

بررسی روند رشد شاه میگوی گونه *Panulirus homarus* Linnaeus, 1758

در شرایط اسارت

- **مهران یاسمی***: موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، تهران، صندوق پستی: ۱۷۸۳-۱۳۱۴۵
- **ذبیح اله بیک اینالویی**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، صندوق پستی: ۱۳۱۱-۷۹۱۵۹
- **امیرهوشنگ بحری**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، صندوق پستی: ۱۳۱۱-۷۹۱۵۹

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۳

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی شاخص‌های رشد در دو گروه وزنی متفاوت ۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرمی شاه میگو *Panulirus homarus* در ۶ حوضچه بتنی (هر حوضچه با مساحت ۱۲ مترمربع) به مدت ۱۲۰ روز در کارگاه تکثیر میگو جاسک انجام گرفت. میانگین دمای آب در طول دوره پرورش $28/2 \pm 0/5$ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. میانگین pH و اکسیژن محلول در آب به ترتیب از $7/8 \pm 1/01$ تا $8/2 \pm 1/3$ و $6/7 \pm 0/24$ تا $7/4 \pm 0/45$ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. متوسط شوری آب نیز ppt $38/3 \pm 0/3$ در طول دوره پرورش اندازه‌گیری شد. میانگین افزایش وزن به دست آمده شاه میگو در گروه وزنی ۲۶۰-۲۱۰ گرم معادل $50/5 \pm 0/7$ گرم و میانگین افزایش وزن به دست آمده شاه میگو در گروه وزنی ۳۶۰-۳۱۰ گرم معادل $32 \pm 2/82$ گرم بود. اختلاف معنی‌داری در وزن به دست آمده، متوسط افزایش وزن روزانه (ADG) و نرخ رشد ویژه (SGR) و درصد افزایش وزن بدن (BWI) بین دو گروه وزنی متفاوت مشاهده شد ($P \leq 0/05$) به طوری که شاه میگو با گروه وزنی بالاتر عملکرد رشد پایین‌تری نسبت به شاه میگو با گروه وزنی پایین‌تر داشت. دیگر شاخص‌های رشد ذکر شده نیز در گروه وزنی پایین‌تر عملکرد بهتری نسبت به شاه میگوهای گروه وزنی بالاتر داشتند. نتایج این مطالعه نشان داد که گروه وزنی ۲۶۰-۲۱۰ گرمی رشد سریع‌تری نسبت به گروه وزنی ۳۶۰-۳۱۰ گرمی را دارا بود و با توجه به درصد بقا که در هر دو گروه، ۱۰۰٪ بود. برای پرورش این گروه وزنی مقرون به صرفه‌تر است.

کلمات کلیدی: شاه میگوی صخره‌ای، رشد، شرایط اسارت



مقدمه

لابسترهای خاردار یا صخره‌ای از رده (*crustacea*) و راسته (*decapoda*) و خانواده (*palinuridae*) و گونه غالب در سواحل سیستان و بلوچستان *Panulirus homarus* یا شاه میگوی خاردار *Spiny lobster* یا شاه میگوی صخره‌ای *rocky lobster* نیز معروفند. این گونه بیش از ۹۵ درصد صید شاه میگوهای این منطقه را تشکیل می‌دهند. هم‌چنین یکی از با ارزش‌ترین و گران‌ترین غذاهای دریایی و یک محصول تجاری و لوکس شیلاتی در دنیا محسوب می‌شود. در ۹۰ کشور جهان صید و به‌فروش می‌رسد. عمده کشورهای تولیدکننده نظیر استرالیا، نیوزیلند، آفریقای جنوبی، کوبا، برزیل، مکزیک، امریکا و کشورهای جنوب شرقی آسیا می‌باشند. شکل عرضه عمده این آبی به صورت یخ‌گذاری شده می‌باشد. اما گران‌ترین قیمت‌ها را برای شاه میگوهای خاردار صخره‌ای زنده پرداخت می‌کنند (آبکنار، ۱۳۷۷).

اولین اقدام در خصوص پرورش لارو شاه میگو حدود ۵۰ سال پیش در ژاپن در مورد گونه *Panulirus japonicus* صورت گرفته است (Nonaka و همکاران، ۲۰۰۰؛ Saisho، ۱۹۶۲). در این تحقیق، لاروها با ناپلی آرتمیا تغذیه شدند. طی مطالعه‌ای دیگر در مورد پرورش پست لارو و پرولتوس‌های گونه *P. japonicus* در آزمایشگاه به‌وسیله ضایعات ماهی و میگو تغذیه شدند (Kulmiye و همکاران، ۲۰۰۶).

در آفریقای جنوبی، تحقیقات در خصوص پرورش گونه *Lalandii* انجام شده است (Silberbauer، ۱۹۷۱). در این تحقیق شاه میگوهای زیر سایز در مدت یک‌سال از دریا جمع‌آوری و سپس در تانک‌های فایبرگلاس نگهداری و تغذیه گردیدند (Tholasilingam و Rangarajan، ۱۹۸۶).

سواحل جنوبی کشور از حیث داشتن چند گونه شاه میگو حائز اهمیت است که در تشکیلاتی مرجانی و نواحی صخره‌ای جزایر خلیج فارس و سواحل صخره‌ای کم‌عمق سیستان و بلوچستان جمعیت‌های نسبتاً انبوه آن‌را می‌توان یافت. سیستان و بلوچستان به لحاظ دارا بودن سواحل صخره‌ای به طول ۳۰۰ کیلومتر پناهگاه و زیستگاه مناسبی جهت زیستن این آبی می‌باشد. این امر باعث گردیده که این استان از نظر شیلاتی از سایر استان‌ها متمایز گردد. *Panulirus homarus* یکی از گونه‌های با ارزش آبی محسوب شده که در سواحل سیستان و بلوچستان دارای ذخایر نسبتاً محدودی بوده و به دلیل بهره‌برداری غیراصولی لطامت زیادی به ذخایر آن وارد گردیده است (راستیان‌نسب، ۱۳۸۱).

