استعدادیابی کشت و پرورش ماکروجلبک‌های دریایی در محدوده جزرومدی سواحل، کانال‌های زهکش و استخرهای پرورش میگو در استان بوشهر

کهزاد سرطاوی[۱]
فاطمه غلامیان[۲*]
رضا ربیعی[۳]
جلوه سهرابی پور[٤]

۱. کارشناس ارشد، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.
۲. نویسنده مسئول، مربی پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.
۳ و ۴. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
f.gholamian@areeo.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۸۰۳۰۷۴۷
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۲۸
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

کاهش شدید بارش در سال‌های اخیر و بحران رو به گسترش کاهش منابع آب شیرین، رویش گسترده ماکروجلبک‌های متنوع اقتصادی در نواحی ساحلی استان بوشهر با ۸۲۰ کیلومتر مرز آبی و اهمیت استراتژیکی امروزی ماکروجلبک‌ها به عنوان غذا، علوفه، تامین بخشی از مواد اولیه صنایع دارویی و داروسازی سبب شد تا در سال ۱۳۹۴، پروژه امکان‌سنجی کشت و پرورش دو گونه ماکروجلبک قهوه‌ای (*Sargassum bovenum*) و قرمز (*Gracilaria corticata*) بر روی طناب در محدوده جزر و مدی ساحل دلوار، کانال‌های زهکش و استخرهای پرورش میگو در استان بوشهر در راستای حمایت از کار و سرمایه ملی و بهره‌جویی از پیامدهای تولید در اقتصاد کشور انجام گردد. کشت نشاء بر روی طناب‌های پلاستیکی ۱۰ متری با ۵۰ قطعه ماکروجلبک ۱۰-۸ سانتی‌متری با وزن ۱۵-۱۰ گرم و با فاصله ۲۰ سانتی‌متری از یکدیگر انجام شد. ابتدا و انتهای هر طناب ۱۰ متری به طناب‌های حدفاصل متصل به پایه‌های چوبی کوبیده شده در بسترهای کشت، گره‌خوردند. سطح کشت ماکروجلبک‌ها در مزارع کشت باید به گونه‌ای باشد که همیشه حداقل ۳۰ سانتی‌متر زیر سطح آب دریا باشد. نتایج نشان داد که کاشت ماکروجلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا بر روی طناب در دریا، به ترتیب منجر به تولید ۸۰ و ۳۰ تن جلبک (وزن تر) در هکتار، در طی ۹۰ روز (نیمه دوم مهر تا نیمه دوم دی) شده است، اما علت اصلی مرگ ماکروجلبک‌های کاشته شده در استخرها و کانال‌های زهکش متصل به آن‌ها، به ترتیب به دلیل تبخیر شدید آب، افزایش شوری آب درون استخرها، کدورت شدید آب درون کانال‌های زهکش هنگام ورود و خروج آب دریا و خالی ماندن آن‌ها هنگام جزر دریا بوده است.

واژگان کلیدی: کشت ماکروجلبک، جلبک قرمز، جلبک قهوه‌ای، سارگاسوم، گراسیلاریا، بوشهر.

مقدمه

ماکروجلبک‌های دریایی در سواحل صخره‌ای جنوب کشور به‌خصوص سواحل استان بوشهر به‌وفور یافت می‌شوند. این گیاهان به دلیل اهمیت اقتصادی و کاربردهای فراوانی که دارند، یکی از منابع زیستی و طبیعی کشور بوده و از زمینه‌های تولید شیلاتی در منطقه به‌حساب می‌آیند. این جلبک‌ها به سه دسته عمده سبز، قهوه‌ای و قرمز تقسیم می‌شوند. جلبک‌ها به دلیل دارا بودن مواد مهم و باارزشی مانند آگار، کاراجینان، آلژینات‌ها، انواع ویتامین‌ها، ید و املاح معدنی، کاربردهای فراوانی در صنایع، علوم پزشکی، کشاورزی، تغذیه و غیره دارند. امروزه آنچه باعث شده تا کاشت

جلبک‌های دریایی از ارزش بالایی برخوردار باشند. بی‌نیازی آن‌ها به خاک زراعی و آب شیرین، قدرت استقرار بر روی بسترهای سخت سنگی و بسترهای مصنوعی، سازش‌پذیری بالا با شرایط سخت آب‌های دریایی و اقیانوسی، عدم نیاز به مراقبت زیاد ازجمله کود دهی، سم‌پاشی و غیره است. کشور ما علیرغم امکانات بالقوه چشمگیری که در عرصه کشاورزی و دامپروری دارد بنا به دلایل متعدد ازجمله تخریب تدریجی و عدم حفاظت از جنگل‌ها و مراتع کشور که منابع تأمین‌کننده غذای دام هستند، با کمبود خوراک دام مواجه است. به‌طوری‌که تا حدی متکی به واردات مواد غذایی مورد مصرف انسان، دام و طیور است و هرساله مقادیر عظیمی از منابع ارزی کشور صرف این‌گونه واردات می‌شود؛ بنابراین ضرورت شناسایی و تهیه روش‌های کاربردی به‌منظور استفاده مطلوب و اقتصادی از تمامی منابع بالقوه کشور اجتناب‌ناپذیر است (فضایلی، ۱۳۷۱). از سوی دیگر، کمبود غذا و نیاز به مواد پروتئینی ازجمله مسائلی است که توجه جوامع انسانی را به خود معطوف کرده است، به‌طوری‌که در سطح جهان، تحقیقات وسیعی برای به دستیابی به راه‌های مختلف تأمین مواد غذایی صورت می‌گیرد. دریاها و اقیانوس‌ها منابع عظیمی از مواد غذایی محسوب می‌شوند که بشر از دیرباز توجه زیادی به آن داشته و با پیشرفت علوم و فنّاوری سعی در بهره‌برداری بیشتر از آن کرده است (رضوی شیرازی، ۱۳۷۳). در چهارصد سال گذشته، جلبک‌ها نقش مهمی را در غذای آسیایی نسبت به غذای اروپائی‌ها داشته است. تولید جهانی جلبک‌های دریایی تقریباً ۲۰ درصد از کل تولید آبزی‌پروری جهانی را ازنظر وزنی باارزش سالانه ۷/۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۳ به خود اختصاص داده است (Bjerregaard *et al*., 2016; Cottier-Cook *et al*., 2016; FAO, 2017) و بخش اعظم این تولیدات در کشورهای آسیایی انجام می‌شود. بیش از ۸۰ درصد کل تولید آبزی‌پروری جلبک‌های دریایی متعلق به ۸ جنس از جلبک‌های قرمز و قهوه‌ای ازجمله گونه‌های گراسیلاریا است (Kim *et al*., 2017). کشور هند از ماکروجلبک‌های کشت‌شده *Ulva, Kappaphycus, Gracilaria, Gelidium, Sargassum* و غیره در تولید سوخت‌های زیستی ازجمله بیواتانل، بیوبوتانل، بیومتان و بیوهیدروژن استفاده می‌کند (Khambhaty *et al*., 2012, Kumar *et al*., 2013, Trivedi *et al*., 2013, Baghel *et al*., 2015, Veeramuthu *et al*., 2017).

