



شناسایی اقدامات مؤثر در پرورش میگو با رویکرد تحقق اهداف سه گانه آبرزی پروری اقلیم هوشمند

میلاد جعفری^۱، شهلا چوبچیان^{۲*}

دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس^۱

دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس^{۲*}

*ایمیل نویسنده مسئول: shchoobchian@modares.ac.ir

چکیده

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی، کمبود منابع آبی، آسیب و تخریب زیست‌بوم‌های ساحلی و همچنین ایجاد چالش‌های اقتصادی و اجتماعی در مناطق روستایی نزدیک به سایت‌های پرورش میگو، ضرورت بازنگری در شیوه‌های سنتی پرورش میگو بیش از پیش مورد توجه است. پرورش میگو به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های آبرزی پروری در ایران و جهان، پتانسیل بالایی در تحقق اهداف توسعه پایدار دارد، همچنین اگر پرورش میگو به سمت رویکردهای اقلیم هوشمند هدایت شود اثرات توسعه‌ای آن بیشتر و ملموس‌تر خواهد شد. این پژوهش با هدف شناسایی اقدامات مؤثر در پرورش میگو با رویکرد تحقق اهداف سه گانه آبرزی پروری اقلیم هوشمند انجام شده است. در این راستا، از روش تحقیق توصیفی-تحلیلی با رویکرد اسنادی بهره‌گیری شده و با مرور منابع علمی و کتابخانه‌ای، تجربیات جهانی و برنامه‌های راهبردی ملی، مجموعه‌ای از اقدامات مؤثر شناسایی گردید. نتایج نشان داد که مدیریت بهینه منابع آبی، استفاده از فناوری‌های نوین در کنترل کیفیت محیط پرورش، بازسازی اکوسیستم‌های تخریب‌شده، تنوع‌بخشی به محصولات و بازارهای هدف، توانمندسازی جوامع محلی و مشارکت فعال بهره‌برداران در سیاست‌گذاری تنها بخشی از اقدامات مؤثر در تحقق اهداف سه گانه آبرزی پروری اقلیم هوشمند محسوب می‌شوند. این اقدامات در صورت طراحی و پیاده‌سازی مناسب، می‌توانند به افزایش تاب‌آوری مزارع پرورش میگو در برابر مخاطرات اقلیمی، ارتقاء بهره‌وری اقتصادی، بهبود کیفیت زندگی ساکنان مناطق ساحلی و حفاظت از منابع طبیعی منجر شوند. در پایان، راهکارهایی همچون تدوین سیاست‌های مشوق اقلیم‌محور، توسعه نظام‌های آموزش و ترویج بومی محور و ایجاد زیرساخت‌های فناورانه پیشنهاد گردیده است. این مطالعه گامی در جهت پیوند علم، سیاست و عمل برای تحقق آبرزی پروری پایدار و تاب‌آور در دوران تغییر اقلیم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبرزی پروری، اقلیم هوشمند، پرورش میگو، توسعه پایدار

۱- مقدمه

با افزایش جمعیت و افزایش نیاز جهانی به منابع پروتئینی دریایی در کنار کاهش ظرفیت منابع طبیعی و صید بی‌رویه و آسیب به گونه‌های دریایی، موجب رشد روزافزون صنعت آبرزی پروری جهت تامین نیاز منابع پروتئینی در دهه‌های اخیر شده است. در این میان، پرورش میگو به عنوان یکی از مهم‌ترین زیرشاخه‌های این صنعت، جایگاه ویژه‌ای در امنیت غذایی، اشتغال‌زایی و درآمدزایی در مناطق ساحلی و روستایی دارد. با این حال، پرورش میگو در بسیاری از کشورها و همچنین ایران اغلب به شیوه‌های ناپایدار انجام شده که پیامدهایی چون تخریب اکوسیستم‌های حساس (مانند مانگروها)، آلودگی منابع آبی، افزایش مصرف داروها و نهاده‌های شیمیایی، را به دنبال داشته است و وابستگی اقتصادی ناپایدار برای جوامع محلی ایجاد کرده است. از سوی دیگر، تغییرات اقلیمی با اثراتی همچون افزایش دما، شوری و کاهش بارندگی، فشار مضاعفی بر اکوسیستم‌های ساحلی و سایت‌های



