مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

ارزیابی تأثیر عمق پرورش بر میزان رشد جلبک قرمز *Gracilariopsis persica* و تعیین عمق بهینه پرورش در سواحل خلیج فارس (بندرعباس)

اسماعیل کرمی[1*]، میرمسعود سجادی[2]

[1]گروه آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران، اهواز

[2]گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی ۱۱۴۴

نوع مقاله:
مقاله کوتاه

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۳/۰۳/۱۱
اصلاح: ۹۳/۰۹/۲۰
پذیرش: ۹۳/۱۲/۲۵

کلمات کلیدی:
جلبک قرمز
رشد
Gracilariopsis

چکیده

در این تحقیق تأثیر عمق بر میزان رشد جلبک قرمز *Gracilariopsis persica* در سواحل خلیج فارس (بندرعباس) مورد بررسی قرار گرفت. سه عمق ۵، ۶ و ۷ متر برای تعیین تاثیر آن بر میزان رشد این گونه جلبک به مدت ۴۵ روز در سواحل خلیج فارس (بندرعباس) انتخاب شد. برای این منظور جلبک های قرمز از محیط طبیعی جمع آوری شده و بر روی طناب های پلی اتیلینی در محیط طبیعی دریا کشت داده شدند. میزان رشد نسبی (RGR) و بیوماس کل هر دو هفته یکبار اندازه گیری می شد. نتایج نشان داد که از لحاظ میزان رشد، بین تیمارهای ۷ متر با ۵ و ۶ متر اختلاف معنی دار آماری وجود داشت ($P<0/05$). جلبک هایی که در عمق ۷ متر کشت داده شده بودند بیشترین میزان رشد را نشان دادند و بیشترین تولید را داشتند ($P<0/05$). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که عمق می تواند بر روی رشد جلبک قرمز تأثیر داشته باشد و رشد این جلبک در اعماق پایین بیشتر است.

مقدمــه

تقاضای جهانی برای غذاهای دریایی رشد فزاینده ای در سالهای اخیر داشته است در حالیکه در ۲۰ سال گذشته میزان برداشت از منابع طبیعی کاهش یافته است (FAO, 2013). جلبک های دریایی منابع مهمی برای تولید غذا، مکمل های غذایی و تولیدات دارویی و فرآورده‌های دیگر می باشند (Craigie, 2011; Browdy *et al.*, 2012). در سال ۲۰۱۱ میزان جلبک های پرورشی در حدود ۲۱ میلیون تن بوده است (FAO, 2013). جلبک های دریایی متعلق به جنس گراسیلاریا به عنوان منبع غذایی بسیار با اهمیت برای انسان، حیوانات دریایی و نیز منبع آگارهای صنعتی مطرح هستند (Zemke-White and Ohno, 1999; Tseng, 2001). حدود ۶۰ درصد آگار دنیا از گراسیلاریا به دست می آید (Tseng, 2001). گونه های مهم آگاروفیت اقتصادی در سطح جهان تقریباً حدود ۳۰۰ گونه تعیین شده اند که حدود ۱۱۰ گونه از آنها در حال حاضر کاربرد فراوانی دارند (Rueness, 2005). در حالیکه ماکروجلبک‌ها به طور سنتی در کشورهای آسیای شرقی برای مصرف غذایی و دیگر اهداف به طور گسترده پرورش داده می شوند (Murata and Nakazoe, 2001) در کشورهای اروپایی علاقه مندی به این امر اخیراً به دلیل مصارف چندگانه جلبک های دریایی به عنوان غذا و ترکیبات زیستی فعال، تولید فیکوکولیدها و سوخت زیستی افزایش یافته است (Bixler and Porse, 2012). جلبک های دریایی مواد مغذی در دسترس (نیتروژن و فسفر) را به شکل ذخایر قابل

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: karamiesmail@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.15.6]

استفاده تبدیل می کنند، کیفیت آب را برای پرورش سایر آبزیان بهبود بخشیده و غلظت مواد مغذی را در محیط کاهش می دهند (Troell *et al.*, 2003).

