

تأثیر جنس بدنه و نوع رنگ ضد چسبندگی شناورها بر نشست ماکرو جلبک‌ها و دوکفه‌ای

Mytilaster lineatus در ناحیه جنوبی دریای خزر

چکیده

یکی از مشکلات زیستی دریای خزر هجوم گونه‌های بیگانه چسبنده و حضور گونه‌های دارای خاصیت چسبندگی زیستی می‌باشد که مشکلاتی را برای تأسیسات دریایی و شناورها ایجاد می‌کنند. هدف این مطالعه بررسی اثر جنس بدنه و نوع رنگ ضد چسبندگی شناورها بر نشست ماکرو جلبک‌ها و صدف دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* و انتخاب بهترین جنس بدنه و رنگ ضد چسبندگی بود. در مجموع، دو جنس بدنه (فایبرگلاس و فولاد) و ۷ نوع رنگ ضد چسبندگی (فاقد رنگ، رنگ‌های پامچال، روناس، رنگین‌زره، اسکله، باژاک و همپل) در ۱۴ تیمار در ۳ تکرار، در ساحل چابکسر در سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰ انتخاب گردید. پس از نصب صفحات، عوامل فیزیکی شیمیایی آب (دما، شوری و pH) طی دوره و شاخص‌های مورد نظر شامل تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد در انتهای دوره اندازه‌گیری شد. نتایج بررسی رنگ‌های مختلف نشان داد حضور جلبک‌ها در صفحات فایبرگلاس و فولاد دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) و حضور دوکفه‌ای در صفحات فایبرگلاس بدون اختلاف معنی‌دار ($P > 0.05$) و در صفحات فولاد دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) در بیشتر شاخص‌ها بود. همچنین، نتایج بررسی صفحات مختلف نشان داد حضور جلبک‌ها در تیمار شاهد، پامچال، روناس، رنگین‌زره، اسکله و باژاک بدون اختلاف معنی‌دار ($P > 0.05$) و در همپل دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) در بیشتر شاخص‌ها بود و حضور دوکفه‌ای در تیمار شاهد، روناس و همپل دارای اختلاف معنی‌دار و در پامچال، رنگین‌زره، اسکله و باژاک بدون اختلاف معنی‌دار در بیشتر شاخص‌ها بود. بیشترین مقدار حضور جلبک و ماسل در تیمار شاهد صفحات مختلف بود. به‌طور کلی، در صفحات فایبرگلاس، رنگ‌ها مانع از نشست جلبک‌ها و دوکفه‌ای شده و تنها در تیمار شاهد مقداری جلبک وجود داشت. احتمالاً مواد بازدارنده رنگ‌ها مانع از نشست شد. در صفحات فولاد نیز، جلبک‌ها و دوکفه‌ای در تیمار شاهد مشهودتر بودند که احتمالاً رنگ تیره تیمار شاهد و عدم استعمال رنگ سبب نشست بیشتر شد. این اثرگذاری می‌تواند متأثر از مواد شیمیایی رنگ‌ها باشد. در صفحات مختلف نیز، مقدار نشست جلبک‌ها و دوکفه‌ای در صفحات فولادی بیشتر بود که می‌تواند به علت وجود سختی و میکرو بافت‌ها باشد. در نتیجه، استفاده از جنس فایبرگلاس و رنگ‌های ضد نشست جهت کاربرد در بدنه شناورها توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: چسبندگی زیستی، جنس بدنه، رنگ ضد چسبندگی، شناورهای دریایی، ماکرو جلبک‌ها و دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus*.

مقدمه

چسبندگی زیستی به چسبیدن موجودات زنده در معرض آب اطلاق می‌شود (Pati and Rao, 2015) که در آن میکروارگانیسم‌ها با ترشح موادی پلیمری می‌توانند سبب افزایش لانه‌گزینی جوامع چسبنده درشت یا ممانعت از آن شوند (Dobretsov et al., 2006). در این میان، بارناکل‌ها،

حامد قلی‌پور^۱محمد رضا رحیمی‌بشر^{۲*}

۱. کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، شعبه لاهیجان،

دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۲. استادیار گروه بیولوژی دریا، شعبه لاهیجان، دانشگاه

آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

*مسئول مکاتبات:

rahimibashar@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۸

این مقاله پژوهشی و برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی

ارشد است.

اسفنج‌ها، خزه‌شکلان، کرم‌های پرتار، دوکفه‌ای‌ها، براپوزوا و جلبک‌ها جزء مهم‌ترین موجودات چسبنده زیستی درشت هستند (Shan et al., 2011). چسبندگی زیستی سبب کاهش سرعت قایق‌ها و کشتی‌ها، انسداد شبکه‌های آبی‌پروری و مبدل‌های حرارتی، افزایش خوردگی، مصرف بالاتر سوخت و افزایش تولید CO₂ توسط کشتی‌ها می‌شود (Dobretsov et al., 2006; Sievers et al., 2014); بنابراین، کنترل و پیشگیری از رشد موجودات چسبنده در محیط‌های صنعتی نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از اتلاف زمان خواهد داشت (Munger, 1984).

مکان لانه‌گزینی در موجودات دریایی کف‌زی می‌تواند متأثر از فاکتورهای زیستی و غیر زیستی فراوانی باشد که در این میان جهت‌گیری سطح و ویژگی‌های بستر مانند جنس، رنگ و ساختار از جمله عوامل مؤثر بر نشست اشکال لاروی کف‌زیان هستند (Lin and Shao, 2002; Su et al., 2007).

دو گونه مهاجم بارناکل *Amphibalanus improvisus* و دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* به همراه ماکرو جلبک‌ها بیشترین نقش را در ساختار کف‌زیان سواحل سنگی حوضه جنوبی دریای خزر دارند (Pourjomeh et al., 2014). این دوکفه‌ای گونه‌ای فیلتر کننده بوده و توانایی زیست در زمان کمبود اکسیژن تا شرایط بی‌هوازی را داشته و می‌تواند به مدت ۲ هفته در دمای ۲۴-۲۰ سانتی‌گراد بدون حضور آب زنده بماند. این گونه دارای پراکنش بالایی در منطقه غربی خزر شمالی می‌باشد که علت آن مواد غذایی بالای این منطقه است (Malinovskaya and Zinchenko, 2010). ماکرو جلبک‌ها مهم‌ترین تولیدکنندگان اکوسیستم‌های ساحلی هستند (Kang et al., 2011). ماکرو جلبک‌ها و جلبک‌های تک‌سلولی اصلی‌ترین بیوتوپ دریای خزر را تشکیل داده و جلبک‌های سبزی نظیر *Cladophora* و *Entromorpha* اجتماعات پیچیده‌ای را به‌عنوان ماکروفیتوبنتوز تشکیل می‌دهند (Karpinsky et al., 2005).

با توجه به مطالعات انجام‌شده درباره تأثیر بستر و ویژگی‌های آن بر نشست موجودات چسبنده، درک نقش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر مصنوعی در لانه‌گزینی جوامع چسبنده از لحاظ بهینه‌سازی عملکرد پوشش‌ها برای کاهش چسبندگی زیستی امری بنیادی می‌باشد (Callow and Callow, 2000). تنوع در ساختار جامعه و ترکیب گونه ممکن است ناشی از وجود عوامل متعددی باشد که بین بسترهای طبیعی و انسان‌ساخت متغیر می‌باشد که این تفاوت جوامع در ساختارهای انسان‌ساخت آشکارتر می‌باشد (Simkanin et al., 2012). چاله‌ها، فرورفتگی‌ها و شکاف‌های موجود روی بستر بر حرکت آب و در نتیجه، نشست لاروها تأثیر می‌گذارد (Abelson and Denny, 1997). همچنین، رنگ و ترکیب شیمیایی بستر به‌عنوان عاملی مؤثر بر لانه‌گزینی شناخته‌شده است (Satheesh and wesley, 2010). آگاهی از تأثیر رنگ بستر در تشکیل جوامع چسبنده زیستی به‌منظور توسعه پوشش‌های ضد چسبندگی و حفاظت از سازه‌های صنعتی در آب دریا بسیار مهم می‌باشد (Dobretsov et al., 2013).

