



Review article

The effect of various biological and non-biological factors on the growth of spiny lobsters with emphasize on the species that living along the Makran beaches

Abolfazl Javaher Kalam ¹, Gholamreza Rafiee ^{1*}, Hamid Farahmand ¹, Hadi Bagherpour ¹,
Alireza Mir Vaghefi ¹, Seraj Bitar ²

¹Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

²Department of Fisheries Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

Key Words

Aquaculture
Crustacean
Iran
Panulirus versicolor
Panulirus polyphagus
Panulirus homarus

Abstract

Spiny lobsters are the most expensive and valuable seafood and are produced and sold in more than 90 countries, including Iran. Here are three spiny lobster species that live in the shores of Makran, spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758), mud spiny lobster *P. polyphagus* (Herbst, 1973) and Melon spiny lobster *P. versicolor* (Latreille, 1804). accounting for more than 95% of Iran's trade is related to spiny lobster. Due to the economic crisis, problems in the field of water and aquaculture can be a very good option to compensate for some of these losses. In this study, for quick and easy access of researchers and craftsmen in this field, by examining the studies conducted in this field, the effect of various biological and non-biological factors on the growth of spiny lobsters in Makran waters in southern Iran has been investigated. The results showed that the growth of lobsters decrease under acute environmental conditions, such as salinity, temperature, acidity decreases in high and low values. Also, for chandeliers, lobsters with younger age and size, the growth rate is higher. Growth rate is generally higher in male lobsters than in female lobsters. Besides that, in group breeding, the growth rate is higher than the individual mode. Based on the studies that have been done in this field, it can be concluded that the closer the environmental conditions of lobsters are to the environmental conditions, increase their growth rate and survival rate.

* Corresponding Author's email: ghrafiee@ut.ac.ir

Received: 4 August 2021; Reviewed: 8 September 2021; Revised: 9 November 2021; Accepted: 10 December 2021

(DOI): [10.22034/AEJ.2021.300037.2632](https://doi.org/10.22034/AEJ.2021.300037.2632)

مقاله مروری

اثر فاکتورهای مختلف زیستی و غیرزیستی بر رشد لابسترهای خاردار با تاکید بر گونه‌های حاضر در سواحل مکران

ابوالفضل جواهرکلام^۱، غلامرضا رفیعی^{۲*}، حمید فرحمند^۱، هادی پورباقر^۱، علیرضا میرواقفی^۱، سراج بیتا^۲

^۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

^۲ گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

تکثیر و پرورش

لابستر

سواحل جنوب

Panulirus versicolor

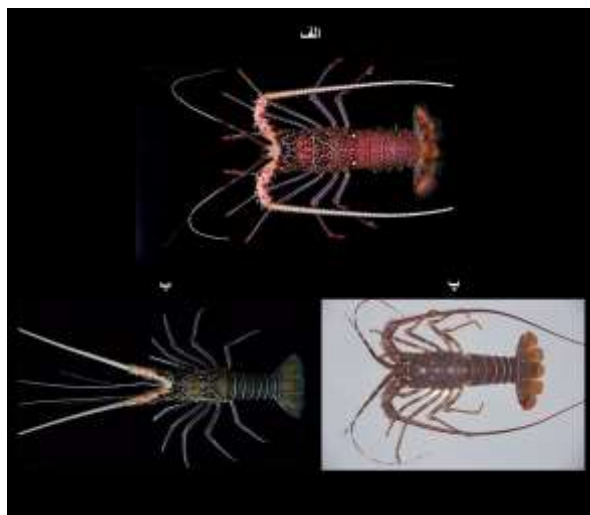
Panulirus polyphagus

Panulirus homarus

لابسترهای خاردار از گران‌ترین و با ارزش‌ترین غذاهایی دریایی‌اند و در بیش از ۹۰ کشور دنیا از جمله ایران، صید و به فروش می‌رسند. در سواحل مکران، سه گونه لابستر خاردار اسکالوپ (*Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758)، لابستر خاردار گلی (*Panulirus polyphagus* (Herbst, 1973) و لابستر خاردار ملون (*Panulirus versicolor* (Latreille, 1804) زیست می‌کنند و بیش از ۹۵ درصد تجارت لابستر در ایران مربوط به لابستر خاردار اسکالوپ است. با توجه به بحران اقتصادی، مشکلات حوزه آب و کشاورزی در مناطق ساحلی ایران، توسعه آبی‌پروری می‌تواند گزینه بسیار مناسبی جهت اشتغال‌زایی و کسب درآمد بیشتر در این مناطق باشد. در این مطالعه به جهت دسترسی سریع و راحت محققین و صنعتگران این حوزه، با بررسی مطالعات صورت گرفته در این زمینه، به بررسی اثر عوامل مختلف زیستی و غیرزیستی بر رشد لابسترهای خاردار آب‌های مکران در جنوب ایران پرداخته شد. بررسی مطالعات نشان داد که رشد لابسترها تحت شرایط حاد محیطی، هم‌چون افزایش یا کاهش شوری و دما، اسیدیته، کم می‌شود. هم‌چنین برای لابسترهایی با سن و اندازه کم‌تر، سرعت رشد بالاتر است. سرعت رشد عموماً در لابسترهای نر بیش‌تر از لابسترهای ماده است. از طرفی در پرورش گروهی سرعت رشد بالاتر از حالت انفرادی است. با بررسی مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته شده است، می‌توان نتیجه گرفت هر اندازه که شرایط محیط پرورش لابسترها نزدیک به شرایط محیطی باشد، سرعت رشد و نرخ زنده ماندن آن‌ها بالاتر است.

مقدمه

سعی شد مرور جامعی بر روی اثر فاکتورهای مختلف زیستی، غیر زیستی و اکولوژیک روی رشد لابسترهای خاردار انجام شود و در دسترس محققین و صنعتگران این حوزه قرار گیرد.



شکل ۱: تصویر سه گونه لابسترهای مورد تاکید در این مطالعه بر

گرفته از (۵،۶). الف: *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758).

ب: *Panulirus versicolor* (Latreille, 1804) و *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1973)

فاکتورهای زیست‌شناسی

رشد: رشد، فاکتوری از فراوانی جمعیت و میزان تولید توسط آن در واحد زمان است (۷) و به‌صورت افزایش اندازه و وزن بدن در واحد زمان تعریف می‌شود (۸). رشد در سخت‌پوستان یک فرایند پیوسته و مستمر است و به‌دلیل بافت‌سخت کوتیکول خارجی فقط در فواصل زمانی اتفاق می‌افتد که کوتیکول خارجی از سطح بدن جدا شود (۹). رشد در سخت‌پوستان طی فاصله زمانی بین دو پوست‌اندازی رخ می‌دهد. بنابراین، شناخت آن کمک بزرگی به موفقیت در بحث آبی‌پروری می‌کند. پوست‌اندازی یک فرایند بسیار پیچیده و انرژی‌خواه است (۱۰). دو فاکتور اصلی نشان‌دهنده رشد در سخت‌پوستان یکی تعداد دفعات پوست‌اندازی و دیگری میزان افزایش طول کاراپاس است. تعداد دفعات پوست‌اندازی در لابسترها از چند روز یک‌بار در مراحل لاروی و نوجوانی تا سالی یک مرتبه در مرحله بلوغ رخ می‌دهد. در برخی سخت‌پوستان به‌خصوص لابسترهای خاردار مثل *P. Homarus*، پوست‌اندازی حتی بعد از سن بلوغ نیز رخ می‌دهد اگرچه تعداد آن و میزان افزایش طول کاراپاس در هر پوست‌اندازی کم می‌شود (۱۱). در فاصله زمانی بین دو پوست‌اندازی به‌تدریج بافت‌ها جایگزین آبی می‌شود که برای انداختن پوسته قدیمی جذب شده بود. در ماده‌ها تمام فرایندهای تولیدمثلی، جفت‌گیری، بلوغ تخمدان‌ها، سنتر زرده، رهاسازی تخم‌ها، باروری و مراقبت از نوزاد در فاصله بین دو پوست‌اندازی رخ می‌دهد (۱).

تنوع گونه‌ای و پراکنش در ایران: تاکنون ۲۴ گونه و ۴ زیر

گونه از جنس *Panulirus* White, 1847 در آب‌های اقیانوس اطلس، آرام و هند شناسایی شده است. از این میان ۶ گونه مربوط به آب‌های هند و شمال غرب اقیانوس هند است (۱). که سه گونه از آن‌ها یعنی لابستر خاردار اسکالویی *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758)، لابستر خاردار گلی *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1973) و لابستر خاردار ملون *Panulirus versicolor* (Latreille, 1804) در ایران زیست می‌کنند (شکل ۱) (۲، ۳). گونه‌های این جنس دارای ویژگی‌های تشخیصی بارزی هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به وجود دو شاخ دندان‌شکل که با فاصله زیادی در بخش جلویی کاراپاس قرار گرفته‌اند، تاژک‌های آنتنی کاملاً انعطاف‌پذیر، تاژک‌های آنتنولی دراز و شلاقی شکلی که از پدانکل‌های آنتنول درازترند اشاره کرد. *P. homarus* یا لابستر خاردار اسکالویی به‌صورت کلی در آب‌های کم عمق بین ۱ تا ۱۵ متر زیست می‌کند که البته تا اعماق ۹۰ متر هم دیده می‌شود. این گونه از صخره‌های مرجانی به‌عنوان پناهگاه استفاده می‌کند. لابستر خاردار اسکالویی عموماً از کفزیان کم تحرکی چون دوکفه‌ای‌ها، خارپوستان، انواع نرم‌تنان و سخت‌پوستان و کرم‌های پرتار تغذیه می‌کند (۱). این گونه در ناحیه هند-آرام غربی زیست می‌کند، از شرق آفریقا تا همه قسمت‌های اقیانوس هند و استرالیا و نیوکالادونیا و ژاپن دیده می‌شود. در ایران فقط در سواحل سیستان و بلوچستان و بخش‌هایی از هرمزگان دیده می‌شود (۴). *P. polyphagus* که با نام عمومی لابستر خاردار شنی شناخته می‌شود، در ایران، پاکستان، هند، سریلانکا، فیلیپین، مالزی، اندونزی و شمال غرب استرالیا پراکنش دارد. این گونه بیش‌تر در مصب‌ها و در سواحل گلی و صخره‌ای کم عمق دیده می‌شود. گاهی تا اعماق ۹۰ متر هم دیده می‌شود. لابستر خاردار شنی از گونه‌های کفزی کم تحرک تغذیه می‌کند (۱). *P. versicolor* یا لابستر خاردار ملون (Painted spiny lobster) در تمام نقاط حوزه هند-آرام غربی از جمله ایران، پاکستان، هند، سریلانکا، استرالیا و ... پراکنش دارد و اخیراً در آمریکا نیز دیده شده است (۱). این گونه شب‌فعال است و در گروه‌های کوچکی دیده می‌شود. در بین علف‌های دریایی نواحی مرجانی زیست می‌کند. در آب‌های کم عمق تا عمق ۱۵ متری دیده می‌شود. بیش‌تر از بی‌مهرگان کف تغذیه می‌کند (۱). با توجه به این‌که سواحل جنوبی ایران زیستگاه‌های مناسبی برای زیست لابسترهای خاردار بوده و شرایط کاملاً مطلوبی برای تکثیر و پرورش این گروه از لابسترها فراهم است و هم‌چنین با در نظر گرفتن این‌که اطلاعات جامعی در مورد شرایط زیست این لابسترها و اثر فاکتورهای مختلف بر روی رشد آن‌ها در دست نیست، در این مطالعه

