Archive of SID

اقیانوس‌شناسی/ سال هفتم/ شماره ۲۶/ تابستان ۱۳۹۵/۷/۸۳-۷۷

بررسی بوم‌شناسی رشد و زمان بهینه کاشت دو ماکروجلبک اقتصادی

زهرا زارعی جلیانی[۱]، مرتضی یوسف‌زادی[۲*]، جلوه سهرابی‌پور[۳]، هادی رئیسی[۴]

۱- کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، استان هرمزگان، پست الکترونیکی: zareizahra92@gmail.com

۲- دانشیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، استان هرمزگان، پست الکترونیکی: morteza110110@gmail.com

۳- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، بندرعباس، پست الکترونیکی: sohrabipour2@gmail.com

۴- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، بندرعباس، پست الکترونیکی: raeisi_hadi@yahoo.com

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۱۵

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۵، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

در این مطالعه امکان‌سنجی کشت و پرورش ماکروجلبک‌های اقتصادی سواحل خلیج‌فارس، مورد بررسی قرار گرفت. کشت و پرورش دو جلبک آگاروفیت و کاراجینوفیت، *Gracilariopsis persica* و *Hypnea flagelliformis*، با استفاده از طناب‌های شناور مورد ارزیابی قرار گرفت و ارتباط بین نرخ رشد نسبی و عوامل فیزیکوشیمیایی آب با آزمون همبستگی پیرسون سنجیده شد. بیش‌ترین زی‌توده برای جلبک *Gp. persica*، با نرخ رشد نسبی ۲۸/۷۷٪ و برای جلبک *H. flagelliformis*، ۲۵/۱۶٪ در روز، به‌ترتیب مربوط به اسفندماه و دی‌ماه است. میزان رشد در جلبک *Gp. persica*، با اکسیژن آب همبستگی مثبت ($R = ۰/۵۵۸$; $P < ۰/۰۰۱$) و با دما ($R = -۰/۶۵۷$; $P < ۰/۰۰۱$) و شوری ($R = -۰/۶۰۷$; $P < ۰/۰۰۱$) همبستگی منفی و در جلبک *H. flagelliformis*، با دما ($R = -۰/۷۰۶$; $P < ۰/۰۰۱$)، همبستگی منفی نشان داد. طبق نتایج به‌دست آمده، ماکروجلبک‌های مورد مطالعه، واجد پتانسیل بالا برای کشت و پرورش هستند.

کلمات کلیدی: *بوم‌شناسی کاشت، عوامل فیزیکوشیمیایی آب، Gracilariopsis persica، Hypnea flagelliformis، خلیج فارس.*

۱. مقدمه

ماکروجلبک‌های دریایی از ویژگی‌های بارز بوم‌سامانه‌های دریایی و منابع مهم اقیانوسی هستند (Nybakken, 1993). ماکروجلبک‌های کفزی، جلبک‌های دریایی بزرگ و چسبیده به بستر هستند که در جوار گیاهان دریایی، مانگروها و فیتوپلانکتون‌ها از عمده‌ترین تولیدکنندگان اولیه دریاها به‌ویژه در ناحیه بین جزر و مدی محسوب می‌شوند (Trono, 1997). ماکروجلبک‌ها بیش‌ترین فراوانی را در دریاها و اقیانوس‌ها دارند. نیازهای عمده آنها عبارت‌اند از: ۱- آب دریا (یا آب لب شور) ۲- نور کافی جهت فتوسنتز ۳- بستر سخت برای اتصال (Evangelista et al., 2008).

www.SID.ir

Archive of SID

جلبک‌ها به عنوان مواد مغذی با کالری اندک و محتوای پلی ساکاریدها، مواد معدنی، ویتامین‌ها، پروتئین‌ها، استروییدها و فیبرها هستند که این عوامل مستلزم اهمیت اقتصادی آنها است (Lordan et al., 2011). ماکروجلبک‌ها، همچنین منبع تولید آگار، کاراجینان (از جلبک‌های قرمز) و آلژینات (از جلبک‌های قهوه‌ای) هستند که دارای اهمیت اقتصادی بالایی هستند. این محصولات در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Barros et al., 2013). در این میان افزایش مواد مغذی نظیر آمونیوم به محیط کشت منجر به افزایش درصد بازده آگار در جلبک‌های قرمز می‌گردد (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۴).

