"مقاله پژوهشی"

بررسی کیفی پساب خروجی مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا: مطالعه موردی شهرستان آمل

فرشته نیک‌زاد[۱]، محسن مسعودیان[۱*]، داود کلانتری[۲]

۱-گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، مازندران
۲-گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، مازندران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۴

چکیده

پساب تولیدشده در اغلب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا در استان مازندران بدون تصفیه به آب‌های سطحی تخلیه می‌شود. برای آنالیز کیفی پساب، هفت مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلا واقع شده در منطقه‌ی دشت شهرستان آمل به تصادف انتخاب شدند. نمونه‌برداری از آب ورودی و خروجی مزارع پرورشی انجام‌گرفت. از ۱۳ پارامتر فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری شده، پارامترهای اکسیژن محلول (DO)، هدایت الکتریکی (EC)، نیترات ($N\text{-}NO_3^-$)، کلراید (CL^-)، آهن (Fe)، سولفات (SO_4^{-2})، فسفات (PO_4^{-3})، آمونیوم ($N\text{-}NH4^+$) و pH نمونه‌ها در محدوده تخلیه مجاز خروجی فاضلاب سازمان محیط‌زیست ایران قرارداشتند و شاخص WQI، کیفیت بالای پساب همه مزارع پرورشی را برای ورود به آب‌های سطحی نشان داد. با توجه به تحلیل مولفه‌های اصلی، سختی کل، Fe، TSS و DO پارامترهای اصلی کیفیت در مولفه‌ی اول و SO_4^{-2} در مولفه‌ی دوم، در سنجش تغییرات کیفیت پساب اهمیتی بیشتردارند. به دلیل عدم وجود فرآیندهای تصفیه پساب و تراکم بالا، افزایش معنی‌داری از ورودی به خروجی استخرهای پرورش ماهی برای (pH)، کل جامدات معلق (TSS)، کل جامدات محلول (TDS)، فسفات (PO_4^{-3}) و سختی کل (TH) مشاهده شد که نیاز به سیستم تصفیه حذف ذرات جامد معلق، کنترل pH، کاهش سختی کل و میزان ذرات محلول در آب در مزارع پرورشی ماهی قزل‌آلا مشهود است.