پوست اندازی: پوست اندازی (ecdysis) یک فرایند پیچیده است

که شامل تمام تغییرات ریخت شناسی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی است که یک جانور از حالت آماده سازی تا زمان بازیابی پس از پوست اندازی متحمل می شود (۱۲). لابسترهای خاردار هم چون دیگر سخت پوستان طی فرایند پوست اندازی اسکلت خارجی خود را دفع می کنند و افزایش وزن و طول در فاصله زمانی بین دو پوست اندازی رخ می دهد. طی فرایند پوست اندازی هم چنین آسترهای کیتینی حلق، foregut و نیز سطح آبشش ها با لایه های کیتینی جدید جایگزین می شوند (۱۲). در فاصله زمانی بین دو پوست اندازی لابسترها میزان تغذیه خود را به مقدار قابل توجهی بالا می برند، در این زمان کوتیکول جدید ترشح می شود، معدنی شدن اتفاق می افتد و بافت ها جایگزین آب جذب شده می شوند (۱). فاکتورهای مختلفی بر نرخ رشد لابسترها اثر می گذارد. نرخ رشد بین گونه های مختلف و نیز افراد مختلف یک گونه در نقاط جغرافیایی مختلف متفاوت است. در بین فاکتورهای غیر زیستی، غذانقش مهم تری بر فرایند رشد دارد. در لابسترها کیفیت غذا، میزان در دسترس بودن آن و تراکم جمعیت سرعت رشد را تعیین می کند (۱). دما نیز فاکتور مهمی است که رشد را به خصوص برای گونه های گرمسیری و نیمه گرمسیری تحت تاثیر قرار می دهد. اکسیژن، شوری های بالا و یا پایین و دوره های نوری نیز از دیگر فاکتورهای غیر زیستی هستند که سرعت رشد را تحت تاثیر قرار می دهند (۷). تاثیر عوامل مختلف زیست شناسی و اکولوژیک روی رشد لابسترهای خاردار در زیر آورده شده است. سرعت رشد لابسترها تحت تاثیر فاکتورهای مختلف زیستی چون سن، جنس، اندازه، فاکتورهای خون شناسی و ... متغیر است. در بخش های بعدی به نتایج مطالعاتی که در مورد این فاکتورها برای لابسترهای خاردار انجام شده اشاره می گردد.

سن: لابسترهای خاردار به طور میانگین نزدیک به ۱۵ سال عمر

می کنند. تحقیقات سن لابسترها و به صورت کلی سخت پوستان در سرعت رشد و تعداد پوست اندازی ها تاثیر مهمی دارد همواره نشان داده است که هم زمان با افزایش سن جانور سرعت رشد آن کم و فاصله زمانی بین دو پوست اندازی زیاد می شود (۱). تعداد دفعات پوست اندازی در لابسترهایی با اندازه بدنی کوچک تر بیش تر از لابسترهای بزرگ تر است (۱۳، ۱۴). از طرفی با بزرگ تر شدن جثه لابسترهای خاردار، فاصله زمانی بین دو پوست اندازی نیز بیش تر می شود (۱۵). به صورت کلی در مورد لابسترهای خاردار، سرعت رشد در افراد جوان نسبت به بالغین بیش تر است (۱۵، ۱۶). نتایج به ثبت رسیده از پژوهشی که بر روی لابسترها توسط Booth و Kittaka، منتشر شد نشان می دهد که لابسترهای نابالغ به طور معمول هر ۲ الی ۳ هفته یک بار، پوست اندازی می کنند و با افزایش سن و جثه، مدت زمان بین پوست اندازی ها زیاد

می شود. آن ها هم چنین بیان داشتند که به صورت میانگین در هر بار پوست اندازی نزدیک به ۵ درصد به وزن بدن جانور اضافه می شود. به صورت کلی سرعت رشد و فاصله زمانی بین دو پوست اندازی در لابسترهایی با سن و اندازه بدنی کم تر، بیش تر از لابسترهایی با سن و اندازه بدنی بزرگ تر می باشد (۱۷).

جنس: سرعت رشد در سخت پوستان در جنس های نر و ماده

متفاوت است. البته این تفاوت نرخ رشد در سنین پایین تا حدودی کم تر است همانطور که Berry نشان داد که نرخ رشد لابسترهای خاردار نر و ماده تا قبل از رسیدن به بلوغ یکسان است (۱۴). سرعت رشد برای خیلی از گونه های جنس *Psnilirus* در هر دو جنس متفاوت است. جنس نر گونه *P. ornatus* نسبت به بقیه گونه های این جنس سرعت رشد بیش تری دارد (۱). سرعت رشد جنس ماده در *P. homarus* بیش تر از جنس نر بوده است (۱۸). Mashaei و Rajabipour در تحقیقی که طی یک دوره یک ساله بر روی میزان رشد لابسترهای خاردار سواحل سیستان و بلوچستان انجام دادند، بیان داشتند که هم میانگین رشد طولی کاراپاس و هم میانگین افزایش وزن در جنس نر بیش تر از جنس ماده بوده است (۱۹). در جنس ماده *P. homarus* در سریلانکا، رشد آلومتریک منفی و برای نرها ایزومتریک بوده است (۲۰). سرعت رشد در دو جنس نر و ماده *P. homarus* که در شرایط تکثیر هستند، متفاوت است. او اعلام کرد که سرعت رشد جنس نر هم در نمونه هایی که جنس ها به صورت مجزا و هم در نمونه هایی که جنس ها با هم در یک مخزن پرورش داده شده اند بیش تر است. Kizhakudan و همکاران، به بررسی رشد و پوست اندازی لایستر شنی پرداختند. آن ها بیان داشتند که سرعت رشد هم در نرها و هم در نابالغین بیش تر از ماده ها و بالغین است (۲۱). این شرایط در مورد شمار دفعات پوست اندازی نیز صدق می کند. سرعت رشد در هر دو جنس هم زمان با افزایش سن کاهش می یابد. در نرها، بعد بلوغ جنسی (۶۵ تا ۷۵ میلی متری طول کاراپاس) شاهد افزایش سرعت رشد می باشیم اما پس از رسیدن طول کاراپاس به ۸۰ میلی متر، سرعت رشد ثابت است. در ماده ها کاهش شدید سرعت رشد را پس از رسیدن کاراپاس به ۶۵ تا ۶۸ میلی متر داریم اما بین ۷۰ تا ۸۰ میلی متر، یعنی زمانی که بلوغ و تولید مثل در آن رخ می دهد، سرعت رشد ثابت است. در تحقیقی رشد لابستر خاردار اسکالویی وابسته به جنس و تحت تاثیر تولید مثل بررسی شد. در این مطالعه لابسترها در تانک هایی با جنس های جدا و یا به صورت تک جنس پرورش داده شدند. وقتی که جنس ها با هم در یک تانک قرار داده شدند، فعالیت تولید مثل بالاتر اما سرعت رشد پایین تر است. وقتی که جنس ها جدای از هم پرورش داده شدند، سرعت رشد نرها از ماده ها بیش تر است. در اغلب مطالعات صورت

گرفته مشخص شد که سرعت رشد و تعداد پوست‌اندازی در نرها و افراد جوان‌تر بیش‌تر از ماده‌ها و افراد مسن‌تر است (۱۱).

فاکتورهای خون‌شناسی: پارامترهای خون‌شناسی شامل تعداد کل هموسیت‌ها، زمان لخته‌خون و میزان پروتئین سرم می‌باشد. این پارامترها به‌عنوان شاخص‌های استرس و سلامت سخت‌پوستان در نظر گرفته می‌شوند (۲۲). هموسیت‌ها با انجام اعمالی چون انعقاد خون، تجمع عوامل بیماری‌زا، کپسوله کردن و فاگوسیتوز کردن آن‌ها، نقش مهمی در سیستم دفاعی سخت‌پوستان به‌ویژه لابسترها دارند. این نقش متعاقباً اثر خود را بر رشد موثر و بهینه لابسترها نشان می‌دهد (۲۳). علاوه بر نقشی که هموسیت‌ها در سیستم دفاعی سخت‌پوستان دارند، آن‌ها با هضم و انتقال مواد غذایی نقش مهمی را در رشد جانور نیز ایفا می‌کنند (۲۴). فاکتورهای خون‌شناسی نظیر تعداد کل هموسیت‌های خون، فعالیت فنول اکسیداز و کاهش NBT به‌عنوان نشانگرهای بروز استرس و سلامت لابسترها در نظر گرفته می‌شوند. اثر شرایط محیطی بر روی پاسخ‌های ایمنی لابستر خاردار اسکالوپی که نقش مهمی در سلامت و رشد آن دارند توسط Verghese بررسی شد. در این تحقیق مشخص شد که در شوری‌های پایین (کم‌تر از ۲۰ واحد در هزار) و بالا (بیش‌تر از ۴۵ واحد در هزار) باعث کاهش معنی‌دار ($P < 0.05$) تعداد کل هموسیت‌ها و کاهش NBT می‌شود. همچنین فعالیت فنول اکسیداز هم‌زمان با افزایش شوری افزایش می‌یابد. در شرایط اسیدی (۵) و قلیایی (۹/۵)، در شرایط هیپوکسی (اکسیژن کم‌تر از یک میلی‌گرم در لیتر) و در غلظت‌های بالای ammonia-N تعداد کل هموسیت‌ها و نیز فعالیت فنول اکسیداز کاهش یافت. بنابراین شرایط حاد محیطی ضمن مختل کردن سیستم ایمنی بدن لابستر، آن‌ها را مستعد انواع پاتوژن‌ها و بروز انواع بیماری‌ها می‌کند که در نهایت سرعت رشد را نسبت به شرایط بهینه بسیار پایین می‌آورد (۲۵). هموسیانین حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد پروتئین سرم در سخت‌پوستان را تشکیل می‌دهد. هرگونه کاهشی در میزان پروتئین سرم احتمالاً به‌خاطر کاهش تعداد هموسیانین است (۲۶). یکی از تبعات کاهش میزان پروتئین‌های سرم در شرایط استرس‌زا، کاهش انتقال هموسیانین و به تبع آن کاهش انتقال اکسیژن است که در دوره‌های حساس رشد به‌خصوص فواصل بین پوست‌اندازی رشد را شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین کاهش میزان هموسیانین باعث افزایش زمان لخته شدن می‌شود (۲۷). اختلال در لخته شدن خون در لابسترهای بیمار ممکن است به‌دلیل کاهش تعداد گرانولوسیت‌ها، افزایش تعداد هموسیت‌های آسیب‌دیده یا مصرف انعقاد پلاسما در اواخر دوره عفونت به‌دلیل لخته شدن داخل عروقی یا عدم تجدید آن باشد (۲۸). لابسترهایی با میزان کل هموسیت پایین و یا آن‌هایی که همولنف دیر منعقد شوند دارند، تعداد دفعات پوست‌اندازی و سرعت رشد کم‌تری دارند (۲۹).