Mashahi و همکاران (۲۰۰۹) روی عادات غذایی شاه میگوی خاردار *Panulirus homarus* در سواحل جنوب ایران (دریای عمان) مطالعاتی انجام دادند و عادت غذایی شاه میگوها را با تخلیه معده ۲۶۰ شاه میگوی خاردار در یک‌سال بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که اولین غذای انتخابی و اصلی شاه میگوی خاردار صدف دوکفه‌ای است و دومین غذایی انتخابی آن‌ها شامل: خرچنگ‌ها، شکم‌پایان، کشتی‌چسب‌ها و جلبک‌ها می‌باشد و سپس بعد از این گونه‌ها پلی‌کت‌ها، ماهیان و خارپوستان در رژیم غذایی شاه میگوی خاردار در این ناحیه قرار می‌گیرند. امینی‌راد (۱۳۸۱؛ ۱۳۸۰) در خصوص امکان نگهداری و تغذیه شاه میگوی *Panulirus homarus* در حوضچه‌های بتنی با اهداف دستیابی به زی‌فن پرورش شاه میگو در این حوضچه‌ها مطالعاتی را انجام داده‌است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که میزان رشد در شاه میگوها تا پایان دوره روند افزایشی داشت. بنابراین بررسی روند رشد شاه میگوی گونه (*Panulirus homarus* Linnaeus, 1758) در شرایط اسارت با توجه به این که تقاضای روز افزون برای مصرف شاه میگوی خاردار و کمیابی آن در طبیعت و هم‌چنین ارزش تجاری و غذایی بالای آن امری ضروری و لازم بوده که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

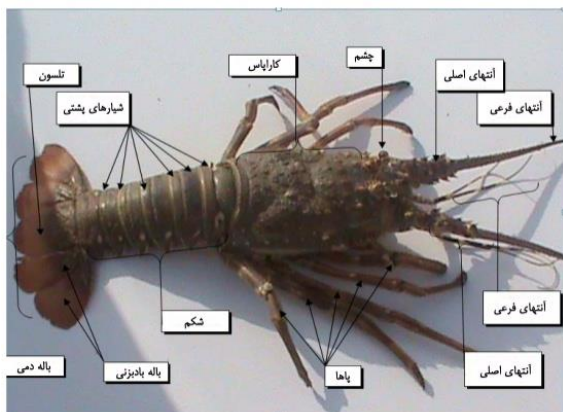
این پژوهش در کارگاه تکثیر میگو گلدیس شهرستان جاسک از ماه فروردین سال ۱۳۹۲ به مدت ۱۲۰ روز به طول انجامید. در این کارگاه از حوضچه بتنی استفاده شد. این طرح در ۶ حوضچه بتنی و به تعداد ۳۰ قطعه شاه میگو (که به صورت ضمنی در اسکله صیادی رمین، تیس و اسکله صیادی شهرستان جاسک صید توسط صیادان محلی شده بودند)، هر حوضچه با ۵ قطعه شاه میگو در دو دامنه وزنی ۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرم (به ترتیب تیمار ۱ و ۲) و هر تیمار با سه تکرار جهت ذخیره سازی آماده گردید. ابعاد هر کدام از حوضچه‌های بتنی مورد استفاده ۴×۳×۱/۵ متر بود.

قبل از رهاسازی شاه میگوها، حوضچه‌ها با آهک و فرمالین ضد عفونی و شستشو گردید. آبیگیری حوضچه‌ها از آب دریا توسط یک دستگاه پمپ ۳ اینچی تا ارتفاع یک متر انجام گرفت و برای ایجاد پناهگاه از قطعات بلوک و لوله‌های پلی‌اتیلنی داخل حوضچه‌ها استفاده گردید. برای جلوگیری از شدت نورآفتاب، سطح حوضچه‌ها را به کمک حصیر پوشانده تا سایه مورد نیاز



وزن اولیه (گرم) - وزن پایانی (گرم) = وزن به دست آمده (گرم) (Ricker, ۱۹۷۹)
 $WG (Weight\ gain) = Fw - Iw$
 ضریب رشد ویژه (درصد/روز) (Ricker, ۱۹۷۹)
 $\text{تعداد روزهای پرورش} / 100 \times (\ln \text{متوسط وزن اولیه} - \ln \text{متوسط وزن نهایی})$
 $SGR (Special\ growth\ rate) = (\ln Fw - \ln Iw) \times 100 / \text{Day (t)}$
 درصد افزایش وزن روزانه (Biswas, ۱۹۹۳)
 $100 \times (\text{تعداد روزهای پرورش} \times \text{وزن اولیه} / \text{وزن به دست آمده})$
 $IwADG (Additional\ daily\ growth) = (WG / Iw \times \text{Day (t)}) \times 100$
 $100 \times (\text{وزن اولیه} / \text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی}) = \text{درصد افزایش وزن}$ (Ricker, ۱۹۷۹)
 $BWI (Body\ weight\ increase) = Fw - Iw / Iw \times 100$

داده‌های آماری به صورت انحراف معیار تمیازگین گزارش گردیدند. برای بررسی آماری داده‌ها ابتدا نرمال بودن داده‌ها توسط One Sample Kolmogorov-Smirnov Test ارزیابی شد. در صورت نرمال بودن داده‌ها جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه (One way ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون دانکن انجام شد که وجود و عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ($P < 0.05$) مشخص گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SPSS (version 16) انجام گرفت. از نرم افزار Microsoft excel 2003 جهت رسم نمودارها و برخی محاسبات آماری استفاده گردید.



شکل ۱: نمای ظاهری و قسمت‌های مختلف شاه میگوی

Panulirus homarus

نتایج

فاکتورهای آب: میانگین دمای آب در طول دوره پرورش $28/25 \pm 0/5$ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. pH و اکسیژن محلول در آب به ترتیب از $7/8 \pm 1/01$ تا $8/2 \pm 1/3$ و $6/7 \pm 0/24$ و $7/45 \pm 0/45$ میلی‌گرم در لیتر متغیر بود. متوسط شوری آب نیز $38/3 \pm 0/3$ ppt در طول دوره پرورش اندازه‌گیری شد.

برای شاه میگوها به وجود آید. برای هوادهی از یک دستگاه هواده استفاده گردید و به تعداد ۶ عدد شیلنگ هوادهی که در انتهای هر کدام سنگ هوا نصب شده بود، در داخل حوضچه‌ها قرار داده شد.

شاه میگوهای زیر سایز تجاری (مرحله جوانی juvenile) با دامنه وزنی بین ۲۱۰ تا ۲۶۰ با طول کاراپاس کم‌تر از ۶۰ میلی‌متر و پس از ثبت ویژگی‌های زیست‌سنجی به تعداد ۱۵ عدد در سه حوضچه و شاه میگوهای بالغ با دامنه وزنی ۳۱۰ تا ۳۶۰ با طول کاراپاس بیش‌تر از ۶۰ میلی‌متر و پس از ثبت ویژگی‌های زیست‌سنجی به تعداد ۱۵ عدد در سه حوضچه دیگر ذخیره‌سازی گردیدند. برای حمل و انتقال نمونه‌ها از اسکله صیادی به کارگاه پرورش از ۵ تنک ۵۰ لیتری در ۶ مرحله به مدت ۴ روز استفاده گردید به طوری که هر شاه میگو در یک تنک قرار داشت.

