مجلهٔ ترویجی بوم‌شناسی منابع آبی
دورهٔ ۴، شمارهٔ ۲

مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های پرورش میگو در استان هرمزگان (بر اساس مطالعات انجام‌شده در منطقهٔ تیاب)

غلامعلی اکبرزاده [۱]، رامین کریم‌زاده[۱]، فرشته سراجی[۱]، شیوا آقاجری خزایی[۱]، لیلی محبی نوذر[۱]، محمد درویشی[۱]، سیامک بهزادی[۱]، کیوان اجلالی خانقاه[۱]، رضا نهاوندی[۲]

۱- پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، مؤسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
۲- موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
* نویسندهٔ مسئول: gholamaliakbarzadeh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۳/۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۵ تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۷/۱۲

چکیده

ورود حجم عظیمی از پساب‌های حاصل از فعالیت‌های آبزی‌پروری می‌تواند مقادیر زیادی از آلاینده‌ها را وارد آب‌های ساحلی نماید. تحقیقات و گزارش‌های موجود در رابطه با اثرات آبزی‌پروری حاکی از این است که توسعهٔ مزارع پرورش میگو در بسیاری از کشورها سبب افزایش مواد مغذی و پدیدهٔ شکوفایی جلبکی در اکوسیستم‌های ساحلی گردیده است. نتایج مطالعات انجام‌شده در رابطه با اثرات آبزی‌پروری در منطقهٔ تیاب استان هرمزگان نشان داد که غلظت برخی از آلاینده‌های مهم در پساب‌های خروجی نسبت به آب‌های ورودی بسیار بالا بوده است. نتایج مربوط به برآورد بارهای آلی نشان داد که حجم عظیمی از پساب‌های خروجی محتوی مواد ازته و فسفاته در طی هر دوره پرورش می‌تواند از مجتمع‌های پرورش میگو وارد آب‌های ساحلی مجاور مجتمع‌های پرورش میگو گردد. به نظر می‌رسد که ادامهٔ این روند می‌تواند در آینده مشکلات زیست‌محیطی همچون افزایش پدیدهٔ تغذیه‌گرایی و احتمال رخداد پدیدهٔ شکوفایی پلانکتونی در اکوسیستم‌های ساحلی مجاور مجتمع‌های پرورش میگو را به همراه داشته باشد. احداث حوضچه‌های آرامش و ایجاد یک سیستم تصفیهٔ زیستی (از طریق پرورش برخی از جلبک‌های دریایی و آبزیان قابل پرورش و صدف‌های فیلتر کننده جهت کاهش بار آلی و معدنی) و فیزیکی (جهت کاهش ذرات معلق)، تعریف استانداردهای زیست‌محیطی لازم برای پساب‌های خروجی و بازبینی نحوهٔ مدیریت مزارع پرورش میگو می‌تواند منجر به کاهش صدمات و چالش‌های زیست‌محیطی در اکوسیستم‌های ساحلی مجاور مجتمع‌های پرورش میگو گردد.

واژه‌های کلیدی: مخاطرات زیست‌محیطی، پرورش میگو، پساب خروجی، استان هرمزگان

مقدمه

طبق پیش‌بینی‌های انجام‌شده میزان صید آبزیان از سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد سیر نزولی خود را طی نموده و ذخایر موجود در دریاها و اقیانوس‌ها نخواهد توانست جوابگوی تقاضای روزافزون بازار گردد. لذا در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته آبزی‌پروری با دو هدف عمده احیاء و بازسازی ذخایر طبیعی و تولید و عرضه آن به بازار در رأس امور قرار گرفت (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۸۵). فعالیت‌های مربوط به آبزی‌پروری به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند نقش اساسی را در معیشت میلیون‌ها انسان در سراسر جهان ایفا کند (FAO, 2014). محیط بستر توسعه است و این دو در همهٔ ابعاد ممکن باهم پیوند ناگسستنی دارند. بایستی توجه نمود که فعالیت‌های انسانی در راستای توسعه به هر طریقی که باشد اثرات مختلفی را بر محیط‌زیست بر جای خواهد گذاشت. لیکن نمی‌توان این فعالیت‌ها را که جنبهٔ حیاتی برای انسان دارند محدود کرد؛ بلکه باید با راهکارهای متناسب با نیازهای حال و آینده هرچه بیشتر در توسعه و تکامل آن تلاش نمود، مشروط به اینکه این فرآیند به بهای نابودی محیط‌زیست و منابع طبیعی منجر نگردد (اکبرزاده، ۱۳۸۷). بسیاری از محققین با توجه به مسائلی مانند ایجاد صدمات زیست‌محیطی، همه‌گیری بیماری‌ها و سایر مشکلات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های آبزی‌پروری براین باورند که دولت‌ها سیاست‌های خاص هماهنگ در توسعهٔ شاخه‌های مختلف کشاورزی در مجاورت نواحی ساحلی را بررسی و طرح‌های توسعه‌ای خود را بر آن استوار سازند (استکی و همکاران، ۱۳۸۵). تحقیقات و گزارش‌های موجود در رابطه با اثرات آبزی‌پروری حاکی از این است که توسعهٔ بیش‌ازحد مزارع پرورش میگو می‌تواند صدمات زیست‌محیطی ناهنجاری را در اکوسیستم‌های ساحلی به وجود آورد که ازجمله این صدمات می‌توان، شور شدن آب‌های سطحی و زیرزمینی، تخریب جنگل‌های مانگرو، شکوفایی جلبکی افزایش مواد مغذی، مواد آلی و مواد شیمیایی مضر، کاهش زیستگاه‌های آبزیان، تغییرات کمی و کیفی جوامع بنتوزی، انتقال و شیوع بیماری‌های انگلی و ویروسی، غالب شدن گونه‌های پرورشی در محیط‌های طبیعی، ناهنجاری‌های ژنتیکی در آبزیان دریایی و کاهش مقاومت آن‌ها در مقابل انواع بیماری‌ها را نام برد (Samocha and Islam and Yasmin 2017;Lawrence, 1997). توسعهٔ بی‌رویهٔ پرورش میگو در برخی از کشورها و درگذشته نه‌چندان دور باعث شده که مشکلات زیست‌محیطی وسیع و پایداری در سواحل دریاها و خوریات به وجود آید، شدت این آلودگی‌ها به حدی بوده است که پرورش میگو در بسیاری از کشورها درزمانی که به‌عنوان راه‌حل مناسب جهت جبران کاهش صید قلمداد می‌شد خود به یک معضل بزرگ در کشورهای درحال‌توسعه تبدیل گشت (Masood, 1997). بررسی‌ها نشان داده است که عوارض زیست‌محیطی ناشی از توسعهٔ بی‌رویهٔ مزارع پرورش میگو موجب آلودگی اکوسیستم‌های ساحلی مجاور کارگاه‌های پرورش میگو شده و شدت این آلودگی به حدی است که سلامت و بهداشت محیط پرورش میگو را نیز تحت شعاع قرار داده و در بعضی از مناطق بیماری‌های مختلفی نیز موجب مرگ‌ومیر وسیع همان میگوهای پرورشی گشته است (Dierberg and Kiattisimkul, 1996).

