فصلنامه علمی - پژوهشی دانشگاه الزهرا(س)
دوره ۳۳ ، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹

اثر تغییرات دما، شدت نور و دوره نوری بر توده زنده و میزان آلژینات جلبک قهوه‌ای *Sargassum boveanum*

فرناز رفیعی*[۱]، پریسا نجاتخواه معنوی[۲]، حدیثه کرمانشاهی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۴/۱۰
تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۷/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثر عوامل محیطی، جلبک سارگاسوم از ساحل بندر لنگه در خرداد ۱۳۹۰ نمونه برداری و در آکواریوم‌های ۴۰×۳۰×۶۰ (۲۰ لیتر) با روش معلق در سه تکرار پرورش داده شد. شرایط استاندارد شامل نور ۴۷۰۰ لوکس و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و دوره نوری۱۲ ساعت تاریکی ۱۲ ساعت روشنایی بود. تیمارهای مورد بررسی دما (۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) ، شدت نور (۴۷۰۰، ۵۷۰۰ و ۶۷۰۰ لوکس) و دوره نوری (۱۲:۱۲، ۱۴:۱۰ و ۱۶:۸، تاریکی : روشنایی) بودند. تیمار استاندارد دما ۲۵ درجه، شدت نور ۴۷۰۰ لوکس و دوره نوری ۱۲:۱۲ بود و در تیمارهای آزمایشی این شرایط در نظر گرفته شد. جلبک‌ها در روزهای۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۳۵ پس از کشت برداشته و وزن آنها اندازه‌گیری شد و دوباره در آکواریومها قرار داده شدند. در پایان جلبک‌ها وزن و خشک گردیدند و پس از استخراج آلژینات، درصد آلژینات در وزن خشک محاسبه شد. بیشترین توده زنده در تیمار ۲۵ درجه سانتی‌گراد با ۴۸/۱۲ گرم، ۴۷۰۰ لوکس با ۴۲/۴۸ گرم و ۱۲:۱۲ (تاریکی: روشنایی) با ۳۴ گرم بود. بیشترین میزان آلژینات (۲۹/۶۷) در تیمار ۲۵ درجه سانتی‌گراد، نور ۴۷۰۰ لوکس و دوره نوری ۱۲:۱۲ (تاریکی: روشنایی) بدست آمد. نتایج نشان دادند که در کشت دریایی، فصل بهار با دما، شدت نور و دوره نوری مناسب بهترین زمان پرورش است و میزان آلژینات بدست آمده نسبت به تحقیقات دیگر از مقدار بالایی برخوردار است.

واژه های کلیدی: ***آلژینات، توده زنده، عوامل محیطی، Sargassum .***

مقدمه

جلبک قهوه‌ای *Sargassum* در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری تمام دنیا پراکنده بوده و به صورت تک گونه یا همراه با گونه‌های دیگر در منطقه زیر جزر و مدی یافت می‌شود. بسیاری از گونه‌های آن ایجاد جنگل‌های زیرآبی می‌کنند و به عنوان زیستگاه، در مراحل لاروی و نوزادی بی‌مهرگان و ماهیان دریایی مطرح می‌باشند و نقش مهمی در تولید اولیه ایفا می‌کنند

۱-استادیار، گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
*(نویسنده مسئول:farnaz.rafiee47@gmail.com)
۲-دانشیار، گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران
۳-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران

(Choi et al, 2008). از سارگاسوم به عنوان مکمل غذایی جانوران، کود، منبعی از مواد ضدباکتریایی و ضد قارچ و اسید آلژینیک استفاده می‌شود (Rodriguez- Motesions, et al., 2008, Hwang et al., 2006).

اسید آلژینیک پلی ساکارید بدست آمده از جلبک‌های قهوه‌ای است که به عنوان یک تشکیل دهنده دیواره سلولی می‌باشد و باعث قدرت مکانیکی و قابلیت انعطاف پیکره این جلبکها می باشد . برحسب روش استخراج، اسید آلژینیک، آلژینات سدیم و کلسیم بدست می‌آید. آلژینات‌ها در صنایع چوب، رنگرزی منسوجات، بعنوان غلیظ کننده، رنگ، پوشش کاغذ، براق کننده اشیاء، در دندانپزشکی روکش دندان، ساخت فیلم، چسب و ژل استفاده می‌شوند. در صنایع غذایی مانع از تشکیل کریستال‌های یخ در محصولات لبنی نظیر انواع بستنی ها می‌شوند و بعنوان ماده تثبیت کننده در خامه‌ها، پنیرهای خامه‌ای، سس‌ها، نوشیدنی‌ها، تولیدات نانوایی، فرنی‌ها و آدامس بکار می‌روند (Anderson, 2005). عوامل محیطی مانند حرارت (Choi et al., 2003)، دوره نوری (Zhao et al., 2008, Choi et al.,2003) ، شدت نور(Hurd et al., 2014) روی رشد و میزان آلژینات در گونه های متعدد سارگاسوم تاثیر می‌گذارند، که از نقطه نظر اکولوژیک و صنعتی بسیار مهم می‌باشد (Hwang et al., 2006). در جدول ۱ میزان الژینات بدست آمده از سایر تحقیقات امده است.

