# تاثیر تراکم اولیه ذخیره سازی بر رشد جلبک های قرمز *Gracilariopsispersica* و *Gracilariacorticata* بعنوان پتانسیل آبزی پروری دریایی در خلیج فارس

**اسماعیل کرمی[1*]، میرمسعود سجادی[2]، محمد امین سلطانی پور[3]، عبدالرسول دریایی[4]**

۱. گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندر عباس، ایران
۳. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان
۴. اداره کل شیلات هرمزگان

## چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر تراکم اولیه ذخیره سازی جلبک های قرمز *Gracilariopsis persica*و *Gracilariacorticata* بر روی میزان رشد و زی توده کل این جلبک ها انجام شد. در این تحقیق،سه تراکم اولیه $gm^{-1}$ ۵۰، $gm^{-1}$ ۱۲۵ و $gm^{-1}$ ۲۰۰ از جلبک های قرمز در سواحل خلیج فارس (بندرعباس) طی ۴۵ روز در فصل زمستان مورد استفاده قرار گرفت. جلبک ها از محیط طبیعی جمع آوری شده و بر روی طناب های پلی اتیلنی در محیط طبیعی دریا کشت داده شدند. میزان رشد نسبی(RGR) و زی توده کل هر دو هفته یکبار اندازه گیری می-شد. در طی دوره آزمایش فاکتورهای دما، شوری وpH اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که از لحاظ میزان رشد، بین تیمارهای مختلف تراکم ذخیره سازی در هر دو گونه اختلاف معنی دار وجود داشت ($P<۰/۰۵$). جلبک هایی که با تراکم اولیه $gm^{-1}$ ۵۰ کشت شده بودند نسبت به سایر تیمارها در هر دو گونه از درصد رشد نسبی بالاتری برخوردار بودند ($P<۰/۰۵$). میزان زی توده کل در پایان دوره ۴۵ روزه در تراکم اولیه $gm^{-1}$ ۲۰۰ از همه تیمارها بالاتر بود. علاوه بر این آزمایش کنونی نشان داد که رشد گونه *Gracilariopsis persica* بیشتر از گونه *Gracilaria corticata* است. آزمایش حاضر نشان داد که تراکم ذخیره سازی اولیه می تواند بر روی رشد جلبک های قرمز *Gracilariopsis persica*و *Gracilaria corticata* تاثیر داشته باشد و جلبک *Gracilariopsis persica* در مقایسه با *Gracilariacorticata* رشد بیشتری داشته و از پتانسیل بهتری برای پرورش تجاری در خلیج فارس برخوردار است.

**واژگان کلیدی:**جلبک قرمز، *Gracilariopsis persica*،*Gracilaria corticat*، تراکم ذخیره سازی، رشد، خلیج فارس

## ۱. مقدمه

ماکروآلگ ها منابع مهم تجاری برای تولید غذا، علوفه و تولیدات دارویی و فرآورده های دیگر می باشند (Critchley, 1993; Yang et al., 2006). در سال ۲۰۰۸ میزان جلبک های پرورشی در حدود ۱۶ میلیون تن و به ارزش ۸ میلیارد دلار بوده است (FAO, 2010). 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; Wang, 2002). حدود ۶۰ درصد آگار دنیا از گراسیلاریا بدست می آید (Tseng, 2001). گونه های مهم آگاروفیت اقتصادی در سطح جهان تقریبا حدود ۳۰۰ گونه تعیین شده اند که حدود ۱۱۰ گونه از آنها در حال حاضر کاربرد فراوانی دارند (Rueness, 2005). امروزه تقاضای جهانی آگار برای مصارفی نظیر مواد الکتروفورز و محیط کشت باکتریها در حال افزایش است (Choi et al., 2006). گراسیلاریاها در مقیاس بزرگ در چندین کشور، مانند شیلی، چین، تایوان، ویتنام و نامبیا پرورش داده می-شوند (Skriptsova and Nabivailo, 2009; Critchley and Ohno, 1998). 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 (Thirumaranand Anantharaman, 2009). 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). 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).

تغییرات مکانی و زمانی عوامل غیر زنده در مزارع پرورشی جلبک های دریایی باید به سمت تولید ماکزیمم هدایت شوند. عوامل غیر زنده می توانند تولید گراسیلاریا را تحت تاثیر 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، تاکید بر درک روابط بین این فاکتورها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. دو فاکتور تراکم ذخیره سازی و فراوانی برداشت را می توان بطور موثری در محیط پرورشی دریا دستکاری و به سمت تولید بهینه جلبک ها هدایت کرد (Pizarro and Santelices, 1993). در بعضی گونه ها با افزایش تراکم، مرگ و میر افزایش یافته است (Cousens and Hutchings, 1983)، بعضی گونه ها رشد سریعتری داشته و به اندازه بزرگتری با افزایش تراکم می رسند (Schiel and Choat, 1980). تراکم را در محیط پرورش می توان بازسازی یا از طریق کشت افزایش داد، همچنین می توان در یک سطح نگه داشت یا از طریق شدت برداشت و فراوانی کاهش داد (Pizarro and Santelices, 1993). در مطالعه حاضر، میزان رشد نسبی جلبک های قرمز *Gracilariopsis persica* و *Gracilariacorticata* و تاثیر تراکم اولیه ذخیره سازی بر میزان درصد رشد نسبی و زی توده آنها مورد بررسی قرار گرفت و ظرفیت و پتانسیل این گونه ها به عنوان آبزی پروری دریایی در خلیج فارس مورد مطالعه قرار گرفت.

