مقاله پژوهشی
نشریه علوم آبزی پروری

Research Article
www.aquaculturesciences.ir

اثرات توسعه مزارع کوچک مقیاس پرورش ماهیان خاویاری بر کیفیت پساب منطقه (مطالعه موردی: مزارع پرورش ماهیان خاویاری در شهرستان آستارا و تالش)

حبیب حسین پور رودسری[1]، سید مسعود منوری*[1]، حسین خارا[2]، بهروز بهروزی راد[3]

[1]گروه منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
[2]گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.
[3]سازمان حفاظت محیط زیست ایران، تهران، ایران.
*نویسنده مسئول monavarism@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۳

چکیده

این مطالعه در مزارع پرورش ماهیان خاویاری در حاشیه سواحل دریای‌خزر در استان گیلان انجام گرفت. هدف بررسی کیفیت آب ورودی و پساب خروجی تعداد ۶ مزرعه بود. نمونه‌برداری از فروردین تا آذر ماه سال ۱۳۹۸ انجام شد. فاکتورهای کدورت به‌وسیله دستگاه کدورت‌سنج، کل موادجامد محلول به‌وسیله TDS متر، ارتوفسفات و فسفات کل به‌وسیله روش اسکوربیک اسیدآنتی مونیل تارتارات، آمونیم به‌وسیله تقطیر اولیه نسلریزاسیون، نیترات با روش احیاء کادمیوم، اکسیژن محلول با روش وینکلر، باکتری‌های کلی‌فرم به‌وسیله MPN، روغن وچربی به روش وزن‌سنجی و دیگر پارامترها با روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. در تمامی مراکز تفاوت معنی‌داری در میانگین پارامترها مشاهده شد. میانگین فسفات مزارع ۰/۰۵± ۰/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد که از استاندارد سازمان بهداشت جهانی به مراتب بالاتر بود همچنین میانگین کدورت پساب مزارع (۱/۶۰± ۲۹/۶۹ Ntu) نیز مقداری به‌مراتب بیشتر از حد استانداردهای EPA و WHO را نشان داد. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده، میانگین کل جامدات محلول در آب مقادیری به‌مراتب بیشتر از حد استاندارد سازمان بهداشت جهانی را با میانگین ۸۷/۷۰±۴۴۶۶/۰۷ (میلی‌گرم بر لیتر) نشان داد. از دیگر پارامترهای مورد توجه در بررسی حاضر میانگین تعداد باکتری‌های کلی‌فرم در پساب بود که مقادیر بالایی را نسبت به استاندارد نشان دادند. بر اساس نتایج، تصفیه پساب قبل از انتشار آن به محیط‌های آبی توصیه می‌شود که علاوه بر کاهش انتقال الودگی میکروبی، به‌حداقل رساندن خطر یوترفیکاسیون و کاهش اثرات بر سلامت موجودات آبزی را ناشی می‌شود.

واژگان کلیدی: مزارع پرورش ماهی ، ماهی خاویاری، کیفیت آب، سواحل دریای خزر

مقدمه

امروزه توسعه صنعت آبزی‌پروری در سطح جهانی توانسته سهم قابل توجهی ماهی را برای مصرف انسان تولید کند (Tawari and Abowei, 2011; FAO, 2016)، در واقع آبزی‌پروری ماهی، به‌عنوان ابزاری برای بهبود وضعیت اقتصادی مردم آسیب دیده در سطح جهانی محسوب می‌شود (Gunkel *et al.*, 2015). در حال حاضر، حدود نیمی از آبزیان تولیدی در جهان حاصل فعالیت‌های آبزی‌پروری هستند، براساس پیش‌بینی‌های سازمان فائو (FAO)، آبزی‌پروری در آینده نقش بیشتری در تأمین غذا، درآمد، اشتغال، ارزآوری و توسعهٔ پایدار روستایی در بیشتر کشورها ایفا خواهد کرد (FAO, 2012) لزوم اجرای سیاست رهایی از اقتصاد تک محصولی و تشویق صادرات غیر نفتی در شرایط ویژه کشور ما ایران باعث شده که در سال‌های اخیر توجه بسیار زیادی به توسعه آبزی‌پروری گردد. امروزه، صید بی رویه و ورود انواع مختلف آلاینده‌ها در دریاها، تعداد زیادی از گونه های ماهی مانند ماهیان خاویاری را در آستانه برخی تهدیدات مهم قرار داده است (de Mitcheson *et al.*, 2020; Nour and El-Sorogy 2020). همچنین فعالیت‌های انسانی در داخل یا اطراف دریاها منجر به نابودی زیستگاه‌های

تخم‌ریزی شده است (Foubert *et al.*, 2020). در این راستا تولید و صدور گوشت ماهیان خاویاری، در مقایسه با میزان کم آن در بازارهای داخلی با توجه به جنبه‌های ارزآوری این محصول در بازارهای بین‌المللی مورد توجه قرار گرفته است. این ماهیان به‌لحاظ استحصال خاویار، کیفیت گوشت و سایر محصولات جانبی از ارزشمندترین ماهیان اقتصادی محسوب می‌شوند و جایگاه ویژه‌ای را در تجارت جهانی محصولات آبزیان به‌خود اختصاص داده‌اند. متأسفانه صید بی‌رویه، ایجاد سدها، صنعتی‌شدن رودخانه‌ها، آلودگی و سایر عوامل روز به روز از ذخایر این ماهیان کاسته و مانع مهاجرت و تخم‌ریزی طبیعی این ماهیان شده است. افزایش روزافزون صید این ماهیان به‌خصوص در دریای خزر و در پی آن کاهش خاویار از یک طرف و افزایش جهانی تقاضای خاویار از طرف دیگر، تکثیر و پرورش این ماهیان را به خود معطوف داشته است.

فیل ماهی از اولین گونه‌های پرورشی خاویاری در ایران است که به‌دلیل داشتن سرعت رشد بالا در مقایسه با سایر گونه‌ها و همه‌چیزخوار بودن، برای پرورش معرفی شده است. آبزی‌پروری صرفاً دارای مزایای تولید غذا برای انسان نبوده (Smith *et al.*, 2010) و آثار سوء پیشرفت صنعت آبزی‌پروری می‌تواند منجر به آلودگی و بی کیفیت شدن منابع آبی شود. امروزه آلودگی آب از تخلیه فاضلاب مزارع پرورش آبزیان به منابع آبی در جهان به یک نگرانی جدی تبدیل شده است (Boyd, 2003). متأسفانه، استراتژی‌ها و دستورالعمل‌های مدیریتی همزمان با رشد صنعت آبزی‌پروری، به‌ویژه از نظر حفاظت و ارزیابی محیط زیست، توسعه و ارتقاء نیافته‌اند (Bhari and Visvanathan 2018; Lulijwa *et al.*, 2020). آب خروجی حاصل از آبزی‌پروری حاوی مقادیر زیادی از غذای اضافی (غذای خورده نشده و مواد دفعی) است (Tovar *et al.*, 2000). که پدیده پرغذایی را در اکوسیستم‌های پذیرنده به‌دنبال دارد (Crab *et al.*, 2007). مواد زائد زیادی از قبیل نیتروژن، فسفر غذاهای خورده نشده و فلور میکروبی روده ماهی که با رهاسازی به اکوسیستم‌های طبیعی باعث آلودگی، شکوفایی جلبکی و در نتیجه تغییر ساختار اکوسیستم‌های رودخانه‌ها و دریاچه‌ها را به‌دنبال دارد (Voltolina, 2004). تجزیه مواد جامد باعث افزایش آمونیاک، نیتریت، نیترات و کاهش اکسیژن محلول می‌شود که در نتیجه کاهش کیفیت آب را به همراه دارد (Fotedar, 2016). کاهش اکسیژن سبب حاکم شدن شرایط بی‌هوازی و موجب احیاء شدن رسوبات و در نتیجه تولید آمونیاک، سولفید هیدروژن و متان می‌شود که ممکن است این مواد در داخل آب منتشر شوند (Enell and Lof, 1983). در بیشتر اکوسیستم‌های آبی ، نیتروژن ماده مغذی محدودکننده است. آمونیاک یونیزه شده برای ماهی سمی ولی آمونیوم غیر سمی است. ماهی، آمونیوم اضافی را از طریق آبشش‌های خود دفع کرده و این مواد در حضور اکسیژن موجود در آب پذیرنده به نیترات و نیتریت تبدیل می‌گردد (Downing and Merkens, 1955).