جدول ۱:مقایسه میزان آلژینات بدست آمده از تحقیقات دیگر با این پروژه

گونه	درصد	منبع
S.vulgaris	۲۵/۶	Saraswathi et al.,2003
S.tenerimum	۱۸/۳۲	Saraswathi et al.,2003
S.polycystum	۱۷/۱۲	Kelly and Brown.,2000
S.oligocystum	۱۶	Gillespie and Critchley.,1999
S.asperifolium	۱۲	Zubia et al.,2008
S.binderi	۲۵/۲	Zubia et al.,2008
S.hemiphyllum	۲۲/۷	Zubia et al.,2008
S.ilicifolium	۲۲/۳	Zubia et al.,2008
S.oligocystum	۱۶/۳	Zubia et al.,2008
S.cymosum	۲۸	Mafra and Cunha, 2004
S.crassifolium	۳۰/۳	Mushollaeni ,2011

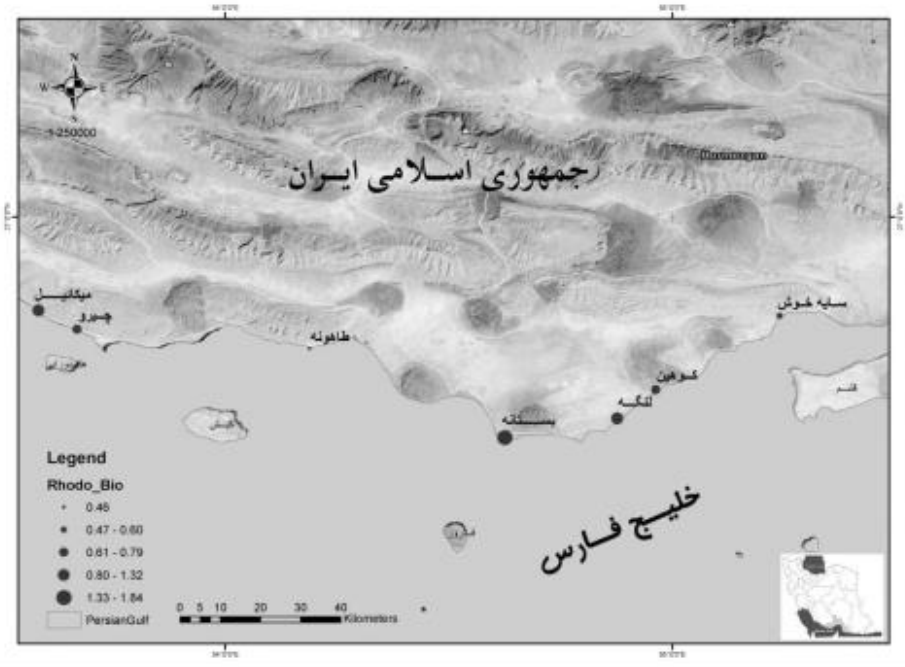
تاکنون وجود چندین گونه از جنس سارگاسوم در سواحل ایران گزارش شده است (شوقی ۱۳۷۲، علوی ۱۳۷۶، علویان، ۱۳۷۷). *Sargassum boveanum* یک جلبک دریایی است که در ساحل بندر لنگه به صورت کمربندی از پایین منطقه بین جزر

و مد تا زیر جزر و مدی رویش دارد. این جلبک تا ۱۵۰ سانتی‌متر طول داشته، توسط یک بخش پایه صفحه‌ای شکل به بستر اتصال می‌یابد. انشعابات محور اصلی استوانه‌ای است که دارای ساختارهای برگ مانند است .(Abdel-Kareem, 2009)

با توجه به وجود ۱۸۰۰ کیلومتر مرز آبی در جنوب کشور و افزایش روز افزون تقاضا برای استفاده از ذخایر آبی مانند جلبک‌ها، بعنوان منابع ارزشمند در جهت تامین نیازهای صنعتی، دارویی و غذایی، و نیز با عنایت به مبالغ هنگفت صرف شده جهت واردات مواد و ترکیبات خام جلبکی، و لزوم انجام تحقیقات اولیه و پی بردن به پتانسیل کشت و پرورش جلبک‌ها و استخراج مواد مختلف از آنها احساس می‌شود. بررسی اثر دما، دوره نوری و شدت نور بر رشد و میزان آلژینات جلبک *Sargassum boveanum* میتواند مشخص کننده میزان بهینه این عوامل برای رشد مطلوب و محتوای محصول باشد. در این تحقیق میزان توده زنده و آلژینات سدیم این جلبک در یک دوره ۶ هفته ای در تیمارهای مورد بررسی اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام پروژه و بر اساس اطلاعات قبلی سواحل منطقه مورد بررسی قرار گرفتند و ساحل بندر لنگه برای مطالعه بر روی جلبک سارگاسوم انتخاب شد. این بندر در مختصات جغرافیایی ۲۶ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۴ درجه و ۵۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). این بندر از جنوب و مغرب به خلیج فارس و از شمال به ارتفاعات تنگ کوه منتهی می‌شود. دارای‌آب و هوای گرم و مرطوب است. میزان رطوبت بالایی دارد، بطوریکه در تابستان ۱۰۰ درصد و در زمستان بین ۵۰ تا ۶۰ درصد متغیر است (بختیاری، ۱۳۶۹).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی بندر لنگه در خلیج فارس

نمونه برداری در خرداد ماه ۱۳۹۰ صورت گرفت. به این صورت که طبق جدول جزر و مد تهیه شده از سازمان کشتیرانی بندرعباس، هنگام جزر در مکان مورد بررسی، نمونه برداری انجام شد. جلبک‌ها از ناحیه اتصال به رسوبات با دست از بستر جدا شدند. سپس در داخل کیسه‌های نایلونی حاوی آب دریا به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور انجام آزمایش، اثر دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد، دوره نوری ۱۲:۱۲، ۱۴:۱۰ و ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) و شدت نور ۴۷۰۰، ۵۷۰۰ و ۶۷۰۰ لوکس در آکواریوم‌های ۲۰ لیتری مطالعه شد. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. ابتدا جلبک‌های برداشته شده (نمونه‌ها) توسط آب شور شسته شدند و مواد زاید از روی آن‌ها برداشته شد. هوای مورد نیاز برای پرورش جلبک‌ها توسط یک پمپ مرکزی و انشعابات آن در آکواریوم‌ها، تامین شد. آب آکواریوم‌ها بوسیله نمک سنتزی در شوری مورد نیاز تهیه شده هر نمونه توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شده، در ۲۷ آکواریوم با ابعاد ۶۰×۴۰×۳۰ (۲۰لیتر) که درنظر گرفته شده بود، به صورت معلق در آب آکواریوم روی دو طناب با فاصله ۵ سانتی‌متری از یکدیگر نصب شدند(Westermeier et al.,1993). در هر آکواریوم ۸ ریسه متصل شد. به منظور ایجاد نور کافی لامپ‌های مهتابی بالای هر کدام از آکواریوم‌ها نصب گردید. با استفاده از لوکس متر (مدل TES- 1339) نور مورد نیاز اندازه‌گیری شد. سپس آکواریوم‌ها توسط ورقه‌های ضخیم آلومینیوم فویل پوشیده شدند تا نور فقط از طریق لامپ تامین شود. تیمارها تک عاملی بوده در هر کدام از تیمارها شرایط دیگر محیطی طبق استاندارد در نظر گرفته شدند. شرایط استاندارد پرورش نور ۴۷۰۰ لوکس ، دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، شوری PPT۳۵ و دوره نوری ۱۲:۱۲ (تاریکی: روشنایی) بود. آب آکواریوم‌ها هر هفته تعویض شد (رفیعی و همکاران،۱۳۹۴ ، Westermeier et al., 1993). آزمایش به مدت ۶ هفته انجام شد. در روزهای ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ ریسه‌ها از آب خارج و وزن شدند. در روز ۴۲ برای آخرین بار توزین شده، با آب شیرین شسته شدند و سپس در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت درآون خشک شدند.