از زمان‌های بسیار دور تاکنون، توده‌های جلبکی که از محیط برداشت می‌شدند، موارد مصرف بسیار داشتند. برداشت زیاد و کنترل نشده به‌خصوص در مورد جلبک‌های واجد پتانسیل اقتصادی، موجب کاهش قابل توجه جمعیت بومی آن‌ها شده است. در اوایل دهه ۱۹۷۰ بسیاری از جلبک‌های دریایی از بستر طبیعی حذف شدند، به همین دلیل بهترین روش برای افزایش و جبران جلبک‌ها، کشت و پرورش جلبک‌های بومی است (Bezerra and Marinho-Soriano, 2010). کشت و پرورش ماکروجلبک‌های دریایی، مزایایی بیش از بهره‌برداری از منابع طبیعی دارد، از جمله هزینه برداشت پایین، تولید متناسب با تقاضای بازار و نیاز به سرمایه‌گذاری کمتر نسبت به دیگر شیوه‌های پرورش آبزیان نظیر میگو یا ماهی. مطالعات ژنتیکی کنونی نشان می‌دهد که انتخاب نمونه‌های مولد باعث تولید بیش‌تر نیز می‌گردد. علاوه بر این، کشت و پرورش جلبک‌های دریایی، نیاز به امکانات جدید نداشته و با حضور حداقل آلاینده‌های فاضلاب، سودآوری تولید افزایش می‌یابد (Marinho-Soriano et al., 2009). کشت مصنوعی جلبک‌ها، در بسیاری از کشورهای هم‌جوار با دریاها و اقیانوس‌ها معمول می‌باشد. در چین، صدها هزار نفر در کاشت و برداشت جلبک‌های دریایی به اشتغال درآمده‌اند و تخمین زده شده است که چینی‌ها، سالانه بالغ بر صد میلیون پوند جلبک‌های دریایی تازه و خشک را تولید می‌کنند (Hayashi et al., 2013).

جهت اجرای کشت و پرورش در مقیاس تجاری همراه با یک روش کاشت توام با مدیریت آسان، سودآور و همچنین حفظ محیط زیست، نیاز به مطالعات متعدد فیزیولوژی و بوم‌شناسی گونه اقتصادی مورد نظر است. این دانش و آگاهی، تولید مزارع مولد ماکروجلبک‌های دریایی را به عنوان منابع جایگزین درآمد، برای ساکنین نواحی ساحلی گرمسیری که به طور انحصاری ماهی‌گیری را به عنوان وسیله معیشت خود انتخاب کرده‌اند، امکان پذیر می‌سازد (Bezerra and Marinho-Soriano, 2010). امروزه روش‌های کشت و پرورش ماکروجلبک‌های دریایی اقتصادی، به‌روز شده است. در این امر چندین عامل از جمله ریخت‌شناسی و ظرفیت احیاء و بازسازی جلبک، اثر متقابل نور، دما، مواد مغذی و جریان آب، در کاشت موفق جلبک‌ها در مقیاس وسیع بسیار حائز اهمیت هستند (Radulovich et al., 2015). از میان جلبک‌های با اهمیت اقتصادی بالا می‌توان به، *Kappaphycus alvarezii*، *Hypnea* sp. و *Chondrus* sp. جهت تولیدات کاراجینان، *Gracilaria* sp. و *Gellidium* sp. آگار و *Sargassum* sp. و *Turbinaria* sp. آلژینات، اشاره نمود (Mochtar et al., 2013).

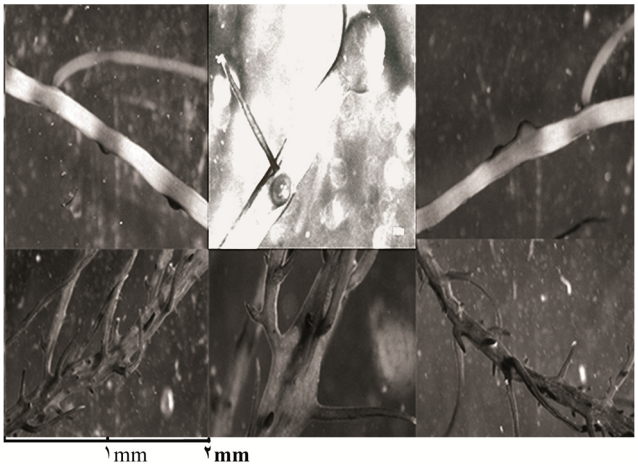
در این مطالعه با توجه به اهمیت و ضرورت مواد و ترکیبات مغذی در سلامت و رشد افراد و تنوع بالای منابع ارزشمند جلبکی در سواحل خلیج فارس و نیز منافع اقتصادی آن با توجه به اختصاصات ریز مغذی هر نوع ماکروجلبک دریایی، به بررسی کشت و پرورش دو گونه اقتصادی *Gracilariopsis persica* و *Hypnea flagelliformis*، که به‌ترتیب شاخص پلی‌ساکارید آگار و کاراجینان می‌باشند، با هدف آتی بهره‌برداری از این ترکیبات، پرداخته شده است. چرا که، کشت و پرورش جلبک‌های دریایی، نه تنها به عنوان یک گزینه اقتصادی، بلکه به عنوان یک جایگزین سازگار با محیط زیست برای حفظ منابع طبیعی به‌شمار می‌آیند.

