

اثرات رسوبات زیستی بر پرورش ماهیان دریایی در قفس

محمد رضا زاهدی*، سیامک بهزادی، حجت اله فروغی فرد، کیومرث روحانی قادیکلایی، مریم معزی،

عیسی عبدالعلیان

پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران.

* نویسنده مسئول: Zahedi_persica@yahoo.com

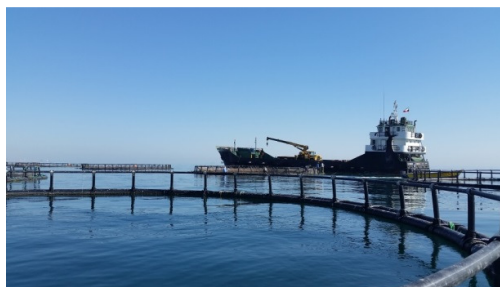
چکیده:

رسوبات زیستی یا بیوفولینگ‌ها، موجودات ریز و درشتی (مانند بارناکل، صدف، جلبک‌ها) هستند که در صنعت پرورش ماهیان دریایی در قفس بر روی سازه و تورهای قفس چسبیده و مشکلات زیادی را ایجاد می‌کنند. این مشکلات معمولاً شامل افزایش وزن تور، کاهش جریان آب، ایجاد شرایط محیطی نامطلوب در قفس، افزایش خطر ابتلا به بیماری‌ها و بروز مشکلات مدیریتی است. به طور کلی بسیاری از فرایندهای نامطلوب مدیریتی مثل مطلوب نبودن غذا، زمان نامناسب غذایی، انتخاب محل نامناسب، چیدمان غیراصولی قفس‌ها، زمان ذخیره‌سازی و برداشت نامناسب و اثرات حضور این موجودات، هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهد. روش‌های زیادی برای کاهش اثرات رسوبات زیستی وجود دارد که شامل استفاده از آنتی‌فولینگ، شست‌وشوی تورها و خارج کردن و خشک کردن تورها در آفتاب و سایر روش‌ها است. به‌طور کلی با رعایت برخی از عوامل مدیریتی و در نظر گرفتن شرایط محیطی می‌توان میزان رسوبات زیستی را کاهش داد.

کلمات کلیدی: ماهیان دریایی، قفس، رسوبات زیستی، مدیریت، شرایط محیطی

مقدمه

(Nash and Waknitz, 2003). امروزه ترکیبات حاوی قلع در آمریکا، اروپا و کانادا استفاده نمی‌شود اما در بسیاری از موارد در صنعت دریایی، مثل استفاده در سطوح قایق‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه استفاده از ترکیبات مس برای ساخت آنتی فولینگ‌ها رواج زیادی پیدا کرده است (Guenther et al., 2009). ترکیبات مس در بسیاری از مناطق در زیر قفس‌ها انباشته می‌شود زیرا مس تمایل زیادی به اتصال به رسوبات دارد.



شکل ۱. استقرار تورهای حاوی آنتی فولینگ در دریا

یافته‌های قابل ترویج

عوامل بسیاری در استقرار رسوبات زیستی بر قفس‌ها تأثیر دارند و در هر منطقه شرایط متفاوتی وجود دارد. تنوع موجودات در رسوبات زیستی در آبی‌پرویی به فصل، موقعیت جغرافیایی و شرایط محیطی بستگی دارد. معمولاً آب‌های اطراف قفس‌های پرورش ماهی محیط مساعدی را برای رشد رسوبات زیستی و گسترش آن‌ها فراهم می‌کند (Cook et al., 2006). غذاهای خورده نشده معمولاً به‌عنوان اولین عامل در افزایش بار مواد آلی در مزارع پرورش ماهیان محسوب می‌گردند (Seymour and Bergheim, 1991). میزان مواد آلی آزاد شده از غذا به نوع غذا، ترکیب آن، تراکم ماهیان، روش‌های غذایی و میزان غذایی بستگی دارد (Beveridge et al., 1997). استفاده از غذاهای باکیفیت اندک (مثل ماهیان دورریز) باعث افزایش میزان غذای دفعی و مواد معلق در آب می‌شوند (Madin et al., 2010). برخی از تحقیقات نشان داد که استفاده از ماهیان دورریز باعث افزایش ۴۰ درصدی میزان مواد دفعی از قفس ماهیان در مقایسه با غذای پلت می‌شود (Phillips, 2005). غذای باکیفیت کم، میزان دفع و ضریب تبدیل غذایی در ماهیان را افزایش می‌دهد (Cho et al., 1994).