تغذیه با توجه به رژیم غذایی شاه میگو که بیش‌تر آن‌ها را پروتئین‌های حیوانی تشکیل می‌دهد، از غذاهایی نظیر ضایعات ماهی، گوشت ماهیان کم‌ارزش، دوکفه‌ای‌ها، گوشت اسکوئیدها به میزان ۵-۷ درصد وزن بدن صورت گرفت (Chen, ۱۹۹۰). جیره غذایی شاه میگوها به طور مرتب و یکنواخت روزانه در دو نوبت صبح زود و عصرها پس از غروب آفتاب در اختیار شاه میگو قرار می‌گرفت. هر روز در یک نوبت باقی مانده غذای روز قبل، برای جلوگیری از هر گونه آلودگی و بیماری از حوضچه‌ها جمع‌آوری می‌شد.

به منظور بررسی روند رشد شاه میگوهای ذخیره‌سازی شده در حوضچه‌های بتنی، زیست‌سنجی هر پانزده روز یک بار در ساعات اولیه صبح قبل از غذادهی انجام می‌گرفت و وزن شاه میگوها محاسبه و ثبت گردید و شاخص‌های رشد مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. برای اندازه‌گیری وزن شاه میگو از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم استفاده گردید. واحدهای وزنی بر حسب گرم سنجیده شدند.

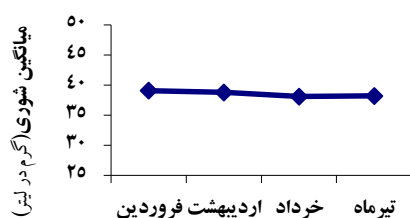
طی دوره پرورش درجه حرارت آب، pH، اکسیژن و شوری حوضچه‌های پرورشی به طور روزانه در دو نوبت ۷ صبح و ۷ شب توسط دستگاه‌های قابل سنجش فاکتورهای فیزیکی شیمیایی آب (WTW) اندازه‌گیری و ثبت گردید.

شاخص‌های رشد: شاخص‌های رشد مانند وزن نهایی (FW)، افزایش وزن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، درصد افزایش وزن بدن (BWI) و متوسط افزایش وزن روزانه (ADG) مورد ارزیابی قرار گرفت. نحوه محاسبه شاخص‌های رشد (فرمول‌های مورد استفاده) در زیر آورده شده است:

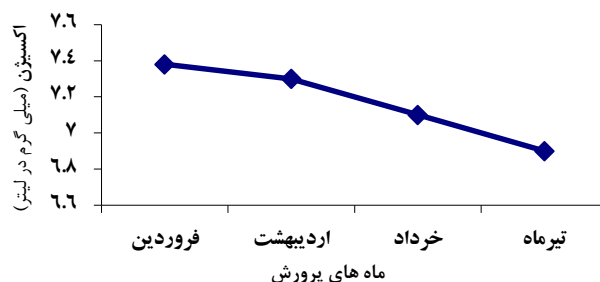


آب حوضچه‌های پرورشی تقریباً در طول دوره پرورش یکسان بود. بالاترین میزان pH آب مربوط به ماه سوم پرورش یعنی خرداد ماه و کمترین میزان مربوط به فروردین ثبت گردید (شکل ۲).

بالاترین میانگین دما مربوط به ماه چهارم پرورش (تیر ماه) بود که حدود ۳۲/۲ درجه سانتی‌گراد ثبت گردید. با افزایش دوره پرورش از اکسیژن محلول در آب کاسته شد و بیشترین میزان اکسیژن محلول در آب مربوط به فروردین ماه و کمترین میزان اکسیژن مربوط به پایان دوره پرورش، تیر ماه بود. میزان شوری



ماه های پرورش



ماه های پرورش



شکل ۲: نمودارهای میانگین اکسیژن، شوری و pH آب حوضچه‌های پرورش شاه میگو در طول دوره پرورش

زیست‌سنجی هشتم پس از ۱۲۰ روز پرورش همه پارامترهای رشد (افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، رشد متوسط روزانه و طول کل بدن) شاه میگوها در دو گروه وزنی بررسی شدند (جدول ۸) و اختلاف معنی‌داری میان تیمارها مشاهده گردید ($P < 0.05$).

نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن، رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و درصد رشد متوسط روزانه در میگوهای با گروه وزنی متفاوت وجود داشت. تیمار ۱ با گروه وزنی ۲۶۰-۲۱۰ نسبت به تیمار ۲ با گروه وزنی ۳۶۰-۳۱۰ دارای فاکتورهای رشد بهتری بود و سرعت رشد بالاتری نسبت به تیمار ۲ داشت (شکل ۳).

نتایج زیست‌سنجی‌ها: نتایج اولین زیست‌سنجی (۱۵ روز پس از شروع پرورش) نشان داد که اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و رشد متوسط روزانه در بین تیمارها وجود داشت ($P < 0.05$) (جدول ۱). تیمار ۱ (با دامنه وزنی ۲۶۰-۲۱۰ گرم) با تیمار ۲ (با دامنه وزنی ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در شاخص رشد اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P < 0.05$).

زیست‌سنجی‌های دوم تا پنجم (۳۰ روز، ۴۵ روز، ۶۰ روز و ۷۰ روز پس از شروع پرورش) اختلاف معنی‌داری در افزایش وزن، نرخ رشد ویژه بدن، درصد افزایش وزن بدن و رشد متوسط روزانه را بین تیمار ۱ و تیمار ۲ نشان داد ($P < 0.05$) (جدول ۲، ۳، ۴ و ۵).

در ششمین و هفتمین زیست‌سنجی (۹۰ روز و ۱۰۵ روز پس از شروع پرورش) تیمارهای ۱ و ۲ در تمامی فاکتورهای رشد نسبت به هم اختلاف داشتند (جدول ۶ و ۷).



