"مقاله پژوهشی"

نگرشی برعوامل مدیریتی موثر بر سلامت و بهداشت ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhunchus mykiss*) در مزارع دریایی جنوب دریای خزر

مریم قیاسی[1]*، سید محمد وحید فارابی[1]، سید جلیل ذریه زهرا[2]، بابک قائدنیا[2]، محمد بینایی[1]، ابوالفضل سپهداری[2]، شهریار بهروزی[1]

۱ - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
۲ - موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۴

چکیده

براساس آمار FAO در سال ۲۰۲۰، ایران با تولید بیش از ۱۹۰ هزار تن قزل آلای رنگین کمان، یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان این ماهی در آب شیرین در سطح جهانی بوده است. این در حالی است که ایران با اقلیمی نیمه خشک و خشک با خطر کاهش منابع آب شیرین روبه‌رو بوده و این مشکلی بزرگ در مسیر توسعه تولید قزل‌آلا در کشور است. در این راستا، پرورش این ماهی در قفس در دریای خزر به یکی از گزینه‌های اصلی توسعه این صنعت تبدیل‌شده و به شدت مورد توجه سازمان شیلات ایران است. هرچند پرورش ماهی در قفس‌های دریایی در نیم قرن اخیر توسعه فراوانی‌یافته ولی در ایران تجربه در این سیستم پرورش اندک است. یکی از ملزومات اصلی توسعه آبزی پروری، آگاهی نسبت به عوامل موثر بر سلامت و اتخاذ تدابیر مناسب در مدیریت پرورش در جهت ارتقا تولید است. با توجه به جوان بودن این صنعت در کشور، نبود تجربه کافی در بین صاحبان مزارع و نیز متفاوت بودن مدیریت پرورش آن در مقایسه با آب شیرین، این نیاز مبرم وجود دارد تا ضوابط مدیریتی منحصر به این صنعت با توجه به زیست بوم دریای خزر مشخص و راهکارهای مدیریتی در جهت ارتقا تولید و پیشگیری از بروز تلفات معرفی گردد تا این صنعت نوپا به بازدهی مناسب دست یابد. هدف این مطالعه معرفی مهم‌ترین عوامل مدیریتی موثر بر سلامت و پیشگیری از تلفات قزل‌آلا بعد از معرفی به قفس در دریای خزر براساس آخرین تحقیقات و منابع موجود در ایران و دنیا است تا با استفاده از تجارب به‌دست آمده به دانش مناسب مدیریت پرورش و بهداشت در جهت تولید پایدار این ماهیان در قفس‌های شناور در دریای خزر دست یافت.

کلمات کلیدی: .

* عهده‌دار مکاتبات: ghiasimaryam4@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

مقدمه

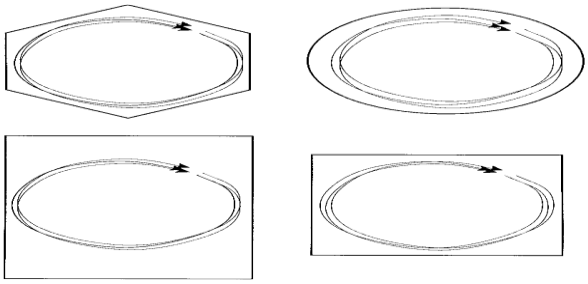
قزل‌آلای رنگین‌کمان به دلیل سازگاری با شرایط زیست محیطی مختلف ، رشد سریع در شرایط پرورش متراکم و عادت پذیری به غذای دستی یکی از مهمترین گونه‌های پرورشی در جهان و ایران است (پرچمی و همکاران، ۱۴۰۱). سابقه تولید قزل آلا در ایران به عنوان تنها گونه پرورشی از ماهیان سرد آبی به حدود سال ۱۳۳۸ بر می‌گردد (نفیسی بهابادی، ۱۳۸۵) ولی براساس آمار سازمان شیلات ایران از آغاز دهه ۸۰ خورشیدی پرورش این ماهی از رشد چشمگیری برخوردار شده و تولید آن از ۹۱۵۱۹ هزار تن در سال ۱۳۸۹ به ۱۹۰۲۸۷ هزار تن در سال ۱۳۹۹ رسید (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۴۰۰). این در حالی است که بیش از ۳۰٪ تولید جهانی این ماهی (سایز کمتر از ۱/۵ کیلوگرم) در سال ۱۳۹۷ (۲۰۱۸) مربوط به ایران بوده است (Tveteras *et al.*, 2019). تولید قزل‌آلا در ایران مبتنی بر آب شیرین است و توسعه این صنعت در آینده با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک ایران و محدودیت منابع آب شیرین یکی از مشکلات پیش رو در توسعه این صنعت است. بنابراین آینده پرورش قزل-آلا در استانهای شمالی در گرو استفاده از آب دریای خزر و پرورش در قفس‌های دریایی است(حافظیه و فارابی، ۱۳۹۷). سابقه پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس در دریای خزر به سال ۱۹۸۷ در زمان حکومت شوروی سابق بازمی‌گردد. در آن زمان این ماهیان در قفس‌های غرق آبی (submersible cage) در فاصله ۸۰ کیلومتری از ساحل در مجاورت دکل‌های نفتی قزاقستان و ترکمنستان پرورش داده شدند (Bugrove,1992). ولی اولین تجربه پرورش قزل‌آلا در قفس در آب‌های ایرانی دریای خزر در سال ۱۳۹۱ انجام شد که به دلیل نبود تجربه کافی در اثر بروز طوفان و تخریب قفس و رها شدن ماهیان به دربا به نتیجه نرسید، ولی در سال ۱۳۹۲ یک مرحله کامل پرورش در قفس‌های آب‌های ساحلی استان مازندران تحقق یافت (فارابی، ۱۳۹۶). طی چند سال اخیر پرورش قزل‌آلا در قفس در دریای خزر رونق بیشتری یافته بطوری‌که میزان تولید آن در دو استان مازندران و گیلان در سال ۱۳۹۹ بالغ بر ۶۲۰ تن بوده است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۴۰۰). هرچند پرورش در قفس مزایای اقتصادی بسیاری دارد ولی مانند هر سیستم پرورشی، بروز بیماری و تلفات از مهمترین عوامل محدود کننده تولید موفق بوده که برای ممانعت از آن، فراهم آوردن شرایط مناسب برای رشد ماهی افزایش تولید را به همراه خواهد داشت (FAO, 2018). تعدد عوامل محیطی موثر بر سلامت قزل‌آلای پرورشی در قفس در مقایسه با آب شیرین بسیار بیشتر بوده و به همان نسبت مدیریت پرورش و بهداشت آن نیز با آب شیرین کاملا متفاوت است (Fiordelmondo *et al.*, 2020). از سوی دیگر خطر انتقال عوامل بیماری‌زا از ماهیان وحشی و سایر موجودات آبزی موجود در اطراف قفس به ماهیان پرورشی و یا برعکس و نیز عدم امکان انجام اقدامات ایمنی زیستی از دیگر مشکلات پرورش در قفس به حساب می‌آید (Erkinharju *et al.*, 2020; Vijayan *et al.*, 2015). بنابراین شناخت نکات مدیریتی پرورش، تغذیه و بهداشت که سبب کاهش و یا مانع استرس در فرآیند پرورش در قفس می‌شوند، آشنایی با تغییرات رفتاری و تغذیه‌ای، اطمینان از سلامت ماهیان قبل از معرفی به قفس، بکارگیری روش‌های مناسب حمل و انتقال ماهیان به قفس و نیز نظافت و ترمیم قفس به پرورش دهندگان کمک

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

می‌کند تا اقدامات مناسب در اعمال یک مدیریت حساب شده در جهت حفظ سلامت و بهداشت ماهیان را انجام دهند و به این ترتیب پرورش ماهی در قفس به روشی پرسود تبدیل شود (Hasim *et al.*, 2017). در این مطالعه تلاش شده تا به مهمترین عوامل موثر بر سلامت قزل‌آلای پرورشی در قفس که در تحقیقات دیگر مورد توجه قرار گرفته و مقایسه آن با شرایط دریای خزر اشاره گردد.

عوامل موثر بر سلامت ماهیان قزل‌آلای پرورشی در قفس

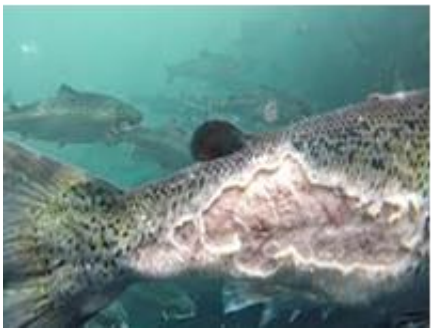
۱ – شکل، اندازه و نوع قفس: از آنجائی که ماهیان قزل‌آلا شنای فعال دارند ودر یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کنند، بهترین شکل قفس دایره و یا چند وجهی (عمدتا هشت وجهی) است، زیرا در تراکم‌های بالا، وجود گوشه و زاویه در قفس سبب برخورد ماهیان به هم و یا به دیواره قفس شده و با ایجاد آسیب و زخم، آنها را مستعد ابتلا به عفونت‌های میکروبی می‌نماید (Beveridge, 2004; Johansson *et al.*, 2007) (شکل ۱). بر همین اساس در پرورش ماهی قزل‌آلا در



شکل ۱: الگوی شنا دایره ای ماهی در قفس با شکل های مختلف و فضای غیرقابل استفاده در اشکال زاویه دار(Beveridge, 2004)