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

تولیدی آبی پروری وارد ساخته و پایداری این فعالیت‌ها را با چالش‌های جدی مواجه کرده است. در چنین شرایطی، گذار به سمت رویکرد آبی پروری اقلیم‌هوشمند که به دنبال افزایش بهره‌وری و امنیت غذایی، کاهش آسیب و مخاطراتی همچون گازهای گلخانه‌ای و سازگاری با تغییرات محیطی و اقلیمی است، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود. این مقاله با هدف شناسایی اقدامات مؤثر در پرورش میگو با رویکرد تحقق اهداف سه‌گانه آبی پروری اقلیم‌هوشمند انجام شده و تلاش دارد تا از طریق تحلیل تجربیات و راهکارهای موجود، مسیری برای ارتقاء تاب‌آوری و پایداری این صنعت ارائه دهد. روش تحقیق در این مطالعه به صورت توصیفی-تحلیلی با رویکرد مروری بوده و از منابع علمی، گزارش‌های رسمی و تجربیات میدانی بهره‌گیری شده است.

۲- مفهوم آبی پروری اقلیم‌هوشمند

آبی پروری اقلیم‌هوشمند مفهومی نوظهور و چندبُعدی است که در پاسخ به بحران‌های ناشی از تغییرات اقلیمی و چالش‌های توسعه ناپایدار در صنایع وابسته به محیط زیست شکل گرفته است. این رویکرد با الهام از کشاورزی اقلیم‌هوشمند^۱، به دنبال ایجاد ابزارهایی است که بتوانند ضمن حفظ و تقویت بهره‌وری اقتصادی، به پایداری زیست‌محیطی و تاب‌آوری اجتماعی نیز دست یابند [۱]. آبی پروری اقلیم‌هوشمند را با سه بعد سازگاری، کاهش مخاطرات و آسیب و بهبود بهره‌وری می‌توان معرفی کرد.

۱-۲ اهداف سه‌گانه توسعه پایدار در آبی پروری اقلیم‌هوشمند

پایداری زیست‌محیطی: کاهش آسیب به اکوسیستم‌های طبیعی، بهبود کیفیت آب، بازیابی مانگروها و استفاده از منابع به‌صورت پایدار
پایداری اقتصادی: افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها، بهبود دسترسی به بازار، تنوع محصول و درآمدزایی پایدار.
پایداری اجتماعی و نهادی: مشارکت جوامع محلی، بهبود شرایط معیشتی و شغلی، کاهش مهاجرت و ارتقاء حکمرانی محلی در منابع طبیعی [۱].

۳- اقدامات مؤثر در پرورش میگو با رویکرد اقلیم‌هوشمند

پرورش میگو سهم قابل توجهی در صنعت جهانی غذاهای دریایی دارد، اما به دلیل تخریب محیط زیست، کاهش منابع و تغییرات اقلیمی با چالش‌هایی روبرو است. اجرای اقدامات هوشمند اقلیمی برای تضمین پایداری این صنعت در بهبود تأثیرات زیست‌محیطی و اقتصادی و اجتماعی آن ضروری است. این تحقیق، اقدامات مؤثر در پرورش میگو را با تمرکز بر استراتژی‌های فنی، اقتصادی و اجتماعی، با پشتیبانی از بینش‌های مقالات علمی معتبر و تحقیقات مرتبط، بررسی می‌کند.