Mantzavrakos (۲۰۰۷)، اثرات مزارع ماهیان دریای در خلیج آرگولیکوس (Argolikos) در یونان را روی ستون آب و رسوب مورد بررسی قرار دادند. هدف این مطالعه، بررسی کیفی و کمی اثرات یک مزرعه پرورش ماهیان دریایی به روش متراکم روی خواص فیزیکوشیمیایی آب و رسوبات بود. این مطالعه در جزیره پلاتیا واقع در یک حوضه آبی باز در قسمت خارجی خلیج آرگولیکوس در یونان انجام شد. مزرعه پرورش ماهی مورد مطالعه در این تحقیق از سال ۱۹۸۸ شروع بکار نموده است و هر ساله حدود ۳۵۰-۴۰۰ تن ماهی سیم (*Sparus auratus*) و باس دریایی اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) تولید می‌نماید. نمونه‌گیری در طی سه فصل از آگوست ۲۰۰۱ تا می ۲۰۰۲ انجام شد. در طی این مطالعه، پارامترهای اصلی فیزیکی و ژئوشیمیایی در آب و رسوبات مورد بررسی قرار گرفتند. این پارامترها شامل آمونیوم نیتروژن، فسفات و مواد جامد معلق در ستون

جدول ۱- نام و مشخصات مزارع پرورش ماهیان خاویاری

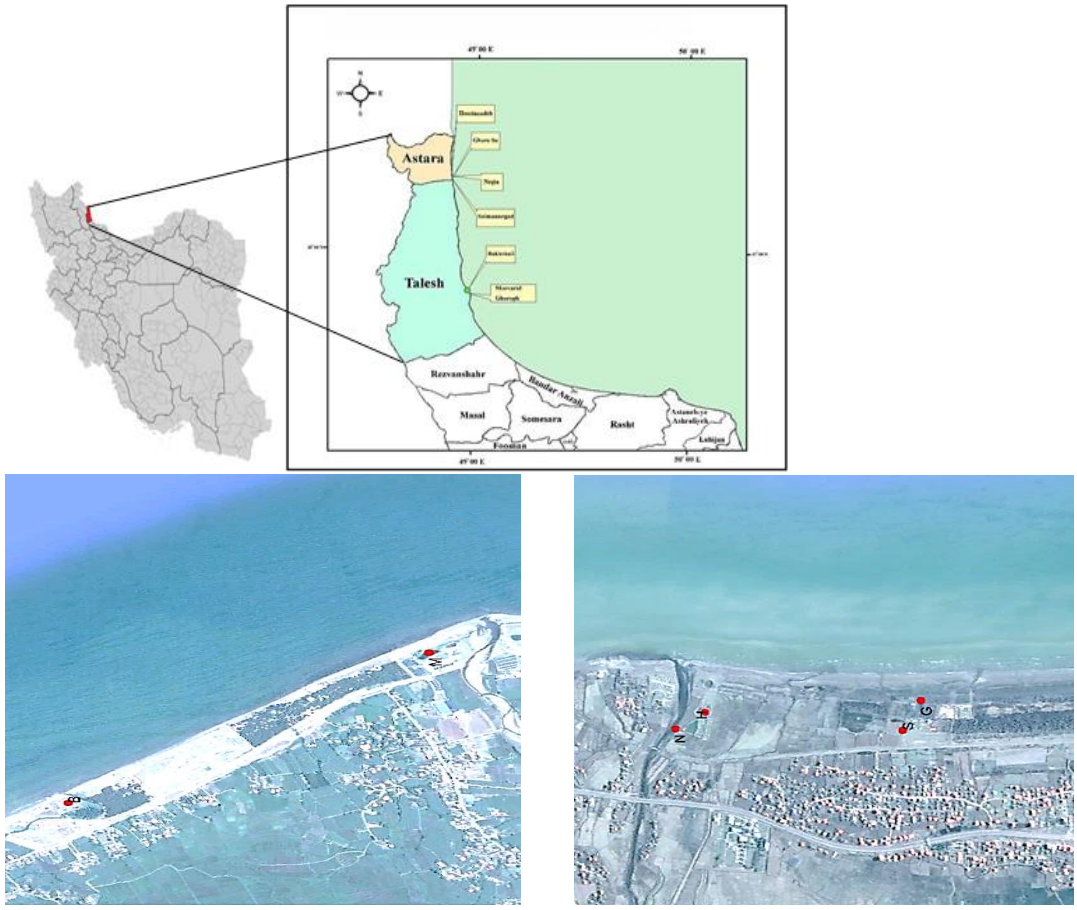
شهرستان	حرف اختصاری موقعیت در نقشه	نام مزرعه	طول شرقی (درجه)	عرض شمالی(درجه)	تعداد استخر	تولید گوشت (تن)	تولید خاویار (تن)	مساحت کل (متر مربع)	زیر بنا (متر مربع)	دبی آب دریا (لیتر بر ثانیه)
آستارا	S	سلمان‌نژاد	۴۸/۸۷۹۱	۳۸/۲۸۳۰	۶۶	۲۰	۱	۱۰۰۰۰	۴۷۰۰	۱۱۰
تالش	B	بخشایی	۴۸/۹۶۵۱	۳۷/۸۴۷۰	۶۰	۲۰	۱	۴۳۶۲	۳۰۰۰	۱۱۰
آستارا	H	حسین زاده	۴۸/۸۷۹	۳۸/۲۹۰۲	۱۰	۲۰	۱/۵	۴۷۰۰	۱۷۰۰	۱۱۰
تالش	M	مروارید قرق	۴۸/۹۷۶۱	۳۷/۸۳۴۲	۳۲	۵۰	۳	۱۱۸۵۰	۸۱۶۰	۲۰۰
آستارا	G	قره سو	۴۸/۸۸۰۴	۳۸/۲۸۲۳	۲۷	۲۰	۱/۵	۵۵۰۰	۳۰۰۰	۱۱۰
آستارا	N	نگین	۴۸/۸۷۸۳	۳۸/۲۹۱۷	۲۵	۲۰	۱/۵	۱۰۰۰۰	۹۷۰۰	۱۱۰