نوع مواد استفاده‌شده در شناورها دارای اهمیت زیادی بوده و برخی از قطعات مورد استفاده درون آب فاقد رنگ بوده (مانند پروانه‌ها و جک‌ها) و مقدار نشست روی این قطعات با توجه به جنس آن‌ها متفاوت است. امروزه، پلاستیک و فایبرگلاس در صنایع دریایی بسیار پرکاربرد است. بنابراین، نوع جنس پلاستیک یا فایبرگلاس در تعیین مقدار نشست مؤثر است (مشرف‌جوادی، ۱۳۸۶). در ایران انواع آلیاژهای آلومینیوم، فولاد دریایی و فایبرگلاس در ساخت کشتی و شناور استفاده می‌شود. نوع رنگ ضدخزه نیز تعیین‌کننده میزان نشست موجودات چسبنده بوده (مشرف‌جوادی، ۱۳۸۶) و انواع رنگ‌های دریایی شرکت رنگین‌زهر، باژاک، پامچال، روناس، همپل و پارس پامچال به‌عنوان رنگ ضد چسبندگی در ایران استفاده می‌شود. استفاده از این رنگ‌ها متأثر از نوع و فعالیت شناور، سرعت شناور، دفعات رفتن آن به حوضچه خشک، مدت‌زمان عدم فعالیت شناور و نظر شرکت تولیدکننده است (AFS, 2009).

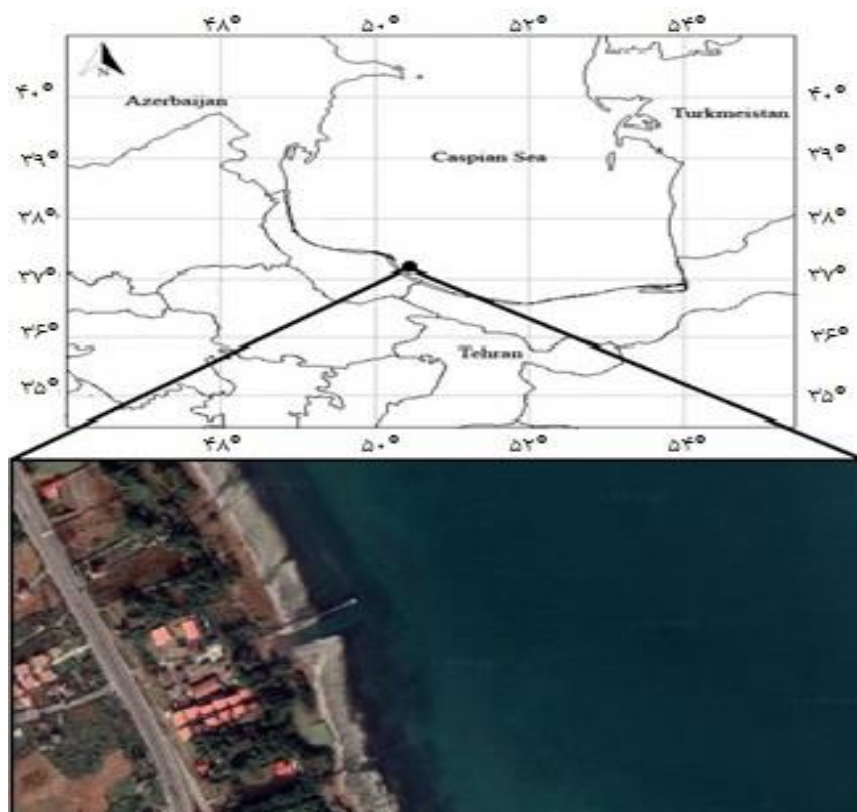
مطالعات مختلفی روی تأثیر بستر بر چسبندگی زیستی انجام‌شده که از آن جمله مطالعه گلی‌نیا و نصرالهی (۱۳۹۶) روی اثر سطح بستر بر جوامع چسبنده زیستی سواحل جنوب غربی دریای خزر، Berntsson و همکاران (۲۰۰۰) روی نشست بارناکل بر میکرو صفحات، Lin و Shao (۲۰۰۲)

روی گسترش جوامع چسبنده مناطق تحت کشندی بر ساختارهای مصنوعی در بندر کیلونگ در شمال تایوان و Carve و همکاران (۲۰۱۹) روی اثرات بافت سطوح و خصوصیات مرتبط در چسبندگی زیستی موجودات دریایی می‌باشد که همگی بر تأثیر رنگ و نوع بستر روی نشست موجودات کف زی اشاره کرده‌اند.

با توجه به این که تاکنون مطالعه جامعی روی نشست جوامع چسبنده بر بدنه شناورها در ایران انجام نشده است، مطالعه حاضر می‌تواند به ارزیابی آسیب‌های حاصل از نشست جوامع چسبنده روی شناورهای دریایی و کشتی‌ها کمک شایانی کند؛ بنابراین، در مطالعه حاضر بدنه شناورهای دریایی از نظر چسبندگی ماکرو جلبک‌ها و دوکفه‌ای مورد بررسی قرار گرفت و فرض بر این است که صفحات سخت‌تر و رنگ‌های تیره باعث جذب بیشتر موجودات چسبنده شوند. به‌طور کلی، هدف از این مطالعه انتخاب بهترین جنس و رنگ ضد چسبندگی در شناورها در برابر نشست ماکرو جلبک‌ها و دوکفه‌ای است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سواحل شهرستان چابکسر (استان گیلان) در اسکله مرکز تحقیقات کاربردی ماهیان خاویاری (N ۲۸°۱۲' : ۳۷° ۳۷' و E ۵۰°۲۸' : ۱۲/۱۹۶" E) به مدت ۸ ماه از آبان ۱۳۹۹ تا خرداد ۱۴۰۰ انجام شد (شکل ۱). علت انتخاب این منطقه، ویژگی‌های توپوگرافی و جغرافیایی کف دریا و خط ساحلی بود.



شکل ۱: نقشه ایستگاه مورد مطالعه در شهرستان چابکسر، سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰.

تأثیر جنس بدنه و نوع رنگ ضد چسبندگی شناورها بر نشست ماکرو جلبک‌ها و دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* در ناحیه جنوبی دریای خزر

از ۶ رنگ (پامچال، روناس، رنگین‌زره، اسکله، باژاک و همپل) (جدول ۱) و دو جنس بدنه (فایبرگلاس و فولاد مخصوص کشتی‌سازی) به‌منظور انجام این مطالعه استفاده شد. علت استفاده از این مواد کاربرد متداول آن‌ها در محیط‌های دریایی و در ساخت شناورهای دریایی موجود در ایران است. مجموعاً، ۱۴ تیمار انتخاب شدند و هر یک از تیمارها دارای ۳ تکرار بودند (جدول ۲).

جدول ۱: رنگ ظاهری رنگ‌های مورد استفاده.

نوع رنگ	پامچال	روناس	رنگین‌زره	اسکله	باژاک	همپل
رنگ ظاهری	قرمز پررنگ	قرمز پررنگ	قهوه‌ای سوخته	طوسی	قرمز روشن	قهوه‌ای

جدول ۲: تیمارهای مورد استفاده در مطالعه حاضر (۱۴۰۰-۱۳۹۹).

