

## بررسی تغییرات فصلی شاخص‌های تغذیه‌ای و محتویات دستگاه گوارش خیار دریایی، *Holothuria leucospilota* صید شده از جزیره کیش

سیمین نجف‌شاد، پریسا نجات‌خواه معنوی، مهناز سادات‌صادقی\*، مژگان امتیازجو

گروه بیولوژی دریا، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۳

### چکیده

این مطالعه با هدف بررسی محتویات دستگاه گوارش خیار دریایی *Holothuria leucospilota* در منطقه گردشگری اسکله تفریحی جزیره کیش در جنوب ایران انجام شده است. نمونه‌برداری در دو فصل تابستان و زمستان سال ۱۳۹۸ به صورت تصادفی در عمق ۵ تا ۱۰ متری از ایستگاه اسکله تفریحی، با جمع‌آوری ۵ نمونه در هر فصل توسط غواص انجام شد. خیارهای دریایی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد درون فویل آلومینیوم نگهداری شدند. علاوه بر این، پارامترهای محیطی محل صید مانند دما، شوری و pH آب با استفاده از مولتی‌متر تعیین شدند. نتایج نشان داد که دمای آب در فصل تابستان ۲۷/۴۴ درجه سانتی‌گراد و در فصل زمستان ۱۵/۴۴ درجه سانتی‌گراد بوده و اختلاف معنی‌داری بین این دو فصل وجود دارد ( $P < 0.05$ ). همچنین شوری آب در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان بود. پس از ارزیابی دستگاه گوارش نمونه‌های صید شده، در فصل زمستان هیچ روده خالی مشاهده نشد، در حالی که در فصل تابستان ۴۵٪ روده‌ها خالی و مابقی آنها پر بودند. شدت تغذیه در فصل زمستان با میانگین  $7/04 \pm 0/08$  در مقایسه با فصل تابستان، بالاتر بود. بررسی محتویات روده نمونه‌ها در هر فصل نشان داد که دیاتومه‌ها، جلبک‌های سبز-آبی، فرامینفرها، شکم‌پایان، دوکفه‌ای‌ها، نماتودها و آمفی‌پودها از جمله ارگانسیم‌های غالب در دستگاه گوارش این گونه خیار دریایی بودند. به طوری که در فصل تابستان درصد دیاتومه‌ها ۴۴/۸٪، جلبک‌های سبز-آبی ۳۱/۴٪، فرامینفرها ۱۳/۶٪، شکم‌پایان ۵/۲٪، دوکفه‌ای‌ها ۴/۶٪، نماتودها ۰/۲٪ و آمفی‌پودها ۰/۲٪ بود. در حالی که در فصل زمستان درصد این ارگانسیم‌ها به ترتیب ۵۲/۴٪، ۲۶/۶٪، ۱۲٪، ۴/۶٪، ۳/۶٪، ۰/۴٪ و ۰/۴٪ بود. با وجود اختلاف معنی‌دار بین درصد دیاتومه‌ها، جلبک‌های سبز-آبی، فرامینفرها، شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها در دو فصل، اختلاف معنی‌داری در درصد نماتودها و آمفی‌پودها در دو فصل مشاهده نشد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که دیاتومه‌ها و جلبک‌های سبز-آبی از اجزای اصلی رژیم غذایی خیار دریایی *H. Leucospilota* در جنوب ایران، ساحل کیش هستند و استفاده از این موجودات برای پرورش این گونه خیار دریایی در این منطقه پیشنهاد می‌شود.