## ۲. مواد و روش ها

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.

گونه های *Gracilariopsis persica* و *Gracilariacorticata* از سواحل خلیج فارس (بندر عباس) جهت انجام پروژه جمع آوری و سپس به

مکان پرورشی انتقال داده شدند. جلبک های دریایی جهت جلوگیری از خشکیدگی با کیسه های پلی اتیلنی حمل گردید. جوانه های سالم و شاداب مورد استفاده قرار گرفتند.

جوانه های با کیفیت گونه های *Gracilariopsis persica* و *Gracilariacorticata* در وزن های ۵۰، ۱۲۵ و ۲۰۰ 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، ۳۷۵ و ۶۰۰ گرم جلبک کشت داده شد.

جلبک های قرمز *Gracilariopsis persica* و *Gracilariacorticata* با سه تراکم ذخیره سازی مختلف اولیه $gm^{-1}$ ۵۰ (تیمار۱)، $gm^{-1}$ ۱۲۵(تیمار۲) و $gm^{-1}$ ۲۰۰ (تیمار۳) گرم در هر متر طناب پرورشی در این پروژه مورد آزمایش قرار گرفت. برای هر تراکم 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 اندازه گیری می شد. در طی دوره آزمایش فاکتور های درجه حرارت، شوری و pH آب اندازه گیری شدند. درصد میزان رشد نسبی از طریق فرمول Evans (۱۹۷۲)محاسبه گردید:

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

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

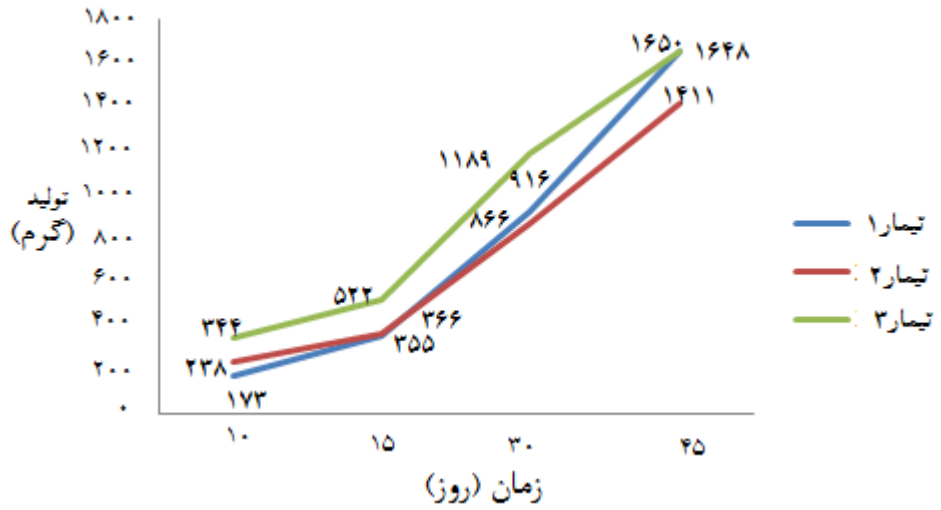
از برنامه آماری SPSS (v. 16.0) برای تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده در خصوص فاکتور های مورد بررسی استفاده شد، بطوریکه از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) جهت تعیین اختلاف معنی دار در فاکتور های مورد بررسی بین تیمار های غذایی و همچنین برای تعیین سطوح عملکرد نتایج بدست آمده در تیمار های غذایی از آزمون چند دامنه Duncan با سطح معنی دار ۹۵ درصد استفاده شد. تفاوت بین تیمار ها با سطح ($P<0.05$) مشخص شده و نتایج بصورت میانگین و انحراف از معیار (Mean ±S.D) نشان داده شدند.

## ۳. نتایج

درجه حرارت آب که در طی دوره پرورش اندازه گیری شد، بطور متوسط ۱/۱۵±۲۳/۳۷ درجه سانتیگراد بود. میزان هدایت الکتریکی آب ۰/۴۳±۵۵/۸۹ (ms/cm) و pH آن حدود ۰/۸۷±۸/۰۷ بدست آمد.