امروزه در اکثر کشورهای توسعه‌یافته و یا درحال‌توسعه همگام با توسعهٔ صنعت آبزی‌پروری تحقیقات زیادی درزمینهٔ کنترل و مدیریت پساب‌ها و ارزیابی اثرات ناشی ازاین‌گونه فعالیت‌ها به‌عنوان یک ابزار مدیریتی موردتوجه قرارگرفته است. در این میان با توجه به موقعیت این کشورها در رابطه با کاهش اثرات زیست‌محیطی و کنترل پساب‌ها از روش‌های مختلفی استفاده گردیده است (استکی و همکاران، ۱۳۸۵). در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و یا درحال‌توسعه در عرصهٔ پرورش میگو، ارزیابی شرایط کیفیت آب جهت افزایش تولید و کاهش غلظت آلاینده‌های زیست‌محیطی مزارع پرورش میگو جهت ورود به آب‌های ساحلی مطالعات زیادی صورت گرفته است (Lara- Olopade, 2013; Audelo-Naranjo, *et al.,* 2012; Anguiano *et al.,* 2013). نتایج مطالعاتی که در کشور تایلند صورت گرفت نشان داد که استفاده از غذاهای فرموله شده برای پرورش میگو به‌طور وسیع و غیراصولی، یکی از عوامل اصلی افزایش غلظت عوامل آلوده‌کنندهٔ موجود در پساب‌های

خروجی بوده که پس از ورود به آب‌های ساحلی باعث شکوفایی جلبکی در اکوسیستم‌های ساحلی مجاور مجتمع‌های پرورش میگو گردیده است (Choopunth and Tanyaros, 2002). در ایران با شروع فعالیت صنعت تکثیر و پرورش، موضوع میزان توسعه و ظرفیت آن در مجاورت اکوسیستم‌های ساحلی خلیج‌فارس به‌عنوان منبع دریافت‌کنندهٔ پساب، مطرح گردید. بایستی توجه داشت که سطح زیر کشت مزارع پرورش میگو در استان هرمزگان، سال‌به‌سال در حال افزایش بوده و این احتمال وجود دارد که افزایش حجم بار پساب خروجی به حدی برسد که از توان تصفیهٔ بیولوژیکی خوریات و آب‌های دریافت‌کننده بیشتر گردد، این وضعیت در آینده ممکن است ضایعات زیست‌محیطی جبران‌ناپذیری را به دنبال داشته باشد (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۸۵). به دنبال اهمیت پایش زیست‌محیطی پساب‌های خروجی ناشی از فعالیت‌های پرورش میگو و اثرات ناشی از ورود پساب‌ها به اکوسیستم‌های مجاور مجتمع‌های پرورش میگو و بنا به‌ضرورت انجام این‌گونه مطالعات در راستای حفاظت از اکوسیستم‌های ساحلی، اولین مطالعهٔ انجام‌شده در رابطه با اثرات آبزی‌پروری بر روی محیط‌زیست در منطقهٔ تیاب شهرستان میناب استان هرمزگان توسط اکبرزاده و همکاران (۱۳۸۵) صورت گرفت. مطالعات انجام‌شده توسط این محققین نشان داد که غلظت برخی آلاینده‌ها مانند نیترات، نیتریت، آمونیاک کل، فسفات، شوری، اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی و مواد معلق کل در پساب‌های خروجی و محل ریزش پساب‌ها نسبت به آب‌های ساحلی مجاور مجتمع‌های پرورش میگو به‌مراتب بیشتر بوده، اما غلظت آن‌ها به سمت دریا کاهش چشمگیری را از خود نشان داده است. تحقیقات انجام‌شده نشان داد که محدودهٔ تغییرات مربوط به پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در حد مجاز خود قرار گرفته و در زمان موردمطالعه اثرات مربوط به فعالیت‌های پرورش میگو در منطقه غیرقابل تشخیص و نتوانسته است مشکلات زیست‌محیطی خاصی را درخوریات و سواحل ایجاد نمایند. مطالعاتی مشابه نیز توسط استکی و همکاران (۱۳۸۵)، تحت عنوان بررسی مستمر اثرات متقابل زیست‌محیطی ناشی از فعالیت و توسعهٔ پرورش میگو در منطقه تیاب صورت گرفت. این محقق در مطالعات خود اظهار نمود که مقادیر اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده مانند pH، شوری، اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی، اکسیژن موردنیاز شیمیایی، آمونیاک کل، نیتریت، نیترات، فسفات، فسفر کل آب، نیتروژن کل رسوب، زی شناوران گیاهی و جانوری در کانال‌های خروجی بیشتر از کانال‌های ورودی بوده است. در راستای حفاظت از اکوسیستم‌های ساحلی، طرحی ملی تحت عنوان بررسی مستمر اثرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت کارگاه‌های پرورش میگو بر سواحل جنوب کشور با محوریت اجرای طرح در پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان در ۳ استان هرمزگان، چابهار و بوشهر به‌طور هم‌زمان به مرحله اجرا درآمد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۸). اکبرزاده و همکاران (۱۳۸۵) در منطقهٔ تیاب کیفیت آب‌های ورودی و پساب خروجی سایت‌های تیاب شمالی و جنوبی مورد ارزیابی قرار دادند. مطالعهٔ فوق نشان داد که دمای آب‌های ورودی به سایت‌های پرورش میگو، با درجه حرارتی نسبتاً بیشتر وارد خور تیاب می‌گردند اما این افزایش نمی‌تواند دمای آب‌های خور تیاب و آب‌های ساحلی مجاور را تحت تأثیر خود قرار دهد. در تحقیق یادشده میزان pH در کلیهٔ ایستگاه‌ها و مناطق موردمطالعه در دامنهٔ ایده‌آل وسطح مجاز ارائه‌شده از سوی سازمان حفاظت محیط‌زیست برای پساب‌های کشاورزی قرار داشت. این مطالعات همچنین نشان داد که شرایط و ظرفیت پرورش میگو در منطقهٔ مورد مطالعه به نحوی است که قادر به نوسانات شدید pH نیست. از طرفی این نتیجه گرفته شد که بالا بودن درجه حرارت هوا صرفاً نمی‌تواند عامل افزایش شوری خصوصاً در پساب‌های خروجی و محل ریزش پساب‌ها باشد؛ بلکه در این میان تأثیر فعالیت‌های پرورش میگو نیز بر افزایش میزان شوری خصوصاً در پساب‌های خروجی و آب‌های پذیرنده پساب‌ها (محل ریزش پساب‌ها) بایستی موردتوجه قرار گیرد.

