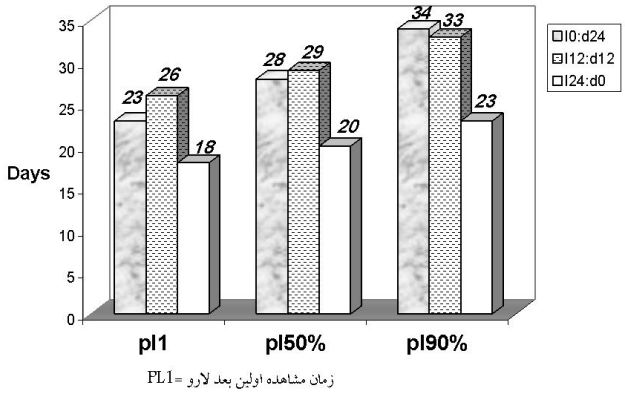
Archive of SID



شکل۱- مقایسه‌ی مراحل لاروی در سه دوره نوری مختلف

نتایج مربوط به دگردیسی

داده‌های مربوط به دگردیسی در شکل۲ آمده است:



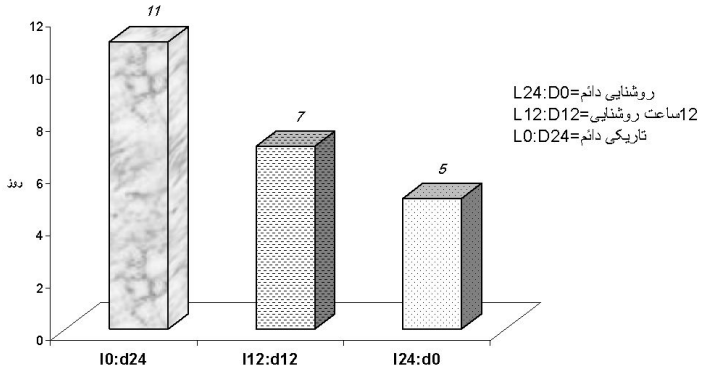
شکل۲- مقایسه‌ی زمان شروع دگردیسی در سه دوره نوری مختلف

اولین مرحله بعد لاروی(PL1): تحلیل آماری نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌داری میان اعداد مربوط به PL1 درگروههای آزمایشی است تفاوت میان گروه L24:D0 با دو گروه دیگر معنی‌دار است ولی دوگروه L0:D24 و L12:D12 اختلاف معنی‌داری را با هم نشان نمی‌دهند ($P<0.05$).

زمان دگردیسی(PL90%-PL1): زمان دگردیسی در دو گروه L24:D0 و L0:D24 تفاوت معنی‌داری‌نشان می‌دهند ولی گروه L12:D12 با دو گروه دیگر تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد. شکل۳ زمان دگردیسی مذکور را در گروههای سه گانه، در مقایسه با یکدیگر نشان می‌دهد (شکل۳).

www.SID.ir

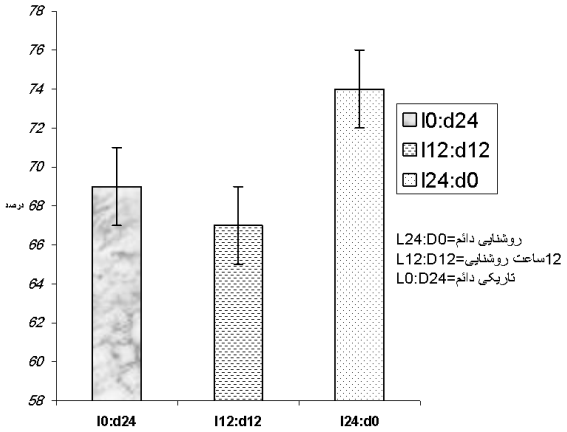
Archive of SID



شکل۳- مقایسه‌ی زمان دگردیسی در سه دوره نوری مختلف

درصد بقاء (بازماندگی): درصد بازماندگی لاروها در هر گروه آزمایشی محاسبه و نتایج حاصله در شکل۴ نشان داده شده است.

بازماندگی گروه L24:D0 با دو گروه دیگر معنی‌دار است ولی تفاوت گروههای L12:D12 و L0:D24 بایکدیگر معنی‌دار نیست (شکل۴).



شکل۴- درصد بازماندگی در سه دوره نوری مختلف

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که نور مداوم L24:D0 نمو لاروهای *M. rosenbergii* را تحریک و زمان دگردیسی راکوتاه می‌کند. همانند سایر حیواناتی که دوره‌های نوری بر میزان رشد و نمو آنها تاثیر می‌گذارد، و لیکن مکانیسم‌های این پدیده بخوبی شناخته نشده است.

