

تأثیر شوری بر روی فعالیت‌های تغذیه‌ای و سیکل نقب زدن روزانه خیار دریایی *Holothuria parva*

آسیه محمدیان^{۱*}، احسان کامرانی^۲، عبدالرضا دباغ^۳، حسین رامشی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

۲- دانشیار، گروه شیلات و زیست دریا، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

۳- دانشجوی دکتری، گروه زیست دریا، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

۴- کارشناس، گروه آبی پروری، ایستگاه تحقیقاتی شیلاتی نرمتنان، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندرلنگه

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۳۰

*نویسنده مسئول مقاله: asiye_h_mohammadian@yahoo.com

چکیده:

تأثیر دو غلظت شوری ۳۵ و ۴۰ واحد در هزار بر پارامترهای تغذیه‌ای (شاخص روده‌ای، مواد آلی و بازده جذب) و رفتار نقب زدن روزانه خیار دریایی، *Holothuria parva* بررسی شد. برآیند کلی نتایج، اختلاف معنی‌داری را بین شاخص روده‌ای در بخش‌های ابتدایی و انتهایی روده خیار دریایی در دو شوری نشان نداد، اما بیشترین میانگین میزان شاخص روده‌ای، مواد آلی و بازده جذب برای شوری ۴۰ در هزار محاسبه شد. بنابراین به نظر می‌رسد این خیار دریایی در وضعیت شوری ۴۰ در هزار نسبت به وضعیت شوری ۳۵ در هزار دارای فعالیت تغذیه‌ای بهتری باشد.

کلید واژگان: فعالیت‌های تغذیه‌ای، شاخص روده‌ای، خیار دریایی، *Holothuria parva*، بازده جذب

خیارهای دریایی خارپوستانی متنوع با بدنی معمولاً کشیده و نرم هستند (Castro and Huber, 2000) که با تغذیه از سطوح پایین زنجیره غذایی، در بازچرخه مواد پوده‌ای نقش مهمی به عهده داشته (Purcell, 2004; Wolkenhauer et al., 2010) و از اجزای مهم زنجیره غذایی اکوسیستم‌های مناطق معتدله و آبسنگ‌های مرجانی محسوب می‌شوند (Brukner et al., 2003). بیشتر مواد آلی که خیارهای دریایی همراه رسوبات دریافت می‌کنند فقط توسط باکتری‌های موجود در لوله گوارش آنها قابل هضم می‌باشد. از این‌رو پوده‌خواران به این باکتری‌ها وابسته بوده و تجزیه پس مانده‌های گیاهی و جانوری را سرعت می‌بخشند. شن و ماسه‌ای که خیارهای دریایی به همراه ذرات غذایی می‌بلعند به‌صورت دانه‌های شنی که به نخ کشیده شده باشد دفع می‌گردد. این فرآیند به تعویض رسوبات کمک می‌کند (Bakus, 1973). همچنین برخی گونه‌های نقب‌زن داخل رسوبات سبب نفوذ اکسیژن به درون رسوبات و آشفته‌گی زیستی^۱ می‌شوند (Wolkenhauer et al., 2010).

خیار دریایی به دلیل کاربرد در صنعت داروسازی و مواد غذایی مورد توجه اقتصادی کشورهای جنوب شرقی آسیا قرار گرفته، به طوری که در آنجا پایه و اساس صنعت چند میلیون دلاری فرآوری خیارهای دریایی (Beche-de-mer) بنیان نهاده شد (Salarzade and Kamrani, 2011). در پی افزایش تقاضا برای محصولات خیار دریایی، ذخایر طبیعی آن به دلیل بهره برداری بیش از حد کاهش یافت. این امر منجر به اجرای پروژه‌های تکثیر و پرورش و بازسازی ذخایر خیار دریایی گردید (James et al., 1994). علیرغم وجود منابعی از این بی‌مهرگان در حوضه‌های خلیج فارس و دریای عمان، متأسفانه تاکنون هیچ استفاده

دارویی و حتی سودآوری ارزی در رابطه با صادرات این جانوران با ارزش صورت نگرفته است. اما کاربردهای اقتصادی و بوم‌شناختی آن در جهان و همچنین پتانسیل بالای تکثیر و پرورش این آبزی درحوضه‌ی آبی جنوب کشور، محققان ایرانی را به تکثیر و پرورش این آبزی علاقمند گردانیده است. مطالعات بر روی تکثیر خیار دریایی برای اولین بار در ایران از سال ۱۳۸۸ با تکثیر گونه *Holothuria leucospilota* در بندر لنگه آغاز گردید (Dabbagh et al., 2011) و این تلاش‌ها در سال ۱۳۸۹ با تکثیر گونه *H. scabra* ادامه یافت (Dabbagh and Sedaghat, 2012). اما مشکل اساسی در پرورش گونه *H. scabra* در ایران، میزان رشد ضعیف خیار دریایی جوان^۲ در آزمایشگاه و شرایط پرورشی بود که در طی یک‌سال فقط به وزن ۲۲ گرم رسیدند (Dabbagh and Sedaghat, 2012)، در حالی که رشد این گونه به‌طور متوسط در هر ماه ۱۴ گرم و تا اندازه ۳۰۰ گرم در یک‌سال در شرایط خوب گزارش شده است (Agudo, 2006).