کلمات کلیدی: آبزی‌پروری، آنالیز مولفه‌های اصلی، کیفیت آب، زیست‌محیطی، WQI

* عهده‌دار مکاتبات: mohsen_masoudian@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری در دهه‌های گذشته شاهد گسترش زیادی بوده است و متعاقباً به اثرات محیطی این‌گونه فعالیت‌ها نیز توجه شده است. تأثیرات بالقوه آبزی‌پروری گسترده است، از جنبه‌های زیبایی شناختی تا مشکلات مستقیم آلودگی (Read *et al.*, 2001). ناخالصی‌ها و آلاینده‌های تولیدشده در آبزی‌پروری را می‌توان به دو دسته مواد جامد و مواد محلول تقسیم کرد. اولی عمدتاً شامل فضولات و بقایای خوراکی است، در حالی‌که مواد محلول (آمونیاک، فسفر) از متابولیت‌های ترشح شده توسط ماهی (از طریق آبشش و با ادرار) یا از تجزیه مواد جامد معلق ناشی می‌شوند. آلاینده‌های حمل شده توسط آب تخلیه شده از مزارع پرورش ماهی می‌تواند در تعادل بیولوژیکی بدنه آبی که آن را دریافت می‌کند تداخل ایجاد کند، از این‌رو آب مزارع ماهی می‌تواند به عنوان منبع بالقوه آلودگی دیده شود (Sidoruk and Cymes, 2018). طبق تحقیقات Cyrino و همکاران (۲۰۱۰) این تأثیرات در مقایسه با تأثیرات ناشی از پساب‌های خانگی و صنعتی بسیار کم است. با این حال، نگرانی در مورد میزان آلاینده در این صنعت وجود دارد، زیرا مواد مغذی آزادشده از طریق پساب‌ها می‌توانند در ترکیب با سایر آلودگی‌های نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای در یوتروفیکاسیون آب‌های دریافت‌کننده نقش داشته باشند. تعیین پارامتر فیزیکوشیمیایی پساب مزارع پرورش ماهی و اثرات زیست‌محیطی آن به پرورش‌دهندگان ماهی کمک می‌کند تا سیستم‌های فاضلاب خود را مدیریت کنند و توسعه دهند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷؛ میررسولی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Pulatsu *et al.*, 2004). Coldebella و همکاران (۲۰۱۷) به مطالعه کیفیت پساب پرورش ماهی از طریق تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی در نمونه بچه ماهی‌های تیلاپیا با اندازه‌های مختلف در چهار سناریو پرداختند. نمونه‌برداری در طول فرآیند برداشت ماهی در استخرهای پرورش متراکم ماهی حفرشده در زمین با اندازه‌های مختلف انجام شد نتایج نشان داد که غلظت جامدات معلق (TSS)، جامدات کل (TS)، نیاز اکسیژن شیمیایی (COD) و فسفر کل (TP) به طور قابل‌توجهی در پایان فرآیند برداشت ماهی افزایش یافته است که باعث وخامت تدریجی پساب رها شده در محیط شد. از این رو، تنظیم مدیریت آب در دوره‌ی رشد و همچنین کاهش اثرات پساب تولید شده در دوره‌ی برداشت ماهی، برای حفظ قانونی، سودآوری و پایداری این بخش را ضروری دانستند. Fadaeifard و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی پتانسیل پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر روی کیفیت آب رودخانه کوهرنگ به این نتیجه رسیدند که برخی از فاکتورهای کیفی مانند سختی کل، کل جامدات محلول، کل جامدات معلق، COD، BOD_5، اکسیژن محلول، فسفات، نیتریت، نیترات و آمونیاک کل بین آب ورودی و خروجی مزارع پرورش ماهی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد که در آن تغییرات معنی‌داری در pH، کلرید سدیم و دمای آب وجود نداشت. پارامترهای کیفی جریان رودخانه به دلیل پتانسیل خودپالایی جریان در پایین‌دست مزارع مورد مطالعه در مقادیر مطلوب بودند. Pulatsu و همکاران (۲۰۰۴) پتانسیل تاثیر پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا بر کیفیت آب رودخانه کاراسو[۲] در ترکیه و تخمین بار فسفر مزارع پرداختند که بطور متوسط تولید ۱ تن ماهی قزل‌آلا منجر به تولید ۹/۳۸ کیلوگرم فسفر شد. میزان

[۱] Karasu

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

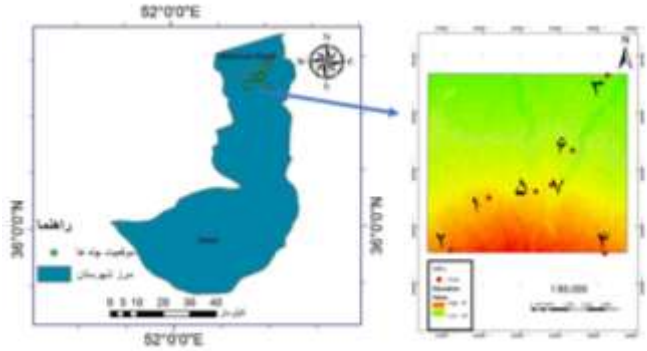
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