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم غدد درون ریز سخت پوستان کاملا با آنچه در مهره داران دیده می‌شود متفاوت است و هنوز کلیه مکانیسم های در گیر در آن بخوبی شناسایی نشده است. رشد و نمو سخت پوستان تحت تاثیر پوست اندازی است که خود تحت تاثیر افزایش دوره‌ای اکدی‌استروئیدها (Ecdysteroids) است. اکدی استروئیدها به شکل الفا- اکدیزون توسط اندام-y تولید می‌شود. این‌ترکیب سپس در اندام‌های هدف به انواع فعال اکدی استروئیدها تبدیل می‌شود (Tesukimura and Borst, 1992). یکی از فراوان‌ترین این ترکیب‌بتا - اکدیزون است و ۲۰- هیدروکسی اکدیزون نیز نوع شناخته شده آن در ده پایان است (Ei Haj *et al.,*1997). تولید آلفا - اکدیزون‌توسط اندام y بوسیله یک هورمون پیتیدی بنام هورمون مهار کننده پوست‌اندازی (MIH) که توسط لب بینایی (Optic lobe) ترشح می‌شود، مهار می‌گردد . همچنین افزایش تولید ان- استیل ترانس فراز(N-acetyltransferase) و ملاتونین در نتیجه تابش مداوم نور از لب بینایی گزارش شده است (Withyachumnarkul *et al.*, 1992 & 1999). درداخل ساختارهای متعلق به لوب بینایی و بخصوص در Medulla Terminalis چندین گروه از سلولهای عصبی- ترشحی که تحت عنوان *اندام* X شناخته می‌شوند، قرار دارند و چندین هورمون پیتیدی از جمله MIH را ترشح می‌کنند. این هورمون‌ها در طول آکسون‌حمل شده و در انتهای آنها که درمحلی به نام غده سینوسی متمرکز شده‌اند، رها می‌شوند (Tesukimura and Boost, 1992). غده سینوسی‌توسط همولنف احاطه شده و بدین ترتیب یک اندام Neurohemal محسوب می‌شود که به عنوان محلی‌برای ذخیره و ترشح هورمون‌های پپتیدی تولید شده توسط سلولهای عصبی - ترشحی عملی می‌کند.

یک مکانیسم احتمالی برای توجیه اثر نور بر این مراحل، ممکن است مربوط به کاهش تولید MIH توسط سلولهای عصبی ترشحی اندام X باشد و در نتیجه تولید آلفا - اکدیزون از اندام Y افزایش یابد. این امر منجر به افزایش فرکانس پوست اندازی و رشد و نمو لاروها می‌شود. فرضیه دیگری که با توجه به گزارشات اخیر در مورد تولید کننده ی ماده مهار کننده اندام دهانی (MOIH) بخش پایه چشمی مطرح می‌شود ، بدین ترتیب است که نور از طریق اندام X و تولید MOIH موجب مهار تولید هورمون جوانی MH و درنتیجه، کوتاه شدن دوره‌های لاروی و زمان دگردیسی دراین گونه از سخت پوستان می‌گردد (Liu and Laufer, 1996, Wainwright *et al*., 1996). درتحقیق دیگری نشان داده شده است که در *Macrobrachium rosenbergii* و سایر گونه‌های ده پایان، تولیدمثل تحت تاثیر هورمون مهارکننده ویتلوژنز (Vitellogenesis Inhibiting Hormone) و نیز احتمالاً هورمون تحریک کننده ویتلوژنز (Vitellogenesis Stimulating Hormone) قرارمی‌گیرد (Wilder *et al.,*1994)

www.SID.ir

Archive of SID

و با توجه به حضور هورمون مهار کننده ویتلوژنز در جسم پایه چشمی و هورمون محرک ویتلوژنز در مغز و گانگلیون سینه ای ده پایان، احتمال تاثیر دوره‌های متفاوت نوری با واسطه هورمون‌های مذکور بر مراحل تولید مثلی و لاروی میگوی بزرگ آب شیرین امکان‌پذیر می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر موید تاثیر قطعی میزان نور روزانه بر سیستم اندوکرینی سخت پوست *Macrobrachium rosenbergii* می‌باشد. ولی از آنجا که هنوز سئوالات زیادی در مورد ماهیت هورمون MOIH و رابطه آن با هورمون جوانی وجود دارد، انجام آزمایشات بیشتر برای درک چگونگی تاثیر نور بر مراحل لاروی سخت‌پوستان ضروری است.

References

Aiken, D.E. (1969) *Photoperiod, endocrinology and the crustacean molt cycle*. Science, **164**, 149-155.

Barros, H.P., Valenti W.C. (2003) *Ingestion rates of Artemia nauplii for different larval stages of Macrobrachium rosenbergii,* Aquaculture, **217(1-4)**, 223-233.

Beck, S.D. (1968) *Insect photoperiodism*, Academic Press, N.Y.