**کلید واژگان:** خیار دریایی، جزیره کیش، محتویات دستگاه گوارش، شاخص‌های تغذیه‌ای

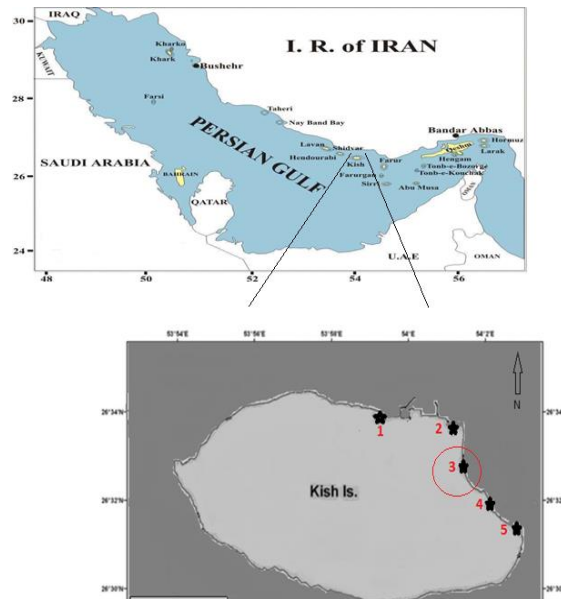
## مقدمه

خلیج فارس دارای زیستگاه‌هایی غنی از جمله علفزارهای دریایی حاصلخیز، جنگل‌های حرا و آبنسگ‌های مرجانی می‌باشد. باتوجه به شرایط محیطی ویژه‌ای که در این منطقه حاکم است دامنه وسیعی از حیات دریایی در خلیج فارس مشاهده می‌شود و بسیاری از موجودات آن بومی خلیج فارس هستند. دسته‌ای از این موجودات خیارهای دریایی هستند. خیارهای دریایی در شاخه خارپوستان (Echinodermata) و از رده خیارهای دریایی (Holothuroidea) بوده و طی دوران تکاملی ۵۴۰ میلیون سال پیش در اقیانوس‌ها به وجود آمده‌اند (Hossain et al., 2022). خیارهای دریایی گروه فراوان و متنوعی از خارپوستان هستند که دارای بدنی کشیده بوده و معمولاً به صورت گوشتی و نرم هستند (Hossain et al., 2022). این گروه از بی‌مهرگان دریایی جزء سطوح پایین زنجیره غذایی دسته‌بندی شده و نقش مهمی در بازچرخه مواد پوده‌ای به‌عهده دارند. خیارهای دریایی از اعضای مهم زنجیره غذایی اکوسیستم‌های مناطق معتدله و آبنسگ‌های مرجانی مناطق گرمسیری محسوب می‌شوند (Li et al., 2020). شن و ماسه‌ای که خیارهای دریایی به‌همراه ذرات غذایی می‌بلعند به صورت دانه‌های شنی که به نخ کشیده شده باشد؛ دفع می‌گردد. این فرآیند به تعویض رسوبات کمک می‌کند (Man et al., 2023).

گونه خیار دریایی *Holothuria leucospilota* را می‌توان در نواحی ساحلی جهان یافت (Wicaksono et al., 2021). این گونه‌ها عمدتاً در بسترهای شنی یا گلی زندگی می‌کنند و از پای لوله‌ای خود برای خزیدن در امتداد بستر دریا استفاده می‌کنند و از ریزه‌ها، پلانکتون‌ها و موجودات کوچک تغذیه می‌کنند (Dar and Ahmad, 2006; Wicaksono et al., 2021). این گونه از گذشته به دلیل ویژگی‌های دارویی منحصربه‌فرد در طب سنتی چینی شناخته شده است و تقاضا برای آن در سال‌های اخیر به‌طور پیوسته در حال افزایش بوده است (Yu et al., 2021; Ru et al., 2022). علاوه بر مصارف دارویی، آنها برای مقاصد آشپزی نیز ارزشمند هستند به طوری که اغلب آن را خشک می‌کنند و در غذاهای آسیایی مصرف می‌کنند (Nazemi et al., 2020; Hosseini et al., 2022). بنابراین، گونه *H. leucospilota* معمولاً برای اهداف تجاری و خانگی برداشت می‌شود (Hosseini et al., 2022). علاوه بر این،

دارای توانایی ویژه‌ای در تجزیه مواد آلی، از جمله مواد گیاهی در حال پوسیدگی و موجودات مرده هستند که به بازیافت مواد مغذی در محیط‌های دریایی کمک می‌کند (Schneider et al., 2011). همچنین با حذف زباله‌های آلی نقش حیاتی در حفظ کیفیت آب دارند (Schneider et al., 2011). علی‌رغم این که بسیاری از خیارهای دریایی رسوب‌خوارند، تعدادی از آنها نیز صافی‌خوار بوده که از پلانکتون‌های غیر متحرک یا با تحرک کم و آرام تغذیه می‌کنند (Parra-Luna et al., 2020). شایان ذکر است که ترجیحات و عادات تغذیه *H. leucospilota* می‌تواند بسته به عواملی مانند در دسترس بودن غذا، شرایط محیطی و رفتار فردی متفاوت باشد (Pierrat et al., 2022). فعالیت تغذیه‌ای آنها نه تنها آنها را حفظ می‌کند بلکه در تعادل اکولوژیکی کلی اکوسیستم‌های دریایی نیز اهمیت دارد.

دهان خیارهای دریایی توسط ۱۰ تا ۳۰ تنناکول احاطه شده است این شاخک‌های حساس نقش جمع‌کننده را دارند (Xia et al., 2013). از این‌رو خیارهای دریایی را جزء رسوب‌خواران و صافی‌خواران طبقه‌بندی می‌کنند (Xia et al., 2013). در گرفتن غذا آنها بیشتر ذرات ریز صافی شده را ترجیح می‌دهند که این مهارت می‌تواند به عادات غذایی هر گونه بستگی داشته باشد (An et al., 2007; Ding et al., 2019). با توجه به اهمیت و کاربرد گسترده خیارهای دریایی، مطالعات بر روی تکثیر و پرورش آنها برای اولین بار در ایران از سال ۱۳۸۸ توسط دباغ و همکاران (۱۳۹۳) آغاز گردید و در همان سال موفق به تکثیر خیار دریایی گونه *Holothuria leucospilota* در بندر لنگه شدند. همچنین در مطالعه‌ای دیگر گزارش گردید که تغذیه نقش مهمی در رشد خیار دریایی دارد و استفاده از ذرات موجود در رسوبات توسط خیار دریایی ناشی از تعامل عوامل زیستی و غیر زیستی می‌باشد (An et al., 2007). بنابراین اطلاعات مناسب درباره فعالیت تغذیه‌ای خیارهای دریایی می‌تواند گام مهمی برای توسعه پرورش آنها باشد. به‌همین منظور در مطالعه حاضر محتوای گوارشی خیارهای دریایی گونه *H. leucospilota* جمع‌آوری شده در ایستگاه اسکله تفریحی واقع در جزیره کیش در دو فصل تابستان و زمستان مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل ۱- موقعیت نمونه برداری (ایستگاه اسکله تفریحی) در جزیره کیش با دایره قرمز رنگ مشخص گردیده است.

### مواد و روش‌ها

موقعیت نمونه برداری ایستگاه اسکله تفریحی واقع در موقعیت جغرافیایی  $26^{\circ}54'22''N$  و  $54^{\circ}25'05''E$  در جزیره کیش بود (شکل ۱).