۱-۳ اقدامات فنی و زیست‌محیطی

سیستم‌های بسته و نیمه‌بسته، مانند سیستم‌های آبی پروری چرخشی^۲ (RAS) و فناوری بیوفلاک^۴ (BFT)، به طور فزاینده‌ای برای کاهش اتلاف منابع و آلودگی در پرورش میگو به کار گرفته می‌شوند. این سیستم‌ها آب و مواد مغذی را بازیافت می‌کنند، نیاز به ورودی‌های آب خارجی را به حداقل می‌رسانند و تخلیه زباله را کاهش می‌دهند. برای مثال، BFT برای تبدیل زباله به یک محصول جانبی غنی از مواد مغذی که می‌تواند در سیستم دوباره استفاده شود، به جوامع میکروبی متکی است که این امر باعث بهبود راندمان استفاده از خوراک و کاهش اثرات زیست‌محیطی می‌شود [۲]. به طور مشابه، سیستم‌های RAS نشان داده‌اند که نرخ تبادل آب را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهند و در نتیجه تخلیه پساب‌های حاوی مواد مغذی را به آب‌های

¹ Climate-Smart Aquaculture

² CSA: Climate-Smart Agriculture

³ RAS: Recirculating Aquaculture System

⁴ BFT: Biofloc Technology



ساحلی کاهش می دهند [۳]. جنگل های حرا نقش مهمی در اکوسیستم های ساحلی دارند و زیستگاهی برای گونه های دریایی فراهم می کنند و به عنوان بافرهای طبیعی در برابر اثرات تغییرات اقلیمی عمل می کنند. با این حال، پرورش میگو از نظر تاریخی به جنگل زدایی حرا کمک کرده و منجر به از بین رفتن تنوع زیستی و افزایش انتشار گازهای گلخانه ای شده است [۴ و ۵]. تلاش های احیا، مانند بازگرداندن حرا به مزارع میگو، می تواند به کاهش این اثرات کمک کند. سیستم های یکپارچه پرورش میگو و حرا، که در آن حراها در کنار استخرهای پرورش میگو کاشته می شوند، نشان داده اند که کربن آبی را جذب کرده و کیفیت آب را بهبود می بخشد [۵ و ۶]. علاوه بر این، پروژه های احیای حرا، مانند پروژه های اجرا شده در تایلند، با موفقیت پوشش حرا را افزایش داده اند، خدمات اکوسیستم را افزایش داده و از شیوه های پایدار آبرزی پروری حمایت کرده اند [۶]. استفاده از سیستم های تصفیه طبیعی یا مکانیکی برای کنترل خروجی های مزرعه از جمله اقدامات موثر برای اهداف زیست محیطی است. استفاده از گونه هایی که تحمل دمای بالا یا تغییرات شوری را دارند از دیگر اقدامات موثر می باشد، تغییرات آب و هوا، دمای آب و سطح شوری را تغییر می دهد و چالش هایی را برای پرورش میگو ایجاد می کند. برای مقابله با این موضوع، استفاده از گونه هایی که در برابر دماهای بالا و تغییرات شوری مقاوم هستند، ترویج می شود. تحقیقات، گونه های هیبریدی خاصی را شناسایی کرده است که در برابر این شرایط، انعطاف پذیری بهتری از خود نشان می دهند و تداوم بهره وری را در مواجهه با تغییرات آب و هوایی تضمین می کنند [۲]. تبدیل زمین های ساحلی برای پرورش میگو منجر به تخریب گسترده محیط زیست شده است. برای رسیدگی به این موضوع، سیاست ها و شیوه هایی که از تغییر بیش از حد کاربری زمین جلوگیری می کنند، ضروری هستند. به عنوان مثال، استفاده از سیستم های فیلتراسیون طبیعی یا مکانیکی می تواند به کنترل خروجی های مزرعه کمک کند و نیاز به گسترش زمین را کاهش دهد [۳]. علاوه بر این، نشان داده شده است که اتخاذ طرح های یکپارچه حوضچه، مانند حوضچه های به هم پیوسته، کیفیت آب و بازیافت مواد مغذی را بهبود می بخشد و رد پای زیست محیطی پرورش میگو را کاهش می دهد [۷].

