مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

تأثیر تغییرات دما بر روی فعالیت‌های تغذیه ای و سیکل نقب زدن روزانه خیار دریایی *Holothuria parva*

آسیه محمدیان [1*]، احسان کامرانی [2]، عبدالرضا دباغ [2]، حسین رامشی [3]

[1] گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان

[2] گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان

[3] گروه آبزی پروری، ایستگاه تحقیقاتی شیلاتی نرمتنان، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۳/۰۳/۲۵
اصلاح: ۹۳/۰۴/۲۱
پذیرش: ۹۳/۰۵/۱۲

کلمات کلیدی:
درجه حرارت
رفتارهای تغذیه‌ای
نقب زدن
مواد آلی
شاخص روده‌ای

چکیده

تغییر درجه حرارت آب دریا می تواند پارامترهای حیاتی برای پرورش خیار دریایی را تحت تأثیر قرار دهد. در این تحقیق تأثیر تغییرات دما بر روی فعالیت‌های تغذیه‌ای و سیکل نقب‌زدن روزانه خیار دریایی *Holothuria parva* مورد ارزیابی قرار گرفت و پارامترهای تغذیه‌ای (شاخص روده‌ای، مواد آلی، بازده جذب) در دو تیمار دمایی (۳۰ درجه سانتیگراد و کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد) محاسبه گردید، تا بتوان شرایط مناسب از نظر دمایی را برای پرورش خیار دریایی *H. parva* تعیین نمود. نتایج نشان داد، میزان نقب زدن خیار دریایی با کاهش درجه حرارت از ۳۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت. همچنین بیشترین میزان شاخص روده‌ای در بخش های ابتدایی (۰/۰۰۹±۰/۰۹۲)، میانی (۰/۰۰۶±۰/۰۸۵) و انتهایی (۰/۰۱۱±۰/۰۵۹)، بیشترین میزان مواد آلی در بخش های ابتدایی (۰/۶۸±۷/۰۳)، میانی (۱/۰۲±۵/۲۵) و انتهایی (۰/۳۹±۸/۵۷) روده خیار دریایی و همچنین بیشترین بازده جذب (۱۳/۰۲±۴۰/۹۱) در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد مشاهده گردید. برآیند کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تغییرات دما بر روی تغذیه *H. parva* تأثیر گذار است، به طوریکه با کاهش درجه حرارت از ۳۰ درجه سانتیگراد میزان فعالیت‌های تغذیه‌ای و پارامترهای تغذیه‌ای کاهش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت *H. parva* در شرایط دمایی ۳۰ درجه سانتیگراد دارای تغذیه بهتری می باشد.

مقدمه

خیارهای دریایی گروه فراوان و متنوعی از خارپوستان هستند. این موجودات با ارزش علاوه بر اهمیت بوم شناسی، از لحاظ اقتصادی نیز حائز اهمیت هستند و در صنعت داروسازی و مواد غذایی کاربرد بسیار زیادی دارند. به طوریکه افزایش تقاضا برای محصولات خیار دریایی باعث افزایش صید این موجود از محیط های طبیعی و در نتیجه کاهش ذخایر آن گردید و این موجب شد تا تکثیر و پرورش و برنامه های بازسازی ذخایر خیاردریایی اجرا گردد (James *et al*., 1994).

یکی از مهم ترین متغیرهایی که برای پرورش خیارهای دریایی مورد توجه قرار می گیرد، درجه حرارت آب دریا است زیرا خیارهای دریایی موجوداتی خونسرد[1] می باشند و درجه حرارت بدنشان را با درجه حرارت آب پیرامون خود تنظیم می کنند.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: asiyeh_mohammadian@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

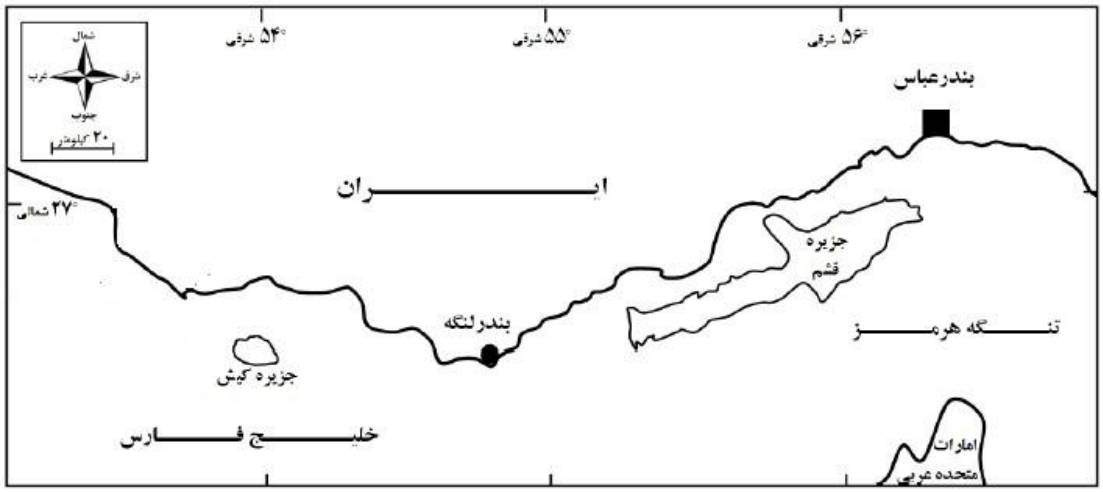
[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]

به این منظور باید بسیاری از فعالیت های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی خود را با درجه حرارت آب پیرامون خود مطابقت دهند (Zamora and Jeffs, 2012). از این‌رو گونه های مختلف خیار دریایی نسبت به تغییرات درجه حرارت واکنش های مختلفی نشان می دهند. به عنوان مثال از آنجایی که خیار دریایی *Holothuria scabra* یک گونه گرمسیری محسوب می شود، در محدوده دمایی ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد بهترین میزان رشد و تولیدمثل را دارا می باشد (Hamel *et al*., 2001)، در حالی که افزایش درجه حرارت از ۱۵ به ۲۱ درجه سانتیگراد به طور قابل توجه ای باعث کاهش تغذیه و رشد و تا حدودی باعث افزایش سوخت و ساز بدن *Australostichopus molis* می شود (Zamora and Jeffs, 2012)، همچنین یک کاهش مشابه در میزان رشد در پاسخ به افزایش درجه حرارت آب دریا در افراد جوان[2] خیار دریایی *Apostichopus japonicus* نیز مشاهده شد. خیارهای دریایی گونه *A. japonicus* می توانند در محدوده دمایی ۰ الی ۳۰ درجه سانتیگراد زنده بمانند اما رشد تنها در دمای ۱۲ تا ۲۱ درجه سانتیگراد اتفاق می افتد و مناسب ترین دما جهت رشد ۱۵ الی ۱۸ درجه سانتیگراد می باشد (Yu and Song, 1999; Asha and Muthiah, 2005).