سارگاسوم رایج‌ترین جلبک‌های قهوه‌ای است که در آب‌های معتدل، گرمسیری و نیمه گرمسیری در سراسر جهان یافت می‌شود. این جلبک دریایی در بسیاری از مناطق مختلف اقیانوسی با طیف گسترده‌ای از اشکال و استراتژی‌های تولیدمثل سازگار است (Guiry and Guiry, 2016). در آسیا به‌طور سنتی گونه‌های سارگاسوم به‌عنوان غذا و دارو مورداستفاده قرار می‌گیرد. در ژاپن و چین برداشت از سارگاسوم‌ها برای مصرف انسان به‌عنوان غذاهای دریایی و برای کشت از نمونه‌های خودرو استفاده می‌شود. همچنین از سارگاسوم به دلیل دارا بودن مواد مغذی ارزشمند، عطروطعم در سالادها، سوپ‌ها یا غذاهای گیاهی اضافه می‌شود (Xie *et al*,. 2013) و در طب چینی به‌عنوان خلط‌آور، درمان التهاب حنجره، کاهش فشارخون بالا، عفونت‌ها، تب و گواتر استفاده می‌شود (Hou and Jin, 2005). قیمت هر تن وزن تر گراسیلاریا تولیدشده ۲۷۳ دلار (FAO, 2017) و قیمت هر تن وزن تر سارگاسوم ۴۶۰ دلار است (FAO, 2017).

فناوری‌های آبزی‌پروری جلبک دریایی طی ۷۰ سال گذشته به‌طور چشمگیری در آسیا و اخیراً در آمریکا و اروپا توسعه‌یافته است. ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که آبزی‌پروری جلبک دریایی خود باعث خدماتی به اکوسیستم ازجمله بهبود بخشی وضعیت آب‌های ساحلی به نفع سایر موجودات زنده و محیطزیست می‌شود. نقش دیگر خدمات اکوسیستم آبزی‌پروری جلبک دریایی ارزش اقتصادی آن است.

۷۰٪ تولید جهانی *Gracilaria/Gracilariopsis* متعلق به کشور چین و ۲۸ درصد نیز متعلق به کشور اندونزی است. در قاره آمریکا، شیلی بیشترین تولید آبزی‌پروری جلبک دارد. تولید بیش از ۱۲/۸ تن در سال باارزش سالیانه ۲۹ میلیون دلار آمریکا تولید می‌کند (FAO, 2017).

اولین اقدامات کشت و پرورش گیاهان دریایی در سال ۱۵۹۶ در سواحل خلیج هیروشیما در کشور ژاپن به‌وسیله افراد محلی با نشاکاری جلبک‌های پورفایرا (*Porphyra*) در لابه‌لای تورهای مستعمل ماهیگیری در مناطق کم‌عمق ساحلی انجام‌گرفته است (Gavino and Trono,1988) و پس‌ازآن در سال ۱۹۲۷ در کشور چین برای اولین بار، اقدام به کشت جلبک لامیناریا (*Laminaria* sp.) شده است. در تایوان در سال ۱۹۸۷ مقدار ۵/۵۲۴ تن گراسیلاریا از ۳۲۷ هکتار به‌دست‌آمده است. این کشور بیش از ۳۰ سال سابقه کشت گراسیلاریا دارد که متوسط بازدهی ۲۰ تا

۳۰ تن در هکتار می‌باشد. افزون بر پرورش مونوکالچر (تک‌گونه‌ای) گراسیلاریا امروزه به‌صورت پلی‌کالچر (پرورش چندگونه‌ای یا کشت توأم) با دیـگر آبـزیان مثل خامه ماهی، میگوی ببری سیاه، خرچنگ گلی (*Scylla serata*) انجام می‌شود (Tseng,1981). در دهه گذشته، کشت جلبک گراسیلاریا به‌طور گسترده در آب‌های ساحلی چین گسترش‌یافته است. تولید گراسیلاریا از ۵۰۵۳۶ تن (تن وزن خشک) در سال ۲۰۰۳ به ۱۱۴۷۲۲ تن در سال ۲۰۱۰ افزایش‌یافته است. نانوا واقع در شهر شانتو استان گوانگدونگ از سال ۲۰۰۰ به‌عنوان یکی از پایگاه‌های بزرگ کشت *Gracilaria lemaneiformis* در مقیاس صنعتی، در جنوب چین توسعه‌یافته است و منطقه کشاورزی آن از ۰/۱۳ هکتار از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ به ۱۵۰۰ هکتار یعنی ۱۱۳۳۳ برابر افزایش‌یافته است (Yang *et al.*, 2015). کشت مصنوعی جلبک‌ها، در بسیاری از کشورهای هم‌جوار با دریاها و اقیانوس‌ها معمول می‌باشد. در چین، صدها هزار نفر در کاشت مصنوعی و برداشت جلبک‌های دریایی به اشتغال درآمده‌اند و سالانه بالغبر صد میلیون پوند جلبک‌های دریایی تازه و خشک را تولید می‌کنند (Rebours *et al.*, 2014). به گزارش فائو در سال ۲۰۰۶، تولید سالیانه انواع جلبک‌ها حدود ۱۷ میلیون تن بوده که ارزش تقریبی آن ۸/۵ میلیارد دلار است (UNDP, 1990).