**مراحل نمونه برداری:** خیارهای دریایی (تعداد ۵ نمونه در هر فصل) در دو فصل تابستان ۱۳۹۸ و زمستان ۱۳۹۸ به صورت تصادفی در عمق ۵-۱۰ متری جزیره کیش در ایستگاه اسکله تفریحی توسط غواص جمع‌آوری شد (شکل ۲). موقعیت ایستگاه توسط دستگاه موقعیت‌یاب سنجیده شد تا در نمونه برداری بعدی در همین موقعیت صورت گیرد. بعد از جمع‌آوری، نمونه‌ها به ساحل انتقال یافت و اندازه‌گیری طول و وزن صورت گرفت. خیارهای دریایی برای فریز شدن در  $-20^{\circ}C$  درجه سانتی‌گراد درون فویل آلومینیوم قرار گرفته و برچسب کلیه اطلاعات مربوط به ایستگاه‌ها بر روی آن نصب شد سپس جهت شناسایی به آزمایشگاه گروه علوم و فنون دریایی، دانشکده زیست‌شناسی دریایی، دانشگاه آزاد، واحد تهران شمال منتقل شد و آنالیزهای بیشتر بر روی آنها صورت گرفت. فاکتورهای محیطی دما، شوری و pH آب نیز با استفاده از مولتی‌متر برای بیان یک شرایط کلی از محیط‌زیست خیارها و مقایسه این پارامترها با یکدیگر اندازه‌گیری شد (Mohsen *et al.*, 2019).

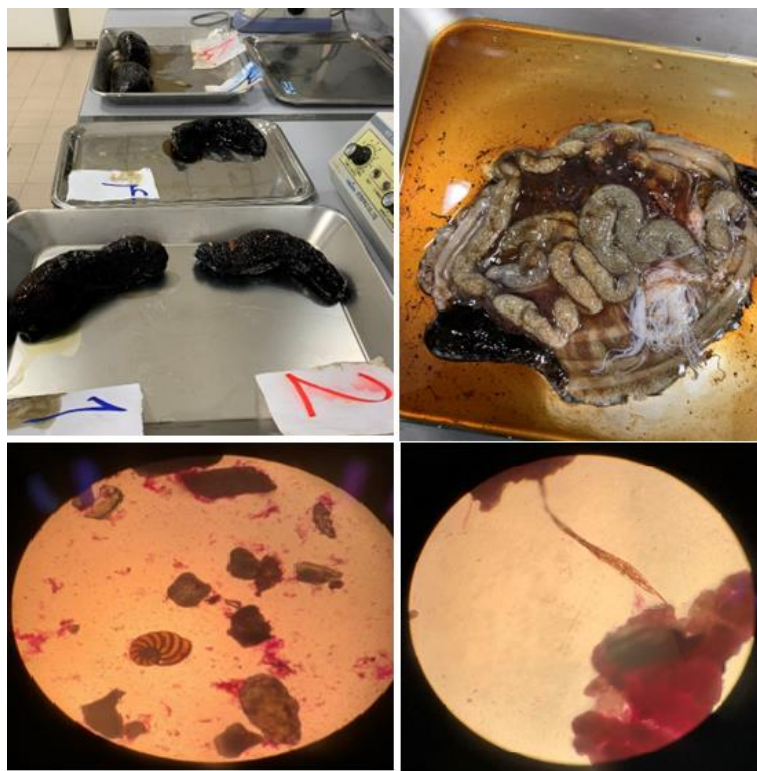
**جداسازی مواد غذایی از روده خیار دریایی:** برای بررسی رژیم غذایی خیار دریایی پس از کالبد شکافی هر نمونه ابتدا لوله گوارشی با محتویات درون آن از بدن

استخراج گردید (Holtz and MacDonald, 2009). وزن لوله گوارشی و سپس وزن روده و معده به صورت مجزا با ترازوی دیجیتالی با دقت  $0.1$  گرم اندازه‌گیری و ثبت گردید. وضعیت لوله گوارش از لحاظ پر، نیمه‌پر و خالی بودن نیز بررسی شده و ثبت گردید. رنگ‌آمیزی محتوای روده‌ای به وسیله رزین‌گال یک گرم بر لیتر در ۴۵ دقیقه جهت جداسازی میوفون‌ها در آزمایشگاه انجام گرفت و سپس ارگانوسم‌های مشاهده شده در روده زیر میکروسکوپ با کمک کلیدهای شناسایی معتبر از جمله Taylor و همکاران (۲۰۰۷)، Hibberd (۲۰۰۹) و Fuerte و همکاران (۲۰۱۰) شناسایی شدند. برای شناسایی کفزیان جانوری از مبانی کتاب دیرینه‌شناسی (وزیری و همکاران، ۱۳۸۳) استفاده شد. همچنین شاخص وقوع، شاخص شدت تغذیه، شاخص خالی بودن و پر بودن روده و شاخص طول نسبی روده محاسبه شد.

**شاخص شدت تغذیه یا شاخص پری دستگاه گوارش (IF):** نسبتی از مقدار غذای مصرفی است که توسط شاخص شدت تغذیه محاسبه می‌شود که به صورت وزن کل محتویات دستگاه گوارش تقسیم بر وزن بدن ماهی محاسبه می‌شود (رابطه ۱) (Zacharia & Abdurahiman, 2004).

$$IF = (W1 \times 10^4) / W2 \quad \text{رابطه ۱}$$

که در این رابطه  $W1$ : وزن محتویات دستگاه گوارش (g) و  $W2$ : وزن موجود (g) است.