۲. مواد و روش‌ها

ابتدا گونه‌های ماکروجلبکی با در نظر گرفتن اهمیت اقتصادی و دارا بودن قابلیت کشت و پرورش انتخاب گردیدند. هر یک از نمونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر (Trono, 1997) و اطلس و چک‌لیست‌های موجود از ماکروجلبک‌های منطقه خلیج‌فارس (Sohrabipour et al., 2004; Sohrabipour and Rabei, 2008)، براساس خصوصیات ریخت‌شناسی آن‌ها تا سطح گونه شناسایی شدند (شکل ۱). برای بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی نمونه‌ها از میکروسکوپ نوری Olympus، مدل CX 21 و استریومیکروسکوپ Axiom، مدل SQF 301 استفاده گردید.

www.SID.ir

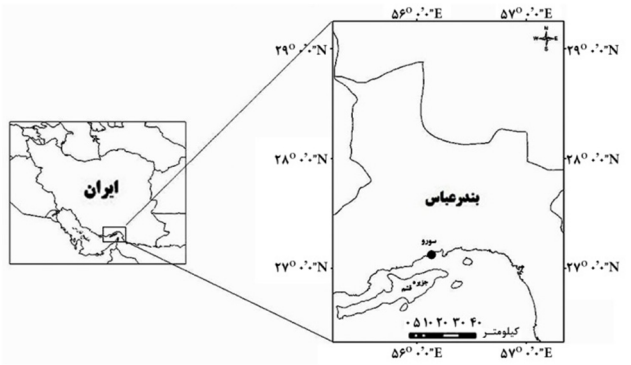
Archive of SID



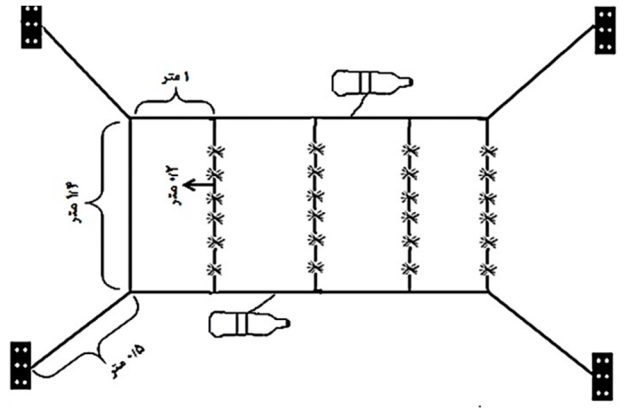
شکل ۱: تصاویر فتواستریومیکروسکوپ (۴۰×) از دو جلبک *Gp. persica* و *H. flagelliformis*

طی گشت‌های اولیه در نوار ساحلی بندرعباس، ساحل سورو به‌عنوان رویشگاه مناسب برای گونه‌های مورد مطالعه، جهت انجام تحقیقات حاضر انتخاب گردید. ایستگاه کشت و پرورش ماکروجلبک‌ها با مختصات جغرافیایی ۲۷ درجه و ۹۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۱۳ دقیقه طول جنوبی تعیین گردید (شکل ۲). بدین وسیله حوضه آبگیر ساحل سورو که از جریان آبی قابل قبولی برخوردار بود، انتخاب گردید. همچنین جهت بررسی تعیین اثر موج، در ناحیه پایین جزر و مدی نیز عملیات کاشت صورت گرفت. جمع‌آوری جلبک‌های مورد نظر از محیط طبیعی ساحل سورو، در ماه‌هایی از سال که این جلبک‌ها در عرصه حضور داشتند (آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین) صورت پذیرفت. از آنجایی‌که دو گونه ماکروجلبک *H. flagelliformis* و *Gp. persica* به‌طور عمده در ناحیه پایین جزر و مدی رشد می‌کنند، جمع‌آوری گیاه جهت نشای اولیه نیز، در هنگام بیشینه جزر هر ماه بوده است.