با توجه به اینکه، تغییر درجه حرارت آب دریا می تواند پارامترهای حیاتی برای پرورش خیار دریایی به عنوان مثال، رفتارهای تغذیه ای، متابولیسم، رشد و حتی بقاء را تحت تأثیر قرار دهد (An *et al*., 2007; Meng *et al*., 2009)، درک درست از چگونگی پاسخ یک گونه به تغییرات درجه حرارت آب دریا برای پرورش آن بسیار مفید است. بررسی های صورت گرفته در زمینه بیولوژی و اکولوژی گونه *H. parva* حاکی از عدم وجود مطالعات مستند در مورد فعالیت های تغذیه‌ای و عوامل محیطی تأثیر گذار بر روی این گونه می باشد. بنابراین تحقیق حاضر برای اولین بار در جهان با هدف بررسی تأثیر تغییرات دمایی بر روی فعالیت های تغذیه‌ای و سیکل نقب زدن روزانه خیار دریایی *H. parva* صورت گرفته است و پارامترهای تغذیه‌ای (شاخص روده‌ای، مواد آلی و بازده جذب) با توجه به تغییرات محیطی و سیکل روزانه محاسبه گردید تا بتوان شرایط مناسب از نظر دما برای پرورش این گونه تعیین شود. انجام این پژوهش می تواند اطلاعات مفیدی را در اختیار محققان و پرورش دهندگان خیار دریایی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری خیار دریایی *H. parva* از منطقه جزر و مدی، واقع در ضلع جنوبی ایستگاه تحقیقات شیلاتی نرمتنان بندرلنگه صورت گرفت. شهرستان بندر لنگه یکی از شهرستان‌های استان هرمزگان است که بر اساس مختصات جغرافیایی در ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و در ۲۶ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی از نصف‌النهار مبدأ واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه

[1] Ectothermic
[2] Juveniles

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]

تعداد ۷۸ نمونه خیاردریایی *H. parva* از زیر سنگ‌های موجود در سواحل جزر و مدی بندر لنگه، به هنگام جزر، به صورت دستی جمع‌آوری شده و سپس به ایستگاه تحقیقات شیلاتی نرمتنان بندرلنگه منتقل گردید. نمونه‌ها درون مخزن پر شده با آب فیلتر شده دریا، که به طور مداوم هوادهی می‌شد، در دمای طبیعی قرار داده شدند. به منظور تخلیه کامل محتویات روده خیار دریایی، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در شرایط گرسنگی نگهداری شدند و پس از آن بر اساس روش Sewell (۱۹۹۰) بر حسب گرم توزین شدند. سپس به درون مخزن‌های فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری با دیواره‌های سفید رنگ که کف آن تا ارتفاع ۸-۱۰ سانتیمتر با شن و ماسه‌های جمع آوری شده از محل نمونه برداری پوشیده شده بود، انتقال داده شدند. درون هر مخزن تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بر روی شن و ماسه آب دریا قرار گرفته بود که به طور مداوم هوادهی می‌شد. قابل ذکر است که شن و ماسه قبل از انتقال به مخزن‌ها چند بار با آب دریا شسته شد تا کاملاً تمیز شده و خیار دریایی با تغییر رنگ بستر (گل‌آلودگی) آزرده نشوند (Mercier *et al.*, 1999). این شن و ماسه ها به عنوان ماده غذایی و همچنین پناهگاهی برای خیار دریایی محسوب می گردد.

در این آزمایش به منظور بررسی فعالیت تغذیه‌ای و سیکل نقب زدن در دماهای مختلف از دو تیمار دمایی (۳۰ و کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد) استفاده گردید. در تیمار ۳۰ درجه سانتیگراد که به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد، شرایط دمایی به صورت سیکل طبیعی اعمال گردیدکه حداکثر دما ۳۰ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد. در تیمار کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد، حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۲۳ و ۲۷ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد. در هر دو تیمار شوری ۴۰ قسمت در هزار و نور به صورت سیکل طبیعی (۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی) اعمال گردید. در مجموع تعداد ۷۸ عدد خیار دریایی (۳۹ عدد برای هر تیمار) در دو تیمار با سه تکرار (۱۳ عدد خیار دریایی با متوسط وزن مرطوب ۶/۸۸ ± ۳۸/۴۴ گرم و متوسط طول ۲۰ سانتی متر) مورد آزمایش قرار گرفت.

در این آزمایش به خیارهای دریایی به مدت ۷۲ ساعت اجازه سازگار شدن با محیط داده شد. پس از آن موقعیت خیارهای دریایی در هر مخزن مورد بررسی قرار گرفت و موقعیت آن، به عنوان مثال، بر روی سطح، نیمه بیرون و نقب زده تعیین شد. حیوانات نیمه بیرون در نظر گرفته می‌شوند، زمانی که حداقل بخشی از بدن آنها زیر سطح رسوبات قرار گرفته باشد. آنهایی که نقب زده هستند، تمام بدنشان زیر رسوبات بوده و تنها با مخرج خود قابل رویت هستند. آنهایی که روی سطح هستند، کل بدنشان بیرون از رسوبات قرار دارد (Mercier *et al.*, 1999)، سپس در چهار زمان تعیین شده (۱۲:۰۰، ۱۸:۰۰، ۶:۰۰، ۱۲:۰۰) عمل نمونه برداری از داخل هر مخزن صورت گرفت. برای جلوگیری از ادامه فعالیت‌های تغذیه‌ای نمونه‌ها بلافاصله در الکل (اتانول) ۹۶٪ قرار گرفتند (Mercier *et al.*, 1999).