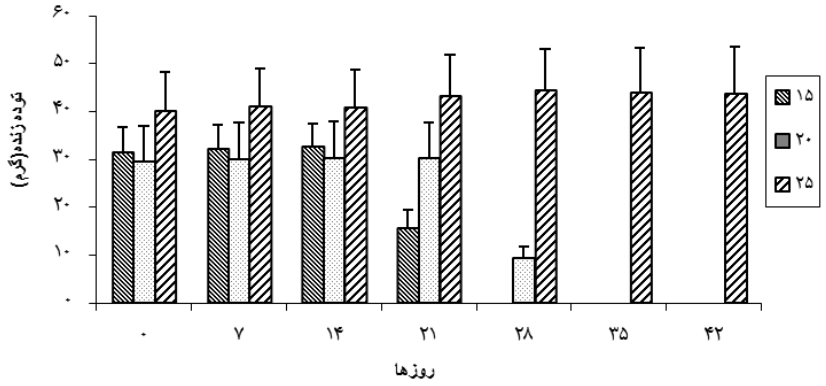
در صورت مشاهده علائم از بین رفتن ریسه‌ها در هر تیمار، پیش از اتمام روزهای آزمایش آنها را جمع‌آوری کرده و طبق دستور آلژینات آن‌ها استخراج گردید. آلژینات سدیم بر اساس روش پیشنهادی Istini و همکاران (۱۹۹۴) استخراج شده و سپس توزین گردید. درصد آلژینات در یک گرم جلبک خشک محاسبه گردید. نتایج حاصل، توسط آنالیزهای آماری ANOVA یک طرفه و تست توکی با استفاده از نرم افزار SPSSتجزیه و تحلیل شدند. این آنالیزها با دامنه اطمینان ۹۵ درصد انجام گردید (Marinho- Soriano et al., 2001).

نتایج

نتایج حاصل از تیمارهای مختلف دمایی ۱۵، ۲۰، ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر تغییرات توده زنده جلبک سارگاسوم به مدت ۴۲ روز بررسی گردید. میانگین توده زنده در دمای ۱۵ درجه از ۳۱/۴۸ به ۱۵/۵۴ گرم در روز ۲۱ و در دمای ۲۰ درجه از ۲۹/۵۶

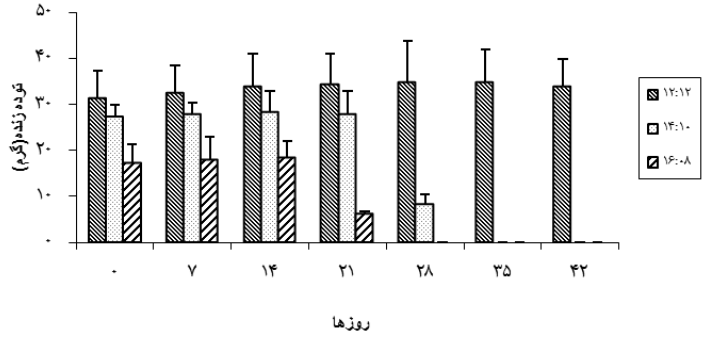
گرم به ۹/۳۷ گرم در روز ۲۸ رسید و سپس جلبک‌ها از بین رفتند. در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد از ۴۰/۱۳ به ۴۸/۱۲ گرم در روز ۴۲ رسید.

نتایج حاصل از این آنالیزها نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p<۰/۰۵$). این اختلاف در روزهای ۱۴و ۳۵، ۲۸و ۷، ۲۸ و۴۲، ۳۵و ۴۲ معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$) (شکل ۲).



شکل ۲: تغییرات توده زنده جلبک سارگاسوم در تیمارهای مختلف دما (۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی گراد) ، انحراف معیار هر تیمار نشان داده شده است.

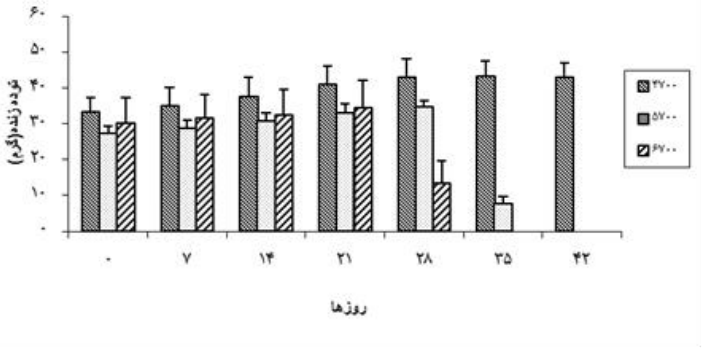
نتایج حاصل از تیمارهای مختلف دوره نوری ۱۲:۱۲، ۱۴:۱۰ و ۱۶:۸ (تاریکی: روشنایی) ساعت بر توده زنده جلبک سارگاسوم به مدت ۴۲ روز بررسی گردید. میزان توده زنده در تیمار ۱۲:۱۲ از ۳۱/۳۶ در روز صفر به ۳۴ گرم در روز ۴۲ افزایش یافت. در تیمار ۱۴:۱۰، از ۲۷/۵۴ گرم به ۸/۳۷ گرم در روز ۲۸ و در تیمار ۱۶:۸ از ۱۷/۳۶ به ۶/۱۵ گرم در روز ۲۱ رسید و سپس نمونه‌ها از بین رفتند. این نتایج نشان دادند که بین تیمارها و روزهای آزمایش اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p<۰/۰۵$) و تنها بین روزهای ۰و ۴۲، ۷و ۴۲ ، ۲۵ و ۲۸ اختلاف معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) (شکل ۳).