Vijayakumaran و همکاران، به بررسی اثر عوامل طبیعی و غیرطبیعی بر پارامترهای خون‌شناسی لابستر خاردار اسکالوپی پرداختند. در این تحقیق مشخص شد که هم‌زمان با افزایش درصد ضایعات پوستی ناشی از بیماری‌های پوستی، تعداد کل هموسیت هم کاهش پیدا می‌کند. در این مطالعه بیش‌ترین تعداد هموسیت‌های خون مربوط به گروه کنترل بود که هیچ ضایعه پوستی نداشتند و کم‌ترین آن مربوط به گروهی بود که بیش‌ترین درصد ضایعات پوستی را داشتند. همچنین هم‌زمان با افزایش درصد ضایعات پوستی، از میزان پروتئین سرم کاسته شد. زمان لخته‌خون نیز ارتباط منفی معنی‌دار قوی ($p < 0.01$) را با میزان پروتئین سرم و تعداد کل هموسیت‌ها نشان داد. لابسترهای گرسنه و نیز آن‌هایی که با پلت تغذیه می‌شدند، پروتئین سرم و نیز تعداد کل هموسیت‌های آن‌ها به‌طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کم‌تر از گروهی بود که با نرم‌تنان تازه تغذیه می‌شدند. از طرفی گروهی از لابسترها که هر دو پایه چشمی آن‌ها قطع شده بود میزان پروتئین سرم و تعداد کل هموسیت‌های خون آن‌ها نسبت به آن‌هایی که پایه چشمی آن‌ها قطع نشده بود داشتند. همچنین در این مطالعه مشخص شد که هم‌زمان با افزایش درصد حجم تعویض آب، بار باکتریایی و همچنین تعداد کل هموسیت‌های خون کم می‌شود.

قطع پایه چشمی: هورمون مهارکننده رشد یکی از اصلی‌ترین تنظیم‌کننده‌های فرایند پوست‌اندازی در سخت‌پوستان است که در اندام ایکس در پایه چشمی قرار دارد. سطوح بالای این هورمون در دوره‌های بین پوست‌اندازی باعث جلوگیری از ترشح هورمون محرک پوست‌اندازی توسط اندام Y می‌شود. اندام Y به‌صورت دو غده زیرپوستی در قسمت‌های کناری سینه قرار دارد (۱). هورمون بازدارنده رشد در سخت‌پوستان یک پپتید عصبی است که یکی از نقش‌های آن تنظیم متابولیسم گلوکز است. در زمان استرس هورمون Crustacean Hyperglycemic ترشح و مانع از پوست‌اندازی می‌شود و این دو از عواملی هستند که روند پوست‌اندازی و رشد را در سخت‌پوستان به‌ویژه لابسترها مختل می‌کنند (۳۰). علاوه بر این عفونت باکتریایی نیز می‌تواند همین تأثیر را بر روند رشد و پوست‌اندازی بگذارد (۳۱). نزدیک به ۸۰ سال است که نقش پایه چشمی و اثر قطع آن بر سرعت رشد و پوست‌اندازی سخت‌پوستان شناخته شده است (۳۲). اگرچه اثر قطع پایه چشمی در تسریع رشد گونه‌های مختلف سخت‌پوستان از دیرباز مورد مطالعه قرار گرفته است، با این حال نیاز است فواید این کار به‌خصوص برای گونه‌های مختلف لابستر در امر پرورش به‌خوبی روشن شود. عمده مطالعات این حوزه بیش‌تر بر روی گونه *Homarus americanus* متمرکز بوده است (۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶). با این حال این مورد در مورد لابسترهای خانواده Plunoridea نیز تا حدودی مطالعه شده است (۱۳، ۳۷، ۳۸، ۱۱، ۳۹، ۴۰). در حوزه اقیانوس هند هم اکثر مطالعات متمرکز بر

دریای عرب در استخرهای خاکی به این نتیجه رسیدند که لایستریهای نابالغی با طول بین ۴۰ تا ۴۵ میلی متر و وزن ۱۰۰ گرم در آب های ساحلی عمان در دریای عرب، در طول یک سال به ۷۰ میلی متر طول کاراپاس و وزن ۳۵۰ گرم در طول یک سال می رسند (۴۳). فاکتورهای غیرزیستی در محیط بیشترین تاثیر را در رشد لایسترها دارد. به هر اندازه شرایط محیط پرورشی نزدیک به شرایط محیط طبیعی آن گونه از لایستر باشد، شانس موفقیت در امر پرورش بالاتر است. بنابراین شرایط حاد محیطی ضمن مختل کردن سیستم ایمنی بدن لایستر، آن ها را مستعد انواع پاتوژن ها و بروز انواع بیماری ها می کند که در نهایت سرعت رشد را نسبت به شرایط بهینه بسیار پایین می آورد.

شوری: شوری از عوامل مهمی است که رشد سخت پوستان را به شدت متاثر می سازد. لایستریهای خاردار استنوهالین هستند و با افزایش تغییرات دامنه شوری، تعذیه کم و متعاقب آن فاصله بین دو پوست اندازی زیاد می شود (۴۴). نتایج تحقیقات Vidya و Joseph نشان داد که لایستریهای خاردار اسکالوپ بالی، در چهار شوری مختلف ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ واحد در هزار، بالاترین سرعت رشد را در شوری ۳۵ واحد در هزار داشتند. همچنین در این مطالعه مشخص شد که با افزایش شوری (از ۲۰ واحد در هزار به سمت ۳۵ واحد در هزار) وزن و طول کاراپاس هم بیشتر می شود، از طرفی نرخ زنده ماندن در شوری های ۲۰ و ۳۵ واحد در هزار کم می شود ولی در شوری های ۲۵ و ۳۰ واحد در هزار، حدود ۱۰۰ درصد است. علت پایین آمدن نرخ زنده ماندن در شوری بالا (۳۵ واحد در هزار) افزایش هم نوع خواری بر شمرده شد. در این مطالعه مشخص شد که بیشترین تلفات هم نوع خواری مربوط به افرادی بود که به تازگی پوست اندازی کردند که این هم به دلیل اسکلت نرم آن ها بوده است. در مطالعه مذکور عنوان شده است که به دلیل این که لاشه مربوط به لایستریهایی که در دوره بین دو پوست اندازی هستند و اسکلت سختی دارند، در بین لاشه ها مشاهده نشد، پس نمی توان علت مرگ به شرایط نامساعد آب و محیط مرتبط دانست. همچنین نویسندگان این مقاله بیان داشتند که با توجه به این که شوری بالا در محیط مستعد افزایش فعالیت های عوامل بیماری زایی چون قارچ، ویروس و باکتری است، پس یکی از دلایل مرگ و میر بالا همین مقدار شوری بالاست. در این مطالعه از افزایش آمونیاک در شوری بالا به عنوان دلیل سوم مرگ و میر بالا در این گستره از شوری نام برده شد (۴۵). Potts و Parry، بیان داشتند که در شوری پایین، جانوران پرورشی انرژی بیشتری را صرف تنظیم فشار اسمزی می کنند. به همین دلیل شوری پایین بر نرخ زنده ماندن آن ها تاثیر می گذارد (۴۶). نرخ رشد و زنده ماندن لارو فیلوزمای لایستر خاردار اسکالوپ توسط Jayagopal و Vijayakumaran بررسی شد. در این مطالعه لاروها در شوری های ۲۵، ۲۷، ۲۹، ۳۰ (شوری ۴۷۳

لایستر خاردار اسکالوپ بوده است و برای اولین بار Radhakrishnan و Vijayakumaran در تحقیقاتشان به افزایش سرعت رشد این لایستر پس از قطع پایه چشمی پی بردند (۴۰). با این حال مطالعه بر روی اثر قطع پایه چشمی بر روی گونه *P. polyphagus* ناشناخته باقی مانده بود. برای اولین بار اثر قطع پایه چشمی بر روی رشد و پوست اندازی لایستر خاردار شنی توسط Kizhakudan، بررسی شد. برای این مطالعه دو گروه لایستر با طول کاراپاس ۲۰ تا ۴۰ میلی متر و ۵۰ تا ۷۰ میلی متر انتخاب شدند. برای هر دو گروه یک گروه کنترل نیز در نظر گرفته شد. قطع پایه چشمی باعث افزایش رشد (افزایش طول کاراپاس و وزن) و سرعت پوست اندازی در هر دو گروه (هم در نرها و هم در ماده ها) شد. بیشترین افزایش مربوط به نرهای جوان تر بودند. افزایش طول کاراپاس برای نرهای جوانی که پایه چشمی شان قطع شده بود حدود ۰/۷ درصد در روز و برای آن هایی که پایه چشمی شان قطع نشده بود، حدود ۰/۴ درصد در روز بود. افزایش وزن برای نرهای جوان تر، که پایه چشمی شان قطع شده بود، ۳/۳ درصد وزن کل بدن در روز، و برای آن هایی که پایه چشمی شان قطع نشده بود ۱/۵ درصد در روز بود. در همه گروه ها هم زمان با افزایش طول کاراپاس، سرعت رشد کاهش یافت (۴۱). قطع پایه چشمی در لایستریهای نابالغ باعث کاهش زمان پوست اندازی و در نتیجه افزایش سرعت رشد می شود (۱۴). Kizhakudan به بررسی اثر قطع پایه چشمی بر روی سرعت پوست اندازی و رشد نمونه های نابالغ لایستر خاردار شنی، در شرایط آزمایشگاهی پرداخت. در این تحقیق مشخص شد که قطع پایه چشمی باعث کوتاه تر شدن فاصله زمانی بین دو پوست اندازی و افزایش سرعت رشد نمونه های نابالغ و نیمه بالغ می شود. افزایش وزن (۳۷۴ درصد در طول ۱۱۴ روز) و افزایش طول کاراپاس (۷۴ درصد در طول ۱۱۴ روز) در لایستریهای نابالغ جنس نری که پایه چشمی آن ها قطع شده بود، بیش تر از سایرین بوده است (۴۱). با توجه به مطالعات گسترده ای که در این زمینه انجام گرفته است، مشخص شد که قطع پایه چشمی باعث افزایش سرعت رشد و کاهش فاصله زمانی بین دو پوست اندازی به خصوص در لایستریهای جوان تر می شود.