شماره تیمار	نام تیمار
تیمار ۱	شاهد فایبرگلاس (صفحه فایبرگلاس فاقد رنگ)
تیمار ۲	صفحه فایبرگلاس حاوی رنگ پامچال
تیمار ۳	صفحه فایبرگلاس حاوی رنگ روناس
تیمار ۴	صفحه فایبرگلاس حاوی رنگ رنگین‌زره
تیمار ۵	صفحه فایبرگلاس حاوی رنگ اسکله
تیمار ۶	صفحه فایبرگلاس حاوی رنگ باژاک
تیمار ۷	صفحه فایبرگلاس حاوی رنگ همپل
تیمار ۸	شاهد فولاد (صفحه فولاد فاقد رنگ)
تیمار ۹	صفحه فولاد حاوی رنگ پامچال
تیمار ۱۰	صفحه فولاد حاوی رنگ روناس
تیمار ۱۱	صفحه فولاد حاوی رنگ رنگین‌زره
تیمار ۱۲	صفحه فولاد حاوی رنگ اسکله
تیمار ۱۳	صفحه فولاد حاوی رنگ باژاک
تیمار ۱۴	صفحه فولاد حاوی رنگ همپل

صفحات با ضخامت ۳ میلی‌متر در ابعاد ۱۰×۱۰ سانتی‌متر برش داده شده و سطح آن‌ها به‌خوبی تمیز شد. زنگ‌زدایی سطح فلز با روش سند پلاست با درجه sa.2 1/2 استاندارد و کاغذ سمباده انجام شد. در سطح فایبرگلاس نیز فقط کاغذ سمباده استفاده شد. رنگ‌آمیزی با توجه به دستورالعمل هر رنگ و به‌صورت چند لایه انجام شد. پس از هر بار خشک شدن، صفحات با لایه دیگری از رنگ پوشش داده شد و در پایان، ضخامت رنگ با دستگاه elcometer و بر اساس استانداردهای معین بررسی شد. پس از سوراخ کردن و کدگذاری، صفحات به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر از طناب آویزان گشته و در عمق یک متری آب به پایه‌های اسکله متصل شدند. جهت ارزیابی ماهانه عوامل فیزیکی‌شیمیایی آب (دما، شوری و pH) نیز از دستگاه Multi 340/SETi و دوری‌سنج چشمی MT-110 استفاده شد.

صفحات پس از ۸ ماه به‌صورت دستی و به‌آرامی از درون آب بالا کشیده شدند و در جعبه‌های حاوی آب تازه فیلتر شده (۰/۲ میکرومتر) و فرمالدئید ۴٪ قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند (Dobretsov et al., 2013). سپس، نمونه‌ها به‌آرامی با آب شسته و گل‌ولای آن حذف و صفحات کاملاً تمیز شدند. جهت آنالیز تصویری موجودات، از سطح‌رویی و زیرین صفحات عکس‌برداری شد و در مراحل بعد، هر صفحه با استفاده از میکروسکوپ (Nikon Eclipse, USA, ۴۰۰x) بررسی شد. سپس، دوکفه‌ای و ماکرو جلبک‌ها توسط کاردک از صفحات جدا و توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ وزن شدند و میانگین وزن تر محاسبه شد (Dobretsov, 2015). شناسایی نمونه‌ها با استفاده از کلیدهای معتبر انجام

شد (McCafferty, 1981; Clifford, 1991). مجموع تعداد نمونه‌ها به صورت مجزا در قسمت بالایی و زیرین صفحات شمارش شد (Anderson and Underwood, 1994). فراوانی نمونه‌ها با روش نمونه‌گیری تصادفی نقطه‌ای انجام و به صورت درصد پوشش بیان شد. همچنین، تراکم نمونه‌ها در واحد سطح (یک مترمربع) محاسبه شد و اندازه‌گیری رشد نیز با استفاده از وزن خشک انجام شد. پس از توزین، نمونه‌ها در آون با دمای ۶۱ درجه به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته و وزن خشک اندازه‌گیری شد (Canning-Clode and Sugden, 2014). میزان رشد (وزن به ازای هر فرد) با تقسیم وزن خشک کل نمونه‌ها بر تعداد کل صورت گرفت (حیدری و همکاران، ۱۳۹۶). به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 23 استفاده شد. پس از نرمال‌سازی داده‌ها، برای مقایسه میانگین هر یک از شاخص‌ها بین دو صفحه از آزمون تی و برای مقایسه بین رنگ‌های مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده گردید. برای مقایسه دوبه‌دوی رنگ‌ها نیز از آزمون post-hoc Tukey استفاده شد. برای رسم نقشه منطقه مورد مطالعه از نرم‌افزار Paint و از تصویر اقتباس شده از Pro Google Earth استفاده شد.

نتایج

با توجه به آزمون واریانس یک‌طرفه مشخص شد که این شاخص‌ها در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P < 0.05$). بر اساس نتایج به دست آمده در ماه‌های مختلف، بیشترین مقدار ثبت شده برای دمای آب در خردادماه و شوری و pH در آبان ماه مشاهده شد. همچنین، کمترین مقدار برای دمای آب در دی‌ماه، شوری در بهمن‌ماه و pH در خردادماه مشاهده شد.

در مطالعه حاضر یک‌گونه دوکفه‌ای (*M. lineatus*) و دو جنس جلبک سبز شامل *Entromorpha* و *Cladophora* شناسایی شد. طبق نتایج حاصل از عملکرد رنگ‌های مختلف بر حضور جلبک‌ها در صفحات فایبرگلاس، با توجه به آزمون واریانس یک‌طرفه بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$). آزمون توکی نشان داد که از نظر وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها تیمار ۱ با تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری داشت. در مجموع، بیشترین وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها در تیمار ۱ مشاهده شد. در مقابل، کمترین وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها در تیمارهای ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۳: میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده جلبک‌ها (*Entromorpha* و *Cladophora*) در رنگ‌های مختلف صفحات فایبرگلاس (۱۳۹۹-۱۴۰۰).

شاخص‌ها	تیمارها	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶	تیمار ۷
وزن مرطوب		۲/۷۷۲±۰/۱۲۷ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b
وزن خشک		۰/۷۴۷±۰/۱۲۴ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b
درصد پوشش		۳۳/۷۵۰±۵/۶۷۸ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b

حروف لاتین غیرمشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها در هر ستون است ($P < 0.05$). وزن مرطوب و وزن خشک: گرم، درصد پوشش: درصد.

طبق نتایج حاصل از عملکرد رنگ‌های مختلف بر حضور جلبک‌ها در صفحات فولاد، با توجه به آزمون واریانس یک‌طرفه بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$). آزمون توکی نشان داد که از نظر وزن

تأثیر جنس بدنه و نوع رنگ ضد چسبندگی شناورها بر نشست ماکرو جلبک‌ها و دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* در ناحیه جنوبی دریای خزر

مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها تیمار ۸ با تیمارهای ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ اختلاف معنی‌دار آماری داشت. در مجموع، بیشترین وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها در تیمار ۸ مشاهده شد. در مقابل، کمترین وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها در تیمارهای ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴: میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده جلبک‌ها (*Entromorpha* و *Cladophora*) در رنگ‌های مختلف صفحات فولاد (۱۴۰۰-۱۳۹۹).

تیمارها	تیمار ۸	تیمار ۹	تیمار ۱۰	تیمار ۱۱	تیمار ۱۲	تیمار ۱۳	تیمار ۱۴
وزن مرطوب	۲/۰۴۴±۱/۱۹۳ ^a	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	۱/۰۷۳±۰/۰۵۶ ^{ab}
وزن خشک	۱/۰۴۶±۰/۶۰۰ ^a	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	۰/۳۶۰±۰/۰۷۰ ^{ab}
درصد پوشش	۲۳/۱۲۰±۱۳/۰۰۳ ^a	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	./۰±./۰ ^b	۱۶/۷۶۶±۱/۳۶۱ ^{ab}

حروف لاتین غیرمشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها در هر ستون است ($P < 0.05$). وزن مرطوب و وزن خشک: گرم، درصد پوشش: درصد.