آب و مواد آلی، کربن آلی و فسفر (کل و معدنی) در رسوب بودند. نتایج حاصل از این مطالعه به‌وضوح نشان داد که مهمترین اثرات (افزایش غلظت مواد مغذی و آلی هم در ستون آب و هم رسوبات) در ایستگاه‌های نزدیک به مزرعه بیشتر مشاهده گردید. مقادیر بیشینه در اکثر پارامترها در طی تابستان و بهار به‌دست آمد. به هر حال، بیانگر این نکته است که اگرچه غلظت‌های اندازه‌گیری شده نمایانگر تأثیر مزرعه پرورش ماهی روی رسوبات می باشد، مقادیر آن نسبت به مقادیر گزارش شده از مطالعات مشابه انجام شده در مزارع پرورش ماهی در یونان به شکل معنی‌داری پایین‌تر است. هدف اصلی این مطالعه مقایسه کیفیت پساب مراکز پرورش ماهی خاویاری در یک دوره ۶ ماهه به‌منظور ارائه راهکارهای مدیریتی بهینه در قالب رویکردهای اصلاحی و کاهشی به موجب توسعه آبزی‌پروری پایدار با کمترین اثرات مخرب بر محیط زیست است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در فصل‌های بهار و تابستان و پاییز (۱۳۹۸) در طی ۶ ماه در مزارع پروش ماهیان خاویاری در شهرستان‌های تالش و آستارا در استان گیلان صورت گرفت (شکل ۱ و جدول۱). مساحت مزارع مورد بررسی در محدوده ۴۳۶۲ متر مربع تا ۱۰۰۰۰ متربوده است و میزان تولید گوشت این مزارع حداکثر ۵۰ تن در سال است. ماهیان مورد پرورش در مزارع مورد مطالعه بین ۱ تا ۳ تن خاویار تولید می‌کنند که ارزش تولید و پرورش این ماهیان را دو چندان می‌کند. از مهمترین ماهیان مورد پرورش می‌توان به ازون‌برون (*Acipenser stellatus*)، فیل ماهی (*Huso huso*) اشاره کرد.

جهت سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیایی یک ایستگاه در قسمت خروجی مزارع و یک ایستگاه در داخل ساحل دریای خزر انتخاب شد. نمونه‌برداری در طول دوره پرورش ماهیان خاویاری و به‌صورت ماهانه صورت گرفت. برای این منظور پس از نمونه‌برداری آب و بعد از ثبت دمای هوا و آب، شفافیت و اکسیژن محلول در منطقه نمونه‌برداری، نمونه‌های آب به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه فاکتورهایی چون اسیدیته، نیترات، آمونیوم، ارتو فسفات، مواد محلول در آب، مواد معلق در آب، اکسیژن محلول، جامدات معلق، کدورت، روغن وچربی،کلی‌فرم دفعی کل آب، کلی‌فرم دفعی انسان بر اساس روش استاندارد اندازه‌گیری می‌شوند. بدین ترتیب که کدورت به‌وسیله

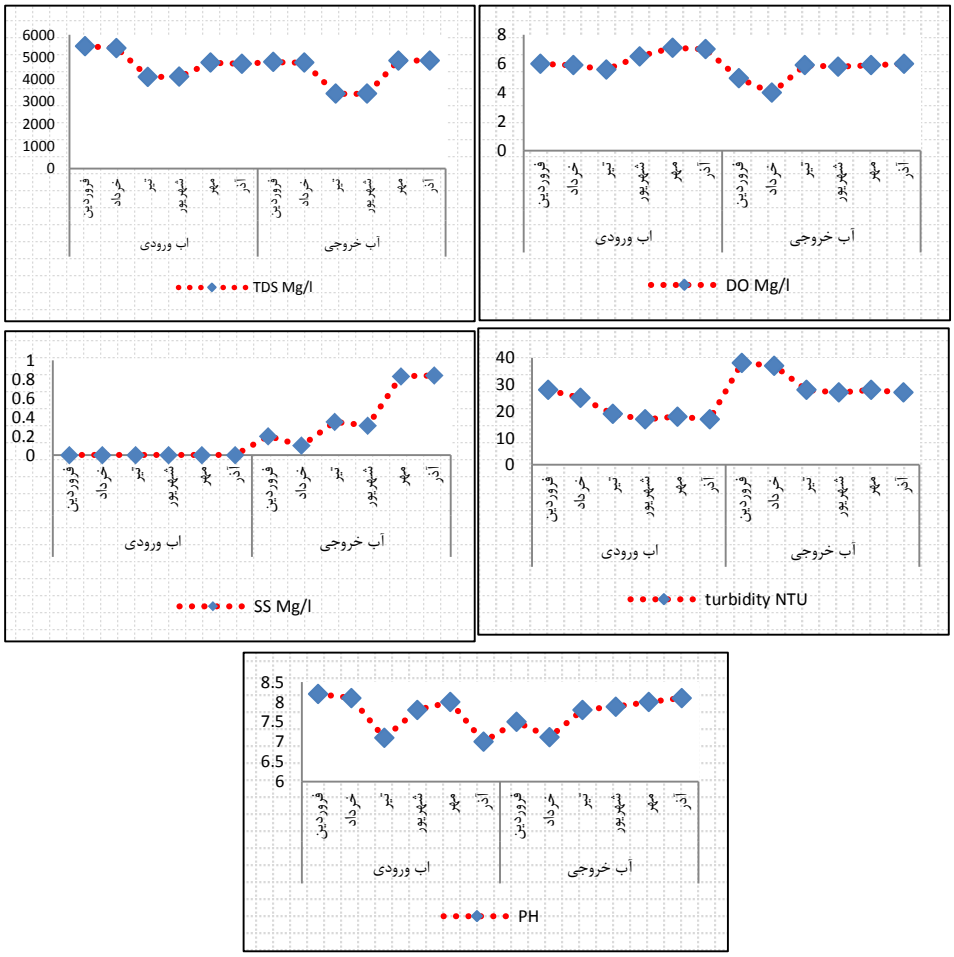


شکل ۱- موقعیت مراکز پرورش ماهیان خاویاری در حاشیه سواحل خزری.

دستگاه کدورت‌سنج، کل مواد جامد محلول به‌وسیله TDSمتر اندازه‌گیری در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد، کل مواد جامد معلق TSS متر اندازه‌گیری در دما ۱۰۳تا ۱۰۵ سانتی‌گراد، ، pH به‌وسیله pH متر، ارتو فسفات و فسفات کل به‌وسیله روش اسکوربیک اسید آنتی مونیل تارتارات، آمونیم با روش تقطیر اولیه نسلریزاسیون، نیتریت به‌وسیله روش آلفانفتیل آمین، نیترات به‌وسیله روش احیاء کادمیوم، اکسیژن محلول با روش وینکلر، کل باکتری کلی‌فرم (Total coliform)، کلی‌فرم مدفوعی (Fecal coliform) به‌وسیله تخمیر چند لوله‌ای روشMPN، کدورت به‌وسیله کدورت‌سنج، روغن وچربی به روش وزن‌سنجی اندازه‌گیری شدند. در این مطالعه برای رسم شکل‌ها و نمودارها از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد. همچنین برای مقایسه مقادیر میانگین پارامترها در ماه‌ها و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) در بستر نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ استفاده گردید.