برای تعیین میزان شاخص روده‌ای، نمونه های فیکس شده از الکل خارج شد و پس از تشریح، لوله‌ی گوارش آن‌ها خارج گردیده و بر روی سطحی قرار داده شد. سپس طول لوله گوارش هر نمونه از حلق تا مخرج توسط کولیس اندازه گیری گردید. روده به سه قسمت مساوی، ابتدایی (برآمدگی حلقی و بخش عمده‌ای از قسمت پایین رونده جلوی روده) میانی (قسمت بالارونده روده) و انتهایی (قسمت پایین رونده پشتی روده و کلواک) تقسیم گردید (Zamora and Jeffs, 2011). وزن هر قسمت بر حسب گرم و با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم به صورت جداگانه محاسبه گردید. هر قسمت در داخل الکل ۹۶٪ برای تعیین مقدار مواد آلی کل (TOM)[3] قرار داده شد. وزن تر لوله گوارش به همراه محتویات آن تقسیم بر وزن تر دیواره بدن برای تعیین شاخص لوله گوارش برای هر بخش از لوله گوارش محاسبه گردید (Mercier *et al.*, 1999).

تعیین مقدار مواد آلی کل، با استفاده از روش سوختن صورت گرفت و درصد آن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (Zamora and Jeffs, 2011).

%TOM = (وزن خشک / وزن خاکستر آزاد) × ۱۰۰

وزن خاکستر آزاد = وزن اولیه – وزن نهایی

3. Organic matter

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]

وزن خشک = وزن اولیه

درصد میانگین مواد آلی جذب شده حین عبور از لوله گوارش خیار دریایی که به عنوان درصد بازده جذب[4] تعریف می‌شـود، بـا استفاده از فرمول پیشنهادی توسط Conover (۱۹۶۶) محاسبه گردید.

$$U' = (F'- T'/(1-T') \times (F') \times 100)$$

U'= درصد بازده جذب

F'= مقدار TOM در قسمت قدامی لوله گوارش

T'= مقدار TOM در قسمت خلفی لوله گوارش

تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزار Microsoft Excle 2010 و Spss16.0 انجام پذیرفت. پیـروی داده‌هـا از توزیـع طبیعـی، توسط آزمون کلموگراف اسمیرنف مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه جهت بررسی اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای مختلف از آزمون ناپارامتریک Kruskal-wallis و جهت مقایسه دو به دو میانگین‌های شاخص روده‌ای و مواد آلی در بخش‌هـای مختلـف روده خیار دریایی و همچنین بین تیمارها از آزمون Mann-withney u در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده گردید.

نتایـج

میانگین مقدار شاخص روده‌ای در سه بخش روده در زمان‌های مختلف (میانگین سه تکرار برای هر بخش از روده خیار دریـایی *H.parva*) در تیمار ۳۰ درجه سانتیگراد در جدول ۱ آورده شده است. بیشترین میزان شـاخص روده‌ای در سـاعت ۱۸:۰۰ و در بخش ابتدایی روده (۰/۰۹۲±۰/۰۰۹) و کمترین مقدار آن در ساعت ۶:۰۰ و در بخش میانی روده با میـانگین (۰/۰۱۶±۰/۰۰۲) به دست آمد. آزمون Kruskal-wallis اختلاف معنی‌داری را در میزان شاخص روده‌ای در زمـان‌هـای مختلـف در بخـش‌هـای مختلف روده نشان نداد (P>۰/۰۵).

جدول۱. میزان شاخص روده ای در سه بخش روده در زمان‌های مختلف و در تیمار ۳۰ درجه سانتیگراد

زمان / بخش‌های روده	بخش ابتدایی	بخش میانی	بخش انتهایی
۱۲:۰۰	۰/۰۴۳ ±۰/۰۱	۰/۰۲۵ ±۰/۰۰۸	۰/۰۳۱ ±۰/۰۰۱
۱۸:۰۰	۰/۰۹۲ ± ۰/۰۰۹	۰/۰۸۵ ±۰/۰۰۶	۰/۰۵۹ ± ۰/۰۱۱
۰۶:۰۰	۰/۰۳۵ ± ۰/۰۰۴	۰/۰۱۶ ±۰/۰۰۲	۰/۰۲۸ ± ۰/۰۰۶
۱۲:۰۰	۰/۰۴۱ ± ۰/۰۱	۰/۰۳۳±۰/۰۰۹	۰/۰۳۷ ± ۰/۰۰۹

در جدول ۲ میانگین مقدار شاخص روده‌ای در سه بخش روده در زمان‌های مختلف (میانگین سه تکرار برای هـر بخـش از روده خیار دریایی *H. parva*) در تیمار دمایی کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد ارائه شده است. بیشترین میزان شاخص روده‌ای در ساعت ۱۲:۰۰ و در بخش ابتدایی روده با میـانگین (۰/۰۴۹ ±۰/۰۰۳) و کمتـرین مقـدار در سـاعت ۶:۰۰ و در بخـش میـانی روده بـا میانگین (۰/۰۲۱ ±۰/۰۰۲) به دست آمد. اختلاف معنی‌دار در مقدار شاخص روده ای بخش‌های مختلف در زمان‌های مختلف و در دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد وجود داشت (P<۰/۰۵). از این‌رو به منظور مقایسه دو به دو بخش‌های روده از آزمون من ویتنی یو استفاده گردید و اختلاف معنی داری بین میزان شاخص روده‌ای در بخش ابتدایی با میزان شاخص روده ای در بخـش میانی (P<۰/۰۵) به دست آمد در حالی که تفاوت معنی داری بین شاخص روده‌ای بخـش ابتـدایی بـا شـاخص روده‌ای بخـش انتهایی و همچنین شاخص روده‌ای بخش میانی با شاخص روده‌ای بخش انتهایی مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