شکل ۳: تغییرات توده زنده جلبک سارگاسوم در تیمارهای مختلف دوره نوری،(۱۲:۱۲، ۱۴:۱۰ و ۱۶:۸ تاریکی:روشنایی) انحراف معیار هر تیمار نشان داده شده است.

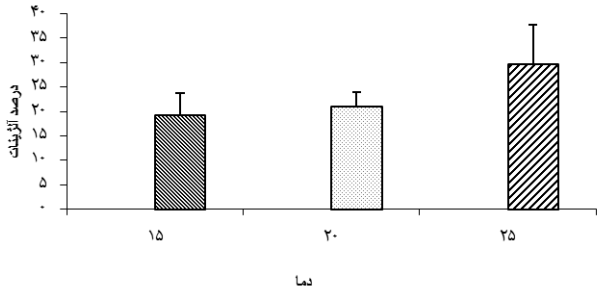
نتایج حاصل از تیمارهای شدت نور ۴۷۰۰، ۵۷۰۰ و ۶۷۰۰ لوکس بر تغییرات توده زنده جلبک سارگاسوم در ۴۲ روز بررسی شد. میانگین توده زنده در تیمار ۴۷۰۰ لوکس از ۳۳/۳۶ گرم از روز صفر به ۴۲/۴۸ گرم در روز ۴۲ رسید. در تیمار شدت نور ۵۷۰۰ لوکس از ۲۷/۱۹ گرم به ۷/۷۳ گرم در روز ۳۵ و در شدت نور ۶۷۰۰ لوکس از ۳۰/۲۲ به ۱۳/۲۴ گرم در روز ۲۸ رسید و سپس جلبک‌ها از بین رفتند.

آنالیزهای آماری نشان دادند که در میزان توده زنده بین تیمارهای ۴۷۰۰ لوکس و دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت (p=۰) اما این اختلاف بین ۵۷۰۰ و ۶۷۰۰ لوکس معنی‌دار نبود (p=۰/۰۶) بین روزهای آزمایش فقط بین ۴۲و۷، ۳۵و۱۴ اختلاف معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).



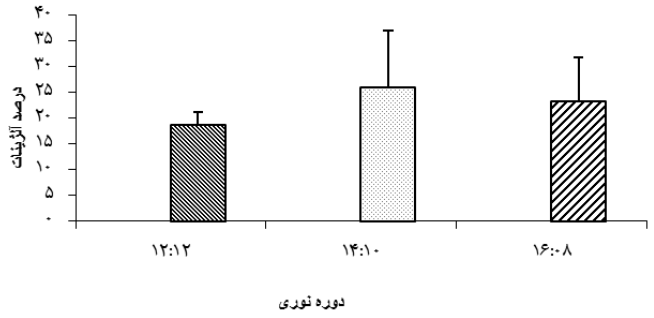
شکل ۴: تغییرات توده زنده جلبک سارگاسوم در تیمارهای مختلف (۴۷۰۰، ۵۷۰۰و ۶۷۰۰ لوکس) شدت نور، انحراف معیار هر تیمار نشان داده شده است.

نتایج حاصل از تیمارهای دمایی ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر میزان آلژینات پس از ۴۲ روز بررسی شد. این نتایج نشان داد که میانگین درصد آلژینات در دمای ۱۵، ۲۹/۳۳ درصد، در دمای ۲۰، ۲۱ درصد و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۲۹/۶۷ درصد بود. آنالیزهای آماری نشان داد که میان درصد آلژینات در تیمارهای مختلف دما اختلاف معنی‌دار وجود داشت (p<۰/۰۵) (شکل ۵).



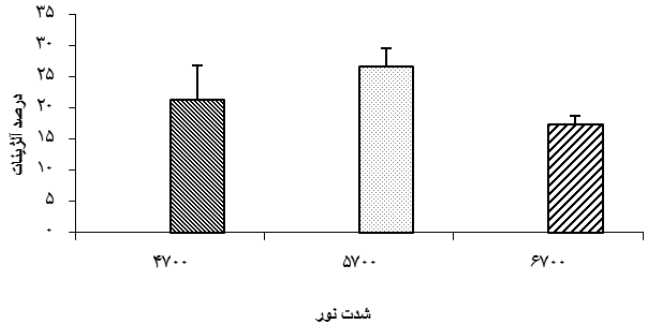
شکل ۵: تغییرات میزان آلژینات جلبک سارگاسوم در تیمارهای مختلف دما(۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی گراد) انحراف معیار هر تیمار نشان داده شده است.

نتایج حاصل از تیمارهای مختلف دوره نوری ۱۲:۱۲، ۱۴:۱۰ و ۱۶:۸ ساعت (تاریکی: روشنایی) بر میزان آلژینات در مدت ۴۲ روز بررسی گردید. این نتایج نشان داد که میانگین درصد آلژینات در تیمار ۱۲:۱۲، ۱۸/۶۶ درصد، در ۱۴:۱۰، ۲۶ درصد و در ۱۶:۸ ساعت ۲۳/۳ درصد بود. بین تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۶).



شکل ۶: تغییرات میزان آلژینات جلبک سارگاسوم در تیمارهای مختلف دوره نوری(۱۲:۱۲، ۱۴:۱۰ و ۱۶:۸ تاریکی:روشنایی) انحراف معیار هر تیمار نشان داده شده است.