نتایج مربوط به بررسی جمعیت ماکروبنتوزها نیز حاکی از کاهش قابل‌توجه تنوع جمعیت ماکروبنتوزها در محل ریزش پساب‌ها در ابتدای خور تیاب بوده است. مرتضوی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعات خود اظهار نمودند که پساب‌های حاصل از فعالیت‌های کشاورزی و آبزی‌پروری از منابع مهم تولید مواد مغذی جهت ورود به اکوسیستم‌های ساحلی محسوب می‌شوند. یکی از مشکلات عمدهٔ زیست‌محیطی ناشی از ورود پساب‌های خروجی، بالا بودن غلظت مواد مغذی در آن‌ها می‌باشد. ورود حجم عظیمی از آب‌های خروجی در طی فعالیت‌های آبزی‌پروری به آب‌های ساحلی می‌تواند منجر به افزایش میزان قابلیت

دسترسی این مواد و مصرف آن توسط فیتوپلانکتون‌ها گردد. این پدیده به‌عنوان یک عامل بالقوه در اکوسیستم‌های ساحلی مجاور مجتمع‌های پرورش میگو می‌تواند احتمال رخداد شکوفایی جلبکی در این اکوسیستم‌ها را افزایش دهد. رخداد شکوفایی جلبکی می‌تواند باعث ایجاد ناهنجاری‌های مختلف زیست‌محیطی در محیط‌های ساحلی گردد (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۷۳; استکی و همکاران، ۱۳۸۵; مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۸: مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۹؛ اکبرزاده و همکاران، ۱۳۸۷؛ امیدی، ۱۳۸۸؛ اکبرزاده و همکاران، ۱۳۹۸). Tran و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعات خود اظهار می‌نمایند که ورود مواد مغذی بیش‌ازحد می‌تواند باعث برهم خوردن توازن جذب مواد مغذی توسط میکروارگانیسم‌های زنده خصوصاً پلانکتون‌های گیاهی شده و این امر به‌نوبه خود می‌تواند باعث کاهش کیفیت آب اکوسیستم‌های ساحلی گردد. در رابطه با وضعیت نیتریت، نتایج مطالعات بسیاری از محققین نشان می‌دهد که این ترکیب ازته بیشتر در شرایط طبیعی به‌عنوان یک محصول واسطه عمل نموده و در این صورت در فرآیندهای مختلف شیمیایی می‌تواند جذب یا تولید گردد. در اکوسیستم‌های آبی فاقد آلودگی این ماده ازنظر تولید و مصرف در یک حالت تعادلی با نیترات و آمونیوم قرارداد. در صورت شرایط نامساعد زیست‌محیطی براثر ورود انواع آلاینده‌ها به محیط‌های آبی نیتریت بیش‌ازحد تولید و در این صورت به‌عنوان یک مادهٔ سمی برای آبزیان عمل می‌نماید (Howerton, 2001؛Boyd and Tucker, 1998). ترکیبات فسفر خصوصاً فسفات محلول در پساب‌های خروجی می‌تواند به‌عنوان یکی از آلاینده‌های مهم و خطرناک در پساب‌های خروجی محسوب گردد (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۹۹) بررسی تحقیقات انجام‌شده توسط برخی از محققین نشان داد که ۶۵ درصد از فسفات قابل‌دسترس در آب‌های ساحلی می‌تواند توسط فعالیت‌های مختلف انسانی تولید و وارد آب‌های ساحلی گردد. Sansanayuth و همکاران (۱۹۹۶) در مطالعات خود با استناد به تحقیقات صورت گرفته اظهار کردند که ۹۶ درصد از فسفر ورودی به استخرها، حاصل از فعالیت‌های پرورش میگو یا جذب رسوب شده و یا از طریق پساب‌ها وارد آب‌های ساحلی می‌گردند؛ بنابراین تأثیر فسفر می‌تواند در قابلیت آلوده‌کنندگی اکوسیستم‌های ساحلی با منبع مربوط به فعالیت‌های پرورش میگو بسیار مهم و موردتوجه قرار گیرد. فاضلاب‌های کشاورزی و خانگی در این میان نسبت به سایر منابع از مهم‌ترین منابع فسفات جهت ورود به آب‌های ساحلی و خوریات محسوب می‌گردند (Galloway *et al.,* 2008; Siddiquee, 2011).