نتایج و بررسی این مطالعه نشان داد که در ۱۵ روز اول دوره پرورش میزان افزایش محصول تیمار ۵۰ گرم به حدود ۲۵±۳۵۵/۵ گرم در هر متر طناب بود و به عبارت دیگر میزان محصول حدود ۷/۱۱ برابر افزایش نشان داد. با توجه به این نرخ تولید، ۴۵۰ گرم نشای اولیه این تیمار (هر طناب ۳ متری) پس از ۱۵ روز به ۳۲۰۰ گرم افزایش یافته بود. در همین مدت تیمارهای ۱۲۵ و ۲۰۰ گرمی به ترتیب به ۲۹±۳۶۶/۶ و ۲۵±۵۲۲ گرم رسیده بودند، که در حدود ۲/۹۳ و ۲/۶۱ برابر افزایش وزن نشان داده اند، بنابراین ۳۳۰۰ و ۴۶۰۰ گرم وزن کل آنها پس از ۱۵ روز بود.

در روز ۳۰ پرورش میزان تولید تیمار ۵۰ گرم در هر متر طناب به ۲۹±۹۱۶/۶ گرم افزایش یافت و در طی این مدت تراکم های ذخیره سازی اولیه ۱۲۵ و ۲۰۰ گرمی به ترتیب به ۶۷±۸۶۶/۶ و ۱۲۶±۱۱۸۹ گرم در هر متر رشد نمودند. در پایان دوره ۴۵ روزه میزان متوسط محصول وزن ذخیره سازی اولیه ۵۰، ۱۲۵ و ۲۰۰ گرم به ترتیب به ۱۷±۱۶۵۰، ۲۰±۱۴۱۱ و ۱۴۰±۱۶۴۸ گرم در هر متر افزایش یافته بودند. در نمودار ۱ تغییر میزان بیوماس کل در طی بیومتری ها ارائه شده است.




نمودار۱- تغییر زی توده *Gracilariopsispersica* در تیمارهای مختلف تراکم ذخیره سازی در طی دوره پرورش ($gm^{-1}$) (n=3)

میزان درصد رشد نسبی تراکم های مختلف در جدول ۱ آورده شده است. بطور کلی بالاترین رشد (۱۳/۰۶±۰/۴۷٪) در ۱۵ روز اول پرورش و با تراکم ۵۰ گرم (تیمار۱) بدست آمد، در حالیکه کمترین رشد با تراکم حداکثر یعنی ۲۰۰ گرم حاصل شده است. در روز ۳۰ پرورش تراکم ۵۰ گرم بالاترین میزان رشد ۹/۶۹±۰/۴۷٪ را نشان داده است.

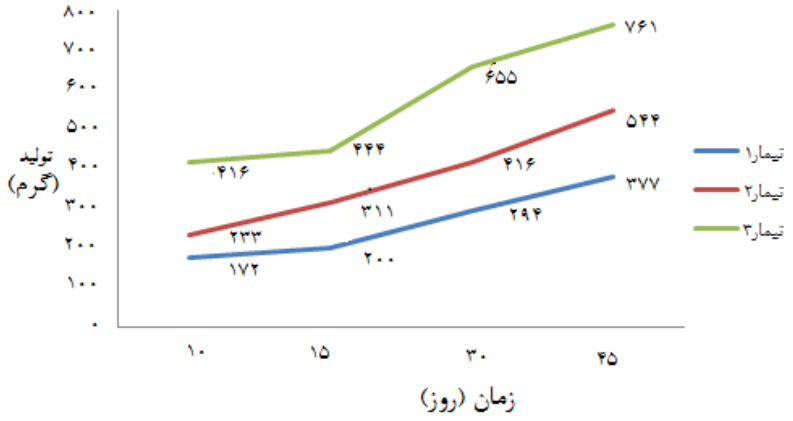
جدول ۱. شاخص درصد رشد نسبی (RGR) گونه *Gracilariopsispersica* در تیمارهای مختلف تراکم ذخیره سازی (n=3) (انحراف معیار ± میانگین)

| روز پرورش | تیمار۱ (٪) | تیمار۲ (٪) | تیمار۳ (٪) |
|---|---|---|---|
| دهم | $۱۲/۶۴±۰/۹^{a}$ | $۶/۴۷±۰/۳۹^{b}$ | $۵/۴۱±۰/۵۴^{b}$ |
| پانزدهم | $۱۳/۰۶±۰/۴۷^{a}$ | $۷/۱۶±۰/۵۱^{b}$ | $۶/۳۹±۰/۳۲^{b}$ |
| سی ام | $۹/۶۹±۰/۴۷^{a}$ | $۶/۴۴±۰/۲۵^{b}$ | $۵/۹۲±۰/۳۴^{c}$ |
| چهل و پنجم | $۷/۷۶±۰/۰۳^{a}$ | $۵/۳۸±۰/۰۴^{b}$ | $۴/۶۸±۰/۱۸^{c}$ |