طبق نتایج حاصل از عملکرد صفحات مختلف بر حضور جلبک‌ها در تیمار فاقد رنگ، با توجه به آزمون تی بین تیمارهای موردبررسی از نظر وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). در مجموع، بیشترین وزن مرطوب و درصد پوشش جلبک‌ها در تیمار ۱ و بیشترین وزن خشک جلبک‌ها در تیمار ۸ مشاهده شد. در مقابل، کمترین وزن مرطوب و درصد پوشش جلبک‌ها در تیمار ۸ و کمترین وزن خشک جلبک‌ها در تیمار ۱ مشاهده شد. همچنین، بین صفحات مختلف در هر یک از رنگ‌های پامچال، روناس، رنگین‌زره، اسکله و باژاک، با توجه به آزمون تی بین تیمارهای موردبررسی از نظر وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$) و مقادیر دو صفحه یکسان بود. طبق نتایج حاصل از عملکرد صفحات مختلف بر حضور جلبک‌ها در رنگ همپیل، با توجه به آزمون تی بین تیمارهای موردبررسی از نظر وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$). در مجموع، بیشترین وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها در تیمار ۱۴ مشاهده شد. در مقابل، کمترین وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها در تیمار ۷ مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۵: میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده جلبک‌ها (*Entromorpha* و *Cladophora*) در صفحات مختلف (۱۴۰۰-۱۳۹۹).

تیمارها	وزن مرطوب	وزن خشک	درصد پوشش
تیمار ۱	۲/۷۷۲±۰/۱۲۷ ^a	۰/۷۴۷±۰/۱۲۴ ^a	۳۳/۷۵۰±۵/۶۷۸ ^a
تیمار ۸	۲/۰۴۴±۱/۱۹۳ ^a	۱/۰۴۶±۰/۶۰۰ ^a	۲۳/۱۲۰±۱۳/۰۰۳ ^a
تیمار ۲	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a
تیمار ۹	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a
تیمار ۳	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a
تیمار ۱۰	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a
تیمار ۴	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a
تیمار ۱۱	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a	./۰±./۰ ^a

شاخص‌ها	وزن مرطوب	وزن خشک	درصد پوشش
تیمار ۵	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
تیمار ۱۲	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
تیمار ۶	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
تیمار ۱۳	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
تیمار ۷	0.0 ± 0.0^b	0.0 ± 0.0^b	0.0 ± 0.0^b
تیمار ۱۴	1.073 ± 0.056^a	0.360 ± 0.070^a	16.766 ± 1.361^a

حروف لاتین غیرمشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها در هر ستون است ($P < 0.05$). وزن مرطوب و وزن خشک: گرم، درصد پوشش: درصد.

طبق نتایج حاصل از عملکرد رنگ‌های مختلف بر حضور دوکفه‌ای در صفحات فایبرگلاس، با توجه به آزمون واریانس یک‌طرفه بین تیمارهای موردبررسی از نظر تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$) و مقادیر تمامی رنگ‌ها یکسان بود (جدول ۶).

جدول ۶: میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده دوکفه‌ای (*Mytilaster lineatus*) در رنگ‌های مختلف صفحات فایبرگلاس (۱۴۰۰-۱۳۹۹).

شاخص‌ها	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶	تیمار ۷
تعداد دوکفه‌ای	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
وزن مرطوب	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
وزن خشک	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
درصد پوشش	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
تراکم	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a
میزان رشد	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a	0.0 ± 0.0^a

حروف لاتین غیرمشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها در هر ستون است ($P < 0.05$). وزن مرطوب و وزن خشک: گرم، درصد پوشش: درصد، تراکم: در مترمربع، میزان رشد: وزن به ازای هر فرد.

طبق نتایج حاصل از عملکرد رنگ‌های مختلف بر حضور دوکفه‌ای در صفحات فولاد، با توجه به آزمون واریانس یک‌طرفه بین تیمارهای موردبررسی از نظر تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$) و از نظر درصد پوشش دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). آزمون توکی نشان داد که از نظر تعداد و تراکم دوکفه‌ای تیمار ۸ با تمام تیمارها، از نظر وزن مرطوب و وزن خشک دوکفه‌ای تیمار ۸ با تیمارهای ۹، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ و از نظر میزان رشد دوکفه‌ای تیمار ۱۴ با تیمارهای ۸، ۹، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ اختلاف معنی‌دار آماری داشت. در مجموع، بیشترین تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش و تراکم دوکفه‌ای در تیمار ۸ و بیشترین میزان رشد دوکفه‌ای در تیمار ۱۴ مشاهده شد. در مقابل، کمترین تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای در تیمارهای ۹، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ مشاهده شد (جدول ۷).

جدول ۷: میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده دوکفه‌ای (*Mytilaster lineatus*) در رنگ‌های مختلف صفحات فولاد (۱۴۰۰-۱۳۹۹).

تیمارها شاخص‌ها	تیمار ۸	تیمار ۹	تیمار ۱۰	تیمار ۱۱	تیمار ۱۲	تیمار ۱۳	تیمار ۱۴
تعداد دوکفه‌ای	۵/۲۰۰±۱/۱۷۸ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	۱/۳۳۰±۱/۱۵۵ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۶۷۰±۰/۵۷۷ ^b
وزن مرطوب	۰/۳۸۶±۰/۰۹۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۲۰۰±۰/۰۸۴ ^{ab}	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰۹۳±۰/۰۷۳ ^b
وزن خشک	۰/۲۷۶±۰/۰۵۷ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۱۴۰±۰/۰۳۱ ^{ab}	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰۷۳±۰/۰۳۴ ^b
درصد پوشش	۶/۲۰۰±۴/۵۵ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۲/۶۶۶±۱/۵۱۷ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۱/۵۰۰±۰/۳۲۳ ^a
تراکم	۵۲۰/۰±۱۷۹/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	۱۰۳/۳۳۳±۲۲/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۷۰/۰±۴۴/۸۰ ^b
میزان رشد	۰/۰۵۲±۰/۰۱۳ ^{ab}	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰۹۶±۰/۰۶۵ ^{ab}	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۳۲۶±۰/۱۸۶ ^a

حروف لاتین غیرمشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها در هر ستون است ($P < 0.05$). وزن مرطوب و وزن خشک: گرم، درصد پوشش: درصد، تراکم: در مترمربع، میزان رشد: وزن به ازای هر فرد.

طبق نتایج حاصل از عملکرد صفحات مختلف بر حضور دوکفه‌ای در تیمار فاقد رنگ، با توجه به آزمون تی بین تیمارهای موردبررسی از نظر تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش و تراکم دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$) و از نظر میزان رشد دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). در مجموع، بیشترین تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای در تیمار ۸ مشاهده شد. در مقابل، کمترین تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای در تیمار ۱ مشاهده شد. همچنین، بین صفحات مختلف در هر یک از رنگ‌های پامچال، رنگین‌زره، اسکله و باژاک، با توجه به آزمون تی بین تیمارهای مورد بررسی از نظر تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$) و مقادیر دو صفحه یکسان بود. طبق نتایج حاصل از عملکرد صفحات مختلف بر حضور دوکفه‌ای در رنگ روناس، با توجه به آزمون تی بین تیمارهای موردبررسی از نظر تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش و تراکم دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$) و از نظر میزان رشد دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). در مجموع، بیشترین تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای در تیمار ۱۰ مشاهده شد. در مقابل، کمترین تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای در تیمار ۳ مشاهده شد. همچنین، طبق نتایج حاصل از عملکرد صفحات مختلف بر حضور دوکفه‌ای در رنگ همپل، با توجه به آزمون تی بین تیمارهای موردبررسی از نظر تعداد، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$) و از نظر وزن مرطوب و وزن خشک دوکفه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). در مجموع، بیشترین تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای در تیمار ۱۴ مشاهده شد. در مقابل، کمترین تعداد، وزن مرطوب، وزن خشک، درصد پوشش، تراکم و میزان رشد دوکفه‌ای در تیمار ۷ مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۸: میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده دوکفه‌ای (*Mytilaster lineatus*) در صفحات مختلف (۱۳۹۹-۱۴۰۰).