جدول ۱: بررسی شاخص‌های رشد (SD±میانگین) شاه میگوها در دو گروه وزنی متفاوت (۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در اولین

زیست‌سنجی (۱۵ روز پس از شروع آزمایش) در سطح معنی‌دار ($P < 0.05$)		شاخص رشد
تراکم در هر مترمربع		
تیمار ۲	تیمار ۱	
۳۳۲±۷/۰۷	۲۰۵±۲/۸۲	وزن اولیه (گرم)
۳۳۳/۵±۲/۱۲	۲۰۹/۵±۷/۷۷	وزن نهایی (گرم)
۱/۵±۰/۷b	۴/۵±۰/۷a	افزایش وزن (گرم)
۰/۰۳±۰/۱۳b	۰/۱۴±۰/۰۰۷a	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
۰/۴۴±۰/۲b	۲/۱۹±۰/۳۷a	درصد افزایش وزن بدن (/)
۰/۰۲±۰/۰۱b	۰/۱۴±۰/۰۲a	رشد متوسط روزانه (/)

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

جدول ۲: بررسی شاخص‌های رشد (SD±میانگین) شاه میگوها در دو گروه وزنی متفاوت (۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در

دومین زیست‌سنجی (۳۰ روز پس از شروع آزمایش) در سطح معنی‌دار ($P < 0.05$)		شاخص رشد
تراکم در هر مترمربع		
تیمار ۲	تیمار ۱	
۳۳۲±۷/۰۷	۲۰۵±۲/۸۲	وزن اولیه (گرم)
۳۳۶/۵±۶/۳۶	۲۱۴/۵±۱/۴۱	وزن نهایی (گرم)
۴/۵±۰/۷b	۹/۵±۰/۷a	افزایش وزن (گرم)
۰/۰۴±۰/۰۰۷b	۰/۱۴±۰/۰۰۷a	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
۱/۳۵±۰/۲۴b	۴/۳۹±۱/۷۵a	درصد افزایش وزن بدن (/)
۰/۰۴±۰/۰۱b	۰/۱۴±۰/۰۲a	رشد متوسط روزانه (/)

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

جدول ۳: بررسی شاخص‌های رشد (SD±میانگین) شاه میگوها در دو گروه وزنی متفاوت (۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در

سومین زیست‌سنجی (۴۵ روز پس از شروع آزمایش) در سطح معنی‌دار ($P < 0.05$)		شاخص رشد
تراکم در هر مترمربع		
تیمار ۲	تیمار ۱	
۳۳۲±۷/۰۷	۲۰۵±۲/۸۲	وزن اولیه (گرم)
۳۳۹/۵±۷/۷۷	۲۱۷/۵±۰/۷	وزن نهایی (گرم)
۷/۵±۰/۷b	۱۲/۵±۲/۱۲a	افزایش وزن (گرم)
۰/۰۴±۰/۰۰۳b	۰/۱۳±۰/۰۲۳a	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
۲/۲۵±۰/۱۶b	۶/۱۱±۱/۱۱a	درصد افزایش وزن بدن (/)
۰/۰۵±۰/۰۰۱b	۰/۱۳±۰/۰۲a	رشد متوسط روزانه (/)

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

جدول ۴: بررسی شاخص‌های رشد (SD±میانگین) شاه میگوها در دو گروه وزنی متفاوت (۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در

چهارمین زیست‌سنجی (۶۰ روز پس از شروع آزمایش) در سطح معنی‌دار ($P < 0.05$)		شاخص رشد
تراکم در هر مترمربع		
تیمار ۲	تیمار ۱	
۳۳۲±۷/۰۷	۲۰۵±۲/۸۲	وزن اولیه (گرم)
۳۴۴±۷/۰۷	۲۲۴±۱/۰۲	وزن نهایی (گرم)
b۱۲±۰/۰۱	a۱۹/۵±۲/۸۲	افزایش وزن (گرم)
b۰/۱۴±۰/۰۲۳	a۰/۵۹±۰/۰۲	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
b۳/۶۱±۰/۰۷	a۹/۲۷±۱/۵۱	درصد افزایش وزن بدن (/)
b۰/۰۶±۰/۰۰۱	a۰/۱۵±۰/۰۱۲	رشد متوسط روزانه (/)

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

جدول ۵: بررسی شاخص‌های رشد (\pm SD میانگین) شاه میگوها در دو گروه وزنی متفاوت (۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در پنجمین زیست‌سنجی (۷۵ روز پس از شروع آزمایش) در سطح معنی‌دار ($P < 0.05$)

تراکم در هر مترمربع		شاخص رشد
تیمار ۲	تیمار ۱	
۳۳۲±۷/۰۷	۲۰۵±۲/۸۲	وزن اولیه (گرم)
۳۴۹/۵±۸/۴۸	۲۳۱/۵±۰/۷۱	وزن نهایی (گرم)
۱۷/۵±۱/۴۱b	۲۶/۵±۲/۱۲a	افزایش وزن (گرم)
۰/۰۶±۰/۰۱b	۰/۱۶±۰/۰۰۴a	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
۵/۱۱±۰/۳۱b	۱۲/۹۳±۱/۲۱a	درصد افزایش وزن بدن (%)
۰/۰۶±۰/۰۴b	۰/۱۷±۰/۰۱a	رشد متوسط روزانه (%)

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

جدول ۶: بررسی شاخص‌های رشد (\pm SD میانگین) شاه میگوها در دو گروه وزنی متفاوت (۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در ششمین زیست‌سنجی (۹۰ روز پس از شروع آزمایش) در سطح معنی‌دار ($P < 0.05$)

تراکم در هر متر مربع		شاخص رشد
تیمار ۲	تیمار ۱	
۳۳۲±۷/۰۷	۲۰۵±۲/۸۲	وزن اولیه (گرم)
۳۵۴±۵/۶۵	۲۴۰/۵±۳/۵۳	وزن نهایی (گرم)
۲۲±۱/۴۱b	۳۵/۵±۰/۷۱a	افزایش وزن (گرم)
۰/۰۷±۰/۰۱b	۰/۱۷±۰/۰۰۱a	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
۶/۶۳±۰/۵۶b	۱۷/۳۱±۰/۱a	درصد افزایش وزن بدن (%)
۰/۰۷±۰/۰۴b	۰/۱۹±۰/۰۱a	رشد متوسط روزانه (%)

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

جدول ۷: بررسی شاخص‌های رشد (\pm SD میانگین) شاه میگوها در دو گروه وزنی متفاوت (۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در هفتمین زیست‌سنجی (۱۰۵ روز پس از شروع آزمایش) در سطح معنی‌دار ($P < 0.05$)