کشت و پرورش جلبک‌ها در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۷۳ توسط آقای شوقی در مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور–چابهار در محیط طبیعی انجام شد که هیچ گزارشی از آن در دست نیست. سپس پرورش جلبک گراسیلاریا در سال ۱۳۷۵ به‌وسیله سعید پور در استخرهای خاکی انجام شد که به علت وجود مشکلات اجرایی، نتیجه مطلوبی حاصل نشد (فرح پور و همکاران، ۱۳۸۹). مطالعه کشت و پرورش ماکروجلبک *G. corticata* در استخرهای خاکی منطقه بریس (چابهار) طی چهارفصل در سال‌های ۷۹ تا ۸۰ نشان داده است که افزایش وزن جلبک‌های کاشته شده بر روی طناب تا پایان نیمه اول آبان ماه افزایش ۲/۳ برابری داشته‌اند یعنی از میانگین وزنی ۵۰۰ گرم به ۱۱۵۵ گرم رسیده‌اند و در اواسط نیمه دوم بهمن‌ماه افزایشی ۲/۶ برابری (۱۲۹۰ گرم) و تا پایان نیمه اول اردیبهشت‌ماه، افزایشی ۲/۷ برابری (۱۳۲۰ گرم) و تا پایان نیمه اول مرداد، روند رشد جلبک‌ها، افزایشی بوده و تا ۲/۴ برابر (۱۱۸۰ گرم) رسیده است (آبکنار، ۱۳۸۵). کاشت سه جنس جلبک‌های دریایی در سواحل هرمزگان نشان داد که کاشت جلبک (گراسیلاریا، سارگاسوم و هیپنیا) در سواحل دریایی استان هرمزگان امکان‌پذیر است. روش تور برای کاشت گراسیلاریا و روش طناب برای کاشت سارگاسوم و هیپنیا در دریا به‌عنوان بهترین روش کاشت هرگونه اعلام‌شده است. میزان تولید ماده تَر در واحد سطح برای گراسیلاریا ۲۲۵۰ گرم، سارگاسوم ۱۶۲۵ گرم و هیپنیا ۳۱۵۰ گرم گزارش‌شده است (ربیعی و همکاران، ۱۳۸۸). هم‌چنین نتایج کاشت سه گونه ماکروجلبک در سواحل چابهار (*Sargassum ilicifolium*، *Cystoseira indica* و *Hypnea musciformis*) نشان داد که دو ماه پس از کاشت، وزن ماکروجلبک *C. indica* از ۸۰۰ گرم بر روی هر طناب به ۱۹۱۰۰ گرم رسیده (۲۴ برابر افزایش بیوماس) و ازلحاظ طولی از ۷۰ سانتی‌متر تا بیش از یک متر رشد داشته و وزن جلبک *S. ilicifolium* از ۸۰۰ گرم به ۱۳۹۰۰ گرم رسیده و ماکروجلبک قرمز *H. musciformis* از ۵۰۰ گرم به ۴۶۰۰ گرم رسیده یعنی به ترتیب ۱۷ و ۹ برابر افزایش بیوماس نشان داده‌اند (فرح پور و همکاران، ۱۳۸۹).

در استان بوشهر نیز عملیاتی مشابه با استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان باهدف یافتن نقاط مستعد (سواحل، کانال‌های زهکش و استخرهای پرورش میگو)، جهت کشت و پرورش ماکروجلبک‌های اقتصادی به‌ویژه ماکروجلبک‌های قرمز و قهوه‌ای رویش داشته در سواحل استان که از تنوع گونه‌ای متعددی برخوردارند انجام‌شده است. از سوی دیگر استخرهای پرورش میگو حدود ۸ ماه از سال بلااستفاده بوده که می‌توان از این چالش به‌عنوان یک فرصت در راستای بهره‌وری از سرمایه ملی و پیامدهای تولید در اقتصاد استان، نهایت بهره را برد.

مواد و روش‌ها

برای کشت ماکروجلبک به تیرک‌های چوبی به ارتفاع ۱/۵ متر، طناب‌های پلاستیکی شماره ۶ و ۷ برای نشاکاری، پتک، چکش، میخ، جعبه‌های یونولیتی، تشت‌های پلاستیکی بزرگ و متوسط، سطل‌های پلاستیکی بزرگ و متوسط، ترازو و خط کش نیاز بود که در ابتدای کار تهیه شدند.

سپس با تهیه نیروی کارگری (دانش آموزان و زنان سرپرست خانوار) و آموزش‌های لازم به آنان، اجرای عملی طرح در سال ۱۳۹۴، در سایت‌های موردنظر به ترتیب ذکرشده، آغاز شد.

اولین مرحله کشت جلبک، انتخاب محل مناسب پرورش (Site selection) می‌باشد. انتخاب محل از فاکتورهای خیلی مهم در پرورش گیاهان آبزی است، زیرا این فاکتور درنهایت، موفقیت یا شکست را تعیین می‌کند. به‌طورکلی محل‌هایی که استوک‌های طبیعی گونه‌ها در آنجا وجود دارند محل‌های خوبی برای پرورش هستند. محلی که برای کشت جلبک انتخاب می‌شود باید دارای ویژگی‌های نظیر شیب ملایم، شدت موج کم، بستر شنی بوده و محل عبور کشتی‌ها و قایق‌ها، محل شنای بومیان و محل ماهیگیری صیادان نباشد و درنهایت، محلی که انتخاب‌شده است باید به‌گونه‌ای باشد که هنگام جزر، نمونه‌های ماکروجلبکی کشت‌شده بر روی طناب‌ها حدود ۳۰ سانتی‌متر زیر آب باشند. لازم به ذکر است که در نیمه‌های هر ماه قمری، طی دو روز متوالی پدیده جزر حداکثری یعنی حداکثر پس‌روی آب دریا از ساحل دریا اتفاق می‌افتد، بنابراین تعیین نقاط استقرار تیرک‌ها و طناب‌ها بایستی در زمان پدیده حداکثری جزر و در محدوده عمیق‌تر ساحل (درون آب) مشخص شود تا پس از کشت نشاهای ماکروجلبکی بر روی طناب‌ها (طناب شماره ۶) و انتقال و اتصال طناب‌های حاوی نشاها به طناب‌های اصلی (طناب شماره ۷) متصل به پایه‌های چوبی کوبیده شده در بستر دریا، در زمان جزر حداکثری با مشکل بیرون ماندن چندساعتی بخشی از طناب‌های حامل نشاهای ماکروجلبکی از آب دریا و آسیب دیدن نشاها مواجه نگردید.

