

## مدیریت پیشگیری از فرار ماهی در مزارع قفس‌های دریایی

منصور شریفیان

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

Sharif\_23m@yahoo.com

### چکیده

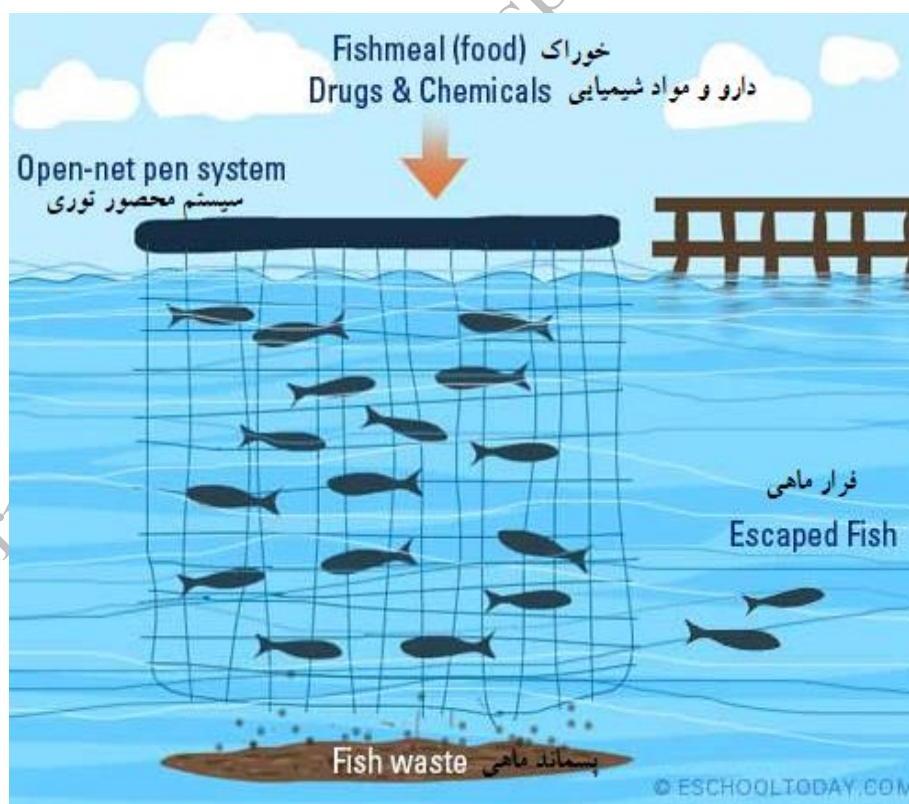
امروزه آبی‌پروری دریایی بخصوص آزاد ماهیان در محیط‌های محصور در نوار ساحلی دریاهاى جهان افزایش یافته است. در راستای این فعالیت، موضوع پدیده فرار ماهیان از محیط‌های محصور متداول است. امکان تلاقی‌گری تولید مثلی بین جمعیت ماهیان پرورشی و بومی و تأثیر بر اکوسیستم طبیعی با پدیده فرار ماهیان پرورشی از محیط‌های محصور به طبیعت وجود دارد. از سوی دیگر این امر سبب افزایش رقابت بین جمعیت ماهیان مهاجم و ماهیان بومی می‌شود و حتی می‌تواند موجب تسهیل در انتشار عوامل پاتوژن به جمعیت ماهیان بومی شود. بدین ترتیب پدیده فرار، فشار زیادی را بر جمعیت‌های وحشی ماهیان وارد می‌کند. پدیده فرار ماهیان از نظر برنامه‌های بوم‌شناسی و اقتصادی اجتماعی اهمیت ویژه‌ای دارد. لذا لازم است که تا حد ممکن با تمهیداتی کاهش یابد. عوامل اصلی فرار ماهیان را می‌توان ناشی از سه عامل: ساختار نامناسب قفس، خطاهای عملیاتی ناشی از کارشناسان یا کارگران و عوامل زیستی دانست. تلفیق این عوامل هنگام طوفان‌های شدید می‌تواند موجب خسارات زیادی شود. استقرار تکنولوژی‌های نوین به میزان قابل‌توجهی از پدیده فرار ماهیان می‌کاهد. بعلاوه، شیوه‌های نوین مدیریتی در قالب ضوابط و مقررات ملی، شیوه‌چگونگی استقرار و عملیات پرورش ماهی به انضمام مکانیسم‌های تحقیق و توسعه و آموزش‌های مدیران و پرسنل قفس‌های دریایی می‌تواند در جلوگیری از این پدیده مؤثر واقع شود..