فاکتورهای غیرزیستی: لایستریهای خاردار (اعضای جنس *Panolirus*) مناطق گرمسیری و ویژگی های منحصر به فردی دارند که آن ها را گزینه مناسبی برای آبی پروری تبدیل کرده است. این لایسترها به راحتی با شرایط تکثیر در اسارت سازگاری پیدا می کنند. هم نوع خواری کمتری دارند، رشد سریع تری دارند (۴۲). Balkhair و همکاران، به بررسی رشد لایستریهای خاردار در استخرهای خاکی که شرایط محیطی آن ها مثل شرایط دریای عرب بود پرداختند. لایسترها به طور میانگین ۴۵/۸ درصد افزایش طول و ۱۵۵ گرم افزایش وزن را در یک دوره ۳۳۵ روزه نشان دادند. آن ها با شبیه سازی شرایط محیطی

طبیعی دریای مدیترانه)، ۳۱، ۳۲ و ۳۵ در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شدند. نرخ زنده ماندن در شوری زیر ۳۰ واحد در هزار کم بوده است. در شوری بین ۲۵ تا ۲۹ نرخ زنده ماندن بین ۱۵ تا ۲۵ روز بوده است. بیشترین نرخ زنده ماندن در شوری ۳۱ و ۳۳ بوده است که در این شوری لاروها بین ۵۵ تا ۶۰ روز زنده ماندند. همزمان با افزایش شوری از ۲۷ به سمت ۳۵ نرخ زنده ماندن نیز بیش تر شد. در این مطالعه عنوان شد که لاروها قادر به گذر از مرحله II در شوری ۲۵ نبودند اگر چه تا حدود ۲۵ روز زنده ماندند. در شوری ۳۱ و ۳۳ لاروها قادر بودند طی ۵۵ تا ۶۰ روز خود را به مرحله Vb برسانند. به صورت کلی نرخ رشد و زندهمانی در شوریهای زیر ۲۹ واحد در هزار پایین می آید. بیشترین نرخ رشد و زندهمانی لایستر در گستره شوری طبیعی (۲۹ تا ۳۲ واحد در هزار) است و در شوریهای بالاتر به دلیل افزایش بار باکتریایی، هم نوع خواری و افزایش آمونیاک، این مقادیر کاهش می یابند (۴۷).

دما: دما از مهم ترین پارامترهای محیطی است که بر روی تمام خصوصیات رفتاری، فیزیولوژیکی، تغذیه ای، رشد، باروری، نرخ زنده ماندن و ... موجودات دریایی اثر مستقیمی دارد. فاکتورهای مختلف محیطی وجود دارد که بر روی نرخ رشد اثر می گذارد. دما یکی از مهم ترین آنهاست که در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری نقش مهمی را در رشد لایسترها ایفا می کند (۱). افزایش دما در یک دوره یک ساله، با کم کردن فواصل زمانی بین پوست اندازی، نرخ رشد را در لایسترهای خاردار بالا می برد (۴۸). دما یکی از فاکتورهای بسیار مهم در مورد رشد و نرخ زنده ماندن لایسترهای خاردار است (۱). دمای بهینه رشد لایستر خاردار ۲۸ درجه سانتی گراد است و در این دما در طول یک سال نمونه هایی با وزن بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ گرم شاهد افزایش وزن حدوداً ۱۰۰ گرمی بودند. در حالی که این میزان افزایش وزن در محیط طبیعی دریا حدود ۱۸ ماه به طول می انجامد (۴۹). لایستر خاردار به صورت کلی استوتروم بوده و توانایی تحمل تغییرات بالای حرارتی را ندارد. اگرچه افزایش دمای حدوداً ۱/۵ درجه ای تاثیر زیادی بر تغذیه و رفتار آن ندارد، با این حال همزمان با افزایش دما نرخ مصرف غذا نیز بالا می رود (۱۷). بررسی رشد لایستر خاردار اسکالویی در کنیا نشان داد که طی مانسون جنوب شرق (دمای پایین) نسبت به مانسون شمال غرب (دمای بالا) سرعت رشد در ماده ها ۱۹ و در نرها ۴۶ درصد بیش تر می شود (۳۶). باروری لایسترها به وسیله تعداد تخم های قرار گرفته بر روی زوائد پاهای شنا محاسبه می شود. لایسترها در مناطق گرمسیری دوبار یا بیش تر زادآوری دارند و میزان باروری آن ها نیز بیش تر است (۵۰). تاثیر دما بر رسیدگی تخمدان هادر مراحل مختلف زندگی و نیز تکامل جنینی در *P. polyphagus* توسط Irvin و Williams بررسی شد. برای این مطالعه، ماده ها در سه دمای پایین

(۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی گراد)، طبیعی (۲۶ تا ۲۹ درجه سانتی گراد برای گروه کنترل) و بالا (۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند. نتایج نشان داد که هیچ گونه تفاوت معنی داری ($P > 0.05$) در شاخص های GSI و OSI در هر ۳ تیمار مشاهده نشد. با این حال تفاوت معنی داری ($P < 0.05$) در هر سه تیمار برای قطر اووسیت ها مشاهده شد. برای تکامل جنینی، ۵ ماده در دمای پایین (۲۰ درجه سانتی گراد)، طبیعی (۲۵ تا ۳۸ درجه سانتی گراد، برای نمونه های کنترل) و بالا (۳۰ درجه سانتی گراد) نگهداری شد. در نمونه های کنترل بیشترین میانگین قطر اووسیت ها ۰/۶۶ میلی متر (در روز یازدهم) بود. این عدد برای نمونه هایی که در دمای پایین نگهداری می شدند ۰/۶۳ میلی متر در روز پنجم و ۰/۵۹ میلی متر در روز هفدهم بود. همچنین بیشترین میانگین قطر اووسیت ها برای نمونه هایی که در دمای بالا نگهداری می شدند ۰/۶۵ میلی متر برای روز چهارم و ۰/۶۷ میلی متر برای روز سوم به دست آمد. با توجه به نتایج حاصل، می توان استنباط کرد که دماهای نزدیک به شرایط طبیعی مناسب ترین گزینه برای تحریک تکامل تخمدان ها در این گونه می باشد و شرایط نامساعد و استرس زا ضمن افزایش نرخ مرگ و میر، میزان رهاسازی تخم های تفریخ نشده را نیز بالا می برند (۵۱). اثر دما بر سرعت رشد، میزان تبدیل غذا، فاصله بین پوست اندازی ها، بر روی لایستر خاردار اسکالویی توسط Kemp و Britz بررسی شد. نتایج نشان داد که در یک گستره دمایی ۱۹ تا ۲۸ درجه سانتی گراد، در نابالغین لایسترهای خاردار اسکالویی میزان تغذیه زیاد می شود. همچنین در این مطالعه بیشترین نرخ رشد خاص در دماهای ۲۴ و ۲۸ درجه سانتی گراد به دست آمد. کمترین فاصله زمانی بین دو پوست اندازی در دمای ۲۴ و بیشترین آن در دمای ۲۱ و ۱۹ درجه سانتی گراد به دست آمد، نسبت تبدیل غذا در دمای ۲۴ درجه سانتی گراد به بیشترین حد خود رسیده است. به صورت کلی با توجه این که بهترین سرعت رشد و نرخ تبدیل غذا در ۲۴ درجه به دست آمد، این دما برای پرورش نابالغین این لایستر توصیه شده است. به طور کلی با افزایش دمای محیط تا رسیدن به سقف دمای طبیعی محیط که حدود ۲۷ تا ۲۹ درجه سانتی گراد است، سرعت رشد و سایر فاکتورهای تولیدمثلی در بالاترین میزان خود قرار می گیرند و هرگونه نوسانات دمایی سرعت رشد را کاهش داده و باعث افزایش فاصله زمانی بین دو پوست اندازی می شود (۵۲).

اسیدیته: اسیدیته بر رشد سخت پوستان تاثیر زیادی می گذارد و در مقادیر پایین و بالا عملکرد رشد سخت پوستان مختل می شود (۱). اسیدیته پایین (۵) یا بالا (۹/۵) باعث اختلال در عملکرد فیزیولوژیکی و کاهش کارایی تولیدمثلی لایستر خاردار اسکالویی می شود (۲۵). Adiyana و همکاران، به بررسی اثر سطوح مختلف قلیایی بودن محیط بر روی نرخ رشد و زنده ماندن لایستر خاردار اسکالویی پرداختند.

مطالعه در سه سطح بدون اضافه کردن CaCO_3 برای گروه کنترل، ۱۶۰ میلی گرم در لیتر به یک گروه و ۲۴۰ میلی گرم بر لیتر برای گروه دیگر انجام شد. نتایج نشان داد که پاسخ‌های فیزیولوژیک لایسترها هیچ علامتی از استرس را بروز ندادند. با این حال در پایان دوره میزان گلوکز همولنف گروهی که ۲۴۰ میلی گرم CaCO_3 در لیتر به تانک آن‌ها افزوده شده بود نشان دادند که این افزایش گلوکز نشان دهنده افزایش مصرف انرژی در آلکالیت به بالاست. نرخ زنده ماندن برای گروهی که ۱۴۰ میلی گرم CaCO_3 در لیتر به تانک آن‌ها اضافه شده بود حدود ۹۶ درصد بود که اگرچه نسبت به دو تیمار دیگر بهتر بود اما تغییر معنی داری نشان نداده است (۵۳). لایستر اسکالویی زمانی که به تنهایی در محفظه‌های مربوط به پرورش قرار داده شود قادر است در گستره آلکانیتی ۳۲ تا ۲۴۱ رشد کند (۵۴). Mufit و همکاران، به بررسی اثر آلکانیت به روی پاسخ‌های فیزیولوژیک و نرخ زنده ماندن لایستر خاردار صخره‌ای پرداختند. این آزمایش در طول ۳۰ روز انجام گرفت. در هر تانک ۱۵ لایستر نگهداری می‌شد. میانگین وزن ابتدایی لایسترها ۵۱ گرم بوده است. یک تانک مربوط به گروه کنترل بوده است که CaCO_3 به آن اضافه نشد و به دو تانک دیگر به ترتیب ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی گرم بر لیتر CaCO_3 اضافه شد. در طول دوره آزمایش، هر سه گروه از لایسترها هیچ گونه علامتی که نشان دهنده رخداد شرایط استرس‌زا باشد را نشان ندادند (اگرچه میزان گلوکز همولنف در لایسترهایی که مقدار ۲۶۰ میلی گرم بر لیتر CaCO_3 به تانک آن‌ها اضافه شد را نشان دادند). نرخ رشد زنده ماندن در گروهی که ۱۶۰ میلی گرم بر لیتر CaCO_3 به محیط آن‌ها اضافه شده بود $96/67 \pm 6/67$ و میانگین وزن انتهایی آن‌ها $61/2$ گرم بوده است که از گروه دیگر بیش تر بوده اما تفاوت معنی داری نشان نداده است. به صورت کلی اسیدیته‌های بالا و پایین سرعت رشد و سایر عملکردهای فیزیولوژیک لایسترها تحت تاثیر قرار می‌دهد و باعث بروز اختلالات گسترده‌ای در آن‌ها می‌شود (۵۵).