سپس با توجه به این‌که گونه‌های زیادی از ماکروجلبک‌ها در سواحل استان بوشهر رویش دارند، دو جنس از ماکروجلبک‌های قهوه‌ای (*S. bovenum*) و قرمز (*G. corticata*) که دارای رشد و تنوع پراکنش خوبی بخصوص در نوار مرزی حداکثری جزر دریا به سمت عمیق‌تر دریا داشتند و هم‌چنین ازنظر اقتصادی (تغذیه، دارویی، آرایشی- بهداشتی و صنعتی) حائز اهمیت بودند انتخاب شدند. عملیات تهیه نشا به‌منظور شروع کشت ماکروجلبک، زمانی صورت گرفت که آب در حالت جزر بود. به همین منظور، ابتدا ماکروجلبک‌ها از بستر برداشت‌شده و در یونولیت قرار داده شدند و بلافاصله به کارگاه کشت نشا بر روی طناب، انتقال و به طشت‌های بزرگ پر از آب دریا و مجهز به پمپ هوا منتقل شدند (شکل‌های ۱ و ۲). نشاهای حاصل از ماکروجلبک‌ها (قطعات حدود ۸ سانتی‌متری) باید حداکثر تا ۲۴ ساعت بر روی طناب، نصب و در داخل آب دریا قرار گیرند، زیرا سرعت عمل در کار، سبب عدم خرابی یا آسیب رسیدن به نمونه‌های نشا می‌شود.

شکل ۱: برداشت ماکروجلبک جهت تهیه نشا از ناحیه جزرومدی.

شکل ۲: هوادهی جلبک‌های منتقل‌شده به کارگاه کشت.

نحوه قرار دادن نشاها بر روی طناب به این صورت بود که ابتدا پیچ طناب را بازکرده، مقدار مناسب ماکروجلبک (نشا) در محل بازشده قرار داده شد و سپس پیچ طناب روی همدیگر قرارگرفته و محکم شد. بر روی هر طناب ۱۰ متری، ۵۰ قطعه ماکروجلبک حدود ۱۰–۸ سانتی‌متر با وزن حدود ۱۵–۱۰ گرم، بافاصله ۲۰ سانتی‌متری از یکدیگر قرار گرفتند (شکل‌های ۳ و ۴).

شکل۳ : مشارکت زنان سرپرست خانوار در کشت نشا ماکروجلبک (سال ۱۳۹٤).

شکل ٤: نمونه طناب آماده کشت حاوی نشا ماکروجلبک (سال ١٣٩٤).

لازم به ذکر است که قبل از انتقال طناب‌های حاوی نشا به محل کاشت می‌بایست آماده‌سازی بستر موردنظر (دریا، استخر پرورش میگو و کانال‌های زهکش) جهت کاشت ماکروجلبک با استفاده از جدول جزر و مد دریا در زمان حداکثر جزر (حدود ۲۰–۱۵ متر پایین‌تر از آخرین نقطه جزر به‌طرف عمق دریا محل مناسبی برای کاشت ماکروجلبک می‌باشد) بدین ترتیب انجام‌شده باشد: ابتدا پایه‌های چوبی به ارتفاع ۱/۵ متر بافاصله ۲۰ متر از هم و در عرض بافاصله ۱۰ متر از هم در بستر دریا کوبیده شوند و فاصله طولی پایه‌ها با طناب پلاستیکی شماره ۶ به هم وصل شوند. سپس نصب طناب‌های مادر (شماره ۷) در سه‌نقطه مذکور انجام شود (این کار سبب نصب طناب‌های حامل نشا (شماره ۶) با سرعت و دقت بیشتری در محل اجرا می‌شود). درنهایت پس از بستن طناب‌های طولی، طناب‌های ۱۰ متری حاوی نشاهای ماکروجلبک‌ها در راستای امواج دریا بر روی آن‌ها نصب شوند (شکل‌های ۵ و ۶). پس از احداث مزارع کشت ماکروجلبکی، این مزارع نیازمند بازدیدهای مداوم هفتگی به‌منظور تعویض و تعمیر آسیب‌دیدگی احتمالی پایه‌های چوبی و یا طناب‌ها هستند. آماربرداری و بررسی میزان رشد جلبک‌ها، تغییرات مورفولوژیکی و تغییرات ماهیانه رشد نشاهای ماکروجلبک نیز به مدت سه ماه (۹۰ روز) انجام‌شده است.

شکل ٥: کاشت نشا ماکروجلبک در کانال زهکش منطقه دلوار (سال ١٣٩٤).

شکل ٦: کشت نشا ماکروجلبک در استخر پرورش میگو دلوار (سال ١٣٩٤).

نتایج

نقاط مستعد پرورش مصنوعی ماکروجلبک‌ها در سواحل شهر بوشهر شامل سواحل مناطق بندرگاه و بندر دلوار بود که این سایت‌ها به دلیل شنی بودن ساحل که یکی از فاکتورهای مهم ایجاد مزرعه کشت مصنوعی ماکروجلبک‌ها است انتخاب شدند، ولی به دلیل حجم زیاد کار در مراحل اولیه و نیاز به بازدیدهای اولیه می‌بایست سایتی انتخاب می‌شد که به استخرهای پرورش میگو (بندر دلوار) نزدیک باشد، بنابراین ساحل بندر دلوار انتخاب شد. سواحل بندر طاهری و نای بند، به علت فعالیت بندرها، کشتیرانی و تردد بسیار، سنگلاخی بودن، مناسب کشت تشخیص داده نشد. از

دیگر نقاط مستعد برای پرورش کشت و پرورش جلبک، کانال‌های آب‌رسان و زهکش استخر پرورش میگو و سایت‌های پرورش میگو در مناطق حله، دلوار و شیف بود که سایت‌های حله و شیف به علت دوری محل اجرای طرح و دسترسی نامناسب، از برنامه کاری خارج و کشت و پرورش جلبک‌ها بر روی طناب فقط در سایت دلوار اجرا شد.