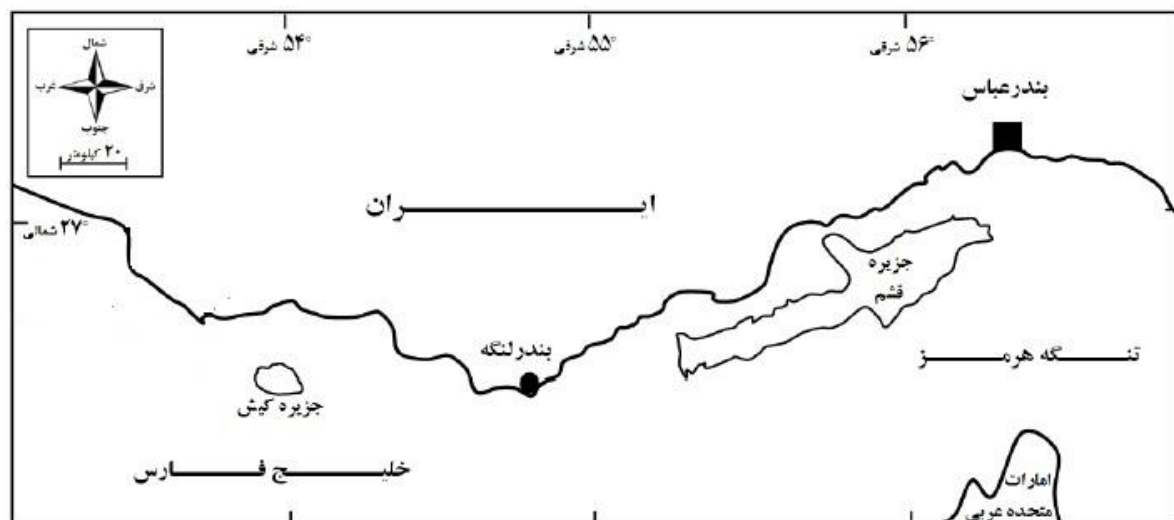
با توجه به نقش مهم تغذیه در رشد خیار دریایی و تعامل آن با عوامل زیستی و غیر زیستی (Zamora and Jeffs, 2011)، اطلاعات درباره این تعاملات می‌تواند برای پرورش آن بسیار مفید باشد. شوری یک عامل کلیدی در محیط محسوب می‌شود. در این راستا، تأثیر دو غلظت شوری ۳۵ و ۴۰ واحد در هزار بر پارامترهای تغذیه‌ای (شاخص روده‌ای، مواد آلی و بازده جذب) و رفتار نقب زدن روزانه خیار دریایی، *H. parva*، با فرض افزایش عملکرد تغذیه‌ای آن با کاهش شوری از ۴۰ واحد در هزار مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های *H. parva* از زیر سنگ‌ها در طول ناحیه جزر و مدی ساحل بندرلنگه (54° و $30'$ طول شرقی و 26° و $18'$ عرض شمالی) واقع در استان هرمزگان (شکل ۱) جمع‌آوری شدند. سپس به تانک‌های پر شده با آب فیلتر شده دریا با دمای 30°C واقع در ایستگاه تحقیقات شیلاتی نرمتان منتقل گردیدند. به‌منظور 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) توزین و به تانک‌های فایبرگلاس ۳۰۰

لیتری با دیواره‌های سفید رنگ که کف آن تا ارتفاع ۸-۱۰ سانتیمتر با شن و ماسه جمع‌آوری شده از محل نمونه برداری پوشیده شده بود، منتقل شدند. شن و ماسه به‌عنوان ماده غذایی و همچنین پناهگاهی برای خیار دریایی محسوب می‌گردد. هر مخزن تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر از کف ماسه‌ای، با آب فیلتر شده دریا پر و به‌طور مداوم هوادهی می‌شد.