«بیوفولینگ‌ها» یا رسوبات زیستی در صنعت آبی‌پروری، شامل بسیاری از باکتری‌ها، موجودات تک سلولی و یا جانوران و گیاهان مثل جلبک‌ها، بارناکل، صدف‌ها و غیره هستند (Wahl, 1989). این رسوبات زیستی موقتی بوده و با تغییر شرایط بسیاری از جوامع دیگر جایگزین خواهند شد (Fitridge et al., 2012). رسوبات زیستی در پرورش ماهیان دریایی، به‌خصوص استفاده از قفس‌ها، سبب بروز مشکلاتی در پرورش آبیان می‌گردند (Madin et al., 2010)، زیرا تورهایی که رسوبات زیستی به آن‌ها چسبیده است باید همیشه تمیز شوند و این مسئله هزینه‌های زیادی را به پرورش‌دهنده تحمیل می‌کند. آنتی‌فولینگ‌ها موادی هستند که بر روی تور، طناب و تجهیزات قفس‌های دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که مانع از رشد رسوبات زیستی می‌گردد. شکل (۱) استقرار تورهای حاوی آنتی‌فولینگ در دریا را نشان می‌دهد. فولینگ‌هایی که وزن زیادی داشته و به‌صورت مداوم در ساختار تورها مستقر هستند باعث افزایش نیاز اکسیژنی در قفس‌ها شده، جریان آب به قفس را کاهش می‌دهند و با کشیده شدن تورها از عمر مفید آن‌ها می‌کاهند (Burrige et al., 2010). رسوبات زیستی همچنین باعث تغییر اندازه چشمه تور، افزایش وزن تور، تغییر شکل تور، ایجاد استرس، کاهش حجم مفید پرورش، کاهش امکان ذخیره‌سازی، ایجاد شرایط بی‌هوایی، اختلال در خروج مواد زائد از قفس، اختلال در عبور جریان آب، افزایش فشار برسازه و به طور کلی بر سلامت ماهیان تأثیرات منفی دارد (Ashraf et al., 2017). استفاده از آنتی‌فولینگ‌ها به دلیل وجود مواد سمی و کشنده برای بسیاری از آبیان دریایی باعث کاهش استقرار لارو آن‌ها به تورها شده و حضور موجودات مزاحم در قفس‌ها را کاهش می‌دهد و به همین دلیل وجود مواد سمی در ماهی‌های پرورشی و مناطق اطراف قفس نگران‌کننده است (Tett, 2008). در گذشته از ترکیبات قلع برای ساخت آنتی‌فولینگ‌ها استفاده می‌شد که امروزه به دلیل اثرات مضر آن بر محیط‌زیست در بسیاری از کشورها ممنوع شده است

وجود مواد دفعی و مدفوع زیاد حتی می‌تواند کیفیت غذاهای باکیفیت و قدرت هضم و جذب مناسب را

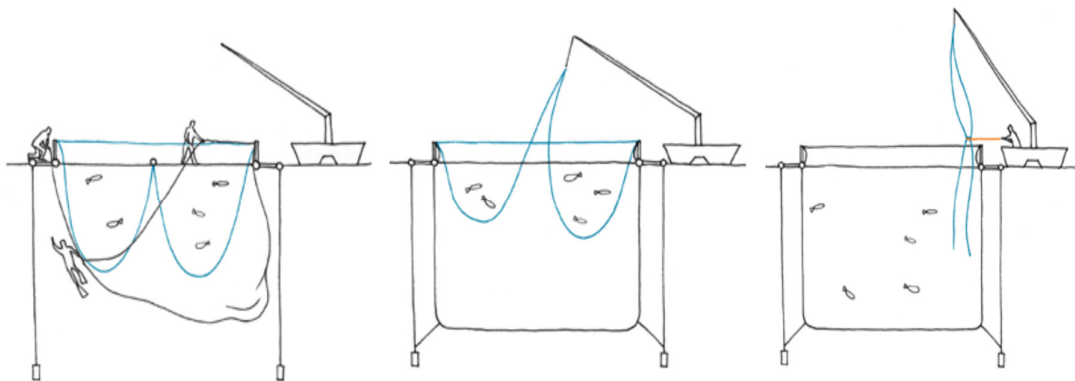
کاهش دهد (Wu, 1995).