نتایج

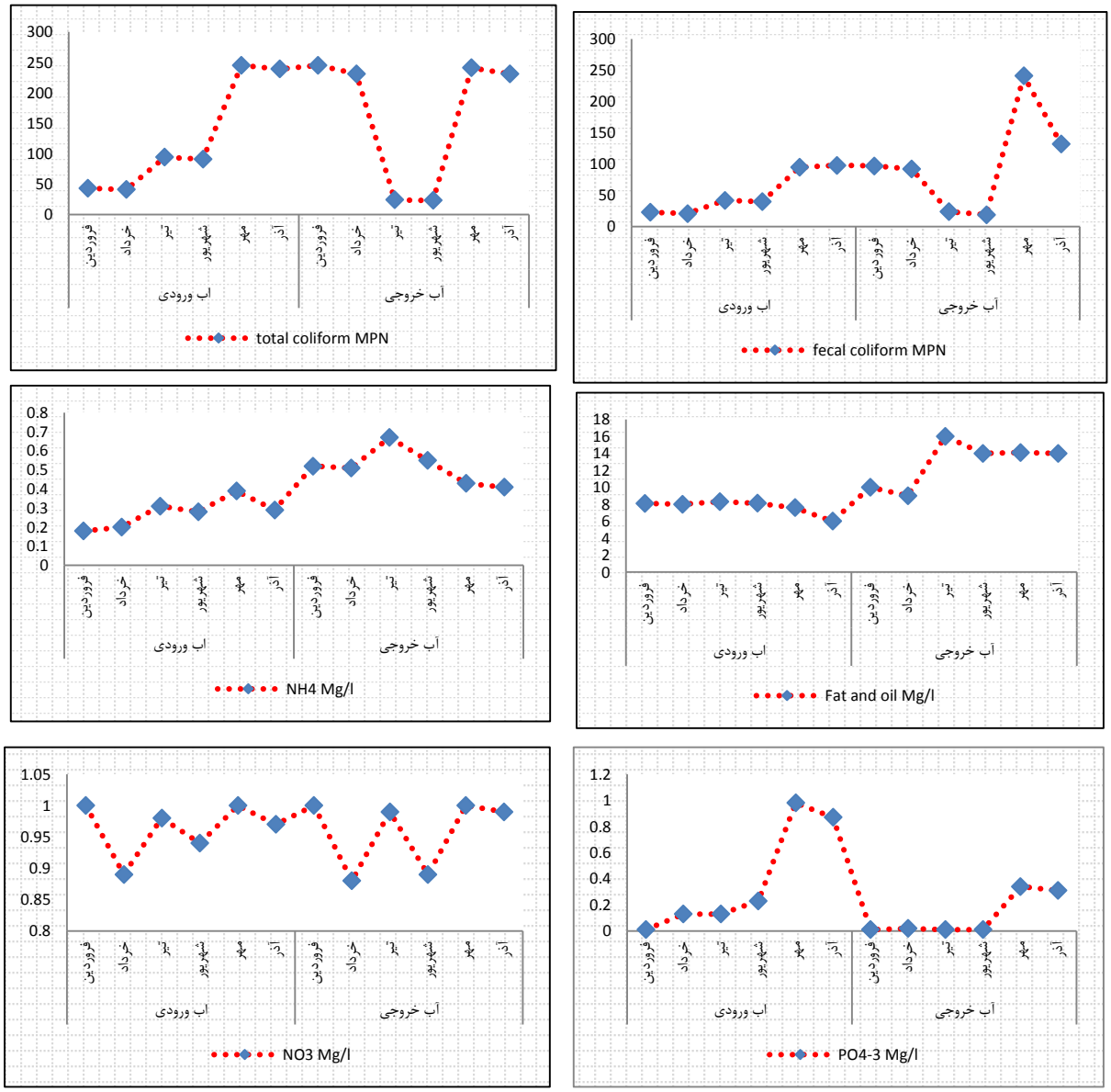
نتایج این بررسی نشان داد که معیارهای کیفی پساب در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری از سطوح متفاوتی برخوردار بودند و این تغییرات کاملاً مشهود و در برخی از موارد نیز از نظر آماری معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). نتایج میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مختلف از فروردین ماه تا آذر ماه در ورودی و خروجی آب استخرها در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. براساس بررسی‌های انجام گرفته، به‌طور کلی در بین ۶ مزرعه ماهیان خاویاری در شهرستان‌های تالش و آستارا میزان فاکتورهای کل جامدات معلق معلق، کل جامدات محلول، کدورت و



شکل ۲- نوسانات میانگین پارامترهای کیفی (اسیدیته، اکسیژن محلول، جامدات محلول و معلق و کدورت) آب ورودی و خروجی مزارع پروش ماهیان خاویاری سواحل دریای خزر.

فسفات در آب خروجی مزارع ماهیان خاویاری بیش از آب ورودی مزارع ماهیان که با توجه به نرمال نبودن داده‌ها برطبق آزمون ناپارامتریک من-ویتنی اختلاف‌ها معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$). همچنین طبق بررسی‌های انجام شده چربی، اکسیژن محلول در آب خروجی مزارع پرورش تفاوت معنی‌داری را در دوره بررسی ماهانه پرورش با آب ورودی نشان داد. در بررسی حاضر کدورت، چربی، جامدات معلق و فسفات در دوره مطالعه نرخ افزایشی را نشان دادند. کل باکتری کلی‌فرم، کلی‌فرم مدفوعی در آب خروجی و ورودی مزارع ماهیان خاویاری دارای تفاوت معنی‌دار می باشد ($P<۰/۰۵$). مقادیر میانگین محاسبه شده در مزارع مورد مطالعه در دوره زمانی ۶ ماهه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

در مقایسه میانگین پارامترهای کیفی آب خروجی مزارع با حدود استاندارد سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا همان‌طور در جدول ۲ ارائه شده است، میانگین نیترات پساب مزارع در محدوده ۰/۹۴ تا ۰/۹۶متغیر بود و از مقداراستانداردهای مورد نظر بسیار کمتر بود در حالی‌که میانگین فسفات مزارع مورد مطالعه ۰/۰۵± ۰/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد که از استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۰/۰۵) به مراتب بالاتر است. میانگین کدورت پساب مزارع مورد مطالعه (۱/۶۰± ۲۹/۶۹ Ntu) نیز مقداری به مراتب بیشتر از حد استانداردهای معرفی شده را نشان داد (۵ Ntu). با توجه به نتایج به‌دست آمده میانگین کل جامدات محلول در آب مقادیری به‌مراتب بیشتر از حد



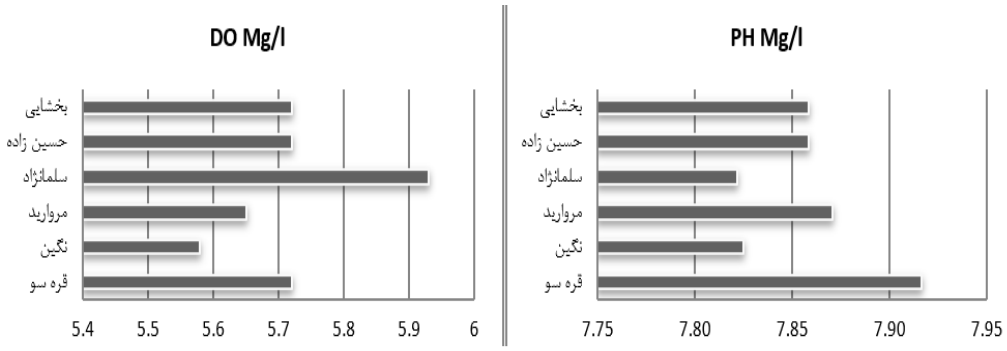
شکل ۳- نوسانات میانگین پارامترهای کیفی آب ورودی و خروجی (نیترات، آمونیوم، فسفات، چربی و روغن و باکتری‌های کلی‌فرم) مزارع پروش ماهیان خاویاری سواحل دریای خزر.