4. Absorption efficiency

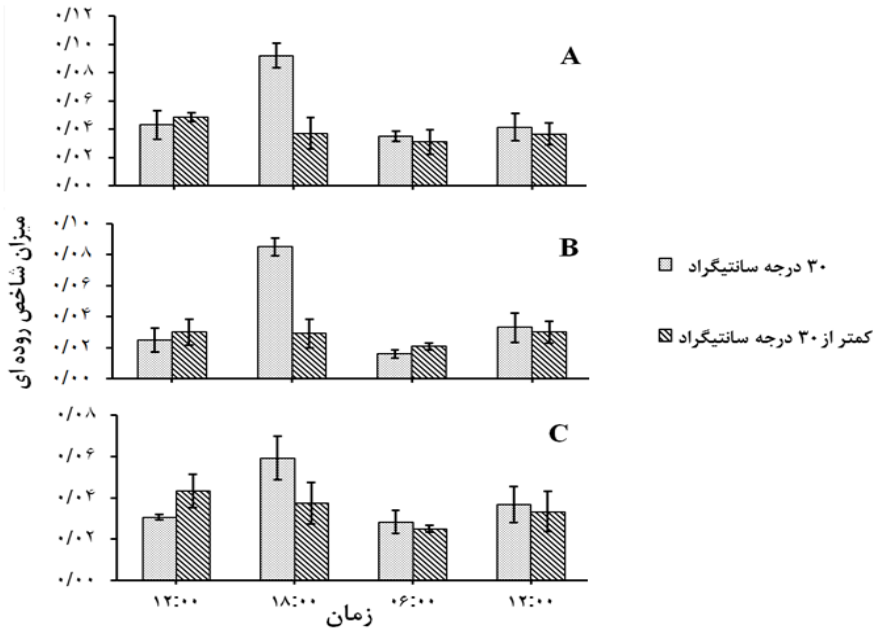
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]

جدول۲. میزان شاخص روده ای در سه بخش روده در زمان‌های مختلف و در تیمار کمتر از ۳۰درجه سانتیگراد

زمان / بخش‌های روده	بخش ابتدایی	بخش میانی	بخش انتهایی
۱۲:۰۰	۰/۰۴۹ ±۰/۰۰۳	۰/۰۳۰ ±۰/۰۰۸	۰/۰۴۳ ±۰/۰۰۸
۱۸:۰۰	۰/۰۳۷ ± ۰/۰۱۱	۰/۰۲۹ ±۰/۰۰۹	۰/۰۳۷ ± ۰/۰۱
۰۶:۰۰	۰/۰۳۱ ± ۰/۰۰۹	۰/۰۲۱ ±۰/۰۰۲	۰/۰۲۵ ± ۰/۰۰۲
۱۲:۰۰	۰/۰۳۷ ± ۰/۰۰۸	۰/۰۳ ±۰/۰۰۷	۰/۰۳۳ ± ۰/۰۱

شکل ۲ نتایج مقایسه مقدار شاخص روده‌ای بخش‌های مختلف روده در دمای مختلف را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود، بیشترین میزان شاخص روده‌ای بخش ابتدیی در ساعت ۱۸:۰۰ در شرایط دمایی ۳۰ درجه سانتیگراد با میانگین (۰/۰۹۲±۰/۰۰۹) و کمترین مقدارآن در ساعت ۶:۰۰ و در شرایط دمایی کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد با میانگین (۰/۰۳۱±۰/۰۰۹) بدست آمده است (شکل 2A). اختلاف معنی‌داری بین شاخص روده‌ای بخش ابتدایی در دمای مختلف وجود داشت (P<۰/۰۵). در بخش میانی بیشترین (۰/۰۸۵±۰/۰۰۶) و کمترین (۰/۰۱۶±۰/۰۰۲) میزان شاخص روده‌ای به ترتیب در ساعت ۱۸:۰۰ و ۶:۰۰ در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به دست آمده است (شکل 2B). اختلاف معنی‌داری بین شاخص روده‌ای بخش میانی در دماهای مختلف وجود داشت (P<۰/۰۵). در بخش انتهایی روده بیشترین (۰/۰۱۱ ±۰/۰۵۹) میزان شاخص روده‌ای در ساعت ۱۸:۰۰ در شرایط دمایی ۳۰ درجه سانتیگراد و کمترین آن (۰/۰۰۲±۰/۰۲۵) در ساعت ۶:۰۰ در شرایط دمایی کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد به دست آمده است (شکل 2C). اختلاف معنی‌داری بین شاخص روده‌ای بخش انتهایی در دمای مختلف وجود نداشت (P>۰/۰۵).



شکل ۲. مقایسه میانگین مقدار شاخص روده ای در بخش های مختلف روده در دمای مختلف و در زمان های مختلف. A : در بخش ابتدایی روده، B: در بخش میانی روده، C: در بخش انتهایی روده. آنتنک ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]

میانگین مقدار مواد آلی در سه بخش روده در زمان های مختلف (میانگین سه تکرار برای هر بخش از روده خیار دریایی *H. parva*) در تیمار ۳۰ درجه سانتیگراد در جدول ۳ آورده شده است. بیشترین میزان مواد آلی در ساعت ۱۲:۰۰ و در بخش انتهایی روده (۸/۵۷±۰/۳۹) و کمترین مقدار آن در ساعت ۶:۰۰ و در بخش میانی روده با میانگین (صفر) به دست آمده است. اختلاف معنی دار در مقدار شاخص روده‌ای بخش‌های مختلف در زمان‌های مختلف و در شرایط دمایی ۳۰ درجه سانتیگراد وجود داشت (P<۰/۰۵). از این‌رو به منظور مقایسه دو به دو بخش‌های روده از آزمون من ویتنی یو استفاده گردید که اختلاف معنی داری بین میزان مواد آلی در بخش ابتدایی روده با میزان مواد آلی در بخش انتهایی (P<۰/۰۵) و تفاوت معنی‌داری بین مواد آلی در بخش انتهایی با مواد آلی در بخش میانی (P<۰/۰۵) به دست آمد در حالی که اختلاف معنی داری بین مواد آلی در بخش ابتدایی با مواد آلی بخش میانی مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

جدول۳. میزان مواد آلی در سه بخش روده در زمان‌های مختلف و در تیمار ۳۰ درجه سانتیگراد

زمان / بخش‌های روده	بخش ابتدایی	بخش میانی	بخش انتهایی
۱۲:۰۰	۳/۹۱ ±۰/۲۲	۴/۵۰±۱/۱۲	۸/۵۷ ±۰/۳۹
۱۸:۰۰	۴/۸۴± ۰/۱۴	۴/۲۶ ±۰/۶۶	۴/۳۹ ± ۰/۵۹
۰۶:۰۰	۷/۰۳ ± ۰/۶۸	-	۵/۱۷ ± ۱/۱۲
۱۲:۰۰	۳/۲۹ ± ۰/۰۵	۵/۲۵±۱/۰۲	۶/۶۴ ± ۰/۲۸