در رابطه با کاهش مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های پرورش میگو، برخی از کشورها اقدام به تعیین سطح موردنیاز جنگل‌های حرا در جهت تصفیه بیولوژیکی پساب‌ها پرداخته‌اند (Robertson and Phillips, 1995). برخی از محققین معتقدند که چنانچه حجم ورودی پساب‌های حاصل از فعالیت‌های پرورش میگو به داخل خورها یا جنگل‌های حرا در حد توان خود پالایی خورها یا جنگل‌های حرا باشند، به‌طور مؤثر این اکوسیستم‌ها می‌توانند در جهت کاهش بار آلودگی پساب‌ها بسیار مؤثر واقع گردند. بایستی توجه نمود که چنانچه حجم ورود پساب‌ها بیشتر از حد خود پالایی خورها و جنگل‌های حرا باشد، در این صورت تصفیهٔ بیولوژیکی آلاینده‌ها در این مکان‌ها به‌خوبی و به‌صورت مؤثر انجام نشده و ورود پساب‌ها به اکوسیستم‌های موردنظر می‌تواند منجر به صدمات زیست‌محیطی بسیار گردد (Trott *et al.,* 2004; Gautier *et al.*, 2001; McKinnon *et al.,* 2002). در مطالعهٔ کیفیت آب‌های ورودی و پساب خروجی سایت‌های تیاب شمالی و جنوبی، میزان اکسیژن محلول در تمامی ایستگاه‌های موردمطالعه از شرایط مطلوبی برخوردار بوده ولی نوسانات مربوط به میزان اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی و مواد معلق در پساب‌های خروجی به‌مراتب بیشتر از آب‌های ورودی به مجتمع‌های پرورش میگو بوده و در برخی از ماه‌ها مقادیر آن در پساب‌های خروجی بالاتر از حد استانداردهای زیست‌محیطی ارائه‌شده توسط برخی از کشورها بوده است. ورود حجم عظیمی از پساب‌های حامل مواد مغذی به‌صورت محلول و غیر محلول به نواحی ساحلی در طی هر دورهٔ پرورش احتمالاً سبب می‌گردد در آینده مشکلاتی مانند پدیدهٔ شکوفایی جلبکی در اکوسیستم‌های ساحلی مجاور مجتمع‌های پرورش میگو ایجاد گردد (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۸۵).

به دنبال اهمیت پایش زیست‌محیطی پساب‌های خروجی حاصل از فعالیت کارگاه‌های پرورش میگو و لزوم حفاظت از اکوسیستم‌های ساحلی در راستای حفاظت از زیستگاه‌های آبزیان در نواحی ساحلی، مطالعه‌ای تحت عنوان ارزیابی کیفیت

آب‌های ورودی و پساب‌های خروجی مربوط به سایت‌های پرورش میگوی تیاب شمالی و جنوبی واقع در شهرستان میناب استان هرمزگان در سال ۱۳۹۷ توسط پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان مورداجرا قرار گرفت. در این مطالعه سعی خواهد شد بر اساس مطالعات انجام‌شده مخاطرات و چالش‌های زیست‌محیطی ناشی از فعالیت مجتمع‌های پرورش میگو در استان هرمزگان مورد تجزیه‌وتحلیل و راهکارهای اجرایی درزمینهٔ کاهش غلظت آلاینده‌های موجود در پساب‌ها جهت ورود به آب‌های ساحلی ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ تیاب شهرستان میناب در ۱۳۰ کیلومتری جنوب شرقی بندرعباس واقع گردیده است. در این منطقه فعالیت‌های مربوط به پرورش میگو از سال ۱۳۷۱ شروع و تاکنون نیز ادامه دارد (شکل ۱). در مطالعه صورت گرفته، کیفیت پساب‌های خروجی و آب‌های ورودی به سایت‌های پرورش میگو از طریق سنجش برخی از پارامترهای غیر زیستی (مانند دمای آب، شوری، اکسیژن محلول،pH، اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی، مواد معلق کل، مواد مغذی موجود در آب (شامل نیترات، نیتریت، آمونیاک کل، فسفات)) و زیستی (مانند کلروفیل a و فیتوپلانکتون‌ها) و تعیین برخی از شاخص‌های آلودگی و برخی از معیارها و استانداردهای زیست‌محیطی مانند استاندارد ملی مربوط به تخلیه فاضلاب به آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان، استاندارد مربوط به آب‌های ساحلی جهت حفاظت از زندگی آبزیان (Shanmugam *et al.* 2006; McPherson *et al.,* 1993)، استاندارد کیفیت آب برای آبزی‌پروری در برخی از کشورها (Philminaq, 2015)، استانداردهای کیفیت آب برای پروش میگو (Boyed, 1985)، محدوده مجاز ارائه‌شده برای پرورش میگوهای دریایی در کشور تایلند (Standard, 2008)، مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها

بررسی نتایج مربوط به مطالعات انجام‌شده توسط اکبرزاده و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد که میانگین و محدودهٔ تغییرات دمای آب،pH و اکسیژن محلول در پساب‌های خروجی ((۲۶/۸±۴/۴ C^o)، (C^o۲۱/۵-۳۶/۵))، ((۷/۱۵±۰/۱۵ ۷)، (۸ -۳/ ۷))، ((mg/l ۵/۸±۱/۲)، (۳/۱-۷/۸ mg/l))، نسبت به آب‌های ورودی ناچیز و بر اساس معیارهای زیست‌محیطی در حد مجاز خود قرار گرفته و تغییرات آن‌ها در حدی نیست که بتواند استرس خاصی را برای زندگی آبزیان نواحی ساحلی ایجاد نماید.