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

برای ارزیابی تاثیر تراکم ذخیره سازی اولیه بر میزان رشد *Gracilariopsispersica* آنالیز واریانس یکطرفه میزان رشد نسبی (RGR) در واحد متر در تراکم های مختلف نشان داد که در روزهای ۱۰ و ۱۵ پرورش بین تیمار ۱ با تیمارهای ۲ و ۳ از لحاظ میزان رشد اختلاف معنی دار وجود داشت (P<۰/۰۵)، در همین مدت بین تیمارهای ۲ و ۳ از لحاظ میزان رشد اختلاف معنی داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). در روز ۳۰ و ۴۵ پرورش میزان رشد در بین هر سه تیمار اختلاف معنی دار نشان داد (P<۰/۰۵). بنابراین در طی ۴۵ روز دوره پرورش جلبک قرمز *Gracilariopsispersica* بالاترین میزان رشد (۱۳/۰۶±۰/۴۷٪) با تراکم ذخیره سازی ۵۰ گرم در روز ۱۵ پرورش بدست آمد. در پایان دوره پرورش نیز تراکم ذخیره سازی ۵۰ گرم در متر میزان رشد بالاتری را نسبت به بقیه تیمارها نشان داد (۷/۷۶±۰/۰۳٪) و تراکم ذخیره سازی ۲۰۰ گرم در متر کمترین میزان رشد (۴/۶۸±۰/۱۸ ٪) را در پایان دوره پرورش داشت.

نتایج و بررسی این مطالعه نشان داد که در ۱۵ روز اول دوره پرورش میزان افزایش محصول تیمار ۵۰ گرم به حدود ۱۶±۲۰۰ گرم در هر متر طناب بود، یعنی افزایش وزنی در حدود ۴ برابر را نشان داد که بنابراین نشاء اولیه این تیمار (هر طناب ۳ متری) از ۴۵۰ گرم به ۳۰±۱۸۰۰ گرم رسیده بود و در همین مدت تیمار های ۱۲۵ و ۲۰۰ گرمی به ترتیب به ۱۰±۳۱۱ و ۱۹±۴۴۴/۴ گرم در هر متر طناب رسیده بودند که وزن کل این تیمارها نیز به ترتیب به ۲۵±۲۸۰۰ و ۱۸±۴۰۰۰ گرم رسیده بودند. در نمودار ۲ میزان تولید در هر متر طناب در چهار مرحله اندازه گیری آورده شده است.




نمودار ۲. تغییر زی توده *Gracilaria corticata* در تیمارهای مختلف تراکم ذخیره سازی در طی دوره پرورش ($gm^{-1}$)(n=3)

در روز سی ام پرورش میزان تولید تیمار ۵۰ گرم در هر متر طناب به ۱۹±۴۴۴/۴ افزایش یافته بود و در طی این مدت تراکم های ذخیره سازی اولیه ۱۲۵ و ۲۰۰ گرمی به ترتیب به ۱۷±۴۱۶/۶ و ۱۰±۶۵۵/۵ گرم در هر متر رشد کرده بودند. در پایان دوره ۴۵ روزه میزان متوسط محصول وزن ذخیره سازی اولیه ۵۰، ۱۲۵ و ۲۰۰ گرم در هر متر طناب به ترتیب به ۲۵±۳۷۷، ۱۹±۵۴۴/۴ و ۲۰±۷۶۱ گرم افزایش یافته بودند که وزن کل این تیمارها نیز به ترتیب به ۳۴۵۰، ۴۹۰۰ و ۶۸۵۰ گرم رسیده بودند.

میزان رشد نسبی تراکم های مختلف در جدول ۲ آورده شده است. بطور کلی بالاترین رشد در روز پانزدهم پرورش و با تراکم ۵۰ گرم (تیمار۱) بدست آمد، در حالیکه کمترین رشد با تراکم حداکثر یعنی ۲۰۰ گرم (تیمار۳) حاصل شده است. در روز پانزدهم پرورش تراکم ۵۰ گرم با ۰/۵۵±۹/۲۲ درصد بالاترین رشد و تراکم ۲۰۰ گرم در متر با ۰/۲۸±۵/۳۱ درصد کمترین رشد را داشتند. در روز ۳۰ پرورش تراکم ۵۰ گرم در متر بالاترین میزان رشد ۰/۲۶±۴/۱ درصد را نشان داده است.