تراکم: اگرچه زندگی انفرادی در لایسترها امکان دسترسی راحت تر به غذا و پناهگاه را فراهم می‌کند با این حال زندگی گروهی با تحریک تلاش برای تغذیه و رقابت پذیری بالاتر نرخ رشد را بالاتر می‌برد (۵۱). به دلیل این که لایسترها در کف قرار می‌گیرند بالابردن تراکم در تانک‌ها و حوضچه‌های پرورشی سخت است. چون که رقابت غذایی بالا می‌رود و هم هم نوع خواری به خصوص در موقع پوست اندازی بیش تر می‌شود (۵۶). هم چنین به دلیل ایجاد شرایط استرس‌زا، نرخ رشد، زنده ماندن پایین می‌آید (۵۳، ۵۷). برخی مطالعات نشان داده است که هم نرخ زنده ماندن و هم نرخ رشد در لایسترهای خاردار اسکالویی که به صورت گروهی پرورش داده می‌شوند بیش تر از زمانی است که به صورت انفرادی پرورش داده می‌شوند (۲۹، ۵۸، ۵۱). تعبیه

شلت و کاهش تراکم در مخازن پرورشی اگرچه نرخ زنده ماندن لایسترهای اسکالویی را بالا می‌برند اما تاثیر قابل توجهی بر روی افزایش سرعت رشد آن‌ها ندارد (۵۹، ۶۰). Vijayakumaran و همکاران نشان دادند که تعبیه شلت میزان تغذیه را بالا می‌برد اما نرخ زنده ماندن را نسبت به گروهی که در مخازن آن‌ها شلت تعبیه نشده بود پایین تر است. از طرفی آن‌ها عکس این قضیه را ثابت کردند و بیان داشتند عدم وجود شلت در مخازن پرورشی سرعت رشد و نرخ زنده ماندن را بالا می‌برد. آن‌ها در پایان عنوان کردند که تعبیه شلت برای پرورش لایستر خاردار اسکالویی نیاز نیست (۲۹، ۵۸). Wahyudin و همکاران، بهینه تراکم لایستر خاردار در قفس‌های شناور را ۱۰۰ فرد در مترمربع عنوان کردند که نرخ زنده ماندن در این شرایط ۶۰ تا ۷۵ درصد بوده است (۶۱). از طرفی تحقیقات Sakthivel و همکاران، نشان داد که حداکثر تراکم تحت شرایط کنترل شده ۲۵ فرد در مترمربع است (وزن ۷۰ تا ۸۰ گرم) که در این شرایط نرخ زنده ماندن لایستر خاردار اسکالویی ۸۰ درصد می‌باشد (۶۲). Subhan و همکاران، به بررسی کارایی رشد لایسترها در تراکم‌های خاص و در شرایط تحت کنترل پرداختند. لایسترهایی با وزن اولیه ۱۳۰ گرم و طول کاراپاس ۱۴۰ میلی متری در سه تانک و در تراکم‌های ۱۰، ۱۸ و ۲۶ فرد در مترمربع قرار داده شدند. در این تحقیق دمای آب بین ۲۶ تا ۲۸ درجه سانتی گراد، شوری بین ۲۹ تا ۳۳ واحد در هزار، اسیدیته بین ۷/۵ تا ۸/۵ واحد، اکسیژن محلول بین ۶/۱ تا ۶/۹ میلی گرم در لیتر و نیترژن آمونیاک کل ۰/۱۱ تا ۰/۳۴ میلی گرم در لیتر بود. بهترین نتیجه در تراکم ۱۸ فرد در مترمربع حاصل آمد، جایی که تعداد کل هموسیت ۲/۵ تا ۳/۵ میلیون سلول در لیتر، ۲۴/۶ تا ۲۸/۳ میلی گرم در دسی لیتر میزان گلوکز همولنف، ۳۸/۳ درصد کانس پوست اندازی، میانگین وزنی ۱۴۵ گرم، میانگین طول ۱۴۲/۲ میلی متر، نرخ زنده ماندن ۳/۹۲ تا ۸۶/۱۱، نرخ رشد خاص ۰/۳۵ درصد و نرخ تبدیل غذا ۷/۸ درصد بوده است. در پایان تحقیق اشاره شده است تفاوت معنی داری بین پاسخ‌های فیزیولوژیک و کارایی تولید نسبت به تراکم ۱۰ فرد در مترمربع مشاهده نشد. مطابق تحقیقات انجام گرفته، سرعت رشد و نرخ زنده ماندن لایسترهای خاردار در شرایط پرورش انفرادی کم تر از زمانی است که به صورت گروهی زندگی می‌کنند. هم چنین بهترین تراکم برای پرورش لایسترهای خاردار ۱۸ تا ۲۵ فرد در مترمربع می‌باشد (۶۳).

عوامل بیماری‌زا: عوامل بیماری‌زا در لایسترها اگرچه اندک هستند اما گاهی مشاهده شده است که باعث مرگ و میر گسترده در سیستم‌های پرورشی شده‌اند. به عنوان مثال در سال ۲۰۰۱ در ویتنام بر اثر آلودگی با باکتری‌های ویبریو و نیز بر اثر Gaffkemia در هند در سال ۲۰۱۰ مرگ و میر بیش از ۵۰ درصد لایسترها در سیستم‌های

پرورشی رخ داده است (۶۴، ۶۵). به همین سبب نیاز است به اثر عوامل بیماری‌زا به خصوص بر پارامترهای خون‌شناسی واقف بود. هرگونه کاهشی در تعداد کل هوموسیت‌های خون نشان‌دهنده بروز عوامل استرس‌زا به خصوص افزایش بار باکتریایی در سیستم پرورش لایسترهاست (۶۶، ۲۵). هرگونه استرسی با تأثیر بر فاکتورهای خون‌شناسی رشد بهینه جانور را متاثر می‌سازد. به عنوان مثال عوامل عفونی فرصت‌طلب هم‌چون ویروس‌ها و باکتری‌ها و قارچ باعث کاهش هوموسیت‌ها می‌شوند (۲۴). Jussila و همکاران، دریافتند که در نتیجه اثر تغییرات تعداد کل هوموسیت‌ها بر سیستم ایمنی لایستر، افزایش یا کاهش زمان لخته شدن می‌تواند به عنوان نشانه‌ای از بروز استرس در سیستم پرورشی در نظر گرفته شود. عوامل بیماری‌زا هم‌چون باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ با تأثیر بر فاکتورهای خون‌شناسی، تأثیر بر روند پوست‌اندازی، زخمی کردن پوست جانور و ... سرعت رشد و تعداد پوست‌اندازی‌ها را کاهش می‌دهند (۶۷).

رژیم غذایی: Haghipanah و همکاران، به بررسی میزان رشد لایستره‌های خاردار تحت رژیم غذایی ضایعات ماهی و دوکفه‌ای در یک دوره چهارماهه پرداختند. در این تحقیق بیش‌ترین میانگین رشد وزنی $62/6 \pm 16/71$ گرم افزایش وزن و کم‌ترین آن $78/9 \pm 2/59$ گرم به‌دست آمد. هم‌چنین میانگین رشد طولی کارپاس $6/2 \pm 2/7$ میلی‌متر به ثبت رسید. وزن کل لایسترها بدون احتساب تلفات از $8/8$ کیلوگرم به $10/9$ کیلوگرم در پایان این دوره چهار ماهه رسید که $2/1$ کیلوگرم افزایش را نشان می‌دهد (۷۲). در مطالعه‌ای که بر روی رژیم غذایی لایستر خاردار صخره‌ای در آب‌های جنوب ایران انجام شد، مشخص شده که اولویت‌های تغذیه‌ای این گونه، به ترتیب شامل دوکفه‌ای‌ها، خرچنگ‌ها، شکم‌پایان و پس از آن پرتاران، ماهیان، خارپوستان و اسیدین‌ها می‌باشد (۱۹). در این مطالعه عنوان شد که یکی از دلایل این امر، میزان حضور این گروه‌های جانوری در رسوبات است. هم‌چنین در این مطالعه مشخص شد که در معده هر یک از نمونه‌ها بین یک تا شش طعمه وجود داشته که در این مورد تفاوت معنی‌داری در بررسی‌های ماهانه یا سالانه مشاهده نشد. غذا نقش تعیین‌کننده‌ای در فرایند رشد دارد. سخت‌پوستان عموماً همه‌چیزخوار هستند، برخی از آن‌ها مطلقاً گوشت‌خوار و برخی قابلیت گندخواری نیز دارند (۷۳). شناخت رژیم غذایی سخت‌پوستان کمک بزرگی به موفقیت در امر آبی‌پروری می‌کند. میزان دسترسی به غذا نیز با افزایش سرعت رشد در لایسترها ارتباط مستقیم دارد (۷۴). یکی از ویژگی‌های کلی لایستره‌های خاردار همه‌چیزخوار بودن آن‌هاست و عمده رژیم غذایی آن‌ها شامل دیگر سخت‌پوستان، نرم‌تنان به خصوص شکم‌پایان، خارپوستان، بقایای ماهیان مرده، اسفنج‌ها و جلبک‌های دریایی است و از طرفی آن‌ها خود در رژیم غذایی اختاپوس‌ها و کوسه‌ها قرار می‌گیرند (۷۵). این لایسترها