شکل ۱ نقشه منطقه مورد مطالعه

به‌منظور بررسی اثر شوری بر روی فعالیت تغذیه‌ای و سیکل نقب زدن، از دو تیمار شوری (40 واحد در هزار به عنوان شاهد و 35 واحد در هزار) با سه تکرار استفاده گردید. در هر مخزن ۱۳ عدد خیار دریایی با متوسط وزن $6/88 \pm 38/44$ گرم و طول 20 cm به مدت یک ماه نگهداری و تغذیه شدند. در هر دو تیمار، دما و نور به صورت سیکل طبیعی (به طور متوسط ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی و دمای 30°C اعمال گردید. در آغاز، خیارهای دریایی به مدت ۷۲ ساعت با شرایط آزمایشی سازگاری داده شد، سپس رفتار نقب زدن آنها در هر مخزن

به‌صورت مشاهده قرارگیری تمام یا بخشی از بدن روی بستر یا قرارگیری تمام بدن زیر بستر و تنها با رویت مخرج مورد بررسی قرار گرفت (Mercier et al., 1999). مخزن‌ها هر سه روز مورد بررسی قرار می‌گرفت و موقعیت خیارهای دریایی در چهار زمان تعیین شده ($12:00$ ، $18:00$ ، $6:00$ ، $12:00$) ثبت می‌گردید. سپس طی ۲۴ ساعت آخر آزمایش، ۲ نمونه خیار دریایی در چهار زمان تعیین شده از هر مخزن برداشت شد. برای توقف فعالیت‌های گوارشی نمونه‌ها بلافاصله در الکل (اتانول) ۹۶٪ قرار گرفتند (Mercier et al., 1999).

(۱۰۰ * وزن خشک / وزن خاکستر آزاد) = TOM %
درصد میانگین مواد آلی جذب شده حین عبور از
لوله گوارش خیار دریایی که به عنوان درصد بازده
جذب^۵ تعریف می شود، با استفاده از فرمول پیشنهادی
توسط Conover (۱۹۶۶) محاسبه گردید.

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

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 با نرم افزار Microsoft Excel
و Spss 16.0 انجام شد. پیروی داده ها از توزیع طبیعی،
توسط آزمون کلموگراف اسمیرنف مورد بررسی قرار
گرفت. جهت بررسی اختلاف معنی داری بین میانگین های
شاخص روده ای و مواد آلی در بخش های مختلف روده و
همچنین بین تیمارها از آزمون ناپارامتریک من ویتنی یو^۶
در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده گردید.

نتایج

بررسی میانگین مقدار شاخص روده ای بخش های
مختلف روده در شوری های ۴۰ و ۳۵ واحد در هزار
نشان داد که بیشترین میزان شاخص روده ای بخش
ابتدیی در ساعت ۱۸:۰۰ در شوری ۴۰ در هزار با
میانگین (۰/۰۹۲±۰/۰۰۹) و کمترین مقدار آن در ساعت
۶:۰۰ در شرایط شوری ۳۵ در هزار با میانگین
(۰/۰۲۵±۰/۰۱) به دست آمد (شکل ۲). نتایج آزمون من
ویتنی یو اختلاف معنی داری بین مقدار شاخص روده ای
بخش ابتدایی در زمان های مختلف و در دو شوری نشان
نداد (p>۰/۰۵). در بخش میانی، بیشترین

برای تعیین میزان شاخص روده ای، نمونه های فیکس
شده از الکل خارج شد و پس از تشریح، لوله ی گوارش
آن ها خارج و طول هر لوله از حلق تا مخرج توسط
کولیس اندازه گیری گردید. سپس روده به سه قسمت
مساوی، ابتدایی (برآمدگی حلقی و بخش عمده ای از
قسمت پایین رونده جلوی روده)، میانی (قسمت
بالارونده روده) و انتهایی (قسمت پایین رونده پشتی
روده و کلوک) تقسیم گردید (Zamora and Jeffs, 2011).
وزن هر قسمت بر حسب گرم و با ترازو
دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم به صورت جداگانه
محاسبه گردید. هر قسمت در داخل الکل ۹۶٪ برای
تعیین وزن خشک مواد جذب شده (Dw)^۳ و مقدار مواد
آلی کل (TOM)^۴ 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.

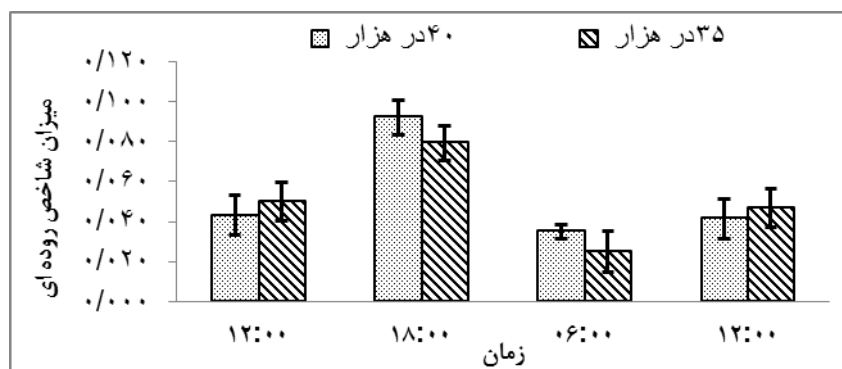
برای تعیین مقدار مواد آلی کل، رسوبات خارج شده
از لوله گوارش که در دمای ۶۰°C به مدت ۴۸ ساعت
درون آون خشک شده بودند، وزن شده و سپس در یک
کوره الکتریکی (مدل SEF-101) به مدت ۶ ساعت و با
دمای ۵۰۰°C قرار داده شد تا اطمینان حاصل شود که
احتراق کامل مواد آلی صورت گرفته است. سپس،
نمونه ها از داخل کوره خارج و در دسیکاتور قرار داده
شدند تا از جذب رطوبت جلوگیری گردد. سپس
نمونه ها مجدداً توزین شدند. درصد TOM به وسیله
وزن خشک با وزن از دست رفته نمونه ها پس از
سوختن با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید
(Zamora and Jeffs, 2011).