در جدول ۴ میانگین مقدار مواد آلی در سه بخش روده در زمان‌های مختلف (میانگین سه تکرار برای هر بخش از روده خیار دریایی *H. parva*) در تیمار دمایی کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد ارائه شده است. بیشترین میزان مواد آلی در ساعت ۱۲:۰۰ و در بخش انتهایی روده با میانگین (۰/۹۹± ۸/۴۴) و کمترین مقدار آن در ساعت ۶:۰۰ و در بخش ابتدایی روده با میانگین (۰/۵۴ ± ۱/۶۳) به دست آمده است. نتایج آزمون کروسکال والیس حاکی از عدم وجود اختلاف معنی دار در مقدار مواد آلی بخش‌های مختلف در زمان‌های مختلف و در دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد بود (P>۰/۰۵).

جدول ۴. میزان مواد آلی در سه بخش روده در زمان‌های مختلف و در تیمار کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد

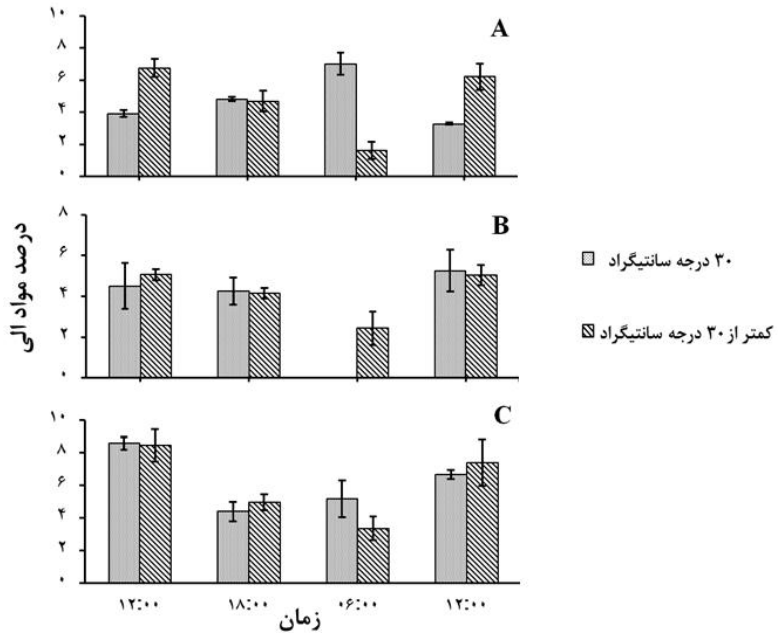
زمان / بخش‌های روده	بخش ابتدایی	بخش میانی	بخش انتهایی
۱۲:۰۰	۶/۷۷ ±۰/۵۴	۵/۰۶±۰/۲۷	۸/۴۴ ±۰/۹۹
۱۸:۰۰	۴/۶۹ ± ۰/۶۵	۴/۱۶ ±۰/۲۵	۴/۹۵ ± ۰/۵۰
۰۶:۰۰	۱/۶۳ ± ۰/۵۴	۲/۴۳ ±۰/۸۱	۳/۳۵ ± ۰/۷۲
۱۲:۰۰	۶/۲۳ ± ۰/۸۲	۵/۰۵±۰/۵۰	۷/۳۸ ± ۱/۴۰

نتایج مقایسه مقدار مواد آلی بخش‌های مختلف روده در دمای مختلف در شکل ۳ آورده شده است. بیشترین میزان مواد آلی بخش ابتدیی در ساعت ۶:۰۰ در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد با میانگین (۷/۰۳±۰/۶۸) و کمترین مقدار مواد آلی بخش ابتدایی در ساعت۶:۰۰ در دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد با میانگین (۱/۶۳±۰/۵۴) به دست آمد (شکل 3A). اختلاف معنی‌داری بین مواد آلی بخش ابتدایی در دمای مختلف و در زمان‌های مختلف مشاهده گردید (P<۰/۰۵). در بخش میانی روده خیار دریایی بیشترین (۵/۲۵±۱/۰۲) و کمترین (صفر) میزان مواد آلی به ترتیب در ساعت ۱۲:۰۰و۶:۰۰ در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به دست آمد (شکل 3B). نتایج آزمون حاکی از وجود اختلاف معنی‌داری بین مواد آلی بخش میانی در دمای مختلف و در زمان‌های مختلف بود (P<۰/۰۵). در نهایت در بخش انتهایی روده خیار دریایی بیشترین (۸/۵۷±۰/۳۹) میزان مواد آلی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]

در ساعت ۱۲:۰۰ در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و کمترین مقدار آن (۰/۷۲ ± ۳/۳۵) در ساعت ۶:۰۰ در دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد محاسبه گردید (شکل 3C). اختلاف معنی‌داری بین مواد آلی بخش انتهایی در دمای مختلف و در زمان‌های مختلف وجود نداشت (P>۰/۰۵).



شکل ۳. مقایسه میانگین مقدار مواد آلی در بخش های مختلف روده در دمای مختلف و در زمان‌های مختلف. A: در بخش ابتدایی روده B: در بخش میانی روده C: در بخش انتهایی روده. آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند.

مقایسه بازده جذب در دماهای مختلف نشان داده است که بازده جذب در شرایط دمایی کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد در تمام زمان‌ها غیر قابل تعیین بود. با این وجود بیشترین بازده جذب در شرایط دمایی ۳۰ درجه سانتیگراد با میانگین (۴۰/۹۱±۱۳/۰۲) محاسبه گردید (جدول ۵).

شکل ۴ درصد توزیع خیار دریایی را در موقعیت و زمان‌های مختلف و در دماهای مختلف نشان می دهد. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، با کاهش درجه حرارت میزان نقب زدن افراد از حدود ۱۰ تا ۲۸ ٪ در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به حدود ۵۱ تا ۶۳ ٪ در دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت.