تراکم در هر متر مربع		شاخص رشد
تیمار ۲	تیمار ۱	
۳۳۲±۷/۰۷	۲۰۵±۲/۸۲	وزن اولیه (گرم)
۳۵۷/۵±۴/۹۴	۲۴۸±۱/۴۱	وزن نهایی (گرم)
۲۵±۲/۱۲b	۴۳/۵±۱/۴۱a	افزایش وزن (گرم)
۰/۰۷±۰/۰۰۷b	۰/۱۸±۰/۰۰۷a	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
۷/۶۸±۰/۸b	۲۰/۹۸±۰/۹۷a	درصد افزایش وزن بدن (%)
۰/۰۷±۰/۰۴b	۰/۱۹±۰/۰۹a	رشد متوسط روزانه (%)

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

جدول ۸: بررسی شاخص‌های رشد (\pm SD میانگین) شاه میگوها در دو گروه وزنی متفاوت (۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در پایان دوره پرورش (۱۲۰ روز پس از شروع پرورش) در سطح معنی‌دار ($P < 0.05$)

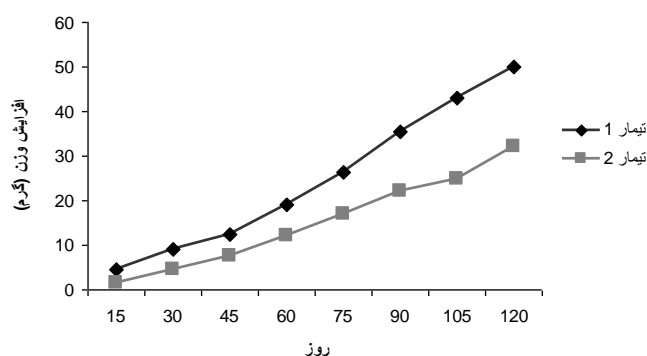
تراکم در هر متر مربع		شاخص رشد
تیمار ۲	تیمار ۱	
۳۳۲±۷/۰۷	۲۰۵±۲/۸۲	وزن اولیه (گرم)
۳۶۴±۴/۲۴	۲۵۵/۵±۳/۵۳	وزن نهایی (گرم)
۳۲±۲/۸۲b	۵۰/۵±۰/۷a	افزایش وزن (گرم)
۰/۰۷±۰/۰۰۲b	۰/۱۸±۰/۰۰۱a	نرخ رشد ویژه (درصد/روز)
۹/۶۴±۱/۰۵b	۲۴/۶۳±۰/۰۵a	درصد افزایش وزن بدن (%)
۰/۰۸±۰/۰۰۸b	۰/۲۱±۰/۰۹a	رشد متوسط روزانه (%)

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P < 0.05$).

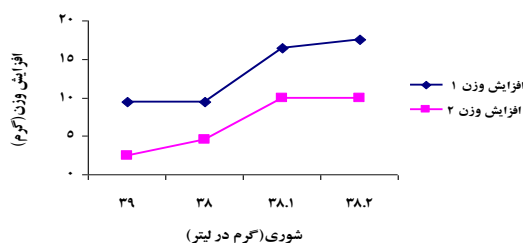


حوضچه‌های پرورشی یکسان بود (شکل ۵). شکل ۶ رابطه خطی بین اکسیژن محلول در آب و افزایش وزن شاه میگوهای تیمار ۱ و تیمار ۲ را نشان می‌دهد. در تیمار ۲ در پایان دوره پرورش کم‌ترین میزان اکسیژن محلول در آب ثبت گردید و افزایش وزن کم‌تری نسبت به تیمار ۱ نشان داد. با این حال نوسانات زیادی در میزان اکسیژن محلول در آب مشاهده نشد. شکل ۷ رابطه خطی pH و افزایش وزن در شاه میگوها را نشان می‌دهد میزان pH در طول دوره پرورش در دو تیمار تقریباً یکسان بود.

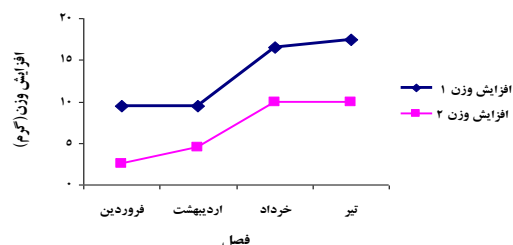
در طول دوره پرورش در تیمار ۱ (شاه میگوهای با دامنه وزنی ۲۶۰-۲۱۰) دو بار پوست‌اندازی صورت گرفت که اولین پوست‌اندازی در اوایل خرداد ماه و دومین پوست‌اندازی در اوایل تیر ماه بود. در تیمار ۲ (شاه میگوهای با دامنه وزنی ۳۶۰-۳۱۰) در طول دوره پرورش شاه میگوها فقط یک‌بار در خرداد ماه پوست‌اندازی کردند. طبق شکل ۴ که رابطه خطی بین دما در فصول مختلف و پوست‌اندازی با افزایش وزن شاه میگوها را نشان می‌دهد. رابطه خطی بین شوری و افزایش وزن را نشان می‌دهد که در طول دوره پرورش تقریباً میزان شوری در



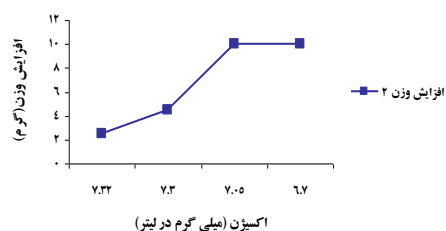
شکل ۳: نمودار روند میزان رشد شاه میگوها در ۱۲۰ روز پرورش تحت تأثیر گروه وزنی متفاوت



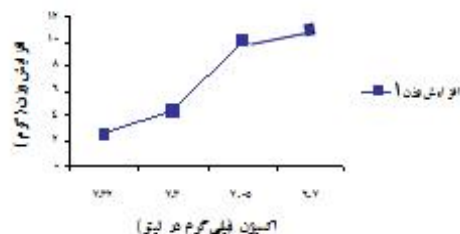
شکل ۵: رابطه خطی بین شوری در طول دوره پرورش با افزایش وزن شاه میگوها

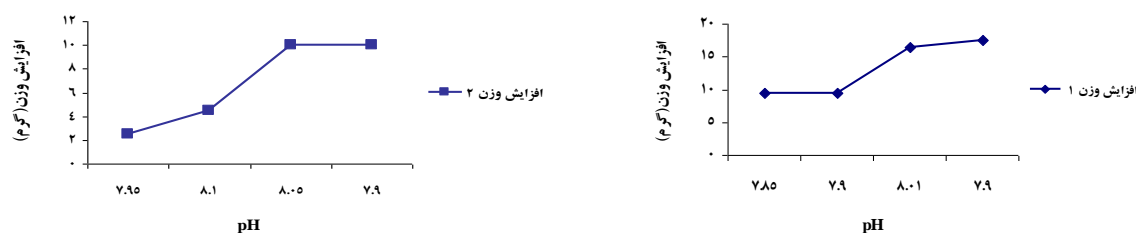


شکل ۴: رابطه بین فصول مختلف سال با افزایش وزن شاه میگوها



شکل ۶: رابطه خطی بین اکسیژن محلول در آب در طول دوره پرورش با افزایش وزن شاه میگوها (تیمار ۱ و تیمار ۲)