**واژگان کلیدی:** پرورش ماهی، دریا، قفس شناور، فرار ماهی، تلاقی‌گری تولید مثلی، گونه مهاجم

Journal of Aquatic

## بیان مسئله

پدیده پیشگیری از پدیده فرار ماهیان از قفس‌های دریایی در شمال اروپا (کانادا، ایالات متحده و شیلی) در قالب چارچوب‌های قانونی کشورهای مذکور مورد توجه قرار گرفته‌است (Jensen *et al.*, 2010). از سوی دیگر، سبب افزایش رقابت بین جمعیت ماهیان مهاجم و ماهیان بومی می‌شود و حتی می‌تواند موجب تسهیل در انتشار عوامل پاتوژن به داخل جمعیت ماهیان بومی شود. بدین ترتیب پدیده فرار، فشار زیادی را بر جمعیت‌های وحشی وارد می‌کند. پدیده فرار ماهیان (شکل ۱)، از نظر برنامه‌های بوم‌شناسی و اقتصادی اجتماعی اهمیت ویژه‌ای دارد (Naylor *et al.*, 2005; Jonsson and Jonsson, 2006). طی سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۱۲ بیش از هشت میلیون بچه ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) در دریای مدیترانه فرار کردند. همچنین در سال ۲۰۱۵، فرار ماهیان باس دریایی و سیم دریایی خسارتی معادل ۴/۷ میلیون یورو در شمال اروپا بدنبال داشته‌است (Jackson *et al.*, 2015).



شکل ۱. سیستم محصور توری و پدیده فرار ماهیان از قفس‌های دریایی

به طور خلاصه خطرات زیست محیطی ناشی از فرار ماهی از قفس عبارتند از:

(۱) انتقال بیماری توسط ماهیان پرورشی درون قفس به گونه‌های وحشی در طبیعت

(۲) خطرات ناشی از فرار گونه‌های غیربومی به حیات وحش

امروزه مدل کامپیوتری برای مدیریت و ارزیابی ذخائر ماهیان وحشی و پیش‌بینی زمان تخم‌ریزی آن‌ها و پیش‌گویی زمان تخم‌ریزی آن‌ها در طبیعت طراحی شده‌است. لذا، از این طریق احتمال اختلاط ژنتیکی بین گونه‌های فراری از داخل قفس و گونه‌های

وحشی در اثر تلاقی طبیعی در حیات وحش کاهش می‌یابد. ولی این مدل در خصوص، اثرات بالقوه فرار گونه ماهی در اندازه‌ها یا زمان‌های مختلف بر اختلاط جمعیتی هنوز مورد تأیید نمی‌باشد (شریفیان، ۱۳۹۹).