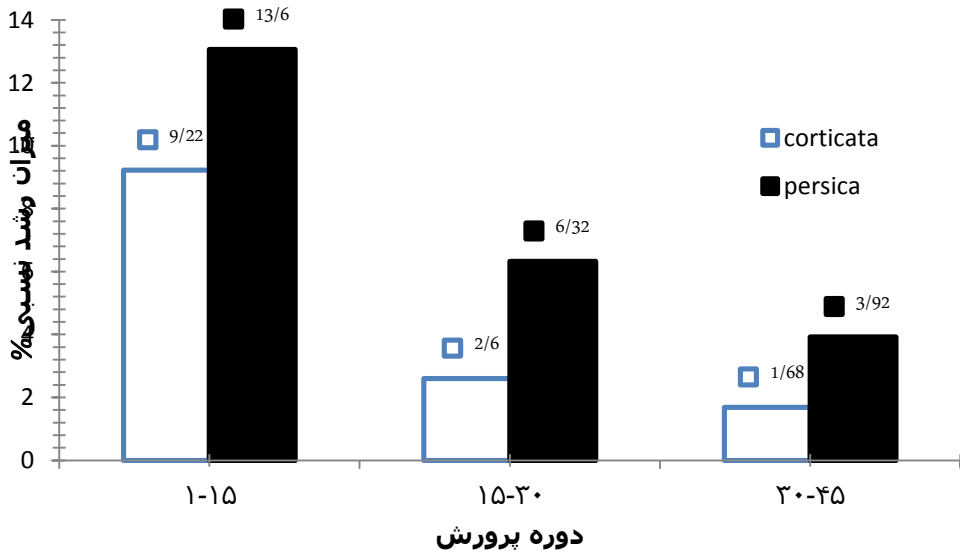
جدول ۲. شاخص درصد رشد نسبی (RGR) گونه *Gracilariacorticata* در تیمارهای مختلف تراکم ذخیره سازی در طی دوره پرورش (n=3) (انحراف معیار ± میانگین)

| روز پرورش | تیمار۱ (٪) | تیمار۲ (٪) | تیمار۳ (٪) |
|---|---|---|---|
| دهم | ۰/۵۵±۱۲/۳۵$^{a}$ | ۰/۷۱±۶/۲۲$^{b}$ | ۰/۴±۷/۳۳$^{b}$ |
| پانزدهم | ۰/۵۵±۹/۲۲$^{a}$ | ۰/۲۱±۶/۰۷$^{b}$ | ۰/۲۸±۵/۳۱$^{b}$ |
| سی ام | ۰/۱۱±۵/۹$^{a}$ | ۰/۲۶±۴/۱$^{b}$ | ۰/۴۸±۳/۹۵$^{b}$ |
| چهل و پنجم | ۰/۱۱±۴/۴۹$^{a}$ | ۰/۰۸±۳/۲۶$^{b}$ | ۰/۰۳±۲/۹$^{c}$ |

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

برای ارزیابی تاثیر تراکم ذخیره سازی اولیه بر میزان رشد *Gracilariacorticata* آنالیز واریانس یکطرفه میزان رشد نسبی (RGR) در واحد متر در تراکم های مختلف نشان داد که میزان رشد در روز ۱۰ و ۱۵ پرورش بین تیمار ۱ با تیمارهای ۲ و ۳ اختلاف معنی دار وجود داشت (P<۰/۰۵)، در همین مدت بین تیمارهای ۲ و ۳ از لحاظ میزان رشد اختلاف معنی داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). در روز ۳۰ و ۴۵ پرورش میزان رشد در بین هر سه تیمار اختلاف معنی دار نشان می دهد (P<۰/۰۵). در پایان دوره پرورش نیز تراکم ذخیره سازی ۵۰ گرم میزان رشد بالاتری را نسبت به بقیه تیمارها نشان داد (۰/۱۱±۴/۴۹٪) و تراکم ذخیره سازی ۲۰۰ گرم کمترین میزان رشد (۰/۰۳±۲/۹٪) را در پایان دوره پرورش داشت.

در نمودار ۳ میزان رشد نسبی (RGR)گونه های *Gracilariopsis persica* و *Gracilariacorticata* در بهترین تراکم ذخیره سازی در طی دوره های پرورش مقایسه شده است. هر دو گونه بالاترین میزان رشد را در ۱۵ روز اول پرورش داشته اند. در طی تمام دوره های پرورش *Gracilariopsis persica* میزان رشد بالاتری را داشته است.




نمودار ۳. میزان رشد نسبی (RGR) گونه های *Gracilariopsispersica* و *Gracilaria corticata* در تراکم ذخیره سازی ۵۰ گرم در متر در طی دوره پرورش (n=3)

## ۴. بحث و نتیجه گیری

در مطالعه کنونی از سه تراکم اولیه ذخیره سازی استفاده شد که در جلبک قرمز *Gracilariopsispersica* تراکم ذخیره سازی اولیه ۵۰ گرم در متر در پایان دوره ۴۵ روزه با میزان رشد نسبی ۷/۷۶ بالاترین درصد رشد را نشان داد. بنابراین تراکم ذخیره سازی با کمترین وزن اولیه، بالاترین میزان رشد نسبی را داشت. در این مطالعه بیشترین میزان رشد نسبی جلبک *Gracilariopsispersica* در ۱۵ روز اول دوره پرورش با تراکم ذخیره سازی ۵۰ گرم بدست آمد که ۱۳/۰۶ درصد بود. در پایان دوره پرورش ۴۵ روزه میزان رشد با تراکم ذخیره سازی اولیه ۵۰ گرم بالاترین میزان را نشان داد (۷/۷۶٪) و کمترین میزان رشد با تراکم ۲۰۰ گرم حاصل شد. با

این حال بیشترین زی توده با بالاترین تراکم ذخیره سازی اولیه بدست 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 می گیرد. Dhargalkar و Kavlekar (۲۰۰۴) عنوان نموده اند که تغییرات وسیع در بین نتایج گزارش شده دلیل موجهی 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 احتمالا 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 در تراکم های مختلف یافت می شود بسته به گونه و زیستگاه متغیر است (Santelices et al., 1993).