سطح تغییرات شوری ((۴۵/۶±۲/۶ ppt)، (۴۰/۱-۵۱/۴ ppt))، اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی ((۷/۴±۲/۶ mg/l)، (mg/l ۳/۶-۱۱/۸)) و مواد معلق کل ((۱۵۸/۶±۵۴/۴ mg/l)، (۷۲/۰-۲۶۰ mg/l)) در پساب‌های خروجی بسیار بیشتر از آب‌های ورودی به مجتمع‌های پرورش میگو بوده است. اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی یکی از شاخص‌های مهم آلودگی در پساب‌ها محسوب می‌شود که در پساب‌های خروجی سایت‌های تیاب شمالی جنوبی خصوصاً در انتهای دورهٔ پرورش به‌مراتب بیشتر از حد مجاز ارائه‌شده (۵ الی ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) توسط برخی از کشورها بوده است. بالا بودن این شاخص در پساب‌ها می‌تواند نشانهٔ بالا بودن بار آلی و میکروبی موجود در پساب‌ها باشد. Nyanti و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعات خود اظهار می‌نمایند که بالا بودن بار آلی با منشأ غذاهای خورده نشده در مزارع پرورش میگو، به‌عنوان عامل اصلی افزایش‌دهندهٔ میزان اکسیژن موردنیاز بیوشیمیایی در پساب‌های خروجی محسوب می‌گردد. مواد معلق یکی دیگر از آلاینده‌های مهم در پساب‌ها محسوب می‌گردد (اکبرزاده، ۱۳۸۷). منشأ این مواد ممکن است شامل ذرات سیلتی حاصل از فرسایش، اجساد نیمه تجزیه‌شده با منشأ گیاهی و یا جانوری را شامل شوند. به‌طورکلی ورود پساب‌ها با بار مواد معلق بالا به آب‌های طبیعی می‌تواند موجب کاهش میزان نور وارده به آب، افزایش میزان جذب نور، کاهش فرآیند فتوسنتز، کاهش اکسیژن محلول، افزایش میزان رسوب‌گذاری و از بین رفتن زیستگاه آبزیان وابسته به بستر، افزایش میزان درجه حرارت آب، افزایش جمعیت باکتریایی، مواد مغذی و بارهای آلی در آب گردد (Philminaq, 2015). بررسی‌های انجام‌شده نشان داده است که غلظت مواد معلق کل در پساب‌های خروجی

سایت‌های تیاب شمالی و جنوبی بسیار بالا و نسبت به آب‌های ورودی تقریباً سه برابر افزایش یافته (سه‌به‌یک) و این تفاوت ازلحاظ آماری معنی‌دار بوده است (P<۰/۰۵). مطالعات انجام‌شده توسط برخی از محققین حاکی از این است که غلظت کلروفیل a نیز به‌عنوان شاخصی از تولیدکنندگان اولیه در پساب‌ها خروجی به‌طور چشمگیری افزایش یابد (Radojevic and Bashkin., 1999).