نتایج حاصل از تیمارهای مختلف شدت نور ۴۷۰۰، ۵۷۰۰ و ۶۷۰۰ لوکس بر میزان آلژینات به مدت ۴۲ روز بررسی گردید. این نتایج نشان داد که میانگین درصد آلژینات در تیمار ۴۷۰۰، ۲۱/۳۳ درصد، تیمار ۵۷۰۰، ۲۶/۶۶ درصد و در تیمار ۶۷۰۰ لوکس، ۱۷/۳۳ درصد بود. بین تمام تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($p<۰/۰۵$) (شکل ۷).



شکل ۷: تغییرات میزان آلژینات جلبک سارگاسوم در تیمارهای مختلف شدت نور(۴۷۰۰، ۵۷۰۰و ۶۷۰۰ لوکس) ، انحراف معیار هر تیمار نشان داده شده است.

بحث

جلبکهای دریایی منابع با ارزشی از متابولیتهای ثانویه میباشند که در صنایع مختلف مانند دارویی، بهداشتی، غذایی و آرایشی کاربرد دارند. از جمله این متابولیتها اسید آلژینیک پلی ساکارید بدست آمده از جلبک‌های قهوه‌ای است که به عنوان یک تشکیل دهنده دیواره سلولی می‌باشد و باعث قدرت مکانیکی و قابلیت انعطاف پیکره این جلبکها می شود . عوامل محیطی روی

رشد و متابولیت‌های ثانویه جلبک‌ها تاثیر می‌گذارند (Yu and Yang, 2008). در این راستا تعیین بهترین شرایط رشد می‌تواند به یک برنامه موفق، کاشت و پرورش جلبک‌ها بیانجامد. از میان عوامل مختلف، دما و نور در رشد گونه های سارگاسوم بسیار مهم می‌باشند(Choi et al.,2008). دما بر روی pH سلولی و بنابراین فعالیت آنزیمی، سیستم کربنات و دانستیه آب سلول تاثیر می‌گذارد و نمو گیاهان را کنترل می‌کند. دما بر روی فتوسنتز، فعالیت کربنیک آنهیدراز ، انتقال فعال CO_2 و HCO_3 اثر گذاشته و میزان ماده در مسیر تثبیت کربن را تعیین می‌کند، بنابراین روی رشد اثر می‌گذارد (Hurd et al., 2014).

اپتیموم دما در بین گونه‌های مختلف فرق می‌کند. دمای متوسط برای رشد ماکروجلبک‌های مناطق حاره و معتدله گرم بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است (Dawes, 1997). تحقیقات انجام شده روی جلبک *Sargassum thunbergi*i از خلیج Huiguan در چین در تیمارهای دمایی ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد نشان داد که حداکثر رشد در دمای ۲۵ درجه پس از ۸ هفته صورت می‌گیرد، و در دمای ۱۰ و ۱۵ درجه به ترتیب در روزهای ۲۱ و ۲۸ جلبک‌ها از بین رفته‌اند (Zhao et al., 2008). در گونه *Chondrus crispus* دمای ۲۴-۲۱ درجه سانتی‌گراد دمای مناسب برای رشد گیاهچه آن است اما رشد در ۲۶ درجه متوقف می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهند که نسبت به علف‌های دریایی، دمای تحمل برای ماکرو جلبک‌ها در دامنه باریکتری قرار می‌گیرد (Dawes, 1997).

در گونه‌های دیگر سارگاسوم حداکثر رشد گونه‌های مناطق حاره مانند *S.polycystum S. sandei* در دمای ۲۵ درجه و *S.berberifolium* در دمای ۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد بوده است (Hwang et al., 2004). همچنین در آفریقای جنوبی در منطقه بین جزر و مدی عرض ۲۹ درجه جنوبی، بیشترین دما ۲۵ درجه در دسامبر و کمترین آن در ۱۹ درجه در جولای اندازه‌گیری شده است که بیشترین توده زنده *S. elegans* و *Sargassum.sp.* و *Sargassum spp* در دسامبر اتفاق افتاده و در جولای توده زنده کاهش پیدا می‌کند (Gillespie and Critchley, 1999). گونه *Sargassum muticum* نیز که در مناطق معتدله زندگی می‌کند بیشترین رشد خود را در ۲۵/۵ درجه در تابستان و کمترین رشد را در ۶ درجه در زمستان داشته است (Plouguerne et al., 2006, Hales and Fletcher, 1989) گونه *Sargassum siliquosum* بیشترین توده زنده را در جنوب تایوان در عرض جغرافیایی ۲۱ درجه، در ۲۵ درجه سانتی‌گراد در آوریل داشته است.(Hwang et at, 2004)

گونه *S. horneri* در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی، که در عمق ۳ تا ۵ متری رشد می‌کند ، در دمای ۲۵ درجه رشد کمتر و در دمای ۱۵ درجه بیشترین رشد را داشته است (Choi et al., 2008)

نتایج این پژوهش نشان داد که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین توده زنده جلبک با ۴۸/۱۲ گرم بدست می‌آید. و در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد جلبک‌ها پس از ۲۱ و ۲۸ روز به ترتیب، از بین رفتند. به نظر می‌رسد دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد برای این جلبک، دمای کم محسوب می‌شود. بر طبق نظر Hurd و همکاران در سال ۲۰۱۴، در حالت کلی، دما، فرایندهای متابولیک بسیاری از آنزیم‌ها و فرایندهای انتقالی را در بر می‌گیرد، پس دمای کم نرخ کلی را محدود می‌کند و جلبک‌ها

از طریق تغییر در میزان یا ویژگی‌های ترکیبات بیوشیمیایی محدود به دمای کم پاسخ می‌دهند و این پاسخ در رشد آن‌ها نیز نمایان می‌شود.

علاوه بر دما، شدت نور نیز روی فتوسنتز و رشد ماکروجلبک‌ها اثر می‌گذارد (Hurd et al., 2014) در این تحقیق جلبک *S.boveanun* بیشترین توده زنده را در ۴۷۰۰ لوکس نشان داد و در شدت‌های نور بالاتر جلبک‌ها تا روز ۴۲ زنده نماندند.