دریای خزر نیز از قفس‌های مدور استفاده می‌شود (فارابی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷). قطر و عمق قفس در ذخیره سازی، رقم بندی و معاینه بهداشتی با توجه به ایجاد کمترین استرس در ماهیان از اهمیت ویژه برخوردار است. بررسی‌ها نشان داده حداقل قطر قفس برای ماهیان قزل‌آلا ۱۶ متر است ولی تا ۲۰ الی ۳۰ متر بسته به توان مدیریت سایت قابل افزایش است (Beveridge, 2004; Cruz, 2014). مطالعه فارابی و همکاران (۱۳۹۸) در دریای خزر در دو منطقه نوشهر و کلارآباد نشان داد میزان برداشت نهایی در قفس‌های با قطر ۱۶ متر (نوشهر) کمتر از ۲۰ تن و در قفس‌های با قطر ۲۰ متر کمتر از ۳۰ تن بوده است. Folkedal و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند رشد آزاد ماهیان در قفس‌های با عمق ۶ و ۹ متر ۲۵ – ۱۵درصد بیشتر از قفس‌های با عمق ۳ متر و میانگین اختلاف وزن برداشت شده در قفس با عمق ۳ متر در مقایسه با عمق ۶ و ۹ متر ۰/۹۹۵ گرم بوده است. باکاهش عمق قفس، ماهیان بیشتر در مجاورت اشعه فرابنفش قرار گرفته و آسیب دیدگی به اپیدرم و زخم ناشی از آفتاب سوختگی در آنها بیشتر است و با عفونی شدن زخم‌ها ماهیان آسیب دیده در نهایت تلفات می‌شوند (Cruz, 2014; Havas *et al.*, 2021) (شکل ۲). بررسی‌ها نشان داده ارتفاع مناسب قفس‌های شناور در دریای خزر ۸ متر(۷ متر در زیر آب و ۱ متر در بالا آب به عنوان یقه قفس) است (فارابی، الف، ب۱۳۹۹؛ Farabi *et al.*, 2021).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]





شکل ۲: بروز زخم ناشی از اشعه ماورا بنفش در قفس‌های با عمق نامناسب (Cruz, 2014)

به‌طور کلی چهار نوع قفس شامل ثابت، شناور، نیمه شناور و غوطه ور در صنعت پرورش ماهی وجود دارد که بسته به شرایط پرورش انتخاب می‌شوند (Masser and Bridger, 2007). قفس‌های شناور مناسب محیط‌های آبی کم تلاطم مانند خور، خلیج، دریاچه‌های طبیعی و یا دریاچه پشت سد هستند در حالی‌که برای محیط‌های آبی با جریان‌های قوی و مواج قفس‌های نیمه شناور و یا غوطه‌ور مناسبترند (Scott and Muir, 2000). هرچند تمام مراحل پرورش در دریای خزر در قفس‌های شناور انجام می‌شود (فارابی و همکاران، ۱۳۹۸، فارابی، الف، ب۱۳۹۹) (شکل ۳) ولی به دلیل وجود موج‌های بلند در شرایط طوفان (با متوسط ارتفاع موج ۶ متر)، قفس‌های شناور با قابلیت غوطه‌وری برای پرورش ماهیان در دریای خزر پیشنهاد می‌شود زیرا در موارد متعدد در زمان بروز طوفان در دریا، پاره شدن قفس و رها شدن ماهیان به دریا مشاهده شده است. همچنین در زمان طوفان، استرس و دریازدگی ماهیان در اثر طوفان در قفس‌های شناور با قابلیت غوطه‌وری بسیار کمتر از قفس‌های شناور است (شکل ۴) (فارابی ،۱۳۹۶،ب۱۳۹۹).

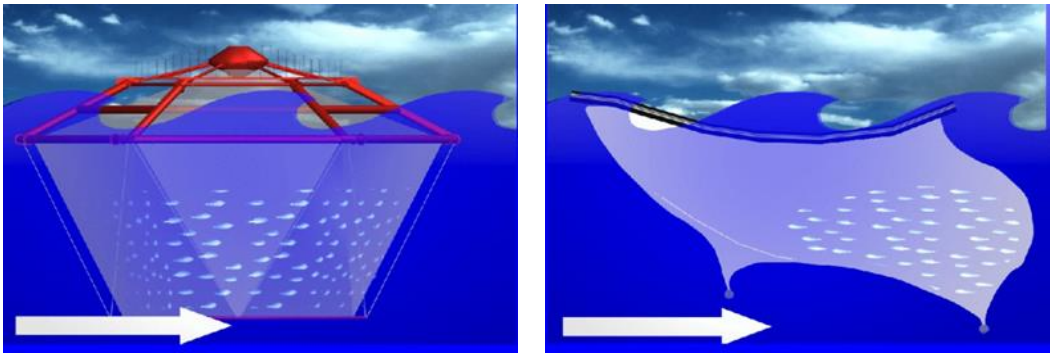
۲ – انتخاب و جانمایی قفس: در جانمایی، توجه به عوامل موثر بر سلامت ماهیان از اهمیت ویژه برخوردار است. شاخص‌های موثر در این زمینه شامل توپوگرافی(عمق محل استقرار، ارتفاع موج، سرعت باد، شرایط بستر)، فیزیکی(سرعت جریان آب، دما، مواد جامد معلق وکدورت آب)، شیمیایی (اکسیژن محلول، شوری، میزان ترکیبات ازته و فسفره، BOD، COD، فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها)، موجودات زیستی(انواع پلانکتون، بنتیک و فولینگها)، اشریشیا کولی به عنوان باکتری شاخص بهداشتی و حضورعوامل بیماری‌زا در ماهیان وحشی اطراف قفس می‌باشد (فارابی و همکاران، ۱۳۹۸ ;Beveridge, 2004 Arechavala-Lopez et al; 2013; Fiordelmondo *et al.*, 2020). امروزه استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیائی (GIS) از ابزارهای مهم در جانمایی، توسعه و مدیریت قفس در دنیا است (Benetti *et al.*,2010) که البته استفاده از این تکنولوژی در کنار ارزیابی شاخص‌هایی که قبلا گفته شد اصلی‌ترین روش در انتخاب محل استقرار است. مطالعات انجام شده در خصوص جانمایی قفس بر اساس استاندارد پارامترهای زیستی و غیرزیستی مناسب آبزی پروری ماهیان سردآبی در دریا

(جدول ۱) نشان داد که بهترین مکان استقرار قفس در دریای خزر مناطق دور از ساحل (اعماق بین ۲۰ تا ۵۰ متر) با حداقل ۳ کیلومتر فاصله ازدهانه رودخانه‌های پرآب با پتانسیل سیلابی هستند. همچنین الویت انتخاب محل با منطقه مرکزی خط ساحلی(حدفاصل خشت‌سر در محمودآباد استان مازندران تا بندر کیاشهر در استان گیلان) بوده و مناطق غربی (الویت۲) و شرقی (الویت۳) در الویت بعدی قرار دارند (شکل ۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]



شکل ۳: نمایی از قفس‌های شناور پرورش قزل‌آلا در دریای خزر



شکل ۴: مقایسه وضعیت ماهیان در شرایط طوفانی در قفس شناور(راست) و قفس شناور با قابلیت غوطه‌وری(چپ) (فارابی، ۱۳۹۶)

جدول ۱: مقادیر استاندارد پارامترهای زیستی و غیرزیستی مناسب برای آبزی پروری ماهیان سردآبی در دریا (دریانبرد و همکاران، ۱۳۹۶)

شاخص محیطی	میزان مجاز
دمای آب	۱۰تا ۲۰ درجه سانتی گراد
اکسیژن محلول	بیش از ۶ میلی گرم بر لیتر
شفافیت	بیش از ۳ متر
فسفات معدنی	کمتر از ۰/۲ میلی گرم بر لیتر
نیتریت	کمتر از ۰/۵۵ میلی گرم بر لیتر
آمونیوم	کمتر از ۲ میلی گرم بر لیتر
فیتوپلانکتون	تراکم کمتر از۸ ۱۰ میلی عدد در متر مکعب
سرب	کمتر از ۳۰ میکروگرم بر لیتر
جیوه	کمتر از ۲۰ میکروگرم بر لیتر
روی	کمتر از ۱ میلی گرم بر لیتر
کادمیوم	کمتر از ۱۰ میکروگرم بر لیتر

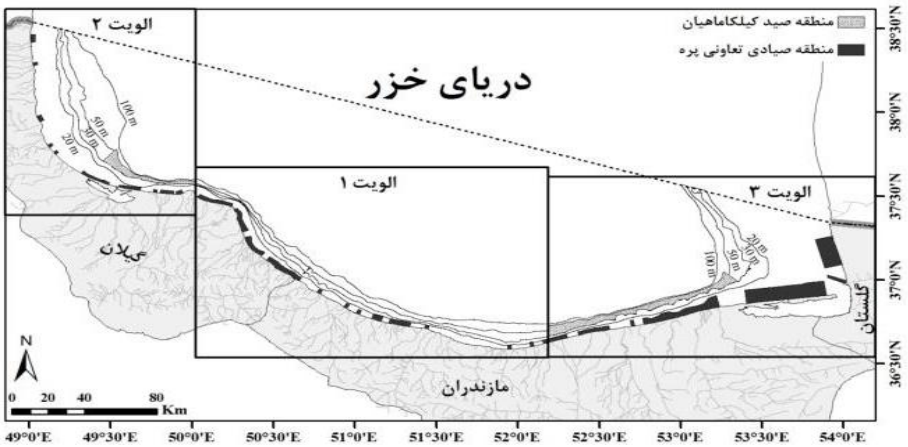
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

بررسی شاخص‌های محیطی در دریای خزر نشان داد که دما مهم‌ترین عامل موثر بر سلامت قزل‌آلا در قفس‌های پرورشی است. دمای آب در خشت‌سر تا کیاشهر از اواسط پاییز (نیمه دوم آبان ماه) تا اوایل بهار (نیمه دوم اردیبهشت) در دامنه استاندارد است ولی از اواخر بهار تا اوایل پائیز (با دامنه دمایی ۲۹ – ۲۰/۴ درجه سانتی‌گراد) با افزایش دما به بیش از دامنه تحمل ماهیان، سبب تلفات در آنها می‌شود (نصراله زاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ دریانبرد و همکاران، ۱۳۹۶؛ فارابی، ب۱۳۹۹).