شکل ۲. استقرار موجودات مزاحم بر روی تورها

در صورت استفاده از غذای مناسب و کیفیت بالا هم مواد دفعی کاهش پیدا کرده و هم حضور موجودات مزاحم در بدنه تور کاهش می‌یابد (Madin et al., 2010). شرایط هیدروگرافی و محیطی به همراه مواد آلی دفع شده تأثیرات زیادی بر جمعیت موجودات مزاحم خواهند داشت. جریان آب به همراه تغییرات جزرومدی از عوامل مهمی هستند که بر تجمع موجودات مزاحم در هر منطقه تأثیر دارد (Yan et al., 2006). به عنوان مثال اثرات جریان و شدت آن بر میزان استقرار لارو بسیاری از نرم‌تنان، سخت‌پوستان و بی‌مهرگان بر سطوح تورها (Abelson and Denny, 1997) و رشد سایر موجودات مانند گیاهان دریایی

(Leichter and Witman, 1997)، و میزان جزر و مد بر استقرار رسوبات زیستی برسازه‌ها در مناطق ساحلی تأثیر دارد (Yan et al., 2006). عوامل دیگری مثل شدت نور، شوری و درجه حرارت نیز از عوامل تأثیرگذار بر استقرار موجودات مزاحم بر قفس‌ها هستند (Qvarfordt et al., 2006). شکل (۲) استقرار موجودات مزاحم بر روی تور را نشان می‌دهد. عمل تعویض تورها معمولاً باعث آسیب به ماهیان و یا استرس به آن‌ها می‌شود که می‌تواند باعث مرگ‌ومیر و یا کاهش رشد در ماهیان پرورشی گردد (Hodson et al., 1997). شکل (۳) نحوه تعویض تورها در قفس را نشان می‌دهد.



شکل ۳. مراحل خارج کردن تور جهت جداسازی موجودات مزاحم و استقرار تور جدید (Cardia and Lovatelli, 2015).

روش‌های زیادی برای تمیز کردن تورها در دنیا کاربرد دارد، حتی استفاده از موجودات تغذیه‌کننده از رسوبات

زیستی و یا استفاده از روبات‌های مکانیکی به‌عنوان جایگزین استفاده از آنتی‌فولینگ‌ها نیز مطرح است

مزارع از این نوع دستگاهها جهت شست و شوی تور استفاده می‌کنند. از مزیت‌های این نوع می‌توان به سهولت حمل‌ونقل و کم هزینه بودن اشاره کرد.

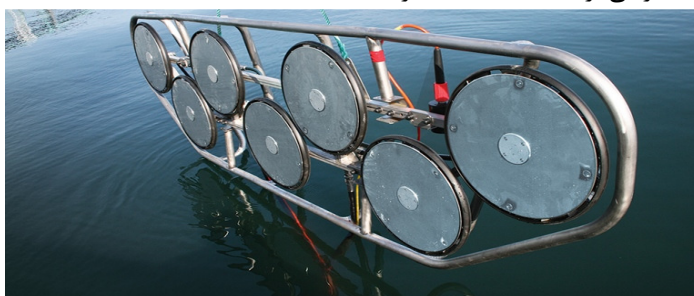
(Willemsen, 2005). در شکل (۴) نوعی از پمپ‌های تحت‌فشار قابل‌حمل و نقل جهت شست‌وشوی تور نشان داده شده است. در استان هرمزگان بسیاری از



شکل ۴. نمونه‌ای از پمپ‌های فشار قابل جابجایی جهت شست‌وشوی تور

پوسته صدف‌ها در کنار تورها برای جذب صدفچه دوکفه‌ای‌ها و سپس پرورش آن‌ها را مناسب توصیف کرده است (Bao et al., 2007). تمیز نکردن تورها باعث اثرات زیان باری مثل کاهش کیفیت آب و کشیدگی چشمه تورها خواهد شد (Qvarfordt et al., 2006). این عوامل می‌تواند باعث خفگی ماهیان در اثر کاهش اکسیژن، مرگ ماهیان و درنهایت پارگی تور منجر شود (Madin et al., 2010).

استفاده از دیسک‌های چرخشی که با استفاده از آب دریا و بدون آسیب فیزیکی به تور و یا استفاده از مواد شیمیایی است نیز از روش‌های مناسب برای تمیز کردن تور است (شکل ۵). این نوع تور شورهای دیسکی در مزارع بزرگ پرورش ماهی در هرمزگان مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع تور شوی دیسکی نیاز به ژنراتور بزرگ داشته که بر روی شناور مستقر می‌گردد، و مزیتی که دارد سرعت بالای شست‌وشو و آسیب کمتر به تور است. برخی از مطالعات استفاده از