بررسی‌های ماهیانه نشاهای ماکروجلبک‌های کشت‌شده بر روی طناب در دریا بیانگر این بود که افزایش رشد حجمی و طولی نشاهای کشت‌شده *S. bovenum* نسبت به *G. corticata* بیشتر است. این بررسی‌ها در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱: ثبت اطلاعات آماری رشد دو ماکروجلبک سارگاسوم (Sargassum bovenum) و گراسیلاریا (Gracilaria corticata) کشت‌شده بر روی طناب در دریا (سال ۱۳۹٤).

	S. boveanum		G. corticata	
زمان نمونه‌برداری	رشد وزنی (گرم)	رشد طولی (سانتی‌متر)	رشد وزنی (گرم)	رشد طولی (سانتی‌متر)
۲۰ مهر ۸۹	۱۵	۱۲	۸	۶
۲۰ آبان ۸۹	۱۳۰	۳۰	۱۴	۸
۲۰ آذر ۸۹	۴۰۰	۴۸	۳۰	۱۰
۲۰ دی ۸۹	۵۵۰	۶۵	۵۵	۱۲

نتایج ماکروجلبک‌های کشت‌شده بر روی طناب مستقر در استخر پرورش میگو نشان داد که نشاهای ماکروجلبک کشت‌شده گراسیلاریا در شهریورماه شروع به رشد کرده‌اند و هر نشا، با بیش از ۵ جست ۳ تا ۵ سانتی‌متری حدود دو تا سه هفته رشدی از خود نشان نداده و پس از سه هفته، شروع به سفید شدن و خراب شدن کردند (شکل‌های ۹ و ۱۰)؛ بنابراین آب استخر مورد آزمایش قرار گرفت و طبق **Error! Reference source not found.** مشخص شد که شوری استخر بیش از ۹۹ دسی زیمنس یعنی بیش از دو برابر شوری آب دریا است.

شکل ۹: سفید شدن نشاهای جلبک گراسیلاریا در استخر.

شکل٦: رسوب گل‌ولای استخر بر روی نشاهای جلبک.

نتایج کشت ماکروجلبک‌ها در کانال زهکش نشان داد که نشاهای کشت‌شده ماکروجلبکی چند روز پس از کاشت نشاها خراب شدند. ازآنجاکه آب کانال زهکش به‌طور ویژه‌ای به تخلیه آب استخرها ارتباط دارد و تبخیر سطحی آب و شورتر شدن آب استخر در کانال‌های زهکش (جدول ۲) از یکسو، علاوه بر ایجاد مشکل جهت رشد نشاها، سبب رشد جلبک‌های دیگری بر روی این نشاها و ممانعت از رشد نشاهای اصلی شده بودند و از سوی دیگر، گاهی اوقات نیز کانال‌های زهکش به دلیل پدیده جزر، به‌طور کامل از آب خالی می‌شدند و همین خارج ماندن نشاها از آب دریا به مدت چندین ساعت دلیل دیگر خراب شدن نشاها بوده است.

جدول ۲: نتایج آزمایش آب در محل‌های مورد بررسی در سواحل شهر بوشهر (سال ١٣٩٤).

مشخصات نمونه	Ec (دسی زیمنس)	pH
آب کانال زهکش	۸۴/۱۵	۷/۶
آب استخر	۹۹/۸	۸
آب دریا	۴۵	۷/۵

بحث و نتیجه‌گیری

در دو دهه اخیر، کاهش شدید بارش و به‌تبع آن کاهش شدید سطح ایستابی آب و شور شدن بخشی از زمینه‌ای کشاورزی، سبب سوق اذهان مسئولین به سمت کاشت و پرورش جلبک‌های دریایی جهت استفاده‌های خوراکی، تعلیف دام و دارویی شده است. در همین راستا، کشت و پرورش جلبک سارگاسوم (*S. boveanum*) و گراسیلاریا (*G. corticata*) در سواحل، استخر پرورش میگو و زهکش استخرها در زمان بلااستفاده