استاندارد سازمان بهداشت جهانی (۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر) را با میانگین ۸۷/۷۰±۴۴۶۶/۰۷ (میلی‌گرم بر لیتر) نشان داد. در بررسی حاضر تعداد کل باکتری‌های کلی‌فرم (با میانگین۱۰/۴۲ ± ۱۸۴/۰۴) تعداد بیشتری را در مقایسه با حد استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا نشان دادند که توجه بسیار ویژه را در خصوص مدیریت مواد زائد غذایی، دارویی و مدفوعی می‌طلبد، عدم نظارت و کنترل آن توسط سازمان‌های مسئول و عدم وجود برنامه پایش محیط زیستی خسارات سنگینی را به محیط زیست اکوسیستم پذیرنده تحمیل می‌نماید. مطابق نتایج شکل ۴ سطح اکسیژن محلول و اسیدیته در پساب مزارع نگین و مروارید مقدار کمتری را نسبت به مزارع دیگر نشان داده است و این در حالیست که در تمامی مزارع مقدار اکسیژن محلول هنوز به مرحله بحرانی نرسیده است و در سطح بالاتر از مقادیر استاندارد است که می‌توان با مدیریت اصولی جلوی بسیاری از آثار مخرب ناشی از این محدودیت را گرفت.

در مقایسه جامدات محلول در اب خروجی ایستگاه‌ها،

جدول ۲- مقایسه میانگین پارمترهای فیزیکوشیمیایی پساب خروجی مزارع پروش ماهیان خاویاری در سواحل دریای‌خزر در دوره زمانی ۶ ماهه.

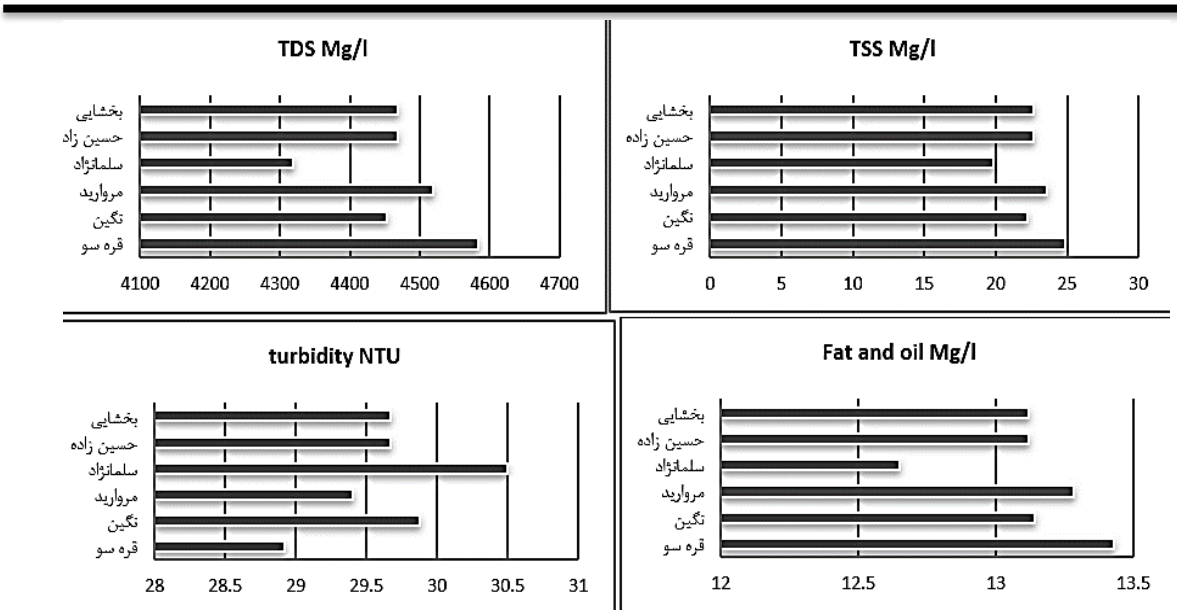
نام مزرعه	نیترات	آمونیوم	کلیفرم مدفوعی	کل باکتری کلی فرم	فسفات	کدورت	جامدات معلق	چربی	کل جامدات معلق	کل جامدات محلول	اکسیژن محلول	اسیدیته
	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	MPN	MPN	میلی گرم بر لیتر	NTU	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	میلی گرم بر لیتر	
قره سو	۰/۹۷	۰/۴۶	۱۱۶/۴۲	۱۹۸/۴۲	۰/۲۱	۲۸/۹۲	۰/۶۴	۱۳/۴۳	۲۴/۸۳	۴۵۸۴/۲۵	۵/۷۲	۷/۹۲
نگین	۰/۹۴	۰/۴۹	۱۰۸/۶۳	۱۸۲/۱۳	۰/۱۷	۲۹/۸۸	۰/۵۴	۱۳/۱۴	۲۲/۲۵	۴۴۵۳/۳۸	۵/۵۸	۷/۸۳
مروارید	۰/۹۶	۰/۴۸	۱۱۲/۵۲	۱۹۰/۲۷	۰/۱۹	۲۹/۴۰	۰/۵۹	۱۳/۲۸	۲۳/۵۴	۴۵۱۸/۸۱	۵/۶۳	۷/۸۷
سلمانژاد	۰/۹۶	۰/۵۱	۱۵۹/۳۳	۱۶۵/۳۳	۰/۱۲	۳۰/۵۰	۰/۴۸	۱۲/۶۵	۱۹/۸۳	۴۳۱۹/۰۰	۵/۹۳	۷/۸۲
حسین زاده	۰/۹۵	۰/۴۸	۱۲۴/۲۲	۱۸۴/۰۳	۰/۱۷	۲۹/۶۷	۰/۵۴	۱۳/۱۲	۲۲/۶۱	۴۴۶۸/۸۶	۵/۶۹	۷/۸۵
بخشایی	۰/۹۶	۰/۴۹	۱۲۵/۲۱	۱۸۲/۰۴	۰/۱۸	۲۹/۷۷	۰/۵۷	۱۳/۱۱	۲۲/۴۲	۴۴۵۲/۱۲	۵/۷۲	۷/۸۶
میانگین	۰/۹۶	۰/۴۸	۱۲۴/۲۲	۱۸۴/۰۴	۰/۱۷	۲۹/۶۹	۰/۵۶	۱۳/۱۲	۲۲/۶۱	۴۴۶۶/۰۷	۵/۷۰	۷/۸۶
حداکثر	۰/۹۷	۰/۵۱	۱۵۹/۳۳	۱۹۸/۴۲	۰/۲۱	۳۰/۵۰	۰/۶۴	۱۳/۴۳	۲۴/۸۳	۴۵۸۴/۲۵	۵/۹۳	۷/۹۲
حداقل	۰/۹۴	۰/۴۶	۱۰۸/۲۳	۱۶۵/۳۳	۰/۱۲	۲۸/۹۲	۰/۴۸	۱۲/۶۵	۱۹/۸۳	۴۳۱۹/۰۰	۵/۵۸	۷/۸۲
انحراف معیار	۰/۰۱	۰/۰۱۶.	۱۸/۲۹	۱۰/۴۲	۰/۵۲	۱/۶۰	۰/۰۵	۰/۲۶	۱/۶۰	۸۷/۷۰	۰/۱۲	۰/۰۳
استاندارد who	۵۰	-	۰	۰	۰/۰۵	۵	-	-	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۵	۶,۵-۸,۵
استاندارد EPA	۱۰	-	۰	۰	-	۵	-	-	۵۰۰			۸,۵
استاندارد برای حفظ حیات ابزیان	۱۳	-	۰	۰	-	۵	-	-	۵۰۰	-	۵/۵	۶,۵-۹



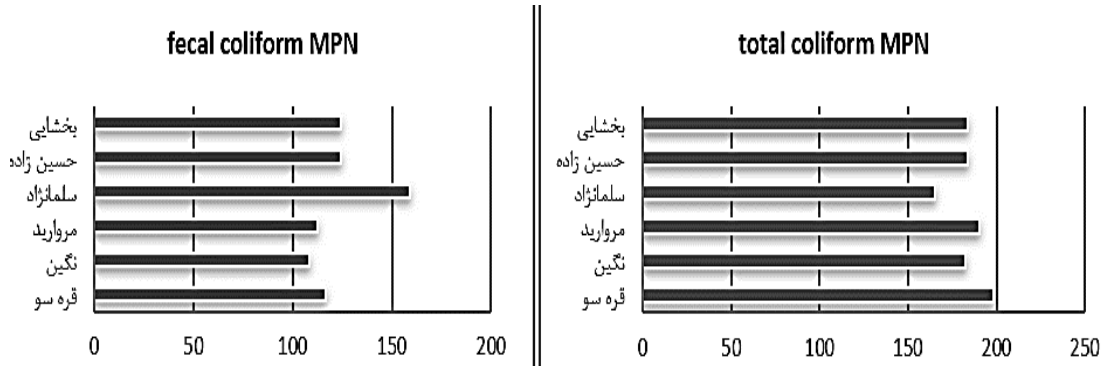
شکل ۴- مقایسه میانگین اسیدیته و اکسیژن محلول در پساب خروجی مزارع پرورش ماهی در شهرستان‌های تالش وآستارا .