5. Absorption efficiency
6. Mann-withney u

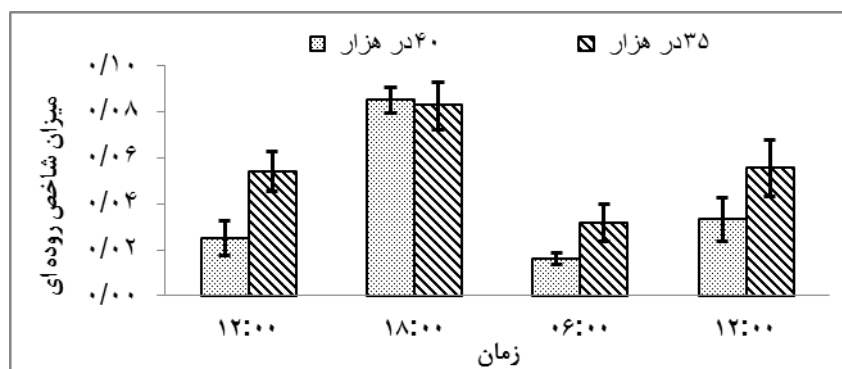
3. Dry weight
4. Organic matter

($0/084 \pm 0/01$) و کمترین ($0/020 \pm 0/004$) میزان شاخص روده‌ای بخش انتهایی به ترتیب در ساعت ۱۸:۰۰ و ۶:۰۰ در شوری ۳۵ در هزار به دست آمد (شکل ۴). همچنین اختلاف معنی‌داری بین مقدار شاخص روده‌ای در بخش انتهایی بین زمان‌های مختلف و در دو شوری مشاهده نشد ($p > 0/05$).

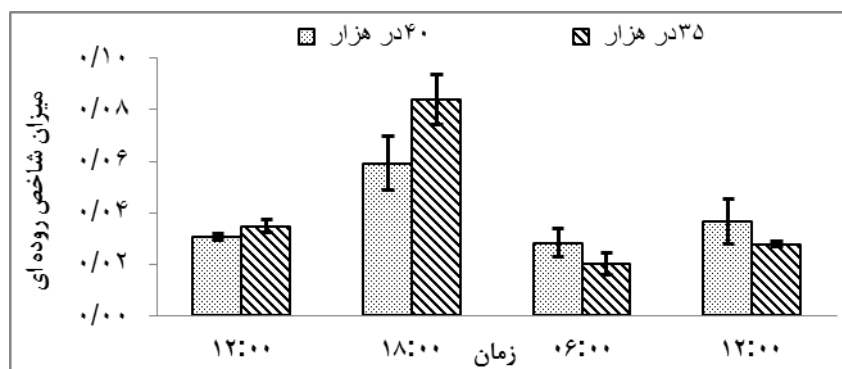
($0/085 \pm 0/006$) و کمترین ($0/016 \pm 0/002$) میزان شاخص روده‌ای به ترتیب در ساعت ۱۸:۰۰ و ۶:۰۰ در شرایط شوری ۴۰ در هزار مشاهده شد (شکل ۳). اختلاف معنی‌داری بین مقدار شاخص روده‌ای بخش میانی در زمان‌های مختلف و در دو شوری مشاهده شد ($p < 0/05$). در بخش انتهایی روده، بیشترین



شکل ۲ میانگین مقدار شاخص روده‌ای در بخش ابتدایی روده در دو شوری و در زمان‌های مختلف (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند).



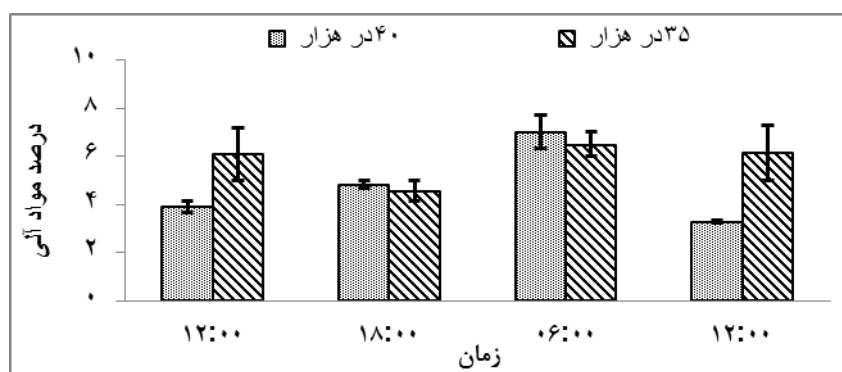
شکل ۳ میانگین مقدار شاخص روده‌ای در بخش میانی روده در دو شوری و در زمان‌های مختلف (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند).