شکل ۲- تصاویر نمونه‌های خیار دریایی صیدشده و محتویات گوارشی آنها

میانگین  $\pm$  انحراف معیار (mean $\pm$ SD) بیان شده است.

### نتایج

**نرخ پارامترهای محیطی:** اندازه‌گیری پارامترهای محیطی با هدف داشتن اطلاعاتی کلی از شرایط محیطی که این جانور در طول فصل تابستان و زمستان با آن روبه‌رو می‌شود، انجام شده است. این اطلاعات از دو جهت دارای اهمیت می‌باشد که شامل: ۱- اطلاع از شرایط طبیعی زندگی این جانور در این منطقه و ۲- تأثیرات احتمالی تغییرات فصلی هر یک از این پارامترها بر فعالیت تغذیه‌ای این گونه. نتایج شاخص‌های محیطی در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد دما و شوری به‌صورت معنی‌داری در فصول تابستان و زمستان باهم اختلاف دارند؛ بدین‌صورت که شاخص دما در فصل تابستان ۲۷/۴۴ و در فصل زمستان ۱۵/۴۴ درجه سانتی‌گراد بوده است. همچنین شوری در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان بود. اما pH اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $P > 0.05$ ).

**تعیین وزن و طول نمونه‌های صید شده در فصل تابستان و زمستان:** نتایج حاصل از ارزیابی طول و وزن نمونه‌ها نشان داد که میانگین طول و وزن نمونه‌ها در فصل

**شاخص خالی بودن روده:** دستگاه گوارش به سه دسته پر، نیمه‌پر و خالی تقسیم می‌شود. این شاخص تخمینی از میزان تغذیه است (رابطه ۲) (Holtz and MacDonald, 2009).

$$\text{رابطه ۲} \quad CV = (ES/TS) \times 100$$

که در این رابطه CV: شاخص تهی بودن روده، ES: تعداد روده‌های خالی و TS: تعداد روده‌های مورد مطالعه است.

اگر  $CV > 20$  باشد گونه پرخور است.

اگر  $20 < CV < 40$  باشد گونه نسبتاً پرخور است.

اگر  $40 < CV < 60$  باشد گونه با تغذیه متوسط است.

اگر  $60 < CV < 80$  باشد گونه با تغذیه متوسط است.

اگر  $CV > 100$  باشد گونه کم‌خور است.

**شاخص پر بودن روده:** درجه پر بودن معده براساس کشیدگی عضلات روده و حجم غذایی درون آن به سه دسته پر، نیمه‌پر و خالی تقسیم گردید (رابطه ۳).

$$\text{رابطه ۳} \quad FI = 100 \times \left( \frac{\text{تعداد روده پر}}{\text{تعداد کل روده}} \right)$$

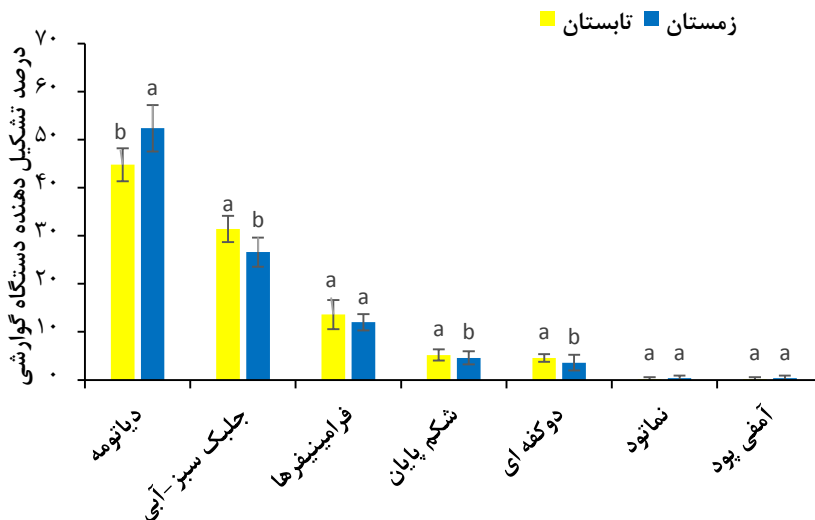
$$FI = 100 \times$$

**آنالیز داده‌ها:** برای تعیین اختلاف معنی‌داری داده‌ها (سطح معنی‌داری ۰/۰۵) در دو فصل از آزمون تی‌جفتی و برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 2022 استفاده گردید. داده‌های مربوط به هر سنجش به‌صورت مقدار

جدول ۱- تعیین شاخص‌های محیطی دما، شوری و pH در دو فصل تابستان و زمستان در ایستگاه اسکله تفریحی

| فصل     | دما (درجه سانتی‌گراد)   | شوری (ppt)              | pH                     |
|---------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| تابستان | ۲۷/۴۴±۰/۲۸ <sup>a</sup> | ۳۷/۹۱±۱/۰۰ <sup>b</sup> | ۸/۲۴±۰/۰۲ <sup>a</sup> |
| زمستان  | ۱۵/۴۴±۰/۲۸ <sup>b</sup> | ۴۰/۴۹±۰/۲۶ <sup>a</sup> | ۸/۴۴±۰/۰۳ <sup>a</sup> |

نتایج براساس میانگین±انحراف از معیار سه تکرار گزارش گردیده است.