۲- سلامت ماهیان قبل از معرفی به قفس: در زمان معرفی ماهیان به قفس چنانچه آنها حاملین به ظاهر سالم عوامل عفونی باشند در اثر استرس ناشی از حمل و نقل، عفونت در آنهاظاهر شده و در مدت کوتاهی پس از انتقال به قفس، دچار تلفات شده و عوامل عفونی را هم به محیط دریا منتقل می‌کنند(Johansen *et al*., 2011; Woo and Bruno, 2014; Krkošek, 2017). در ایران وجود برخی بیماری‌های ویروسی و باکتریایی مهم شامل نکروز عفونی بافت خونساز(IHN) (Falahi *et al*., 2003; Adel *et al*., 2015)، نکروز عفونی پانکرس(IPN) (Akhlaghi *et al*., 2007; Soltani *et al*.,2014)، سپتی‌سمی هموراژیک ویروسی(VHS) (Haghighi Khiabanian Asl *et al*., 2008، قراگزلو و همکاران، ۱۳۹۶)، یرسینیوزیس (Soltani *et al*., 1999; Akhlaghi and Sharifi Yazdi, 2008; Gohari *et al*., 2010) و استرپتوکوکوزیس (قیاسی همکاران، ۱۳۷۹، اخلاقی و همکاران، ۱۳۸۱؛ Pourgholam *et al*., 2011) در قزل‌آلای پرورشی درآب شیرین اثبات شده است. از آنجایی که بسیاری از عوامل باکتریایی و ویروسی بصورت عمودی (ازمولد به تخم) و یا افقی (از آب و ماهی بیمار) قابلیت انتقال دارند (Raynard *et al*., 2007; Romalde *et al*., 2008) استفاده از تکنیک‌های شناسایی مولکولی برای اطمینان از عاری بودن ماهیان از آنها امری ضروری است (Johansen *et al*., 2011). مطالعات نشان داده ماهیان بیمار یا حامل پس از فرار از قفس می‌توانند به کانون عفونت برای گسترش بیماری در محیط‌های دریایی (انتقال بیماری به ماهیان وحشی و یا ماهیان پرورشی در سایت‌های مجاور) تبدیل شده و به دنبال حامل شدن ماهیان وحشی سبب بقا و دوام عامل عامل بیماری‌زا در محیط دریا شوند (Arechavala-Lopez *et al*., 2013; Vijayan *et al*., 2015; Erkinharju *et al*., 2020) (شکل ۶). بطور مثال انتقال باکتری استرپتوکوکس اینیایی و مایکوباکتریوم مرینوم از ماهیان پرورشی در قفس به ماهیان وحشی دریای سرخ و مدیترانه به اثبات رسیده است. همچنین مشخص شده استرپتوکوکوس اینیایی پس از جداسازی از ماهیان بیمار پررورشی در قفس از ماهیان وحشی که در فاصله ۲ کیلومتری از قفس‌ها صید شده‌اند نیز قابل جداسازی بوده و باکتری استرپتوکوکوس آگالاکتیه پس از جداسازی از ماهیان سیم دریایی پرورشی در قفس از کفال‌های وحشی ساکن خلیج فارس نیز جداسازی شده اند (Arechavala-Lopez *et al*., 2013). در شیلی بروز بیماری استرپتوکوکوزیس ماهی آزاد آتلانتیک پرورشی در قفس ناشی از *Streptococcus phocae* که منشا آن فک بندرگاه (Phoca vitulina) بوده که عفونت تنفسی ناشی از این باکتری داشته است (Romalde *et al*., 2008). همچنین انتشار شپشک دریایی در آبهای ساحلی و انتشار آنها در بین جمعیت ماهیان وحشی در اثر فرار ماهی آزاد آتلانتیک اثبات

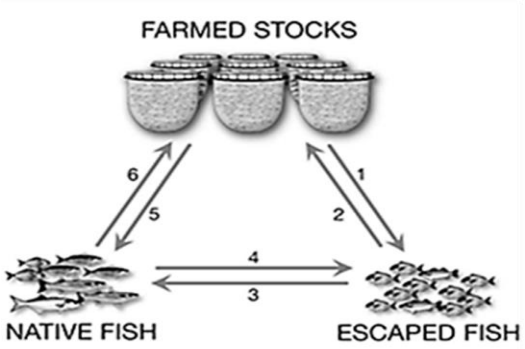
[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

شده است (Igboeli *et al.*, 2014). برخلاف عوامل انگلی، عوامل باکتریایی از قدرت انتشار بیشتری بین ماهیان پرورشی و وحشی برخوردارند و موانع طبیعی که موجب عدم انتقال عوامل انگلی در محیط می‌شود در مقابل باکتری‌ها کمتر بوده و یا وجود ندارد زیرا باکتری‌ها در پوست و مواد دفعی ماهیان حامل و بیمار همیشه وجود دارند و نیز درمان نامناسب منجر به ایجاد باکتری‌های مقاوم می‌شوند (Arechavala-Lopez *et al.*, 2013; Krkošek, 2017) (شکل ۳). در دریای خزر، هرچند گزارشاتی از بروز تلفات ناشی از استرپتوکوکوزیس در یکی از سایت‌های قفس در سال ۱۳۹۴ وجود دارد ولی هیچ مستندی مبنی بر شناسایی عامل عفونی و دلیل تلفات موجود نیست. در یک بررسی طی سال های ۹۷ – ۱۳۹۶، دو مرحله نمونه برداری از ماهیان قزل‌آلا قبل از معرفی به قفس و بعد از اتمام دوره پرورش در قفس انجام شد. در مرحله اول (آذر ۱۳۹۶) تعداد ۱۰۰ عدد ماهی با میانگین وزنی ۴۷/۵ ± ۱۴۷/۵ گرم (از مزرعه‌ای واقع در محمود آباد) مورد ارزیابی و آزمایشات باکتری‌شناسی و انگل شناسی قرار گرفتند. مرحله دوم (فروردین ۱۳۹۷) در زمان برداشت همین ماهیان از قفس (سایت مهران گستر دریای کاسپین واقع در نوشهر) مجددا تعداد ۱۰۰ عدد ماهی با میانگین وزنی ۴۷/۵ ± ۴۹۳/۲ گرم نمونه برداری و آزمایشات باکتری‌شناسی و انگل شناسی بر روی آنها انجام شد. در هر دو مرحله نمونه‌برداری هیچ نوع عامل عفونی اعم از باکتری و انگل شناسایی نشد. از آنجایی که درمان بیماری‌های عفونی در شرایط پرورش ماهی در قفس امری سخت است، امروزه واکسیناسیون یکی از روش‌های اصلی در ایجاد ماهیان مقاوم به بیماری قبل از معرفی به قفس است. سالانه میلیون‌ها ماهی واکسینه می‌شوند و در برخی مناطق جهان استراتژی کنترل بیماری‌ها از مصرف آنتی‌بیوتیک به واکسیناسیون تغییرکرده است. همچنین از زمان معرفی واکسن‌ها، کاهش چشمگیری در استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در پرورش آزادماهیان در نروژ مشاهده شده است (شکل ۷) و واکسیناسیون به مقرون به صرفه‌ترین و

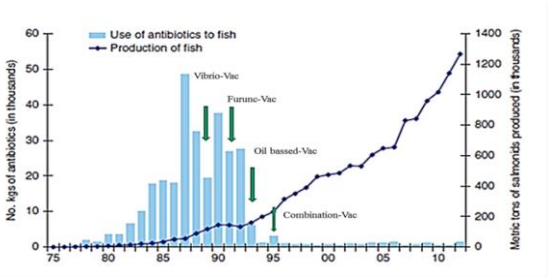


شکل ۵: منطقه بندی سواحل ایرانی دریای خزر برای توسعه آبزی‌پروری (دریانبرد و همکاران، ۱۳۹۶)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]



شکل ۶: نمایی از چگونگی انتقال عوامل بیماری‌زا از ماهیان پرورشی در قفس و ماهیان گریخته از قفس به ماهیان وحشی و عکس آن (فلش‌ها از ۱ تا ۶) (Arechavala-Lopez *et al*., 2013)



شکل۷: مقایسه روند مصرف آنتی بیوتیک در کنار تولید آزاد ماهیان در صنعت آبزی پروری نروژ طی سال‌های ۲۰۱۲ – ۱۹۷۵ (Gudding and Goodrich, 2014)

پایدارترین روش کنترل بیماری‌های عفونی ماهیان پرورشی در قفس تبدیل شده است (Gudding and Goodrich, 2014; Rodger, 2016).

در حال حاضر، تمام جمعیت ماهی قزل‌آلا و آزاد اقیانوس اطلس قبل از معرفی به قفس‌های دریایی در نروژ در برابر سه بیماری باکتریایی (ویبریوزیس، ویبریوزیس آب سرد و فورونکولوزیس) و نیز ماهیان قزل‌آلا در برابر سه بیماری ویروسی (IPN، IHN و VHS) واکسینه می‌شوند (Grøttum and Beveridge, 2005; Woo and Bruno, 2014; Gudding and Goodrich, 2014). راه دیگر برای حصول اطمینان از سلامت ماهیان معرفی شده به قفس استفاده از ماهیان عاری از بیماری‌های خاص(SPF) است. اطلاق SPF به گروهی از جانوران به معنی عاری بودن آن گروه جانوری از یک یا چند عامل بیماری‌زا اختصاصی است که موجب مرگ و میر و تلفات در آن گونه خاص می‌شود (Shinde and Kumar Gupta, 2016). استفاده از ماهیان سالم و عاری از عامل بیماری‌زا نه تنها شانس انتقال عوامل بیماری‌زا را به صفر میرساند بلکه تا ۴۰٪ ریسک‌پذیری بروز بیماری در ماهیان پرورشی را کاهش داده و به افزایش بهره‌وری کمک خواهد کرد(AFS-FHS, 2007; Shinde and Kumar Gupta, 2016). مطالعاتی در خصوص تولید گله SPF انجام گردیده و ماهیان قزل‌آلا عاری از سه بیماری ویروسی IPN، IHN و VHS تولید شده که قابلیت معرفی به قفس‌های پرورشی در دریای خزر را دارند (Zorriehzahra *et al*., 2019).