### دست‌آورد یا راهکار

بدون شک مدیریت پیشگیری از فرار ماهیان می‌تواند از جفت‌گیری نامتعارف ماهیان بومی و پرورشی کاسته و خطرات احتمالی بر اکوسیستم را به حداقل برساند، بطوریکه از خطرات ژنتیکی ناشی از اختلاط جمعیت ماهیان فراری و جمعیت ماهیان بومی بصورت معنی‌داری بکاهد. برای حذف یا تعدیل این اثر بایستی ساختار ژنتیکی ماهیان مورد پرورش با ماهیان وحشی مشابه باشد. به عبارت دیگر، ژنوم ماهیان فراری شبیه ژنوم ماهیان بومی باشد تا از این رهگذر در صورت جفت‌گیری ماهیان مذکور، خطرات ناشی از بروز دو رگه جدید کاهش یابد. این استراتژی از طریق انتخاب جمعیت مولدین (مورد استفاده برای تولید بچه ماهی جهت پرورش در قفس) از مولدین وحشی امکان‌پذیر است. اهلی ساختن گونه‌های بومی برای پرورش در قفس، روش دیگری برای جلوگیری از فرار است. اجرای این روش می‌تواند از فرار ماهیان به صورت معنی‌داری جلوگیری کند و در نهایت از تلاقی‌گری گونه‌های مورد پرورش در قفس و گونه‌های وحشی جلوگیری بعمل آورد. استفاده تلفیقی از دو یا چند استراتژی مذکور فوق می‌تواند بسیار موثر واقع شود و سبب کاهش خطرات ریسک فرار ماهیان شود.

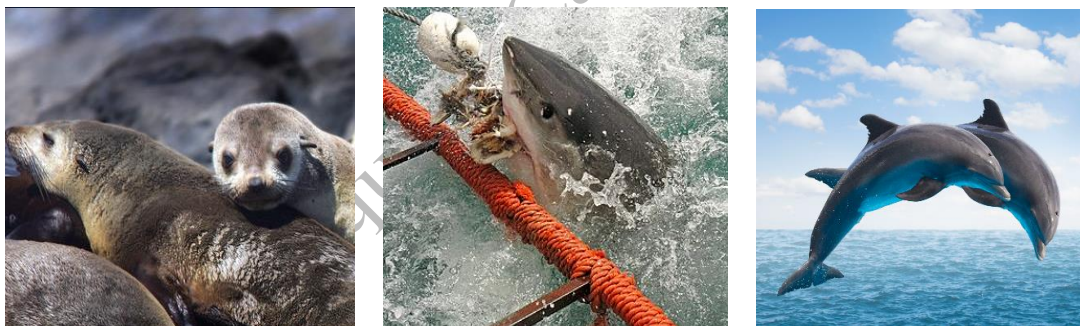
استفاده از فرآیند تکثیر ماهیان مولد وحشی جهت تأمین بچه ماهی مورد نیاز قفس‌های پرورش ماهیان دریائی موجب می‌شود تا آرایش ژنتیکی (ژنوتایپ) ماهیان وحشی و ماهیان ذخیره‌سازی شده، مشابه هم شوند. این موضوع می‌تواند خطرات ناشی از فرار ماهیان پرورشی قفس‌های دریائی را به حداقل برساند (شریفیان، ۱۳۹۹). همچنین استفاده از ماهیان پرورشی غیرهمسان با مولدین وحشی سبب می‌شود تا در اثر انتخاب ژنتیکی (Selection breeding) میزان شاخص تنوع زیستی ماهیان پرورشی در قفس کمتر از ماهیان وحشی شود. این موضوع با عنوان یک نقص تلقی می‌شود (شریفیان، ۱۳۹۸).

از سوی دیگر، نتایج حاصل از تکثیر ماهیان مولد وحشی (نسبت به ماهیان اصلاح نژاد شده) می‌تواند کاهش کارائی متابولیسم غذای دستی، کاهش مقاومت در برابر بیماری‌ها، کاهش عملکرد رشد ماهی، عدم عادت‌پذیری ماهیان وحشی به استفاده از غذاهای طبیعی و عدم تراکم‌پذیری در محیط پرورش را بدنبال داشته باشد. این موضوع می‌تواند در تضاد با اهداف اقتصادی پرورش ماهی در قفس باشد. لذا، انتخاب گونه‌های وحشی ضمن آنکه می‌تواند کمترین آسیب‌رسانی به محیط زیست اطراف قفس‌های دریائی را داشته باشد، بسختی می‌تواند مورد قبول سرمایه‌گذاران قرار گیرد. لذا، در این راستا استفاده از رویکرد مدیریت تطبیقی توصیه می‌شود. بصورتی‌که عملیات پرورش ماهی، با مولدین گله‌های وحشی بومی شروع شود و سپس در کنار آن، سود حاصله از عملیات پرورش همراه با خطرات ناشی از استفاده از ماهیان غیربومی اصلاح نژاد شده، مورد ارزیابی قرار گیرد.