تحقیقات نشان می‌دهند که گونه‌های بین جزر و مدی بیشتر در شدت نوری (7500-12500) 20000-30000و گونه‌های زیر جزر و مدی در کمتر از 5000 لوکس در روز به اشباع می‌رسند. (Lobban, and Wynne, 1981,Landau 1992). از آثار کمیت نور به فتوسنتز این است که شدت نورهای زیاد، مهار نوری ایجاد کرد و ترکیبات فتوسیستم‌ها را تخریب می‌کنند و بیشتر ، فتوسیستم II را تحت تاثیر قرار می دهند، بنابراین فتوسنتز را به شدت کم می‌نمایند. از طرفی تحت تاثیر افزایش اکسیژن، نور و دما، تنفس نوری بیشتر صورت می‌گیرد که باعث از دست رفتن کربن تثبیت شده می‌شود و رشد کاهش پیدا می‌کند (Dawes, 1997). به همین علت جلبک سارگاسوم مورد بررسی که در پایین منطقه بین جزرومدی و ابتدای زیر جزرومدی زندگی می‌کند و فقط هنگام جزر حداکثر بخشی از آن در معرض نور مستقیم خورشید قرار می‌گیرد، برای رشد به نور کمتری در مقایسه با جلبک‌های ناحیه بین جزر و مدی و نور بیشتری نسبت به جلبک‌های منطقه زیر جزرومدی نیاز دارد.

در تحقیقات انجام شده در جلبک *S.horneri* از سواحل کره، در شدت‌های نوری ۱۰۰۰ و ۴۰۰۰ نشان داد که میزان حداکثر توده زنده در ۱۰۰۰ و در ۴۰۰۰ لوکس حداقل آن مشاهده شده است(Choi et al., 2008). نتایج تحقیقات انجام شده روی جلبک *S.thunbergii* در شدت‌های نوری (۹۵۰، ۹۰۰، ۲۲۰۰ و ۴۴۰۰ لوکس) حداکثر توده زنده را شدت نور ۲۲۰۰ نشان داد (Zhao et al., 2008).

اشباع نوری برای رشد برخی گونه‌های زیر جزرومدی مانند *Laminaria ochroleucan* در نور ۶۰۰۰ برای گامتوفیت و ۷۰۰۰ لوکس برای اسپوروفیت مشاهده شده است (Izquierdo and Perez-Ruzafa, 2012). جلبک قرمز *Chondrus* نیز که یک جلبک زیر جزرومدی است در ۱۵۰۰ تا ۵۰۰۰ لوکس به اشباع می‌رسد (کریمی،۱۳۷۵) گونه *S.fulvellum* از عرض ۳۴ درجه در ۲۴۴۰۰ لوکس بیشترین رشد را دارد (Hwang et al., 2007). علاوه بر منبع انرژی، نور می‌تواند برای رشد گیاهان و تولید مثل آن‌ها به صورت طول روز یا فتوپریود تحریک کننده باشد (Dawes, 1997, Hurd et al., 2014). دوره نوری روی تشکیل رسپتاکل‌ها(receptacles)(Yoshikawa et al., 2014) تشکیل اسپوروفیل (Pang and Luning, 2004) و خروج تخم‌ها از رسپتاکل ها (Liang et al.,2014) همچنین رشد تاثیر می‌گذارد. رنگدانه فیتوکروم در بعضی از جلبک‌های قهوه‌ای و قرمز مانند *Gelidium*، شناخته شده است که مسئول پاسخ به دوره نوری است. علاوه بر آن فتورسپتورهای دیگر مانند کریپتو کروم، اوروکروم و رودوپسین نیز در جلبک‌ها یافت شده‌اند که نورهای آبی و قرمز را جذب کرده و باعث تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی و رشد می‌شوند (Hurd et al., 2014)

Dring در 2005 پیشنهاد کرد که پاسخ‌های فتوپریودیک در جلبک‌ها ممکن است با رنگدانه‌های درگیر در فتوستنز جلبک‌ها ربط داشته باشند.

در این تحقیق تحت تیمارهای نوری ۱۲:۱۲، ۱۴:۱۰ و ۱۸:۶ (تاریکی: روشنایی) بیشترین میزان توده زنده در ۱۲ ساعت روشنایی به دست آمد. تحقیقی که توسط Choi و همکاران در ۲۰۰۸ انجام شد نشان داد که *S._horneri* در ۱۲ ساعت روشنایی نسبت به ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت روشنایی بیشترین رشد را داشته است. آنها این پاسخ رشد به طول روز برای الگوی رشد در جمعیت این گونه را بسیار مهم دانسته‌اند. در گونه *S.thunbergii* نیز رشد ریسه‌ها در ۱۲ ساعت روشنایی بیشترین بوده است (Zhao et al., 2008). در حالی که، *S.muticum* در دوره نوری ۱۶:۸ (روشنایی: تاریکی) (کوتاه روزه) رشد بیشتری از (۸:۱۶) داشته است (Hwang and Dring, 2005). اسپوروفیت *Laminaria*_ در طول روز بلند (۱۶:۸) (تاریکی: روشنایی) تحت کنترل ریتمای شبانه روزی فتوپریود رشد می‌کند. اما تولید یک پهنک جدید توسط روز کوتاه تحریک می‌شود. و رشد اسپوروفیت *Undaria* در فتوپریود با طول روز بلند انجام می‌شود (Hurd et al., 2014).

در بررسی اثر عوامل دما، شدت نور و دوره نوری روی میزان آلژینات، بیشترین میزان آلژینات در دمای ۲۵ درجه با ۲۹/۶۷درصد، شدت نور ۵۷۰۰ با ۲۶/۶۶ درصد و دوره نوری ۱۴:۱۰با ۲۶ درصد بدست آمد. طبق مطالعات پیشین مقدار آلژینات معمولاً با میزان توده زنده همبستگی مثبت نشان می‌دهد (Gillespie and Critchley, 1999) که میزان آلژینات در دمای ۲۵ درجه در این تحقیق موید این مسئله است.