برای بروز برخی خصوصیات رفتاری، تغییرات انتوتونیک زیادی را نسبت به استفاده از زیستگاه در دوره‌های مختلف جوانی و بلوغ از خود نشان می‌دهند (۷۶). تفاوت در رژیم غذایی گونه‌های مختلف و حتی افراد یک گونه، ناشی از تفاوت در میزان در دسترس بودن غذا و تفاوت در شرایط محیطی دارد که در نهایت خود را در رشد و نمو فرد نشان می‌دهد. با این حال مطالعات نشان داده است که لایسترها بیش‌تر کفزیان کم‌حرکی را چون شکم‌پایان، دوکفه‌ای‌ها، خارپوستان، پرتاران و حتی جلبک‌ها را برای غذا ترجیح می‌دهند (۷۷). Nelson در مطالعه‌ای عنوان کرد که اغلب لایسترها به صورت اختصاصی اول از همه طعمه‌های زنده را ترجیح می‌دهند (۷۷). علاوه بر این دوکفه‌ای‌ها بخش ثابت رژیم غذایی طبیعی لایسترها می‌باشند (۴۱، ۷۸). Jayakumar و همکاران، کارایی رشد لایستر خاردار اسکالویی را تحت چهار رژیم غذایی طبیعی دوکفه‌ای (clam)، ماهی، خرچنگ و ضایعات اسکوئید بررسی کردند. در این بررسی مشخص شد که بیش‌ترین میانگین رشد وزنی، نرخ زنده ماندن، نرخ رشد روزانه، درصد کارایی پروتئینی، نرخ رشد خاص، بازدهی رشد ناخالص و نیز درصد تبدیل غذایی در لایسترهایی که از دوکفه‌ای (clam) تغذیه می‌کردند بالاتر از بقیه رژیم‌های غذایی است. اگرچه لایسترها بهترین عملکرد رشد را در هنگام تغذیه از دوکفه‌ای (clam) دارند با این حال خرچنگ‌های جنس *Portunus* با توجه به قیمت مناسب و سهولت دسترسی می‌توانند به عنوان گزینه جایگزین در نظر گرفته شوند (۷۹). تحقیقات Rathinam و همکاران، نشان داد که از بین رژیم‌های غذایی شامل پلت‌های ماهی، اسکوئید و دوکفه‌ای (clam)، بیش‌ترین نرخ رشد مربوط به لایستره‌های خاردار اسکالویی بودند که از دوکفه‌ای (clam)، اسکوئید و ماهی تغذیه کردند. این در حالی بود که لایسترهایی که با پلت خشک ماهی تغذیه می‌شدند، نسبت به آن‌ها که از دوکفه‌ای (clam) و سپس اسکوئید تغذیه می‌شدند، حجم بیش‌تری از غذا را مصرف می‌کردند (۸۰). تحقیقات Radhakrishnan و Vijayakumaran (۸۱) و نیز Rathinam و همکاران (۸۰) رشد $0/3$ گرم در روز را برای لایستره‌های خاردار اسکالویی که از دوکفه‌ای (clam) تغذیه می‌کردند به ثبت رساند. این عدد در تحقیقات George و Mohamed و $0/21$ گرم در روز بود (۸۲). بررسی میزان پروتئین غذایی بر روی نرخ رشد و زنده ماندن لایستر خاردار اسکالویی در چهار میزان ۳۴۰، ۴۰۰، ۴۶۰ و ۴۷۰ گرم در کیلوگرم گوشت دوکفه‌ای (clam) نشان داد که نرخ زنده ماندن در رژیم غذایی حاوی ۴۶ گرم پروتئین در کیلوگرم ۱۰۰ درصد و برای ۴۷۰ گرم در کیلوگرم ۶۰ درصد بوده است. هم‌چنین بالاترین میزان نرخ رشد نیز مربوط به رژیم غذایی با ۴۶ گرم پروتئین در کیلوگرم و کم‌ترین نرخ رشد مربوط به رژیم غذایی با ۳۴۰ گرم در کیلوگرم بوده است. هم‌چنین نرخ رشد ویژه با افزایش میزان پروتئین افزایش

و همکاران، نشان داد که تغذیه دو بار و یا چهار بار در روز میانگین متوسط افزایش طول کاراپاس را برای گونه‌های *P. versicolor* نسبت به زمانی که یک بار در روز تغذیه می‌شوند بالا می‌برد. به‌طور کلی بهترین گزینه تغذیه‌ای برای لابسترهای خاردار دو کفه‌ای‌ها هستند، پس از آن، خرچنگ‌ها به دلیل دسترسی راحت و نیز مقرون به صرفه بودن گزینه‌های مناسبی هستند. هم‌چنین ریز جلبک‌هایی چون نانوکروپسیس به‌عنوان مکمل غذایی چه در دوران لاروی و چه در دوران بلوغ به افزایش سرعت رشد و تعداد پوست‌اندازی‌ها کمک می‌کنند (۸۹).

آسیب‌های پوستی: از دست دادن آنتن‌ها، اندام‌ها و یا هر گونه بافت یا اندام بیرونی، تأثیر منفی بر سرعت رشد لابسترها دارد. رشد منفی در بین لابسترها غیرمعمول نیست و تحت تأثیر شرایط خاصی ممکن است اتفاق افتد (۱۱). میانگین فاصله زمانی بین دو پوست‌اندازی برای افراد آسیب‌دیده در گونه *P. homarus* نسبت به لابسترهای سالم بیش‌تر بوده است. آسیب دیدگی سرعت رشد را تا ۶۵ درصد پایین آورده است (۶۸). Smale، طی تحقیقی بیان داشت که نرخ رشد لابسترهای خاردار اسکالویی تگ شده یا مجدداً گرفته شده، کم‌تر از بقیه بوده است (۶۹). طول کم‌تر کاراپاس و نیز افزایش فاصله بین دو پوست‌اندازی در لابسترهای خاردار زخمی نسبت به افراد سالم به ثبت رسید (۷۰). هم‌چنین نرخ رشد در لابسترهای زخمی ۳۹ درصد و طول کاراپاس در آن‌ها میانگین ۶۵ میلی‌متر کم‌تر از افراد سالم در لابسترهای خاردار بوده است (۷۱). آسیب‌های پوستی که هم‌بر اثر عوامل فیزیکی و هم بر اثر حمله عوامل بیماری‌زا رخ می‌دهند، سرعت رشد، نرخ زنده ماندن و تعداد دفعات پوست‌اندازی را کاهش می‌دهند.

نتیجه‌گیری کلی: بررسی کلی مطالعات نشان می‌دهد که رشد لابسترها در شرایط سخت محیطی، مثل شوری، دما، اسیدیته بالا یا پایین، کم می‌شود. هم‌چنین مشخص شد که لابسترهایی که سن و اندازه بدنی کوچک‌تری دارند، سرعت‌رشد در آن‌ها بالا و فاصله زمانی بین دو پوست‌اندازی در آن‌ها کم‌تر است. به‌طور کلی، لابسترهای نر، سرعت‌رشد بیش‌تری نسبت به لابسترهای ماده دارند. هم‌چنین وقتی که لابسترها به‌صورت گروهی پرورش داده شوند، سرعت‌رشد در آن‌ها نسبت به زمانی که به‌صورت انفرادی پرورش داده می‌شوند، بیش‌تر است. با بررسی مطالعاتی که در این زمینه صورت گرفته شده است، می‌توان نتیجه گرفت هر اندازه که شرایط محیط پرورش لابسترها نزدیک به شرایط محیط طبیعی باشد، سرعت رشد و نرخ ماندگاری آن‌ها بالاتر است. مطالعات بوم‌شناسی و آزمایشگاهی موجود، با در نظر گرفتن تنوع گونه‌ای و تغییرات جغرافیایی، داده‌های مناسبی را برای مراکز تکثیر و پرورش لابسترها فراهم کرده است و امکان ایجاد این مراکز با توجه به دانش بومی ناشی از این پژوهش‌های وجود دارد.

می‌یابد (۸۰). Radhakrishnan و همکاران، به بررسی سرعت پوست‌اندازی لارو لابستر خاردار اسکالویی با کمک رژیم غذایی جلبکی (*Nannochloropsis salina*) و رژیم غذایی با آرتمیا پرداختند. لاروهای که با جلبک نانوکروپسیس تغذیه شده بودند طی ۴ تا ۶ روز به مرحله VIII (۵/۲ میلی‌متر) رسیدند. حال آن‌که لاروهای که با آرتمیا تغذیه شده بودند بعد از ۵ تا ۹ روز تازه به مرحله V (۳/۳ میلی‌متر) رسیدند. هم‌چنین تعداد دفعات پوست‌اندازی برای لاروهای که با جلبک تغذیه شده بودند ۹ و برای آن‌هایی که با آرتمیا تغذیه شدند ۶ بار بوده است. هم‌چنین لاروهای که با جلبک تغذیه شده بودند بار باکتریایی کم‌تری را نسبت به آن‌ها که با آرتمیا تغذیه شدند نشان دادند (۸۳). در مطالعه‌ای که Radhakrishnan و Vijayakumaran روی تکامل مراحل اولیه لاروی لابستر خاردار اسکالویی در شرایط آزمایشگاه و با تغذیه با آرتمیا انجام دادند، مشخص شد که در دمای بین ۲۶ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد و شوری ۳۴ تا ۳۵ واحد در هزار، لاروها در مدت ۶۰ روز ۹ مرتبه پوست‌اندازی کردند و شش مرحله لاروی را نیز گذرانیده‌اند. میانگین اندازه لاروها در زمان تفریخ ۱/۵ سانتی‌متر و در مرحله VI، ۴/۹ سانتی‌متر بودند (۷۴). لاروهای فیلولوزوما به‌لحاظ ریخت‌شناسی شبیه لاروهای بقیه گونه‌های گرمسیری بودند. لاروهای که با انگل‌های خارجی آلوده شده بودند با مالاشیت‌گرین ۱۰ درصد تیمار شدند. اثر تغییر رژیم غذایی در مرحله ششم لاروی مشاهده شد. نابالغین لابسترهای خاردار اسکالویی که با دو کفه‌ای سبز، دو کفه‌ای (clam)، اویستر، ضایعات ماهی و پلت تغذیه شدند بیش‌ترین نرخ رشد را در افرادی نشان داد که از دو کفه‌ای (clam)، ماسل سبز و اویستر تغذیه کردند (۸۴). لارو ناپلی آرتمیا مناسب‌ترین گزینه برای تغذیه لارو فیلولوزوما لابستر است و غنی‌سازی آن با ریزجلبک‌ها می‌تواند کیفیت غذایی آن را بالا ببرد (۸۵). ریزجلبک‌ها در تامین ریزمغذی‌ها و تسهیل فعالیت آنزیم‌های اگزوژنوس، افزایش ویتامین‌ها و فاکتورهای رشد نقش دارند (۸۶). نرخ رشد بالا و زنده ماندن بیش‌تر لاروهای لابستر خاردار اسکالویی در سیستم‌هایی که با ریزجلبک‌های جنس نانوکروپسیس به‌همراه آرتمیا تغذیه شدند، به‌دلیل افزایش کیفیت آب ناشی از فعالیت ریزجلبک‌ها، تغذیه لارو آرتمیا از ریزجلبک‌ها و عدم نیاز به انتقال لارو لابسترها از تانکی به تانک دیگر بیان شده است (۸۷). با این حال Radhakrishnan و همکاران بیان داشتند که نگهداری لاروهای لابستر خاردار اسکالویی در یک مخزن واحد تا پایان دوره لاروی به‌دلیل رشد اپیفیت‌ها، ممکن نیست (۸۳). Mashai و همکاران به بررسی رژیم غذایی لابستر خاردار اسکالویی در آب‌های ایران پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که به‌ترتیب دو کفه‌ای‌ها، خرچنگ‌ها، شکم‌پایان، کشتی چسب‌ها، جلبک‌ها، پرتاران، ماهی‌ها، خارپوستان و اسیدین‌ها، اولویت‌های تغذیه آن‌است. تحقیقات Syafriзал