خطرات زیست محیطی و اکولوژیک ناشی از استفاده از گونه‌های غیربومی می‌تواند از طریق استفاده از ماهیان اصلاح نژاد شده غیربومی عقیم کاهش یابد. تکنیک‌های عقیم‌سازی ماهیان شامل تکنیک‌های پلی‌پلوئیدی، هیبریداسیون و عقیم‌سازی شیمیائی می‌باشد. اعمال این روش‌ها به میزان ۹۹٪ بر جمعیت ماهیان پرورشی مؤثر واقع می‌شود. لیکن اجرای این روش‌ها موجب افزایش هزینه تولید ماهیان انگشت قد غیربومی جهت معرفی به قفس‌های دریائی می‌شود. از سوی دیگر، کاهش عملکرد رشد ماهی ناشی از اجرای تکنیک‌های مذکور در گله‌های ماهیان پرورشی را نیز در بر دارد.

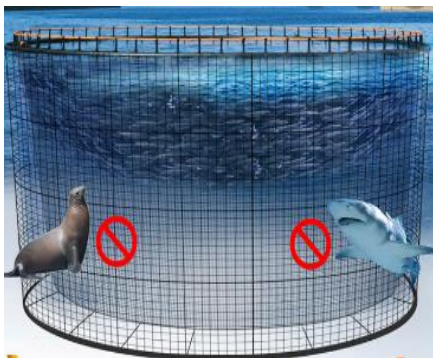
این اشکالات اقتصادی همراه با هزینه‌های اضافه ناشی از کار مضاعف جهت عقیم‌سازی و هزینه‌های آن باید از طریق سود حاصل از تکثیر بچه ماهیان توسط مزارع تکثیر جبران شود. بدیهی است در این رویکرد با توجه به ارزش اقتصادی نوع گونه پرورشی، هزینه‌های ناشی از مؤثرترین روش عقیم‌سازی و ملاحظات اقتصادی عملیات پرورش بایستی بدقت بررسی و تصمیم‌گیری شود. به طور کلی، استفاده از گونه‌های غیربومی (سایر گونه‌های وارداتی) در محیط‌های دریایی منع می‌شود. لیکن در صورت استفاده از این گونه‌ها، مطالعات ارزیابی ریسک باید به صورت گسترده انجام شود. همچنین تمهیدات لازم برای جلوگیری از فرار این ماهیان فراهم گردد (شریفیان، ۱۳۹۸).

هنگامی که مواد مغذی در محیط منتشر می‌شود، این مواد می‌تواند به عنوان غذا برای سایر گونه‌های آبی اطراف قفس استفاده شود و تراکم آنان زیاد شود. در برخی از موارد، افزایش در فراوانی موجودات کفزی در زیر تورها و قفس گزارش شده است. این پدیده بیانگر ورود مواد مغذی به زنجیره غذایی می‌باشد. در این حالت معمولاً ماهیان وحشی به منظور تغذیه از موجودات بتتیک در این ناحیه تجمع می‌یابند تا از این طریق بتوانند غذای خود را در طبیعت بیابند و همچنین لانه مناسبی در عمق دریا پیدا کنند. از سوی دیگر، دلفین‌ها یا کوسه‌هایی که به این محل می‌آیند، ممکن است این ماهیان وحشی را شکار نمایند. بدون شک حضور این شکارچیان و حمله آن‌ها به سمت ماهیان پرورش یا ماهیان مرده داخل تور سبب آسیب و پارگی تور قفس‌ها می‌شود و از این طریق ماهیان پرورشی شکار می‌شوند و گاهی فرار می‌کنند. فوک، کوسه و دولفین از جمله گونه‌های مهاجم به قفس‌های دریایی می‌باشند (شکل ۲).