بسیاری از کشورهای گرمسیری تحقیقاتی را برای پرورش جلبک های دریایی به عنوان جایگزین مناسب برای امرار معاش جوامع ساحلی و همچنین به عنوان یک بخش از مدیریت سواحل انجام می دهند (Thirumaran and Anantharaman, 2009). پرورش گراسیلاریا در مقیاس وسیع نیازمند شناخت اکولوژی و فیزیولوژی جلبک های دریایی و تغییرات فصلی پارامترهای محیطی مکان پرورش است (Marinho-Soriano *et al.*, 2006). الگوی توزیع جلبک ها در عمق های مختلف آب به طور اساسی بستگی به درجه حرارت، میزان نور، میزان شوری آب، جنس بستر، میزان جزر و مد و میزان کلروفیل و نسبت آن با رنگدانه‌های دیگر دارد. به طور کلی در یک توزیع جغرافیایی، جلبک های سبز در سطوح کم عمق، جلبک های قهوه ای در بخش های میانی و جلبک های قرمز در قسمت های عمیق آب دیده می شوند (Landau, 1992).

تغییرات مکانی و زمانی عوامل غیرزنده در مزارع پرورشی جلبک های دریایی باید به سمت تولید ماکزیمم هدایت شوند. عوامل غیرزنده می توانند تولید گراسیلاریا را تحت تأثیر قرار دهند، اما تعداد کمی از آنها را می توان در یک مقیاس بزرگ در مزارع پرورشی دستکاری نمود، بنابراین بعد از انتخاب کارشناسی شده مکان پرورش، تأکید بر درک روابط بین این فاکتورها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. می توان با دستکاری دو فاکتور تراکم ذخیره سازی و شدت و دفعات برداشت در محیط پرورشی دریا، تولید جلبک ها را بهبود بخشید (Pizarro and Santelices, 1993). نور، درجه حرارت، مواد مغذی کافی و شرایط پرورش تیمارهای مختلف مانند تراکم اولیه و عمق پرورش در جلبک های دریایی از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Yang *et al.*, 2006).

در مطالعه حاضر، میزان رشد نسبی جلبک قرمز *Gracilariopsis persica* در عمق های مختلف مورد بررسی قرار گرفت و ظرفیت و پتانسیل این گونه به عنوان کاندیدای آبزی پروری دریایی در خلیج فارس مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

انتخاب مکان پرورش

این پروژه در سایت تحقیقاتی سورو وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان انجام شد. مزرعه پرورشی مذکور در سواحل بندرعباس واقع شده است. دارای سواحل ماسه ای بوده و از جریان آب مناسب برخوردار است. مکان مورد نظر، زیستگاه طبیعی جلبک های دریایی نیز می باشد و از فاکتورهای مناسب برای پرورش برخوردار است.

جمع آوری نشاء جهت کشت

گونه *G. persica* از سواحل خلیج فارس (بندر عباس) جهت انجام پروژه جمع آوری و سپس به مکان پرورشی انتقال داده شد. جلبک های دریایی جهت جلوگیری از خشک شدگی با کیسه های پلی اتیلنی حمل گردید. جوانه‌های سالم و شاداب مورد استفاده قرار گرفتند.

آماده سازی طناب‌های پرورشی و نشاء دار کردن آنها

جوانه های با کیفیت گونه *G. persica* در وزن های ۵۰ گرم جدا شدند. سپس این دسته ها بر روی هر متر طناب پلی اتیلنی کشت داده شد. طول هر طناب ۳ متر بود بنابراین به ترتیب بر روی هر طناب ۱۵۰ گرم جلبک کشت داده شد.

طراحی آزمایش

جلبک قرمز *G. persica* در سه عمق مختلف پرورش، تیمار ۱(۵ متر)، تیمار ۲ (۶ متر) و تیمار ۳ (۷ متر) به میزان $g\ m^{-1}$ ۵۰ در هر متر طناب پرورش در این پروژه مورد آزمایش قرار گرفت. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد و طول دوره پرورش ۴۵ روز بود. در طی دوره پرورش هر دو هفته یک بار میزان رشد نسبی (RGR) و زی توده جلبک ها اندازه‌گیری می شد. در طی دوره آزمایش فاکتورهای درجه حرارت، شوری و pH آب اندازه گیری شدند که در طی دوره ثابت بودند. درصد میزان رشد نسبی از طریق فرمول Evans (۱۹۷۲) محاسبه گردید:

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.15.6]

$$RGR\ (\%) = \ln (FW) - \ln (IW) / T*100$$

در این فرمول FW = وزن نهایی، IW = وزن اولیه، T = تعداد روزهای پرورش می باشد.