بیشترین مقدار مربوط به مزارع پروش ماهی قره‌سو و مروارید بوده است که مقداری خیلی بالاتر از سطح استاندارد بهداشت جهانی را نشان داد، همچنین بیشترین سطح روغن و چربی نیز در پساب این مزرعه مشاهده شد، البته ایستگاه سلمانژاد هم در شهرستان آستارا مقدار بالایی از چربی را در پساب خود نشان داد (شکل ۵). یکی از پارامترهایی که در بررسی حاضر مقادیر نسبتاً بالایی را در تمامی مزارع در پساب نشان داده است تعداد باکتری‌های کلی‌فرم است که نسبت به سطح استاندارد که باید صفر باشد به مراتب بالاتر است، بیشترین تعداد کلی‌فرم مدفوعی در پساب مزرعه سلمانژاد و کمترین تعداد آن در پساب مزرعه قره‌سو مشاهده شد، که می‌تواند در صورت عدم مدیریت صحیح و اصولی در این زمینه آثار جبران‌ناپذیری را بر اکوسیستم‌های پذیرنده که رودخانه‌های منتهی به دریای خزر و اکوسیستم خزری است، بر جای گذارد (شکل ۶).

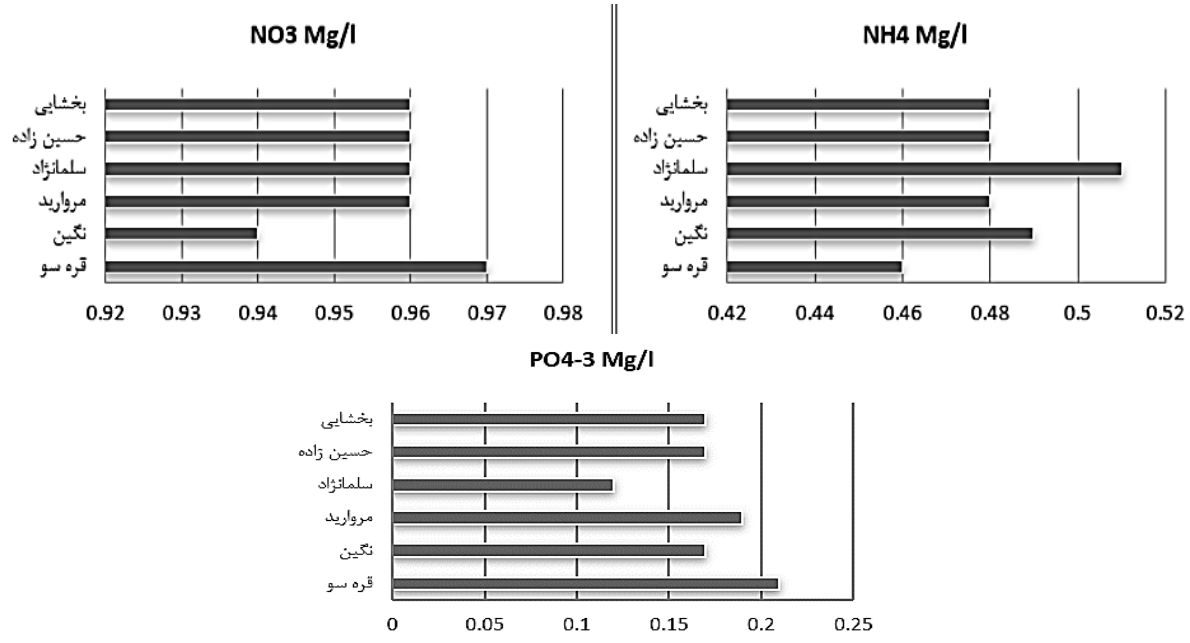
یکی از مهمترین پارامترها که در مزارع مورد بررسی در تمامی مزارع مقداری به مراتب بالاتر از سطح استاندارد را نشان داد مقدار $PO43^-$ است که



شکل ۵- مقایسه میانگین جامدات محلول ، معلق ، چربی و کدورت در پساب خروجی مزارع پرورش ماهی در شهرستان‌های تالش و آستارا. .



شکل ۶- مقایسه میانگین باکتری‌های کلی‌فرم در پساب خروجی مزارع پرورش ماهی در شهرستان‌های تالش و آستارا.



شکل ۷ - مقایسه میانگین نیترات، آمونیوم و فسفات در پساب خروجی مزارع پرورش ماهی در شهرستان‌های تالش و آستارا.

مقدار بالای آن در اکوسیستم‌های پذیرنده می‌تواند به‌عنوان یک عامل محدودکننده برای تولید کنند گان اولیه باشد (شکل ۷). به‌طور کلی داده‌های حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که نیاز است تلاش موثری با هدف کاهش ذرات آلی، مواد معلق و مواد مغذی ناشی از فعالیت‌های آبزی‌پروری در حاشیه ساحل انجام گیرد تا اثرات مخرب بر محیط زیست، به حداقل مقدار خود برسد.