جهت نشاکاری (که هنگام بیشینه جزر هر ماه صورت می‌گرفت) ابتدا ریسه‌های سالم و قوی جمع‌آوری و به منظور پاک‌سازی از اپی‌فیت‌ها در محل با آب دریا شستشو داده شدند. برای کاشت روی طناب‌های نایلونی، نشاهای ۱۰ گرمی با طول تقریبی ۱۲ تا ۱۵ سانتی‌متر آماده گردید. جهت وزن کردن، ترازوی با دقت یک گرم (کیا، مدل ACS-JZA) مورد استفاده قرار گرفت. به منظور نشاکاری، طناب‌هایی به طول ۱/۴ متر استفاده شد که نشاها در فواصل ۲۰ سانتی‌متری روی آن مستقر شدند. به این ترتیب که پیچ طناب باز و جلبک در لابه‌لای آن قرار داده شد. سپس طناب‌ها در ایستگاه مورد نظر (در پایین‌ترین ناحیه بین جزر و مدی که تنها هنگام بیشینه جزر هر ماه از آب خارج می‌باشند) قرار داده شدند. به این ترتیب که چهار سر طناب به آجر بسته شد. سپس آجرها را با کمک بیل درون گل و لای فرو برده و به این ترتیب مجموع طناب در ساحل ثابت گردید (شکل ۳). جهت شناور ماندن و جلوگیری از به گل نشستن طناب‌ها، به هر مجموعه طناب دو عدد بطری خالی آب معدنی متصل گردید، تا شناوری مثبت ایجاد گردد (در کل ۵ مجموعه طناب (شکل ۳)، تهیه گردید که هر مجموعه واجد ۴ طناب نشاکاری شده و یک طناب شاهد بود). جهت بررسی میزان رشد و تمیز کردن طناب‌ها از گل و لای با تکان دادن آن‌ها در آب دریا، هر دو هفته یکبار طی بیشینه جزر (تا زمانیکه امکان کشت و پرورش گونه‌ها در محیط موجود بود)، سرکشی به طناب‌ها صورت می‌گرفت (Veeragurunathan et al., 2015).



شکل ۲: موقعیت ایستگاه کشت و پرورش ماکروجلبک‌ها در ساحل سورو بندرعباس



شکل ۳: نمای شماتیک از طناب‌ها و نحوه استقرار نشاهای ماکروجلبک روی آن

درصد میزان رشد نسبی جلبک‌ها، در هر ماه، طبق فرمول ۱ محاسبه گردید (Bezerra and Marinho-Soriano, 2010).

www.SID.ir

Archive of SID

فرمول ۱ $RGR\ (\%\ day^{-1}) = [\ln (W_f - W_i) / t] \times 100$

که در آن Wf = وزن نهایی پس از دوره رشد، Wi = وزن نشا اولیه، t = دوره رشد است.

عوامل فیزیکوشیمیایی آب در طول دوازده ماه، از آذر ۱۳۹۳ تا آبان ۱۳۹۴، طی جزر بیشینه، توسط دستگاه WTW قابل حمل (ساخت کشور آلمان)، به‌صورت سه بار تکرار (سه بار در ماه و هر بار از سه نقطه مختلف منطقه‌ای که در آن کاشت صورت گرفته بود) اندازه‌گیری شد. عوامل سنجش شده عبارت بودند از: دما، شوری، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و pH.

میانگین‌های رشد و انحراف معیار با استفاده از حداقل سه تکرار (برای زی‌توده و عوامل آب) در هر ماه محاسبه شد. از ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین همبستگی بین عوامل محیطی با میزان رشد ماکروجلبک‌ها توسط نرم‌افزار SPSS، نسخه ۲۱ استفاده گردید.

۳. نتایج و بحث

نظر به اینکه ماکروجلبک‌های مورد مطالعه تنها در برخی از ماه‌های سال در عرصه حضور دارند، برای رسیدن به میزان تأثیر عوامل در حضور و عدم حضور ماکروجلبک‌های مورد مطالعه، به بررسی چند عامل فیزیکوشیمیایی آب طی دوازده ماه پرداخته شد (جدول ۱). بیش‌ترین دما در مردادماه (۳۵/۶ درجه سانتی-گراد)، و کم‌ترین آن در دی‌ماه (۱۷/۴۵درجه سانتی‌گراد) به‌دست آمد. میزان شوری و pH، طی پایش سالانه، نوسان چندانی نشان نداد. به‌طوریکه، بیشترین میزان شوری مربوط به مردادماه (ppt ۳۸/۵)، و کمترین آن مربوط به بهمن‌ماه و فروردین‌ماه (ppt ۳۷/۱) گزارش گردید. میزان نوسان pH نیز بین ۸/۶۲ (مهرماه) و ۸/۱ (فروردین‌ماه) مشاهده گردید. طی پایش انجام شده، بیشینه اکسیژن محلول در اسفندماه (۶/۵) و کمینه آن در مردادماه (۵)، ثبت گردید.