شکل ۳- نمودار درصد هر کدام از موجودات یافت شده در دستگاه گوارش خیارهای دریایی صید شده

موجودات یافت شده در دستگاه گوارش خیارهای دریایی صید شده در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که از این نتایج نشان می‌دهد بیشترین درصد ارگانسیم‌های یافت شده در دستگاه گوارش نمونه‌ها در دو فصل تابستان و زمستان شامل دیاتومه و جلبک سبز-آبی بود. درصد دیاتومه، جلبک سبز-آبی، فرامینفرها، شکم پایان، دو کفه‌ای، نماتود و آمفی‌پودا در فصل تابستان به ترتیب ۴۴/۸، ۳۱/۴، ۱۳/۶، ۵/۲، ۴/۶، ۰/۲ و ۰/۲ درصد و برای فصل زمستان به ترتیب ۵۲/۴، ۲۶/۶، ۱۲، ۴/۶، ۳/۶، ۰/۴ و ۰/۴ درصد بود. درصد‌های یافت شده برای نماتود و آمفی‌پودا در دو فصل تابستان و زمستان اختلاف معنی‌داری نشان نداد ( $P > 0.05$ ) در حالی که برای بقیه‌ی موجودات یافت شده در فصل‌های مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).

### بحث

دما نقش مهمی در رشد و فیزیولوژی خیارهای دریایی دارد هر جانور دریایی به‌طور متفاوتی به شرایط محیطی واکنش نشان می‌دهد و گونه‌های مختلف خیار دریایی واکنش‌های متفاوتی به تغییرات دما نشان می‌دهند (Dong et al., 2010). به‌عنوان مثال، گونه خیار دریایی *Holothuria*

تابستان به‌ترتیب  $23 \pm 5/35$  سانتی‌متر و  $28.0/6 \pm 74/63$  گرم بود. در حالی که در فصل زمستان این مقادیر به  $20/712 \pm 2/76$  سانتی‌متر و  $26.0/35 \pm 18/67$  گرم بود.

**نتایج حاصل از شاخص‌های خالی و پر بودن روده:** در فصل زمستان هیچ روده خالی‌ای برای نمونه‌های صید شده مشاهده نگردید در حالی که در تابستان ۴۵٪ روده‌ها خالی و مابقی پر بودند. شاخص تهی بودن کل برای گونه *H. leucospilota* نشان می‌دهد که این شاخص در فصل زمستان نسبت به تابستان بیشتر است که ممکن است به این دلیل باشد که میزان بالای غذا خوردن از زمستان شروع می‌شود و در تابستان که بعد از دوره تخم‌ریزی می‌باشد جانور غذای کمتری را مصرف کرده است.

**نتایج حاصل از شاخص شدت تغذیه:** شدت تغذیه در فصل زمستان که دوران پیش از رسیدگی جنسی و تخم‌ریزی است بیشترین مقدار یعنی  $7/04 \pm 0/08$  را داشته و در فصل تابستان که بعد از دوره تخم‌ریزی است جانور غذای کمتری را مصرف کرده و مقدار این شاخص  $2/98 \pm 0/08$  بود که اختلاف معنی‌داری داشتند ( $P < 0.05$ ).

**نتایج بررسی موجودات یافت شده در دستگاه گوارش نمونه‌های صید شده در دو فصل مختلف:** درصد

حالی که سیانوباکترها (عمدتاً *Microcystis*) در تابستان و پاییز افزایش یافتند. علاوه بر مطالب ذکر شده در راستای نتایج حاضر مطالعاتی انجام گرفته است که تأیید کننده آنها بوده است. به عنوان مثال تحقیقات انجام شده توسط Fanati Rashidi و همکاران (۲۰۱۷) حاکی از مصرف جلبک سبز-آبی توسط خیار دریایی *Stichopus hermanni* بود. همچنین در مطالعه دیگر، Rezvani و Mohammadzadeh (۲۰۱۴) دریافتند که خیار دریایی *Holothuria scabra* از دو نوع جلبک سبز و قرمز به عنوان منبع غذایی استفاده می کند. علاوه بر این، گزارشی در زمینه استفاده از دیاتوم به عنوان منبع غذایی توسط binti Ab Halim (۲۰۱۴) انجام شده است. از این رو این مطالعات شواهدی از ترجیحات غذایی متنوع خیار دریایی، از جمله مصرف انواع مختلف جلبک ها و دیاتوم ها ارائه می دهد که همسو با نتایج مطالعه حاضر است. Ahmed و همکاران (۲۰۲۲) سیستم گوارشی خیارهای دریایی *H. leucospilota* و *H. cinerascens* را در امتداد ساحل کراچی بررسی کردند و دریافتند که این دو گونه عمدتاً از جلبک دریایی، روزن داران، نرم تنان، دوپایان، پوسته خرچنگ و خارهای توتیا تغذیه می کنند که گروه تغذیه غالب برای هر دو گونه نرم تنان است که با یافته های مطالعه حاضر همسو است. با این حال، دیاتوم ها به عنوان گروه تغذیه غالب برای *H. leucospilota* بودند. Jia و همکاران (۲۰۲۲) مطالعه ای را بر روی رفتار تغذیه سه گونه خیار دریایی *Stichopus atra* و *S. chloronotus monotuberculatus* در آب های چین انجام دادند. یافته های آنها نشان داد که این گونه ها به دلیل تنوع در زیستگاه و ساختار تنناکول، رژیم غذایی متفاوتی داشتند. با این حال، یک ترکیب رایج در رژیم غذایی آنها مصرف دیاتوم ها بود. مطالعه حاضر تراکم بالای دیاتوم ها را در روده خیارهای دریایی نشان داد، که می تواند حاکی از این باشد که دیاتوم ها احتمالاً منبع تغذیه مهمی برای این گونه ها در خلیج فارس هستند. این نتایج با یافته های محققان قبلی همخوانی داشت. علاوه بر این، گزارش شده است که حضور فراوان دیاتوم ها در محتویات روده خیار دریایی نشان دهنده اهمیت بالای دیاتوم ها در جیره غذایی خیارهای دریایی است. به طور کلی براساس مطالعات انجام شده، مواد غذایی مصرفی خیار دریایی را به طور کلی می توان به سه دسته طبقه بندی کرد. ابتدا مواد معدنی مانند بقایای