در تحقیقی که روی *S.sinicola* در خلیج مکزیک انجام شد، نشان داد فصل بهار که میانگین دمای آن بین ۲۴-۲۱ درجه است بیشترین میزان آلژینات با ۱۳/۷ درصد مشاهده شده است. در پورتوریکویز *S.vulgare* با ۱۷/۵ درصد و *S.polycystum* با ۲۰ درصد در دمای مشابه در فصل بهار بیشترین میزان آلژینات را نشان داده‌اند. *S.sinicola* در فصل بهار همراه با بیشترین میزان توده زنده بالاترین آلژینات را نیز داشته است (Rodriguez- Montesions et al., 2008)، در حالیکه در مطالعه‌ای بر روی *S.cymosum* در برزیل، هیچ گونه همبستگی معناداری بین توده زنده و میزان آلژینات بدست نیامده است. بنابراین عوامل دیگری روی آن تاثیر می‌گذارند (Mafra and Cunha, 2004). در این تحقیق نیز میزان آلژینات بدست آمده در دوره نوری و شدت نور با میزان توده زنده همخوانی نداشته و طول روز و شدت نور بیشتر باعث تولید آلژینات بیشتر شده است. به نظر می‌رسد افزایش آلژینات در اثر ایجاد استرس نور، مقاومت جلبک را در برابر آن افزایش می‌دهد.

درصد آلژینات بدست آمده از گونه‌های مختلف در مطالعات دیگر در جدول ۱ آمده است که در مقایسه *S.boveanun* با ۲۹/۶۷ درصد از میزان آلژینات مناسبی برخوردار است. نتیجه‌گیری از این تحقیق نشان می‌دهد که در یک دوره ۶ هفته آزمایش، در تیمارهای دما، شدت نور و دوره نوری، توده زنده و میزان آلژینات جلبک سارگاسوم، اختلاف معنی‌داری وجود داشت

(p<۰/۰۵). نتایج حاکی از آن است که به نظر می‌رسد فصل بهار با شدت نور، دوره نوری و دمای مناسب بهترین زمان پرورش دریایی این گونه است. با نتایج حاصله استراتژی کاشت و مدیریت زمانی و مکانی آن را میتوان انجام داد.

منابع

بختیاری، م.،(۱۳۶۹). راههای مفصل ایران، جلد ۲۲، استان هرمزگان، گیتاشناسی۱۱۶. صفحه

رفیعی، ف.، نجات خواه معنوی، پ. و سلمان زاده، ن. (۱۳۹۴). بررسی تغییرات شوری، آمونیوم و سیتوکنین بر توده زنده و میزان آگار جلبک قرمز Gracilaria corticata نشریه اقیانوس شناسی، سال هشتم، شماره ۲۱، صفحات ۱۱۵-۱۰۷.

شوقی، ح. (۱۳۷۲). گشت مقدماتی و بررسی فصلی جلبک‌های آب‌های جنوبی ایران. مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، صفحه ۳۴.

علوی، ۱.(۱۳۷۶). استخراج اسید آلژیتیک از جلبک‌های قهوه‌ای دریای جنوب و تفکیک آلژینات عام پایه وزن مولکولی، دانشگاه تهران، صفحه ۵۴

علویان، ز. (۱۳۷۷). بررسی اکولوژیک جلبک‌های دریایی در منطقه ساحلی کیش دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۸۷

کریمی، ف. (۱۳۷۵). بررسی کمی و کیفی آلژینات‌ها در سرده‌های جلبک‌های قهوه‌ای دانشگاه تهران.۲۵۰ ص.

Abdel – karem, M.S.M;(2009) Phenetic studies and new records of Sargassum species (fucales, phaeophyceae from the Arabian Gulf coast of Saudi Arabia. Academic journal of plant sciences 2(3): 173-181

Anderson, R.A. ,(2005) Algal culturing techniques.Academic press. 596 p.New York.

Choi, G.G., Kim, H.G. and Sohn, CH;(2003) Transplantion of young fronds of Sargassum for construction of seaweed beds. Journal of korean fish society. 36:469-473

Choi, H.G., Lee, K.H., Yoo, H.H., Kang, R.J., Kim. Y. S. and Nam, K.W;(2008) physiological differences in the growth of Sargassum horneri between the germling and adult stages. Journal of Applied phycology. 20: 729-735

Dawes, C. J. (1997) Marine Botany. John wiley and sons.480p. New York.

Dring, M.J ;(2005)Stress resistance and disease resistance in seaweeds the role of reactive oxygen metabolism. Advanced Botannical research, 43: 175-207

Gilllespie, R. D. and Critchley, A.T;(1999) phenology of Sargassum spp (Sargaceae, phaeophyta) from reunion rocks kwazul, Natal , South Africa, Hydrobidogia 201-210

Izquierdo, J.L and perez- Ruzafa, I.M;(2012) Effect of temperature and photon fluence rate on gametophytes and young sporophytes of Laminaria ochroleuca. Hegoland Marine Research 55: 285-292.

Hales, J.M. and Fletcher, R;(1989) Studies on the recently introduced brown Sargassum muticum (yendo) fensholt. Botonica Marina, 32:167-176.

Hurd, C.L., Harrison, P.J. I., Bischof , K. and Lobban, Ch. S,(2014) Seaweed Ecology and physiology Cambridge University Press, 551p.London.

Hwang, R.L., Tsai , Ch. Ch and lee. T, (2004) Assessment of temperature and nutrient limitation seasonal dynamics among specie of Sargassum from a coral reef in southern Taiwan. Journal of phycology, 40: 463-473.

Hwang, E.K. and Dring, M.J ;(2005)Qvantitative photoperiodic control of erect thallus production in Sargassum muticum .Botanica Marina, 45(5):471-475.