۳ – حمل و نقل: حمل و نقل ماهیان از مزارع پشتیبان به سایت قفس به دلیل تغییرات ناگهانی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در حین انتقال، سبب استرس شدید ماهیان شده و آثار منفی آن می‌تواند تا مدت‌ها باقی مانده و مانع رشد و بروز بیماری در آنها پس از معرفی به قفس شود (Manuel *et al*., 2014). مطالعات نشان داده است طی حمل و نقل میزان آمونیاک خون ماهیان به شدت افزایش یافته و به بیش از ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر که آستانه تحمل ماهی است می‌رسد (Sinha *et al*., 2015) و هرچه ماهی جوان‌تر باشد حساسیت آن به این موضوع بیشتر است (Lima *et al*., 2020). از سوی دیگر، معمولا میزان اکسیژن محلول در آب طی حمل و نقل به طور قابل توجهی کاهش یافته و ماهیان با شرایط هیپوکسی روبرو می‌شوند (Yang *et al*., 2017). مطالعه Ren و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد تغییر در میزان اکسیژن محلول و آمونیاک در زمان حمل ماهیان قزل‌آلا سبب تضعیف

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

عملکرد ژنهای کد کننده آنزیم‌های سیتوکروم اکسیداز HSP70/90 و فاکتورهای ایمنی شامل اینترلوکین بتا ۱، اینترلوکین ۸ و TNF-α می‌شود. قطع غذادهی ماهیان ۷۲ – ۴۸ ساعت قبل از بارگیری به سبب کاهش حجم دستگاه گوارش و عدم دفع مدفوع در طول پروسه حمل، کیفیت آب را تا زمان رسیدن به مقصد در شرایط بهتری نگه می‌دارد. همچنین حفظ حداقل تراکم و استفاده از ابزار مناسب (قایق مناسب) در انتقال ماهیان به قفس و نیز استفاده از ترکیبات آرامبخش بروز آسیب‌های جلدی که می‌تواند زمینه‌ساز عفونت‌های باکتریایی شودند را به حداقل می‌رساند(Tan *et al*., 2007; Southgate, 2007; Gatica *et al*., 2010).

۴ – رقم‌بندی: قبل از معرفی به قفس، رقم بندی آزاد ماهیان (از جمله قزل‌آلا) به ایجاد یک جمعیت یک دست کمک نموده و شرایط پرورش را راحت‌تر می‌کند. تفاوت در اندازه ماهیان، رقابت بر سر غذا را برای ماهیان کوچکتر در برابر ماهیان بزرگتر سخت نموده و با دریافت غذای کمتر و ایجاد استرس، حساسیت آنها را به بیماری‌های عفونی افزایش می‌دهد (Price and Morris, 2013). مطالعات نشان داده که این ماهیان ضعیف در نهایت به منبعی برای انتشار بیماری در گله تبدیل شده و نیز به دلیل رفتار همنوع خواری (کانیبالیسم) به هدفی آسان برای ماهیان بزرگتر بدل شده و سبب تسهیل انتقال بیماری به ماهیان بزرگتر گله می‌شوند (Martins *et al*., 2012).

۵ – رها سازی: از دست دادن حجم بالایی از یون سدیم ناشی از استرس حمل و نقل و اختلال در سیستم تنظیم اسمزی ماهیان، مانع از آن است که ماهیان را مستقیم به قفس رها سازی کرد و عدم عادت دهی آنان به آب دریا قبل از رها سازی موجب حجم زیاد تلفات طی ۷۲ – ۴۸ ساعت پس از معرفی به قفس می‌شود. عادت دهی دمایی به اندازه عادت دهی به شوری با اهمیت است. معمولا ماهیان تا ۵ درجه سانتی‌گراد اختلاف دمایی را به راحتی تحمل می‌کنند و بر اساس مطالعات بهترین دما برای رهاسازی ۱۷ – ۱۵ درجه سانتی‌گراد است که کمترین تلفات در یک هفته اول پس از معرفی به قفس را به همراه دارد. برای کاهش استرس ضروری است انتقال ماهیان از ساحل به قفس به دو روش نگهداری آنها در آب دریا در حال گردش یا مجهز به سیستم هوادهی انجام پذیرد (Southgate, 2007; Dikel *et al*., 2015) (شکل ۸). بهترین زمان برای رهاسازی ماهیان به قفس در دریای خزر نیمه دوم آبان ماه است که دامنه دمای آب (سطح تا عمق ۱۰ متر) ۱۸ – ۱۶ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است (دریا نبرد و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۸: فرآیند انتقال ماهی از خشکی به قفس‌های مستقر در دریای خزر

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

۶ – وزن و تراکم اولیه هنگام معرفی ماهیان به قفس: بررسی‌ها نشان داده بهترین وزن برای معرفی قزل‌آلا به قفس بالای ۱۰۰ گرم است زیرا معرفی ماهیان در اوزران کمتر، آنها را به سندرم آب آوردگی شکم (Water-belly syndrome) مستعد می‌کند. مهم‌ترین علامت بالینی این سندرم تجمع فراوان مایعات در معده بوده که تا ۴۰٪ وزن ماهی را تشکیل می‌دهد (شکل ۹). بروز این وضعیت با افزایش فشار اسمزی خون ماهیان مرتبط بوده و مبتلایان از یک اختلال حاد تنظیم فشار اسمزی و متابولیسم چربی و کربوهیدرات رنج می‌برند. مشاهدات نشان داده فشار اسمزی خون ماهیان آزاد آتلانتیک طی زمستان گذرانی در دمای کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد و احتمالا همین موضوع دلیل کمتر بودن تلفات آنها (۱۰ برابر کمتر) در مقایسه با قزل‌آلای رنگین‌کمان در بروز این سندروم است. بروز این سندرم و تلفات ناشی از آن در ماهیان کمتر از ۱۰۰ گرم بسیار بیشتر از ماهیان اوزان بالاتر است (Staurnes *et al*., 1990; Rørvik *et al*., 2000; Kim *et al*., 2017).



شکل ۹: اتساع محوطه بطنی در قزل‌آلای رنگین کمان مبتلا به سندرم آب آوردگی شکم (Rørvik *et al*., 2000)

میزان تراکم برای رشد مناسب ماهیان قزل‌آلا در قفس‌های دریایی در آغاز دوره پرورش $5-4$ Kgm^{-3} و در زمان برداشت $25-20$ Kgm^{-3} عنوان شده است (Akbulut *et al*., 2002). مطالعات مختلف نشان داده تراکم بیش از حد تحمل ماهیان موجب بروز استرس، محدودیت فضای شنا، افزایش کانیبالیسم، بروز زخم سطحی و خوردگی باله، اختلال در اشتها و غذاگیری، افزایش بروز بیماری‌های انگلی و باکتریایی جلدی و در نهایت مرگ و تلفات در ماهیان می‌شود (Stevenson, 2007; Martins *et al*., 2012). مطالعه در دریای خزر نشان داده با توجه به محدودیت دمایی دوره پرورش (نیمه دوم آبان تا نیمه دوم اردیبهشت) معرفی ماهیان پرواری در اوزان بیش از ۱۰۰ گرم بهترین نتیجه را داشته است و چنانچه برنامه ریزی برای برداشت نهایی وزن ۱ کیلوگرم و یا بیشتر باشد، دامنه وزنی ۳۰۰ تا ۷۰۰ گرم برای معرفی به قفس بسیار مناسب‌تر است. معرفی در اوزان کمتر از ۱۰۰ گرم به قفس‌های موجود در دریای خزر به دلیل محدودیت زمانی و عدم امکان طولانی‌تر نمودن دوره پرورش (بخاطر افزایش دما) و نرسیدن ماهیان به وزن مناسب برای بازار به هیچ وجه مناسب نیست. همچنین میزان تراکم اولیه $3/5-2$ Kgm^{-3} و تراکم نهایی ۱۵ Kgm^{-3} بهترین تراکم برای معرفی و برداشت با حفظ سلامت ماهیان در قفس‌های شناور دریای خزر معرفی شده است (فارابی، الف۱۳۹۹؛ فارابی، ب۱۳۹۹).