*scarab* که یک گونه گرمسیری است، نرخ رشد و تولیدمثل بهینه را در محدوده دمایی ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد نشان داد (Hamel et al., 2001). از سوی دیگر، افزایش دما از ۱۵ به ۲۱ درجه سانتی گراد به طور قابل توجهی سرعت تغذیه و رشد را کاهش می دهد. از سوی دیگر سرعت متابولیسم *Australostichopus mollis* را افزایش داد (Zamora and Jeffs, 2012). از این رو تغییراتی که در محتوای دستگاه گوارش نمونه ها مشاهده شده است می تواند به شرایط فیزیولوژیکی خیار دریایی نیز مرتبط باشد. شاخص پر بودن یا خالی بودن نشان داد که تغییر فصل نمونه برداری از تابستان تا زمستان تغییراتی در میزان پر یا خالی بودن روده نمونه ها ایجاد کرده است که این امر به تأثیر دمای محیطی بر فعالیت تغذیه ای نمونه ها مرتبط می شود که چنین نتایجی این در مطالعه Sun و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش شده است. علاوه بر این، Feng و همکاران (۲۰۲۱) که به مطالعه و بررسی تأثیرات فصلی و مکانی بر ترکیبات غذایی و میکروبیوتای گوارشی خیار دریایی *Stichopus japonicus* پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که تغییرات ناشی از فصل ممکن است به شدت به تفاوت در دمای پرورش یا تفاوت های ناشی از دما در منبع غذا و فعالیت متابولیسی مرتبط باشد؛ همچنین بیان کردند که تفاوت های ناشی از دما در فعالیت متابولیک ممکن است به تغییر در ترکیب غذایی خیار دریایی بین فصول کمک کند. در مطالعه حاضر دیاتوم ها و جلبک های سبز آبی با شاخص وقوع ۱۰۰ درصد و روزن داران، شکم پایان و دوکفه ای ها به ترتیب شاخص های وقوع ۷۵، ۶۵ و ۶۰ درصد را نشان دادند که به عنوان منابع اصلی غذایی در نظر گرفته شدند. در همین حال، نماتدها و آمفی پودا شاخص وقوعشان ۵ درصد بوده و به عنوان غذاهای تصادفی طبقه بندی شدند. مقایسه شاخص وقوع بین نمونه های خیار دریایی نشان داد که نمونه های صید شده از دیاتوم و جلبک سبز آبی به عنوان غذای اصلی استفاده کرده اند. همچنین محتوای نماتودها و جلبک های سبز-آبی بالاتر از فرامینفر، شکم پایان، دو کفه ای ها و نماتودها بود. در مطالعه حاضر مشخص گردید که مقادیر دیاتوم در فصل زمستان بیشتر از تابستان بود و مقدار جلبک سبز-آبی در فصل تابستان بیشتر از زمستان بود که همسو با مطالعه توسط Deng و همکاران (۲۰۱۹) بود که بیان کردند دیاتوم ها در اواخر زمستان و اوایل بهار افزایش نشان دادند، در

و شاخص شدت تغذیه در فصل زمستان که دوران پیش از رسیدگی جنسی و تخم‌ریزی است کمتر از مقدار این شاخص در فصل تابستان بود. بیشترین درصد موجود یافت شده در دستگاه گوارش نمونه‌ها در دو فصل تابستان و زمستان شامل دیاتومه و جلبک سبز-آبی بود. همچنین درصد دیاتومه‌ها در محتویات گوارشی نمونه‌های صید شده در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان بود در حالی که جلبک‌های سبز-آبی در فصل تابستان درصد بالاتری داشتند. درصدهای یافت شده برای نماتود و آمفی‌پودا در دو فصل تابستان و زمستان اختلاف معنی‌داری نشان نداد اما این اختلاف برای دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان معنی‌دار بود. شاخص وقوع برای دیاتومه‌ها و جلبک‌های سبز آبی ۱۰۰ درصد بوده و روزن‌داران، شکم‌پایان و دوکفه‌ای‌ها به ترتیب دارای شاخص‌های وقوع ۷۵ درصد، ۶۵ درصد و ۶۰ درصد بودند که به‌عنوان منابع اصلی غذایی در نظر گرفته شدند. به‌طور کلی براساس نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر استفاده از دیاتومه و جلبک‌های سبز-آبی برای پرورش خیار دریایی *Holothuria leucospilota* در جنوب ایران پیشنهاد می‌گردد.