۲-۳ اقدامات اقتصادی و فناوریانه

بهینه سازی استفاده از خوراک و اجرای سیستم های خودکار نظارت بر کیفیت آب، استراتژی های کلیدی برای بهبود راندمان تولید در پرورش میگو هستند. استفاده از خوراک های با کیفیت بالا و سیستم های کارآمد در استفاده از خوراک، مانند سیستم هایی که در فناوری بیوفلاک به کار می روند، می توانند ضایعات را کاهش داده و نرخ رشد را بهبود بخشند [۲]. علاوه بر این، ادغام فناوری های اینترنت اشیا و هوش مصنوعی برای نظارت بر مزرعه هوشمند، امکان ردیابی پارامترهای کیفیت آب را در زمان واقعی فراهم کرده است و به پرورش دهندگان این امکان را می دهد تا تصمیمات مبتنی بر داده بگیرند و از شیوع بیماری جلوگیری کنند [۲]. توسعه گونه های هیبریدی میگو نه تنها مقاومت در برابر تغییرات محیطی را بهبود بخشیده، بلکه ارزش بازار را نیز افزایش داده است. این گونه ها اغلب در برابر بیماری ها مقاوم تر و سریع تر رشد می کنند، هزینه های تولید را کاهش داده و سودآوری را افزایش می دهند [۲]. علاوه بر این، تولید محصولات با ارزش افزوده میگو، فرصت های جدیدی در بازار ایجاد کرده و باعث افزایش سودآوری اقتصادی پرورش میگو شده است [۲]. سنسورهای زیستی، اینترنت اشیا، هوش مصنوعی برای پیش هوشمند مزارع بسیار مفید است. استفاده از انرژی خورشیدی در پمپ ها و سیستم های تهویه در مزارع همیشه موثر بوده است. استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، مانند انرژی خورشیدی، در پرورش میگو به طور فزاینده ای رایج می شود. از انرژی خورشیدی برای تأمین انرژی پمپ ها و سیستم های تهویه استفاده می شود و وابستگی به سوخت های فسیلی را کاهش داده و هزینه های عملیاتی را پایین می آورد [۲]. این تغییر نه تنها پایداری اقتصادی پرورش میگو را بهبود می بخشد، بلکه با کاهش انتشار گازهای گلخانه ای به کاهش تغییرات اقلیمی نیز کمک می کند.

۳-۳ اقدامات اجتماعی، نهادی و سیاست گذاری

موفقیت پرورش میگوی هوشمند با توجه به آب و هوا به مهارت ها و دانش کشاورزان بستگی دارد. برنامه های آموزشی تخصصی برای تجهیز کشاورزان به مهارت های لازم برای مدیریت سیستم های یکپارچه، نظارت بر کیفیت آب و پذیرش فناوری های جدید اجرا شده است [۴ و ۶]. این برنامه ها به ویژه در بهبود کارایی و پایداری عملیات پرورش میگوی کوچک مؤثر بوده اند. ایجاد



همایش ملی فناوری و نوآوری در آبی پروری

امنیت غذایی و حفاظت از محیط زیست



National Conference Technology and Innovation in Aquaculture Food Security and Environmental Protection