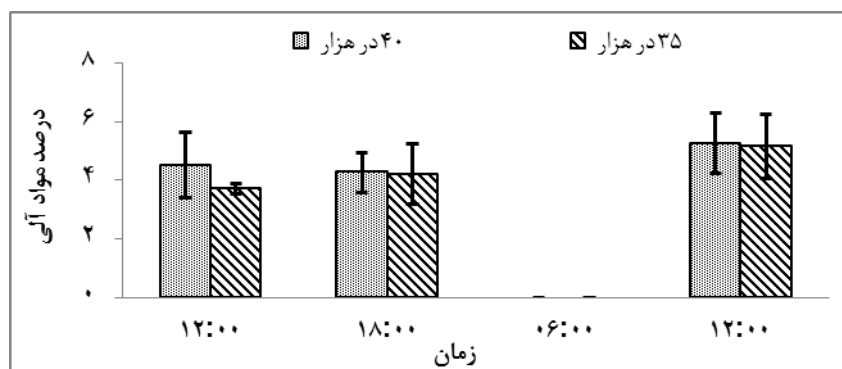
شکل ۴ میانگین مقدار شاخص روده ای در بخش انتهایی روده در دو شوری و در زمان‌های مختلف (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند).

در هزار به دست آمده است (شکل ۶). نتایج آزمون حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مواد آلی بخش میانی در زمان‌های مختلف و در دو شوری بود ($P > 0.05$). در بخش انتهایی روده، بیشترین میزان مواد آلی در ساعت ۱۲:۰۰ در شوری ۴۰ در هزار با میانگین (8.57 ± 0.39) و کمترین آن در ساعت ۶:۰۰ در شرایط شوری ۳۵ در هزار با میانگین (2.77 ± 0.56) به دست آمد (شکل ۷). اختلاف معنی‌داری بین مواد آلی بخش انتهایی در زمان‌های مختلف و در دو شوری وجود داشت ($P < 0.05$).

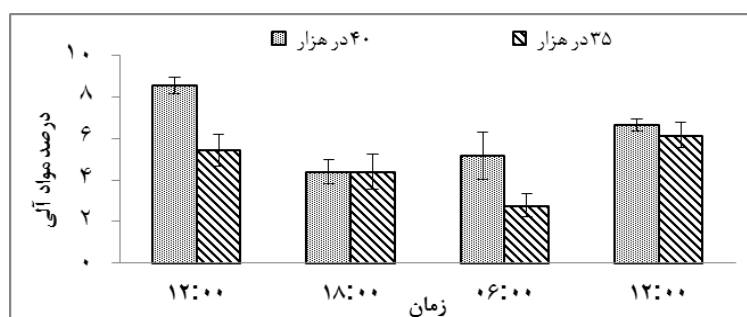
بررسی مقدار مواد آلی بخش‌های مختلف روده در دو شوری نشان داد که بیشترین میزان مواد آلی بخش ابتدایی در ساعت ۶:۰۰ در شوری ۴۰ در هزار با میانگین (7.03 ± 0.68) و کمترین مقدار مواد آلی بخش ابتدایی در ساعت ۱۲:۰۰ در شوری ۴۰ در هزار با میانگین (3.29 ± 0.05) به دست آمد (شکل ۵). اختلاف معنی‌داری بین مواد آلی بخش ابتدایی در زمان‌های مختلف مشاهده نشد ($P > 0.05$). در بخش میانی روده، بیشترین میزان مواد آلی در ساعت ۱۲:۰۰ در شوری ۴۰ در هزار و کمترین مقدار (صفر) آن در ساعت ۶:۰۰ در شرایط شوری ۴۰ در هزار و شوری ۳۵



شکل ۵ میانگین مقدار مواد آلی در بخش ابتدایی روده در دو شوری و در زمان‌های مختلف (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند)



شکل ۶ میانگین مقدار مواد آلی در بخش میانی روده در دو شوری و در زمان‌های مختلف (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند)



شکل ۷ میانگین مقدار مواد آلی در بخش انتهایی روده در دو شوری و در زمان‌های مختلف (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند).