مرجان، بقایای پوسته، روزن‌داران و بقایای معدنی سفسیان‌ها و سیلیکات‌ها مصرف می‌شوند (Zamora and Jeffs, 2011; Bai et al., 2018). دوم، باقی‌مانده مواد آلی مانند علف‌های دریایی، جلبک‌ها و حیوانات مرده یا در حال تجزیه نیز بخشی از رژیم غذایی آنهاست. سوم، حیوانات کوچک زنده از جمله باکتری‌ها، دیاتومه‌ها، تک‌یاخته‌ها و سیانوفیت‌ها مصرف می‌شوند (Zamora and Jeffs, 2011; Bai et al., 2018). با این حال، مطالعه حاضر اضافه شدن زئوپلانکتون‌های کوچک را به دسته سوم پیشنهاد می‌کند؛ اگرچه این تحقیق تنها توزیع درصد دیاتومه‌ها، جلبک‌های سبز-آبی و زئوپلانکتون‌ها را در محتوای روده خیار دریایی بررسی کرد و مشاهدات میکروسکوپی به‌طور کیفی وجود بقایای علف دریایی، قطعات مرجان، پوسته خرچنگ را در روده این گونه خیار دریایی نشان داد.

### نتیجه‌گیری

همان‌طور که از نتایج پیداست دما و شوری در فصول تابستان و زمستان اختلاف معنی‌داری باهم نشان دادند در حالی که اختلاف pH در دو فصل معنی‌دار نبود. از تمام نمونه‌های صید شده در فصل زمستان هیچ روده خالی مشاهده نگردید

### منابع

- Ahmed Q., Ali Q.M., Bat L., Öztekin A., Ghory F.S., Shaikh I., Qazi H., Baloch A. 2023. Gut Content Analysis in *Holothuria leucospilota* and *Holothuria cinerascens* (Echinodermata: Holothuroidea: Holothuriidae) From Karachi Coast. *Journal of Materials and Environmental Science* 2023(1), 31-40.
- An Z., Dong Y., Dong S. 2007. Temperature effects on growth-ration relationships of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquaculture* 272(1-4), 644-648.
- Bai Y., Chen Y., Pan Y., Zhang L., Liu S., Ru X., Xing L., Zhang T., Yang H., Li J. 2018. Effect of temperature on growth, energy budget, and physiological performance of green, white, and purple color morphs of sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 49(3), 625-637.
- binti Ab Halim N.N. 2014. Preliminary Genetic Analysis on Sea Cucumber From Sampadi Island, Sarawak. Universiti Malaysia Sarawak.
- Dar M.A., Ahmad H.O. 2006. The feeding selectivity and ecological role of shallow water holothurians in the Red Sea. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 24, 11-21.
- Deng J., Salmaso N., Jeppesen E., Qin B., Zhang Y. 2019. The relative importance of weather and nutrients determining phytoplankton assemblages differs between seasons in large Lake Taihu, China. *Aquatic Sciences* 81(3), 1-14.
- Ding K., Zhang L., Zhang T., Yang H., Brinkman R. 2019. The effect of melatonin on locomotor behavior and muscle physiology in the Sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Frontiers in Physiology* 10, 1-13.
- Dong G., Dong S., Wang F., Tian, X. 2010. Effects of light intensity on daily activity rhythm of juvenile sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Aquaculture Research* 41(11), 1640-1647.
- Fanati Rashidi F., Kamrani E., Sharif Ranjbar, M. 2017. Study of feeding regime of sea cucumber

- Stichopus herrmanni* using nutritional indices on coral reefs of southeast of the Qeshm Island, Persian Gulf. *Journal of Oceanography* 8(29), 35-41.
- Feng J., Zhang L., Tang X., Xia X., Hu W., Zhou P. 2021.** Season and geography induced variation in sea cucumber (*Stichopus japonicus*) nutritional composition and gut microbiota. *Journal of Food Composition and Analysis* 101, p. 103838.
- Fuerte F.O.L., Beltrones D.A.S., Navarro N. 2010.** L6 Benthic diatoms associated with mangrove environments in the northwest region of México.
- 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.
- Hibberd T. 2009.** Field identification guide to Heard Island and McDonald Islands benthic invertebrates', *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography* 53(8-10), 985-1008.
- Holtz E.H., MacDonald B.A. 2009.** Feeding behaviour of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: *Holothuroidea*) in the laboratory and the field: Relationships between tentacle insertion rate, flow speed, and ingestion. *Marine Biology* 156(7), 1389-1398.
- Hossain A., Dave D., Shahidi F. 2022.** Antioxidant potential of sea cucumbers and their beneficial effects on human health. *Marine Drugs* 20(8), p. 521.
- Hosseini M., Soleimani M., Moradi H. 2022.** The potential application of sea cucumber (*Holothuria leucospilota*) as a bioindicator of heavy metals contamination: a case study from Chabahar Bay, Oman Sea, Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology* 19(9), 8341-8350.
- Jia C., Zhang Y., Xu Q., Sun C., Wang Y., Gao F. 2022.** Comparative analysis of in situ eukaryotic food sources in three tropical sea cucumber species by metabarcoding. *Animals* 12(17), 2303.
- Li P.H., Lu W.C., Chan Y.J., Ko W.C., Jung C.C., Le Huynh D.T., Ji Y.X. 2020.** Extraction and characterization of collagen from sea cucumber (*Holothuria cinerascens*) and its potential application in moisturizing cosmetics. *Aquaculture* 515, p. 734590.
- Man J., Abd El-Aty A.M., Wang Z., Tan M. 2023.** Recent advances in sea cucumber peptide: Production, bioactive properties, and prospects. *Food Frontiers* 4(1), 131-163.
- Mohsen M., Wang Q., Zhang L., Sun L., Lin C., Yang H. 2019.** Microplastic ingestion by the farmed sea cucumber *Apostichopus japonicus* in China. *Environmental Pollution* 245, 1071-1078.
- Nazemi M., Moradi Y., Mortazavi M.S., Mohebbi Nozar S.L., Karimzadeh R., Ghaffari H. 2020.** Isolation and identification of antibacterial compound from common name *Holothuria leucospilota* in the Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 19(5), 2493-2500.
- Parra-Luna M., Martín-Pozo L., Hidalgo F., Zafra-Gómez A. 2020.** Common sea urchin (*Paracentrotus lividus*) and sea cucumber of the genus *Holothuria* as bioindicators of pollution in the study of chemical contaminants in aquatic media. A revision. *Ecological Indicators* 113, p. 106185.
- Pierrat J., Bédier A., Eeckhaut I., Magalon H., Frouin P. 2022.** Sophistication in a seemingly simple creature: a review of wild holothurian nutrition in marine ecosystems. *Biological Reviews* 97(1), 273-298.
- Rezvani, F., Mohammadzadeh F. 2014.** Diet of (*Holothuria scabra*) in northern coast of Qeshm Island (Persian Gulf). *Journal of Aquatic Animals and Fisheries* 5(19), 45-52.
- Ru R., Guo Y., Mao J., Yu Z., Huang W., Cao X., Hu H., Meng M., Yuan L. 2022.** Cancer cell inhibiting sea cucumber (*Holothuria leucospilota*) protein as a novel anti-cancer drug. *Nutrients* 14(4), p. 786.
- Schneider K., Silverman J., Woolsey E., Eriksson H., Byrne M., Caldeira K. 2011.** Potential influence of sea cucumbers on coral reef CaCO<sub>3</sub> budget: A case study at One Tree Reef. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* 116(G4).
- Sun J., Zhang L., Pan Y., Lin C., Wang F., Yang H. 2018.** Effect of water temperature on diel feeding, locomotion behaviour and digestive physiology in the sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Journal of Experimental Biology* 221(9), jeb177451.
- Taylor J.C., Harding W.R., Archibald C.G.M. 2007.** *An illustrated guide to some common diatom species from South Africa*. Water Research Commission Pretoria.
- Wicaksono K.B., Patria M.P., Suryanda A. 2021.** Microplastic ingestion in the black sea cucumber *Holothuria leucospilota* (Brandt, 1835) collected from Rambut Island, Seribu Islands, Jakarta, Indonesia. in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, p. 52049.
- Xia S.D., Yang H.S., Li Y., Liu S.L., Zhang L.B., Chen K., Li J.-H., Zou A.G. 2013.** Effects of

- differently processed diets on growth, immunity and water quality of the sea cucumber, *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867). *Aquaculture Nutrition* 19(3), 382-389.
- Yu Z., Zhang Y., Zhou L., Sun H. 2021.** The effects of hypoxia and anthropogenic disturbance on the distribution, abundance and recruitment of the sea cucumber *Holothuria leucospilota* at the mouth of a subtropical bay, China', *Frontiers in Marine Science* 8, p. 739657.
- 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(1-4), 223-228.
- Zamora L.N., Jeffs A.G. 2012.** The ability of the deposit-feeding sea cucumber *Australostichopus mollis* to use natural variation in the biodeposits beneath mussel farms. *Aquaculture* 326, 116-122.

## Evaluation of the seasonal changes of dietary indices and composition of the gut content of the sea cucumber *Holothuria leucospilota* collected from Kish Island

Simin Najaf Shad, Parisa Nejat Khah Manavi, Mahnaz Sadat Sadeghi\*, Mozghan Emtiazjoo

Department of Marine Biology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

\*Corresponding author: mahnaz.sadeghi55@gmail.com

Received: 4.Oct.2024

Accepted: 27.Nov.2024

### Abstract

This study aimed to investigate the gut contents of the sea cucumber *H. leucospilota* in the recreational pier area of Kish Island, southern Iran. Sampling was conducted randomly at depths of 5 to 10 meters from the recreational pier station in both the summer and winter of 2019. Five samples were collected per season by divers. Sea cucumbers were stored at -20°C in aluminium foil. Additionally, environmental parameters such as water temperature, salinity, and pH were measured using a multimeter. Results showed that water temperature was significantly different ( $P<0.05$ ) between summer (27.44°C) and winter (15.44°C). Salinity was higher in winter than in summer. After examining the gut content of the collected specimens, no empty intestines were observed in winter, while 45% of intestines were empty in summer. Feeding intensity was higher in winter ( $0.74\pm 0.08$ ) compared to summer. Analysis of gut contents revealed that diatoms, blue-green algae, foraminifera, gastropods, bivalves, nematodes, and amphipods were among the dominant organisms found in the digestive tracts of this sea cucumber species. In summer, diatoms comprised 44.8%, blue-green algae 31.4%, foraminifera 13.6%, gastropods 5.2%, bivalves 4.6%, nematodes 0.2%, and amphipods 0.2% of the gut contents. In winter, these percentages were 52.4%, 26.6%, 12%, 4.6%, 3.6%, 0.4%, and 0.4%, respectively. While significant differences were observed in the percentages of diatoms, blue-green algae, foraminifera, gastropods, and bivalves between the two seasons, no significant difference was found in the percentages of nematodes and amphipods. This study suggests that diatoms and blue-green algae are key components of the diet of *H. leucospilota* in the southern waters of Iran. Therefore, the use of these organisms for the cultivation of this sea cucumber species in this region is recommended.

**Keywords:** Sea cucumber, Kish Island, Gut content, Nutritional indicators