بحث

امروزه با توسعه صنعت آبزی‌پروری آلودگی منابع آبی از طریق تخلیه پساب مزارع مهمترین نگرانی زیست‌محیطی به شمار می‌رود (Boyd, 2003; Samani *et al.*, 2015) و شواهد فراوانی وجود دارد که مشکلات مشابه ناشی از تخلیه آب آلوده به مواد آلی و معدنی ناشی از این صنعت به دریا را در کشورهای مختلف گزارش می‌کند (Leslie *et al.*, 2017). فعالیت‌های آبزی‌پروری با برخی تأثیرات زیست‌محیطی همراه است که برخی از آن‌ها شامل غنی شدن آب از مواد مغذی (به ازای تولید هر تن ماهی حدود نیم تن ماده جامد قابل رسوب تولید می‌شود)، آلوده شدن محیط به داروها و ضدعفونی کننده‌ها، آسیب به جمعیت ماهیان و دیگر جانوران آبزی است (Rosenthal, 1997; Esmaili Sari, 2000; Prasad *et al.*, 2019). برخی از فاضلاب‌ها به‌دلیل بالا بودن مقادیر آلاینده‌ها در صورتی که به‌طور صحیح تصفیه نشوند، می‌توانند موجب ایجاد تاثیرات مخرب جدی در محیط زیست گردند (Schulz *et al.*, 2003). اثرات کاهش اکسیژن محلول، تغییرات pH، دمای آب، و سرعت جریان آب که بر سلامت اکوسیستم تاثیرگذار است، تأثیرات مستقیم (به‌واسطه غلظت یون pH اسیدی یا بازی) و غیرمستقیم (از طریق انحلال مواد سمی در آب و یا تبدیل کیفی مواد، مانند تبدیل آمونیوم به امونیاک) (Naderijlodar *et al.*, 2006). در این مطالعه اختلاف معنی‌داری در میزان اسیدیته آب خروجی و ورودی مشاهده نشد و میانگین اسیدیته آب در محدوده خنثی تا قلیایی در نوسان بود و این در حالی است که پساب مزارع پرورش ماهی به‌دلیل تنفس ماهی، مواد غذایی و مواد دفعی عمدتاً دارای خاصیت اسیدی می‌باشند به همین دلیل، باید مورد بررسی مکرر قرار گیرند چرا که خود به‌عنوان یک عامل پایه می‌تواند باعث تشدید دیگر عوامل بحرانی گردد البته در برخی از ماه‌های مورد بررسی، اسیدیته نرخ کاهشی را به همراه داشت، مقادیر به‌دست آمده در این بررسی با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا (۸/۵) و حداکثر استاندارد آبزیان (۹-۶/۵) مطابقت دارد (EPA, 1996; WHO, 2004). محتوای میانگین کدورت پساب با آب ورودی در ماه‌های مورد مطالعه در مراکز پرورش از تفاوت معنی‌داری برخوردا بوده است و در مقایسه با استانداردهای بهداشت جهانی و حداکثر استاندارد برای آبزیان (۵ Ntu) این مقادیر به مراتب بسیار بالاتر بودند. بررسی‌های Van Heets و همکاران (۲۰۰۹)، نشان داده است که میزان کدورت این گونه پساب‌ها با میزان بارندگی مرتبط بوده و سطح بالای آن باعث کاهش کیفیت آب محیط‌های پذیرنده می‌شود. در این مطالعه مشابه بررسی‌های Maillard و همکاران (۲۰۰۵)، اختلاف میان میانگین کل جامدات محلول موجود در آب ورودی و خروجی در مراکز مورد مطالعه از نظر آماری، معنی‌دار و یک نرخ افزایشی را نشان داد که دلیل این امر را به این صورت بیان کردند که وقتی آب ورودی مورد استفاده ماهی قرار گیرد، آلوده شده مواد موجود که همان مدفوع ماهی، غذاهای در آب خروجی به صورت خورده نشده و دیگر ترکیبات می‌باشد، افزایش می‌یابد. محتوای آمونیوم آب خروجی مزارع نیز در دوره‌های مورد بررسی یک نرخ افزایشی رانشان داد که افزایش فعالیت‌های پرورشی استخر و به دنبال آن زیاد شدن تراکم ماهی موجود، همراه با استفاده از مواد غذایی بیشتر با ترکیبات مختلف و انواع داروها می‌تواند مهمترین علل این امر باشد چنین نتایجی را می‌توان در تحقیقات Rahimibashar و همکاران

(۲۰۱۲) و Kirkajaic و همکاران (۲۰۰۹) مشاهده کرد. در بررسی حاضر محتوای اکسیژن محلول در پساب خروجی مزارع نسبت به آب ورودی تغییرات معنی‌داری را نشان داد به‌ویژه کاهش معنی‌داری را در ماه‌های گرم دوره بررسی شاهد بودیم. بالا رفتن دمای محیط در فصل تابستان عامل موثر در افزایش رشد و تکثیر باکتری‌ها بوده، باکتری‌های هوازی برای تجزیه مواد آلی موجود در محیط مقادیر زیادی از اکسیژن را جذب کرده در نتیجه مقدار اکسیژن محلول آب کاهش می‌یابد (Khatibhaghighi *et al*., 2008).

وقتی اکسیژن در یک مزرعه پرورش ماهی برای یک گونه خاص محدود کننده باشد، یک نگرانی جدید در رابطه با کیفیت آب، دفع تولیدات متابولیکی از جمله آمونیاک، آمونیوم و اوره تلقی می‌گردد (Merino *et al*., 2007) بر اساس مطالعه Zarzuela و همکاران (۲۰۰۹)، روی کیفیت آب ورودی به رودخانه شمال شرقی اسپانیا در بالادست و پایین‌دست از اختلاف معنی‌داری در فصول سال برخوردار بود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. با این وجود میانگین محتوای اکسیژن محلول در آب خروجی نسبت به مقدار استانداردها سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا در حد مناسبی سنجش شد.

دفع ترکیبات نیتروژنی توسط ماهی پرورشی و تجزیه کننده‌های میکروبی، مواد آلی از باقی مانده غذا، منبع اصلی تولید آمونیاک و مواد معدنی است، فرآیند دفع ترکیبات نیتروژنی در ماهی نتیجه پاسخ سریع نسبت به هضم غذا است که از کل این ترکیبات حدود ۹۰-۷۰ درصد آن به‌صورت نیتروژن دفع می‌گردد. دفع آمونیاک و آمونیوم نتیجه متابولیسم پروتئین هضم شده موجود در غذا است که نرخ دفع باتوجه به میزان نیتروژن هضم شده، دما و گونه ماهی تعیین می‌شود (Pulatsu *et al*., 2004). همچنین در بررسی حاضر میزان کلی‌فرم‌ها در پساب مزارع پرورش افزایش قابل توجهی را نشان داد و بسیار بالاتر از حد مجاز (صفر) برای انسان‌ها و آبزیان است (EPA 1996; WHO, 2004). Serra-Llinares و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی خود نشان دادند که ماهی‌ها به‌طور مداوم عفونت‌ها را دفع می‌کنند که احتمال انتقال عفونت بین مزارع و محیط های پذیرنده بسیار وجود دارد (Serra-Llinares *et al*., 2014)، همچنین در تحقیقات دیگر Solberg و همکاران (۲۰۱۳)، تماس افراد آلوده با مزارع را یکی از عوامل تاثیرگذار بر شدت عفونت‌پذیری عنوان کردند (Solberg *et al*., 2013).

به‌دلیل ورود پساب به سیستم‌های طبیعی از جمله رودخانه‌های منتهی به دریای خزر احداث و ایجاد بی‌رویه و بدون مطالعه این مزارع ممکن است در آینده مشکلاتی را از نظر تأمین بهداشت آب و آلودگی اکوسیستم‌های آبی در پی داشته باشد؛ بنابراین ضروری است تمامی پیامدها و عواقب امر اعم از مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی چنین فعالیت‌هایی توسط متخصصان و مسئولان ارزیابی گردد تا با پیشبرد روش‌های صحیح و اصولی، درآینده شاهد بروز مشکلات جدی محیط زیستی نباشیم.

منابع

Bhari B., Visvanathan C. 2018. Sustainable Aquaculture: Socio-Economic and Environmental Assessment. In Sustainable Aquaculture (pp. 63-93). Springer.

Boyd C.E. 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level, *Aquaculture* 226(1-4), 101-112.

Crab R., Avnimelech Y., Defoirdt T., Bossier P., Verstraete W. 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* 270, 1-14.

de Mitcheson Y., Linardich C., Barreiros J.P., Ralph G.M., Aguilar-Perera A., Afonso P., Erisman B.E., Pollard D.A., Fennessy S.T., Bertoncini A. 2020. Valuable but vulnerable: Over-fishing and under-management continue to threaten groupers

so what now?. *Marine Policy* 116, 10390

Downing K.M., Merkens J.C. 1955. The infuence of dissolved- oxygen concentration on the toxicity of un-ionized ammonia to Rainbow trout (*Salmo gairdnerii richardson*). *Annals of Applied Biology* 43(2), 243-246.

Enell M., Lof, J. 1983. Environmental impact of aquaculture- sedimentation and nutrient loadingsfrom fish cage culture. *Vatten* 39.