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 نمودند و گزارش کرده اند 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 گونه های گراسیلاریا بدست 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 تولید مثل تالها، بعلاوه ترکیبی از واکنش نور، درجه حرارت، مواد مغذی و جریان آب عامل موفقیت پرورش در مقیاس بزرگ هستند (Sahoo and Yarish, 2005). نور، درجه حرارت، مواد مغذی کافی و شرایط پرورش تیمارهای مختلف مانندتراکم آغازین و عمق پرورش در جلبک های دریایی مهم است (Yang et al., 2006). در بعضی گونه ها افزایش تلفات با افزایشتراکم ارتباط داشته است (Cousens and Hutchings, 1983). بعضی گونه ها سریعتر رشد کرده و با افزایش تراکمبه اندازه بزرگتری می رسند (Schiel and Choat, 1980). میزان تراکم بسته به نوع گونه و زیستگاه تفاوت داشته و نوع واکنش که در میزان تراکم بالا یا پایین دیده می شود گسترده به نظر می رسد و بر طبق گونه و زیستگاه در نظر گرفته می شود (Santelices et al., 1993).بنابراین فاکتورهای غیر زنده 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. بعد از انتخاب مکان مناسب، بر دو عامل، اثرات تراکم ذخیره سازی و شدت برداشت بر تولید و تعیین عوامل محیطی تاکید شده است (Pizarro and Santelices, 1993).Santelices و همکاران (۱۹۹۳) از طریق دستکاری میزان ذخیره سازی اولیه، میزان تولید *Gracilariachilensis* را تا حدود ۳۵٪ افزایش دادند.

Yang و همکاران (۲۰۰۶) آزمایشی را برای مقایسه میزان رشد گونه *Gracilaria lemaneiformis* در تراکم های مختلف اولیه ۵۰،۲۵، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در متر طناب که بر روی طناب هایی ذخیره شده بودند را انجام دادند که بالاترین میزان رشد نسبی در حدود ۱۱/ ۷ درصد در روز برای تیماری که کمترین وزن را داشت،ثبت شده بود. Chaoyuan و همکاران (۱۹۹۳) تاثیر تراکم کشت، شوری ونیتروژن را بر رشد گونه *Gracilariatenuistipitata* با تراکم آغازین ۱۵۰ و ۴۵۰ گرم بر متر مربع بررسی کردند که درصد رشد روزانه در تیمار ۱۵۰ گرم بالاتر بود. Thirumaran و Anantharaman (۲۰۰۹) برای بررسی تراکم ذخیره

سازی اولیه بر رشد جلبک *Kappaphycus alvarezii* از پنج تراکم ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم استفاده نمودند که جالب است بر خلاف نتایج ذکر شده تراکم متوسط ۱۲۵ گرم بالاترین میزان رشد را بدنبال داشت. اما Msuya و Salum (۲۰۰۶) اختلاف معنی داری را در میزان رشد جلبک قرمز *Kappaphycus alvarezii* تحت تراکم ذخیره سازی بالا و پایین نیافتند، اما در گونه *Euchemadenticulatum* در میزان رشد تحت تراکم ذخیره سازی مختلف اختلاف معنی دار یافتند.

در مطالعه کنونی بیشترین میزان رشد نسبی برای جلبک قرمز *Gracilariacorticata* در ۱۵ روز اول دوره پرورش با تراکم ذخیره سازی ۵۰ گرم در متر بدست آمد که ۹/۲۲ درصد بود و کمترین میزان رشد ۵/۳۱ درصد با تراکم اولیه ۲۰۰ گرم در متر بدست آمد. در روز سی ام پرورش بیشترین میزان رشد نسبی ۵/۹ درصد با تراکم ۵۰ گرم در متر بدست آمد. در پایان دوره پرورش ۴۵ روزه میزان رشد نسبی با تراکم ذخیره سازی اولیه ۵۰ گرم در متر بالاترین میزان را نشان داد (۴/۴۹٪) و کمترین میزان رشد با تراکم ۲۰۰ گرم در متر حاصل شد. با این حال بیشترین زی توده با بالاترین تراکم ذخیره سازی اولیه بدست آمد. در آزمایشی دیگر Pereira و همکاران (۲۰۰۶) برای اینکه تاثیر ذخیره سازی اولیه، نور و درجه حرارت را بر رشد و حذف مواد زائد بوسیله گونه *Porphyra diacica* ارزیابی کنند میزان تراکم اولیه را در ۵ تیمار مختلف ۰/۱، ۰/۳، ۰/۶، ۱ و ۱/۵ گرم وزن تر در هر لیتر در طی سه هفته آزمایش بررسی و مشاهده کردند ذخیره سازی با تراکم اولیه پایین تر بیشترین میزان رشدرا داشت.