بودن استخرها جهت پرورش میگو انجام گردید و نتایج حاکی از این است که رشد طولی نشاهای ماکروجلبک سارگاسوم در مناطق جزرومدی و در مدت‌زمان ۹۰ روز، از ۸ سانتی‌متر به بیش از ۶۵ سانتی‌متر و وزن آن از ۱۰ گرم به بیش از ۵۵۰ گرم رسید و درصورتی‌که عوامل غیرمترقبه‌ای پیش نیاید، از هر هکتار مزرعه سارگاسوم بیش از ۸۰ تن جلبک تَر قابل‌برداشت خواهد بود. درحالی‌که میزان رشد طولی جلبک گراسیلاریا از ۵ سانتی‌متر به ۱۲ سانتی‌متر و میزان رشد وزنی آن از حدود ۸ گرم به ۵۵ گرم رسیده است یعنی در هر هکتار حدود ۳۰ تن جلبک تَر *G. corticata* قابل‌برداشت است. این نتیجه با گزارشی مشابه از فائو (۲۰۱۷) که نتایج حاصل از برداشت مقدار تولید ماکروجلبک کشت‌شده بر روی طناب، بسته به شرایط آب و هوایی مناطق و گونه‌های ماکروجلبکی کشت‌شده، متفاوت است (در سیلان حداکثر تولید ماکروجلبک در هر مترمربع ۳/۵ کیلوگرم است درحالی‌که در چین، تولید قابل‌برداشت تا ۲ تن وزن خشک از هر هکتار) مغایرتی ندارد. لازم به ذکر است که جلبک گراسیلاریا برخلاف سارگاسوم که رشد طولی خوبی دارد رشد عرضی و حجمی دارد و رشد طولی آن بسیار کم است ولی در شرایط طبیعی حدود ۱۵–۲۰ سانتی‌متر رشد طولی دارد. نتایج این مطالعه با نتایج سایر پژوهش‌های مشابه داخلی [ربیعی و همکاران (۱۳۸۸)، در سواحل هرمزگان و آبکنار (۱۳۸۵)، در سواحل چابهار] و نتایج برداشت ۲۵ روز پس از نشاکاری ماکروجلبک *Hypnea musiformis* بر روی طناب به تعداد ۱۴ بار در سال از قطعات کشت‌شده ۲ تا ۲/۵ گرمی به طول ۵ سانتی‌متر در خورهای جزایر هند، با افزایش ۳۰ تا ۳۵ سانتی‌متری در طول و ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرمی در وزن تر در هر متر یعنی برداشت ۳۸ تا ۴۰ تن وزن تر در هکتار در سال (Ganesan *et al*, 2006) ، *G. edulis* با برداشت سالیانه هفت بار، ۳۵ تن وزن خشک در هکتار در سال (Ganesan *et al*., 2011) و *Sarconema filiforme*، ۱۵۰ تن وزن تر در هکتار در سال (Ganesan *et al*., 2015) همخوانی داشته و تائید می‌شود. از سوی دیگر، رشد ماکروجلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا در استان بوشهر از شهریورماه، هم‌زمان با کاهش دمای هوا آغاز می‌شود و برداشت اقتصادی محصول هر ۵۰ تا ۶۰ روز یک‌بار است یعنی زمانی که وزن نشاهای گراسیلاریا و سارگاسوم به ترتیب ۴۰۰ و ۳۰ گرم است. این امر، امکان برداشت ۴ تا ۵ مرحله در زمان رویش ماکروجلبک را امکان‌پذیر می‌سازد. بر اساس گزارش قرنجیک (۱۳۷۹)، جلبک سارگاسوم در ساحل چابهار در فصل پاییز به حداکثر تولید خود می‌رسد درحالی‌که در سواحل استان بوشهر، جلبک‌های سارگاسوم و گراسیلاریا در دو فصل از سال (پاییز و بهار) به حداکثر رشد طولی و تولید خود می‌رسند و در تابستان به دلیل افزایش شدید و ناگهانی دمای هوا، کاهش شدید رشد ماکروجلبک‌ها مشاهده شد که این امر با گزارش قرنجیک (۱۳۷۹) که شدت امواج و برخورد آن با ساحل و افزایش دما از عوامل اصلی محدودکننده رشد جلبک‌ها، مطابقت دارد. نتایج کشت جلبک در استخر و کانال زهکش نشان داد که نشاهای کاشته شده بر روی طناب، در دو هفته ابتدایی شروع به ایجاد ۵ تا ۶ جوانه کردند و ۲ تا ۳ سانتی‌متر رشد کردند؛ اما پس‌ازآن شروع به سفید شدن و خراب شدن کردند. نتایج آب استخرها و کانال‌های زهکش به ترتیب افزایش تقریبی ۲/۵ تا ۲ برابری شوری آن‌ها نسبت به آب اولیه (آب دریا) را نشان داد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که یکی از عوامل محدودکننده رشد جلبک‌ها در استخر پرورش میگو، شوری بالا است که این نتیجه با اظهارنظر Yokoya و همکاران (۱۹۹۹)، Raikar و همکاران (۲۰۰۱)، Abreu و همکاران (۲۰۱۱) و Kim و همکاران (۲۰۱۶) در این خصوص که جنس‌های *Gracilaria /Gracilariopsis* گونه‌های پهن شورزی (euryhaline) هستند و قادرند تا طیف وسیعی از شوری در حدود psu ۱۰–۴۰ را تحمل کنند، اگرچه این جلبک‌ها در دامنه‌های psu ۲۵–۳۵ بهترین رشد را دارا می‌باشند مغایرت دارد، زیرا جهت اطمینان از اثر سوء افزایش شوری آب درون استخرها به دلیل تبخیر سطحی بر رشد جلبک‌ها، تعدادی از طناب‌های حاوی نمونه‌های جلبک‌های سفید شده به دریا منتقل و در روی پایک‌های چوبی نصب گردیدند. نشا جلبک‌ها بلافاصله به حالت اولیه برگشته و رشد خود را از سر گرفتند به‌گونه‌ای که باورکردنی نبود و این اثر کاهش شوری بالا بر روی رشد نشا ماکرو جلبک‌ها با اظهارات Pereira و Yarish (۲۰۰۸)که انتخاب سایت برای کشت نهال *Gracilaria* بسیار مهم است و برای کشت ماکروجلبک‌ها در استخرها و حوضچه‌ها، سایت‌ها باید در نزدیکی منابع آب دریا و آب شیرین واقع شوند تا از کنترل شوری اطمینان حاصل شود همخوانی دارد (انتقال جلبک از محیط استخر پرورش میگو با شوری بالاتر از آب دریا به محیط دریا). شوری آب استخر به دلیل تبخیر بالاست که سبب شور شدن سریع آب استخر می‌شود. از دیگر عوامل مؤثر بر توقف و مرگ نشاها، می‌توان