شکل ۲. فوک، کوسه و دولفین از گونه‌های مهاجم به قفس‌های دریایی

انواع تورهای محافظ برای کنترل موجودات درنده و مهاجم به قفس‌های دریایی شامل تورهای ضد شکارچی در داخل آب (فوک، کوسه و دولفین) و تورهای ضد پرندگان ماهیخوار است (شکل ۳).



تور ضد شکارگر داخل آب



تور پرندگان مستقر بر روی قفس

شکل ۳. انواع تورهای ضد شکار ماهی پرورشی در قفس دریایی

### توصیه ترویجی

در راستای به حداقل رسانی احتمال فرار ماهیان پرورشی استفاده از توصیه‌های زیر ضروری است:

- ۱- استفاده از تورهای دولایه و تورهای پلی‌اتیلنی به جای تورهای نایلونی بخصوص در محیط‌های گرمسیری
  - ۲- پایش و تعمیر مستمر تجهیزات قفس‌های پرورش ماهیان دریایی به منظور جلوگیری از فرار ماهیان
  - ۳- اقدام لازم برای جلوگیری از رهاسازی گامت‌ها، تخم و لارو ماهیان پرورشی به محیط‌های آبی
  - ۴- پرورش گونه‌های بومی و ممانعت از پرورش گونه‌های غیربومی برای پرورش ماهی در قفس
  - ۵- انجام ارزیابی ریسک برای استفاده از گونه‌های غیربومی در پرورش ماهی در قفس
  - ۶- توسعه یک برنامه نگهداری مولدین (بانک ژن زنده) جهت حفاظت از تنوع ژنتیکی
  - ۷- استفاده از ذخیره ژنتیکی ماهیان عقیم جهت بهره‌برداری در فعالیت پرورش ماهی در قفس
- در راستای بازدارندگی و جلوگیری از هجوم موجودات شکارچی، پارگی تور و فرار ماهیان از قفس‌ها شناخت تجهیزات، نحوه استفاده و اقدامات پیشگیرانه به شرح زیر توصیه می‌شود:

قفس‌های توری حاوی ماهیان، سبب جذب شکارچیان محیط طبیعی از جمله پرندگان، شیرهای دریایی یا کوسه‌ها می‌شود. شکارگری یکی از عوامل غیرقابل کنترل در آبریز پروری دریایی است. عامل شکار ماهیان در قفس منجر به کاهش یک مقدار غیر قابل سنجش در توده ماهیان قفس در دوره پرورش می‌شود. همچنین شکارچیان زیر آب عموماً جذب ماهیان مرده‌ای می‌شوند که روی کف تورها می‌افتند. شکارچیان برای دستیابی به شکارشان، ممکن است به تور نیز آسیب برسانند و بدین طریق موجب فرار ماهیان شوند. همچنین (شریفیان، ۱۳۹۸).

باکالان‌ها و سایر پرندگان شکارچی ممکن است تهدیدی برای ماهیان پرورشی باشند. این شکارچی‌ها می‌توانند ماهیان کوچک زیادی را صید کنند. باکالان‌ها یک مشکل ویژه هستند، زیرا برای دوره‌های طولانی مدت در اطراف قفس‌های تازه ذخیره‌سازی شده قرار می‌گیرند. بعلاوه، پرندگان می‌توانند موجب آسیب بدنی به ماهیان در اندازه بازاربند شوند، بنحوی که دیگر فروش ماهی امکان‌پذیر نباشد. کارآمدترین روش برای جلوگیری از شکار کردن پرندگان، پوشاندن دهانه باز قفس با توری ضد پرندگان است. این تور باید اندازه چشمه بزرگ (یعنی ۱۰۰ میلی‌متر) داشته باشد و به کمک طناب عبور داده شده در محیط دور قفس، نصب شوند. تور ضدپرندگان باید خارج از سطح آب نگه داشته شود. اگر محیط قفس خیلی بزرگ باشد، تور ضد پرندگان ممکن است به قدر کافی محکم بسته نشود و در آب مرکزی قفس بیفتد. از این رویداد باید پیشگیری نمود. زیرا ممکن