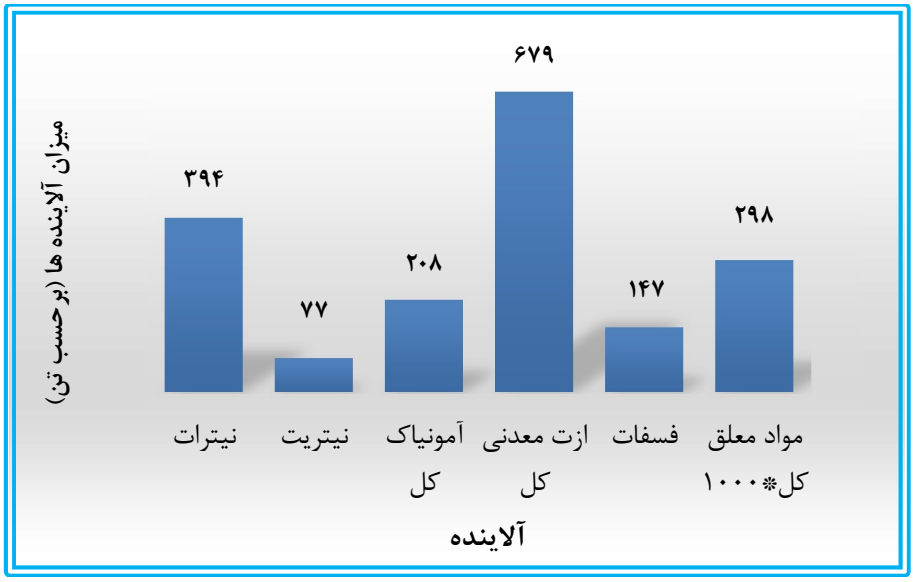
در مطالعه‌ای که توسط اکبرزاده و همکاران (۱۳۹۸) در منطقهٔ تیاب انجام گرفت بیان شده که سطح غلظتی کلروفیل a در پساب‌های خروجی ((۶/۹۵±۳/۳ µg/l)، (۱۳/۳۸ µg/l - ۰/۸۵)) به‌مراتب بیشتر از آب‌های ورودی و این تفاوت ازنظر آماری معنی‌دار بوده است (P<۰/۰۵). بررسی ساختار جمعیت پلانکتونی نیز در آب‌های ورودی و پساب‌های خروجی به لحاظ شناسایی گونه‌های مضر در ایجاد شکوفایی جلبکی بسیار مهم و قابل‌توجه است، به‌طوری‌که با مراجعه به نتایج مطالعات انجام‌شده در سال‌های گذشته می‌توان دریافت که در برخی از ماه‌ها تنوع و تراکم مربوط به برخی از گونه‌های مضر پلانکتونی در پساب‌های خروجی نسبت به آب‌های ورودی افزایش محسوسی را از خود نشان می‌دهد (اکبرزاده، ۱۳۸۳؛ استکی و همکاران، ۱۳۸۵). در مطالعهٔ انجام‌شده میانگین و محدودهٔ تغییرات غلظتی مربوط به مواد مغذی شامل نیترات ((µg/l ۲۰۳/۴±۱۴۵/۴)، (µg/l ۶۱۷/۱ - ۶۰/۷))، نیتریت ((µg/l ۴۰/۴±۱۵/۹)، (µg/l ۸۹/۹-۱۷/۹))، آمونیاک کل ((µg/l ۱۰۳/۳±۷۰/۵)، (µg/l ۲۵۳/۱ - ۲۲/۸))، فسفات ((µg/l ۷۸/۵±۶۷/۶)، (µg/l ۲۲۹/۴-۱۳)) و کل ازت معدنی محلول ((µg/l ۳۷۴/۱±۱۹۰/۴)، (µg/l ۶۹۸/۲ - ۱۱۸/۸)) در پساب‌های خروجی سایت‌های تیاب شمالی و جنوبی به‌مراتب چندین برابر (حدوداً سه برابر)، بیشتر از آب‌های ورودی بوده و این تفاوت ازلحاظ آماری معنی‌دار بوده است (P<۰/۰۵). با توجه به حد مجاز غلظت نیترات، نیتریت، آمونیاک و فسفات گزارش‌شده برای خروجی پساب‌های حاصل از فعالیت‌های انسانی جهت ورود به آب‌های ساحلی و مقایسهٔ آن با میزان غلظت‌های گزارش‌شده برای پساب‌های خروجی که در گزارش اکبرزاده و همکاران (۱۳۹۸) آمده است می‌توان دریافت که در حال حاضر از بین مواد مغذی موردمطالعه فقط دامنهٔ تغییرات غلظت فسفات خارج از دامنهٔ ایده‌آل خود قرارگرفته و تغییرات مربوط به غلظت نیترات، نیتریت، آمونیاک‌کل در اکثر زمان‌های مورد بررسی در حد مجاز خود قرار گرفته ولی در برخی از موارد خصوصاً در انتهای دورهٔ پرورش خارج از محدودهٔ مجاز خود بوده است.

مطالعات انجام‌شده توسط محققین مختلف حاکی از این است که در فعالیت‌های آبزی‌پروری هرچند که ممکن است غلظت برخی از آلاینده‌ها در پساب‌ها نسبت به مقادیر مجاز ارائه‌شده کمتر باشد، ولی بایستی توجه داشت که ورود حجم عظیمی از پساب‌ها به اکوسیستم‌های ساحلی در طی هر دورهٔ پرورش می‌تواند مقادیر زیادی از آلاینده‌ها مانند مواد مغذی (ترکیبات ازته و فسفاتهٔ محلول در آب) و مواد معلق را وارد اکوسیستم‌های ساحلی نماید. نتایج مربوط به برآورد بارهای آلی و معدنی خروجی از سایت‌های شمالی و جنوبی که در سال ۱۳۹۷ صورت گرفته (اکبرزاده و همکاران، ۱۳۹۹)، نشان داد که به ازای هر مزرعهٔ ۲۰ هکتاری در طی یک دورهٔ پرورش ۸۸۴ کیلوگرم ازت به‌صورت ازت معدنی محلول، ۱۹۲ کیلوگرم فسفات، به‌صورت فسفات محلول (PO_4^-) و ۳۸۶۵۹۳ کیلوگرم بار آلی به‌صورت مواد معلق می‌تواند از طریق فعالیت پرورش میگو وارد آب‌های ساحلی گردد. بر اساس اطلاعات مندرج در سالنامهٔ آماری شیلات ایران (۱۳۹۷)، تعداد مزارع فعال در استان هرمزگان برابر با ۷۷۲ مزرعه بوده است. با فرض ۲۰ هکتاری بودن هر مزرعه میزان بارهای آلی و معدنی که در همان سال از طریق پساب‌های خروجی ناشی از فعالیت‌های پرورش میگو وارد آب‌های ساحلی گردید، مورد برآورد قرار گرفت که نتایج آن به‌صورت نمودار در شکل ۲ ارائه گردیده است.

توصیهٔ ترویجی

توسعهٔ بیش‌ازحد مزارع پرورش میگو در جوار اکوسیستم‌های ساحلی و خوریات و عدم کنترل و تصفیهٔ پساب‌های ناشی از این‌گونه فعالیت‌ها جهت ورود به آب‌های ساحلی می‌تواند منجر به بروز برخی از آثار اقتصادی و اجتماعی مانند وقوع پدیدهٔ شکوفایی جلبکی در آب‌های ساحلی و حتی بروز آن در مزارع پرورش میگو گردد.