به به‌شدت گِلی بودن کف استخر، بسته بودن فضای استخر، عدم وجود تعداد دستگاه‌های موج ساز لازم جهت حرکت دادن نشاها متصل به طناب‌ها و عدم دسترسی آن‌ها به اکسیژن کافی و حرکت مواد غذایی موردنیاز جلبک در اطراف نشاها اشاره داشت، زیرا حر کت کردن در استخر برای بررسی وضعیت زنده‌مانی و رشد نشاها، سبب بالا آمدن گل‌ولای کف استخر و نشستن آن‌ها بر روی نشاها شده و عدم رسیدن نور کافی جهت فتوسنتز و خراب شدن نمونه‌ها شده است. این نکته در دریا نیز پیش آمد، هنگامی‌که کشند قرمز در خلیج‌فارس گسترش پیدا کرد و برای مقابله با آن از خاک رس استفاده کردند، خاک رس ته‌نشین شده بر روی نشاها بیشتر از کشندهای قرمز، رشد ماکروجلبک‌ها را تحت تأثیر قرارداد و بخش عظیمی از مزرعه کشت جلبک را نابود کرد. در تحقیقاتی که آبکنار (۱۳۸۵)، بر روی کشت جلبک‌ها در سواحل چابهار انجام داده، همین مشکل گزارش‌شده که پیشنهادشده برای رفع مشکلات کدورت (گل‌ولای)، شوری بالا و اپیفیت‌ها، بهتر است هر یک روز در میان طناب‌ها حاوی جلبک‌ها تکان داده شوند که نتایج مذکور جهت زدودن گل‌ولای از روی جلبک‌های کشت‌شده، مشابه با عملکرد مزرعه‌داران فیلیپینی است که با ورود خود به آب و تکان دادن طناب‌های حاوی نشاهای ماکروجلبک‌ها، باعث زدودن گل‌ولای و اپیفیت‌ها از روی ماکروجلبک‌ها در سواحل دریا و یا استخرها می‌شوند (Gavino and Trono,1998). درنهایت چنین به نظر می‌رسد که تمام فاکتورها بر روی رشد ماکروجلبک‌ها تأثیر می‌گذارند ولی بیشترین تأثیر، مربوط به میزان شوری است. تحقیقات انجام‌شده توسط محققین دیگر نشان می‌دهد مجموعه‌ای از عوامل بر رشد جلبک‌ها تأثیرگذار می‌باشند، اما همیشه یک و یا دو عامل در هر منطقه تأثیر بیشتری دارند. در مناطق ساحلی به دلیل اینکه همیشه نور وجود دارد و مواد مغذی به‌اندازه کافی هست بیشترین اثر را بر روی رشد جلبک‌ها دارند (Barnes and Mann, 1980). بنا به نظر برخی از محققان، هیچ عاملی را نمی‌توان مهم‌ترین عامل محدودکننده (دما، نور، رقابت، شکار، چریدن، فضا، مواد مغذی) رشد جلبک‌ها دانست. عامل اصلی، اثر توأم عوامل فیزیکی و بیولوژیک بر روی رشد جلبک‌ها است (Hay,1997).

عدم موفقیت استقرار و رشد نشاهای جلبک در کانال‌های زهکش، به دلیل تبخیر سطحی آب و شوری دو برابری آب کانال‌ها نسبت به آب دریا، پوشانیده شدن سطوح طناب‌ها و نشاهای کشت‌شده با گل‌ولای ناشی از ورود و خروج آب دریا به استخرها از طریق کانال‌های زهکش جهت تعویض ماهیانه آب استخرها از یکسو و خارج ماندن نشاهای کشت‌شده بر روی طناب‌ها به مدت چندین ساعت در زمان جزر دریا است.

از دیگر گونه‌های ماکروجلبکی دریایی باارزش و اقتصادی مناسب جهت کشت بر روی طناب و یا توری در سواحل شنی استان بوشهر می‌توان به گونه‌های *Caulerpa sertularoides* f. *farlowii* از کلروفیت‌ها (کشت بر روی توری)، *Padina* spp.، *Sargassum* spp.، *Polycladia* spp.، *Colpomenia sinuosa* از فئوفیت‌ها، *Hypnea* spp.، *Gracilaria* spp.، از ردوفیت‌ها (کشت بر روی طناب) اشاره داشت. افزایش چشمگیر تولید آبزی‌پروری گونه‌های جلبک گراسیلاریا از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ از ۹۳۳ هزار تن به ۴ میلیون و ۱۵۰ هزار تن وزن تر در جهان بوده است (FAO, 2018) و تولید جهانی جلبک دریایی در سال ۲۰۱۶، ۳۰/۱ میلیون تن وزن تر تخمین زده‌شده است که ۹۵٪ از کل جلبک تولیدشده حاصل از کشت جلبک و ۵ درصد باقی‌مانده از رویشگاه‌های طبیعی است (FAO, 2018)، که این مطلب خود اهمیت ارزش اقتصادی به‌کارگیری صنعت آبزی‌پروری ماکروجلبک‌های اقتصادی در سواحل جنوبی ایران با استفاده از فناوری‌های روز دنیا جهت صیانت از سرمایه‌های ملی و اشتغال‌زایی را به‌خوبی نمایان می‌سازد.

سپاسگزاری

از همکاری صمیمانه و بی‌دریغ همکاران محترم موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، اداره کل شیلات استان بوشهر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های بوشهر و هرمزگان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

آبکنار، ع. م.، ۱۳۸۵. کشت و پرورش جلبک قرمز در استخرهای خاکی منطقه بریس (چابهار). مجله علمی شیلات ایران ، جلد ۱۵: شماره ۴: صفحات ۱۳۵-۱۴۰.

ربیعی، ر.، فرح پور، م.، سهرابی پور، ج.، ضیائیان بحری، ل. و اشرف زاده، ش.، ۱۳۸۸. گزارش نهایی بررسی کاشت جلبک‌های دریایی در کانال‌های خروجی مزارع پرورش میگو در منطقه تیاب. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۴۷ ص.

رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۷۳. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی (اصول نگهداری و عمل‌آوری). انتشارات شیلات تهران، جلد ۱: ۴۰۰ ص.

فرح پور، م.، آبکنار، ع.م. و نوتاش، غ.، ۱۳۸۹. بررسی کشت سه گونه جلبک دریایی *Hypnea musciformis*، *Cystoseira indica* و *Sargassum ilicifolium* در سواحل چابهار. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۶: شماره ۳: صفحات ۲۹۶-۳۰۴.

فضایلی، ح.، ۱۳۷۱. تعیین ترکیب شیمیایی و انرژی خام منابع خوراک دام استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده دامپروری دانشگاه تربیت مدرس، گیلان، ۱۸۶ صفحه.

قرنجیک، ب.م. و آبکنار، ع، م.، ۱۳۷۹. شناسایی جلبک‌های دریایی سواحل استان سیستان و بلوچستان، مجله علمی شیلات ایران، جلد ۱۹: شماره ۱: صفحات ۳۷-۴۸.

Abreu, M. H., Pereira, R., Yarish, C., Buschmann, A. H. and Sousa-Pinto, I., 2011. IMTA with *Gracilaria vermiculophylla*: productivity and nutrient removal performance of the seaweed in a land-based pilot scale system, Aquaculture, 312:77-87.

Baghel, R.S., Trivedi, N., Gupta, V., Neori, A., Reddy, C. R. K., Lali, A. and Jha, B., 2015. Biorefining of marine macroalgal biomass for production of biofuel and commodity chemicals. Green Chem. 17: 2436–2443.