۷ – مدیریت تغذیه: در قزل‌آلای معرفی شده به قفس، جیره باید واجد ۴۰ – ۳۸٪ پروتئین و غذا دهی ۵ – ۲٪ وزن بیوماس ماهیان انجام شود. میزان ضریب تبدیل معمولا ۲/۳ – ۱/۵ است (Bergheim, 2012). مطالعات نشان داده پایداری ترکیبات ویتامینی خوراک طی زمان نگهداری کاهش‌یافته و پس از ۸ هفته به حداقل ممکن می‌رسند که ضروری است بصورت دستی به جیره اضافه شوند (Wynne, 2015). چنانچه دمای و رطوبت هوای انبار به ترتیب بیش از ۲۷ درجه سانتی‌گراد و ۶۲

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

درصد باشد و رطوبت غذا در حد ۱۴درصد، احتمال تولید مایکوتوکسین‌ها در غذا بشدت افزایش می‌یابد (Motalebi *et al.*, 2008). توکسین‌های قارچی مانند آفلاتوکسین‌ها و ترایکوتسن‌ها سبب ایجاد آسیب و نکروز سلولهای کبدی و کلیه، اختلال در سنتز پروتئین و عملکرد لنفوسیت‌ها، کاهش قدرت باکتری کشی سرم و بیگانه خواری نوتروفیل‌ها شده که در نهایت با ایجاد ضعف ایمنی، ماهیان قزل‌آلا را به بیماری‌های عفونی ناشی از باکتری‌های فرصت طلب حساس می‌کنند (Alinezhad *et al.*, 2017; Modra *et al.*, 2020). عواملی چون تغذیه ماهیان در دمای بیشتر و یا کمتر از اپتیموم رشد و یا در شرایط نامساعد جوی، تاریکی و کدورت آب، عدم رعایت زمان مشخص غذادهی و نیز عدم رعایت تناسب بین سایز غذا و ماهی نه تنها موجب کاهش وزن نهایی برداشت می‌شود بلکه شانس ابتلا به عوامل عفونی فرصت طلب را افزایش می‌دهد (Mente *et al.*, 2006). یافته‌ها نشان می‌دهد بهترین درجه حرارت برای تغذیه ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان در قفس ۱۶ درجه سانتی‌گراد و در زمان تغذیه هرگونه آشفتگی چون حرکت دادن قفس، صید ماهیان قبل از موعد، خارج کردن قفس از آب برای مشاهده ماهیان، شنا کردن یا صید اطراف قفس و یا قرار دادن قفس در مکانهای طوفان خیز ، اشتهای آنها را کاهش می‌دهد (Halwart *et al.*, 2007). کیفیت پروتئین مصرفی و اسیدهای آمینه موجود خصوصا اسیدهای آمینه ضروری مانند آرژنین، هیستیدین، لوسین، ایزولوسین، والین، لیزین، متیونین، ترئونین، تریپتوفان و فنیل آلانین برای برای حفظ ایمنی و سلامت قزل‌آلا حیاتی هستند. تاثیر این ترکیبات بر عملکرد سیستم ایمنی چون فعال شدن لنفوسیت‌های T و B، سلول‌های کشنده طبیعی و ماکروفاژها، بیان ژن‌های تولید کننده آنتی بادی‌ها ، سیتوکین‌ها و ترکیبات سیتوتوکسیک در برابر عوامل بیماریزا اثبات شده است (Li *et al.*, 2007). در بین اسیدهای آمینه ضروری، آرژنین به دلیل چندین نقش فیزیولوژیکی به عنوان یک آمینواسید همه کاره در ماهیان شناخته شده است. این اسید آمینه از یک سو با افزایش تولید هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین سبب افزایش رشد می‌شود و از سوی دیگر با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن سبب بهبود عملکرد ایمنی ذاتی می‌گردد (Hoseini *et al.*, 2020a). همچنین مشخص شده که اسید آمینه تریپتوفان نقش مهمی در کنترل استرس خصوصا استرس ناشی از تراکم (با کاهش میزان کورتیزول و گلوکز) در ماهیان قزل‌آلا داشته و سبب بهبود رشد و کیفیت لاشه می‌شود (Hoseini *et al.*, 2020b). چربی‌ها و اسیدهای چرب مهم‌ترین منبع تولید انرژی برای قزل‌آلا هستند. اسید لینولئیک اسید چرب ضروری برای قزل‌آلا است و کمبود آن به دلیل اختلال در تولید سایتوکاین‌ها و ترکیبات تنظیم کننده عملکرد ایمنی ذاتی و اختصاصی نقشی ویژه در مقاومت ماهیان دارد (Puertollano *et al.*, 2008). مطالعات مختلف نشان داده ویتامین‌های C، E و A و میکرونوترینت‌هایی چون سلنیم، روی، مس، آهن و منیزیوم در بهبود عملکرد ایمنی ماهیان نقش کلیدی داشته و کمبود آنها موجب کاهش مقاومت در برابر استرس و عوامل بیماری‌زا می‌گردد (Pacitti *et al*, 2016; Kiron, 2012). امروزه استفاده از پروبیوتیک‌ها به عنوان محرک ایمنی و رشد به ابزاری مهم در بهبود تغذیه وسلامت ماهیان تبدیل شده است. Ozório و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که استفاده از پروبیوتیک تجاری

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

حاوی *Bacillus* sp., *Pediococcus* sp., *Enterococcus* sp., *Lactobacillus* sp. به میزان 2×10^9 CFU kg^{-1} در جیره طی ۹ هفته در ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان پرورشی در قفس موجب بهبود رشد، ایمنی و کیفیت گوشت شده است. هرچند مطالعه در خصوص تاثیر جیره مصرفی بر افزایش مقاومت ماهیان قزل‌آلا پرورشی در قفس در دریای خزر انجام نشده، برخی مطالعات نشان داده استفاده از غذای اکسترود تجاری (شرکت فرادانه) در دو سایت واقع در شهرستانهای نوشهر و عباس آباد به ترتیب ضریب تبدیل غذائی ۰/۰۱ ± ۰/۹۴ و ۳/۰۳ ±۱/۰۳ و بازماندگی به ترتیب ۰/۵ ± ۹۵/۸ و ۰/۵ ± ۹۵/۶ طی دوره پرورش داشته‌اند (فارابی، الف۱۳۹۹). از سوی دیگر در مطالعه انجام شده طی ۹۷ – ۱۳۹۶ هرچند از ماهیان پرورش یافته در قفس هیچ عامل بیماریزایی جداسازی نشد ولی در احشا ماهیان تجمع شدید چربی خصوصا در نواحی زوائد باب المعده‌ای مشاهده شد. میزان این توده چربی به حدی بود که در بسیاری از موارد موجب برآمدگی غیر معمول ناحیه شکمی در ماهیان شده و فرم بدن آنها از شکل دوکی استاندارد تغییر یافته بود. به غیر از تجمع چربی هیچ‌گونه تغییر غیرعادی در اندامهای داخلی وجود نداشت. به نظر می‌رسد عدم توازن بین میزان کربوهیدرات و پروتئین جیره و یا عدم رعایت غذادهی براساس بیوماس ماهیان عامل این وضعیت باشد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: نمایی از شکل ظاهری و احشا داخلی و تجمع چربی در محوطه ماهیان پرورشی در قفس

۸ - پایش رفتاری و معاینه بهداشتی: برخلاف آب شیرین، در شرایط قفس هیچ گونه کنترل بهداشتی بر شرایط محیطی نیست، لذا نظارت بر وضعیت سلامت ماهیان امر ضروری است و اغلب نشانه‌های اولیه بیماری را می‌توان از تغییر رفتار بخصوص عدم تمایل به مصرف غذا تشخیص داد. این درحالی است که برخی از نشانه‌های بروز بیماری می‌تواند با معاینه ماهیان بی‌حال و درحال مرگ که از سطح قفس جمع‌آوری می‌شوند، تشخیص داده شود. تشخیص سریع و خارج کردن ماهیان مرده به پیشگیری و کاهش شیوع بیماری کمک می‌کند. خارج کردن ماهیان مرده از کف قفس امری ضروری است. ماهیان مرده پس از جمع آوری باید با دقت در ساحل، در یک گودال با پوشش

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

آهک(بخصوص در زمانی شیوع یک بیماری عفونی حاد) دفن شوند (Bergheim, 2012).

۹ – بلوم جلبکی و بیوفولینگ‌ها: بلوم جلبکی از مهم‌ترین عوامل اثر گذار بر سلامت آزاد ماهیان پرورشی در قفس است و در بین آنها انواع دیاتومه‌ها (خصوصا جنس *Chaetoceros*) بسیار شایع هستند. این گروه از جلبک‌ها به دلیل داشتن خار یا برجستگی‌های تیز سیلیسی با قرار گرفتن در فضای بین فیلامانها و لاملهای آبششی سبب تخریش و آسیب آبشش و افزایش ترشحات موکوسی شده و نه تنها سبب هیپوکسی در ماهیان می‌شوند بلکه با ایجاد اختلال اسمزی تلفات در ماهیان ایجاد می‌کنند (Treasurer *et al*., 2003). برخی از دیاتومه‌ها مانند *Chaetoceros socialis* با تولید ترکیبات همولیتیک سبب آسیب به اپیتلیوم آبششی شده موجب خفگی ماهیان می‌شوند (Al-Ghelani *et al*., 2005). کاهش مقاومت آزاد ماهیان به عوامل باکتریایی بیماری‌های آبشش در زمانی که ماهیان در معرض شکوفایی جلبکی گونه‌های *Chaetoceros* قرار داشته‌اند گزارش شده است. اینکه این امر ناشی از استرس و یا به دلیل ضایعات بافتی ایجاد می‌شود چندان مشخص نیست (Boerlage *et al*., 2020). سوابق متعددی از بروز بلوم جلبکی در دریای خزر وجود دارد. مهم‌ترین بلوم جلبکی در جنوب دریای خزر در سپتامبر (شهریور) ۲۰۰۵ (۱۳۸۴) روی داد که مساحتی بیش از ۲۰۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت داشت. مدت کوتاهی بعد از آن بلوم جلبکی دیگری در آبهای ساحلی حد فاصل نوشهر تا تنکابن در سال ۲۰۰۹ (۱۳۸۸) رخ داد و دوباره در اوایل اگوست (مرداد ماه) ۲۰۱۰ (۱۳۸۹) نیز دوباره این پدیده تکرار شد. لازم به ذکر است که بلوم جلبکی سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ ناشی از تکثیر فراوان *Nodularia spumigena* بود که از سیانوفیت‌ها است و قابلیت تولید سم دارد (Nasrollahzadeh *et al*., 2011). این پلانکتون قادر به تولید سمی به نام نودولارین است که به شدت سبب تخریب سلولهای بافت آبشش و کبد ماهیان می‌شود (Ramzanpour *et al*., 2014). باتوجه به سابقه بلوم جلبکی در نوشهر و تنکابن که از مناطق با اولویت اول برای جانمایی قفس در دریای خزر هستند و احتمال تکرار این رخ داد، ضروری است گسترش سایت‌های قفس در این مناطق با احتیاط بیشتر انجام شود. بیوفولینگ‌ها مجموعه متنوعی از ارگانیسم‌های مختلف مانند باکتری‌ها، میکر و ماکرو جلبک‌ها، سخت پوستان(بارناکل و آبالونها) و زئوپلانکتون‌های ژلاتینی و غیر ژلاتینی هستند که بر روی سطوح غوطه‌ور در محیط آبی می‌چسبند. تجمع این موجودات بر روی تور قفس سبب تنگ و یا مسدود شدن منافذ آن شده و تبادل آب و مواد معلق بین فضای قفس و محیط بیرون را با مشکل مواجه می‌کند و موجب بروز استرس تنفسی در ماهیان می‌شود که در چنین شرایطی توری قفس باید تعویض گردد (شکل ۱۱) (Masser, 2008; Bloecher *et al*., 2013). عوامل محیطی چون دما، مواد مغذی و ساعات نوری تاثیر مثبت بر فرآیند تجمع بیوفولینگ بر تور قفس‌های دریایی دارند (Comas *et al*., 2021). مطالعات انجام شده در دریای خزر نشان داده است که دما اصلی‌ترین عامل در تجمع موجودات چسبنده بر روی تور قفس است. مهم‌ترین بیوفولینگ‌های شناسایی شده در دریای خزر بارناکل (*Amphibalanus improvises*)، باکتریها (سودوموناس، باسیلوس، ویبریو، سیتروباکتر، انتروباکتر، فلاووباکتریوم اسینتوباکتر و میکروکوکوسها)، و ماکروجلبکها