پرورش ماهیان سردآبی کشور در سال ۱۳۹۸ به ۲۰۰۲ باب افزایش یافته است (صیدگر و همکاران، ۱۴۰۱). استان مازندران یکی از قطب‌های پرورش ماهی سردابی در کشور می‌باشد بطوری‌که سالانه ۱۵ هزار تن ماهی قزل‌آلا در مزارع پرورشی استان تولید می‌شوند. بیشتر این واحدهای پرورشی در مزارع واقع در دشت‌ها با تولید ۶ هزار تن در سال استقرار دارند با توجه به مطالعات مسعودیان و همکاران (۲۰۱۹) با مصرف سالانه بیش از ۲۰۰ میلیون متر مکعب آب با برداشت از چاه‌های سطحی یا نیمه عمیق در این بخش، آب چاه وارد استخرهای پرورشی شده و بعد از استفاده توسط ماهی بدون تصفیه‌ی استاندارد وارد آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد که در مقایسه با آمار فائو با استفاده از سیستم‌های نوین تصفیه و بهره‌وری آب میتوان این مقدار را به کمتر از ۲۰ میلیون مترمکعب در سال رسانید. در برآورد کیفیت پساب باید به خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن توجه کرد. برخی از خواص فیزیکی پساب شامل دما، کل جامدات معلق و کل جامدات محلول است. آبزیان از دمای محیط خود تاثیر می‌گیرند و نوسانات سریع دما را تحمل نمی‌کنند. دمای آب بر الگوی تغذیه و رشد ماهی تاثیر می گذارد. آب گرم نسبت به آب سرد اکسیژن محلول کمتری در خود نگه می‌دارد چون هر ۱۰۰ درجه سانتی گراد افزایش دما سرعت متابولیسم، واکنش شیمیایی و به‌طور کلی مصرف اکسیژن را دو برابر می‌کند. برخی از خواص شیمیایی پساب که در پرورش ماهی از اهمیت بالایی برخوردار است شامل سختی کل، اکسیژن محلول (DO)، هدایت الکتریکی (EC)، نیترات ($N\text{-}NO_3^-$)، کلراید (CL^-)، آهن (Fe)، سولفات (SO_4^{-2})، فسفات (PO_4^{-3})، آمونیوم ($N\text{-}NH_4^+$) و (pH) می‌باشند (Bhatnagar and Devi, 2013). شناخت خواص فیزیکوشیمیایی آلاینده‌های منشاء گرفته از مزارع پرورشی به بهره‌وری آب در این مزارع و تاثیر پساب خروجی به محیط‌زیست و انتخاب بهترین روش‌های نوین تصفیه کمک می‌نماید. با این حال، در استان مازندران تعداد مطالعات در مورد تأثیر مزارع ماهی قزل‌آلا بر روی جریان‌های دریافت‌کننده هنوز محدود است. در این مطالعه به بررسی تاثیر پرورش ماهی قزل‌آلا بر کیفیت آب ورودی به استخرهای پرورشی در مزارع مستقرشده در ناحیه دشت شهرستان آمل و همچنین بررسی کیفیت آب خروجی از این مزارع از نظر محدودیت زیست‌محیطی که وارد آب‌های سطحی می‌گردند، پرداخته است.

مواد و روش‌ها

از جریان ورودی به استخرها و همچنین پساب خروجی از استخرها (قبل از وارد شدن به آب‌های سطحی)، در ۷ مزرعه به صورت تصادفی نمونه‌برداری انجام‌گرفت. زمان نمونه‌برداری سه ساعت بعد از غذادهی صبح‌گاه با دو تکرار بود (شکل ۱). مشخصات، اندازه و تراکم ماهی در مزارع پرورشی مورد مطالعه در جدول ۱) ارایه شده است. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۲۶ انجام شد. تفاوت آماری بین غلظت ورودی و خروجی در هر یک از مزارع مورد بررسی با آزمون t-test در سطح معنی‌داری ۵ درصد بررسی (جدول ۳) و مقادیر میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی بین محل‌های نمونه‌برداری در خروجی استخرهای پرورشی با استفاده از آزمون واریانس یک طرفه (ANOVA) مقایسه شد (جدول ۴).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]