Santelices و همکاران (۱۹۹۳) self – shading را عامل احتمالی در کاهش رشد و تولید ذخیره سازی نشاء با اندازه بزرگتر می دانند که باعث محدودیت نور می گردد. Pizarro و Santelices (۱۹۹۳) آورده اند که مقدار تولید از یک فصل به فصل یا سال دیگر تغییر می کند اما آنها یک رابطه قابل پیش بینی با تراکم ذخیره سازی را نمایش می دهند، که یک رابطه خطی بین آنها وجود دارد. در بیشتر موارد این نتیجه همپوشانی ناشی از تجمع زی توده گراسیلاریا است. اگرچه هر فاکتوری میزان نور در دسترس را کاهش دهد (مانند بلوم جلبکی، رسوبات موجود در آب) سطح اشباع پذیری را کاهش خواهد داد. در آزمایشی با افزایش تراکم جلبک قرمز *Porphyradioica* میزان$Co_2$ کاهش، در نتیجه رشد و تولید نیز کاهش یافت (Pereira, et al., 2006). Gao و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کرده اند که فتوسنتز و میزان رشد *Porphyrayezoensis* زمانی که با $Co_2$ هوا دهی شد افزایش یافت.

Kotta و همکاران (۲۰۰۸) نشان داده اند که گونه های *Furcellarialumbricalis* و *Coccotylustruncates* از لحاظ رشد رابطه معکوسی با تراکم داشتند، در آزمایش آنها همچنین زمانی که تراکم افزایش داده شد، میزان تابش نور کاهش و رشد کم شد. آنها نتیجه گرفته اند که میزان رشد این گونه ها وابسته به تراکم بوده و در تراکم پایین رشد بیشتری دارند، که فاکتور رقابت ممکن است در تراکم بالا باعث کاهش نور و در نتیجه کاهش رشد گردد. رقابت به عنوان یکی از مهمترین فاکتورها در ساختار جوامع ماکروآلگ در دنیا شناخته شده است (Cousens and Hutchings, 1983). با این وجود عمل رقابت در بین ماکروآلگ های دریایی کمتر مطالعه شده است و توانایی رقابت غالبا به اندازه آنها تخمین زده می شود (Lobban and Harrison, Schiel.2000) (۱۹۸۵) به این نتیجه رسید که جلبک های قهوه ای *Sargassumsinclairii* و *Carpophyllum maschalocarpum* در تراکم بالا به رشد و اندازه بزرگتری دست می یابند. علاوه بر این در مطالعات آنها مشخص شد که در تراکم بالای ۹۲ درصد از این گیاهان تولید مثل انجام می دهند اما در مقابل در تراکم پایین تنها ۴۶ درصد از آنها قادر به تولید مثل بودند. بیشتر افراد این دو گونه جلبک در تراکم پایین قادر به دست یابی به اندازه مورد نیاز

برای تولید مثل نبودند، در مطالعه حاضر دلایلی که برتری عملکرد تراکم بالاتر را توضیح دهد روشن نیست ولی احتمال می رود که ۱) رقابت برای نور کاهش یافته بود و ۲) مواد مغذی محدود کننده رشد نبودند. در این مطالعه نیز احتمال می رود در تراکم بیشتر هم پوشانی جلبک ها باعث کاهش نفوذ نور و در نتیجه کاهش رشد گردد. بعلاوه در تراکم بیشتر ممکن است مواد مغذی مورد نیاز جلبک ها به اندازه کافی فراهم نشده لذا در کاهش رشد موثر باشد. از سوی دیگر در هنگام اجرای آزمایش مشاهده شد که در تراکم بیشتر تلفات بالاتر بوده و جلبک ها پایداری کمتری داشتند، که باعث از بین رفتن زی توده و در نتیجه کاهش آن می گردید.

در این مطالعه گونه *Gp. persica* در مقایسه با گونه *G. corticata* از رشد بیشتری برخوردار بود در طی این آزمایش میزان رشد *Gp. persica*در طی ۴۵ روز پرورش از ۴/۶۸-۷/۷۶ درصد متغیر بود هرچند در مقایسه با گونه های مختلف گراسیلاریا از رشد پایین تری برخوردار است (۱۲- ۱۰٪) اما از میزان رشد بالاتری در مقایسه با گونه های دیگری مانند *G. fisheri*(۲/۵۶٪)، *G. firma* (۰/۹۱٪) و *G. salicornia*(۰/۸۶٪) برخوردار بود (Hurtado-Ponce, 1990. Yang و همکاران (۲۰۰۶) بالاترین میزان زی توده *G. lemaneiformis*را در طی ۲۶ روز به میزان ۱۲۵۶/۲۵gm$^{-1}$ با تراکم ۲۰۰ gm$^{-1}$ بدست آوردند، اما بیشترین میزان رشد نسبی را با کمترین تراکم ذخیره سازی اولیه بدست آوردند. *Gp. persica* در طی ۴۵ روز پرورش به ۱۶۵۰gm$^{-1}$ رسید و بیشترین میزان رشد نسبی با کمترین ذخیره سازی اولیه بدست آمد.

