13(4) 217-224, Winter 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Study of biodiversity, frequency and biomass of macrobenthos in the southern coastal of the Caspian Sea

Mohammad Ali Afraei bandpei* *, Matin Shakoori, Abolghasem Roohi, Hasan Nasrolahzadeh Saravi, Mehdi Naderi Jolodar, Iraj Rajabi

Caspian Sea Ecology Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Sari, Iran

Key Words

Diversity
Distribution
Density
Biomass
Macrobenthos
Caspian Sea

Abstract

Introduction: This research was carried out based on ecological monitoring of the Caspian Sea in depth of 30 meters project during 2018-2019.

Materials & Methods: Sampling from the bed sediments of the southern Caspian Sea in 8 transects including Astara, Anzali, Sefidrood, Tonekabon, Nowshahr, Babolsar, Amirabad and Turkmen was done by a cat sampler. Sampling was done seasonally. The aim of this study was to investigate the species diversity, density and biomass and local distribution of different macrobenthos species.

Result: A total of 16 species were identified, belonging to 7 families which of Polychaeta, Crustacea and Bivalvia were found. In addition, Oligochaeta have been identified. The polychaeta comprised 59% of the total macrobenthos density. In contrast, *Cerastoderma glaucum*, although the frequency was 6.3% of the total density of macrobenthos, but comprised 59.9% of the total biomass. The results showed that the diversity indices had the highest value in spring and the lowest in summer. Polychaeta had the highest local distribution (100%) and Malacostraca *Pterocuma sowinskyi* and *Cardiophila baeri* had the lowest (8.2%). The lowest and highest mean (±SE) densities were recorded in winter and spring with 408±81.1 ind.m^{-2} and 1225±246.2 ind.m^{-2}, respectively.

Conclusion: In conclusion, the increase in biomass of bivalve molluscs versus the decrease in density can be due to the large size and having oyster shell and the increase in diversity indices in spring can be due to the presence of different species for reproduction after wintering period which is consistent with the density of macrobenthos in the spring.

* Corresponding Author's email: mafraei@yahoo.com

Received: 26 August 2020; Reviewed: 2 October 2020; Revised: 6 December 2020; Accepted: 10 January 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.254062.2384

مقاله پژوهشی

بررسی تنوع زیستی، فراوانی و زی‌توده ماکروبنتوزها در سواحل جنوبی دریای خزر

محمدعلی افرائی‌بندپی**، متین شکوری، ابوالقاسم روحی، حسن نصراله‌زاده ساروی، مهدی نادری‌جلودار، ایرج رجبی

پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، ساری، ایران

کلمات کلیدی

تنوع
پراکنش
تراکم
زی‌توده
ماکروبنتوز
دریای خزر

چکیده

مقدمه: این پژوهش در راستای طرح تحقیقاتی پایش اکولوژیک دریای خزر تا عمق ۳۰ متر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد.

مواد و روش‌ها: نمونه‌برداری از بستر منطقه جنوبی دریای خزر در ۸ نیم خط عمود بر ساحل در منطقه آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن به‌وسیله نمونه‌بردار گرب انجام شد. نمونه‌برداری به‌صورت فصلی صورت گرفت. هدف از این تحقیق بررسی تنوع گونه‌ای، تراکم و زی‌توده و پراکنش محلی گونه‌های مختلف ماکروبنتوز بوده است.

نتایج: درمجموع تعداد۱٦ گونه شناسایی شد که متعلق به ۷ خانواده و از رده‌های Polychaeta (پرتاران)، Crustacea (سخت‌پوستان) و Bivalvia (دوکفه‌ای‌ها) بوده‌اند. علاوه بر آن، کم تاران درحد رده (Oligochaeta) مورد شناسایی قرار گرفته‌اند. رده پرتاران ۵۹ درصد ازکل تراکم ماکروبنتوزها را به‌خود اختصاص داده ولی میزان زی‌توده این رده برابر با ۱ درصد کل زی‌توده ماکروبنتوزها بوده است. در مقابل، گونه *Cerastoderma glaucum* از رده دوکفه‌ای‌ها با این‌که فقط ٦/۳ درصد از تراکم کل ماکروبنتوزها را تشکیل داد اما ۵۹/۹ درصد از کل زی‌توده را به‌خود اختصاص داده است. میزان شاخص‌های تنوع در بهار دارای بیش‌ترین مقدار و در تابستان کم‌ترین مقدار را داشت. رده پرتاران (Polychaeta) دارای بیش‌ترین پراکنش محلی (۱۰۰٪) و از رده Malacostraca گونه‌های *Pterocuma sowinskyi* و *Cardiophila baeri* دارای کم‌ترین پراکنش محلی (۸/۲٪) بودند. کم‌ترین و بیش‌ترین میانگین (±خطای استاندارد) تراکم به‌ترتیب در فصل زمستان و بهار به‌ترتیب ٤۰۸±۸۱/۱ عدد در مترمربع و ۱۲۲۵±۲٤٦/۲ عدد درمتر مربع بود.

نتیجه‌گیری و بحث: افزایش زی‌توده صدف‌های دوکفه‌ای در مقابل کاهش تراکم آن می‌تواند به‌دلیل بزرگ جثه بودن و داشتن پوسته صدفی باشد و افزایش میزان شاخص‌های تنوع در بهار می‌تواند به‌دلیل حضور گونه‌های مختلف جهت تولیدمثلی بعد از دوره زمستان گذرانی باشد که با ترکم ماکروبنتوز در بهار هم‌خوانی دارد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mafraei@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۵ شهریور ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۱۱ مهر ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۱٦ آذر ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲۱ دی ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.254062.2384

مقدمه

ترکیب کنونی بی‌مهرگان کف‌زی دریای خزر به‌جز مجموعه بومی، شامل مجموعه مدیترانه‌ای آتلانتیکی و مجموعه آب‌شیرین است که در زمان‌های مختلف وارد دریای خزر شده‌اند. علاوه بر آن گونه‌هایی نیز در اواخر دوران یخبندان از دریاهای قطب شمال به دریای خزر وارد شده‌اند.گونه‌های دیگری نیز یا به‌طور تصادفی و ناخواسته (مثل نرمتن Mytilaster) و یا به‌منظور بومی شدن، به دریای خزر وارد شده‌اند. بعداز افتتاح کانال ولگا-دن در سال ۱۹۵۴ گونه‌های مختلفی از این طریق به دریای خزر نفوذ کرده‌اند، ازجمله آن‌ها دو گونه سخت‌پوست (*Balanus* spp.)، خرچنگ گرد (*Rhitropanopeus harisi*) و یک نرمتن (*Hypania invalida*) را می‌توان نام‌برد. پس‌از مطالعات زیادی که بر روی سفره‌های غذایی تاس‌ماهیان توسط متخصصین دانشگاه مسکو و ونیرو (بیرشتین و دیگران) انجام گرفت سرانجام در سال ۱۹۳۹ تعدادی کرم نرئیس و دوکفه‌ای آبرا (*Abra ovata*) به دریای خزر انتقال داده شدند (۱، ۲). به‌طورکلی ۱۶ گونه و زیرگونه ماکروبنتوز از دریای سیاه و دریای آزوف به دریای خزر معرفی و یا به‌صورت تصادفی وارد شده‌اند (۳). در سنوات اخیر نفوذ شانه‌دار *Mnemiopsis leidyi* به دریای خزر و ازدیاد سریع آن، تاثیرات وسیعی بر روی شبکه غذایی این اکوسیستم گذاشته و باعث تحولاتی در میزان تراکم و ترکیب گونه‌ای جوامع آبزی آن گشته است (۴، ۵). در اوایل دهه ۸۰ شمسی، در منطقه جنوبی دریای خزر، یک موجود جدید از کرم‌های پرتار به نام *Streblospio gynobranchiata* ظاهر شد (۶)، که به سرعت توانست در بین بی‌مهرگان کف‌زی، به‌عنوان موجود غالب درآید و هم اکنون بیش از ۶۰٪ از فراوانی ماکروبنتوز دریای خزر را تشکیل می‌دهد (۷). علاوه بر آن در رده‌های دیگر کف‌زیان هم تغییراتی به‌وجود آمد، ازجمله این‌که در رده سخت‌پوستان، میزان تنوع گونه‌ای در راسته‌های ناجورپایان (Amphipoda) و کوماسه (Cumacea) و میزان فراوانی و زی‌توده صدف‌های دوکفه‌ای (Bivalvia) کاهش یافت (۸، ۹، ۷). از نکات مهم دیگر، وابستگی تغذیه‌ای بیش از ۸۰ درصد ماهیان اقتصادی دریای خزر به این موجودات است. همه گونه‌های تاس‌ماهیان دریای خزر در مراحل اولیه زندگی و اغلب آن‌ها در طول زندگی خود از این موجودات تغذیه می‌کنند. ماهیان استخوانی ارزشمند این دریا نظیر ماهی سفید، سیم، کلمه و کپور نیز کفزی‌خوار هستند. ماهی سوروگا (ازون‌برون) از نرئیس، کوروفید و میزیدها، تاس‌ماهی از گاماروس، ماهی سیم از آمفارتیده، الیگوکت و کوماسه،ماهی کلمه از خرچنگ گرد، نرم‌تنان و کوماسه به‌عنوان غذای اصلی خود استفاده می‌کنند (۱). غذای اصلی ماهی سفید هم نرم‌تنان دوکفه‌ای است (۱۰). با توجه به این‌که اطلاعات در خصوص وضعیت پراکنش ماکروبنتوز در کل سواحل جنوبی دریای خزر به‌دلیل کمبود اعتبارات در نمونه‌برداری دچار نقصان شده بود لذا هدف از این تحقیق، بررسی تنوع گونه‌ای، پراکنش محلی، تراکم و زی‌توده گونه‌های مختلف بی‌مهرگان کف‌زی در نیم‌خط‌های مختلف در سواحل جنوبی دریای خزر (گیلان، مازندران و گلستان) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

۸ نیم‌خط عمود بر ساحل انتخاب گردید که از غرب به شرق عبارت بودند از آستارا، انزلی، سفیدرود، تنکابن، نوشهر، بابلسر، امیرآباد و ترکمن. بر روی هر نیم‌خط ۳ نقطه در اعماق ۵، ۱۰ و ۳۰ متر به‌عنوان ایستگاه انتخاب گردید. برای بررسی موجودات بنتیکی در هر ایستگاه نمونه‌برداری از ماکروبنتوزها توسط یک گرب (Van Veen) با سطح مقطع ۱۵×۱۵ سانتی‌مترمربع انجام شد. محتویات هر گرب در عرشه شناور با استفاده از الک با چشمه ۵۰۰ میکرون توسط آب دریا شستشو و بعد با فرمالین ۱۰ درصد در ظرف‌های پلاستیکی یک لیتری تثبیت گردید(۱۱).در آزمایشگاه مجدداً محتویات درون ظرف از الک ۵۰۰ میکرون عبورداده شده و بعد از شستشو در زیر لوپ پس از حذف زوائد، نمونه‌ها مورد شناسایی و شمارش قرار گرفته و وزن تر و وزن خاکستر آن‌ها به‌طور جداگانه تعیین شد (۱۲). با استفاده از استریومیکروسکوپ مدل D5000 نمونه‌های جداسازی شده مورد شناسایی قرار گرفتند. جهت شناسایی گونه‌ها از کلید شناسایی موجود استفاده شد (۱۳). سپس موجودات به‌طور جداگانه شمارش و پس از خشک کردن روی کاغذ صافی، با استفاده از ترازوی حساس بادقت ۰/۰۰۰۱ گرم وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد (۱۴). برای تعیین پراکنش محلی از فرمول زیر استفاده شد جایی‌که D پراکنش محلی (٪)، Ni.st تعداد ایستگاه‌هایی که نمونه ماهی در آن صید شد و N.st تعداد کل ایستگاه‌های نمونه‌برداری می‌باشد (۱۵):

$$D = \frac{Ni_{st}}{N_{st}} \times 100$$

تنوع گونه‌ای (Diversity):بااستفاده‌ازشاخص‌شانون(Shannon Index) طبق‌رابطه زیرتعیین‌شد (۱۶) که در آن H´=شاخص شانون، ni=تعداد کل افراد متعلق به i امین گونه، n=تعداد کل افراد نمونه و s=تعداد کل گونه‌ها می‌باشد:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} \left[\left(\frac{ni}{n}\right)\ln\left(\frac{ni}{n}\right)\right]$$

شاخص تنوع سیمپسون: این شاخص احتمال این‌که دو موجود به‌طور تصادفی انتخاب شوند و از یک مکان (یا در یک زمان) متعلق به دو گونه مجزا باشند را نشان می‌دهد. در اکولوژی بیش‌تر

برای تعیین کمیت تنوع زیستی یک بوم مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۶) و به‌شرح زیر است:

$$1 - \widehat{D} = 1 - \sum_{i=1}^{s} \left[\frac{n_i\,(n_i - 1)}{N\,(N - 1)}\right]$$

برای بررسی شاخص مارگالف از فرمول زیر استفاده شد جایی‌که D شاخص مارگالف، S تعداد افراد گونه در ایستگاه و N تعداد کل نمونه در ایستگاه‌های مختلف می‌باشد:

$$D = \frac{S - 1}{Ln\,(N)}$$

جهت تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ جهت رسم جداول، گراف‌ها و برخی محاسبات استفاده گردید. تحلیل و توصیف داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS version ۱۸ انجام گرفت(۱۷). نخست با استفاده از آزمون کولموگراف- اسمیرنوف، داده‌های مربوط به تراکم ماکروبنتوزها (به‌تفکیک رده، خانواده و گونه) در طول دوره نمونه‌برداری، مورد آزمون نرمال قرار گرفتند. برای آزمون مقایسه دو به دو بین میانگین‌ها، آنالیز واریانس (ANOVA) و در سطح ۵ درصد صورت گرفت (۱۸)

نتایج

در طی‌این مطالعه درمجموع ۱۶ گونه از ۸ خانواده که متعلق به ۵ رده‌های کم‌تاران (Olychaeta)، رده پرتاران (Polychaeta)، رده Malacostraca و Hexanauplia از زیرشاخه سخت‌پوستان و رده دوکفه‌ای‌ها (Bivalvia) بوده‌اند که مورد شناسایی قرار گرفتند. از رده کرم‌های پرتار ۴ گونه مورد شناسایی قرار گرفت. زیرشاخه سخت‌پوستان با دارا بودن ۱۱ گونه، بیش‌ترین تعداد گونه‌ها را نسبت به رده‌های دیگر داشت و از رده دوکفه‌ای تنها ۱ گونه شناسایی گردید (جدول ۱). در مجموع زیر شاخه سخت‌پوستان با ۶۵٪، رده پرتاران با ۲۴٪ و رده‌های دوکفه‌ای‌ها و کم‌تاران هر کدام با ۶٪ به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین فراوانی گونه‌ها را به‌خود اختصاص داده بودند.

جدول ۱: گونه‌های مختلف ماکروبنتوز شناسایی شده در سواحل جنوبی دریای خزر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷

Scientific name	Familly	Order	Class	Subphylum	Phylum
Oligochaeta	-	-	Oligochaeta	-	
Hediste diversicolor (O.F. Müller, 1776)	Nereididae	Phylodocida	Polychaeta	-	Annelida
Streblospio gynobranchiata Rice & Levin, 1998	Spionoidae	Phylodocida	Polychaeta	-	Annelida
Hypania invalida (Grube, 1860)	Ampharetidae	Terebellida	Polychaeta	-	Annelida
Hypaniola kowalewskii (Grimm, 1877)	Ampharetidae	Terebellida	Polychaeta	-	Annelida
Niphargoides caspius (Grimm, 1894)	Pontogammaridae	Amphipoda	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Stenogammarus carausui (Derzhavin & Pjatakova, 1962)	Pontogammaridae	Amphipoda	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Stenogammarus macrurus (G.O. Sars, 1894)	Pontogammaridae	Amphipoda	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Stenogammarus similis (G.O. Sars, 1894)	Pontogammaridae	Amphipoda	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Stenogammarus compressus (Sars G.O., 1894)	Pontogammaridae	Amphipoda	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Cardiophilus baeri G.O. Sars, 1896	Behningiellidae	Amphipoda	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Pseudocuma graciloides Sars, 1894	Pseudocumatidae	Cumacea	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Pterocuma pectinatum (Sowinsky, 1893)	Pseudocumatidae	Cumacea	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Pterocuma sowinskyi (Sars, 1894)	Pseudocumatidae	Cumacea	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Schizorhamphus eudorelloides (Sars, 1894)	Pseudocumatidae	Cumacea	Malacostraca	Crustacea	Arthropoda
Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)	Balanidae	Sessilia	Hexanauplia	Crustacea	Arthropoda
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)	Cardiidae	Cardiida	Bivalvia	-	Mollusca

پراکنش: چگونگی پراکنش ماکروبنتوزها در اعماق مختلف و نیم‌خط‌های هشت‌گانه نمونه‌برداری در جدول ۲ آمده است. چنان‌که مشاهده می‌گردد از بین ۱۷ گروه ماکروبنتوز که در طی این مطالعه مشاهده‌شد، فقط کرم‌های کم‌تار (Oligochaeta) و دو گروه از کرم‌های پرتار متعلق به *Streblospio gynobranchiata* و *Hediste diversicolor* می‌باشند که در تمامی اعماق و نیم‌خط‌های نمونه‌برداری حضور داشته‌اند و از دوکفه‌ای (Bivalvia) گونه *C. glaucum* به‌جز نیم‌خط سفیدرود و عمق‌های ۵ و ۱۰ متر که حضور نداشت در تمام نیم‌خط‌ها و عمق‌های مختلف حضور داشته است. وضعیت پراکنش گروه‌های دیگر ماکروبنتوز در هر یک از اعماق و فصول مختلف نمونه‌برداری در جدول ۳ آمده است. از نظر پراکنش محلی نتایج نشان داد که رده پرتاران (Polychaeta) دارای بیش‌ترین پراکنش محلی (۱۰۰٪) و از رده Malacostraca گونه‌های *Pterocuma sowinskyi* و *Cardiophila baeri* دارای کم‌ترین پراکنش محلی (۸/۲٪) بودند (جدول ۳).

جدول ۲: پراکنش گونه‌های مختلف کف‌زیان در نیم‌خط‌ها و عمق‌های مختلف سواحل جنوبی دریای خزر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷

موجودات کف‌زی	آستارا			انزلی			سفیدرود			تنکابن		
	عمق به متر											
	۵	۱۰	۳۰	۵	۱۰	۳۰	۵	۱۰	۳۰	۵	۱۰	۳۰
Oligochaeta	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Hediste diversicolor (O.F. Müller, 1776)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Streblospio gynobranchiata Rice & Levin, 1998	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Hypania invalida (Grube, 1860)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hypaniola kowalewskii (Grimm, 1877)	_	_	_	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Niphargoides caspius (Grimm, 1894)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Stenogammarus carausui (Derzhavin , 1962)	*			*	*						*	
Stenogammarus macrurus (G.O. Sars, 1894)	–	–	–	*	–	–	–	–	–	*	*	–
Stenogammarus similis (G.O. Sars, 1894)	*										*	
Stenogammarus compressus (Sars G.O., 1894)	–	–	–	*	–	–	*	–	–	*	*	–
Pseudocuma araciloides Sars, 1894		*		*						*		
Pterocuma pectinatum (Sowinsky, 1893)	*	*	–	*	–	*	–	–	–	*	*	*
Peterocuma sowinskyi	_	_	_	*	_	_	_	_	_	_	_	_
Schizorhamphus eudorelloides (Sars, 1894)	–	–	–	*	–	–	–	–	–	*	–	*
Cardiophilus baeri G.O. Sars, 1896	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)	*	*	*	–	*	*	–	–	–	–	–	–
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)	*	*	*	*	*	*	–	–	*	*	*	*

موجودات کف‌زی	نوشهر			بابلسر			امیرآباد			ترکمن		
	عمق به متر											
	۵	۱۰	۳۰	۵	۱۰	۳۰	۵	۱۰	۳۰	۵	۱۰	۳۰
Oligochaeta	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Hediste diversicolor (O.F. Müller, 1776)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Streblospio gynobranchiata Rice & Levin, 1998	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Hypania invalida (Grube, 1860)	–	–	–	*	*	*	_	*	_	*	*	_
Hypaniola kowalewskii (Grimm, 1877)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Niphargoides caspius (Grimm, 1894)	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Stenogammarus carausui (Derzhavin, 1962)	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Stenogammarus macrurus (G.O. Sars, 1894)	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Stenogammarus similis (G.O. Sars, 1894)	*	*	–	*	–	–	–	–	–	–	–	–
Stenogammarus compressus (Sars G.O., 1894)	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pseudocuma graciloides Sars, 1894	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pterocuma pectinatum (Sowinsky, 1893)	*	*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pterocuma sowinskyi (Sars, 1894)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Schizorhamphus eudorelloides (Sars, 1894)	–	–	–	*	*	–	–	–	–	–	–	–
Cardiophilus baeri G.O. Sars, 1896	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)	–	–	–	*	*	*	_	*	*	*	*	*
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

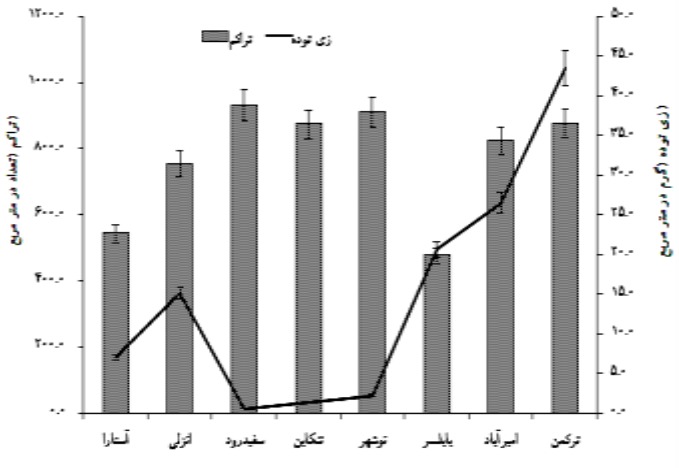
جدول ۳: پراکنش گونه‌های مختلف کفزیان در فصل‌ها و عمق‌های مختلف سواحل جنوبی دریای خزر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷

موجودات کفزی	بهار			تابستان			پاییز			زمستان			پراکنش محلی
	۵	۱۰	۳۰	۵	۱۰	۳۰	۵	۱۰	۳۰	۵	۱۰	۳۰	
Oligochaeta	*	*	*	*	*	*	_	*	*	*	*	*	۹۱/۷
Hediste diversicolor (O.F. Müller, 1776)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱۰۰
Streblospio gynobranchiata Rice & Levin, 1998	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱۰۰
Hypania invalida (Grube, 1860)	*	*	*	_	*	_	_	_	_	_	_	*	۴۱/۷
Hypaniola kowalewskii (Grimm, 1877)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱۰۰
Niphargoides caspius (Grimm, 1894)	*	_	_	*	_	_	_	_	_	_	_	_	۱۶/۷
Stenogammarus carausui (Derzhavin, 1962)	*	_	_	*	_	*	*	_	_	*	*	*	۶۶/۷
Stenogammarus macrurus (G.O. Sars, 1894)	_	*	_	_	_	_	*	_	_	*	_	_	۲۵
Stenogammarus similis (G.O. Sars, 1894)	*	_	_	*	_	*	*	_	*	_	*		۵۰
Stenogammarus compressus (Sars G.O., 1894)	*	*	_	*	_	_	*	_	_	*	_	_	۴۱/۷
Pseudocuma graciloides Sars, 1894	*	*	*	*	_	_	_	*	_	*	_	_	۵۰
Pterocuma pectinatum (Sowinsky, 1893)	*	*	*	*	_	*	*	_	*	*	_	_	۶۶/۷
Peterocuma sowinskyi	*	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	۸/۳
Schizorhamphus eudorelloides (Sars, 1894)	*	*	_	*	_	_	*	_	_	*	_	_	۴۱/۷
Cardiophilus baeri G.O. Sars, 1896	*	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	۸/۳
Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)	*	*	*	*	*	*	_	*	*	*	*	*	۸۳/۳
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)	*	*	*	*	*	*	_	*	*	*	*	*	۹۱/۷

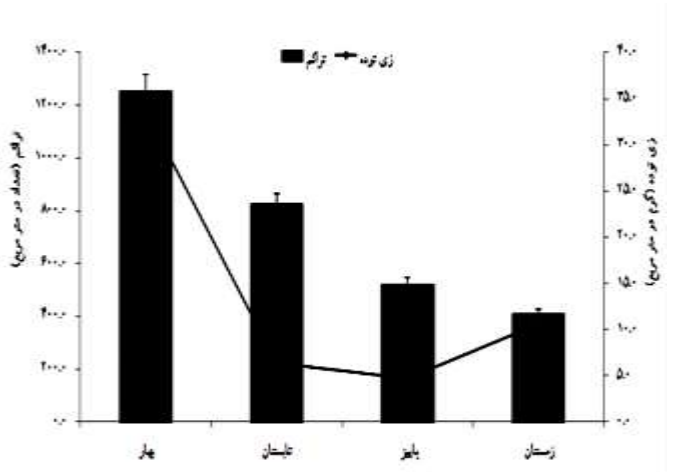
تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها در نیم‌خط‌های مختلف: شکل ۱ میانگین تراکم (±خطای معیار) ماکروبنتوز در نیم‌خط‌های مختلف را نشان می‌دهد. نتایج نشان‌داد که کم‌ترین و بیش‌ترین میزان تراکم به‌ترتیب در نیم خط بابلسر با میانگین ۴۷۷±۸۸/۲ عدد در مترمربع و نیم‌خط سفیدرود با میانگین ۹۳۱±۱۸۷/۱عدد در مترمربع ثبت شد که متعلق به گونه *S. gynobranchiata* بودو بیش‌ترین تراکم‌را نسبت به سایر گونه‌ها به‌خود اختصاص‌داد. هم‌چنین بررسی میانگین زی‌توده در نیم‌خط‌های مختلف نشان داد که حداقل و حداکثر زی‌توده به ترتیب در نیم‌خط سفیدرود با میانگین ۰/۶±۰/۲ گرم در مترمربع و نیم‌خط ترکمن با میانگین ۴۳/۶±۱۵/۱ گرم در مترمربع به‌دست آمد که مربوط به حضور گونه *C. glaucum* بوده است که بیش‌ترین زی‌توده‌را نسبت‌به سایر گروه‌ها به‌خود اختصاص‌داد (شکل ۱).

تراکم و زی‌توده ماکروبنتوزها در فصول مختلف عمق نمونه‌برداری: شکل ۲ میانگین تراکم و زی‌توده کل (±خطای معیار) ماکروبنتوز در فصل‌های مختلف را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که کم‌ترین و بیش‌ترین میزان تراکم به‌ترتیب در فصل زمستان میانگین ۴۰۸±۸۱/۲ عدد در مترمربع و بهار با میانگین ۱۲۵۶±۲۴۶/۲ عدد در مترمربع ثبت شد. هم‌چنین بررسی میانگین زی‌توده در فصل‌های مختلف نشان داد که حداقل و حداکثر زی‌توده به‌ترتیب در پاییز با میانگین ۴/۷۲±۲/۲۶ گرم در مترمربع و بهار با میانگین ۳۳/۶±۱۱/۴ گرم در مترمربع به‌دست آمد (شکل ۲) که مربوط به حضور گونه *C. glaucum* بوده است که بیش‌ترین زی‌توده را نسبت به سایر گروه‌ها به‌خود اختصاص داد (شکل ۲). اختلاف معنی‌داری از نظر تراکم و زی‌توده در فصول مختلف وجود داشت (P<۰/۰۵).

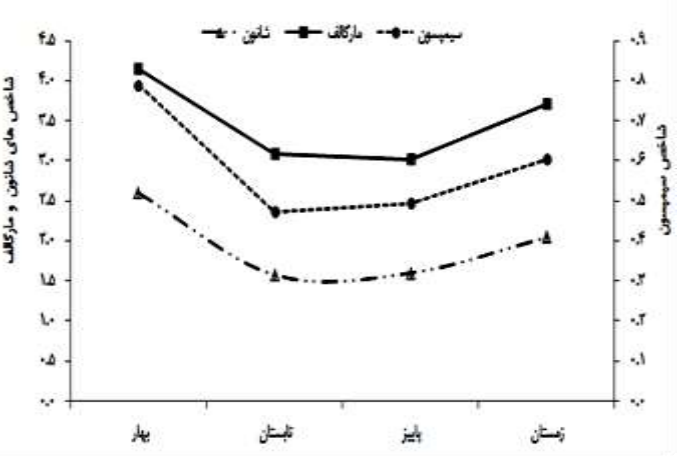
شاخص‌های تنوع: شاخص‌های تنوع در فصول مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان شاخص‌های تنوع در بهار دارای بیش‌ترین مقدار و در تابستان کم‌ترین مقدار را داشت. براساس شکل ۳ می‌توان بیان کرد که میزان این شاخص‌ها با یک افزایش در بهار شروع شده و در تابستان کاهش و سپس از پاییز تا زمستان روند افزایشی شروع می‌شود جایی‌که در بهار به اوج خود می‌رسد که نشان‌دهنده حضور گونه‌های مختلف جهت تولیدمثلی و شرایط محیطی آب بستگی داشته باشد.



شکل ۱: میانگین تراکم ماکروبنتوز در نیم‌خط‌های مختلف در سواحل جنوبی دریای خزر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷



شکل ۲ : میانگین تراکم ماکروبنتوز در فصول مختلف در سواحل جنوبی دریای خزر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷



شکل ۳: تغییرات شاخص‌های تنوع گونه‌ای ماکروبنتوز در فصول مختلف در سواحل جنوبی دریای خزر طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۷

بحث

تغییرات جمعیتی کف‌زیان در مناطق و زمان‌های مختلف تابعی از عوامل متعدد ازجمله خصوصیات زیستی گونه، ساختار بستر دریا، فراوانی غذایی و نقش تغذیه‌ای ماهیان و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محیط زیست آن‌ها بستگی دارد (۱۹). در طی این بررسی، در منطقه جنوبی دریای خزر، تعداد ۱۷ گونه از ماکروبنتوزها مورد شناسایی قرار گرفته است. مطالعات گذشته نشان می‌دهد که تعداد گونه‌های شناسایی شده در زمان‌های دستخوش تغییراتی شده است. Katunin و Pourgholam، تعداد گونه‌های شناسایی شده در سواحل جنوبی دریای خزر را ۵۴ گونه (۲)، Hosseini و همکاران، برابر با ۵۷ گونه (۲۰)، Hashemian و همکاران، تعداد ۲۴ گونه (۸) و Soleimani Roudi برابر با ۳۳ گونه (۲۱) را گزارش نمودند درحالی‌که در مطالعه حاضر ۱۶ گونه گزارش شد که نسبت به سال‌های گذشته دارای تغییرات چشمگیری بوده است که این امر می‌تواند به‌دلیل روش نمونه‌برداری، زمان و مکان نمونه‌برداری، تغییرات آب و هوائی، حضور گونه‌های غیربومی، تغییرات در بستر دریا و آلودگی‌های زیست‌محیطی دخالت داشته باشند. مقایسه نتایج حاصل از پروژه‌های مذکور نشان می‌دهد که در بین رده‌های مختلف، بیش‌ترین تغییر در رده سخت پوستان (Crustacea) به‌وقوع پیوسته‌است و در بین راسته‌های مختلف این رده، بیش‌ترین کاهش تعداد گونه‌ها مربوط به راسته Amphipoda است که در سال‌های ۷۳ و ۷۵، تعداد ۲۹ گونه متعلق به آن مشاهده شده است، در سال ۸۷ این تعداد به ۱۲ گونه و در سال ۸۹ به ۱۵ عدد کاهش یافته است. در مطالعه حاضر تعداد گونه راسته دوجورپایان (Amphipoda) به ۱۲ گونه کاهش یافته است. Afraei Bandpei و همکاران، اعلام نمودند که از راسته دوجورپایان (Amphipoda) در سواحل جنوبی دریای خزر و در منطقه گهرباران، تعداد ۵ گونه شناسایی شدند که بیش‌ترین فراوانی متعلق به گونه *Stenogammarous compresus* با ۶۸٪ و کم‌ترین فراوانی مربوط به گونه *Niphargoides caspius* با ۲٪ بود. میرزاجانی و کیابی در طی سال های ۱۹۹۵ و ۱۹۹۶ در اعماق ۲ تا ۱۰۰ متر سواحل جنوبی تعداد ۲۰ گونه از این راسته را شناسایی کرده اند (۲۳). راسته Cumacea از رده مذکور نیز در طول این مدت، تغییرات زیادی از لحاظ تعداد گونه داشته است، بدین ترتیب که در سال‌های ۷۳ و ۷۵، مشتمل بر ۱۴ گونه بوده که در سال ۸۷ به نصف آن کاهش یافته (۷ گونه) و در بررسی کنونی با کمی افزایش به ۱۰ گونه رسیده است. Hashemian و همکاران (۲۴) و Soleimani Roudi و همکاران (۲۱) گزارش نمودند که از رده دوکفه‌ای‌ها (Bivalvia) دو گونه *Abra ovata* و *Cerastoderma glaucum* شناسایی گردید جایی که در مطالعه حاضر فقط یک گونه *Cerastoderma*

glaucum مشاهده شده ولی در بررسی‌های دهه هفتاد علاوه بر دو گونه‌فوق سه گونه دیگر شامل *Didacna protracta*، *Mytilaster lineatus* و *Dreissena polymorpha* نیز حضور داشته‌اند. تنوع کم ترکیب کیفی صدف‌های دوکفه‌ای تحت تاثیر وضعیت بستر می‌باشد، بدین‌ترتیب که *Mytilaster* lineatus و *Dresina polymorpha* موجودات چسبنده‌ای هستند که می‌توانند در شرایطی که بستر، آرام و بدون حرکت است و یا جایی‌که حرکت بستر به حداقل می‌رسد زندگی کنند و به‌دلیل گسترش بسترهای لجنی، شرایط زیست آن‌ها نامساعد می‌گردد (۲). بنابراین، مطالعه حاضر نشان داد که بر خی از گونه‌های ماکروبنتوزی که در ساله‌ای گذشته در نمونه‌برداری‌ها حضور داشتند هم‌اکنون حضورندارند که نیاز به تحقیق بیش‌تری دارد. علاوه بر رده‌های فوق، در طول این سه دهه تغییر مهمی در رده پرتاران (Polychaeta) رخ داده است، بدین‌معنی که گونه *Streblospio gynobranchiata* از دهه ۱۳۸۰ توانسته است در بین ماکروبنتوزها به‌صورت موجود غالب در آید (۲۵). Katunin و Pourgholam، اعلام نمودند که میانگین کل فراوانی ماکروبنتوزها در سواحل جنوبی دریای خزر برابر با ۵۳۶۰ نمونه در مترمربع و میانگین کل زی‌توده برابر با ۱۰/۷۶۷ گرم بر مترمربع بوده است (۲). به‌طورکلی میانگین کل تراکم و زی‌توده ماکروبنتوز در سواحل جنوبی دریای‌خزر طی سال‌های گذشته دارای نوسانتی بوده است که به‌ترتیب برابر با ۹۹۶±۳۹۸۰ نمونه در متر مربع و ۵/۲۳۱±۳۶/۹۳۲ گرم‌درمترمربع (۱۰) و ۵۸۳±۵۹۷۶ نمونه درمترمربع و ۱۱/۴۰۲±۴۳/۶۷۵ گرم‌درمترمربع (۲۱) گزارش گردید. درمطالعه‌حاضر، میانگین (±خطای‌استاندارد) فراوانی کل ماکروبنتوزها در سواحل جنوبی دریای خزر ۲۰۹۷±۴۰۰۷ نمونه در مترمربع و میانگین کل‌زی‌توده این موجودات ۴۷/۱۳۱±۹۰/۰۳۶ گرم‌در مترمربع به‌دست آمد که با مطالعات Hashemian و همکاران (۸) هم‌خوانی دارد. علت کاهش تراکم و زی‌توده ماکروبنتوز در سال‌های‌اخیر نسبت‌به دهه‌های گذشته می‌تواند به‌دلیل روش‌نمونه‌برداری، زمان و مکان‌های نمونه‌برداری، عوامل محیطی و تغییرات جنس بستر بستگی داشته باشد. Soleimani Roudi و همکاران، گزارش‌نمودند که میزان شاخص شانون ماکروبنتوز در سواحل جنوبی دریای خزر از ۰/۲۲ تا ۱/۴ متغیر بود به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار متعلق به نیم خط آستارا و در عمق ۱۰۰ متر و کم‌ترین مقدار مربوط به نیم‌خط انزلی و عمق ۲۰ متر بوده است (۹). در مطالعه حاضر بیش‌ترین مقدار شاخص شانون در بهار با ۲/۶۰ و کم‌ترین مقدار شانون در فصل تابستان با ۱/۵۷ به‌دست آمد که این امر می‌تواند به‌دلیل نزدیک شده به دوره تولید مثلی (افزایش دما) و حضور گونه‌های مختلف در نوار ساحلی و عمق کم‌تر از ۳۰ متر بوده است. نتیجه‌گیری این که، افزایش زی‌توده صدف‌های دوکفه‌ای درمقابل کاهش تراکم آن می‌تواند به‌دلیل بزرگ جثه بودن و داشتن پوسته صدفی باشد و افزایش میزان شاخص‌های تنوع در بهار می‌تواند به‌دلیل حضور گونه‌های مختلف جهت تولید مثلی بعداز دوره زمستان‌گذرانی باشد که با ترکم ماکروبنتوز در بهار هم‌خوانی دارد. بنابراین برای دستیابی به اطلاعات بیش‌تر و پراکنش و فراوانی گونه‌ها در اعماق بالاتر و مقایسه آن با مطالعات گذشته، تامین اعتبار برای راه‌اندازی کشتی تحقیقاتی و انجام گشت‌های تحقیقاتی ضرورت دارد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق بخشی از گزارش‌نهایی طرح پایش‌اکولوژیک سواحل جنوبی دریای خزر تا عمق ۳۰ متر با کد ۹۷۰۳۲-۰۴۶-۱۲-۷۸-۰۱ می‌باشد که از سوی موسسه تحقیقات‌علوم‌شیلاتی کشور تصویب شد. از ریاست محترم موسسه تحقیقات علوم‌شیلاتی کشور تشکر می‌گردد. از کارشناسان بخش، آقایان کیهان‌ثانی و احمدنژاد برای همکاری در نمونه‌برداری سپاسگزاری می‌گردد. از آقای محمد کاردررستمی به‌جهت شستشو و جداسازی نمونه‌ها قدردانی می‌شود.

منابع

1. **Maei Siv, P.A. and Filatova, Z.A., 1985.** Animals and biological products of the Caspian Sea (Translated by Shariati), Iran Fisheries Research and Training Institute. 405 p. (In Persian)
2. **Katunin, A. and Pourgholam, R., 1994.** Hydrology and hydrobiology of the southern basin of the Caspian Sea, Mazandaran Fisheries Research Center. 389 p. (In Persian)
3. **Gasimove, A.G., 1984**. The role of Azov-Black sea invaders in the productivity of the Caspian Sea benthos. Int. Revueges. Hydrobiol. 67: 533-541.
4. **Roohi, A., Kideys, A., Sajjadi, A., Hashemian, A., Pourgholam, R., Fazli, H., Ganjian Khanari, A. and Eker-Develi, E., 2010**. Changes in biodiversity of phytoplankton, zooplankton, fishes and macrobenthos in the Southern Caspian Sea after the invasion of the ctenophore *Mnemiopsis Leidyi*, Biological Invasions. 12: 2343-2361. DOI 10.1007/s10530-009- 9648-4.
5. **Shiganova, T.A., Dumont, H.J., Sokolsky, A.F., Kamakin, A.M., Tinenkova, D. and Kurasheva, E.K., 2004.** Population dynamics of *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea, and effects on the Caspian ecosystem. In: Dumont, H., Shiganova, T.A. and Niermann, U., (eds) In Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas. Kluwer, Dordrecht. l35: 71-111.
6. **Taheri, M., Seifabadi, S.J., Abtahi, B. and Yazdani Fashtami, M., 2003.** Report of the first sighting of the family Spionidae (worms) on the shores of Nur city, south of the Caspian Sea. Iranian Journal of Marine Sciences and Techniques. 2(2-3): 83-84. (In Persian)
7. **Afraei Bandpei, M., Hashemian, A. and Parafkandeh, F., 2017.** Structure of macrobenthic invertebrate population in the southern coast of Caspian Sea for fish cage culture

establishment. Iranian Scientific Fisheries Journal. 25(5): 23-39. (In Persian)

8. **Hashemian, A., Nikoeyan, A., Malekzadeh Karbasi, A., Rabbani, M., Javanshir, A., Fatemi, M., Roshan Tabari, M., Roohi, A., Makhlough, A. Ganjian, A., Tahami, F., Rostamian, M., Kihan Saani, A., Salarvand, G., SheikholIslami, A., Farakhi, A., Amani, Q., Vahedi, F., Olomi, Y., Varedi, A., Najafpur, Sh., Salmani, A., Gholamipour, S. and Yunesipour, H., 2008.** Investigation of hydrology and hydrobiology and environmental pollution of depths less than 10 meters in the southern basin of the Caspian Sea. Caspian Sea Ecology Research Institute. (In Persian)

9. **Soleimani Roudi, A., 2012.** Investigating the density and abundance of macrobenthos in the southern shores of the Caspian Sea. Final report. Research Institute of Fisheries Sciences of the country. 85 p. (In Persian)

10. **Afraei, M.A., Mashhor, M., Abdolmalaki, Sh. and Mohamed El-Sayed, A.F., 2009**. Food and feeding habits of the Caspian Kutum, *Rutilus frisii kutum* (Cyprinidae) in Iranian waters of the Caspian Sea. Cybium. 33(3): 193-198.

11. **Tagliapietra, D. and Sigovini, M., 2010**. Benthic fauna: Collection and identification of macrobenthic invertebrates. NEAR Curriculum in Natural Environment Science, Tree et Environment. 88: 253-261.

12. **Eleftheriou, A. and McIntyre, A.D., 1976.** The Intertidal Fauna of Sandy Beaches - a Survey of the Scottish Coast. Scottish Fisheries Research Report. 6: 61.

13. **Birshtein, Y.A., Vinogradov, L.G., Kondakova, N.N., Koun, M.S., Astakhva, T.V. and Ramanova N.N., 1968**. Atlas of invertebrates in the Caspian Sea. Mosko. 412 p. (In Russian).

14. **Anon, A., 2001**. The Uk marine special areas of conservation project http:// www.ukmarine sac.org.uk

15. **Muchlisin, Z.A. and Siti Azizah, M.N., 2009**. Diversity and distribution of freshwater fishes in Aceh water, Northerrn-Sumatra, Indonesia. International Journal of Zoological Research. 5(2): 62-79.

16. **Ludwig, J.A. and Rynolds, J.F., 1988**. Diversity indices. Statistical ecology: A primer on method and computing. John Wiley and Sons. New York. 85-103.

17. **Ghiasvand, A., 2012.** Application of statistics and SPSS software in data analysis. Publishers: Mutafaran, Loyeh. 282 p. (In Persian)

18. **Bluman, A.G., 1998**. Elementary statistics: a step by step approach. USA: Tom Casson publisher, 3rd edition.749 p.

19. **Barnes, R.S.K. and Hughes, R.N., 1982.** An Introduction to Marine Ecology. viii, Blackwell Scientific Publications. 339 p.

20. **Hosseini, S.A., Ganjian, A., Makhlough, A., Kihan Saani, A., Tahami, F., Mohammadjani, T., Heydari, A., Makarami, M., Makhdomi, N., Roshan Tabari, M., Takmilian, K., Roohi, A., Rostamian, M., Falahi, M., Sabkara, J., Khosravi, M., Varedi, S.A., Hashemian, A., Vahidi, F., Nasrollahzadeh, H., Najafpour, Sh., Soleimani Roudi, A., Laloei, F., Gholamipour, S., Olomi, Y. and Salarvand, G., 2011.** Investigation of hydrology and hydrobiology of the southern basin of the Caspian Sea (1996-1997), Caspian Sea Ecology Research Institute. (In Persian)

21. **Soleimani Roudi, A., Hashemian, A., Salarvand, G., Raeisian, A., Nasrollahzadeh Saravi, H., Farabi, S.M.W., Makhlough, A., Naderi, M., Eslami, F., Elyasi, F., Nazaran, M., Dashti, A., Rezaei Nasrabadi, A., Salmani, A. and Karder Rostami, M., 2013.** Studying the diversity, distribution, abundance and abundance of macrobenthos in the southern region of the Caspian Sea in 2018. Sari, Publications of the Caspian Sea Ecology Research Institute. 108 p. (In Persian)

22. **Afraei Bandpei, M.A., Salarvand, G., Nasrollah Zadeh, H., Shakouri, M., Naderi, M., Roohi, A., Daryanabard, R., Vahedi, F. and Rajabi, A., 2019.** Investigation of the abundance and mass weight of different species of the order Amphipoda (Amphipoda) in the southern shores of the Caspian Sea (Ghor Baran region). Iranian scientific fisheries Journal. 12 p. (In Persian)

23. **Mirzajani, A.R. and Kiabi, B.H., 2000**. Distribution and abundance of coastal Caspian Amphipoda (Crustacea) in Iran. Polskie Archiwum Hydrobiologii. 47(3-4): 511-516. (In Persian)

24. **Hashemian, A., Soleimani Roudi, A., Salavand, G., Eliasi, F., Nazaran, M., Dashti, A., Noorani, A., Eslami, F., Gholami, M., Kardar Rostami, M. and Shabani, Kh., 2018.** Investigating the diversity, distribution and abundance of macrobenthic biomass in the southern basin of the Caspian Sea. Final report. Iranian Fisheries Sciences Research Institute. 90 p. (In Persian)

25. **Afraei Bandpei, M., Nasrolahzadeh, H., Salarvand, G., Naderi, M. and Roohi, A., 2019.** Effects of some physico-chemical parameters of water and substrate sediments on abundance and biomass of *Streblospio gynobranchiata* (Annelida, Spionidae) in the Southeast of Caspian Sea (Goharbaran). Iranian Scientific Fisheries Journal. 28(3): 67-76. (In Persian)