شکل ۱: محدوده مطالعاتی مزارع پرورشی نمونه‌برداری شده

جدول ۱: مشخصات اندازه و تراکم ماهی در مزارع پرورشی مورد مطالعه

شماره سایت	وزن متوسط ماهی(گرم)	تراکم (کیلوگرم برمترمکعب)	غذادهی*	منبع تامین آب
۱	۲۰۰	۲	۲	چاه سطحی
۲	۵۰۰	۳/۶	۱/۵	چاه سطحی
۳	۴۰۰	۲/۱	۱/۵	چاه نیمه‌عمیق
۴	۵۰۰	۲	۲	چاه سطحی
۵	۸۰	۲/۳	۲	چاه سطحی
۶	۲۵۰	۱/۳۸	۲	چاه نیمه‌عمیق
۷	۴۰۰	۱/۲	۱/۵	چاه نیمه‌عمیق

* بر حسب درصد وزن ماهی

طی نمونه‌برداری دما، اکسیژن محلول، pH و EC با دستگاه پورتابل لوویباند ساخت کشور آلمان مدل سنسودایرکت، در محل اندازه‌گیری شدند. نمونه‌ها پس از برداشت برای تعیین فاکتورهای فیزیوشیمیایی شامل کل جامدات معلق، کل جامدات محلول، سختی کل، نیترات ($N\text{-}NO_3^-$)، کلراید (CL^-)، آهن (Fe)، سولفات (SO_4^{-2})، فسفات (PO_4^{-3}) و آمونیوم ($N\text{-}NH_4^+$)، به آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انتقال داده و با روش استاندارد اندازه‌گیری شدند.

محاسبه شاخص کیفیت پساب

در این تحقیق از روش محاسبه وزنی شاخص کیفیت پساب WAWQIM[۲] برای محاسبه WQI با استفاده از معادله زیر استفاده شد (Oni and Fasakin, 2016):

$$WQI = \frac{\sum q_n W_n}{\sum W_n}$$

q_n= رتبه بندی کیفیت nامین پارامتر کیفیت آب و W_n= وزن واحد nامین پارامتر کیفیت آب می باشد. معادله زیر برای تخمین رتبه‌بندی کیفیت (q_n)، بکار رفت:

[۲] The weighted arithmetic water quality index method

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

$$q_n = \frac{(V_n - V_{id})}{(V_s - V_{id})} \times 100$$

که: V_n= مقدار تخمینی nامین پارامتر کیفیت آب، V_{id} = مقدار ایده آل برای پارامتر n (به عنوان مثال برای pH، V_{id} =۷ و اکسیژن محلول، V_{id} =۱۰ و مابقی پارامترها صفر) و S_n = مقدار مجاز استاندارد nامین پارامتر کیفیت آب می‌باشد (Ayoub and El-Morsy, 2021).

وزن واحد (Wn) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$W_n = \frac{K}{S_n}$$

K =ثابت تناسب که از معادله زیر به‌دست آمد:

$$K = \frac{1}{\sum \frac{1}{S_n}}$$

رتبه بندی WWQI و حداکثر استاندارد فاضلاب سازمان محیط زیست ایران در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. رتبه بندی و درجه کیفیت فاضلاب برای سطوح مربوطه WWQI (WHO, 2018؛ Jamshidzadeh and Barzi, 2020)

سطح WWQI	رتبه بندی کیفیت فاضلاب
A / عالی	۲۵-۰
B / خوب	۵۰-۲۶
C / نرمال	۷۵-۵۱
D / بد	۱۰۰-۷۵
E / خیلی بد	>۱۰۰

نتایج

تفاوت آماری بین غلظت ورودی و خروجی پارامترهای کیفی در هر مزرعه ماهی با آزمون t-test نشان می‌دهد که مجموع جامدات معلق در آب خروجی به دلیل وجود ذرات کلوئیدی، ترکیبات آلی، لجن طبیعی، مدفوع ماهی و مواد غذایی باقیمانده از آب ورودی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار و افزایش غلظت TSS بین آب های ورودی و خروجی در همه‌ی مزارع بالاتر از حداکثر افزایش مجاز ۳ میلی‌گرم در لیتر برای TSS پیشنهاد شده توسط سازمان آبزی پروری دانمارک بود (جداول ۳ و ۴).