Barnes, R.S.K.and Mann, H.H., 1980. Fandamentals of aquatic ecosystems Blackwell Scientific, Publication, Oxford, 595 pp.

Bjerregaard, R., Valderrama, D., Radulovich, R., Diana, J., Capron, M., Mckinnie, C. A., Cedric, M., Hopkins, K., Yarish, C., Goudey, C. and Forster, J., 2016. Seaweed aquaculture for food security, income generation and environmental health in Tropical Developing Countries. Available from: http://documents. worldbank. Org/en. Accessed Jan 23, 2017.

Cottier-Cook, E. J., Nagabhatla, N., Badis, Y., Campbell, M. L., Chopin, T., Dai, W., Fang, J., He, P., Hewitt, C. L., Kim, G. H., Huo, Y., Jiang, Z., Kema, G., Li, X., Liu, F., Liu, H., Liu, Y., Lu, Q., Luo, Q., Mao, Y., Msuya, F. E., Rebours, C., Shen, H., Stentiford, G. D., Yarish, C., Wu, H., Yang, X., Zhang, J., Zhou, Y. and Gachon, C. M. M., 2016. Safeguarding the future of the global seaweed aquaculture industry, United Nation University (INWEH) and Scottish Association for Marine Science Policy Brief, South Hamilton, ON, 12 pp.

FAO., 2017. The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 221 pp.

FAO., 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 210 pp.

Ganesan, M., Meena, R., Siddhanta, A. K., Selvaraj, K. and Chithra.K., 2015. Culture of red alga *Sarconema filiforme* in offshorewaters and hybrid carrageenan from cultivated seaweed. J. Appl. Phycol. 27: 1549–1559.

Ganesan, M., Sahu, N. and Eswaran, K., 2011. Raft culture of *Gracilaria edulis* in open sea along the southeastern coast of India. Aquaculture 321: 145–151.

Ganesan, M., Thiruppathi, S. and Jha, B., 2006. Mariculture of *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamourex in the south east coast of India. Aquaculture 256: 201–211.

Gavino, C. and Trono, J. R., 1988. A Review of the production technologies of tropical species of Economic Seaweed. Marine Science Institute, University of Philippines, 43 pp.

Guiry, M. D. and Guiry, G. M. 2016. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available from: http://www.algaebase.org. Accessed Jun 21, 2016.

Hay, M. E., 1997. The ecology and evolution of seaweed-herbivore interactions on coral reefs, Journal of Coral Reefs, 16:67–76.

Hou, J. and Jin, Y. 2005. The healing power of Chinese herbs and medicinal recipes. Haworth Press, Inc., New York, 662 pp.

Khambhaty, Y., Modi, K., Gandhi, M. R., Thampy, S., Maiti, P. and Brahmbhatt, H., 2012. Kappaphycus alvarezii as a source of bioethanol. Bioresour. Technol. 103: 180–185.

Kim, J. K., Yarish, C. and Pereira, R. 2016. Tolerances to hypo-osmotic and temperature stresses in native and invasive species of *Gracilaria* (Rhodophyta). Phycologia 55:257- 264.

Kim, J. K., Yarish, C., Hwang, E. K., Park, M. and Kim, Y., 2017. A Reviwe of the Seaweed quaculture: cultivation technologies, challenges and its ecosystem services, Journal of Algae Research, 32(1): 1-13

Kumar, S., Gupta, R., Kumar,G., Sahoo, D. and Kuhad, R. C., 2013. Bioethanol production from Gracilaria verrucosa, a red alga, in a biorefinery approach. Bioresour. Technol. 135: 150–156.

Pereira, R., Yarish, C., 2008. Mass Production of Marine Macro algae, Encyclopedia of Ecology, pp. 2236-2247.

Raikar, S. V., Ima, M. and Fujita, Y., 2001. Effects of temperature, salinity and light intensity on the growth of *Gracilaria* spp. (Gracilariales, Rhodophyta) from Japan, Malaysia and India. Indian Journal of Geo-Marine Sciences, 30:98-104.

Rebours, C., Marinho-Soriano, E., Zertuche-González, J., Hayashi, L., Vásquez, J., Kradolfer, P., Soriano, G., Ugarte, R., Abreu, M. H., Bay-Larsen, I., Hovelsrud, G., Rodven, R., Robledo, D., 2014. Seaweeds: an opportunity for wealth and sustainable livelihood for coastal communities. Journal of Applied Phycology. 26 (6):1939-1951.

Trivedi, N., Gupta,V., Reddy, C.R.K. and Jha, B., 2013. Enzymatic hydrolysis and production of bioethanol from common macrophytic green alga Ulva fasciata Delile. Bioresour. Technol. 150:106–112.

Tseng, C.K., 1981. Commercial cultivation. In: Lobban, C.S., Wynne, M.J. (Eds.), The Biology of Seaweeds. Oxford Blackwell Scientific, UK, 680–725.

UNDP, 1990. Traning Manual on *Gracilaria* Culture and Seaweed Processing in China. FAO/ By the Regional Seafarming Development and Demonstration Project (RAS/90/002), 90 pp.

Veeramuthu, A. K., Mohd, R. S., Zainal, S., Pandian, S. K., Cheng, T. C., Sanniyasi, E., Veeraperumal, S. and Farid, N. A., 2017. Production ofliquid biofuels (biodiesel and bioethanol) from brown marine macroalgae Padina tetrastromatica. Energ. Conver. Manage.135: 351–361.

Xie, E. Y., Liu, D. C., Jia, C., Chen, X. L. and Yang, B. 2013. Artificial seed production and cultivation of the edible brown alga *Sargassum naozhouense* Tseng et Lu, Journal of Applied Phycology 25:513-522.

Yang, Y., Chai, Z., Wang, Q., Chen,W., He, Z. and Jian, S., 2015. A Reviwe of the Cultivation of seaweed Gracilaria in Chinese coastal waters and its contribution to environmental improvemen, Journal of Alga research, 9: 236-244.

Yokoya, N. S., Hirotaka, K., Obika, H. and Litamura, T., 1999. Effects of environmental factors and plant growth regulators on growth of the red alga *Gracilaria vermiculophylla* from Shikoku Island, Japan. Hydrobiologia 398/399:339- 347.