منابع

17. Booth, J.D. and Kittaka, J., 1992. Growth of Juvenile spiny lobster. Spiny lobster mangement. Chapter. 23: 424-445
18. Radhakrishnan, E.V., Thangaraja, R. and Vijayakumaran, M., 2015. Ontogenetic changes in morphometry of the spiny lobster, *Panulirus homarus homarus* (Linnaeus, 1758) from southern Indian coast. Journal of the Marine Biological Association of India. 57(1): 5-13.
19. Mashaii, N. and Rajabipour, F., 2005. A survey about means length, weight and length classes of the rock lobster, *Panulirus homarus* Linnaeus 1785 at Iranian sea shores of the Oman sea. Veterinary researchers and biological products. 18(4): 29-36. (In Persian)
20. Senevirathna, J.D.M., Thushari, G.G.N. and Munasinghe, D.H.N., 2014. Length-weight relationship of spiny lobster *Panulirus homarus* population inhabiting southern coastal region of Sri Lanka. Journal of Environmental Sciences. 3(2): 607-614.
21. Kizhakudan, J.K., Shoba, J., Kizhakudan, A. and Patel, S., 2013. Growth and moulting in the mud spiny lobster, *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793). Indian J. Fish. 60(2): 79-86.
22. Lorenzon, S., Francese, M., Smith, V.J. and Ferrero, E.A., 2001. Heavy metals affect the circulating haemocyte number in the shrimp *Palaemon elegans*. Fish Shellfish Immun. 14: 459-467.
23. Cerenius, L., Lee, B.L. and Söderhäll, K., 2008. The pro PSystem: pros and cons for its role in invertebrate immunity. Trends Immunol. 29: 263-271.
24. Feng, S.Y., Feng, J.S. and Yamasu, T., 1977. Roles of *Mytilus coruscus* and *Crassostrea gigas* blood cells in defense and nutrition. In: Bulb, L.A. and Cheng, T.C., (Eds.) Invertebrate Immune Responses. Comparative Pathobiology, Plenum Press, London. 3: 31-67.
25. Verghese, B., Radhakrishnan, E.V. and Padhi, A., 2007. Effect of environmental parameters on immune response of the Indian spiny lobster, *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758). Fish and Shellfish Immunology. 23: 928-936.
26. Persazzola, L., Gargioni, P., Ogliari, N. and Barraco, M.A., 2002. Evaluation of some hematological parameters in the shrimp *Farfantepenaeus paulensis* submitted to environmental and physiological stress. Aquaculture. 214: 19-33.
27. Glavind, J., 1948. Studies on the coagulation of crustacean blood. Nyt Nordisk Forlag, Arnold Busck, Copenhagen. 138 p.
28. Durliat, M. and Vranckx, R., 1983. Analysis of clotting defects in diseased lobsters-II Immunological study of blood proteins. Comp. Biochem. Phvsiol. 76(1): 103-108.
29. Vijayakumaran, M., Venkatesan, R., Senthil Murugan, T., Kumar, T.S., Dilip Kumar Jha, M., Remany, C., Leema, M., Thilakam, S., Dharani, S.J., G., Kathirolu, S. and Selvan, K., 2009. Farming of spiny lobsters in sea cages in India. Mar. N.Z.J., Freshwat. Res. 43: 623-634.
30. Chang, E.S., Keller, R. and Chang, S.A., 1998. Quantification of crustacean hyperglycemic hormone by ELISA in hemolymph of the lobster, *Homarus americanus*, following various stresses. Gen. Comp. Endocrinology. 111: 359-366.
31. Vafopoulou, X., Laufer, H. and Steel, C.G.H., 2007. Spatial and temporal distribution of the ecdysteroid receptor (EcR) in haemocytes and epidermal cells during
1. Radhakrishnan, E.V., Bruce, F. and Phillips, M., 2019. Lobsters: Biology, Fisheries and Aquaculture. Springer. 683 p.
2. Naderloo, R., Ebrahimzadeh, S. and Sari, A., 2015. Annotated checklist of the decapod crustaceans of the Gulf of Oman, northwestern Indian Ocean. Zootaxa. 4028(3): 397-412.
3. Amini Rad, T., 2002. Monitoring of king shrimp stock on the shores of the Oman Sea (Sistan and Baluchistan Province). Chabahar Fishery Research Center. 44: 24-36. (In Persian)
4. Yasemi, M., Beik Inalooi, Z. and Bahri, A.H., 2016. Investigation the Growth of Spiny Lobsters (*Panulirus homarus* Linnaeus, 1758) in Captivity Conditions. Journal of Animal Environment. 7(4): 201-211. (In Persian)
5. Ng, P.K.L. and Naruse, T., 2014. The lobsters of Christmas Island and Cocos (Keeling) Islands, with new records of *Palinurellus wieneckii* (De Man, 1881) and *Enoplometopus voigtmani* Türkay, 1989 (Crustacea: Decapoda: Palinuridae, Scyllaridae, Enoplometopidae). Raffles Bulletin of Zoology. 30: 305-312.
6. Liu, J.Y., 2008. Checklist of marine biota of China seas. China Science Press. 1267 p.
7. Chang, E.S., Chang, S.A. and Mulder, E.P., 2001. Hormones in the lives of crustaceans: an overview. American Zoologist. 41: 380-388.
8. Hartnoll, R.G., 1982. Growth. In: L. G. Abele (Ed.), The biology of Crustacea: 2. Embryology, morphology and genetics. The biology of Crustacea. 1st edition, New York: Academic. 277 p.
9. Phillips, B.F., Cobb, J.S. and George, R.W., 1980. General biology. In Cobb, J.S. and Phillips, B.F., (Eds.), The biology and management of lobsters, Academic, New York. 1-82.
10. Mikami, S., 2005. Moulting behavior responses of Bay lobster, *Thenus orientalis*, to environmental manipulation. New Zealand. Journal of Marine Freshwater Research. 39: 297-302.
11. Aiken, D.E., 1980. Molting and growth. In Cobb, J.C. and Phillips, B.F., (Eds.), The biology and management of lobsters. 1: 91-163.
12. Waddy, S.L., Aiken, D.E. and de Kleijn, D.P.V., 1995. Control of growth and reproduction. In J. F. Factor (Ed.), Biology of the lobster, *Homarus americanus*. San Diego: Academic. 217-266.
13. Travis, D.F., 1954. The moulting cycle of the spiny lobster, *Panulirus argus*. Moulting and growth in laboratory-maintained individuals, Biol. Bull. Woods Hole. 107: 433-450.
14. 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. 21: 1-75.
15. Thomas, M.M., 1972. Growth of the spiny lobster, *Panulirus homarus* in captivity. Indian J. Fish. 19(1-2): 125-129.
16. Alinejad, S. and Yasmi, M., 1998. Investigating salinity and temperature characteristics of Lobster *Panulirus homarus* in Oman Sea. Iranian Scientific Fisheries Journal. 7(1): 26-31. (In Persian)