در مزرعه ۷ به علت شست‌وشوی به مراتب بالاتر (سه بار سیفون در طول هفته) نسبت به مزارع دیگر (یک‌بار سیفون در طول هفته) در میزان TSS پساب، کاهش محسوسی مشاهده شد. همانطور که انتظار می رفت، غلظت NH_4^+ در خروجی نسبت به ورودی بطور معنی داری بیشتر بود (p<۰/۰۵). بالاترین میانگین افزایش NH_4^+ در مزرعه ۴ و پس از آن در مزرعه ۵، مشاهده شد که کمتر از حداکثر افزایش مجاز ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر پیشنهاد شده توسط سازمان آبزی‌پروری دانمارک بود (Bergheim and Brinker, 2003). روند افزایشی غلظت NO_3^- در پساب مزرعه‌های ۳ و ۷ بر خلاف سایر مزارع، احتمالا به علت شست‌وشوی زیاد استخرها و عدم زمان کافی برای دنیتریفیکاسیون است (p<۰/۰۵).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

جدول۳: اختلاف میانگین غلظت ورودی و خروجی پارامترها در مزارع پرورش ماهی

	مزرعه۱			مزرعه۲			مزرعه۳		
پارامتر	آب ورودی	پساب	اختلاف	آب ورودی	پساب	اختلاف	آب ورودی	پساب	اختلاف
PH	۷.۲۳	۷/۸۶	[a]۰.۶۳	۷.۲۶	۷/۰±۸۱/۰۷	[a]۰.۵۵	۷.۳۳	۸	[a]۰.۶۷
EC(µS)	۹۱۰	۹۶۹	[a]۵۹	۸۱۵	۸۳۳	۱۸	۸۶۵	۷۸۴	−۸۱
DO*	۳.۸	۶.۵	[a]۲.۷	۴.۶	۷.۶	[a]۳	۴.۵	۶.۹	[a]۲.۴
T(◦c)	۲۰.۴	۲۰	−۰.۴	۱۹.۴	۱۹.۶	۰.۲	۱۹.۲	۱۹.۵	۰.۳
PO_4*	۰.۰۶۱	۰.۴۹۶	[a]۰.۴۳۵	۰.۰۹۷	۰.۲۳۸	[a]۰.۱۴	۰.۱۲۹	۰.۲۱	۰.۰۸
NO_3*	۴۹	۶.۱۵۱	[a]−۴۲.۸	۲۸.۴	۲۷.۵	−۰.۹۳	۱.۳۹۳	۷.۶۷	[a]۶.۲۸
NH_4*	۰.۰۲۸	۰.۰۰۸	[a]−۰.۰۲	۰.۱۹	۰.۰۰۸	[a]−۰.۱۹	۰.۰۰۸	۰.۰۴۱	[a]۰.۰۳
TH*	۵۲۰	۵۸۰	[a]۶۰	۴۷۶	۴۸۴	۸	۴۷۲	۵۰۰	[a]۲۸
CL*	۵۶	۷۴	[a]۱۸	۳۴	۳۲	−۲.۰۱	۳۶	۲۲	[a]−۱۴
SO_4*	۱۸۵	۱۷۸.۵	−۶.۳	۲۱۴	۲۱۸	۳.۵۹	۱۹۲.۲	۱۷۰.۸	[a]−۲۱.۳
TDS*	۴۸۰	۹۳۶	[a]۴۵۶	۴۴۶	۷۵۳	[a]۳۰۷	۴۷۸	۸۶۸	[a]۳۹۰
TSS*	۳	۷۶	[a]۷۳	۷	۴۲	[a]۳۵	۲	۳۵	[a]۳۳
Fe*	۰.۰۱۸	۰.۰۲۸	[a]۰.۰۱	۰.۰۵۳	۰.۰۳۷	−۰.۰۲	۰.۱۱۶	۰.۰۷	−۰.۰۵