است که ماهی هنگام تغذیه از نخ‌های تور ضدپرنده آسیب ببیند. بعلاوه، ممکن است تور ضدپرنده در آب جرم بگیرد و جابجایی آن دشوارتر شود. هنگام برداشت کامل ماهیان از قفس، تور ضدپرنده‌گان نیز از روی قفس برداشته می‌شود. یک تور ضد شکارچی که شامل کل بخش زیرآبی تور قفس می‌شود (نه فقط بخش کف)، می‌تواند راه‌حلی در برابر شکار پستانداران دریایی (فک‌ها و شیرهای دریایی) باشد. شیرهای دریایی این توانایی را دارند که با فشار آوردن و بالا رفتن از نرده‌ها برای رسیدن به تورحفاظت هوایی یعنی تور ضدپرنده، از بالای قفس به ماهی دسترسی پیدا کنند. بنابراین، در مناطقی که شیرهای دریایی وجود دارند، حفاظت از محیط اطراف نیز در دستور کار است تا حیوان نتواند خود را به لوله‌های بدنه قفس برساند. علاوه بر استفاده از تورهای محافظ، اقدامات مدیریتی در از بین بردن ماهیان مرده داخل قفس‌های پرورش ماهی برای عدم دسترسی شکارگران مفید خواهد بود. همچنین از امواج صوتی (آکوستیک) برای فرار و یا جلوگیری از هجوم شکارچیان استفاده می‌گردد. البته باید اذعان داشت که استفاده از روش‌های آکوستیک برای فرار شکارچیان اغلب زمان اولین نصب مؤثر است و موجودات مهاجم هدف به سرعت به آن‌ها عادت می‌کنند (شریفیان، ۱۳۹۹).

### تشکر و قدردانی

از مساعدت‌های همکاران محترم در ستاد موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر و سازمان شیلات ایران در انجام این تحقیق، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

### منابع

- شریفیان، م.، ۱۳۹۸. ضوابط و معیارهای مدیریت پرورش ماهی در قفس دریایی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. شماره مصوب: ۹۶۱۰۷۵-۹۶۰۴۹-۱۲-۱۲-۲۴. ۸۸ صفحه.
- شریفیان، م.، ۱۳۹۹. طرح: تدوین معیارها و ضوابط زیستی پرورش ماهی در قفسهای دریایی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. شماره مصوب: ۹۶۰۵۰-۹۶۰۴۶-۱۲-۱۲-۱۴. ۱۳۷ صفحه.
- Jackson, D., Drumm, A., McEvoy, S., Jensen, Ø., Mendiola, D., Gabi~na, G., Borg, J.A., Papageorgiou, N., Karakassis, Y. and Black, K.D., 2015. A pan-European valuation of the extent, causes and cost of escape events from sea cage fish farming *Aquaculture* 43(6): 21-26..
- Jensen, Ø., Dempster, T., Thorstad, E.B., Uglem, I. and Fredheim, A., 2010. Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention *Aquac. Environment Interactions*. 1: 71-83.
- Jonsson, B. and Jonsson, N., 2006. Cultured Atlantic salmon in nature: a review of their ecology and interaction with wild fish. *ICES Journal of Marine Science J. du Conseil* 63:1162-1181.
- Naylor, R., Hindar, K., Fleming, I.A., Goldberg, R., Williams, S., Volpe, J., Whoriksey, F., Eagle, J., Keslo, D. and Mangel, M., 2005. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *Bioscience* 55, 427e437.