در مطالعه حاضر نرخ رشد، طی ماه‌هایی از سال که شرایط محیطی جهت حضور و کاشت ماکروجلبک در عرصه مساعد بود، اندازه‌گیری شد و به‌صورت شاخص درصد رشد نسبی، گزارش گردید (جدول ۲). با توجه به نتایج به‌دست آمده از پایش سالانه آب دریا و نیز بررسی کشت و پرورش ماکروجلبک‌های مورد مطالعه به نظر می‌رسد که، جلبک *Gp. persica*، در ماه بهمن و اسفند، بیش‌ترین میزان رشد را دارا می‌باشد و ماکروجلبک *H. flagelliformis*، در طی ماه‌های آذر، دی و بهمن میزان رشد بالایی دارد.

جدول ۱: عوامل فیزیکوشیمیایی آب در ایستگاه مورد مطالعه به‌صورت ماهانه طی مدت یک‌سال

ماه / فاکتور	اکسیژن (±SD)	pH (±SD)	شوری (±SD)	دما (±SD)
مهر	۵/۴۴±۰/۲۴	۸/۶۲±۰/۰۷	۳۷/۹±۰/۱۵	۲۷/۶±۲/۲۹
آبان	۵/۷±۰/۱۱	۸/۴±۰/۴۷	۳۷/۶۲±۰/۰۷	۲۷/۰۶±۳/۶
آذر	۵/۳۴±۰/۱۳	۸/۶±۰/۲۱	۳۶/۸±۰/۳۰	۲۲/۴±۲/۳
دی	۵/۸۳±۰/۳۱	۸/۴±۰/۰۲	۳۷/۲±۰/۰۶	۱۷/۴۵±۱/۷
بهمن	۶±۰/۵۲	۸/۳±۰/۱۱	۳۷/۱±۰/۱۱	۲۰/۷±۱/۵
اسفند	۶/۵±۰/۴۱	۸/۳±۰/۲۱	۳۶/۷±۰/۵۰	۲۲/۵±۲
فروردین	۶/۱±۰/۰۴	۸/۱±۰/۰۷	۳۷/۱±۰/۰۵	۲۶/۶±۰/۴۰
اردیبهشت	۵/۹±۰/۰۱	۸/۴±۰/۱۲	۳۷/۴±۰/۰۲	۲۹/۸±۰/۵۰
خرداد	۵/۷±۰/۲۱	۸/۲±۰/۰۷	۳۸±۰/۰۳	۳۲±۱/۱
تیر	۵/۳±۰/۱۲	۸/۳±۰/۰۱	۳۷/۸±۰/۱۰	۳۵±۰/۱۰
مرداد	۵±۰/۴۱	۸/۴۷±۰/۱۲	۳۸/۵±۰/۴۱	۳۵/۶±۰/۳۰
شهریور	۵/۷±۰/۲۱	۸/۴±۰/۰۳	۳۸±۰/۳۰	۳۴/۹±۰/۲۰

جدول ۲: شاخص درصد رشد نسبی جلبک *Gp. persica* و *H. flagelliformis* طی ماه‌های حضورشان در سال.

ماکروجلبک/ ماه	آذر (±SD)	دی (±SD)	بهمن (±SD)	اسفند (±SD)	فروردین (±SD)
Gp.persica	۲۳/۷±۰/۰۳	۱۹/۴±۰/۳	۲۴/۸±۰/۴	۲۸/۷±۰/۴	۲۲/۵±۰/۲
H.flagelliformis		۲۵/۲±۰/۳	۲۲/۷±۰/۶	۰	۰

جهت تعیین میزان تأثیر عوامل فیزیکوشیمیایی آب دریا بر میزان رشد ماکروجلبک‌های مورد مطالعه، از آزمون همبستگی پیرسون، استفاده گردید. براساس نتایج به‌دست آمده از این آزمون، عامل فیزیکی دما (۶۵-٪)، و پس از آن عامل شوری آب (۶۰- ٪) و اکسیژن محلول (۵۵٪)، تأثیرگذارترین عوامل بر میزان رشد جلبک *Gp. persica*، بودند، در حالی‌که pH کم‌ترین تأثیر را نشان داد (جدول ۳). عوامل تأثیرگذار بر رشد جلبک *H. flagelliformis* به ترتیب، دما (۷۰-٪) و پس از آن شوری (۴۷-٪) تعیین گردید (جدول ۴). طبق نتایج این آزمون، عوامل pH و اکسیژن، بر میزان رشد جلبک *H. flagelliformis*، تأثیر چندانی نشان ندادند.