آنالیز آماری

از برنامه آماری SPSS 16 برای تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده در خصوص فاکتورهای مورد بررسی استفاده شد، به طوری که از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) جهت تعیین اختلاف معنی دار در فاکتور مورد بررسی بین تیمارهای مختلف و همچنین برای تعیین سطوح عملکرد نتایج به دست آمده در تیمار های مختلف عمق پرورش از آزمون چند دامنه Duncan با سطح معنی دار ۹۵ درصد استفاده شد. تفاوت بین تیمارها با سطح ($P<0.05$) مشخص شده و نتایج به صورت میانگین و انحراف از معیار (Mean ±S.D) نشان داده شدند.

نتایــج

از تراکم ذخیره سازی۵۰ گرم برای تعیین تأثیر عمق پرورش بر میزان رشد جلبک *G. persica* در سه تیمار متفاوت ۵، ۶ و ۷ متر استفاده شد. نتایج به دست آمده بعد از ۴۵ روز پرورش نشان داد که عمق پرورشی ۷ متر بالاترین میزان رشد را دارد (۹/۱±/۱۲). آنالیز نتایج نشان داد (جدول ۱) که بین تیمار۳ با تیمار ۱و ۲ اختلاف معنی دار آماری وجود دارد (P<۰/۰۵). ولی بین تیمارهای ۱ و ۲ اختلاف معنی دار مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در هر سه تیمار بیشترین میزان رشد در ۱۵ روز اول دوره پرورش به دست آمد.

جدول ۱. شاخص درصد رشد نسبی (RGR) گونه *G. persica* در تیمارهای مختلف عمق ذخیره سازی (n=3) (میانگین ± انحراف معیار)

روز پرورش	تیمار ۱ (٪)	تیمار ۲ (٪)	تیمار ۳ (٪)
پانزدهم	۱۶/۹۸±۰/۲^{b}	۱۷/۰۶±۰/۱۹^{b}	۱۷/۸±۰/۱۲^{a}
سی ام	۱۱/۲۳±۰/۰۳^{b}	۱۱/۲۷±۰/۰۵^{b}	۱۱/۶±۰/۱۴^{a}
چهل و پنجم	۸/۰۷±۰/۰۳^{b}	۸/۸۱±۰/۰۴^{b}	۹/۱±۰/۱۲^{a}

میانگین و انحراف معیار (Mean± S.D) با حروف متفاوت در ردیف های یکسان نشان دهنده اختلاف معنی دار در تیمارها می باشند (P<۰/۰۵).

بحث

در مطالعه کنونی کشت جلبک‌ها در سه عمق مختلف ذخیره سازی انجام شد که در جلبک قرمز *G. persica* در عمق ۷ متر در پایان دوره ۴۵ روزه با میزان رشد نسبی ۹/۱ درصد بالاترین درصد رشد را نشان داد (جدول۱). بنابراین بیشترین عمق ذخیره سازی ، بالاترین میزان رشد نسبی را داشت. در این مطالعه بیشترین میزان رشد نسبی جلبک *G. persica* در ۱۵ روز اول دوره پرورش در عمق ۷ متر به دست آمد که ۱۷/۸ درصد بود. در پایان دوره ۴۵ روزه میزان رشد در عمق پرورشی ۷ متر بالاترین میزان را نشان داد (۹/۱ درصد) و کمترین میزان رشد در عمق پرورشی ۵ متر حاصل شد. بنابراین بیشترین زی توده در بیشترین عمق ذخیره سازی به دست آمد.

میزان رشد روزانه جلبک گراسیلاریا گزارش شده در مقالات مختلف بسیار متغیر است، محدوده ای از کمتر از ۱ درصد (Rebello *et al.*, 1996) تا بیشتر از ۲۴ درصد در روز (Chirapart and Ohno, 1993) را در بر می‌گیرد. Dhargalkar و Kavlekar (۲۰۰۴) عنوان نمودند که تغییرات وسیع در بین نتایج گزارش شده دلیل موجه ای ندارد و امکان آنالیز نهایی نقش متغیرها یا عواملی که قادر است میزان رشد بالای روزانه را ایجاد کند وجود ندارد و برای هر گونه احتمالاً مجموعه ای از عوامل محیطی و متغیرهای شیمیایی وجود دارد که ماکزیمم رشد مناسب را ایجاد می کند. در مقایسه با گیاهان خشکی زی چگونگی جواب و عکس العمل جلبک های دریایی به واکنش های مختلف چندان آشکار نیست (Santelices, 1990). نوع واکنشی که یافت می شود بسته به گونه و زیستگاه متغیر است (Santelices *et al.*, 1993).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.15.6]