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]



شکل ۱۱ : تجمع بیوفولینگ و گرفتگی منافذ تور(راست) و تعویض تور(چپ)

(کلادوفورا) بودند (صفری، ۱۳۹۶؛ گلی نیا و نصرالهی، ۱۳۹۶).

۱۰ - شکارچیان: عوارض مستقیم و غیر مستقیم ناشی از حضور و حمله شکارچیان شاید از مهمترین زیان‌های پرورش ماهی در قفس است. قفس پرورش ماهی یکی از جذاب‌ترین مکان‌ها برای شکارچیان است و اجتناب و یا به حداقل رساندن مواجهه با شکارچیان یکی از معیارهای اصلی انتخاب محل احداث قفس است. پرندگان و پستانداران دریایی معمولا اصلی‌ترین شکارچیان ماهیان پرورشی در قفس هستند. بروز استرس ناشی از حضور این موجودات و یا آسیب‌هایی که به ماهیان در اثر حمله آنها ایجاد می‌شود می‌تواند گله مورد حمله را در معرض عفونت و بیماری‌هایی باکتریایی ناشی از عوامل فرصت طلب میکروبی در آب دریا قرار دهد (Price and Beck-Stimpert 2014). یکی از روش‌های محافظت ماهیان پرورشی در قفس دردریای خزر استفاده از پوششهای توری مناسب برای ممانعت از شکار ماهیان توسط پرندگان دریایی است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: نمایی از تجمع پرندگان دریایی در اطراف قفسهای شناور در دریای خزر و روش محافظت ماهیان از شکار آنها

نتیجه گیری

حفظ سلامت و پیش‌گیری از بروز تلفات ماهیان قزل‌آلای پرورشی در قفس مهم‌ترین نتیجه عملکرد مدیریت پرورشی و بهداشتی است. در شرایط قفس، بروز و شدت بیماری‌های عفونی کاملا به کیفیت آب و خوراک ماهیان بستگی دارد. باید توجه داشت برخلاف آبزی پروری در آب شیرین، مدیریت پارامترهای محیطی و ایمنی زیستی در شرایط پرورش ماهی در قفس فراهم نیست. به همین دلیل مطالعه اولیه در خصوص توپوگرافی، شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب، شکوفایی جلبکی وآلاینده‌ها از نکات اولیه برای انتخاب محل استقرار قفس است. در کنار اینها عواملی چون شکل و نوع قفس نیز با توجه به عادات رفتاری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از دیگر عوامل موثر بر سلامت و کاهش استرس بر ماهیان است. غذای مصرف نشده و مدفوع ماهیان پرورشی منبع مغذی برای ماهیان وحشی بوده و مهم‌ترین ابزار جذب آنها به سمت قفس است. این در حالی است که با بروز بیماری، مدفوع و ترشحات ماهیان مهم‌ترین منبع انتشار عفونت در ماهیان وحشی و محیط دریا است. بروز بیماری‌های عفونی در

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

بین ماهیان وحشی که به عنوان میزبان حساس یا مقاوم شناسایی نشده‌اند مشکلات زیادی را در مسیر شناسایی کانون عفونت، روش‌های تشخیص بیماری و روند مطالعه اپی‌زئولوژی بیماری ماهیان پرورشی در قفس ایجاد می‌کند. به همین دلیل اطمینان از سلامت ماهیان قبل از معرفی به قفس در وزن مناسب، استفاده از جیره غذایی با کیفیت، واکسیناسیون و استفاده از گله‌های SPF از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به عبارت دیگر اقدامات امنیت زیستی و مدیریت بهداشتی باید از زمان مرحله هچری و تولید بچه ماهی تا زمانی که ماهیان به وزن مناسب برای معرفی به قفس میرسند اعمال گردند. بنابراین به نظر می‌رسد برای داشتن یک پرورش مناسب در قفس ضروری است تا یک هماهنگی جدی در مدیریت بهداشتی مزارع پشتیبان که تامین‌کننده قزل‌آلا پرورشی در قفس هستند و سایت‌های قفس در دریای خزر در خصوص رعایت پروتکل‌های مدیریت بهداشتی و پرورشی به‌وجود بیاید تا با کم‌ترین تلفات و خطر انتقال بیماری بیشترین تولید حاصل گردد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری نماییم.

منابع

۱. اخلاقی، م.، کشاورزی.م.، ۱۳۸۱. وقوع استرپتوکوکوزیس در مزارع پرورش قزل‌آلای استان فارس. مجله تحقیقات دامپزشکی ایران، دانشگاه شیراز، ۳ (۲)، ۱۹۰ – ۱۸۳.

۲. پرچمی، ع.، کبوتری، ج.، محبی، ع.، پویاپور، و.، ۱۴۰۱. اثرعصارهی آبی پاناکس جینسنگ (*Panax ginseng*) برویژگیهای هیستومورفومتریک کبدوبرخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون درقزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله توسعه آبزی پروری، ۱۶(۴)، ۴۹ – ۳۷.

۳. حافظیه، م.، فارابی، س.م.و.، ۱۳۹۷. تعیین عوامل موثر بر قیمت بر قیمت تمام شده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفسهای دریای استان مازندران. مجله علمی شیلات ایران، ۲۷ (۵)، ۱۸ – ۱۱.

۴. دریانبرد، غ.، فارابی، س.م.و.، فضلی، ح.، متین فر، ع.، غرّاء، ک.، ۱۳۹۶. جانمایی مکان های مناسب برای استقرار قفس های پرورش ماهیان در آب های ایرانی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۲۶ (۳)، ۱۶۹ – ۱۵۹.

۵. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۹۹ – ۱۳۹۴.، ۱۴۰۰، سازمان شیلات ایران.

۶. صفری، ر.، ۱۴۰۰. ارائه روش بیولوژیک به منظور مبارزه با موجودات مزاحم درقفس های دریایی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، شماره ثبت۵۲۹۰۱.

۷. فارابی، س. م.و.، ۱۳۹۶. مطالعه جامع اکوسیستم منطقه جنوبی دریای خزر با هدف استقرار قفس و و توسعه آبزی‌پروری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، شماره ثبت۵۱۹۰۱.

۸. فارابی، س. م.و.، ۱۳۹۷. ارزیابی اثرات زیست محیطی پرورش ماهی در قفس شناور در منطقه جنوبی دریای خزر (استان مازندران)، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، شماره ثبت۵۱۹۰۱.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

۹. فارابی، س. م.و.، الف۱۳۹۹. بررسی اثر تراکم ذخیره ماهی (قزل‌آلای رنگین‌کمان) در قفس شناوربر عملکرد رشد و تولید نهایی در جنوب دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، شماره ثبت ۵۳۹۷۰.

۱۰. فارابی، س. م.و.، ب۱۳۹۹. آبزی پروری دریایی در شمال کشور ایران، منطقه جنوب دریای خزر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، شماره ثبت ۵۹۲۴۰.

۱۱. فارابی، س. م.و.، صفری، ر.، حسین زاده صحافی، ه.، ۱۳۹۸. ارتقاء تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان در قفس شناور با روش افزایش تراکم ماهی در ذخیره سازی اولیه در سواحل جنوبی دریای خزر. مجله آبزیان دریای خزر، سال ۴(۳)، ۱، ۳۹ – ۳۰.

۱۲. قراگزلو، م.، قاجاری، ا.، عبدی، ک.، صیفوری، پ.، فلاح مهرآبادی، م.ح.، شهبازیان، ن.، ۱۳۹۶. بررسی علائم بالینی و کالبدگشایی (پاتولوژی ظاهری) بیماری سپتی‌سمی خونریزی دهنده (VHS) در ماهیان قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mikiss*) در ایران (۱۳۹۴ – ۱۳۹۲). مجله علمی شیلات ایران، ۲۶ (۵)، ۱۳۰ – ۱۲۱.

۱۳. قیاسی. م، زاهدی. آ، خوشباور رستمی. ح.ع.، ۱۳۷۹، بروز اپیدمی استرپتوکوکوزیس (*Streptococcosis*) در ماهیان مولد قزل‌آلای رنگین‌کمان، اولین همایش بهداشت و بیماریهای آبزیان، ۲۷ – ۲۵ بهمن، اهواز، ۵۲.

۱۴. گلی نیا، پ و نصرالهی، ع .، ۱۳۹۱ . اثر سطح بستر بر جوامع چسبنده زیستی سواحل جنوب غربی دریای خزر فصلنامه علوم محیطی، ۱۵، ۱۲۷-۱۱۱ .