جدول۵. درصد بازده جذب در روده خیار دریایی *H. parva* در زمان‌های مختلف و در دمای مختلف

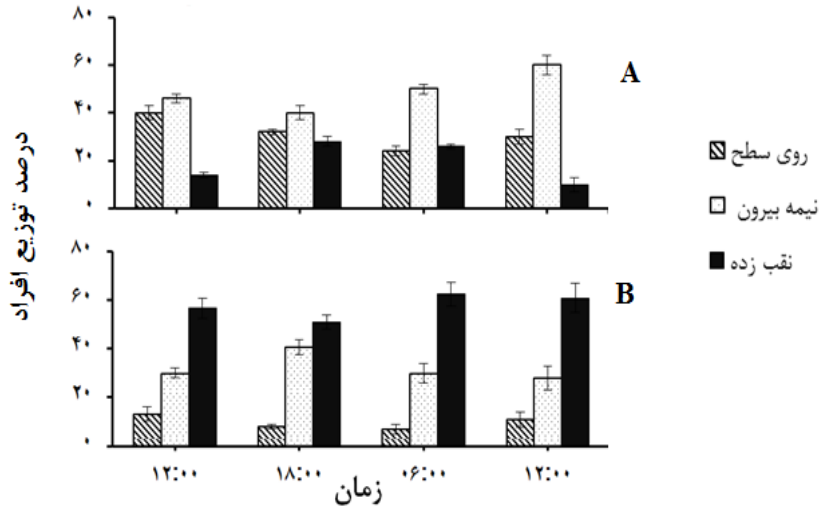
زمان / شرایط دمایی	کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد	۳۰ درجه سانتیگراد
۱۲:۰۰	Nd	Nd
۱۸:۰۰	Nd	۱۶/۴۴ ±۲/۲۱
۰۶:۰۰	Nd	۴۰/۹۱±۱۳/۰۲
۱۲:۰۰	Nd	Nd

Nd[5]: غیر قابل تعیین

5. Non-determined

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]



شکل ۴. درصد توزیع خیار دریایی در موقعیت مختلف در زمان‌ها و دماهای مختلف. A : در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد، B: در دمای کمتـر از ۳۰ درجـه سانتیگراد. آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند.

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که شاخص روده‌ای بخش‌های ابتدایی و میانی در بین دو شرایط دمایی (۳۰ و کمتر از ۳۰ درجـه سانتیگراد) از نظر آماری اختلاف معنی داری دارند (شکل ۲). مقایسه میانگین شاخص روده ای بخش‌هـای مختلـف روده خیـار دریایی *H. parva* در شرایط دمایی مختلف نشان داد که بیشترین میزان شاخص روده‌ای در بخـش ابتـدایی (۰/۰۰۹±۰/۰۹۲)، در بخش میانی (۰/۰۰۶±۰/۰۸۵) و در بخش انتهایی (۰/۰۱۱±۰/۰۵۹) مربوط به دمای ۳۰ درجه سانتیگراد بـود در حـالی کـه کمترین میزان شاخص روده‌ای در بخش ابتدایی (۰/۰۰۹±۰/۰۳۱)، در بخش انتهایی (۰/۰۰۲±۰/۰۲۵) برای دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد محاسبه گردید (شکل ۲). همچنین بررسی میانگین‌های شاخص روده‌ای در دو شـرایط دمـایی ۳۰ و کمتـر از ۳۰ درجه سانتیگراد نشان داد که کمترین میزان شاخص روده‌ای در تمام بخش‌های روده در ساعت ۶:۰۰ مشـاهده گردیـد کـه این زمان نسبت به سایر ساعات شبانه‌روز سردتر (۲۳ درجه سانتیگراد) می‌باشد (جدول ۱ و ۲). لذا با توجه به نتـایج حاصـل از این تحقیق، به نظر می رسدکه خیار دریایی *H. parva* در دمای بالا تغذیه بهتری را دارا می‌باشد.

مطالعات صورت گرفته در مورد سایر گونه‌های خیار دریایی نتایج مشابهی را نشان داد. به طوریکه Lavitra و همکاران در سـال ۲۰۱۰ بیان کردند که درجه حرارت آب تاثیر عمده‌ای بر روی رشد افراد جوان خیار دریایی *H. scabra* دارد. به طوریکه درجه حرارت بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد رشد بالاتری را موجب می‌شود. تغییرات دمای فصلی ممکن است بر روی میزان تغذیـه در خیارهای دریایی *H. tubulosa* تاثیر گذار باشد، بنابراین می‌تواند به طور جدی بر روی افراد جوان این گونه تأثیر داشـته باشـد، به طوریکه تغذیه را در طول سردترین ساعات متوقف کند (Coulon and Jangoux, 1993).

همچنین نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد حدود ۲۴ تـا ۴۰ ٪ افـراد در روی سـطح قـرار گرفته بودند که این مقدار به حدود ۷ تا ۱۳ ٪ در دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد کاهش یافت. از سوی دیگـر، درصـد افـراد نقب زده از ۱۰ تا ۲۸ ٪ در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به حدود ۵۱ تا ۶۳ ٪ در دمای کمتر از ۳۰ درجه، افـزایش یافـت (شـکل ۴). چندین فاکتور در خیارهای دریایی وجود دارد که باعث می‌شود آنها دوره طولانی را نقب بزنند که شامل استرس (Purcell *et al.*, 2006)، جزر و مد زیـاد و جریـان قـوی آب (Skewes *et al.*, 2000)، حضـور شـکارچی (Dance *et al.*, 2003)، خشـکی زدگی یا تغییرات در شوری (Mercier *et al*, 2000) می‌باشد. این فاکتورها ممکن است باعث خنثی سازی یا تشدید اثر دمـا بـر روی فعالیت نقب‌زنی در طبیعت شوند (Wolkenhauer, 2008). با این وجود، مطالعات صورت گرفته به طور اختصاصی با هـدف پیدا کردن یک الگوی اساسی در واکنش به دما به تنهایی و بدون تاثیر عوامل بیان شده صورت گرفته است که نشان مـی‌دهـد، رفتار تغذیه و نقب‌زدن *H. parva بالغ*، با تغییرات درجه حرارت آب در ارتباط می‌باشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]

تحقیق Wolkenhauer (2008) بر روی بالغین خیار دریایی *H. Scabra* نشان داد که درجه حرارت با فعالیت‌های تغذیه‌ای و نقب‌زدن یک ارتباط مثبت معنی‌داری دارد. زمانی که دمای آب به بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد افزایش یافته بود اکثر بالغین *H. scabra*، سیکل نقب‌زدن معمول خود را تغییر داند و روی سطح باقی ماندند (Mercier *et al*., 2000)، هنگامی که درجه حرارت آب کاهش یافت خیارهای دریایی به مدت طولانی‌تری درون رسوبات نقب زدند (Purcell and Kirby, 2005) و مدت زمانی که برای تغذیه سپری می‌کردند، کاهش یافت.