جدول ۳: نتایج همبستگی پیرسون بین عوامل فیزیکوشیمیایی آب و میزان رشد جلبک *Gp. persica*

Gp. persica	عوامل فیزیکوشیمیایی آب			
	دما	شوری	pH	اکسیژن
ضریب همبستگی r	-۰/۶۵۷	-۰/۶۰۷	-۰/۳۱۷	۰/۵۵۸
مقدار عددی P	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۰	۰/۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: نتایج همبستگی پیرسون بین عوامل فیزیکوشیمیایی آب و میزان رشد جلبک *H. flagelliformis*

H. flagelliformis	عوامل فیزیکوشیمیایی آب			
	دما	شوری	pH	اکسیژن
ضریب همبستگی r	-۰/۰۷۰۶	-۰/۴۷۰	۰/۱۷۲	-۰/۱۳۲
مقدار عددی P	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۳۱۵	۰/۴۴۳

Peteiro و Oscar (۲۰۱۱) ، اثر موج را بر کشت و پرورش جلبک قهوه‌ای *U. pinnatifida* مورد بررسی قرار دادند. کشت این جلبک در دو ناحیه، یکی با جریان ملایم آب و دیگری مکان بدون جریان آب و ساکن، صورت گرفت. اختلاف معنی‌دار زیادی بین میزان رشد جلبک در این دو مکان، مشاهده شد. به‌این صورت که، میزان زی‌تودهبه‌وجود آمده در مکان دارای جریان ملایم آب، بسیار بیش‌تر گزارش گردید. کشت و پرورش در مطالعه حاضر در حوضچه‌های جزر و مدی با جریان ملایمی از آب دریا صورت گرفت. همچنین تعدادی مجموعه طناب در تماس مستقیم با امواج ساحلی دریا نصب شد که در اثر اصابت شدید این امواج، طناب‌ها کنده شده و کشت و پرورش با ناکامی در این نقطه مواجه گردید.

عامل دما و شوری از عوامل موثر بسیار مهم در پراکنش فصلی و جغرافیایی و نیز نرخ رشد جنس *Gracilaria*، محسوب می‌گردد (Yang et al., 2015). طبق نتایج آزمون همبستگی پیرسون دما مؤثرترین عامل بر میزان رشد این دو جلبک معرفی گردید، به‌طوریکه، با کاهش دما میزان رشد افزایش می‌یابد. عامل شوری پس از دما بیش‌ترین تأثیر را بر میزان رشد نشان داد. در تأیید یافته‌های حاضر گزارشات متعددی ارائه گردیده است، از جمله، کشت و پرورش ماکروجلبک *G. coronopifolia*، بیش‌ترین میزان زی‌توده را در شرایط مناسب از نظر مواد مغذی، در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نشان داده است (Tsai et al., 2005). دمای مطلوب رشد ماکروجلبک *G. lemaneiformis*، بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است، که میزان نرخ رشد روزانه در دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد منفی بوده و گیاه در دمای بالای ۳۲ درجه سانتی‌گراد از بین می‌رود. همچنین دما از مهمترین عوامل محدود کننده رشد این ماکروجلبک است (Wu et al., 1993). شوری از عوامل مؤثر بر میزان رشد ماکروجلبک *G. tenuistipitata* بوده، به‌طوریکه این گونه در مصب‌ها و دریاچه‌های با شوری پایین‌تر از دریا، میزان رشد بیشتری داشته‌اند (Wu and Pang, 1998).