میانگین درصد بازده جذب در روده خیار دریایی *H. parva* در زمان‌های مختلف و در شرایط مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. مقایسه بازده جذب در دو شوری

جدول ۱ درصد بازده جذب در روده خیار دریایی *H. parva* در زمان‌های مختلف و در دو شوری

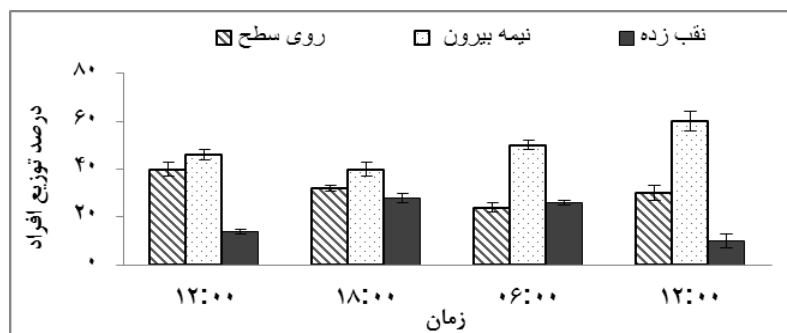
زمان / شرایط مختلف	شوری ۳۵ در هزار	شوری ۴۰ در هزار
۱۲:۰۰	۱/۰۴±۰/۲۱	Nd
۱۸:۰۰	۱۲/۵۷±۱/۴۳	۱۶/۴۴±۲/۲۱
۰۶:۰۰	۳۸/۵۱±۱۱/۱۵	۴۰/۹۱±۱۳/۰۲
۱۲:۰۰	Nd	Nd

Nd: غیر قابل تعیین

۱۲:۰۰ و کمترین آن (۳±۰.۲۴٪) در ساعت ۶:۰۰ مشاهده گردید در حالی که حدود ۴۰ تا ۶۰٪ افراد به صورت نیمه بیرون بودند که بیشترین آن (۳±۰.۶۰٪) در ساعت ۱۲:۰۰ و کمترین آن (۳±۰.۴۰٪) در ساعت ۱۸:۰۰ مشاهده شد.

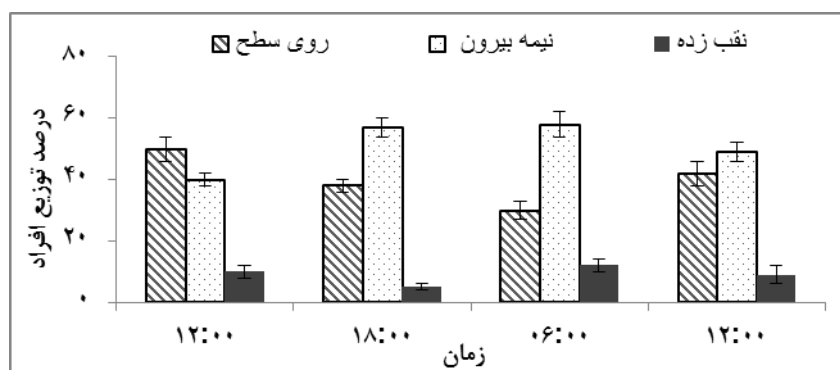
موقعیت استقرار زمانی خیار دریایی در بستر و در شوری ۴۰ در هزار در شکل ۸ آورده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد حدود ۲۴ تا ۴۰٪ افراد در روی سطح قرار گرفته بودند که بیشترین آن (۴±۰.۴۰٪) در ساعت

همچنین، حدود ۱۰ تا ۲۸٪ افراد به صورت نقب زده بودند ساعت ۱۸:۰۰ و ۱۲:۰۰ مشاهده گردید. که بیشترین ($1 \pm 28\%$) و کمترین ($3 \pm 10\%$) آن به ترتیب در



شکل ۸ موقعیت استقرار زمانی خیار دریایی در بستر و در شوری ۴۰ در هزار (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند)

موقعیت استقرار زمانی خیار دریایی در بستر و در شوری ۳۵ در هزار در شکل ۹ آورده شده است. از ۳۰ تا ۵۰٪ افرادی که در روی سطح قرار گرفته بودند، بیشترین ($4 \pm 50\%$) و کمترین ($3 \pm 30\%$) آن به ترتیب مربوط به ساعت ۱۲:۰۰ و ۶:۰۰ بود. حدود ۴۰ تا ۵۸٪ افراد به صورت نیمه بیرون بودند که بیشترین آن ($2 \pm 40\%$) در ساعت ۱۲:۰۰ مشاهده شد، کمترین آن ($1 \pm 5\%$) در ساعت ۱۸:۰۰ مشاهده شد.



شکل ۹ موقعیت استقرار زمانی خیار دریایی در بستر و در شوری ۳۵ در هزار (آنتنک‌ها نشان‌دهنده انحراف معیار هستند)

بحث

(Ahokas, 1974)، زیرا آنها از طریق مبادله آب و یون در مایع سلومیک خود، با آب محیط اطرافشان ایزواسموتیک می‌شوند و بدین ترتیب غلظت یونی داخل سلول و آنزیم های متابولیکی را که نقش حیاتی در فرآیند متابولیکی بدن بازی می‌کند تحت تأثیر قرار می‌دهند (Sticke and Diehl, 1987). تغییرات شدید شوری، مکانیسم تنظیم یون‌های سلولی را به طور منفی تحت تأثیر قرار داده و ساختار

شوری تأثیر مهمی بر روی رفتار، رشد، بقا و تولید مثل خیارهای دریایی دارد (Meng et al., 2011) و کاهش آن منجر به کاهش رشد و افزایش مرگ و میر می‌شود (Kashenko, 2000; Li and Li, 2010). تغییرات شوری می‌تواند منجر به تغییر در فشار اسمزی مایع سلومیک در خارپوستان و استرس‌های اسمزی گردد (Stickle and

($8/57 \pm 0/39$) و در بخش انتهایی روده ($5/25 \pm 1/02$) مربوط به شوری ۴۰ در هزار بود (شکل ۵، ۶، ۷).