شکل ۱. نمایی از موقعیت سایت‌های پرورش میگو در منطقهٔ تیاب واقع در شهرستان میناب استان هرمزگان



شکل ۲. تخمین غلظت بارهای آلی و معدنی ورودی از طریق پساب‌های خروجی ناشی از فعالیت‌های پرورش میگو به آب‌های ساحلی استان هرمزگان

جهت به حداقل رساندن صدمات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های پرورش میگو بر اکوسیستم‌های ساحلی و کاهش غلظت آلاینده‌های موجود در پساب‌های خروجی جهت ورود به آب‌های ساحلی مجاور مجتمع‌های پرورش میگو راهکارهای اجرایی زیر می‌تواند موردتوجه مدیران و متصدیان امور شیلاتی قرار گیرد:

۱- احداث حوضچه‌های آرامش و انتقال پساب‌های خروجی قبل از ورود به آب‌های ساحلی در مجاورت سایت‌های پرورش میگو جهت:

۱-۱- کاهش غلظت ذرات آلی معلق در پساب‌ها از طریق رسوب‌گذاری آن در حوضچه‌های آرامش

۱-۲- تصفیهٔ زیستی پساب‌ها در حوضچه‌های آرامش با پرورش برخی از آبزیان و موجودات آبزی که قادر به ادامه حیات در پساب‌های خروجی و تحمل دامنهٔ وسیعی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی باشند (مانند برخی از جلبک‌های دریایی، صدف‌های خوراکی، خیارهای دریایی و برخی از ماهیان). در این روش علاوه بر تولید انبوه آبزیان، غلظت برخی از آلاینده‌های مهم در پساب‌ها مانند نیترات، نیتریت، آمونیاک کل و فسفات قبل از ورود به آب‌های ساحلی به‌طور چشمگیری کاهش پیدا خواهد کرد

۱-۳ - امکان استفادهٔ رسوبات ته‌نشست شده در حوضچه‌های آرامش به‌عنوان کود آلی غنی از فسفات و نیترات جهت کاربرد در کشاورزی پس از فرآوری آن‌ها به روش‌های فیزیکی و شیمیایی

۲- تعریف استانداردهای زیست‌محیطی لازم برای پساب خروجی پساب‌ها قبل از ورود به آب‌های ساحلی و خوریات

۳- بهبود کیفیت غذای میگو ازنظر افزایش میزان ماندگاری آن در آب و افزایش میزان ازت و فسفر قابل‌جذب در غذا. این کار می‌تواند منجر به کاهش پرت غذایی و کاهش غلظت مواد مغذی در خروجی و بستر استخرهای پرورش گردد

۴- تعیین حداکثر مجاز تعداد مزارع پرورش میگودر هر منطقه بر اساس ظرفیت زیست‌محیطی آب‌های ساحلی پذیرندهٔ پساب‌ها

منابع

۱- استکی، ع.، اکبرزاده،غ.، ابراهیمی، م، سراجی، ف.، اجلالی، ک.، سلیمی، م. و مرتضوی، م.ص.، ۱۳۸۵. گزارش بررسی مستمر اثرات متقابل زیست‌محیطی ناشی از فعالیت و توسعهٔ پرورش میگو در منطقهٔ تیاب. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، ۷۵ صفحه.

۲- اکبرزاده، غ.، ۱۳۸۷. بررسی و مقایسهٔ اثرات زیست‌محیطی ناشی از توسعهٔ مزارع پرورش میگو در منطقهٔ تیاب و سایه خوش بر آب‌های ساحلی استان هرمزگان. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ مهندسی منابع طبیعی (شیلات)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، ۱۱۷ صفحه.

۳- اکبرزاده، ع.، جوکار، ک.، طاهری‌زاده، م.، هاشمیان، ع.، اجلالی، ک.، محبی نوذر، س.ل. و سراجی، ف.، ۱۳۸۵. بررسی مستمر اثرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت کارگاه‌های پرورش میگو بر سواحل جنوب (در منطقهٔ تیاب و سایه خوش استان هرمزگان). موسسهٔ تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، ۹۳ صفحه.

۴- اکبرزاده، غ.، محبی نوذر، س.ل.، صادقی، م.، مرتضوی، م.ص. و کریم زاده، ر.، ۱۳۹۸. ارزیابی کیفیت آب‌های ورودی و خروجی مناطق پرورش میگو در تیاب شمالی و جنوبی. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، ۱۵۱ صفحه.

۵- امیدی، س.، ۱۳۸۸. پایش اثرات متقابل زیست‌محیطی ناشی از فعالیت و توسعهٔ پرورش میگو در مناطق حله و مند استان بوشهر. موسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکدهٔ میگوی کشور، ۷۳ صفحه.

۶- سالنامهٔ آماری سازمان شیلات ایران ،.۱۳۹۷. معاونت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع، دفتر برنامه‌ریزی و بودجه، گروه برنامه‌ریزی و آمار، ۳۳ صفحه.

۷- مرتضوی، م.ص.، اکبرزاده، غ.، آقاجری، ن. و جوکار، ک.، ۱۳۷۸. بررسی وضعیت اکولوژیک استخرهای پرورش میگو در منطقهٔ تیاب، موسسهٔ تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، ۷۶ صفحه.

۸- مرتضوی، م.ص.، اکبرزاده، غ.، خدامی، م. و امیدی، س.، ۱۳۸۹. بررسی مستمر اثرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت کارگاه‌های پرورش میگو بر سواحل جنوب کشور (هرمزگان، چابهار و بوشهر). موسسهٔ تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس، ۱۷۱ صفحه.

9- Audelo-Naranjo, J.M., Voltolina, D. and Romero-Beltrán, E., 2012. Culture of white shrimp (*Litopenaeus vannamei Boone*, 1931) with zero water exchange and no food addition: an eco-friendly approach. *Latin American Journal of Aquatic Research*, *40*(2), pp.441-447.