شکل ۵. دیسک‌های صفحه‌ای جهت شست‌وشوی تور

(Sparus aurata) و سیم سرطلا (*calcarifer*) هستند. با توجه به شرایط غنای آب و حضور گونه‌های زیاد و بخصوص دوکفه‌ای‌ها، همیشه مشکلات حضور موجودات مزاحم وجود دارد. با توجه به نوپا بودن این صنعت در ایران هنوز مراکز تخصصی تهیه و تیمار تور

توصیه ترویجی و نتیجه‌گیری

در جنوب کشور و به‌خصوص استان هرمزگان صنعت پرورش ماهیان در حال گسترش است. در این استان گونه غالب پرورشی ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates*)

- ۲- اثرات هر نوع از موجودات نشست یافته بر تور مثل میزان افزایش وزن، کاهش اکسیژن و گرفتگی چشمه تور تعیین گردد.
- ۳- حضور لارو یا صدفچه موجودات غالب مزاحم در منطقه بررسی گردد، به طور مثال اگر زمان استقرار صدفچه نوعی از دوکفه‌ای‌ها که مشکل‌سازترین گونه مزاحم است تعیین گردد، شاید با مدیریت زمان استقرار تور و ذخیره‌سازی بتوان، نشست آن دسته از آبزیان را بر روی تور کاهش داد.
- ۴- با توجه به گونه‌های غالب نشست یافته بر قفس، آنتی فولینگ‌های اختصاصی جهت کاهش استقرار آن دسته از آبزیان فراهم گردد.
- ۵- نشست موجودات مزاحم در طی دوره زمانی پرورش بررسی گردد و برنامه زمانی جهت شست‌وشوی تور مطابق با میزان نشست موجودات، تهیه گردد.
- ۶- استفاده از غذای باکیفیت و غذایی صحیح از نشست موجودات مزاحم بر روی تور می‌کاهد.
- ۷- سعی شود، حداکثر اندازه چشمه تور ممکن برای نگهداری ماهیان استفاده شود.
- ۸- چیدمان صحیح قفس‌ها و جلوگیری از فضای مرده در اطراف قفس‌ها و محیط مناسب جهت استقرار موجودات مزاحم.

جهت پرورش ماهیان دریایی به‌خوبی در منطقه توسعه نیافته است. حضور رسوبات زیستی هزینه‌های زیادی را بر تولید تحمیل نموده است. برخی مشکلاتی که رسوبات زیستی در جنوب کشور ایجاد نموده و یا احتمال بروز مشکل وجود دارد، شامل، افزایش وزن تور و آسیب فیزیکی به سازه در اثر سنگین شدن، بسته شدن چشمه‌های تور در اثر کشش و کاهش جریان آب، کاهش میزان اکسیژن و افزایش میزان تقاضای اکسیژن زیستی، هزینه‌های بالای تعویض تور به دلیل سنگین شدن، ایجاد خسارت زیاد به سازه در اثر افزایش وزن تور و جابجایی سیستم مهار قفس‌ها در هنگام طوفان، احتمال کاهش خروج مواد آلی از انتهای قفس‌ها، احتمال افزایش بار آلی در محیط، افزایش احتمال بروز بیماری‌های مشترک با سایر آبزیان مستقرشده بر روی سازه تور، کاهش اکسیژن در فصول گرم سال و افزایش تراکم حضور جلبک‌های مضر در منطقه است.

جهت مقابله با مشکلات موجودات مزاحم استفاده از راهکارهای ذیل می‌تواند مفید باشد.

- ۱- با توجه به متفاوت بودن گونه‌های رسوب‌کرده بر روی قفس‌ها در هر فصل و یا منطقه، ابتدا می‌بایست حضور گونه‌های مختلف را در زمان‌های مختلف بررسی کرده و میزان نشست هر موجود مشخص گردد.

منابع:

- ABELSON, A. & DENNY, M. 1997. Settlement of marine organisms in flow. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28, 317-339.
- ASHRAF, P. M., SASIKALA, K., THOMAS, S. N. & EDWIN, L. 2017. Biofouling resistant polyethylene cage aquaculture nettings: A new approach using polyaniline and nano copper oxide. *Arabian Journal of Chemistry*.
- BAO, W.-Y., SATUITO, C. G., YANG, J.-L. & KITAMURA, H. 2007. Larval settlement and metamorphosis of the mussel *Mytilus galloprovincialis* in response to biofilms. *Marine Biology*, 150, 565-574.
- BEVERIDGE, M., PHILLIPS, M. & MACINTOSH, D. 1997. Aquaculture and the environment: the supply of and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability. *Aquaculture research*, 28, 797-807.
- BURRIDGE, L., WEIS, J. S., CABELLO, F., PIZARRO, J. & BOSTICK, K. 2010. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. *Aquaculture*, 306, 7-23.
- CARDIA, F. & LOVATELLI, A. 2015. Aquaculture operations in floating HDPE cages: a field handbook. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*.
- CHO, C., HYNES, J., WOOD, K. & YOSHIDA, H. 1994. Development of high-nutrient-dense, low-pollution diets and prediction of aquaculture wastes using biological approaches. *Aquaculture*, 124, 293-305.
- COOK, E., BLACK, K., SAYER, M., CROMEY, C., ANGEL, D., SPANIER, E., TSEMEL, A., KATZ, T., EDEN, N. & KARAKASSIS, I. 2006. The influence of caged mariculture on the early development of sublittoral fouling communities: a pan-European study. *ICES Journal of Marine Science*, 63, 637-649.
- FITRIDGE, I., DEMPSTER, T., GUENTHER, J. & DE NYS, R. 2012. The impact and control of biofouling in marine aquaculture: a review. *Biofouling*, 28, 649-669.
- GUENTHER, J., CARL, C. & SUNDE, L. M. 2009. The effects of colour and copper on the settlement of the hydroid *Ectopleura larynx* on aquaculture nets in Norway. *Aquaculture*, 292, 252-255.
- HODSON, S. L., LEWIS, T. E. & BURKEA, C. M. 1997. Biofouling of fish-cage netting: efficacy and problems of in situ cleaning. *Aquaculture*, 152, 77-90.
- LEICHTER, J. J. & WITMAN, J. D. 1997. Water flow over subtidal rock walls: relation to distributions and growth rates of sessile suspension feeders in the Gulf of Maine Water flow and growth rates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 209, 293-307.
- MADIN, J., CHONG, V. C. & HARTSTEIN, N. D. 2010. Effects of water flow velocity and fish culture on net biofouling in fish cages. *Aquaculture research*, 41, e602-e617.
- NASH, C. E. & WAKNITZ, F. W. 2003. Interactions of Atlantic salmon in the Pacific Northwest: I. Salmon enhancement and the net-pen farming industry. *Fisheries research*, 62, 237-254.
- PHILLIPS, S. 2005. Environmental impacts of marine aquaculture issue paper. *Pacific States Marine Fisheries Commission*.
- QVARFORDT, S., KAUTSKY, H. & MALM, T. 2006. Development of fouling communities on vertical structures in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67, 618-628.
- SEYMOUR, E. & BERGHEIM, A. 1991. Towards a reduction of pollution from intensive aquaculture with reference to the farming of salmonids in Norway. *Aquacultural Engineering*, 10, 73-88.
- TETT, P. 2008. Fish farm wastes in the ecosystem. *Aquaculture in the Ecosystem*. Springer.
- WAHL, M. 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine ecology progress series*, 58, 175-189.
- WILLEMSEN, P. 2005. Biofouling in European aquaculture: is there an easy solution. *European Aquaculture Society Special Publ*, 82-87.
- WU, R. 1995. The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. *Marine pollution bulletin*, 31, 159-166.

YAN, T., YAN, W., DONG, Y., WANG, H., YAN, Y. & LIANG, G. 2006. Marine fouling of offshore installations in the northern Beibu Gulf of China. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 58, 99-105.

The Effect of Biofouling in Marine Fish Cage Culture

Mohammad reza Zahedi*, Siamak behzadi, Hojjatollah Fouroughifard, Kiomars Roohani
Ghadikolaee, Maryam Moezzi, Eisa Abdolalian

Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute,
Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar
Abbas, Iran.

*Corresponding author: Zahedi_persica@yahoo.com

Abstract

Biofouling is small and big creatures (such as barnacles, shellfish, and algae) which are attached in the cage farming industry on cages and creates many problems. These problems typically include increasing the weight of the net, reducing water flow, creating undesirable environmental conditions in the cage, increasing the risk of illness and managing problems. In general, many undesirable managerial processes, such as unsatisfactory food, inappropriate feeding time, inappropriate site selection, unstructured cages arrangement, inappropriate storage time and harvest, increase the effects of these creatures and production costs. There are many ways to reduce the effects of the presence of these creatures, including the use of anti-fouling, washing the nets, removal, and drying of nets during sunshine and other methods. In general, with the consideration of some management factors and considering environmental conditions, the presence of these organisms can be reduced.

Keywords: Marine fishes, Cage, Biofouling, management, environmental conditions