۱۵. نصراله زاده ساروی، ح.، واحدی، ف.، نصراله تبار. ع.، مخلوق، م.، افرایی، م.ع.، فارابی، س.م.و.، پورنگ، پ.، ۱۳۹۵. بررسی کیفیت آب و سطح تروفیکی حوزه جنوبی دریای خزر با هدف امکان پرورش ماهی در قفس و توسعه آبزی پروری دریایی. مجله آبزیان دریای خزر، سال اول، شماره ۳، ۳۷ – ۲۵.

16. Adel, M., Babaalian Amiri, A.,Dadar, M.,Breyta, R., Kurath, G., Laktarashi, B., Ghajari, A., 2015. Phylogenetic relationships of Iranian infectious hematopoietic necrosis virus of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) based on the glycoprotein gene. Archives of Virology, 16(3), 57-63.
17. AFS-FHS (American Fisheries Society-Fish Health Section), 2007. FHS Blue Book: Suggested Procedures for the Detection and Identification of Certain Finfish and Shellfish Pathogens, Edition. AFS-FHS, Bethesda, Maryland
18. Akbulut, B, Şahin, T., Aksungu N., Aksungur, M., 2002. Effect of initial size on growth rate of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in cages on the Turkish black sea coast. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2, 133-136.
19. Akhlaghi, M. and Hosseini, A., 2007. First report on the detection of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) by RT-PCR in rainbow trout fry cultured in Iran. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists. 27(5), 205-210.
20. Akhlaghi M., and Sharif Yazdi, H., 2008. Detection and identification of virulent Yersinia ruckeri the causative agent of enteric red mouth disease in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cultured in Fars province, Iran. Iran Journal Veterinary Resarche, 9(4), 347–352.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

Trigoso, D.I.,Rojas Briceño, N.B., 2020. Land suitability for sustainable aquaculture of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Molinopampa (Peru) based on RS, GIS, and AHP. International Journal Geo-Information, 9, 28.
31. Comas, J., Parra, D., Balasch, J.C., Tort, L., 2021. Effects of fouling management and net coating strategies on reared gilthead sea bream juveniles. Animals, 11, 734.
32. Cruz, M., 2014. Influence of solar UV radiation on ectoparasitism in salmonids, Seventh International Conference on Sea Lice (News published on 01/04/2008 www.aqua.cl).
33. Dikel, S., Öz, M., Özşahinoğlu, I., 2015. Cage culture potential of rainbow trout in Seyhan dam lake, Conference: 1 st International Conference on Engineering and Natural SciencesAt: Skopje Macedonia, Vol 1, 99.
34. Dmitry, A, 2013. Effect of water quality on rainbow trout performance, Bachelor's Thesis, Mikkelin Univesity.
35. Erkinharju, T., Dalmo, R.A., Hansen, M., Seternes, T., 2020. Cleaner fish in aquaculture: review on diseases and vaccination. Reviews in Aquaculture, 13(1), 189-237.
36. FAO, The State of World Fisheries and Aquaculture, 2018. Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
37. Fallahi R, Soltani M, Kargar R, Zorriehzahra M, Shchelkunov I, Hemmatzadeh F, Nouri A., 2003. Isolation and identification of the infectious haematopoietic necrosis virus (IHNV)-like agent from farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from Iran. Archives of Razi Institute, 12, 37–45.
38. Farabi, S.M.V., Golaghaei Darzi, M., Sharifian, M., Nasrollahzadeh Saravi, H., 2021. Nitrogen and phosphorus loading values in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farming system in marine floating cage in the Southern Caspian Sea. Journal of Aquaculture and Marine Biology, 10(3), 103–106.
39. Fiordelmondo, E., Magi, Mariotti, F., Rigers Bakiu, R., Roncarati, A., 2020.
21. Alinezhad, S., Faridi, M., Falahatkar, B, Nabizadeh, R., Davoodi, D., 2017. Effects of nanostructured zeolite and aflatoxin B1 in growth performance, immune parameters and pathological conditions of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Fish and Shellfish Immunology, 70, 648-655.
22. Al-Ghelani, H.M., AlKindi, A.Y.A., Amer, S., Al-Akhzami, Y.K., 2005. Harmful algal blooms: physiology, behavior, population dynamics and global impacts- a review. Sultan Qaboos University Scientific Journals, 10, 1-30.
23. Arechavala-Lopez, P., Sanchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J.T., Mladineo, U.I., 2013. Reared fish, farmed escapees and wild fish stocks a triangle of pathogen transmission of concern to Mediterranean aquaculture management. Aquaculture Environment Interactions, 3, 153–161
24. Bergheim, A., 2012. Recent growth trends and challenges in the Norwegian aquaculture industry. Latin American Journal of Aquatic Research, 40(3), 800-807.
25. Benetti, D.D., Benetti, G., Rivera, J.A., Sardenberg, B., O'Hanlon, B., 2010. Site selection criteria for open ocean aquaculture. Marine Technology Society Journal, 44(3), 22-35.
26. Beveridge, M.C.M., 2004, Cage Aquaculture, 3 th Edition, Blackwell Publishing Ltd, UK.
27. Bloecher, N., Olsen, Y., Guenther, J., 2013. Variability of biofouling communities on fish cage nets: A 1-year field study at a Norwegian salmon farm. Aquaculture, 416-417, 302-309.
28. Boerlage, A.S., Ashby, A., Herrero, A., Reeves, A., Gunn, G.J., Rodger, H.D., 2020. Epidemiology of marine gill diseases in Atlantic salmon (*Salmo salar*) aquaculture: a review. Reviews in Aquaculture, 12, 2140–2159
29. Bugrov, L.,Yu., Y., 1992. Rainbow trout breeding in the submersible cages used offshore oil platforms. Aquaculture Elsevier Science publishers B. V. Amsterdam.100 (1-3), 169.
30. Calle, C.R., Yunis, Salas López, R., Oliva Cruz,S.M., Castillo, E.B., Silva López, J.O.,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

aquaculture. Reviews in Aquaculture,13, 836–852.
49. Hoseini, S.M., Ahmad Khan, M., Yousefi, M., Costas, B., 2020a. Roles of arginine in fish nutrition and health: insights for future researches. Reviews in Aquaculture, 12(4), 2091-2108.
50. Igboeli,O.O., Burka, J.F., and Fast, M.D., 2014. Lepeophtheirus salmonis: a persisting challenge for salmon aquaculture. Animal Frontiers, 4(1), 22 – 32.
51. Johansson, D., Juell, J.E., Oppedal, F., Stiansen, J.E., Ruohonen, K., 2007. The influence of the pycnocline and cage resistance on current flow, oxygen flux and swimming behavior of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in production cages. Aquaculture, 265, 271–287.
52. Johansen, L.H., Jensen, I., Mikkelsen, H., Bjørn, P.A., Jansen, P.A.,Bergh Ø., 2011. Disease interaction and pathogens exchange between wild and farmed fish populations with special reference to Norway. Aquaculture, 315, 167–186.
53. Kim, W.S., Kong, K.H., Oh, M.J., 2017. Stomach distension syndrome of seawater farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Korean Journal of Ichthyology, 29(1), 75-79.
54. Kiron, V., 2012. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. Animal Feed Science and Technology, 173, 111– 133.
55. Krkošek, M., 2017. Population biology of infectious diseases shared by wild and farmed fish. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 74, 620–628.
56. Li, P., Yin, Y.-L., Li, D., Woo Kim, S., Wu, G., 2007. Amino acids and immune function. British Journal of Nutrition 98, 237–252.
57. Lima, A.F., de Oliveira, H.J.B., Pereira, A.S., Sakamoto, S.S., 2020. Effect of density of fingerling and juvenile pirarucu during transportation on water quality and physiological parameters. Acta Amazonica, 50(3), 223–231.
58. Manuel, R., Boerrigter, J., Roques, J., Van Der Heul, J., Van Den Bos, R., Flik, G., Van De Vis, H., 2014. Stress in African catfish (*Clarias gariepinus*) following Improvement of the water quality in rainbow trout farming by means of the feeding type and management over 10 years (2009–2019), Animals, 10, 1541.
40. Folkedal, O., Stien, L.H., Nilsson, J., Torgersen, T., Fosseidengen, E. J., and Oppedal, F., 2012. Sea caged Atlantic salmon display size-dependent swimming depth. Aquatic Living Resources, 25, 143–149.
41. Gatica, M.C., Monti, G.E., Knowles, T.G., Warriss, P.D. and Gallo, C.B., 2010. Effects of commercial live transportation and preslaughter handling of Atlantic salmon on blood constituents. Archivos de Medicina Veterinaria, 42,73–78.
42. Gohari, M., Sharifiyazdi, H. and Akhlaghi, M., 2010. Detection of *Yersinia ruckeri* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry tissues, using bacterial culture, simple PCR and nested PCR. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists, 30(5), 177 – 184.
43. Grøttun, J.A. and Beveridge, M., 2005. A review of cage aquaculture: northern Europe, Cage aquaculture – Regional reviews and global overview, pp. 126–154.
44. Gudding, R., Lillehaug, A. and Evensen, Ø., 2014. Fish Vaccination. John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, UK.
45. Halwart, M., Soto, D. and Arthur, J. R., 2007. Cage aquaculture, Regional reviews and global overview, FAO, Fisheries Technical Paper, 498.
46. Haghighi Khiabanian Asl, A., Bandehpour, M., Sharifnia, Z., Kazemi, B., 2008. Diagnosis of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) in Iranian rainbow trout aquaculture by pathology and molecular techniques, Bulletin- European Association of Fish Pathologists, 28(5),170-175.
47. Hasim, H., Koniyo, Y.; Kasim, F., 2017. Suitable location map of floating net cage for environmentally friendly fish farming development with geographic information systems applications in lake Limboto, Gorontalo, Indonesia. AACL Bioflux, 10, 254–264.
48. Havas, M., Folkedal, O., Oppedal, F., 2021. Fish welfare in offshore salmon

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

overland transportation. Fish Physiology and Biochemistry, 40(1), 33–44.