- lobsters. Australian Journal of Marine & Freshwater Research. 26: 177-196.
49. **Chen, L.C., 1990.** Aquaculture in Taiwan. 1st edition, UK, Fishing News books. 217 p.
 50. **Kittaka, J. and MacDiarmid., A.B., 1994.** Breeding. In: Phillips, B.F., Cobb, J.S. and Kittaka, J., (Eds.) Spiny Lobster Management Fishing News Books, Blackwell Scientific Company, Uk. 384-401.
 51. **Irvin, S.J. and Williams, K.C., 2009.** Comparison of the growth and survival of *Panulirus ornatus* seed lobsters held in individual or communal cages. Spiny lobster Aquaculture in the Asia-Pacific Region, ACIAR Proceedings. 89-95
 52. **Kemp, J.O.G and Britz, P.J., 2008.** The effect of temperature on the growth, survival and food consumption of the east coast rock lobster *Panulirus homarus rubellus*. Aquaculture. 280: 227-231.
 53. **Adiyana, K., Supriyono, M.Z. and Thesiana, L., 2014.** Application of various shelter on stress response and survival rate of spiny lobster *Panulirus homarus* nursery. Journal Kelautan Nasional. 9: 1-9.
 54. **Pratiwi R., 2016.** Aquaculture with the individual compartments system on physiological and production performance of spiny lobster *Panulirus homarus*. Msc thesis, Institut Pertanian Bogor, Indonesia. 544 p.
 55. **Mufit, B., Eddy, S. and Dinar, T.S., 2019.** A preliminary study of the effect of alkalinity level on the survival rate and growth of the *Panulirus Homarus* lobster. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 7(4): 339-342.
 56. **Food and Agriculture Organization (FAO). 2016.** Cultured aquatic species information program: *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1878). Fisheries and Aquaculture Department United Nations. 150 p.
 57. **Supriyono, E., Prihardianto, R.W. and Nirmala, K., 2017.** The stress and growth responses of spiny lobster *Panulirus homarus* reared in recirculation system equipped by PVC shelter. AACL Bioflux. 10: 147-155.
 58. **Vijayakumaran, M., Anbarasu, M. and Kumar, T.S., 2010.** Moulting and growth in communal and individual rearing of the spiny lobster, *Panulirus homarus* J. Mar. Biol. Ass. India. 52(2): 274-281.
 59. **Nguyen, T., Nguyen, B. and Nguyen, N., 2009.** Effect of stocking density, holding and transport on subsequent growth and survival of recently caught *Panulirus ornatus* seed lobsters. Spiny lobster Aquaculture in the Asia-Pacific Region, ACIAR Proceedings. 74-78.
 60. **James, P.J., Tong, L.J. and Paewai, M.P., 2001.** Effect of stocking density and shelter on growth and mortality of early juvenile *Jasus edwardsii* held in captivity. Mar. Freshwat. Res. 52: 1413-1417.
 61. **Wahyudin, A., Hakim, A.A., Qonita, Y., Boer, M., Farajallah, A., Mashar, A. and Wardianto, Y., 2017.** Lobster diversity of Palabuhan ratu Bay, South Java, Indonesia with new distribution record of *Panulirus ornatus*, *P. polyphagus* and *Parribacus antarticus*. AACL Bioflux. 10: 308-327.
 62. **Sakthivel, M., Jawahar, G. and Palanikumar, M., 2014.** Effects of stocking density on food utilization in the spiny lobster *Panulirus homarus*. International Conference on Multidisciplinary Research and Practice. 1: 478-481.
 63. **Subhan, R.Y., Supriyono, E. and Djokosetiyanto, A., 2018.** Grow-out of spiny lobster *Panulirus* sp. with high stocking density in controlled tanks. Jurnal Akuakultur Indonesia. 17(1): 53-60.
 32. **Smith, R.I., 1940.** Studies on the effects of eyestalk removal upon young crayfish (*Cambarus clarkii*). Biol. Bull. 69: 149-152.
 33. **Flint, R.W., 1972.** The effect of eyestalk removal and ecdysterone infusion on moulting in *Homarus americanus*. J. Fish. Res. Board Can. 29: 1229-1233.
 34. **Rao, K.R., Fingerman, S.W. and Fingerman, M., 1973.** Effects of exogenous ecdysones on the molt cycles of fourth and fifth stage American lobsters, *Homarus americanus*. Comp. Biochem. Physiol. 44: 1105-1120.
 35. **Sochasky, J.B., Aiken, D.E. and McLeese, D.W., 1973.** Does eyestalk ablation accelerate molting in the lobster *Homarus americanus*? J. Fish. Res. Board Can. 30: 1600-1603.
 36. **Mauviot, J.C. and Castell, J.D., 1976.** Moulting enhancing and growth enhancing effects of bilateral eyestalk ablation on juvenile and adult American lobster (*Homarus americanus*). J. Fish Res. Board Can. 33: 1922-1929.
 37. **Travis, D.F., 1951.** The control of the sinus gland over certain aspects of calcium metabolism in *Panulirus argus* Latreille. Ant. Rec. 111: 503-515.
 38. **Dall, W., 1977.** Review of the physiology of moulting and growth in rock lobsters. Circ. CSIRO Div. Fish. Oceanogr. 7: 75-81.
 39. **Quackenbush, L.S. and Herrnkind, W.F., 1981.** Partial characterisation of eyestalk hormones controlling moult and gonad development in the spiny lobster, *Panulirus argus*. J. Crust. Biol. 3: 34-44.
 40. **Radhakrishnan, E.V. and Vijayakumaran, M., 1984.** Effect of eyestalk ablation in spiny lobster *Panulirus Homarus* (Linnaeus). 1. On moulting and growth. Indian J. Fish. 31: 130-147.
 41. **Kizhakudan, J.K., 2013.** Effect of eyestalk ablation on molting and growth in the mudspiny lobster *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) held in captivity. Indian J. Fish. 60(1): 77-81.
 42. **Anon, M., 1994.** Spiny lobster culture - Market potential high, production at low. Fisheries world, 1st edition. 13-19.
 43. **Balkhair, M., Al-Mashiki, A. and Mikhail, C., 2012.** Experimental Rearing of Spiny Lobster, *Panulirus Homarus* (Palinuridae) in Land-Based Tanks at Mirbat Station (Sultanate of Oman) in 2009-2010. Agricultural and Marine Sciences. 23: 33-43.
 44. **Smale, M.J., 1975.** Migration, growth and feeding in the Natul rock lobster *Panulirus homarus*. Coeanogr. Res Inst. (purban) Invest. Rep. 47: 1-56.
 45. **Vidya, K. and Joseph, A., 2012.** Effect of salinity on growth and survival of juvenile Indian spiny lobster, *Panulirus homarus* (Linnaeus). Indian J. Fish. 59(1): 113-118.
 46. **Parry, G. and Potts, W.T.W., 1965.** Sodium balance in the freshwater prawn, *Palaemonetes antennarius*. J. Exp. Biol. 42: 415-421.
 47. **Jayagopal, P. and M. Vijayakumaran. 2010.** Studies on stress during live transport Gaffkaemia, a bacterial disease of lobsters *Panulirus* sp. Abstract 9th International Conference on Recent Advances in Lobster Biology, Aquaculture and Management, Chennai, India, 5-8 January 2010. 52 p.
 48. **Chittleborough, R.G., 1975.** Environmental factors affecting growth and survival of juvenile western rock

- lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus) administered with formulated pellet feeds. Indian J. Fish. 58(3): 95-101.
80. **Rathinam, A.M.M., Kandasami, D., Kizhakudan, J.K., Leslie, V.A. and Gandhi, A.D., 2009.** Effect of dietary protein on the growth of spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus). J. Mar. Biol. Ass. India. 51(1): 114-117.
 81. **Vijayakumaran, M. and Radhakrishnan, E.V., 1984.** Effect of eyestalk ablation in spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus): On feed intake and conversion. Indian J. Fish. 31(1): 148-155.
 82. **Mohamed, K.H. and George, M.J., 1968.** Results of the tagging experiments on the Indian spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus) movement and growth. Indian J. Fish. 15(1): 15-26.
 83. **Radhakrishnan, E.V., Rekha, D., Chakraborty, R., Thangaraja, M. and Unnikrishnan, C., 2009.** Effect of *Nannochloropsis salina* on the survival and growth of phyllosoma of the tropical spiny lobster, *Panulirus homarus* L. under laboratory conditions. J. Mar. Biol. Ass. India. 51(1): 52-60.
 84. **Arumugam, A., Li, J., Krishnamurthy, P., Jia, Z.X., Leng, Z., Ramasamy, N. and Du, D., 2020.** Investigation of toxic elements in *Carassius gibelio* and *Sinanodonta woodiana* and its health risk to humans. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 27: 19955-19969.
 85. **Sorgeloos, P., Tandler, A. and Stappen, G.V., 2003.** Preface: 3rd fish and shellfish larviculture symposium. Aquaculture. 227: 3-7.
 86. **Dhert, P., Sorgeloos, P. and Devresse, B., 1993.** Fish Farming Technology. In: Reinerstsen, H., Dahle, L.A. and Jorgensen, L., (Eds.), Contributions towards a specific DHA enrichment in the live food *Brachionus plicatilis* and *Artemia* sp. Balkema, Rotterdam, Netherlands. 9: 109-115.
 87. **Kittaka, J., 1997.** Application of ecosystem culture method for complete development of phyllosoma of spiny lobster. Aquaculture. 155: 319-331.
 88. **Mashaii, N., Rajabipour, F. and Shakouri, A., 2011.** Feeding Habits of the Scalloped Spiny Lobster, *Panulirus homarus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda: Palinuridae) from the South East Coast of Iran. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 11: 45-54.
 89. **Syafrizal, M., Jones, C.M., Permana, I.G. and Utomo, N.B.P., 2018.** Effect of feeding frequency on survival and growth of juvenile spiny lobster *Panulirus versicolor* in Indonesia. AACL Bioflux. 11(5): 1427-1434.
 64. **Anon, M., 2004.** Synthesis of workshop discussion. In: Proceedings of a Workshop on Spiny Lobster Ecology and Exploitation in the South China Sea Region. 63-67.
 65. **Jayakumar, N., Ramanathan, M. and Athithan, L., 2011.** Growth performance of spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus) fed with natural animal food. Indian J. Fish. 58(3): 149-152.
 66. **Manjula, P.L., Abraham T.J. and Rahman, K.M., 1999.** Defence mechanisms and reactions in the Indian spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus): Responses to bacterial infection. J. Aquacult. Trop. 14(3): 173-180.
 67. **Jussila, J., McBride, S., Jagom, J. and Evans, L.H., 2001.** Haemolymph clotting time as an indicator of stress in western rock lobster (*Panulirus cygnus* George). Aquaculture. 199: 185-193.
 68. **Kulmiye, A.J. and Mavuti K.M., 2005.** Growth and moulting of captive *Panulirus homarus homarusin* Kenya, western Indian Ocean New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 181: 539-549.
 69. **Smale, J.M., 1978.** Migration, growth and feeding in the Natal rock lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus). South African Association for Marine Biological Research Investigation Report. 47.
 70. **Davis, G.E., 1981.** Effect of injuries on spiny lobster, *Panulirus argus*, and implications for fishery management. Fishery Bulletin. 78: 979-984.
 71. **Hunt, J.H. and Lyons, W.G., 1986.** Factors affecting growth and maturation of spiny lobsters, *Panulirus argus*, in the Florida Keys. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 43: 2243-2247.
 72. **Haghpanah, A., Ghelichi, A., Mahdavi, S., Iri, Y., Gharavi, B. and Mohammadkor, N., 2016.** Rearing of rock lobster (*Panulirus homarus*) in race way. Journal of New technologies in aquaculture development. 10(2): 105-112. (In Persian)
 73. **Sainte-Marie, B. and Chabot, D., 2002.** Ontogenic shifts in natural diet during benthic stages of American lobster (*Homarus americanus*), off the Magdalen Islands. Fishery Bulletin. 100(1): 106-116.
 74. **Radhakrishnan, E.V. and Vijayakumaran, M., 1993.** early larval development of the spiny lobster *Panulirus homarus* reared in the laboratory. Proceedings of the Fourth International Workshop on Lobster Biology and Management. 5: 1-15.
 75. **Briones-Fourzan, P., Lara, V.C.F., Alvarez, E. and Estrada-Olivo, J., 2003.** Feeding ecology of the three juvenile phases of the spiny lobster *Panulirus argus* in a tropical reef lagoon. Marine Biology. 142: 855-865.
 76. **Windell, S.C., 2015.** Spiny Lobster (*Panulirus interruptus*) Use of the Intertidal Zone at a Santa Catalina Island MPA in Southern California. Capstone Projects and theses (Paper 579).
 77. **Nelson, M.M., Bruce, M.P., Nichols, P.D. and Phleger, P., 2006.** Nutrition of wild and cultured lobster. In: Phillips, B.F., (Edi), Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, U.K. 205-230.
 78. **Kizhakudan, J.K., 2005.** Culture potential of the sand lobster *Thenus orientalis*. In: Kurup, B.M. and Ravindran, K., (Eds.), Sustain Fish. Proceedings of the International Symposium on "Improved sustainability of fish production systems and appropriate technologies for utilization." (16-18 March, 2005). School of Industrial Fisheries, CUSAT, Cochin, India. 256-263.
 79. **Jayakumar, V.L., Ramanathan, N., Jeyaseelan, M.J.P. and Athithan, S., 2011.** Growth Performance of spiny