آزمایش حاضر نشان داد که تراکم ذخیره سازی ۵۰ گرم در متر طناب بهترین تراکم ذخیره سازی برای پرورش و کشت جلبک های قرمز *Gracilariopsispersic*a و *Gracilaria corticata* می باشد. علاوه بر این مشخص شدکه این جلبک ها از پتانسیل بالایی برای پرورش در مقیاس بزرگ برخوردار هستند و با توجه به تکنولوژی پایین کشت آنها، پتانسیل قابل توجهی برای پیشرفت اقتصادی جوامع ساحلی وجود دارد. علاوه بر این، گونه *Gp. persica* نسبت به *G. corticata* از رشد سریعتری برخوردار بوده و از پتانسیل بالاتری برای آبزی پروری دریایی برخوردار است.

## منابع


Chaoyuan, W., Li, R., Lin, G., Wen, Z., Dong , L., Zhang, J., Huang, X., Wei, S. and Lan, G. 1993. Some aspects of the growth of *Gracilaria tenuistipitata* in pond culture. Hydrobiologia. 260/261: 339- 343.

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

Choi, H. G., Kim,Y. S., Kim, J.H., Lee, S. J., Park, E. J., Ryu, J. and Nam, K.W. 2006. Effects of temperature and salinity on the growth of *Gracilaria verrucosa* and *G. chorda*, with the potential for mariculture in Korea. Journal of Applied Phycology. 18: 269–277.

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

Critchley, A. T. 1993. *Gracilaria* Gracilariales Rhodophyta: An economically important agarophyte. In Ohno M, Critchley AT (eds), Seaweed Cultivation and Marine Ranching. Japan International Cooperation Agency, Yokosuka, Pp: 89–112.

Critchley, A. T. and Ohno, M. 1998. Seaweed Resources of the World. Japan International Cooperation Agency, Yokosuka, P: 431.

Dhargalkar, V. K. and Kavlekar, D. 2004. Seaweeds– A field Manual. National Institute of Oceanography, Dona Paula, Goa, P:36

Evans, G. C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. In Studies in Ecology, Vol. 1, Blackwell, oxford, Pp: 189-417.

FAO, 2010. http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en.

Gao, K., Aruga, Y., Asada, K., Ishihara, T., Akano, T. and Kiyohara, M. 1991. Enhanced growth of the red alga *Porphyrayezoensis* Ueda in High CO2

concentrations. Journal of Applied Phycology. 3: 355–362.

Hurtado-Ponce, A. Q. 1990. Vertical rope cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) using vegetative fragments. Botanica Marina. 33: 477–481.

Kotta, J., Paalme, T., Kersen, P., Martin, G., Herkul, K. and Moller, T. 2008. Density dependent growth of the red algae *Furcellarialumbricalis* and *Coccotylustruncatus* in the West Estonian Archipelago Sea, Northern Baltic Sea. Oceanologia. 50 (4): 577–585.

Lobban, C. S. and Harrison, P. J. 2000. Seaweed Ecology and Physiology, Cambridge Univ. Press, Cambridge, P: 366.

Marinho-Soriano, E., Moreira, W. S. C. and 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.

Msuya, F. M. and Salum, D. 2006. The effect of cultivation, duration, seasonality and nutrient concentration on the growth rate and biomass yield of the seaweeds *Kappapycus alvarezi* and *Euchema denticulutum* in Zanzibar, Tanzania.Technical Report N. WIOMSA/MARG-1/-7.

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

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

Pereira, R., Yarish, C. and Sousa-Pinto, I. 2006. The influence of stocking density, light and temperature on the growth, production and nutrient removal capacity of *Porphyra dioica* (Bangiales, Rhodophyta). Aquaculture. 252: 66–78.

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

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 andrecruitement in seaweeds. Oceanographic Marine Biology Annual Review. 28: 177–276.

Santelices, B., Westermeier, R. and 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.

Schiel, D. R. 1985. Growth, survival and reproduction of two species of marine algae at different densities in natural stands. Journal of Ecology. 73: 199-217.

Schiel, D. R. and Choat, J. H. 1980. Effects of density on monospecific stands of marine algae. Nature Lond. 285: 324- 326.

Skriptsova, A.V., Nabivailo, Y.V. 2009. Comparison of three gracilarioids: growth rate, agar content and quality. Journal of Applied Phycology. 2009. 21: 443–450.

Thirumaran,G. and 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.

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

Wang, G. C. 2002. Isolation and purification of phycoerythrin from red alga *Gracilariaverrucosa* by combined expanded bed adsorption and ion exchange chromatography. Chrommatographia. 56: 509–513.

Yang, Y.F., Fei, X. G., Song, J. M., Hu, H. Y., Wang, G. C. and 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. and Ohno, M. 1999. World seaweed utilization: an end-of century summary. Journal of Applied Phycology. 11: 369– 376.