Dhargalkar و Kavlekar (۲۰۰۴) در یک مرور از میزان رشد مطالعه شده در منابع علمی، متوسط رشد جلبک گراسیلاریا را حدود ۶/۷ درصد در هر روز برآورد نموده و گزارش کردند که در برخی از پژوهش‌ها میزان رشد گراسیلاریا در برابر متغیرهای فیزیکی و شیمیایی مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعات تعدادی از متغیرهای کنترل کننده بیان شده اند، که شامل جریان آب و بازدارندگی مواد مغذی است. در بعضی از مطالعات تحت شرایط مشابه تفاوت های معنی داری در رشد بین گونه‌های گراسیلاریا به دست آمده است. نور، درجه حرارت، شوری و نیتروژن غیر آلی محلول، فسفات، پتاسیم، آهن و مواد ریز مغذی همه برای بهبود رشد جلبک ها در هر گونه به عنوان یک پروتکل در نظر گرفته شده است.

چندین فاکتور مانند مورفولوژی و ظرفیت تولیدمثل تال ها، به علاوه ترکیبی از واکنش نور، درجه حرارت، مواد مغذی و جریان آب، عامل موفقیت پرورش در مقیاس بزرگ هستند (Sahoo and Yarish, 2005). عوامل یاد شده به علاوه شرایط پرورش تیمارهای مختلف مانند تراکم آغازین و عمق پرورش در جلبک های دریایی مهم است (Yang *et al*., 2006). بنابراین فاکتورهای غیرزنده متعددی ممکن است محصول گراسیلاریا را تحت تاثیر قرار دهد، اما تنها تعداد اندکی از آنها را در مقیاس بزرگ پرورش می توان دستکاری نمود. با انتخاب مکان مناسب، با درک تاثیر تراکم ذخیره سازی و شدت برداشت بر تولید و عوامل محیطی موثر بر تولید می توان تولید جلبک ها را بهبود بخشید (Pizarro and Santelices, 1993).

در مطالعه کنونی بیشترین میزان رشد نسبی برای جلبک قرمز *G. persica* در ۱۵ روز اول دوره پرورش در عمق ۷ متر به دست آمد که ۱۷/۸ درصد بود و کمترین میزان رشد ۱۶/۹۸ درصد در عمق ۵ متر. در روز سی ام پرورش بیشترین میزان رشد نسبی ۱۱/۶ درصد در عمق پرورش ۷ متر مشاهده شد. در پایان دوره پرورش ۴۵ روزه میزان رشد نسبی در عمق پرورش ۷ متر بالاترین میزان را نشان داد (۱۷/۸درصد) و کمترین میزان رشد در عمق ۵ متر حاصل شد. جلبک های قرمز در آبهای عمیق تر رشد می کنند. نشان داده شده است که جلبک های قرمز در مقایسه با گونه های مشابه در عمق کمتر، مقدار فیکواریترین بیشتری داشته و کارایی فتوسنتز با عمق افزایش یافته است (Sahoo and Yarish, 2005). Yang و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان دادند بین عمق پرورش و میزان تولید *Gracilaria lemaneiformis* رابطه معنی داری وجود دارد.

Santelices و همکاران (۱۹۹۳) self -shading را عامل احتمالی در کاهش رشد و تولید ذخیره سازی نشاء با اندازه بزرگتر می‌دانند که باعث محدودیت نور می گردد. Pizarro و Santelices (۱۹۹۳) بیان کردند که مقدار تولید از یک فصل به فصل دیگر و یا از یک سال به سال دیگر تغییر می کند. پس از یک افزایش اولیه تولید، با گذشت زمان میزان تولید ثابت باقی مانده و افزایش نمی یابد که در بیشتر موارد این ثابت ماندن تولید، نتیجه همپوشانی و سایه انداختن ناشی از تجمع زی توده گراسیلاریا است.