شکل ۷: رابطه خطی بین pH در طول دوره پرورش مختلف با افزایش وزن شاه میگوها (تیمار ۱ و تیمار ۲)

به تیمار ۲ در آخرین ماه پرورشی بود. Alexander (۱۹۷۷) ذکر کرده است که کم شدن میزان اکسیژن آب و کاهش وضعیت هوایی باعث تولید عناصر اسیدی مانند فورمیک، استیک، بوتریک اسید و پروپیونیک در اثر سوخت و ساز کربوهیدراتها می شود. pH آب تحت تأثیر چندین فاکتور است که شامل pH منبع آبی، اسیدیته خاک کف استخر و فعالیت های بیولوژیکی در روند پرورش میگو است (Wang و همکاران، ۲۰۰۴). Ray و Chien (۱۹۹۲) یک رابطه منفی بین میزان pH و تراکم ذخیره سازی و مدت زمان دوره پرورش یافتند. با افزایش تراکم ذخیره سازی و مدت پرورش pH آب رو به اسیدی شدن می رود که خود عامل کاهش رشد و بازماندگی در استخرهای پرورشی می شود. pH آب در کل دوره پرورشی بین ۷/۸۵ تا ۸/۱ مشاهده و ثبت گردید. تعویض روزانه آب و وجود سیستم هواددهی مانع از نوسانات pH در طول دوره پرورشی گردید. شوری از عوامل بسیار مهم زیست محیطی است که بر رشد و بازماندگی میگوها به ویژه در مناطق نوزادگاهی که ممکن است در معرض تغییرات سریع شوری و شرایط زیست محیطی قرار گیرد. هرچه درجه شوری محیط از حد مطلوب فاصله بیش تری داشته باشد، اختلال در انجام فرآیندهای فیزیولوژیک بدن بیش تر می شود تا جایی که به مرگ جانور منجر خواهد شد. دامنه تحمل هر نوع میگو نسبت به این تغییرات متفاوت می باشد. شوری آب در کل دوره پرورش بین ۳۸/۱ تا ۳۹/۱ گرم در لیتر متغییر بود. این فاکتور نیز به علت تعویض مرتب آب حوضچه های پرورشی مشکلی برای پرورش شاه میگوها ایجاد نکرد. بهترین شوری برای پرورش، شوری آب دریا می باشد که بین ۳۶ تا ۳۹ قسمت در هزار متغییر است. تغییرات شوری نباید زیاد باشد زیرا شاه میگوها استنوالین بوده و در صورت تغییرات زیاد دامنه شوری، تغذیه نکرده و پوست اندازی در آنها به تعویق می افتد (Smale, ۱۹۷۵). یکی دیگر از فاکتورهای مهم و با ارزش در رشد و بقای شاه میگوها، دمای آب است به طوری که دمای آب مناسب باشد شاه

بحث

بررسی های انجام شده نشان می دهد که یکی از عوامل مهم در رشد شاه میگوهای جوان، شرایط فیزیوشیمیایی آب می باشد. یعنی میزان مناسب دما، pH، شوری و اکسیژن کافی محلول در آب در روند رشد و بقا تأثیر به سزایی دارد. با توجه به زیستگاه طبیعی شاه میگوها که تمایل به زیستن در مناطق دارای شفافیت بالا و پر اکسیژن دارند، آب حوضچه های پرورشی هر روز صبح قبل از شروع غذادهی به هنگام سیفون کردن تقریباً به میزان ۵۰ درصد تعویض شد و در زمان زیست سنجی شاه میگوها آب حوضچه های پرورشی به طور کامل تعویض گردید. مطالعات مشابه نشان می دهد که جهت حفظ شفافیت و سایر فاکتورها به طور ایده آل، روزانه ۱۰ درصد تعویض آب ضروری می باشد (Chen, ۱۹۹۰). شاه میگوها در محیط طبیعی در پناهگاهها و لابلای صخره ها زیست می کنند در این تحقیق نیز برای ایجاد محیطی مناسب برای زندگی و به حداقل رساندن عوامل استرس زا که جزو عوامل اصلی محدود کننده پرورش تمامی آبزیان محسوب می گردد از قطعات بلوک برای ایجاد پناهگاه در داخل حوضچه ها استفاده گردید. با توجه به عادات رفتاری شاه میگوها ایجاد پناهگاه از نزع شاه میگوها با یکدیگر جلوگیری کرد. میزان تولید در استخرها به عواملی نظیر خصوصیات فیزیوشیمیایی آب و مدیریت اعمال شده در ارتباط با تغذیه و سلامت اندامها بستگی دارد. در این تحقیق سعی گردید که تمام شرایط مطلوب فیزیوشیمیایی آب برای شاه میگوها فراهم شود. کاهش اکسیژن محلول از ۴/۵ ppm باعث کاهش عوامل متابولیک مانند کاهش رشد و یا کاهش سطح فعالیت بدن و باعث کاهش توانایی واکنش در برابر عوامل بیماری زا می شود (Le Blanc و Overstreet, ۱۹۹۱). در تحقیق حاضر میزان اکسیژن محلول در آب در طول دوره پرورشی بین ۶/۷ - ۷/۴ میلی گرم در لیتر متغییر بود که کم ترین میزان اکسیژن مربوط