نتایج ثبت شده توسط این محقق با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. Skriptsova و Yulia (۲۰۰۸)، اعلام کردند که ماکروجلبک *G. gracilis* و *G. tenuistipitata* در شوری با محدوده ۳۰-۱۰ppt و ماکروجلبک *Gp. bailiniae* در شوری ۳۰-۲۰ppt بیش‌ترین میزان رشد را دارا هستند. میزان رشد در شوری بهینه برای جلبک‌های *G. gracilis*، *G. tenuistipitata* و *Gp. Bailiniae* به ترتیب ۴ ٪، ۹ ٪ و ۴/۷ ٪ در روز است. در ویتنام یکی از مشکلات کشت و پرورش Gracilaria، کاهش شوری طی بارندگی است که منجر به کاهش بازده آگار و نیز کیفیت آن می‌گردد. بنابراین عامل شوری در میزان رشد و همین‌طور بازده آگار و کیفیت آن موثرتر است. در حالی‌که در مطالعه حاضر عامل شوری پس از عامل دما در میزان رشد، مؤثر است. همچنین طبق نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر طی مدت یک‌سال برای میزان شوری آب، نوسان چشمگیری در این میزان مشاهده نشد.

تأثیر عمق پرورش بر میزان رشد ماکروجلبک *Gp. persica*، توسط کرمی و سجادی (۱۳۹۵) مورد بررسی قرار گرفت. کاشت در سه عمق ۵، ۶ و ۷ متر، طی دوره ۴۵ روزه، در ساحل سورو بندرعباس، انجام شد. طبق نتایج، جلبک‌های عمق ۷ متر، با نرخ رشد ۱۷/۸ ٪ در روز، بیش‌ترین میزان رشد را داشته و رشد این جلبک در اعماق پایین بیش‌تر است. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر در پایین‌ترین ناحیه بین جزر و مدی بیشترین نرخ رشد برای ماکروجلبک *Gp. persica*، ۲۸/۷ ٪ در اسفندماه به‌دست آمد، این مطلب بیانگر اهمیت فصل و ماه بر کشت و پرورش علاوه بر عمق کاشت است. فیاضی و همکاران (۱۳۹۴)با مطالعه بر تأثیر محیط کشت بر تراکم سلولی و نرخ رشد *Scenedesmus obliquus*، به اهمیت عوامل محیطی بر میزان رشد جلبک‌ها اشاره داشته و بر اساس نوع جلبک دارای اثرات متفاوت هستند.

۴. نتیجه‌گیری کلی

مطالعه حاضر نشان داد که کشت و پرورش در حوضه‌های آبگیر جزر و مدی و نیز فصول سرد سال موفقیت‌آمیزتر است. از آنجایی‌که بیشترین میزان رشد جلبک مورد مطالعه *Gp. persica* و *H. flagelliformis* به ترتیب ۲۸/۷۷ ٪ و ۲۵/۱۶ ٪ می‌باشند، این دو جلبک از پتانسیل بسیار بالایی جهت کشت و پرورش برخوردار هستند. در مجموع می‌توان گفت که کشت

www.SID.ir

Archive of SID

موفقیت‌آمیز ماکروجلبک‌ها در ایران که در کمربند خشک کره زمین قرار دارند و بی‌نیازی جلبک‌ها به آب شیرین مزیت بسیار بزرگی است. از طرف دیگر جلبک‌ها به خاک زراعی نیاز ندارند و در نتیجه کشت و توسعه آنها عرصه را برای کشت سایر محصولات کشاورزی تنگ نمی‌کند. در بسیاری از سواحل جنوبی کشور فعالیت اقتصادی مناسبی انجام نمی‌شود، بنابراین توسعه کشت جلبک منجر به بهره‌برداری بهینه از سواحل گسترده دریایی کشور می‌شود.

منابع

رفیعی، ف.؛ نجات خواه معنوی، پ.؛ سلمان زاده، ن.، ۱۳۹۴. بررسی تغییرات شوری، آمونیوم و سیتوکینین بر توده زنده و میزان آگار جلبک قرمز *Gracilaria corticata*. نشریه اقیانوس‌شناسی، سال ششم، شماره ۲۱ (۹)، صفحات ۱۱۵-۱۰۷.

فیاضی، س.؛ زارعی دارکی، ب.؛ سیف‌آبادی، ج.، ۱۳۹۴. بررسی تاثیر محیط کشت بر تراکم سلولی و نرخ رشد ویژه *Scenedesmus obliquus*. نشریه اقیانوس‌شناسی، سال ششم، شماره ۲۴، صفحات ۳۸-۳۱.

کرمی، ا.؛ سجادی، مم.، ۱۳۹۵. ارزیابی تأثیر عمق پرورش بر میزان رشد جلبک قرمز *Gracilariopsis persica* و تعیین عمق بهینه پرورش در سواحل خلیج فارس (بندرعباس). مجله بوم‌شناسی آبزیان، سال پنجم، شماره ۴.