Hwang, E.K, Park, Ch. S. and Baek, J.;(. 2006) Artifical seed production and cultivation of the edible seaweed brown alga, Sargassum fulvellum (Turner) c.Agardh. Developing a new species for seaweed cultivation in korea. Journal of applied phycology. 18: 251-257.

Hwang , E.K.; Baek, J.M; Park, C.S;(2007) Assessment of optimal depth and photon irradiance for cultivation of the brown alga, Sargassum fulvellum (Turner) C. Agardh. Journal of applied phycology, 19: 787-793.

Kelly, B.J. and Brown, M.T;(2000) variations in the alginate content and composition of Durrillaea antarctica D. Willana from southern New Zealand. Journal of applied phycology , 129: 317-324.

Istini, S., Ohno, N., and Mikusunose, H;(1994) Methods of analysis for agar carrageanan and alginate in sea weed. Bulletin of Marine science and fisheries kochi university 14, 49-55.

New York. Landou, M. (1992) Introductiion to aquaculture. John wiley and Sons. 440p.

Liang, Z., Wang, F., Sun, X., wong , W. and Liu , F;(2014) Reproductive biology of Sargassum thunbergii (Fucals, phaeophyta): African journal of plant sciences . 5: 2574-2581.

Lobban, Ch. S. and Wynne, M. (1981) The biology of seaweeds, University of California Press, 786p.

Mafra, L. and Cunha, S.R ;(2004) Sargassum cymosum (Phaeophyta) in southern Brazil: seasonality of biomass recovery after has vest and alginate yield. Journal of coastal research (39): 1847-1852.

Marinho – Sorinao, E., Silva, T.S.F. and Moreira, W.S.C;(2001) Seasonal variation in the boimass and agar yield from Gracilaria cervicornis and Hydropuntia cornea from Brazil. Bioresource technology, 77: 115-120.

Mushollaeni, W;(2011) The physicochemical characteristocs of sodium alginate from indonesian brown seaweeds. African journal of food science, 5 (6): 349-352.

Pang, S. and L. luning , k;(2004) Tank cultivation of the red alga Palmacia plamata; effects of intermittent light on growth rate yield and growth kinetics. Journal of applied phycotogy, 16(2): 93-99.

Plouguerne, E., Lelann, K., Connan, S., Jechoux, G., Deslanders, E. and Stiger- pouveau, V; (2006) Spatial and seaonal variation in density, reproductive status, length and phenolic content of the invasive brown macroalga Sargassum muticum (yendo) fensholt along the coast of western Brittang (Frence), Aquatic Botany 85: 337-344.

Rodrigues- Montesions, E.R., Arvizu- Higuera, D. and Hernandez carmona, G;(2008) Seasonal variation on size and chemical constituents of Sargassum sinicola setchell et gardner from Bahia de la Paz , Baja California Sur, Mexico. Phycological Research, 56: 33-38.

Saraswathi, S.J. Babu, B, Rengasamy , R;(2003) Seasonal studies on the aglinate and its biochemical compostional sargassum polycystum. Phycological research, 51: 240-243.

Westermeier, R., Gomez , I. and Rivera, P;(1993) Suspended fariming of Gracilaria chilensis (Rhodophyta, Gigartinales) at Cariquilda river, Maullin, Chile. Aquaculture, 113: 215-22a.

Yoshikawa, Sh., Kamiya , M. and Ohki, K;(2014) Photoperiodic regulation of receptacle induction in S. herneri (phacophyceae) using clonal thalli, phycological research 62 (3) : 206-213.

Yu, J, Yang , Y;(2008) Physiological and biochemical response of seaweed Gracilaria lemaneiformis to concentration changes of N and p. Journal of experimental marine biology and ecology, 367: 142-148.

Zhao, z, Zaho, F., Yao, J., Lu, J.F. and Ang, J.R.D ;(2008) Early development of germlings of Sargassum thunbergii (Fucales phaeophyta) under laboratory conditions in China ,Journal of applied phycolgy, 20: 925-931.

Zubia, M., Pageri, C. and Deslandes, E;(2008) Alginate, mannitol, phenolic compound and biological activities of two range- extending brown algae, Sargassum mangarevense and Turbinaria ornata (phaeophyta, Fucales) from Tahiti (French Polynesia) .Journal of Applied phycology 20: 1033-1043.

Impact of Temperature, Iirradiance and photoperiod on Biomass and Alginate Content of Brown Alga *Sargassum boveanum*

F. Rafiei[1*], P. Nejatkhah manavi[2], H. Kermanshahi[3]

Received: 2019.7.1
Accepted: 2020.10.11

Abstract

Effect of temperature, irradiance and photoperiod on biomass and the alginate content of *Sargassum boveanum* was evaluated for 42 days under laboratory conditions. The seaweed samples were collected from coast lines of Bandae-e-Lengeh in Hormozgan province (South of Iran) in June 2009. The algae were suspended in aquariums,40.30.60 cm (20 litter) in 3 replicates. The algae were cultured under temperatures gradients (15,20 and 25 ˚C), irradiances levels (4700,5700 and 6700 Lux) and three photoperiods (12;12, 14;10 and 16:8 hours, Light:Dark) . The algae were weighted once a week . After 6 weeks of Light:Dark) . The algae were weighted once a week . After 6 weeks of experiments, the algae were collected, dried and weighed. The highest biomass of *S. boveanum* was obtained at 25° c (48.12 gr.) ,4700 Lux (42.48 gr) 12:12, light: dark (34 gr). Maximum content of alginate (29.67%) was extracted in temperature of 25 ˚C. As the results showed, mariculture of this algae should done in spring with optimum of temperature and photoperiod. The alginate content of *S. boveanum* is high in compare with the other brown seaweeds.

Key words: Alginate ,Biomass, Environmental factors, *Sargassum*.

1-Assistant Professor,Department of marine Science and Technology, Faculty of marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch,Tehran ,Iran

*(Corresponding Author: farnaz.rafiee47@gmail.com)

2-Associate Professor, Department of marine Science and Technology, Faculty of marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch,Tehran ,Iran

3-Graduate Master, Department of marine Science and Technology, Faculty of marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch,Tehran ,Iran