تعداد پوست‌اندازی شاه میگوها در دو تیمار متفاوت بود تیمار ۱ تا پایان دوره پرورش دو بار و تیمار ۲ یک بار پوست‌اندازی انجام داد. هر چقدر سن شاه میگوها افزایش یابد فاصله پوست‌اندازی بیش‌تر شده و میزان رشد کم‌تر می‌شود (ساری، ۱۳۷۰). Travis (۱۹۵۴) و Berry (۱۹۷۱) عنوان کردند که شاه میگوهای کوچک نسبت به شاه میگوهای بزرگ‌تر پوست‌اندازی بیش‌تری انجام می‌دهند. با بزرگ‌تر شدن شاه میگوها، زمان بین دو پوست‌اندازی نیز افزایش می‌یابد. زمان بین دو پوست‌اندازی بین ۴۱ تا ۹۷ روز و به‌طور متوسط ۵۷ روز می‌باشد، که مشابه نتایج Thomas (۱۹۷۲) روی شاه میگوی هوماروس بود که افزایش پوست‌اندازی، افزایش رشد و طول شاه میگو را در پی داشت. همچنین قطع پای چشمی در نوزادان لایستر به‌منظور کاهش زمان پوست‌اندازی‌ها و در نتیجه افزایش قابل توجه در رشد پیشنهاد شده است (Castel و همکاران، ۱۹۷۷). Nair و همکاران (۱۹۷۵) نیز بیان کردند که سرعت رشد در گونه‌های جوان‌تر شاه میگوهای خاردار نسبت به گونه‌های بزرگ‌تر بالاتر است، که مشابه یافته‌های Mohamed و George (۱۹۶۸) و Thomas (۱۹۷۲) و علینژاد و یاسمی (۱۳۷۷) روی شاه میگوی هوماروس و Nakamura (۱۹۴۰) روی شاه میگوی *P. japonicus* و Chittleborough (۱۹۷۴) روی *P. longipes cygnus* می‌باشد. در حالت عادی و در محیط طبیعی شاه میگوها هر ۲-۳ هفته یک‌بار پوست‌اندازی می‌کنند ولی زمان بین دو پوست‌اندازی به تدریج افزایش می‌یابد و در هر بار پوست‌اندازی به کل وزن ۵٪ اضافه می‌شود. قدرت ترمیمی شاه میگوها در فاصله بین دو پوست‌اندازی افزایش می‌یابد همه این موارد باعث می‌شود که میزان رشد و همچنین میزان گوشت در شاه میگوها اضافه گردد (Castel و همکاران، ۱۹۷۷). در تحقیق حاضر در طول دوره پرورش تفاوت معنی‌داری در بقای شاه میگوها مشاهده نشد و میزان بقا در شاه میگوها صددرد بود. اساس رشد و بقای بالا، کیفیت خوب آب است. کیفیت آب توسط میزان اکسیژن محلول در آب، pH، دما و شوری توصیف می‌شود. غذای خورده نشده و مواد دفعی و متابولیسم آن‌ها تأثیر زیادی روی کیفیت مزارع پرورشی و حوضچه‌های پرورشی دارد. Berry (۱۹۷۱) نیز عنوان کرد که در شاه میگوها هم‌جنس‌خواری وجود دارد. برای جلوگیری از هم‌جنس‌خواری در مطالعه حاضر غذای باکیفیت و کافی در اختیار شاه میگوها قرار داده شد. در تحقیقی که امینی‌راد (۱۳۸۱) روی شاه میگوی *Panolirus homarus* انجام داد بیان کرد که شرایط مطلوب فیزیوشیمیایی آب و تغذیه مناسب و با کیفیت از هم‌جنس‌خواری و تلفات جلوگیری می‌کند که با

میگوها رشد قابل توجهی را از خود نشان می‌دهند، بنابراین سریع‌تر به اندازه تجاری می‌رسند. این دما در مورد شاه میگوی خاردار ۲۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که در این صورت طی یک سال پرورش از حدود ۱۰۰ الی ۱۵۰ گرم به ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم خواهند رسید که این امر در طبیعت ۱۸ ماه طول می‌کشد (Chen, ۱۹۹۰). با بالا رفتن درجه حرارت آب شاه میگوها غذای بیش‌تری مصرف می‌کنند. تغییر درجه حرارت آب در حد ۱/۵ درجه سانتی‌گراد تأثیر خاصی در رفتار شاه میگوها ندارد، عموماً شاه میگوها استنوترم بوده و تغییرات حرارتی زیاد را نمی‌توانند تحمل کنند (Booth و Kittaka, ۱۹۹۲). در تحقیق حاضر، کم‌ترین دما مربوط به فروردین اولین ماه پرورش حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود و از ماه دوم پرورش با افزایش دما افزایش رشد بالاتری مشاهده شد به‌طوری‌که در خرداد ماه با درجه حرارت ۲۹ درجه سانتی‌گراد در دو تیمار افزایش وزن بیش‌تری نسبت به دو ماه اول پرورش مشاهده گردید. میزان رشد شاه میگوها در ماه‌های مختلف، متفاوت بود که این امر به شرایط پرورشی و فاکتورهای زیست محیطی بستگی دارد و بیش‌ترین میزان رشد ماهانه مربوط به خرداد ماه و تیر ماه بود که برای تیمار ۱ حدود ۱۷ گرم و برای تیمار ۲ حدود ۱۰ گرم افزایش وزن مشاهده شد.

عملکرد رشد در این مطالعه به‌منظور بررسی شاخص‌های رشد در دو گروه وزنی متفاوت ۲۶۰-۲۱۰ و ۳۶۰-۳۱۰ گرمی شاه میگو در ۶ حوضچه بتنی در شرایط اسارت به مدت ۱۲۰ روز انجام گرفت. نتایج شاخص‌های رشد در این تحقیق نشان داد که تیمار ۱ (دامنه وزنی ۲۶۰-۲۱۰ گرم) و تیمار ۲ (با دامنه وزنی ۳۶۰-۳۱۰ گرم) در شاخص‌های رشد اختلاف معنی‌داری نشان دادند. تیمار ۱ با دامنه وزنی پایین‌تر افزایش وزن بالاتری نسبت به تیمار ۲ در طول دوره پرورش نشان داد، به‌طوری‌که در شاخص‌های رشد مانند نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و رشد متوسط روزانه اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲ نشان داد. رشد، به‌میزان غذای طبیعی هم‌چنین جیره‌های غذایی، شرایط مطلوب فیزیوشیمیایی آب و مدیریت صحیح وابسته است (Tidwell, ۲۰۰۴). علاوه بر تأثیر دما در افزایش وزن مشاهده شد که در تیر ماه با افزایش دما به ۳۲ درجه سانتی‌گراد در تیمار ۱ افزایش وزن نسبت به ماه قبل مشاهده گردید با وجود این‌که در تیمار ۲ افزایش وزن در دو ماه آخر پرورش یکسان بود. به‌نظر می‌رسد دلیل این امر مربوط به پوست‌اندازی شاه میگوهای تیمار ۱ در این ماه می‌باشد که نسبت به تیمار ۲ بیش‌تر پوست‌اندازی انجام داده است.



- تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت بعد از ۴ ماه دوره پرورش اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های رشد بین دو تیمار مشاهده شد. شاهمیگوهای با دامنه وزنی پایین‌تر افزایش وزن و شاخص‌های رشد بالاتری نسبت به شاه میگو با دامنه وزنی بالاتر داشتند. تفاوت معنی‌داری در درصد بازماندگی بین تیمارها مشاهده نگردید. در پایان دوره پرورش بعد از ۴ ماه پرورش افزایش وزن در تیمار ۱ حدود ۵۰ گرم و در تیمار ۲ حدود ۳۲ گرم مشاهده شد. با توجه به این‌که میزان بازماندگی در هر دو گروه صددرصد بود پرورش شاه میگو با دامنه وزنی ۲۶۰-۲۱۰ گرم نسبت به گروه وزنی بالاتر برای رسیدن به وزن تجاری مقرون به‌صرفه‌تر می‌باشد.
- منابع**
13. Kulmiye, A.J.; Mavuti, K.M. and Groeneveld, J.C., 2006. Size at onset of maturity of spiny lobsters *Panulirus homarus homarus* at Mamburi, Kenya. 120 p.
 14. Le Blanc, B.D. and Overstreet, R.M., 1998. Effect of desiccation, pH, heat and ultraviolet irradiation on viability of Baculovirus penaeid. *Journal of Invertebrate Pathology*. Vol. 57, pp: 277-286.
 15. Mashaii, N.; Rajabipour, F. and Shakouri, A., 2009. Feeding Habits of the Scalloped Spiny Lobster, *Panulirus homarus* (Decapoda: Palinuridae) from the South East Coast of Iran. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 11, pp: 45-54.
 16. Nakamura, S., 1940. Ecological studies on the spiny lobster, *Panulirus japonicus* with special reference to its conservation. *J Fish.Inst. Tokyo*. Vol. 34, pp: 102- 113.
 17. Nair, R.V.; Soundararajan, R. and Nandakumar, G., 1975. Observations on growth and moulting of spiny lobsters *Panulirus homarus* (Linnaeus), *P. ornatus* (Fabricius) and *P. penicillatus* (Oliver) in captivity. Central marine fisheries research institute centre, Madapam camp. 147 p.
 18. Nonaka, M.; Fushimi, H. and Yamakawa, T., 2000. The spiny lobster fishery on Japan and stocking. Pages 221-242 in B. F. Phillips and J. Kittaka, editors. *Spiny lobsters: fisheries and culture*, 2nd edition. Fishing News Books (Blackwell), Oxford, UK. 213 p.
 19. Ray, W.M. and Chien, Y.H., 1992. Effects of stocking density and aged sediment on tiger prawn. *Penaeus monodon*, nursery system. *Aquacult*. Vol. 104, pp: 231-248.
 20. Ricker, W.E., 1979. Growth rates and models. In *Fish Physiology*. (eds Hoar W.S., Brett P.J.), Academic. Vol. 8, pp: 677-743.
 21. Saisho, T., 1962. Notes of the early development of phyllosoma of *Panulirus homarus*. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ*. Vol. 11, No. 1, pp: 18-23.
 22. Silberbauer, B.I., 1971. The Biology of the South African rock Lobster *Jasus lalandii*. *Oceanogr. Res. Inst. (Durban)*. Invest. Rep. 92 p.
 23. Smale, M.J., 1975. Migration, growth and feeding in the Natul rock lobster *Panulirus homarus*. *Coeanogr. Res Inst. (purban)* Invest. Rep. Vol. 47, pp: 1-56.
 24. Tholasingam, T. and Rangarajan, K., 1986. Prospects on spiny lobster *Panulirus* spp. culture in the east cost of India. *Proc. Symp. Coastal Aquaculture*. Vol. 4, pp: 1171-1175.
 25. Tidwell, H.; Shawn, J.; Coyle, D. and Dasgupta, S., 2004. Effects of stocking different fractions of size graded juvenile prawns on production and population structure during a temperature limited growout period. *Aquaculture*. Vol. 231, pp: 123-134.
 26. Thomas, M.M., 1972. Growth of the spiny lobster, *Panulirus homarus* in captivity. *Indian J. Fish*. Vol. 19, No. 1-2, pp: 125- 129.
 27. Travis, D.F., 1954. The moulting cycle of the spiny lobster, *Panulirus argus*. Moulting and growth in laboratory maintained individuals, *Biol. Bull. Woods Hole*. Vol. 107, pp: 433-450.
 28. Wang, X.Q.; Ma, S. and Dong, S.L., 2004. *Transactions of Oceanology and Limnology*. Vol. 63, No. 4, pp: 94-100.
 1. احمدنیای مطلق آبکنار، ع.م.، ۱۳۷۷. برخی خصوصیات زیستی و پرورشی شاه میگو. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. ۳۷ صفحه.
 ۲. امینی‌راد، ت.، ۱۳۸۰. بیماری‌های شاه میگوی خاردار. مرکز تحقیقات شیلات چابهار. ۱۰ صفحه.
 ۳. امینی‌راد، ت.، ۱۳۸۱. بررسی امکان نگهداری و تغذیه شاه میگوی *Panulirus homarus* در حوضچه‌های بتنی. مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور. ۵۷ صفحه.
 ۴. راستیان‌نسب، ا.، ۱۳۸۱. پایش ذخیره شاه میگو در سواحل دریای عمان (استان سیستان بلوچستان). مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور. ۴۴ صفحه.
 ۵. ساری، ع.، ۱۳۷۰. بیوسستماتیک خرچنگ دراز (lobster) چابهار. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه تهران. ۱۲۷ صفحه.
 ۶. علی‌نژاد، س. و یاسمی، م.، ۱۳۷۷. بررسی خصوصیات شوری و دمایی لایستر *Panulirus homarus* دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۷، شماره ۱، صفحات ۲۶ تا ۳۱.
 7. Alexander, M., 1977. *Introduction to soil Microbiology*. Wiley, New York, NY. 467 p.
 8. Booth, J.D. and Kittaka, J., 1992. Growth of Juvenile spiny lobster. *Spiny lobster mangement*. Chapter 27, pp: 424-445.
 9. Biswas, S.P., 1993. *Manual of methods in fish biology*, South Asian Publishers, PVT, LTD, New Delhi. 432 p.
 10. Berry, P.F., 1971. The biology of the spiny lobster, *Panulirus homarus* Linnaeus, 1758, of the east coast of southern Africa. *South African Oceanography Research Institute, Investigation Report*. 28: 1-75.
 11. Chittleborough, R.G., 1974. Western rock lobster reared to maturity. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* Vol. 25, pp: 221-225.
 12. Chen, L.C., 1990. *Aquaculture in Taiwan*. Fishing News books. 217 p.