زمان برگزاری: ۱۷ اردیبهشت ۱۴۰۴

تعاونی‌های تولید و بازار نقش مهمی در حمایت از پرورش‌دهندگان میگوی کوچک داشته است. این تعاونی‌ها دسترسی به منابع، آموزش و فرصت‌های بازار را فراهم می‌کنند و تاب‌آوری اقتصادی جوامع کشاورزی را بهبود می‌بخشند [۴]. علاوه بر این، شوراهای مدیریت منابع محلی در نظارت بر استفاده پایدار از منابع ساحلی نقش مهمی داشته‌اند و تضمین می‌کنند که شیوه‌های پرورش میگو با اهداف زیست‌محیطی و اجتماعی همسو هستند [۶]. دولت‌ها و سازمان‌های غیردولتی، مشوق‌ها و یارانه‌هایی را برای تشویق به پذیرش شیوه‌های پرورش میگو با توجه به اقلیم معرفی کرده‌اند. این مشوق‌ها به ویژه در ترویج استفاده از سیستم‌های یکپارچه مانگرو-میگو و احیای زمین‌های ساحلی تخریب‌شده مؤثر بوده‌اند [۵ و ۶]. یارانه‌هایی برای پذیرش فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، مانند انرژی خورشیدی، نیز برای کاهش موانع اقتصادی شیوه‌های کشاورزی پایدار اجرا شده است [۲]. نظارت و ارزیابی مؤثر شیوه‌های پرورش میگو برای تضمین پایداری آنها ضروری است. چارچوب‌های نهادی برای نظارت بر اجرای اقدامات هوشمند اقلیمی، پیگیری پیشرفت و شناسایی زمینه‌های بهبود ایجاد شده‌اند [۶ و ۸]. این چارچوب‌ها به ویژه در پرداختن به تأثیرات زیست‌محیطی و اجتماعی پرورش میگو اهمیت داشته‌اند و تضمین می‌کنند که شیوه‌ها با اهداف گسترده‌تر کاهش تغییرات اقلیمی همسو هستند. اتخاذ اقدامات هوشمند اقلیمی در پرورش میگو برای پرداختن به چالش‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی پیش روی این صنعت ضروری است. اقدامات فنی و زیست‌محیطی، مانند استفاده از سیستم‌های بسته و احیای جنگل‌های حرا، برای کاهش آلودگی و ارتقای پایداری حیاتی هستند. اقدامات اقتصادی و فناوری، از جمله استفاده از گونه‌های هیبریدی و انرژی‌های تجدیدپذیر، بهره‌وری تولید و سودآوری را بهبود می‌بخشند. اقدامات اجتماعی، نهادی و سیاستی، مانند آموزش‌های تخصصی و مشوق‌ها، اتخاذ و حفظ این شیوه‌ها را تضمین می‌کنند. با ادغام این اقدامات، صنعت پرورش میگو می‌تواند به پایداری بلندمدت دست یابد و در عین حال به کاهش تغییرات اقلیمی کمک کند.

۴- تعامل اهداف سه‌گانه در عمل

تحقق کامل اهداف سه‌گانه آبی‌پروری اقلیم‌هوشمند نیازمند تعامل مؤثر بین منافع زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی است. این اهداف در برخی موارد هم‌افزایی داشته همچون بهبود فناوری که هم هزینه را کاهش می‌دهد و هم مصرف منابع را بهبود می‌بخشد، اما در برخی شرایط ممکن است دچار تضاد نیز شوند، برای نمونه استفاده از فناوری‌های پیشرفته گرچه به افزایش بهره‌وری کمک می‌کند، اما در کوتاه‌مدت می‌تواند بار مالی سنگینی برای جوامع محلی داشته باشد. در مجموع قابلیت اجرای اقدامات اقلیم‌هوشمند در پرورش میگو بستگی به آمادگی نهادی، دسترسی به منابع آموزشی، پشتیبانی فنی و انگیزه اجتماعی بهره‌برداران دارد. بسیاری از مناطق روستایی دارای زیرساخت‌های سنتی هستند که نیاز به بازطراحی و توانمندسازی دارند. توسعه پایدار روستایی نیز به‌عنوان مفهومی چند بعدی، شامل پایداری در سه بعد اقتصادی (درآمد، بهره‌وری)، اجتماعی (رفاه، اشتغال، مهاجرت)، و زیست‌محیطی (مدیریت منابع، آلودگی) است. در روستاهای ساحل‌نشین با تقویت پرورش میگوی با رویکرد تحقق اهداف آبی‌پروری اقلیم‌هوشمند می‌توان شاهد رشد و توسعه ظرفیت‌های بومی منطقه بود، به نحوی که با ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای این صنعت پیامدهای مطلوبی برای توسعه نواحی اطراف و جوامع محلی بدست می‌آید.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که پرورش میگو در شرایط اقلیمی امروز و آینده، بدون توجه به اصول پایداری و اقلیم‌محوری، با ریسک‌های جدی زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی مواجه خواهد شد. استفاده از رویکرد آبی‌پروری اقلیم‌هوشمند، فرصتی ارزشمند برای ارتقاء تاب‌آوری سامانه‌های تولیدی، حفاظت از منابع طبیعی و تقویت معیشت جوامع روستایی به‌شمار می‌رود. شناسایی اقدامات مؤثر در سه بُعد فنی-زیست‌محیطی، اقتصادی-فناورانه و نهادی-اجتماعی نشان می‌دهد که موفقیت در این مسیر، نیازمند یک نگاه یکپارچه و بین‌بخشی است که سیاست، علم و مشارکت مردمی را در کنار هم قرار دهد. در آخر بر اساس نتایج پژوهش، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