علیرغم اطلاعات اندک در رابطه با تأثیر شوری بر روی فعالیت‌های جستجو برای غذا در سایر خارپوستان، ارتباط مستقیمی در گونه‌های گوشتخوار به‌دست آمده که بیانگر کاهش میزان فعالیت و تغذیه ستاره‌های دریایی *Leptasterias hexactis* و *Luidia clathrata* در شوری‌های پائین می‌باشد (Sticke and Diehl, 1987; Forucci and Lawrence, 1986; Shirley and Stickle, 1982). در این راستا، Mercier و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند که نقب زدن خیار دریایی *H. scabra* در شوری‌های پایین ممکن است به تعادل بهتر غلظت یونی مایع سلومی کمک کند، زیرا نقب زدن منجر به کاهش ورود آب به داخل درخت تنفسی و در نتیجه باعث کاهش تنفس نسبت به سرگردانی روی سطح بستر می‌شود (Yamanouchi, 1956). در نتیجه کاهش شوری باعث کاهش فعالیت‌های تغذیه‌ای می‌شود. پاسخ خیار دریایی به کاهش سطح آب همراه با توانایی آنها برای سازش با کاهش شوری منعکس کننده بهره‌وری آنها از زیستگاه‌های کم عمق و جزر و مدی می‌باشد (Mercier et al., 1999).

در تحقیق Mercier و همکاران (۱۹۹۹) به نظر می‌رسد که کاهش شوری باعث القاء نقب‌زدن و در نتیجه مانع تغذیه نرمال خیار دریایی *H. scabra* شده باشد، در حالی که در تحقیق حاضر کاهش شوری باعث کاهش نقب زدن شد، به‌طوری‌که در شوری ۴۰ در هزار حدود ۲۴ تا ۴۰٪ افراد در روی سطح قرار گرفته بودند که به حدود ۳۰ تا ۵۰٪ در شوری ۳۵ در هزار افزایش یافت، از سوی دیگر درصد افراد نقب زده از ۱۰ تا ۲۸٪ در شوری ۴۰ در هزار به حدود ۵ تا ۱۲٪ در شوری ۳۵ در هزار، کاهش یافت (شکل ۸ و ۹).

پروتئین سلولی را تغییر می‌دهد و باعث تخریب آنها می‌شود. پروتئین شوک حرارتی ($Hsp70$)^۷ تا حدودی می‌تواند مانع تخریب این پروتئین‌ها گردد ولی وقتی خیار دریایی به مدت طولانی تری (۲۴ یا ۷۲ ساعت) در معرض شوری پائین قرار گیرد، ترشح $Hsp70$ کاهش می‌یابد که خود به کاهش متابولیسم در شوری‌های پایین وابسته است (Meng et al., 2011). بنابراین با کاهش شوری، متابولیسم کاهش می‌یابد. بررسی بازده جذب این نتیجه را تأیید می‌کند به‌طوری‌که میزان بازده جذب در شرایط شوری ۴۰ در هزار ($40/91 \pm 13/02$) بیشتر از بازده جذب در شوری ۳۵ در هزار بود (جدول ۱).

مطالعه Mercier و همکاران (۱۹۹۹) نشان داد که افراد جوان *H. scabra* در همه اندازه‌ها می‌توانند با نقب زدن در رسوب به کاهش شوری واکنش نشان دهند، به‌طوری‌که سازگاری و ظهور دوباره در شوری‌های ۳۰، ۲۵ و ۲۰ در هزار مشاهده شد، در حالی‌که شوری ۱۵ در هزار خارج از حد تحمل آنها بود. نتایج حاکی از عدم تمایل حیوان به شوری پایین بود؛ با اینکه افراد جوان با رفتارهای دوره‌ای و تطابق پذیری خود، کاهش شوری ۲۵ در هزار را به خوبی تحمل کردند ولی رفتارهای تغذیه آنها مختل شد. همانطوری که خیلی زود به حالت نقب زدن رفتند، شاخص روده‌ای و جابه‌جایی محتویات آن کاهش یافت که این یافته همسو با نتیجه به‌دست آمده در این تحقیق می‌باشد، به‌طوری‌که بررسی میانگین‌های شاخص روده‌ای بیانگر بیشترین میزان شاخص روده‌ای در بخش ابتدایی ($0/092 \pm 0/009$) و میانی ($0/085 \pm 0/006$) برای شوری ۴۰ در هزار بود (شکل ۲ و ۳). همچنین، بیشترین میزان مواد آلی در بخش‌های ابتدایی ($7/03 \pm 0/68$)، میانی

7. Heat-shock protein

Forucci, D. and Lawrence, J. M. 1986. Effect of low salinity on the activity, feeding, growth and absorption efficiency of *Luidia clathrata* (Echinodermata: Asteroidea). *Marine Biology*, 92: 315–321.