همچنین در این تحقیق، مقایسه میزان شاخص روده‌ای بین بخش‌های مختلف روده در سیکل طبیعی دما از نظر آنالیزی تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است. با این وجود، بیشترین میانگین شاخص روده‌ای در بخش ابتدایی (۰/۰۰۹±۰/۰۹۲) در ساعت ۱۸:۰۰ و کمترین آن در بخش میانی با میانگین (۰/۰۰۲±۰/۰۱۶) در ساعت ۶:۰۰ مشاهده گردید (جدول ۱). بررسی آماری شاخص روده‌ای در دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد نشان داد تفاوت معنی داری بین شاخص روده‌ای بخش ابتدایی با بخش میانی وجود دارد. همچنین بررسی میانگین شاخص روده‌ای، بیشترین میزان شاخص روده‌ای را در بخش ابتدایی با میانگین (۰/۰۰۳±۰/۰۴۹) در ساعت ۱۲:۰۰ و کمترین آن در بخش میانی با میانگین (۰/۰۰۲±۰/۰۲۱) در ساعت ۶:۰۰ نشان داد (جدول ۲). بالا بودن میانگین شاخص روده‌ای بخش ابتدایی در هر دو شرایط دمایی نسبت به میانگین شاخص روده‌ای در سایر بخش‌های روده نشان می‌دهد، هنگامی که موجود روی سطح رسوبات قرار گرفته است دارای فعالیت تغذیه ای می باشد. در تحقیقی که توسط Mercier و همکاران در سال ۱۹۹۹ بر روی خیار دریایی *H. scabra* صورت گرفت، مشخص‌ترین رابطه بین شاخص‌های روده‌ای و وضعیت تغذیه‌ای در افراد جوان *H. scabra* متوسط یافت شد، به طوریکه کمترین میزان شاخص روده‌ای ثبت شده مربوط به افراد نقب‌زده که بدون تغذیه بودند و بیشترین میزان آن هم در افراد جوانی که فعالانه بر روی سطح تغذیه می‌کردند، گزارش شد. بنابراین کاهش دما، بر روی زمانی که حیوان روی سطح سپری می‌کند و فعالیت تغذیه ای تأثیر می‌گذارد (Wolkenhauer, 2008).

مطالعات روی رفتار سایر خارپوستان، تاثیر مشابه دما را در آنها نشان داد، به عنوان مثال Thompson and Riddle (۲۰۰۵) نشان دادند که فعالیت جابه جا شدن توتیای دریایی *Abatus ingens* با افزایش دما افزایش یافت. با این وجود، بسیاری از گونه‌های خیار دریایی، زمانی که در معرض درجه حرارت بالای آب دریا قرار گیرند یا عادات تغذیه‌ای خود را تغییر می‌دهند و یا تغذیه خود را متوقف می‌کنند و اغلب به درون رسوبات نقب می‌زنند و یا برای زنده ماندن به خواب تابستانی فرو می‌روند (Ji *et al*., 2008). در این راستا، Zamora and Jeffs (۲۰۱۱) گزارش دادند که رفتار تغذیه‌ای، فیزیولوژی و رشد خیار دریایی *Australostichopus molis* در محیط آزمایشگاهی تا حد زیادی تحت تأثیر درجه حرارت آب دریا قرار گرفت به طوریکه افزایش درجه حرارت از ۱۵ به ۲۴ درجه سانتیگراد بر روی سیکل تغذیه‌ای، متابولیسم و رشد آنها تأثیر منفی به جای گذاشت. زمانی که خیار دریایی *A. molis* در معرض دمای ۲۴ درجه سانتیگراد قرار گیرد، حرکت و تغذیه خود را متوقف می‌کند و به خواب تابستانی فرو می‌رود. این رفتارها اغلب منجر به از دست دادن وزن بدن و یا کاهش سوخت و ساز می‌شود.

در این تحقیق، مقایسه میزان مواد آلی در بخش‌های مختلف روده و در شرایط دمایی مختلف نشان داد که بیشترین میانگین مواد آلی در هر دو شرایط دمایی، مربوط به بخش انتهایی روده می‌باشد (جدول ۳ و ۴). همچنین آنالیز آماری نیز اختلاف معنی‌داری را بین میزان مواد آلی بخش انتهایی با میزان مواد آلی در بخش‌های ابتدایی و میانی در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد نشان داد. لذا در این تحقیق، بازده جذب در اکثر ساعت ها به خصوص در شرایط دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد قابل محاسبه نبود. با این وجود، بیشترین میزان بازده جذب در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد با میانگین (۱۳/۰۲±۴۰/۹۱) محاسبه گردید (جدول ۵). در این راستا، Wiedemeyer (۱۹۹۲) بیان کرد، پوشش مخاطی مدفوع قبل از تخلیه می‌تواند مقدار بالاتر مواد آلی را در آخرین بخش از روده منجر شود و به این دلیل محتوی مواد آلی در قسمت انتهایی روده خیار دریایی *H. scabra* در مقایسه با رسوبات اطراف، ۷٪ غنی‌تر شده بود.

بر اساس نتایج، بیشترین میزان مواد آلی در تمام بخش های روده خیار دریایی برای دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و کمترین آن در بخش ابتدایی و انتهایی برای دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد محاسبه گردید، آنالیز آماری نیز اختلاف معنی داری را بین

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]

میزان مواد آلی در بخش‌های ابتدایی و میانی روده خیـار دریـایی *H. parva* در بـین دو شـرایط دمـایی نشـان داد (شـکل ۳). بنابراین میزان مواد آلی در بخش‌های مختلف روده خیار دریایی *H. parva* بـا کـاهش درجـه حـرارت از ۳۰ درجـه سـانتیگراد کاهش یافت. نتایج مطالعه حاضر، با مطالعات صورت گرفته بر روی میزان هضم سایر خارپوستان مطابقت داشت. به عنوان مثال توتیای قلبی *Brissopsis lyrifera* پاسخ مشابهی را به کاهش درجه حرارت نشان دادند، به طوریکه میـزان هضـم را از ۱/۹۲ در دمای ۱۳ درجه سانتیگراد به ۰/۴۸ (گرم وزن خشک رسوبات در روز) در دمای ۷ درجه سانتیگراد کاهش دادند (Hollertz and Duchêne, 2001).

به طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تغییرات دما بر روی فعالیت‌های تغذیه‌ای و سیکل نقب‌زدن روزانـه خیـار دریایی *H. parva* تأثیر گذار است. به طوریکه با کاهش درجه حرارت از ۳۰ درجه سانتیگراد، میزان نقب‌زدن افراد افزایش یافت و مدت زمانی که برای تغذیه بر روی سطح رسوبات سپری می‌کردند، کاهش یافت که بـه دنبـال آن مقـادیر شـاخص روده ای، مواد آلی و بازده جذب کاهش یافت. بنابراین می توان نتیجه گرفت که خیـار دریـایی *H. parva* در شـرایط دمـایی ۳۰ درجـه سانتیگراد نسبت به شرایط دمایی کمتر از ۳۰ درجه سانتیگراد دارای تغذیه بهتری می باشد.

منابـع

An, z., Dong, Y., Dong, S. 2007. Temperature effects on growth–ration relationships of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). Aquaculture. 272: 644–648.

Asha, P.S., Muthiah, P. 2005. Effects of temperature, salinity and pH on larval growth, survival and development of the sea cucumber *Holothuria spinifera* Theel. Aquaculture. 250: 823–829.

Conover, R.J. 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. Limnology and Oceanography. 11: 338–345

Coulon, P., Jangoux, M. 1993. Feeding rate and sediment reworking by the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in a Mediterranean seagrass bed off Ischia Island, Italy. Marine Ecology Progress Series. 92: 201-204.

Dance, S.K., Lane, I., Bell, J.D. 2003. Variation in short-term survival of cultured sandfish (*Holothuria scabra*) released in mangrove-seagrass and coral reef flat habitats in Solomon Islands. Aquaculture. 220(1–4): 495–505.

Hamel, J.F., Conand, C., Pawson, D.L., Mercier, A. 2001. The sea cucumber *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Echinodermata): Its biology and exploitation as beche-de-mer. Advances in Marine Biology. 41:131-201.

Hollertz, K., Duchêne, J.C. 2001. Burrowing behaviour and sediment reworking in the heart urchin Brissopsis lyrifera Forbes (Spatangoida). Marine Biology. 139(5): 951–957.

James, D.B., Rajapandian, M.E., Gopinathan, C.P., Baskar, B.K. 1994. Breakthrough in induced breeding and rearing of the larvae and juveniles of *Holothuria (Metriatyla) scabra Jaeger* at Tuticorin. Bulletine Central Marine Fisheries Research Institute. 46: 66–70.

Ji, T., Dong, Y., Dong, S. 2008. Growth and physiological responses in the sea cucumber, *Apostichopus japonicus* Selenka: Aestivation and temperature. Aquaculture. 283: 180–187.

Lavitra, T., Fohy, N., Gestin, P.G., Rasolofonirina, R., Eeckhaut, I. 2010. Effect of water temperature on the survival and growth of endobenthic *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) juveniles reared in outdoor ponds. SPC Beche-de-mer Information Bulletin. 30: 25–28.

Meng, X.L., Ji, T., Dong, Y., Wang, Q., Dong, S. 2009. Thermal resistance in sea cucumbers (*Apostichopus japonicus*) with differing thermal history: the role of Hsp70. Aquaculture. 294: 314–318.

Mercier, A., Battaglene, S.C., Hamel, J.F. 1999. Daily burrowing cycle and feeding activity of juvenile sea cucumber *Holothuria scabra* in response to environmental factors. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 239: 125–156.

Mercier, A., Battaglene, S.C., Hamel, J.-F. 2000. Periodic movement, recruitment and size related distribution of the sea cucumber *Holothuria scabra* in the Solomon Islands. Marine Biology. 440: 81–100.

Purcell, S.W., Blockmans, B., Agudo, N. 2006. Transportation methods for restocking of juvenile sea cucumber, *Holothuria scabra*. Aquaculture. 251:238–244.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]

Purcell, S.W., Kirby, D.S. 2005. Restocking the sea cucumber *Holothuria scabra*: Sizing no-take zones through individual-based movement modelling. Fisheries Research. 80: 53-61.

Sewell, M.A. 1990. Aspects of the ecology of *Stichopus mollis* (Echinodermata: Holothuroidea) in north-eastern New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. 24: 97–103.

Skewes, T., Dennis, D., Burridge, C.M. 2000. Survey of *Holothuria scabra* (sandfish) on Warrior Reef, Torres Strait. CSIRO Marine Research Final Report. pp. 1-28.

Thompson, B.A.W., Riddle, M.J. 2005. Bioturbation behaviour of the spatangoid urchin Abatus ingens in Antarctic marine sediments. Marine Ecology Progress Series. 290:135-143.

Wiedemeyer, W.L. 1992. Feeding behaviour of two tropical holothurians *Holothuria* (Metriatyla) *scabra* (Jager 1833) and *H.* (Halodeima) *atra* (Jager 1833), from Okinawa, Japan. Proceeding International Coral Reef Symposium. 2: 853–860.

Wolkenhauer S.M. 2008. Burying and feeding activity of adult *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) in a controlled environment. SPC Beche-de-mer Information Bulletin. 27:25–28.

Yu, D.X., Song, B.X. 1999. Survival rate and growth characteristics of juvenile sea cucumbers in breeding ponds. Journal of Fishery Sciences of China. 6: 109–110.

Zamora, L.N., Jeffs, A.G. 2011. Feeding, selection, digestion and absorption of the organic matter from mussel waste by juveniles of the deposit-feeding sea cucumber, *Australostichopus mollis*. Aquaculture. 317: 223–228.

Zamora, L.N., Jeffs, A.G. 2012. Feeding, metabolism and growth in response to temperature in juveniles of the Australasian sea cucumber, *Australostichopus mollis*. Aquaculture. 358-359: 92–97

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1393.4.2.3.9]