اعطای یارانه به مزارعی که از فناوری‌های کم‌مصرف و دوستدار محیط زیست استفاده می‌کنند.



ایجاد مشوق‌های مالیاتی برای تولیدکنندگان متعهد به اهداف آبرزی پروری اقلیم هوشمند هستند. توسعه شبکه‌های پایش کیفیت آب، انرژی‌های تجدیدپذیر و سیستم‌های هوشمند مدیریتی. حمایت از تولید داخلی تجهیزات مورد نیاز برای سیستم‌های بسته و نوین پرورش. اجرای برنامه‌های آموزش فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی برای بهره‌برداران. ترویج مدل‌های مشارکتی بهره‌برداری و تقویت ساختارهای تعاونی. ایجاد مراکز منطقه‌ای توسعه آبرزی پروری اقلیم‌محور. حمایت از پژوهش‌های بین‌رشته‌ای برای مدل‌سازی و پایش اثرات اقلیمی بر صنعت میگو. طراحی الگوهای متناسب با ویژگی‌های اقلیمی، اجتماعی و اقتصادی هر منطقه. مستندسازی و انتقال تجارب موفق داخلی و بین‌المللی. اجرای این اقدامات نه تنها ظرفیت تولید را ارتقاء می‌بخشد، بلکه می‌تواند مسیر توسعه پایدار و تاب‌آور در صنعت میگو را هموار می‌سازد.

مراجع

- [1] Ahmed, O. O., & Solomon, O. O. (2016). Climate smart aquaculture: a sustainable approach to increasing fish production in the face of climate change in Nigeria. *International Journal of Aquaculture and Fishery Sciences*, 2(1), 012-017. DOI: 10.17352/2455-8400.000013
- [2] Widiyanti, P. M. (2021, February). environmental impacts of shrimp farming and benefit of pond intensification for sustainable aquaculture: A Review. In *Proceeding International Conference on Science and Engineering* (Vol. 4, pp. 282-295).
- [3] Turkmen, G., & Ozden, O. Environmentally Sustainable Shrimp Aquaculture Systems.
- [4] McSherry, M., Davis, R. P., Andradi-Brown, D. A., Ahmadi, G. N., Van Kempen, M., & Wingard Brian, S. (2023). Integrated mangrove aquaculture: The sustainable choice for mangroves and aquaculture?. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1094306
- [5] Ahmed, N., Thompson, S., & Glaser, M. (2018). Integrated mangrove-shrimp cultivation: Potential for blue carbon sequestration. *Ambio*, 47, 441-452.
- [6] Tookwinas, S. (2004). Mitigation plan on the use of mangroves for aquaculture: Thailand. *Promotion of mangrove-friendly shrimp aquaculture in Southeast Asia. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Tigbauan*, 160-167.
- [7] Barraza-Guardado, R. H., Arreola-Lizárraga, J. A., Miranda-Baeza, A., Juárez-García, M., Juvera-Hoyos, A., & Casillas-Hernández, R. (2015). Enhancing ecoefficiency in shrimp farming through interconnected ponds. *BioMed Research International*, 2015(1), 873748.
- [8] Järviö, N., Henriksson, P. J., & Guinée, J. B. (2018). Including GHG emissions from mangrove forests LULUC in LCA: a case study on shrimp farming in the Mekong Delta, Vietnam. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 23, 1078-1090.