59. Martinez, G.M., Baron, M.P. and Bolker, J.A., 2007, Skeletal and pigmentation defects following retinoic acid exposure in larval summer flounder, Paralichthys dentatus. Journal of the World Aquaculture Society, 38,353–366.
60. Martins, C.I.M., Galhardo, L., Noble, C., Damsgård, B., Spedicato, M.T., Zupa, W., Beauchaud, M., Kulczykowska, E., Massabuau,J.C., Carter, T., Planellas, S.R.,Kristiansen, T., 2012. Behavioural indicators of welfare in farmed fish. Fish Physiology and Biochemistry, 38,17–41.
61. Masser, M.P., Bridger, C.J., 2007. A review of cage aquaculture: North America, In M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (eds). Cage aquaculture – Regional reviews and global overview, pp. 102–125. FAO Fisheries Technical Paper. No. 498. Rome, 241 pp.
62. Masser, M., 2008. What is cage culture. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No. 160.
63. Mente, E., Graham J. Pierce, G.J., Begoñ Santos M., Neofitou, C., 2006. Effect of feed and feeding in the culture of salmonids on the marine aquatic environment: a synthesis for European aquaculture. Aquaculture International, 14, 499–522.
64. Modra, H., Palikova, M., Hyrsl, P., Bartonkova, J.,Papezikova, I., Svobodova, Z., Blahova, J., Mares, J., 2020. Effects of trichothecene mycotoxin T-2 toxin on haematological and immunological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Mycotoxin Research. 36(3), 319-326.
65. Motalebi, A.A., Ardalani, K. and Jamili, S., 2008. Effect of temperature on the produced aflatoxins in the rainbow trout feed in West Azerbaijan Province. Journal of Fisheries and Aquatic Science 3, 392–397.
66. Nasrollahzadeh, H.S., Makhlough, A., Pourgholam, R., Vahedi, F., , A., Foong, S.Y., 2011. The study of *Nodularia spumigena* bloom event in the southern Caspian Sea. Applied Ecology and Environmental Research, 9(2), 141-155.
67. Ozório, R.O.A., Kopecka-Pilarczyk, J., Peixoto, M.J., Lochmann, R. Santos, R.J.,Santos, G., Weber, B., Calheiros, J., Ferraz-Arruda, L., Vaz-Pires, P., Gonçalves, J.F.M., 2015. Dietary probiotic supplementation in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared under cage culture production: effects on growth, fish welfare, flesh quality and intestinal microbiota. Aquaculture Research,47(9), 2732-2747.
68. Pacitti, D., Lawan, M.M., Feldmann, J., Sweetman, J., Wang, T., Martin, S.A., Secombes, C.J., 2016. Impact of selenium supplementation on fish antiviral responses: a whole transcriptomic analysis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed supra nutritional levels of Sel-Plex®. BMC, Genomics, 17,116.
69. Pourgholam, R., Laluei, F., Saeedi, A. A., Zahedi, A., Safari, R., Taghavi, M. J., Nasrollhzadeh Saravi, H., Pourgholam, H., 2011. Distribution and Molecular identification of some causative agents of streptococcosis isolated from farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) in Iran. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 10(1), 109-122.
70. Price, C.S. and J.A. Morris, J., 2013. Marine Cage Culture and the Environment: Twenty-first Century Science Informing a Sustainable Industry. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 164. 158 pp.
71. Price, C.S. and Beck-Stimpert, J., 2014. Best Management Practices for Marine Cage Culture Operations in the U.S. Caribbean. GCFI Special Publication Series, Number 4. 52 pp
72. Puertollano, M.A., Puertollano, E., Álvarez De Cienfuegos, G., De Pablo, M.A., 2008. Dietary lipids, modulation of immune functions, and susceptibility to infection. Nutritional Therapy and Metabolism, 26, 97–108.
73. Ramzanpour, Z., Sattari, M., Imanpour Namin, J., Chobian, F., Halajian, A., 2014. Histopathological changes in liver and gill of *Acipenser persicus* fry in short term exposure to *Nodularia spumigena* . Caspian Journal of Environmental Sciences, 12(2), 722-782.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

acclimated to reduced seawater salinities. Aquatic Toxicology, 160, 39–56.
83. Soltani, M., Fadaii Fard, F., Mehrabi, M.R., 1999. First report of yersiniosis-like infection in Iranian farmed rainbow trout. Bulletin- European Association of Fish Pathologists, 19(4), 173 – 176.
84. Soltani, M., Rouholahi, S., Ebrahimzadeh Mousavi,H.A., Abdi, K, Zargar, A.and Mohamadian, S., 2014, Genetic diversity of Infectious Pancreatic Necrosis Virus (IPNV) in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Iran. Bulletin-European Association of Fish Pathologists, 34(5), 155 – 164.
85. Southgate, P., 2007, Welfare of fish during transport, Fish welfare, Edi Branson, E., black well, UK, 185 – 216.
86. Staurnes, M., Andorsdottir, G. Sundby, A., 1990. Distended, water-filled stomach in sea-farmed rainbow trout. Aquaculture, 90, 333-343.
87. Stevenson, P., 2007. Closed waters: the welfare of farmed Atlantic salmon, Rainbow trout, Atlantic cod & Atlantic halibut, World Society for the Protection of Animals, pp 80.
88. Tafalla, C., Bøgwald, J., Dalmo, R.A., 2013. Adjuvants and immunostimulants in fish vaccines: Current knowledge and future perspectives. Fish and Sellfish Immunology, 35(6), 1740-50.
89. Tan, Z., Komar, C., Enright, W. J., 2007. Health management practices for cage culture in Asia – a key component for sustainability, https://thefishsite.com
90. Treasurer, J.W., Hannah, F., Cox, D., 2003. Impact of a phytoplankton bloom on mortalities and feeding response of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, in west Scotland. Aquaculture, 218, 103– 113.
91. Tveteras, R., Nystoyl, R., Jory, D. E., 2019. GOAL 2019: global finfish production review and forecast, www.aquaculturealliance.org
92. Vijayan, K.K., Rajendran, K.V., Sanil, N.K. Alavandi, S.V., 2015. Fish health management in cage aquaculture, prociding of 5th International symposium on cage aquaculture in Asia, 94 -103.
74. Raynard, R.S., Wahli, T., Vatsos, I., Mortensen, S., 2007. Review of disease interaction and pathogen exchange between farmed and wild finfish and shellfish in Europe. Marine Scotland Science, Aberdeen. www. revistaaquatic. com/ DIPNET/
75. Ren, Y., Men, X., Yu, Y., Li, B., Zhou, Y., Zhao, C., 2022. Effects of transportation stress on antioxidation, immunity capacity and hypoxia tolerance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Reports, 22, 100940
76. Rodger, H.D., 2016. Fish Disease Causing Economic Impact in Global Aquaculture in: A. Adams, (ed.), Fish Vaccines Advances in Infectious Diseases, Birkhäuser. Springer Basel. 1-34
77. Romalde J.L., Ravelo,C., Valdés, I., Magariños, B., de la Fuente, E., San Martín, C., Avendaño-Herrera, R., Toranzo, A.E., 2008. *Streptococcus phocae*, an emerging pathogen for salmonid culture. Veterinary Microbiology, 27(130), 198-207.
78. Rørvik, K.A., Skjervold, P.O., Fjaera, S.O and Steien, S.H., 2000. Distended, water filled stomach in seawater farmed rainbow trout (*Oncorhunchus mikiss*) provoked experimentally by osmoregulatory stress. Journal of Fish Diseases, 23, 15 – 18.
79. Scott, D.C.B., Muir, J.F., 2000. Offshore cage systems: A practical overview. In : Muir, J. (ed.), Basurco, B. (ed.) . Mediterranean offshore mariculture. Zaragoza : CIHEAM, 7 9 -89.
80. Sellner, K.G., Doucette, G.J., Kirkpatrick, G.J., 2003. Harmful algal blooms: causes, impacts and detection. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 30, 383–406.
81. Shinde, K.P., Kumar Gupta, S., 2016. Production and management of specific pathogen free and gnobiotic animals. Rashtriya Krishi, 11(1), 47-50.
82. Sinha, A.K., Rasoloniriana, R., Dasan, A.F., Pipralia, N., Blust, R., Boeck, G.D.Ja.T., 2015. Interactive effect of high environmental ammonia and nutritional status on ecophysiological performance of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]

93. Woo, P.T.K., Bruno, D.W., 2014. Diseases and disorder of finfish in cage culture, 2nd Ed, CABI, Boston, USA.
94. Wynne, F., 2015, Winter culture of caged rainbow trout in the South. 1- 6 http://aquaculture.ca.uky.edu
95. Yang, S., Yan, T., Wu, H., Xiao, Q., Fu, H.M., Luo, J., Zhou, J., Zhao, L.L., Wang, Y., Yang, S.Y., Sun, J.L., Ye, X., Li, S.J., 2017. Acute hypoxic stress: Effect on blood parameters, antioxidant enzymes, and expression of HIF-1alpha and GLUT-1 genes in largemouth bass (*Micropterus salmoides*). Fish and Shellfish Immunology. 67, 449–458.
96. Zorriehzahra, M.J., Kakoolaki, S., Mehrabi, M.R., Sepahdari, A., Ghasemi, M.,Yarmohammadi, M., Ghiasi, M., 2019. Identification of some health indicators related to OIE notifiable viral diseases in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) based on the strategic plan for producing Specific Pathogen Free (SPF) broodstock in Iran. Iranian Journal of Aquatic Animal Health, 5(1), 71-82.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1402.17.3.4.7]
[DOI: 10.22034/17.3.63]