میزان رشد	تراکم	درصد پوشش	وزن خشک	وزن مرطوب	تعداد	شاخص‌ها
						تیمارها
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	تیمار ۱
۰/۰۵۲±۰/۰۱۳ ^a	۵۲۰/۰±۱۷۹/۰ ^a	۶/۲۰۰±۴/۵۵ ^a	۰/۲۷۶±۰/۰۵۷ ^a	۰/۳۸۶±۰/۰۹۰ ^a	۵/۲۰۰±۱/۱۷۸ ^a	تیمار ۸
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	تیمار ۲
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	تیمار ۹
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	تیمار ۳
۰/۰۹۶±۰/۰۶۵ ^a	۱۰۳/۳۳۳±۲۳/۰ ^a	۲/۶۶۶±۱/۵۱۷ ^a	۰/۱۴۰±۰/۰۳۱ ^a	۰/۲۰۰±۰/۰۸۴ ^a	۱/۳۳۰±۱/۱۵۵ ^a	تیمار ۱۰
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	تیمار ۴
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	تیمار ۱۱
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	تیمار ۵
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	تیمار ۱۲
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	تیمار ۶
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	تیمار ۱۳
۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^b	تیمار ۷
۰/۳۲۶±۰/۱۸۶ ^a	۷۰/۰±۴۴/۸۰ ^a	۱/۵۰۰±۰/۳۲۳ ^a	۰/۰۷۳±۰/۰۳۴ ^a	۰/۰۹۳±۰/۰۷۲ ^a	۰/۶۷۰±۰/۵۷۷ ^a	تیمار ۱۴

حروف لاتین غیرمشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها در هر ستون است ($P < 0.05$). وزن مرطوب و وزن خشک: گرم، درصد پوشش: درصد، تراکم: در مترمربع، میزان رشد: وزن به ازای هر فرد.

طبق نتایج حاصل از مقایسه عملکرد صفحات و رنگ‌های مختلف بر حضور دوکفه‌ای و جلبک‌ها، بین تیمارهای مختلف در هر یک از رنگ‌های پامچال، روناس، رنگین‌زره، اسکله، باژاک و همپل در صفحه فایبرگلاس و رنگ‌های پامچال، رنگین‌زره، اسکله و باژاک در صفحه فولاد، با توجه به آزمون تی بین تیمارهای موردبررسی از نظر وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$) و مقادیر دو صفحه یکسان بود. علاوه بر این، طبق نتایج حاصل از مقایسه عملکرد صفحات و رنگ‌های مختلف بر حضور دوکفه‌ای و جلبک‌ها، بین تیمارهای مختلف در هر یک از رنگ‌های شاهد در صفحه فایبرگلاس و شاهد، روناس و همپل در صفحه فولاد، با توجه به آزمون تی بین تیمارهای موردبررسی از نظر وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$). به طوری که مقادیر وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش جلبک‌ها نسبت به دوکفه‌ای در رنگ‌های شاهد در صفحه فایبرگلاس و شاهد و همپل در صفحه فولاد بیشتر بوده و وزن مرطوب، وزن خشک و درصد پوشش دوکفه‌ای نسبت به جلبک در رنگ روناس در صفحه فولاد از مقادیر بیشتری برخوردار بودند (جدول ۹).

جدول ۹: مقایسه میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده بین دوکفه‌ای (*Mytilaster lineatus*) و جلبک‌ها (*Entromorpha* و *Cladophora*) در تیمارهای مختلف (۱۳۹۹-۱۴۰۰).

درصد پوشش	وزن خشک	وزن مرطوب	شاخص‌ها
			تیمارها
۳۳/۷۵۰±۵/۶۷۸ ^a	۰/۷۴۷±۰/۱۲۴ ^a	۲/۷۷۲±۰/۱۲۳ ^a	تیمار ۱ (جلبک)
۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	تیمار ۱ (دوکفه‌ای)
۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	تیمار ۲ (جلبک)

شاخص‌ها	وزن مرطوب	وزن خشک	درصد پوشش
تیمار ۲ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۳ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۳ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۴ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۴ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۵ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۵ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۶ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۶ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۷ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۷ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۸ (جلیک)	۲/۰۴۴±۱/۱۹۳ ^a	۱/۰۴۶±۰/۶۰۰ ^a	۲۳/۱۲۰±۱۳/۰۰۳ ^a
تیمار ۸ (دوکفه‌ای)	۰/۳۸۶±۰/۰۹۰ ^b	۰/۲۷۶±۰/۰۵۷ ^b	۶/۳۰۰±۴/۵۵۰ ^b
تیمار ۹ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۹ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۱۰ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b	۰/۰±۰/۰ ^b
تیمار ۱۰ (دوکفه‌ای)	۰/۲۰۰±۰/۰۸۴ ^a	۰/۱۴۰±۰/۰۳۱ ^a	۲/۶۶۶±۱/۵۱۷ ^a
تیمار ۱۱ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۱۱ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۱۲ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۱۲ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۱۳ (جلیک)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۱۳ (دوکفه‌ای)	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a	۰/۰±۰/۰ ^a
تیمار ۱۴ (جلیک)	۱/۰۷۳±۰/۰۵۶ ^a	۰/۳۶۰±۰/۰۰۷ ^a	۱۶/۷۶۶±۱/۳۶۱ ^a
تیمار ۱۴ (دوکفه‌ای)	۰/۰۹۳±۰/۰۷۳ ^b	۰/۰۷۳±۰/۰۳۴ ^b	۱/۵۰۰±۰/۳۲۳ ^b

حروف لاتین غیرمشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها در هر ستون است ($P < 0.05$). وزن مرطوب و وزن خشک: گرم، درصد پوشش: درصد.

بحث و نتیجه‌گیری

در طول سال‌های اخیر، تلاش‌های زیادی برای ایجاد پوشش‌های ضد رسوب کارآمد، پیشرفت‌ها در علم مواد و افزایش اطلاعات در مورد شیمی و زیست‌شناسی دریا انجام شده است (Oliveira and Granhag, 2020; Hu et al., 2020; Selim et al., 2020). این مطالعه باهدف تعیین بهترین رنگ و ماده مورد استفاده جهت ساخت شناورهای دریایی در ایران انجام شد تا بدین منظور از نشست موجودات چسبنده‌ای مانند دوکفه‌ای و ماکرو جلیک‌ها جلوگیری شود یا حداقل از شدت نشست آن کاسته شود.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در میان رنگ‌های مورد استفاده بر صفحات فایبرگلاس، تمامی رنگ‌های استفاده شده مانع از نشست جلیک‌ها و دوکفه‌ای شدند. تنها در تیمار شاهد مقادیری جلیک مشاهده شد. اگرچه تمایل موجودات چسبنده به چسبیدن روی سطوح تیره بوده و سایر تیمارها دارای رنگ تیره می‌باشند، با این حال، این تیمار به رنگ روشن و فاقد رنگ بوده و به نظر می‌رسد که وجود مواد بازدارنده در خودرنگ‌ها مانع از نشست این موجودات شده است. موجوداتی چون جلیک‌ها خود نیازمند بستری نظیر پوسته صدف و بارناکل هستند که با عدم چسبیدن این