Barros, F.C.; Da Silva, D.C.; Sombra, V.G.; Maciel, J.S.; Feitosa, J.P.; Freitas, A.L.; De Paula, R. C., 2013. Structural characterization of polysaccharide obtained from red seaweed *Gracilaria caudata* (*J Agardh*). Carbohydrate Polymers, 92: 598-603.

Bezerra, A.F.; Marinho-Soriano, E., 2010. Cultivation of the red seaweed *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta) in tropical waters of northeast Brazil. Biomass and Bioenergy, 34: 1813-17.

Evangelista, V.; Laura, B.; Anna, M.F.; Vincenzo, P.; Paolo, G., 2008. Algal toxins: Nature, occurrence, effect and detection. Springer Science & Business Media. 1-16PP.

Hayashi, L.; Cristian, B.; Paul, K.; Gonzalo, S.; Daniel, R., 2013. Cultivation of red seaweeds: a latin American perspective. Journal of Applied Phycology, 26: 719-27.

Lordan, S.; R Paul, R.; Catherine, S., 2011. Marine bioactives as functional food ingredients: potential to reduce the incidence of chronic diseases. Marine drugs, 9: 1056-100.

Marinho-Soriano, E.; Nunes, S.O.; Carneiro, M.A.A.; Pereira, D.C., 2009. Nutrients removal from aquaculture wastewater using the macroalgae *Gracilaria birdiae*. Biomass and Bioenergy, 33: 327-31.

Mochtar, A.H.; Ismaya, P.; M Saleh, S.A.; Kamaruzaman, J.; Rezekie, R.; Suhartin, D.A.; Nasruddin, A.; Aminah, M., 2013. Effects of harvest age of seaweed on Carragenan yield and gel strength. Natural Resources Research and Development in Sulawesi Indonesia, 26: 13-16.

Nybakken, J.W., 1993. Marine biology: an ecological approach, Harper Collins College Publishers, 3rd Edition. USA. 90-120PP.

Peteiro, C.; Óscar, F., 2011. Effect of water motion on the cultivation of the commercial seaweed *Undaria pinnatifida* in a coastal bay of Galicia, Northwest Spain. Aquaculture, 314: 269-76.

Radulovich, R.; Schery, U.; Rubén, C.; Rebeca, M., 2015. Tropical seaweeds for human food, their cultivation and its effect on biodiversity enrichment. Aquaculture, 436: 40-46.

Skriptsova, A.V.; Yulia, V.N., 2008. Comparison of three gracilarioids: growth rate, agar content and quality. Journal of Applied Phycology, 21: 443-450.

Sohrabipour, J.; Nejadsatari, T.; Assadi, M.; Rabei, R., 2004. The marine algae of the southern coast of Iran, Persian Gulf, Lengeh area. Iranian Journal of Botany, 10: 83-93.

Sohrabipour, J.; Rabei, R., 2008. Rhodophyta of Oman Gulf (South East of Iran). Iranian Journal of Botany,

www.SID.ir

Archive of SID

438: 68-74.

Wu, C.; Li, R.; Lin, G.; Wen, Z.; Zhang, J.; Dong, L.; et al., 1993. Study on the optimum environmental parameters for the growth of *Gracilria tenuistipitata* var. Liui in pond culture. Oceanologia et limnologia Sinica, 25: 60-66.

Wu, C.; Pang, S., 1998. The seaweed resources of China. seaweed resources of the world. Japan International Cooperation Agency, 34-46.

Yang, Y.; Chai, Z.; Wang, Q.; Chen, W.; He, Z.; Jiang, S., 2015. Cultivation of seaweed *Gracilaria* in Chinese coastal waters and its contribution to environmental improvements. Algal Research, 9: 236-244.

14: 70-74.

Trono, G., 1997. Field guide and atlas of the seaweed resources of the Philippines (Bookmark Publishing (NY)).

Tsai, C.C.; Chang, J.S.; Sheu, F.; Shyu, Y.T.; Yu, A.Y.C.; Wong, S.L.; et al., 2005. Seasonal growth dynamics of *Laurencia papillosa* and *Gracilaria coronopifolia* from a highly eutrophic reef in southern Taiwan: temperature limitation and nutrient availability. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 315: 49-69.

Veeragurunathan, V.; Eswaran, K.; Saminathan, K.R.; Mantri, V.A.; Malar vizhi, J.; Ajay, G.; et al., 2015. Feasibility of *Gracilaria dura* cultivation in the open sea on the Southeastern coast of India. Aquaculture,

www.SID.ir