Oliveira و همکاران (۲۰۱۲) تاثیر عمق بر رشد جلبک قرمز *Gracilaria birdiae* را در استخرهای پرورش میگو در سه عمق (سطح، ۱۰ و ۲۰ سانتی متر) بررسی کردند و مشاهده کردند عمق ۱۰ سانتی متر بیشترین تولید را داشت. موفقیت پرورش گراسیلاریا بسته به مکان پرورش (جریان مناسب آب، مواد مغذی در دسترس و درجه حرارت آب) و موقعیت طناب در ارتباط با عمق آب و شدت نور است (Sahoo and yarish, 2005).

در مطالعه ای Hand و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر عمق پرورش را در سه تیمار ۲، ۵ و ۸ متر در پرورش توام سالمون و جلبک *Saccharina latissima* ، انجام دادند و مشاهده کردند که بیشترین میزان رشد جلبک دریایی در عمق ۵ متر و کمترین میزان رشد در عمق ۸ متر بوده است که دلیل کاهش رشد را کاهش نفوذ نور به اعماق بیشتر ذکر کردند. Buschmann و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر عمق را در پرورش توام جلبک *Macrocystis pyrifera* با ماهی سالمون در عمق ۱ تا ۱۰ متر انجام دادند و بیشترین رشد جلبک دریایی را در عمق ۳ متر یافتند، که آنها علت کاهش رشد در عمق کم را ناشی از تابش اشعه زیاد خورشید و کاهش رشد در عمق بیشتر از ۳ متر را به دلیل کاهش نور برای انجام فتوسنتز ذکر کردند.

در این آزمایش عمق ۷ متر نسبت به دیگر تیمارها رشد بیشتری را نشان داد. Yang و همکاران (۲۰۰۶) جلبک *Gracilaria lemaniformis* را در ۵ عمق مختلف (۱-۰، ۱/۵-۰/۵، ۲- ۱، ۲/۵-۱/۵) متر زیر سطح آب کشت دادند که مدت انجام آزمایش ۲۷ روز بود، بیشترین بیوماس تولید در عمق ۱-۰ و ۱/۵-۰/۵ به دست آمده بود، که کاهش رشد در عمق بیشتر را به کم عمق بودن خلیج محل پرورش نسبت دادند. جلبک های قرمز به خوبی با شرایط نوری کم سازگاری یافته اند. در آزمایش‌های متعددی رشد سریع آنها در نور کم در مقایسه با دیگر ماکروالگها نشان داده شده است (Paalme, 1994). رقابت به عنوان یکی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.15.6]

از مهمترین فاکتورها در ساختار جوامع ماکروآلگ در دنیا شناخته شده است (Cousens and Hutchings, 1983). با این وجود رقابت در بین ماکروآلگ های دریایی کمتر مطالعه شده و توانایی رقابت غالباً با اندازه آنها تخمین زده می شود (Lobban and Harrison, 2000). در این مطالعه نیز احتمال می رود در عمق کمتر هم پوشانی جلبک ها باعث کاهش نفوذ نور و در نتیجه کاهش رشد گردد. به علاوه در عمق کمتر ممکن است مواد مغذی مورد نیاز جلبک ها به اندازه کافی فراهم نشده لذا در کاهش رشد مؤثر باشد. از سوی دیگر در هنگام اجرای آزمایش مشاهده شد که در عمق کمتر تلفات بالاتر بوده و جلبک ها پایداری کمتری داشتند، که باعث از بین رفتن زی توده و در نتیجه کاهش آن می گردید.

جلبک قرمز a*G. persic* در عمق ۷ متر بیشترین میزان رشد را نشان داد. به طور کلی نتایج مطالعه کنونی نشان داد که این جلبک از پتانسیل بالایی برای پرورش در مقیاس بزرگ برخوردار است و با توجه به تکنولوژی پایین کشت آن از پتانسیل قابل توجهی برای پیشرفت اقتصادی جوامع ساحلی برخوردار است.

منابـع

Bixler, H.J., Porse, H. 2012. A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry. Journal of Applied Phycology. 23 (3): 321-335.