موجودات احتمال نشست آن‌ها نیز کاهش می‌یابد. همچنین، در صفحات فولاد نیز جلبک در رنگ‌های پامچال، روناس، رنگین‌زره، اسکله و باژاک مشاهده نشد و تیمارهای شاهد با پس‌زمینه تیره‌رنگ و تیمار رنگ همپل بارنگ قهوه‌ای نسبت به تیمارهای دیگر رنگ‌های تیره‌تری داشته و شاهد حضور جلبک‌ها بودند که این امر در تیمار شاهد مشهودتر می‌باشد. به عبارتی رنگ تیره تیمار شاهد و عدم استفاده از رنگ در آن سبب نشست بیشتر جلبک شده است. نمونه‌ای از دوکفه‌ای در رنگ‌های پامچال، رنگین‌زره، اسکله و باژاک مشاهده نشد اما روی تیمار شاهد (با پس‌زمینه تیره)، روناس و همپل رؤیت شد. باین‌حال، مقادیر مشاهده‌شده روی تیمار شاهد از دو تیمار دیگر بیشتر بود که نشان‌دهنده این نکته است که اگرچه در تیمار روناس و همپل نمونه‌های دوکفه‌ای مشاهده شد اما نسبت به تیمار شاهد باعث نشست نمونه‌های کمتری شده و اثرگذاری رنگ‌ها حتی در این دو تیمار نیز مشهود می‌باشد. باین‌حال، این اثرگذاری ظاهراً متأثر از تأثیر مواد شیمیایی رنگ است نه خوردنک ظاهری آن. همچنین، چون این تحقیق در بازه زمانی چندماهه انجام شد مانع بروز تأثیر رنگ ظاهری (تیره یا روشن) تیمارها شده و وجود مواد شیمیایی رنگ‌ها بررسی تأثیر رنگ ظاهری را در سایه قرار داده است. به‌طور کلی، می‌توان گفت که تیمار شاهد که فاقد رنگ بود بالاترین مقادیر جلبک و دوکفه‌ای را در خود جای داد. همچنین، ماهیت بازدارنده رنگ‌ها مانع از انجام قیاس بین آن‌ها شده است. به‌هرحال، باید ذکر کرد که در مطالعه حاضر از رنگ‌های به‌اصطلاح ضدخزه استفاده شده که خود به دلیل داشتن مواد شیمیایی خاص مانع از چسبیدن موجودات چسبنده می‌شوند.

نشست موجودات چسبنده بین صفحات رنگی مختلف نشان داد که رنگ سطح تأثیری برجذب داشته و در صفحات آبی و قرمز به‌طور قابل‌توجهی متفاوت از صفحات سبز، سفید یا زرد بود اما بین صفحات آبی و قرمز یا صفحات سفید، سبز و زرد اثر معنی‌داری مشاهده نشد (Satheesh and Wesley, 2010). در مطالعه حاضر نیز از آنجایی که تمامی رنگ‌ها تیره‌رنگ و نزدیک هم بودن تشخیص تمایز مقدور نبود و عملکرد تقریباً مشابهی مشاهده شد. جذب بیشتر بی‌مهرگان در سطوح قرمز، آبی و سیاه ممکن است به دلیل ترجیح لاروها برای رنگ‌های تیره‌تر و بستری با بازتابندگی کمتر باشد (Su et al., 2007). سطوح سایه‌دار و تیره‌رنگ، لاروهای دریایی بیشتری را نسبت به سطوح با نور و رنگ روشن جذب می‌کنند (Dahlem et al., 1984). در مطالعه حاضر نیز تیمار شاهد فولاد که دارای رنگ تیره بود از نشست بیشتری برخوردار بود. Swain و همکاران (۲۰۰۶) نرخ بالای نشست جلبک دریایی *Ulva sp.* و کرم لوله‌ای *Spirorbis sp.* را روی سطوح سیاه مشاهده کردند. عوامل مسئول نشست در بین گونه‌ها متفاوت است، زیرا ممکن است نیازهای متفاوتی داشته باشند و به ویژگی‌های خاص پاسخ دهند (Raimondi, 1988). علاوه بر این، تنوع زمانی در فراوانی جوامع چسبنده عمدتاً با در دسترس بودن لاروها (Pineda, 1994)، جریان بادهای وزنده (Hawkins and Hartnoll, 1982) و امواج داخلی (Shanks, 1983) ارتباط دارد. لاروهای بی‌مهرگان آبی دریایی در طی جستجوی بستری برای لانه‌گزینی در معرض علائم شیمیایی و فیزیکی مشتق شده از میکروارگانیسم‌های مرتبط با سطح هستند (O'Connor and Richardson, 1996).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در میان دو صفحه مورد استفاده در رنگ‌های مختلف، مقدار نشست جلبک و دوکفه‌ای در صفحه فایبرگلاس کمتر از فولاد بود. به‌طور کلی، به نظر می‌رسد که صفحات فولادی که سخت‌تر و زبرتر هستند به علت وجود میکرو بافت‌های موجود در آن باید دارای مقادیر بیشتری از موجودات چسبنده باشند.

یافته‌ها نشان می‌دهد که سطوح سخت دارای کلنی جلبکی بیشتری نسبت به سطوح صاف می‌باشند. میکرو جلبک‌ها به‌طور ترجیحی روی سطوحی با سختی بیشتر تشکیل کلنی می‌دهند درحالی‌که تنها جلبک‌های پوسته‌ای و گونه‌های زودگذر روی سطوح صاف کلنی می‌سازند (Harlin and Lindbergh, 1977). Branco و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیان کردند که با افزایش زبری سطح، فراوانی ماکرو جلبک‌ها افزایش یافته است. در مطالعه حاضر نیز مقادیر جلبکی در صفحات سخت‌تر مشهودتر می‌باشد. جریان‌های لایه مرزی روی سطوح سخت‌تر نسبت به سطوح صاف (مانند PVC) متلاطم‌تر می‌باشد (Vogel, 1996). در مطالعه حاضر، مقادیر دوکفه‌ای در صفحات فولادی که از سختی بالاتری برخوردار بودند نیز بیشتر بود. ترکیب جامعه تا حدی به نوع بستر سازه‌های دریایی وابسته است (Shifler, 2005). Bourget و Harvey (۱۹۹۷) نشان دادند که