10- Boyd, C.E. and Tucker, C.S., 1998. Pond aquaculture water quality management. *Kluwer Academic Publishers*, *London*, 700P.

11- Choopunth, P. and Tanyaros, S., 2002. Impact of pond effluenton on culture activities: Natural seed abundance and economics. MICS. In *Proceeding of the International Conference of Coastal Zone Asia-Pacific. Montein Riverside Hotel, Bangkok, Thailand*.

12- Dierberg, F.E. and Kiattisimkul, W., 1996. Issues, impacts, and implications of shrimp aquaculture in Thailand. *Environmental management*, *20*(5), pp.649-666.

13- FAO, 2014. The state of world fisheries and aquaculture. *Opportunities and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. 223P.

14- Galloway, J.N., Townsend, A.R., Erisman, J.W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J.R., Martinelli, L.A., Seitzinger, S.P. and Sutton, M.A., 2008. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. *Science*, *320*(5878), pp.889-892.

15- Gautier, D., Amador, J. and Newmark, F., 2001. The use of mangrove wetland as a biofilter to treat shrimp pond effluents: preliminary results of an experiment on the Caribbean coast of Colombia. *Aquaculture Research*, *32*(10), pp.787-799.

16- Howerton, R., 2001. *Best management practices for Hawaiian aquaculture*. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, 23P.

17- Islam, M. and Yasmin, R., 2017. Impact of aquaculture and contemporary environmental issues in Bangladesh. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, *5*(4), pp.100-107.

18- Lara-Anguiano, G.F., Esparza-Leal H.M. Sainz-Hernández, J.C., Ponce-Palafox, J.T., Valenzuela-Quiñónez, W., Apun-Molina, J.P. and Klanian, M.G., 2013. Effects of inorganic and organic fertilization on physicochemical parameters, bacterial concentrations, and shrimp growth in Litopenaeus vannamei cultures with zero water exchange. *Journal of the World Aquaculture Society*, *44*(4), pp.499-510.

19- Masood, E., 1997. Aquaculture: a solution, or source of new problems *Nature*, No.6621, 109P.

20- McKinnon, A.D., Trott, L.A., Alongi, D.M. and Davidson, A., 2002. Water column production and nutrient characteristics in mangrove creeks receiving shrimp farm effluent. *Aquaculture research*, *33*(1), pp.55-73.

21- McPherson, C.A., Chapman, P.M., Vigers, G.A. and Ong, K.S., 1999. ASEAN marine water quality criteria: contextual framework, principles, methodology and criteria for 18

parameters. *ASEAN Marine Environmental Quality Criteria-Working Group (AMEQC-WG), ASEAN-Canada Cooperative Programme on Marine Science-Phase II (CP. EVS Environment Consultants, North Vancouver and Department of Fisheries, Malaysia*. 568P.

22- Nyanti, L., Berundang, G. and Yee, L.T., 2011. Shrimp pond effluent quality during harvesting and pollutant loading estimation using Simpson's rule. *International Journal of Applied Science and Technology*, *1*(5).

23- Olopade, O., 2013. Assessment of water quality characteristics for aquaculture uses in Abeokuta North Local Government Area, Ogun State, Nigeria. *Lakes reservoirs and ponds*, *7*(1), pp.9-19.

24- Philminaq, 2015. *Water Quality Criteria and Standards for Freshwater and Marine Aquaculture*. Annex 2, 34P. https://pdf4pro.com/amp/view/water-quality-criteria-and-standards-for-269da.html.

25- Radojevic, M. and Bashkin, V.N. 1999. Practical environmental analysis. Published by Royal society of chimstry (www.Rsc. Ogr), 466P.

26- Robertson, A.I. and Phillips, M.J., 1995. Mangroves as filters of shrimp pond effluent: predictions and biogeochemical research needs. *Hydrobiologia*, *295*(1), pp. 311-321.

27- Samocha, T.M. and Lawrence, A.L., 1997.Shrimp farms' effluent waters, environmental impact and potential treatment methods. *Interactions between cultured species and naturally occurring species in the environment*, pp.35-38.

28- Sansanayuth, P., Phadungchep, A., Ngammontha, S., Ngdngam, S., Sukasem, P., Hoshino, H. and Ttabucanon, M.S., 1996. Shrimp pond effluent: pollution problems and treatment by constructed wetlands. *Water Science and Technology*, *34*(11), pp.93-98.

29- Shanmugam, P., Neelamani, S., Ahn, Y.H., Philip, L. and Hong, G.H., 2007. Assessment of the levels of coastal marine pollution of Chennai city, Southern India. *Water Resources Management*, *21*(7), pp.1187-1206.

30- Siddiquee, S., Yusof, N.A., Salleh, A.B., Tan, G.S., Bakar, F.A., Yap, C.K., Yusuf, U.K., Ismail, A., Tan, S.G., Naher, L. and Ho, C.L., 2011. Assessment of surface water quality in the Malaysian coastal waters by using multivariate analyses. *Sains Malaysiana*, *40*(10), pp. 1053-1064.

31- Standard, T.A., 2008. Raw goat milk. *National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand*.

32- Tran, L., Nunan, L., Redman, R.M., Mohney, L.L., Pantoja, C.R., Fitzsimmons, K. and Lightner, D.V., 2013. Determination of the infectious nature of the agent of acute hepatopancreatic necrosis syndrome affecting penaeid shrimp. *Diseases of aquatic organisms*, *105*(1), pp.45-55.

33- Trott, L.A., McKinnon, A.D., Alongi, D.M., Davidson, A. and Burford, M.A., 2004. Carbon and nitrogen processes in a mangrove creek receiving shrimp farm effluent. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *59*(2), pp.197