Browdy, C.L., Hulata, G., Liu, Z., Allan, G.L., Sommerville, C., Passos de Andrade, T., Pereira, R., Yarish, C., Shpigel, M., Chopin, T., Robinson, S., Avnimelech, Y., Lovatell, A. 2012. Novel and emerging technologies: can they contribute to improving aquaculture sustainability? Farming the Waters for People and Food. Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket, Thailand. 22–25 September 2010. pp. 149-191. FAO, Rome and NACA, Bangkok.

Buschmann, A.H., Varela, D.A., Hernndez-Gonzlez, M.C., Huovinen, P. 2008. Opportunities and challenges for the development of an integrated seaweed-based aquaculture activity in Chile: determining the physiological capabilities of *Macrocystis* and *Gracilaria* as biofilters. Journal of Applied Phycology. 20: 571-577.

Chirapart, A., Ohno, M. 1993. Growth in tank culture of species of *Gracilaria* from Southeast Asian waters. Botanica Marina. 36: 1-13.

Craigie, J. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. Journal of Applied Phycology. 23: 371-393.

Cousens, R., Hutchings, M.J. 1983. The relationship between density and mean frond weight in monospecific seaweed stands. Nature. 301: 240-241.

Dhargalkar, V.K., Kavlekar, D. 2004. Seaweeds– A field Manual. 1st edition. National Institute of Oceanography. Dona Paula, Goa. Ministry of Environment & Forests, New Delhi. 36 p.

FAO, 2013. /www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm.

Landau, M. 1992. Introduction to Aquaculture. NewYork, John Wiley & Sons, Inc. 440 p.

Lobban, C.S., Harrison, P.J. 2000. Seaweed ecology and physiology. Cambridge University Press, Cambridge. 366 p.

Marinho-Soriano, E., Moreira, W.S.C., Carneiro, M.A.A. 2006. Some aspects of the growth of *Gracilariabirdiae* (*Gracilariales*, *Rhodophyta*) in an estuary in northeast Brazil. Aquaculture International. 14: 327-336.

Murata, M., Nakazoe, J. 2001. Production and use of marine algae in Japan. Japan Agricultural Research Quarterly. 35: 281-290.

Oliveira, V.P., Freire, F.A.M., Soriano, E.M. 2012. Influence of depth on the growth of the seaweed *Gracilaria birdiae* (Rhodophyta) in a shrimp pond. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology. 16: 33-39.

Paalme, T. 1994. Net photosynthesis and production of *Furcellaria lumbricalis* in Kassari Bay, Estonia, Proceedings of Estonian Academy of Sciences: Biology and Ecology. 43 (4): 193-198.

Pizarro, A., Santelices, B. 1993. Environmental variation and large-scale *Gracilaria* production. Hydrobiologia. 260/261: 357-363.

Rebello, J., Ohno, M., Critchley, A.T., Sawamura, M. 1996. Growth rates and agar quality of *Gracilaria gracilis* from Namibia, Southern Africa. Botanica Marina. 39: 273-279.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.15.6]

Rueness, J. 2005. Life history and molecular sequences of *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta), a new introduction to European waters. Phycologia. 44: 120-128.

Sahoo, D., Yarish, C. 2005. Mariculture of seaweeds. In: Andersen, R. (ed.). Phycological Methods: Algal Culturing Techniques. Academic Press, New York. pp: 219- 237.

Santelices, B. 1990. Patterns of reproduction, dispersal and recruitment in seaweeds. Oceanographic Marine Biology Annual Review. 28: 177-276.

Santelices, B., Westermeier, R., Bobadilla, M. 1993. Effects of stock loading and planting distance on the growth and production of *Gracilaria chilensis* in rope culture. Journal of Applied Phycology. 5: 517-524.

Tseng, C.K. 2001. Algal biotechnology industries and research activities in China. Journal of Applied Phycology. 13: 375-380.

Thirumaran, G., Anantharaman, P. 2009. Daily growth rate of field farming seaweed *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P. Silva in Vellar Estuary. World Journal of Fish and Marine Sciences. 1 (3): 144-153.

Yang, Y.F., Fei, X.G., Song, J.M., Hu, H.Y., Wang, G.C., Chung, I.K. 2006. Growth of *Gracilaria lemaneiformis* under different cultivation conditions and its effects on nutrient removal in Chinese coastal waters. Aquaculture. 254: 248-255.

Zemke-White, W.L., Ohno, M. 1999. World seaweed utilization: an end-of century summary. Journal of Applied Phycology. 11: 369-376.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.5.4.15.6]