جریان آب لارو را به نقاط خاصی از بستر هدایت می‌کند که "نقاط داغ" نامیده می‌شود. لاروها عموماً ترجیح می‌دهند تا روی موادی بنشینند که فیبری و متخلخل باشد. مدل‌های متعددی وجود دارد که نشان می‌دهند چرا سطوح سخت و/یا سطوح متخلخل مانند بتن و چوب، ممکن است سبب لانه‌گزینی بیشتر لاروها نسبت به سطوح صاف‌تر شوند. اولاً، در اجتماعات بین جزر و مدی که متأثر از خشک شدن هستند، جلبک‌ها و موجودات دیگر بر سطوحی می‌توانند بهتر رشد کنند و بقا یابند که نگهداری آب بیشتری دارد (McGuinness and Underwood, 1986). دوماً، برخی لاروها ترجیح می‌دهند در میکرو زیستگاه‌هایی با برش کم که توسط ضربات ایجاد شده و یا درون شکاف‌های سطح بنشینند (Bushek, 1988). سوماً، شکاف‌ها و چاله‌های موجود در سطوح سخت ممکن است حفاظی را برای موجودات کوچک در برابر شکارچیان فراهم آورند (McGuinness and Underwood, 1986). درنهایت، سطوح سخت دارای مساحت سطح بیشتری بوده و به‌طور بالقوه تنوع میکرو زیستگاهی بیشتری را نسبت به سطوح صاف دارا می‌باشند که انتظار می‌رود این عوامل موجب افزایش فراوانی و تعداد گونه‌ها روی سطوح سخت گردد (McGuinness, 1984). Osman (۱۹۷۷) ۵ عامل اصلی را در گسترش اجتماعات چسبنده آب‌های معتدله حائز اهمیت می‌داند: ۱) انتخاب مکان برای اتصال؛ ۲) نوسانات فصلی در فراوانی لارو؛ ۳) تعاملات زیستی؛ ۴) اندازه بستر و ۵) اختلال فیزیکی. وی این‌گونه نتیجه‌گیری نمود که مزاحمت فیزیکی احتمالاً مهم‌ترین عامل است. Brzozowska و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که بین سختی ماده و چسبندگی زیستی رابطه مثبت وجود دارد و در آزمایشات میدانی دریافتند که تأثیر سختی مواد از تأثیر بافت بیشتر است. Bezek و همکاران (۲۰۱۹) با بررسی چسبندگی زیستی سطوح فولاد ضدزنگ توسط چهار عامل بیماری‌زای رایج *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* و *L. monocytogenes* بیان کردند که سطوح فولاد ضدزنگی که جلا داده نشده بود بیش از سطوح فولاد ضدزنگ جلا داده‌شده، برس زده یا الکتروپولیش شده دارای نشست این عوامل بیماری‌زا بودند. درواقع، نمی‌توان اثرات توپوگرافی سطح را بر اتصال موجودات چسبنده دریایی رد کرد (Vellwock and Yao, 2021). مطالعه گسترش اجتماعات چسبنده تحت کشندی در ساختارهای مصنوعی واقع در بندر کیلونگ (شمال تایوان) روی چهار نوع سطح مصنوعی از جمله فولاد، فولاد ضدزنگ، فولاد محافظت‌شده کاتدیک و بتن نشان داد که فصل و دوره زمانی غوطه‌ورسازی از نوع بستر مهم‌تر می‌باشد. تفاوت معناداری در تعداد موجودات چسبنده روی صفحات غوطه‌ور در بهار و پاییز وجود داشت. به‌طوری‌که موجودات روی صفحات بهاره غنی‌تر از موجودات روی صفحات پاییزه بودند. این احتمال وجود دارد که گونه‌های چسبنده با رفتاری فردگرا عمل نموده باشند (Lin and Shao, 2002). نوسانات سالانه و تغییرات فصلی دما به‌طور قابل‌توجهی بر چرخه‌های تولیدمثلی میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه گونه‌های میکروارگانیسم‌های در حال رشد، توالی آن‌ها بر بدنه کشتی و میزان چسبندگی زیستی تأثیر می‌گذارد. در دماهای بالا، سرعت واکنش‌های شیمیایی و آنزیمی افزایش می‌یابد و در نتیجه مراحل تدریجی رشد سلول، سرعت خوردگی و سرعت تبلور پوشش پلیمری افزایش می‌یابد؛ بنابراین، اثر رنگ ضد رسوب محدود می‌شود. در دماهای پایین، اگرچه سرعت واکنش‌ها محدود است، رسوبات زیستی میکروارگانیسم‌ها جامد می‌شوند و مقابله با نشست زیستی با استفاده از پوشش‌های رایج را دشوار می‌کند (Armendáriz-Ontiveros et al., 2020)؛ بنابراین، تحقیقات بیشتری برای ارزیابی و بهینه‌سازی کارایی سیستم‌ها در جهت پیشگیری لازم است (Davidson et al., 2021). برخی از مطالعات نشان می‌دهد که بررسی بافت به‌تنهایی برای جلوگیری از نشست موجودات چسبنده کافی نیست (Guenther and De Nys, 2007)، به‌ویژه این‌که ممکن است تمرکز را به سمت موضوعاتی مانند پوشش‌های زیست‌کش دوستدار محیط‌زیست و یا تحقیق در مورد سطوح پویا باهدف بهبود فناوری موجود سوق دهد (Oliva et al., 2017).

در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که در صفحات فایبرگلاس، تمامی رنگ‌ها مانع از نشست جلبک‌ها و دوکفه‌ای شدند و تنها در تیمار شاهد مقادیری جلبک وجود داشت که به نظر می‌رسد وجود مواد بازدارنده در خودرنگ‌ها مانع از نشست شده است. همچنین، در صفحات فولاد، مقادیر جلبک و دوکفه‌ای روی تیمار شاهد از سایر تیمارها مشهودتر بود که نشان می‌دهد که رنگ تیره تیمار شاهد و عدم استفاده از رنگ سبب نشست بیشتر شده و وجود رنگ‌ها سبب نشست نمونه‌های کمتری شده است. باین‌حال، این اثرگذاری ظاهراً متأثر از تأثیر مواد شیمیایی رنگ است نه

خودرنگ ظاهری آن و وجود مواد شیمیایی رنگ‌ها بررسی تأثیر رنگ ظاهری را در سایه قرار داده است. در میان صفحات مختلف نیز، مقدار نشست جلبک و دوکفه‌ای در صفحات فولادی بیشتر بود که می‌تواند به علت وجود سختی و میکرو بافت‌های موجود در آن باشد. با توجه به این‌که این پژوهش مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد اثرات ناشی از مواد شیمیایی رنگ‌ها و صفحات، زبری سطوح، موقعیت قرارگیری نمونه، ها، مواد شیمیایی مترشحه از خود موجودات چسبنده، زمان، فصل، عمق و دوره زمانی غوطه‌ورسازی نیز در سایر مطالعات بررسی گردد و نتایج مطالعات در قالب گزارشی به سازمان‌هایی نظیر مرکز تحقیقات شیلات ایران، سازمان بنادر و دریانوردی، سازمان محیط‌زیست و سازمان‌های نظامی ارائه گردد.

سپاسگزاری

نگارندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از آقای مهندس خدادوست جهت همکاری در اجرای این تحقیق و مسئولین آزمایشگاه زیست دریاى دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان در به ثمر نشستن این تحقیق ابراز می‌دارند.

منابع

- حیدری، ا.، نصراللهی، ع.، گلی نیا، پ. و پازوکی، ج.، ۱۳۹۶. تأثیر نوع بستر بر نشست کشتی چسب (*Amphibalanus improvisus*) در سواحل جنوبی دریای خزر، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۳۰: صفحات ۴۰۶-۳۹۵.
- گلی نیا، پ. و نصراللهی، ع.، ۱۳۹۶. اثر سطح بستر بر جوامع چسبنده زیستی سواحل جنوب غربی دریای خزر، فصلنامه علوم محیطی، جلد ۱۵: صفحات ۱۴۰-۱۲۷.
- مشرف جوادی، م.، ۱۳۸۶. عوامل مؤثر بر آلودگی بدنه شناورهای دریایی، نهمین همایش صنایع دریایی، نور، استان مازندران. ۱۷ ص.
- Abelson, A. and Denny, M., 1997.** Settlement of marine organisms in flow. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28: 317-339.
- AFS., 2009.** National Biofouling Management Guidance for Non-trading vessels: An Australian Government Initiative, Commonwealth of Australia, Australia.
- Anderson, M. J. and Underwood, A. J., 1994.** Effects of substratum on the recruitment and development of an intertidal estuarine fouling assemblage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 184: 217-236.
- Armendáriz-Ontiveros, M. M., Álvarez-Sánchez, J., Dévora-Isiordia, G. E., García, A. and Fimbres Weihs, G. A., 2020.** Effect of seawater variability on endemic bacterial biofouling of a reverse osmosis membrane coated with iron nanoparticles (FeNPs). *Chemical Engineering Science*, 223: 115753.
- Berntsson, K. M., Jonsson, P. R., Lejhall, M. and Gatenholm, P., 2000.** Analysis of behavioural rejection of micro-textured surfaces and implications for recruitment by the barnacle *Balanus improvisus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 251: 59-83.
- Bezek, K., Nipič, D., Torkar, K. G., Oder, M., Dražić, G., Abram, A., Žibert, J., Raspor, P. and Bohinc, K., 2019.** Biofouling of stainless steel surfaces by four common pathogens: the effects of glucose concentration, temperature and surface roughness. *Biofouling*, 35(3): 273-283.
- Branco, C. Z., Necchi, O. J. and Peres, C. K., 2010.** Effects of artificial substratum types and exposure time on macroalgal colonization in a tropical stream. *Fundamental and Applied Limnology*, 178(1): 17-27.
- Brzowska, A. M., Maassen, S., Goh Zhi Rong, R., Benke, P. I., Lim, C. S., Marzinelli, E. M., Janczewski, D., Teo, S. M. and Vancso, G. J., 2017.** Effect of variations in micropatterns and surface modulus on marine fouling of engineering polymers. *ACS applied materials and interfaces*, 9(20): 17508-17516.