Chinsethagij, K., Withyachumnarnkul, B., Leardkamolkarn, V., Trakulrungsi, W., Sobhon, P., and Poolsanguan, B. (1990) *The sinus gland of the giant freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii de Man*, as revealed by scanning electron microscopy, J. Electron Micros. Soc. Thailand, **4(2),** 43-50.

Cuijuan, N., Daxong, L., Seiji, G., and Shigeru, N. (2003*) Effects of temperature on food consumption, growth and oxygen consumption of freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) postlarvae, Aquaculture Research **34(6)**, 501.

El Haj, A.J., Tamone, S. L., peak, M., and Chang, E.S. (1997) *An ecdysteroid-responsive gene in a lobster-a potential crustacean member of the steroid hormone receptor superfamily*, Gene, **201**, 127-135.

Ekaterina E., Kovalenko, Louis R.D., Abramo, Cortney L., Ohs, Randal Buddington K. (2002) A successful microbound diet for the larval culture of fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii*, Aquaculture, **210**, 385-395.

Hunter, J.V., and Brown, E.E. (1985) *Crustacean and mollusk Aquaculture in the united states*, van Nortrand Reinhold, NewYork.

Lahaye, J., Deniel, C. (1976) *Action de la photopériode sur la croissance de jeunes turbots et de jeunes soles après leur métamorphose*, [Influence of the photoperiod on the growth of young turbots and soles after their metamorphosis], *Proceedings of the 10th European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium, Sept. 17-23, 1975:* 1. Research in mariculture at laboratory- and pilot scale. pp. 255-256.

Linda H., Mantel, Dorothy Bliss, E. (1983) *The Biology of Crustacea: Internal Anatomy and Physiological Regulation*, Academic Press.

Liu, L., Laufer, H. (1996) *Isotation and characterization of sinus gland neuropeptides with both mandibular organ inhibiting and hyperglycemic effects*

www.SID.ir

Archive of SID

from the spider crab Libinia emarginata. Arch, Insect Biochem. Physiol. **32**, 375-385.

Norberg B., Weltzien F., Karlsen Q., Christian Holm J. (2001) *Effects of photoperiod on sexual maturation and somatic growth in male Atlantic halibut* (*Hippoglossus hippoglossus* L.), Comparative Biochemistry and Physiology, Part B, **129(2-3)**,357-365.

Tesukimura, B., & Borst, D.W. (1992) *Regulation of methyl farnesoate in the hemolymph and mandibular organ of the labster Homarus americanus*. General. Comparative. Endocrinology, **86**, 297-303.

Uno, Y., and Soo, K.C. (1969) *Larval development of Macrobrachium rosenbergii (De Man) reared in the Laboratory*. Journal of the Tokyo University of Fisheries, **55(2),** 179-190.

Wainwright, G., Webster, S., Wilkinson, M.C., and Chung, J.S. (1996) *Structure and significance of mandibular organ inhibiting hormone in the crab. Cancer pagurus*. Journal of Biological Chemistry. **271**, 12749-12754.

Wilder, M.N., Okumura, T., Suzuki, Y., Fusetani, N., Aida, K. (1994) *Vitellogenin production induced by eyestalk ablation in juvenile giant freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii and trial methyl farnesoate administration*. Zool. Sci. **11**, 45-53.

Wilder, M.N., Okada, S., Fusetni, N., and Aida, K. (1995) *Hemolymph proiles of Juvenoid substances in the giant freshwater Prawn, Macrobrachium rosenbergii; in relation to reproduction and molting*. Fish. Science. **61**, 175-6.

Withyachumnarnkul, B., Ajpru, S., Rachawong, S., Pongsa-Asawapaiboon, A., Sumridthong, A. (1999) *Sexual dimorphism in N-acetyltransferase and melatonin levels in the giant freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii de Man*. J. Pineal Res. **26(3)**, 174-177.

Withyachumnarnkul, B., Buppaniroj, K., Pongsa-Asawapaiboon, A., (1992) *N-acetyltransferase and melatonin levels in the optic lobe of giant freshwater prawns, Macrobrachium rosenbergii*. de Man. Comp. Biochem. Physiol. **102A(4)**, 703-707.

Withyachumnarnkul, B., Pongtippatee, P., Ajpru, S. (1995) *N-Acetyltransferase, hydroxyindole-O-methyltransferase and melatonin in the optic lobes of the giant tiger shrimp Penaeus monodon*. J. Pin. Res. **18(4)**, 217-221.

Withyachumarnkul, B., Pongsa-Aswapaiboon, A., Ajpru, S., Siamwalla, P., Trakulrungsi, W., and Samritthong, C. (1992) *Continous light increase N-acetyltransferase activity in the optic lobe of the giant freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii de Man*, Life Science. **51(19)**, 1479-84.

Withyachumnarnkul, B., Poolsanguan, B., Poolsanguan, W. (1990) *Continuous darkness stimulates body growth of the juvenile giant freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii de Man*, Chronobiology International **7(2),** 92-97.

www.SID.ir