EPA. 1996. Quality Criteria for Waters, Washington D. C. Landsape to Riverscapes: bridging the gap between research and conversation of stream fishes, *Biosciences* 52, 483-498.

Esmaili Sari A. 2000. Principles of water quality management in aquaculture. Naghshe Mehr Press, Tehran. 221 p.

FAO. 2012. The State of world fisheries and aquaculture. FAO, Rome. www.fao.org

Foubert A., Lecomte F., Brodeur P., Le Pichon C., Mingelbier M. 2020, How intensive agricultural practices and flow regulation are threatening fish spawning habitats and their connectivity in the St. Lawrence River floodplain, Canada. 1-19.

Fotedar R. 2016. Water quality, growth and stress responses of juvenile barramundi (*Lates calcarifer* Bloch), reared at four different densities in integrated recirculation aquaculture systems. *Aquaculture* 458, 113-120.

Hatibhaghighi S., Ghane A., Nahrovar M.R. 2008. Evaluation of colifurms in the river Shafaroud West provience. *Iranian Journal of Fisheries* 2(1): 1-11.

Kirkajaic M.U., Pulatsu S., Topcu A. 2009. Trout farm effluent effects on water sediment quality and benthos. *Clean Soil Air Water* 37, 386-391.

Leslie H., Brandsma S., Van Velzen M., Vethaak, A. 2017. Microplastics en route: Field measurements in the Dutch river delta and Amsterdam canals, wastewater treatment plants, North Sea sediments and biota. *Environment International* 101, 133-142.

Lulijwa R., Rupia E.J., Alfaro A. 2020. Antibiotic use in aquaculture, policies and regulation, health and environmental risks: a review of the top 15 major producers. *Reviews in Aquaculture* 12(2), 640-663.

Merino G.E., Piedrahita R.H., Conklin D.E. 2007. Ammonia and urea excretion rates of California halibut (*Paralichthys californicus*, Ayres) under farm-like conditions. *Aquaculture* 271, 227-243.

Maillard V.M., Boardman G.D., Nyland J.E., Kuhn D.D. 2005. Water quality and sludge characterization at raceway-system trout farms. *Aquacultural Enginering* 33, 271-284.

Mantzavrakos E., Kornaros M., Lyberatos G., P. Kaspiris P. 2007. Impacts of a marine fish farm in Argolikos Gulf (Greece) on the water column and the sediment. *Desalination* 210, 110-124.

Naderijlodar M., EsmailiSari A., Ahmadi M.R., SeifAbadi C.J., Abdoli A. 2006. Pollution of rainbow trout fish shop on the Haraz river water quality parameters. *Journal of Environmental Sciences* 3, 21-26.

Nour, H.E., El-Sorogy, A.S.J.E.E.S. 2020. Heavy metals contamination in seawater, sediments and seashells of the Gulf of Suez, Egypt. *Environmental Earth Sciences* 79, 274.

Prasad R., Prasad S. 2019. Algal Blooms and Phosphate Eutrophication of Inland Water Ecosystems with Special Reference to India. *Environmrnt* 5(01), 01-08.

Pulatsu S., Rad F., Köksal G., Aydýn F., Karasu Benli A.Ç., Topçu A. 2004. The impact of rainbow trout farm effluents on water quality of Karasu stream, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 4, 9-15.

Rahimibashar M.R., Alipoor V., Issazade K. 2012. Environment effects of fish culture pond on chemical factors and water quality in the Shenrod River (North of Iran). *Iranian Journal of Fisheries* 8, 358-363.

Rosenthal H. 1997. Environmental issues and the interaction of aquaculture with other competing resource users. *Aquaculture Association Journal* 2, 1-13.

Samani A.V., Karbassi A., Fakhraee M., Heidari M., Vaezi A., Valikhani Z.J.D., Treatment W. 2015. Effect of dissolved organic carbon and salinity on flocculation process of heavy metals during mixing of the Navrud River water with Caspian Seawater. *Desalination and Water Treatment* 55(4), 926-934.

Schulz C., Gelbrecht J., Rennert B. 2003. Treatment of rainbow trout farm effluents in constructed wetland with emergent plants and subsurface horizontal water

flow. *Aquaculture* 21: 207-217.

Smith M.D., Roheim C.A., Crowder L.B. 2010. Sustainability and global seafood. *Science* 327(5967), 784-786.

Serra-Llinares R.M., Bjørn P.A., Finstad B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M., Asplin, L.J.A.E. I. 2014. Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian'National Salmon Fjords. *Aquaculture Environment Interactions* 5(1), 1-16.

Solberg M.F., Skaala Ø., Nilsen F., Glover, K.A.J.P.O. 2013. Does domestication cause changes in growth reaction norms a study of farmed, wild and hybrid Atlantic salmon families exposed to environmental stress. *PloS one* 8(1), e54469.

Tovar, A., Moreno, C., Manuel-Vez, M. P., Garcia-Vargas, M. 2000. Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. *Water Research* 34, 334-342.

WHO. 2004. World Health Organization Guidelines for Drinking-Water Quality3th Edition Word Health Organization (WHO) Geneva, pp. 49-64.

Van Heets P., Burkhart R., Curry W. 2009. Effect of Turbidity on Dissolved Oxygen in the Lake Macatawa Watershed, Hope College GES 401 Research Project.

Voltolina D., Gmez-Villa H., Correa G. 2004. Biomass production and nutrient removal in semi continuous cultures of *Scenedesmus sp*. (Chlorophyceae) in artificial wastewater, under a simulated day-night cycle. *Vie Milieu* 54, 21-25.

Zarzuela I., Halaihel N., Balcázar J.L., Ortega C., Vendrell D., Pérez T., Alonso J.L., de Blas I. 2009. Effect of fish farming on the water quality of rivers in northeast Spain. *Water Science & Technology* 60(3), 663-71.

Effects of small-scale sturgeon farming development on effluent quality (Case study: Sturgeon farms in Astara and Talesh)

Habeeb Hoseinpour Roudsari[1], Seyed Masoud Monavari[*1], Hossein Khara[2], Behrouz Behrouzi-Rad[3]

[1]Department of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[2]Department of Fisheries Science, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
[3]Department of Environment, Tehran, Iran.
*Corresponding author: monavarism@yahoo.com
Received: 2022/1/21 Accepted: 2022/6/22

Abstract

This study was conducted in sturgeon farms along the Caspian Sea coast in Gilan province. The aim was to evaluate the quality of incoming water and effluent of 6 farms. Sampling was performed from April to December 2017. Turbidity parameter by turbidimeter, total soluble solids by TDS meter, orthophosphate and total phosphate by Ascorbic acid method of antimonyl tartrate, ammonium by initial generation distillation, nitrate by cadmium reduction method, dissolved oxygen with Winkler method, coliform bacteria were measured by MPN, oil and fat by gravimetric method and other parameters were measured by standard methods. There was a significant difference in the mean of the parameters in all centers. The average field phosphate was measured 0.17±0.05 mg / l, which was much higher than the WHO standard. Also, the average field effluent turbidity (29.69±1.60 Ntu) was slightly higher than the EPA standards WHO showed. Also, according to the obtained results, the average of total water-soluble solids showed values much higher than the standard of the World Health Organization with an average of 4466.07± 87.70 (mg/l). Another parameter considered in the present study was the average number of coliform bacteria in the effluent, which showed high values compared to the standard. Based on these results, treatment of effluent before its release into aquatic environments is recommended, which in addition to reducing the transmission of microbial contamination, minimizes the risk of atrophy and reduces the effects on the health of aquatic organisms.

Keywords: Fish farms, Sturgeon, Water quality, Caspian Sea coast.