- Bushek, D., 1988.** Settlement as a major determinant of intertidal oyster and barnacle distributions along a horizontal gradient. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 122: 1-18.
- Callow, M. E. and Callow, J. A., 2000.** Substratum location and zoospore behaviour in the fouling alga *Enteromorpha*. *Biofouling*, 15: 49-56.
- Canning-clode, J. and Sugden, H., 2014.** Assessing fouling assemblages. In: *Biofouling Methods*. ed. Dobertsov, S., Thomason, J. and Williams, D., pp. 252-270.
- Carve, M., Scardino, A. and Shimeta, J., 2019.** Effects of surface texture and interrelated properties on marine biofouling: a systematic review. *Biofouling*, 35(6): 597-617.
- Clifford, H. F., 1991.** Aquatic invertebrates of Alberta: An illustrated guide. University of Alberta, 551 pp.
- Dahlem, C., Moran, P. J. and Grant, T. R., 1984.** Larval settlement of marine sessile invertebrates on surfaces of different colour and position. *Ocean Science and Engineering*, 9: 225-236.
- Davidson, I., Cahill, P., Hinz, A., Kluza, D., Scianni, C. and Georgiades, E., 2021.** A review of biofouling of ships' internal seawater systems. *Frontiers in Marine Science*, 8: 761531.
- Dobretsov, S., Dahms, H. U. and Qian, P. Y., 2006.** Inhibition of biofouling by marine microorganisms and their metabolites. *Biofouling*, 22(1-2): 43-54.
- Dobretsov, S., Abed, R. M. and Voolstra, C. R., 2013.** The effect of surface colour on the formation of marine micro and macrofouling communities. *Biofouling*, 29(6): 617-627.
- Dobretsov, S., 2015. Biofouling on artificial substrata in Muscat waters. *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 20: 24-29.
- Guenther, J. and De Nys, R., 2007.** Surface microtopographies of tropical sea stars: lack of an efficient physical defence mechanism against fouling. *Biofouling*, 23: 419-429.
- Harlin, M. M. and Lindbergh, J. M., 1977.** Selection of substrata by seaweeds: optimal surface relief. *Marine Biology*, 40(1): 33-40.
- Harvey, M. and Bourget, E., 1997.** Recruitment of marine invertebrates onto arborecent epibenthic structures, active and passive processes acting at different spatial scales. *Marine Ecology Progress Series*, 153: 203-215.
- Hawkins, S. J. and Hartnoll, R. G., 1982.** Settlement patterns of *Semibalanus balanoides* (L.) in the Isle of Man (1977-1981). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 62: 271-283.
- Hu, P., Xie, Q., Ma, C. and Zhang, G., 2020.** Silicone-Based Fouling-Release Coatings for Marine Antifouling. *Langmuir*, 36: 2170-2183.
- 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, M. G., Shiganova, T. A. and Katunin, D. N., 2005.** Introduced species. In *The Caspian Sea Environment*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 175-190.
- Lin, H. J. and Shao, K. T., 2002.** The development of subtidal fouling assemblages on artificial structures in Keelung Harbor, Northern Taiwan. *Zoological Studies*, 41: 170-181.
- Malinovskaya, L. and Zinchenko, T., 2010.** *M. lineatus* (Gmelin): Long-term dynamics, distribution of invasive mollusk in the Northern Caspian Sea. *Russian Journal of Biological Invasions*, 1: 288-295.
- McCafferty, W. P., 1981.** Aquatic Entomology, The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and Their Relations. Boston, London, Jones and Bartlett Publishers, 448 pp.
- McGuinness, K. A., 1984.** Species-area relations of communities on intertidal boulders: testing the null hypothesis. *Journal of Biogeography*, 11: 439-456.
- McGuinness, K. A. and Underwood, A. J., 1986.** Habitat structure and the nature of communities on intertidal boulders. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 104: 97-123.
- Munger, C. G., 1984.** Corrosion Prevention by Protective Coatings. National Association of Corrosion Engineers, Houston.

- O'Connor, N. J. and Richardson, D. L., 1996.** Effects of bacterial films on attachment of barnacles (*Balanus improvisus* Darwin) larvae: laboratory and field studies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 206: 69-81.
- Oliva, M., Martinelli, E., Galli, G. and Pretti, C., 2017.** PDMS-based films containing surface-active amphiphilic block copolymers to combat fouling from barnacles *B. amphitrite* and *B. improvisus*. *Polymer*, 108: 476-482.
- Oliveira, D. R. and Granhag, L., 2020.** Ship hull in-water cleaning and its effects on fouling-control coatings. *Biofouling*, 36: 332-350.
- Osman, R. W., 1977.** The establishment and development of a marine epifaunal community. *Ecological Monographs*, 47(1): 37-63.
- Pati, S. K. and Rao, M. V., 2015.** Fouling load in a tropical Indian harbor: spatial and temporal pattern. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 57: 6.
- Pineda, J., 1994.** Spatial and temporal patterns in barnacle settlement rate along a southern California rocky shore. *Marine Ecology Progress Series*, 107: 125-138.
- 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 Fisheries and Aquatic Sciences*, 14: 155-164.
- Raimondi, P. T., 1988.** Rock type affects settlement, recruitment, and zonation of the barnacle *Chthamalus anisopoma* Pilsbury. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 123: 253-267.
- Satheesh, S. and Wesley, S. G., 2010.** Influence of substratum colour on the recruitment of macrofouling communities. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(5): 941-946.
- Selim, M. S., El-Safty, S. A., Shenashen, M. A., Higazy, S. A. and Elmarakbi, A., 2020.** Progress in biomimetic leverages for marine antifouling using nanocomposite coatings. *Journal of Materials Chemistry B*, 8(15): 3701-3732.
- Shan, D., Cao, M., Jiadao, L., Wang, R., Housheng, G., Chen, A., Darong, C. and Chen, Q., 2011.** Progress of marine biofouling technologies. *Chinese Science Bulletin*, 56: 598-612.
- Shanks, A. L., 1983.** Surface slicks associated with tidally forced internal waves may transport pelagic larvae of benthic invertebrates and fishes shoreward. *Marine Ecology Progress Series*, 13: 311-315.
- Shifler, D. A., 2005.** Understanding material interactions in marine environments to promote extended structural life. *Corrosion Science*, 47(10): 2335-2352.
- Sievers, M., Dempster, T., Fitridge, I. and Keough, M. J., 2014.** Monitoring Biofouling Communities Could Reduce Impacts to Mussel Aquaculture by Allowing Synchronisation of Husbandry Techniques with Peaks in Settlement. *Biofouling*, 30(2): 203-212.
- Simkanin, C., Davidson, I. C., Dower, J. F., Jamieson, G. and Therriault, T. W., 2012.** Anthropogenic structures and the infiltration of natural benthos by invasive ascidians. *Marine Ecology*, 33: 499-511.
- Su, Z., Huang, L., Yan, Y. and Li, H., 2007.** The effect of different substrates on pearl oyster *Pinctada martensii* (Dunker) larvae settlement. *Aquaculture*, 271: 377-383.
- Swain, G., Herpe, S., Ralston, E. and Tribou, M., 2006.** Short-term testing of antifouling surfaces: the importance of colour. *Biofouling*, 22: 425-429.
- Vellwock, A. E. and Yao, H., 2021.** Biomimetic and bioinspired surface topographies as a green strategy for combating biofouling: A review. *Bioinspiration and Biomimetics*, 16: 041003.
- Vogel, S., 1996.** *Life in Moving Fluids: The Physical Biology of Flow*. Princeton University Press.

تأثیر جنس بدنه و نوع رنگ ضد چسبندگی شناورها بر نشست ماکرو جلبک‌ها و دوکفه‌ای *Mytilaster lineatus* در ناحیه جنوبی دریای خزر