James, D. B., Rajapandian, M. E., Gopinathan, C. P. and 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.

Kashenko, S. 2000. Acclimation of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* to decreased salinity at the blastula and gastrula stages: its effect on the desalination resistance of larvae at subsequent stages of development. *Russian Journal of Marine Biology*, 26: 422–426.

Li, L. and Li, Q. 2010. Effects of stocking density, temperature and salinity on larval survival and growth of the red race of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquaculture International*, 18: 447–460.

Meng, X. L., Dong, Y. W., Dong, S. L., Yu, S. S. and Zhou, X. 2011. Mortality of the sea cucumber, *Apostichopus japonicus* Selenka, exposed to acute salinity decrease and related physiological responses: Osmoregulation and heat shock protein expression. *Aquaculture*, 316: 88–92.

Mercier, A., Battaglione, S. C. and 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.

Purcell, S. W. 2004. Rapid growth and bioturbation activity of the sea cucumber *Holothuria scabra* in earthen ponds. *Proceedings of Australasian Aquaculture*, 244p.

Salarzade, A. and Kamrani, E. 2011. Biology and Aquaculture of sea cucumber. Hormozgan University. Press, 161 p

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.

Shirley, T. C. and Stickle, W. B. 1982. Responses of *Leptasterias hexactis* (Echinodermata: Asteroidea) to low salinity. I. Survival, activity,

خيار دریایی *Apostichopus japonicus* نیز چنین استراتژی را در برابر کاهش شوری نشان داد (Meng et al., 2011).

این تحقیق نشان داد که تغییرات شوری بر روی فعالیت‌های تغذیه‌ای و سیکل نقب زدن خيار دریایی *H. parva* تأثیر گذار است، به‌طوری‌که با کاهش شوری، میزان نقب زدن افراد کاهش یافت. از سوی دیگر، مقادیر شاخص روده‌ای و مواد آلی و بازده جذب نیز کاهش یافت. بنابراین به‌نظر می‌رسد خيار دریایی *H. parva* در وضعیت شوری ۴۰ در هزار نسبت به وضعیت شوری ۳۵ در هزار دارای فعالیت تغذیه‌ای بهتری باشد.

منابع

Agudo, N. 2006. Sandfish Hatchery Techniques. Australian Centre for International Agricultural Research, the Secretariat of the Pacific Community and the WorldFish Center, 45p

Bakus, G. 1973. The biology and ecology of tropical holothurians. and Endean R., Biology and Geology of Coral Reefs. New York. Academic press, 2: 325- 367.

Bruckner, A. W., Johnson, K. A. and Field, J. D. 2003. Conservation strategies for sea cucumbers: Can a CITES Appendix II listing promote sustainable international trade? *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 18: 24- 33.

Castro, P. and Huber, M. E. 2000. Marine biology. 3edition. McGraw-Hill Higher Education, 444p.

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

Dabbagh, A. R. and Sedaghat, M. R. 2012. Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Iran. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, 32: 49-52.

Dabbagh, A. R., Sedaghat, M. R., Rameshi, H. and Kamrani, E. 2011. Breeding and larval rearing of the sea cucumber *Holothuria leucospilota* Brandt (*Holothuria vegabunda* Selenka) from the northern Persian Gulf, Iran. *SPC Bechede- mer Information Bulletin*, 31:35–38.

Holothuroidea) within subtropical seagrass beds. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90: 215-223

Yamanouchi, T. 1956. The daily activity rhythms of the holothurians in the coral reef of the Palao Islands. *Publication of the Seto Marin Biological Laboratory*, 5: 347-362.

Zamora, L. N. and 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.

feeding, growth and absorption efficiency. *Marine Biology*, 69: 147-154.

Stickle, W. B. and Ahokas, R. 1974. The effects of tidal fluctuation of salinity on the perivisceral fluid composition of several echinoderms. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 47A: 469-476.

Stickle, W. B. and Diehl, W. J. 1987. Effects of salinity on echinoderms. In: Jangoux, M. and Lawrence, J. M. (Eds.), *Echinoderm studies. II*. A. A. Balkema, Rotterdam, 235-285pp.

Wolkenhauer, S. M., Uthicke, S., Burrige, C., Skewes, T. and Pitcher, R. 2010. The ecological role of *Holothuria scabra* (Echinodermata: