# بررسی تغییرات زمانی– مکانی درصد پوشش ماکروجلبک‌ها در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر (آستارا تا بابلسر)

حر ترابی جفرودی[۱]، حسن تقوی[۱*]، محمد رضا رحیمی بشر[۲]، مجید راستا[۳]

* taghavi25@yahoo.com

۱-گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
صندوق پستی : ٤٧٧١-٩٥٤٤٧
۲-گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران، صندوق پستی : ١٦١٦
۳- گروه شیلات ،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،، گرگان،ایران صندوق پستی: ۱۵۷۳۹-٤۹۱۳۸

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹٤

## چکیده

مهمترین تولیدکنندگان اولیه سواحل صخره‌ای ماکروجلبک‌ها هستند. تحقیق حاضر به بررسی تغییرات زمان- مکانی، تعیین درصد پوشش و تاثیر عوامل غیرزیستی بر ماکروجلبک‌ها در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر پرداخته است. ۱۰ ایستگاه نمونه‌برداری درسواحل سنگی طبیعی و مصنوعی از آستارا تا بابلسر انتخاب و درطول یکسال هر ۲ ماه یکبار از شهریور ۹۲ تا تیر ۹۳ توسط کوادرات ۵۰cm×۵۰cm به صورت تصادفی مورد نمونه‌برداری قرار گرفتند. ماکروجلبک‌های اپی‌بنتیک شامل دو جنس *Cladophora* و *Entromorpha* ازگروه جلبک‌های سبز و یک جنس به نام *Laurencia* از جلبک‌های قرمز می‌باشند. میانگین (± انحراف معیار) دمای آب ۱۶/۴۸±۴/۹۱ درجه سانتی‌گراد، شوری۹/۸۳±۳/۲۳ قسمت در هزار، pH ۸/۲۷±۰/۱۹، اکسیژن محلول ۱۰/۱۸±۹/۸۹ میلی‌گرم بر لیتر و قابلیت رسانای آب ۰/۳۳±۱۶/۵۲ درثانیه انداز گیری شد. طبق نتایج حاصله بیشترین پوشش جلبکی مربوط به ماه شهریور (۷۰/۵۰ درصد) وکمترین مربوط به دیماه (۲۱/۵۰ درصد) می باشد و نتایج آزمون One-way ANOVA نشان داد که میانگین پوشش جلبکی در ماههای مختلف سال دارای اختلاف معنی داری است ($p<۰/۰۵$). آزمون تشابه زیستگاهی One-way ANOSIM نشان داد، درصد پوشش ایستگاه ها یکنواخت و مشابه هم است. بررسی فاکتورهای محیطی مشخص کرد، دما رابطه اثرگذاری با درصد پوشش ماکروجلبک ها در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر دارد.

**لغات کلیدی :** دریای خزر، سواحل سنگی، ماکروجلبک ها

*نویسنده مسئول

## مقدمه

بزرگترین پهنه بسته آبی جهان با قرارگرفتن در چندین نصف النهار، دریای خزر می باشد که اکوسیستم های متنوعی دارد. فون و فلور دریای خزر شامل گونه هایی با منشاء خزری، قطب شمال، دریای مدیترانه، اقیانوس اطلس و آب شیرین می باشند (Aladin & plotnikov, 2004).گستره تنوع موجودات دریای خزر وسیع و شامل ۷۳۳ گونه و زیر گونه گیاهی و ۱۸۱۴ گونه و زیرگونه جانوری می شود (Kasymov,1982). جلبک های تک سلولی و ماکروجلبک ها بیوتوپ اصلی دریای خزر را تشکیل می دهند. تعداد گیاهان ماکرو فیتوبنتوز در خزر زیاد نیست و شامل ۱۳ گونه جلبک قهوه ای فئوفیتا و ۲۵ گونه جلبک قرمز ردوفیتا می شود. همچنین بعضی گونه های جلبک های سبز مانند *Cladophora* و *Enteromorpha* که کلونی های رشته ای یا اجتماعات پیچیده تری را شکل می دهند قادر به چسبیدن به بستر بوده و به عنوان ماکروفیتوبنتوز در نظر گرفته می شوند (Karpinsky, 2005).

ماکروجلبک ها با توانایی چسبیدن به صخره ها مهمترین تولید کنندگان اکوسیستم های ساحلی هستند(Kang *et al*., 2011) و این سواحل زیستگاه بسیاری از جمعیت های مختلف نرمتنان، دوکفه‌ای‌ها، بارناکل ها، علف های دریایی، جلبک ها و سایرگروه های زیستی با توانایی چسبندگی هستند (Denny & Gains, 2007). همچنین سواحل صخره ای به علت تاثیرمستقیم جریانات ساحلی و امواج، منبع غنی ازمواد غذایی، اکسیژن و رسوبات بوده (Hunt & Scheibling 1996; Robles *et al*.,2001) و مدل بسیار خوبی برای بررسی تغییرات زیستی آبهای ساحلی محسوب می شوند (Harley *et al*., 2006; Helmuth *et al*., 2006). سواحل سنگی به صورت طبیعی و مصنوعی در حوضه جنوبی دریای خزر وجود دارند که سواحل مصنوعی با اهدافی همچون جلوگیری از بالا آمدن سطح آب دریا، ساخت بندرگاه و سایرسازه های مختلف دریایی به وجودآمده اند (Jafari, 2010 ; Pourjomeh,2014).

مقدار پوشش ماکروجلبک ها در اکوسیستم های صخره ای و مصبی به جهت پویایی مواد غذایی و افزایش کیفیت غذا برای جوامع همزیست از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Martins,1999) و برای موجودات کفزی مناطق ساحلی پوشش جلبکی، جان پناه بسیار خوبی جهت بدور ماندن از استرس های فیزیکی دریا محسوب می شود (Fong, 1996) .

مهمترین فاکتورهای موثر بر رشد ماکروجلبک ها شامل دما (Roger, 1994; Lee, 2007)، شوری (Martins, 1999; Taylor, 2001)، pH (Kamer, 2000)، مواد مغذی (Lee, 2007) و نور (Altamirano, 2000) هستند. مطالعات در مورد ماکرو جلبکهای سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر بسیار کم و مرتبط با گزارشات است. بر اساس مطالعات گذشته Pourjmeh (2012) میان جوامع بی مهرگان بسترهای سنگی طبیعی و مصنوعی حوضه جنوبی دریای خزر مشخص شد که *Cladophora* و *Enteromorpha* جنس های غالب ماکروجلبکی در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر هستند و نقش بسزایی در غنای گونه ای سواحل سنگی حوضه جنوبی دارند. هدف از انجام این تحقیق بررسی روند تغییرات زمانی- مکانی بر مقدار پوشش ماکروجلبک ها و تعیین عوامل اثر گذار بر رشد آنها است.

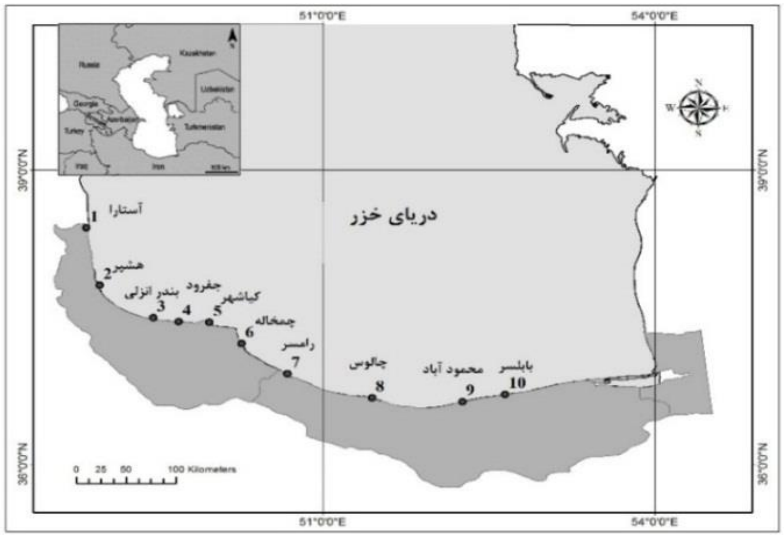
## مواد و روش‌ها

این مطالعه درطول یک سال و به فاصله زمانی هر دو ماه یکبار از شهریور ۹۲ تا تیر ۹۳ انجام شد و در این راستا در طول ساحل حوضه جنوبی دریای خزر از غرب به شرق، ۱۰ ایستگاه (۱: آستارا، ۲: هشپر، ۳: بندرانزلی، ۴: جفرود، ۵: کیاشهر، ۶: چمخاله، ۷: رامسر، ۸: چالوس، ۹: محمود آباد، ۱۰: بابلسر) بر اساس وجود سواحل سنگی انتخاب شد. جدول۱ موقعیت جغرافیایی هر یک از ایستگاه ها را نشان می دهد. ایستگاه ها با توجه به تفاوتهای مکانی انتخاب شده اند و دارای شرایط اکولوژیک متفاوت هستند. به طور مثال ایستگاه ۳ در کنار تالاب انزلی متاثر از ورودی تالاب بوده و ایستگاه ۴ در منطقه حسن رود در فاصله ای دورتر که اثر گذاری ورودی های تالاب کمتر می باشد و در ساحلی کاملا متاثر از شوری دریا قرار داشته است. ایستگاه ۵ در شهرستان کیاشهر و در نزدیکی منطقه حفاظت شده بوجاق قرار گرفته و محل نمونه برداری تحت

تاثیر ورودی آب شیرین این پارک به دریا می باشد. همچنین ایستگاه ۶ نیز در کنار رودخانه و در منطقه چمخاله گیلان بوده است. در بین زیستگاه های شرقی، ایستگاه ۹ تحت تاثیر شوری دریا و اثرات تولیدات اولیه رودخانه ای در سواحل شهرستان محمود آباد قرار داشت و سایر زیستگاه ها نیز دارای شرایط متفاوت با یکدیگر بودند (شکل۱، جدول۱).

**جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ۱۰ ایستگاه نمونه برداری درطول سواحل حوضه جنوبی دریای خزر**

| مناطق نمونه برداری | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی |
|---|---|---|
| **۱-آستارا** | ″۹۰۹، ′۴۸، °۵۵ | ″۹۸۶، ′۳۸، °۲۴ |
| **۲-هشپر(حویق)** | ″۶۳۹، ′۴۸، °۵۷ | ″۶۳۲، ′۳۸، °۱۰ |
| **۳-بندر انزلی** | ″۵۱، ′۴۹، °۲۹ | ″ ۲۲۳،′۳۷، °۲۹ |
| **۴- جفرود** | ″۱۰۳، ′۴۹، °۲۹ | ″ ۲۴۳،′۳۷، °۲۹ |
| **۵-کیاشهر** | ″۵۲۲، ′۴۹، °۵۵ | ″۲۷۳، ′۳۷، °۲۹ |
| **۶-چمخاله** | ″۶۱۹، ′۵۰، °۱۳ | ″۶۹۷، ′۲۷، °۲۳ |
| **۷-رامسر** | ″۹۷۰، ′۵۰، °۲۹ | ″۱۶۹، ′۳۷، °۲۳ |
| **۸-چالوس** | ″۸۰۸، ′۵۱، °۲۹ | ″۴۹۶، ′۳۶، °۴۰ |
| **۹-محمود آباد** | ″۷۶۰، ′۵۱، °۵۵ | ″۸۵۰، ′۳۶، °۳۴ |
| **۱۰-بابلسر** | ″۹۷۳، ′۵۲، °۳۸ | ″۹۹۳، ′۳۶، °۴۳ |




**شکل ۱: زیستگاهای مورد مطالعه قرار گرفته در سواحل سنگی حوزه جنوبی دریای خزر**

پس از شناسایی جنس های مختلف، درصد پوشش ماکروجلبک‌ها به کمک کوادرات ۵۰ cm×۵۰ cm و با سه تکرار در فواصل معین از نوار ساحلی بسترهای سنگی هر ایستگاه به صورت چشمی برآورد و عدد نهایی به صورت میانگین تکرارها در هر ایستگاه گزارش گردید ( Prathep, 2005) و سپس به کمک کاردک بخش هایی از ماکروجلبک های هر کوادرات از بسترهای سنگی سواحل جدا و توسط فرمالین ۴ درصد فیکس و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه پس از شستشو، نمونه های کفزیان جداسازی و با استفاده از کلید های معتبرشناسایی شدند( McCafferty, 1981; Birshtein, 1986; Clifford, 1991). فاکتورهای محیطی شامل دما، شوری، اکسیژن محلول، قابلیت رسانایی، pH و دانسیته آب با دقت ۰/۰۱ توسط دستگاه مولتی متر[۱] و شوری سنج چشمی[۲] اندازه گیری شدند.

در تجزیه و تحلیل آماری ابتدا نرمال بودن داده ها توسط آزمون ازمون کرمولف اسمیرنف با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن۲۱ مورد بررسی و درصورت نرمال نبودن برای درصد پوشش جلبکی از روش انتقال Arsin و برای فاکتورهای محیطی از روش log10 استفاده گردید. سپس میانگین های درصد پوشش جلبکی و فاکتورهای محیطی در مکان ها و زمان های مختلف سال با استفاده از آزمون آنوا یک طرفه مقایسه شدند. در ادامه برای تشخیص تشابهات زیستگاهی پس از گروه بندی ایستگاه های ۱۰ گانه، واریانس ها با استفاده از نرم افزارPAST و آزمون One way ANOSIM مقایسه شدند. این آزمون سعی دارد، تفاوت سطح معنی دار بودن واریانس ها را با حدود اطمینان بالاتری طبق معادله $R = \frac{rb-rw}{N(N-1)/4}$ گزارش کند. در مقایسه با آزمون انوا این تست فاصله بین گروه ها را با فاصله درون گروهی تعیین می کند و در این معادله $r_b$ میانگین رسته طبقه بندی شده بین همه گروه ها و $r_w$ میانگین رسته طبقه بندی شده درونی همه گروه ها می باشد. اگر R، به اندازه کافی بزرگ و مثبت (نزدیک به ۱) باشد اشاره به غیر همگنی بین گروه ها دارد (۰/۰۵ >p) (Clarke, 1993). برای درک بهتر اثرگذاری همزمان عوامل محیطی و مولفه های جمعیتی از آزمون افزونگی (RDA) توسط نرم افزار Canoco for window 4.5 استفاده گردید و با استفاده از آزمون مدل گرادیان(شیب) تراکم گونه ها، مدل مناسبی از فراوانی پوشش جلبکی در دما و شوری های مختلف به صورت نمودار ترسیم گردید. این آزمون ها نیز با کمک نرم افزارPAST انجام شدند.

## نتایج

براساس نتایج حاصل از فاکتورهای محیطی اندازه گیری شده در ایستگاه های ده گانه مشخص شد که میانگین و انحراف معیار سالیانه دمای آب (°C) ۴/۹۱±۱۶/۴۸، شوری آب (‰) ۳/۳۵±۹/۸۷، pH ۰/۱۹±۸/۲۷، قابلیت رسانایی آب (ms/cm) ۱/۳۸±۱۶/۵۱ و اکسیژن محلول (mg/l) ۱۰/۱۴±۹/۸۶ بوده است. در بین ایستگاه های مختلف، بیشترین شوری سالیانه مربوط به ایستگاه ۴ (جفرود) با شوری ۰/۴۰±۱۲/۸۳ و کمترین مربوط به ایستگاه ۶ با شوری ۱/۰۳±۴/۶۷ (چمخاله) بوده است. در بین فاکتورهای محیطی، فقط شوری در ایستگاه های مختلف دارای اختلاف معنی دار بود (p<۰/۰۵) و سایر عوامل اختلاف معنی داری نداشتند. زوج های معنی دار در آزمون توکی به صورت a وb در جدول ۲ مشخص شده اند.

[۱] Multi 340/SETi .

[۲] MT-110 .

**جدول ۲: میانگن(± انحراف معیار) سالیانه فاکتور های محیطی(۳۰۰ نمونه) اندازه گیری شده درسواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر.**

| ایستگاه | دمای آب($C^o$) | اکسیژن محلول(mg/l) | | شوری(‰) | pH | قابلیت رسانایی آب(ms/cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۶/۳۳±۶/۱۸۶ | ۸/۵۰±۰/۶۱۲ | a | ۱۰/۶۷±۱/۵۰۶ | ۸/۱۹±۰/۱۸۲ | ۱۶/۵۵±۲/۳۰۱ |
| ۲ | ۱۶/۳۳±۶/۲۵۰ | ۸/۵۰±۰/۶۵۴ | a | ۱۰/۸۳±۱/۹۴۱ | ۸/۴۱±۰/۱۴۳ | ۱۶/۱۳±۰/۶۰۲ |
| ۳ | ۱۶/۵۰±۵/۰۵۰ | ۸/۳۵±۰/۷۰۷ | a | ۱۱/۸۳±۱/۶۰۲ | ۸/۲۱±۰/۰۵۴ | ۱۷/۴۷±۰/۵۶۶ |
| ۴ | ۱۷/۵۰±۵/۲۴۴ | ۸/۲۲±۰/۰۸۰ | a | ۱۲/۸۳±۰/۴۰۸ | ۸/۲۳±۰/۰۹۲ | ۱۶/۹۶±۰/۵۷۰ |
| ۵ | ۱۵/۵۰±۴/۳۲۴ | ۸/۵۸±۰/۵۷۸ | b | ۷/۵۰±۲/۰۷۲ | ۸/۳۸±۰/۲۸۱ | ۱۶/۷۷±۰/۵۶۳ |
| ۶ | ۱۵/۵۰±۴/۷۶۴ | ۸/۴۵±۰/۶۷۰ | b | ۴/۶۷±۱/۰۳۳ | ۸/۱۹±۰/۲۰۶ | ۱۶/۹۴±۰/۵۸۱ |
| ۷ | ۱۶/۳۳±۵/۴۲۸ | ۸/۵۸±۰/۸۲۷ | a | ۱۲/۸۳±۰/۴۰۸ | ۸/۲۵±۰/۱۹۶ | ۱۶/۵۸±۰/۶۷۴ |
| ۸ | ۱۶/۸۳±۵/۱۱۵ | ۸/۷۱±۰/۷۹۴ | a | ۱۲/۶۷±۰/۵۱۶ | ۸/۳۶±۰/۱۲۰ | ۱۶/۹۹±۰/۵۴۷ |
| ۹ | ۱۶/۵۰±۵/۰۸۹ | ۸/۷۳±۰/۸۲۶ | a | ۸/۵۰±۲/۹۵۰ | ۸/۱۳±۰/۱۸۵ | ۱۶/۷۳±۰/۵۵۱ |
| ۱۰ | ۱۷/۵۰±۵/۱۲۸ | ۹/۴۹±۰/۹۸۹ | b | ۶/۰۰±۲/۰۰۰ | ۸/۳۱±۰/۳۱۳ | ۱۷/۰۶±۰/۴۲۳ |
| کل منطقه | ۱۶/۴۸±۴/۹۱۱ | ۹/۸۹±۱۰/۱۸۴ | | ۹/۸۳±۳/۲۳۷ | ۸/۲۷±۰/۱۹۷ | ۱۶/۵۲±۰/۳۳۹ |

a وb نشان دهنده زوج های معنی دار در آزمون توکی هستند.

نتایج حاصل برای فاکتورهای محیطی در ماه های مختلف نشان می دهد که بالاترین تغییرات دما مربوط به ماه شهریور(°C) ۲۳/۶۰±۱/۷۷ بوده است. براساس آزمون One way-ANOVA، دما تنها فاکتوری بود که در ماه های مختلف سال از اختلاف معنی داری برخوردار بوده است (P<۰/۰۵) و سایر عوامل اختلاف معنی داری نداشتند. همچنین زوج های معنی دار در آزمون توکی به صورت a وb در جدول ۳ نمایش داده شده است.

**جدول۳: میانگن(± انحراف معیار) ماهیانه فاکتور های محیطی (۳۰۰ نمونه) اندازه گیری شده درسواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر.۹۳-۱۳۹۲**

| ماه های نمونه برداری | دمای آب($C^o$) | | اکسیژن محلول(mg/l) | شوری(‰) | pH | قابلیت رسانایی آب (ms/cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شهریور | ۲۳/۶۰±۱/۷۷۶ | a | ۹/۱۳±۰/۵۹۳ | ۹/۴۰±۳/۰۶۲ | ۸/۱۸±۰/۲۱۹ | ۱۶/۵۹±۱/۵۳۷ |
| آبان | ۱۳/۷۰±۱/۴۱۸ | b | ۸/۵۹±۰/۴۰۱ | ۱۰/۶۰±۳/۲۷۳ | ۸/۳۵±۰/۱۳۳ | ۱۶/۳۶±۲/۱۱۴ |
| دی | ۱۱٫۲۰±۰/۹۱۹ | b | ۸/۸۰±۰/۳۶۱ | ۹/۵۰±۴/۳۲۷ | ۸/۳۰±۰/۱۹۸ | ۱۷/۱۰±۰/۵۹۵ |
| اسفند | ۱۱/۷۰±۱/۱۶۰ | b | ۹/۳۶±۰/۲۶۴ | ۹/۶۰±۴/۱۴۲ | ۸/۳۰±۰/۲۵۵ | ۱۶/۱۶±۱/۷۴۳ |
| اردیبهشت | ۱۷/۴۰±۰/۹۶۶ | b | ۸/۳۲±۰/۲۸۴ | ۹/۹۰±۲/۴۲۴ | ۸/۲۷±۰/۲۱۷ | ۱۶/۱۵±۰/۶۵۹ |
| تیر | ۲۱/۳۰±۲۱/۳۰ | a | ۸/۹۹±۰/۴۴۸ | ۱۰/۰۰±۲/۴۰۴ | ۸/۲۴±۰/۱۳۶ | ۱۶/۷۵±۰/۵۷۶ |
| کل سال | ۱۶/۴۸±۴/۹۱۱ | | ۹/۸۹±۱۰/۱۸۴ | ۹/۸۳±۳/۲۳۷ | ۸/۲۷±۰/۱۹۷ | ۱۶/۵۲±۰/۳۳۹ |

a وb نشان دهنده زوج های معنی دار در آزمون توکی هستند.

در این مطالعه سه جنس از ماکروجلبکهای اپی بنتیک مشاهده شده که دو جنس *Cladophora* و *Entromorpha* از گروه جلبکهای سبز و یک جنس به نام *Laurencia* از جلبک های قرمز می باشد. نتایج حاصل در طول یک سال نمونه برداری در ایستگاه های مختلف نشان داد که بیشترین پوشش جلبکی مربوط به ایستگاه ۹ (محمودآباد) با میانگین و انحراف معیار ۴۷/۵۰±۲۴/۶۴ درصد و کمترین پوشش جلبکی در ایستگاه ۱ (آستارا) با میانگین و انحراف معیار ۲۸/۳۳±۱۴/۰۲ درصد بوده است. همچنین میانگین و انحراف معیار سالیانه آن در منطقه مورد مطالعه ۳۷/۷۵±۲۱/۲۰ درصد بود (جدول ۴). بر اساس آزمون One-way-ANOVA تفاوت معنی داری در میانگین درصد پوشش جلبکی ایستگاه ها مشاهده نشد ($p<0/05$).

**جدول ۴: میانگین فراوانی (انحراف معیار+)(درصد) پوشش جلبکی در ۱۰ ایستگاه نمونه برداری در طول سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر.**

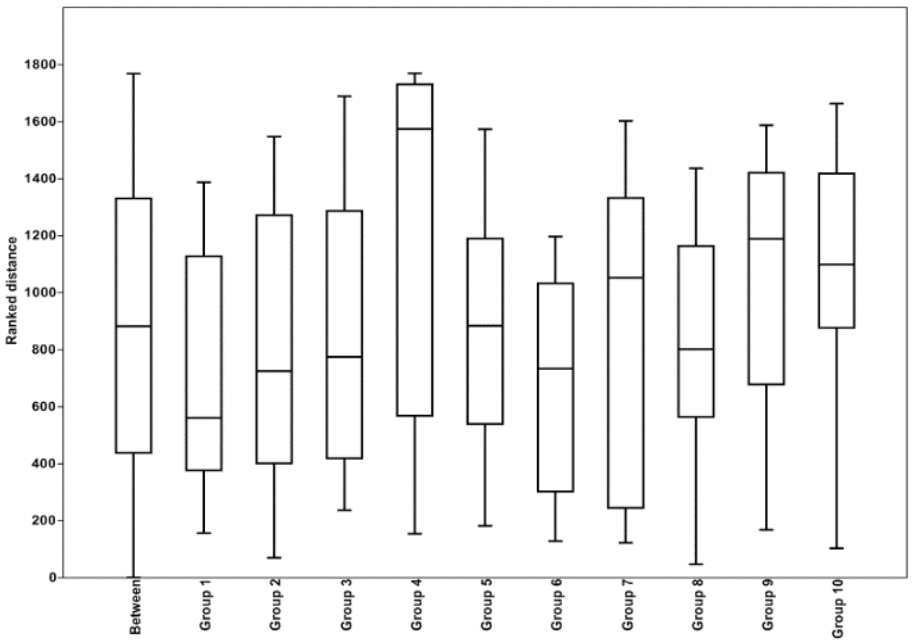
| ایستگاه ها | میانگین | انحراف معیار |
|---|---|---|
| **۱** | ۲۸/۳۳ | ۸/۷۵۵ |
| **۲** | ۳۰/۸۳ | ۱۴/۶۳۴ |
| **۳** | ۳۴/۱۶ | ۱۹/۰۸۳ |
| **۴** | ۴۱/۶۶ | ۲۵/۴۲۹ |
| **۵** | ۳۴/۱۶ | ۱۷/۴۴۰ |
| **۶** | ۳۱/۶۶ | ۱۰/۳۲۷ |
| **۷** | ۴۵/۸۳ | ۱۸/۸۱۹ |
| **۸** | ۴۰/۰۰ | ۱۲/۲۴۷ |
| **۹** | ۴۷/۵۰ | ۱۹/۱۷۰ |
| **۱۰** | ۴۳/۳۳ | ۲۰/۶۵۵ |
| **کل منطقه** | ۳۷/۷۶ | ۱۷/۲۳۲ |

طبق نتایج حاصل بیشترین پوشش جلبکی مربوط به ماه شهریور با ۵۵/۵۰±۱۱/۶۵ درصد و کمترین آن مربوط به ماه اسفند با ۲۱/۵۰±۱۰/۲۸ درصد بود (جدول ۵). میانگین پوشش جلبکی درماه های مختلف سال اختلاف معنی داری داشت ($p< ۰/۰۵$) و آزمون توکی نشان داد که این اختلاف مربوط به ماه های شهریور و تیر با سایر ماه ها بوده است.

**جدول ۵: نمودار فراوانی میانگین (انحراف معیار+) پوشش جلبکی در ماه های مختلف نمونه برداری در طول سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر.**

| ماه های نمونه برداری | میانگین | انحراف معیار |
|---|---|---|
| **شهریور** | ۵۵/۵۰ | ۱۱/۶۵۴ |
| **آبان** | ۵۳/۰۰ | ۱۸/۷۳۷ |
| **دی** | ۳۳/۵۰ | ۱۰/۰۱۳ |
| **اسفند** | ۲۱/۵۰ | ۱۰/۲۸۷ |
| **اردیبهشت** | ۲۲/۵۰ | ۴/۸۵۹ |
| **تیر** | ۴۰/۵۰ | ۶/۴۳۳ |
| **کل سال** | ۳۷/۷۵ | ۱۷/۲۳۲ |

آزمون تشابه زیستگاهی One-way ANOSIM نشان داد که تمام ایستگاه ها به لحاظ درصد پوشش از همگنی مشابهی برخوردار بودند و مقدار R همگنی گروه ها را به لحاظ تشابه تایید کرد. بر این اساس، میانگین درونی رتبه ها ۸۹۸/۷، میانگین بین رتبه ها ۹۱۹/۸، مقدار R برابر با ۰/۰۱۶ – و مقدار P(same) برابر با ۰/۶۳۳۸ بود. باکس پلات ANOSIM با روش تشابه Manhattan نشان داد که روند مشخصی در شرایط زیستگاهی ده گانه وجود دارد و بیشترین تغییرات درون گروهی و بیرون گروهی مربوط به ایستگاه ۴ و ۷ می باشد (شکل۲).



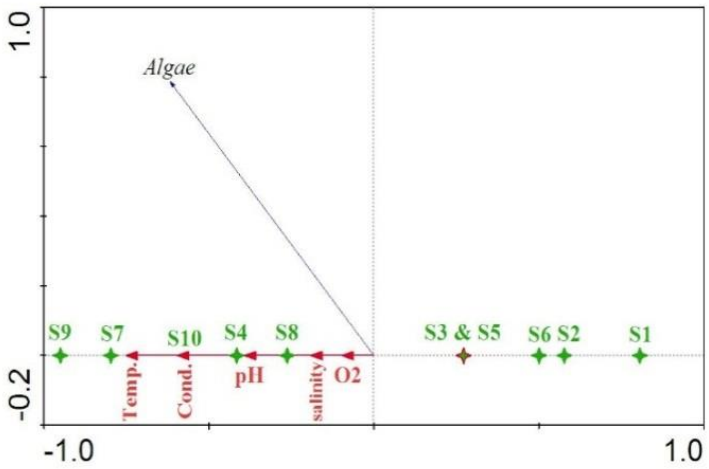

**شکل۲: نمودار باکس پلات ANOSIM با روش تشابه Manhattan نشان می دهد که روند مشخصی در شرایط زیستگاهی و دهگانه وجود داشته و ایستگاه ها دارای تشابه هستند و بیشترین تغییرات درون گروهی و بیرون گروهی مربوط به ایستگاه ۴ و ۷ می باشد.**

در ادامه، هر پنج فاکتور محیطی اندازه‌گیری‌شده در تجزیه و تحلیل‌های آنالیز افزونگی (RDA) مورد آزمون قرار گرفتند. نتایج دسته‌بندی مستقیم آنالیز افزونگی نشان داد که برای توجیه ارتباط فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری‌شده با درصد پوشش و پراکنش جلبک‌ها، محور دوم دارای کارایی بیشتری نسبت به سایر محورهاست، به طوری‌که برای این فاکتورهای محیطی، محور دوم می‌تواند نزدیک به ۶۲ درصد از تغییرات پراکنش پوشش جلبکی را در ارتباط با فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری‌شده توجیه کند (جدول ۶).

**جدول ۶: مقادیر ویژه چهار محور نمودار آنالیز افزونگی برای فاکتورهای محیطی**

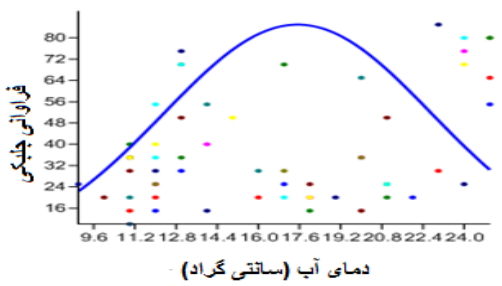
| | محور اول | محور دوم | محور سوم | محور چهارم |
|---|---|---|---|---|
| مقدار ویژه | ۰/۳۸۱ | ۰/۶۱۹ | ۰ | ۰ |

شکل ۳ نشان‌دهنده ارتباط بین پوشش جلبکی و فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری‌شده است. با توجه به اهمیت محور دوم در توجیه ارتباطات، می‌توان گفت کلیه فاکتورهای مورد بررسی همبستگی مثبت با تراکم و پوشش جلبکی نشان دادند. فاکتورهای محیطی اندازه-گیری‌شده در ایستگاه‌های ۴، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ تاثیر مثبت و بیشتری بر پراکنش و پوشش جلبکی داشته‌اند. به گونه‌ای که دما با بیشترین طول محوری، تاثیرگذارترین فاکتور محیطی خصوصا در ایستگاه ۷ به شمار می‌رود و در مقابل، اکسیژن کمترین تاثیر را بر پوشش جلبکی نشان داد. بر اساس شکل، موثرترین فاکتورهای محیطی در ایستگاه‌های ۱۰ و ۴ به ترتیب کنداکتیویتی و pH نشان داده شد. در مقابل، تاثیر متقابل پوشش جلبکی با فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری شده و نیز درصد پوشش جلبک‌ها در ایستگاه-های ۱، ۲، ۳، ۵ و ۶ کمتر از سایر ایستگاه‌ها بود.

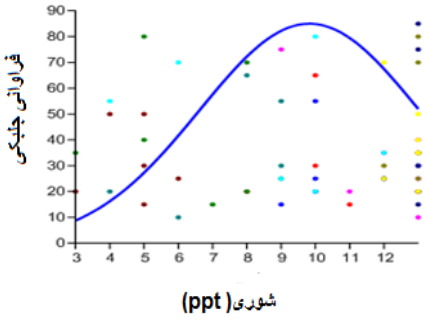



**شکل ۳: نمودار دسته‌بندی حاصل از انالیز افزونگی برای تعیین ارتباط پراکنش ، پوشش جلبکی و فاکتورهای محیطی اندازه‌گیری‌شده . (فاکتورهای محیطی دما: .Temp، کنداکتیویتی: .Cond به حالت مخفف مشخص شده اند).**

از نتایج دیگر این مطالعه، آزمون مدل گرادیان (شیب) تراکم گونه ها بود که مدل مناسبی از فراوانی افراد را به صورت نمودار نشان می دهد. بیشترین فراوانی پوشش جلبکی در بازه دمایی ۲۰-۱۶ درجه سانتگراد (شکل-۴) و شوری ۱۱-۸ قسمت در هزار قرار داشت (شکل ۵ )




**شکل۴: نمودار فراوانی پوشش جلبکی در دما های مختلف سال.**




**شکل ۵: فراوانی پوشش جلبکی در شوری های مختلف اندازه گیری شده.**

در ایستگاه های نمونه برداری شده کفزیانی شامل گونه-های *Amphibalanus improvisus*، *Mytilaster lineatus*، *Chrionomus albidus*، *Nereis diversicolar*، *Pontogammarus maeoticus*، *Cerastoderma lamarci* و *Rhithropanopeus harrisii tridentatus* و همچنین خانواده های *Pyrgulidae*، *Naididae*، *Scyomyzidae* و *Simuliidae* و تخم آبزیان دیگر از جمله ماهیان شناسایی شدند.

## بحث

مطالعه حاضر نشان داد درصد پوشش جلبکی در ایستگاه های دهگانه یکنواخت بوده و تفاوت های مکانی معنی داری در بین ایستگاه ها وجود ندارد و سواحل سنگی انتخابی حوضه جنوبی دریای خزر به لحاظ درصد پوشش ماکروجلبک دارای تشابهات زیستگاهی هستند. با این حال، فراوانی درصد پوشش ایستگاه های شرقی کمی بیشتر از ایستگاه های غربی است که یکی از دلایل آن نوع میزان مواجهه با امواج و جهت جغرافیایی ایستگاه های شرقی است، زیرا سواحل سنگی در ایستگاه های غربی ضمن مصنوعی بودن، مرتبط به سازه ها و اسکله های بنادر می باشند و به صورت عمود در دریا احداث شده اند. در حالی که ساختار سواحل سنگی ایستگاه های شرقی مماس با خط ساحل بوده و برای اهدافی همچون پیشگیری از جلو آمدن آب دریا ایجاد شده اند و بالطبع تحت تاثیر همه جانبه آب دریا و اثرات مربوطه هستند. این دو عامل طبق مطالعات قبلی Pourjmeh (2012) نیز از عوامل اثرگذار بر روی غنای گونه ای جوامع کفزی و ماکروجلبک ها در سواحل سنگی حوضه شرقی دریای خزر بوده اند.

بررسی ماه های نمونه برداری مشخص کرد به لحاظ درصد پوشش در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر اختلاف معنی داری وجود دارد. می توان استنباط کرد علت اصلی این اختلاف در رابطه با فاکتور محیطی دمای آب باشد. در این راستا آزمون RDA همبستگی مثبت دمای آب و پوشش جلبکی را در ایستگاه های مختلف در طول یک سال نمونه برداری نشان داد. در تحقیقات Lee(2007) عنوان شده که تغییرات فصلی و افزایش دمای آب بر فراوانی و نرخ فتوسنتز علف ها و ماکروجلبک های دریایی اثرگذار می‌باشد به طوریکه میانگین دمایی پراکنش جهانی آنها ۲۶-۱۱/۵ درجه سانتی گراد عنوان گردیده است. در بررسی حاضر نیز نیز بیشترین فراوانی جلبکی در دمای ۲۰-۱۶ درجه سانتی گراد ثبت گردید و بالاترین درصد پوشش مربوط به ماه شهریور با میانگین و انحراف معیار دمایی ۱/۷۷±۲۳/۶۰ بود که با دامنه تغییرات دمایی آن در پراکنش جهانی نزدیکی و همخوانی دارد.

در تحقیق حاضر با توجه به اینکه در نزدیکی برخی از ایستگاه ها رودخانه وجود داشته، نوسانات شوری در آنها دیده شده است. اما نتایج تغییرات مکانی شوری و درصد پوشش ماکروجلبک ها در طول یک سال نشان داد که تغییرات شوری در ایستگاه های مختلف عامل محدود کننده پوشش جلبکی نبوده و دامنه تغییرات شوری اندازه گیری شده در این مطالعه برای فراوانی پوشش جلبکی در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر مناسب است. بر اساس مطالعات Taylor (2001) ماکروجلبک‌ها و جنس های *Enteromorpha* و *Cladophora* توانایی رشد مساعد در نوسانات شوری و دمایی را دارند که با تحقیق حاضر مطابقت و همخوانی دارد.

در این تحقیق میانگین و انحراف معیار تغییرات pH در سواحل ۰/۱۹±۸/۲۷ تعیین گردید که اثر چندانی بر درصد پوشش ماکروجلبک ها نداشته است. البته مقادیر بدست آمده گویای عدم تغییرات محسوس فاکتور مربوطه در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر در طول یک سال نمونه برداری نیز می باشد. مساعد بودن این دامنه از تغییرات pH برای رشد ماکروجلبک ها با مطالعات Dromgoole(1978) و Mene´ndez (2001) که می گویند تغییرات pH در دامنه ۷/۹ تا ۸/۲ در سواحل و دریاهای بسته نمی تواند عاملی منفی در رشد ماکروجلبک ها باشد مطابقت دارد.

تحقیقات Kraufvelin (2004) مشخص کرد که افزایش رشد جلبکی جنس *Caladophora* تاثیر به

سزایی در فراوانی و غنای گونه ای بی مهرگان کفزی در سواحل صخره ای دریای بالتیک دارد و جنس *Caladophora* توانایی زیادی در جذب بی مهرگان کفزی در تمام طول سال دارد. همچنین تحقیقات Lippert(2001) اشاره به جان پناه بودن ماکرو جلبک ها برای کفزیان دارد. اگرچه تحقیق حاضر به بررسی همه جانبه ماکروبنتوزها در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر نپرداخته است، اما مشاهده شد این سواحل و گونه های جلبکی نام برده شده جان پناه و زیستگاه مناسبی برای بی مهرگان کفزی به خصوص گونه های چسبنده مانند بارناکل‌ها، دوکفه ای ها و سایر کفزیان که در سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر مورد شناسایی قرار گرفته اند می‌باشند، که بررسی همه جانبه این موضوع نیاز به مطالعات جامع تر دارد.

## تشکر و قدردانی

تشکر و قدردانی فراوان از اکرم تهرانی فرد، علی نیا، شهریار تقی پور و مرتضی فرشچی به جهت همکاری در انجام این تحقیق را داریم.

## منابع

**Aladin, N. and Plotnikov, I., 2004**. The Caspian Sea. Lake Basin Management Initiative. 29p.

**Altamirano, M., Flores-Moya, A., Conde, F. and Figueroa, F.L., 2000**. Growth seasonality, photosynthetic pigments, and carbon and nitrogen content in relation to environmental factors: a field study of *Ulva olivascens* (Ulvales, Chlorophyta). *Phycologia*, 39(1): 50-58.

**Birshtein, Y.A., Vinogradov, LG., Kondanov, N.N., Stakhova, T.W. and Romanova, N., 1968**. An atlas on Caspian Sea invertebrates. Translated to Persian by L. Delina and F. Nazari in 1998. Iranian Fisheries Research Organization Publication, Tehran, Iran. 850p.

**Clarke, K.R., 1993.** Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Australian Journal of Ecology, 18: 117-143.

**Clifford, H.F., 1991.** Aquatic invertebrates of Alberta: An illustrated guide. University of Alberta, Canada. 551p.

**Denny, M.W. and Gaines, S.D., 2007.** Encyclopedia of tide pools and rocky shores. University of California Press, 739 p.

**Dromgoole, F.I., 1978**. The effect of pH and inorganic carbon on photosynthesis and dark respiration of *Carpophyllum* (Fucales, Phaeophyceae). Aquat. Bot. 4: 11–22.

**Fong, P., Boyer, K.E., Desmond, J.S. and Zedler, J.B., 1996**. Salinity stress, nitrogen competition, and facilitation: what controls seasonal succession of two opportunistic green macro algae?. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 206(1): 203-221.

**Harley, C.D. Randall Hughes, A. and Hultgren K.M., Miner, B.G., Sorte, C.J., Thornber, C.S., Rodriguez, L.F., Tomanek, L. and Williams, S.L., 2006**. The impacts of climate change in coastal marine systems, Ecology letters, 9: 22.

**Helmuth, B., Mieszkowska, N., Moore, P. and Hawkins, S.J., 2006**. Living on the edge of two changing worlds: forecasting the responses of rocky intertidal ecosystems to climate change. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. pp. 373- 404.

**Hunt, H.L. and Scheibling, R.E., 1966.** Physical and biological factors influencing mussel (*Mytilus trossulus, M edulis*) settlement on a wave exposed rocky shore. Mar EcolProgSer, 142: 135–145.

**Jafari, N., 2010.** Review of pollution sources and controls in Caspian Sea region**.** Journal of Ecology and the Natural Environment, 2(2): 025-029.

**Kamer, K. and Fong, P., 2000.** A fluctuating salinity regime mitigates the negative effects of reduced salinity on the estuarine macroalga, *Enteromorpha intestinalis*, (L.) link. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 254(1): 53-69.

**Kang, J.C., Choi, H.G. and Kim, M.S., 2011.** Macro algal species composition and seasonal variation in biomass on Udo, Jeju Island, Korea. Algae, 26(4): 333-342.

**Karpinsky, G.M., Shiganova, T.A. and Katunin, D.N., 2005**. Introduced species in: The Caspian Sea environment, Kostianoy, A.G. and A.N. Kosarey ( Eds.). Springer, pp. 175-191.

**Kasymov, A.G., 1982**. The role of Azov–Black Sea invaders in the Productivity of the Caspian Sea benthos. Internationale Revue der gesamtenHydrobiologie, 67: 533-541.

**Kraufvelin, P. and Salovius, S., 2004.** Animal diversity in Baltic rocky shore macroalgae: can (*Cladopphora glomerata*) compensate for lost (*Fucus vesiculosus)*?. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 61(2): 369-378.

**Lee, K.S., Park, S.R. and Kim, Y.K., 2007.** Effects of irradiance, temperature, and nutrients on growth dynamics of seagrasses: a review. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 350(1): 144-175.

**Lippert, H., Iken, K., Rachor, E. and Wiencke, C., 2001.** Macrofauna associated with macroalgae in the Kongsfjord (Spitsbergen). Polar Biology, 24(7): 512-522.

**Martins, I., Oliveira, J.M., Flindt, M.R. and Marques, J.C., 1999**. The effect of salinity on the growth rate of the macroalgae , *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophyta) in the Mondego estuary (west Portugal). Acta Oecologica, 20(4): 259-265.

**McCafferty, W.P., 1981.** Aquatic entomology: The fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relations. Boston, London: Jones and Bartlett Publishers, 448p.

**Menéndez, M., Martínez, M. and Comín, F. A., 2001.** A comparative study of the effect of pH and inorganic carbon resources on the photosynthesis of three floating macro algae species of a Mediterranean coastal lagoon. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 256(1): 123-136.

**Prathep, A., 2005.** Spatial and temporal variations in diversity and percentage cover of macroalgae at Sirinart Marine National Park, Phuket Province, Thailand. Sci Asia, 31, 225-233.

**Pourjomeh, F., Shokri, M.R. and Kiabi, B., 2014.** Do cement boulders mimic natural boulders for macro-invertebrates in the Southern Caspian Sea? Turkish Journal of

in regimes of hydrodynamic stress. Oecologia, 128: 142-152.

**Taylor, R., Fletcher, R.L. and Raven, J.A., 2001**. Preliminary studies on the growth of selected 'green tide'algae in laboratory culture: effects of irradiance, temperature, salinity and nutrients on growth rate. Botanica Marina, 44(4): 327-336.

Fisheries and Aquatic Sciences: 14: 155-164.

**Roger, N.R., 1994.** Environmental analyses. John Wiley and Sons, Inc. New York, USA. 263p.

**Robles, C.D., Alvarado, M.A. and Desharnais, R.A., 2001**. The shifting balance of littoral predator-prey interaction