	مزرعه۴			مزرعه۵			مزرعه۶			مزرعه۷		
پارامتر	ورودی	پساب	اختلاف	ورودی	پساب	اختلاف	ورودی	پساب	اختلاف	ورودی	پساب	اختلاف
pH	۷.۱۸	۸.۱۳	[a]۰.۹۵	۷.۷۵	۸.۰۸	[a]۰.۳۳	۷.۸۵	۸.۰۳	۰.۱۸	۷.۵۴	۸.۰۱	[a]۰.۴۷
EC(µS)	۸۹۹	۹۰۲	۳	۸۲۰	۸۳۵	۱۵	۵۰۵	۶۶۳	[a]۱۵۸	۶۷۵	۶۹۷	۲۲
*DO	۳.۶	۸.۱	[a]۴.۵	۸	۸.۲	۰.۲	۲	۸.۳	[a]۶.۳	۴.۷	۹.۸	[a]۵.۱
T(◦c)	۱۹.۹	۱۸.۴	[a]−۱.۵	۲۰.۱	۱۹.۵	−۰.۶	۱۹.۹	۱۷.۱	[a]−۲.۲	۱۸.۵	۱۸.۱	−۰.۴
*PO_4	۰.۰۰۲	۱.۲۴	[a]۱.۲۴	۰.۰۷۴	۰.۲۹۲	[a]۰.۲۲	۰.۳۱۹	۰.۰۹۷	[a]−۰.۲۲	۰.۰۳۸	۰.۳۹۲	[a]۰.۳۵۴
*NO_3	۴.۲۵	۲.۷۳	−۱.۵	۲۶	۶.۵۳	[a]−۱۹.۵	۰.۴۴۱	۰.۰۶۱	[a]−۰.۳۸	۲۳.۸۵	۲۵	[a]۱.۱۴
*NH_4	۰.۰۰۸	۰.۱۳	[a]۰.۱۲	۰.۰۰۸	۰.۱۱۹	[a]۰.۱۱	۰.۰۰۸	۰.۰۰۸	۰	۰.۰۸۳	۰.۱۰۹	[a]۰.۰۲۶
*TH	۴۲۸	۴۳۲	۴	۴۰۸	۴۴۸	۴۰	۳۳۲	۴۰۰	[a]۶۸	۴۰۰	۴۰۰	۰
*CL	۳۸	۴۰	۲	۳۶	۳۸	۲	۱۶	۱۸	۲	۳۲	۳۰	−۲
*SO_4	۳۰۴.۷	۳۷۰.۶	[a]۶۶	۳۴۶.۲	۳۵۲.۵	۶.۳	۲۰۰	۲۴۳.۵	[a]۴۳.۵	۲۵۹.۴	۳۰۴.۳	[a]۲۷۵
*TDS	۷۴۲	۷۴۶	۴	۷۴۰	۷۴۷	۷	۴۸۰	۶۰۴	۱۲۴	۶۱۶	۸۸۸	[a]۲۷۲
*TSS	۲۸	۴۲	[a]۱۴	۶	۴۴	[a]۳۸	۲	۲۸	[a]۲۶	۲۴	۶	[a]−۱۸
*Fe	۰.۱۳۹	۰.۱۷۳	۰.۰۳۴	۰.۲۲۸	۰.۲۲۵	−۰.۰۰۳	۰.۳۱۹۵	۰.۳۱۵	−۰.۰۰۵	۰.۳۱۴	۰.۳۷۴	۰.۰۶

تفاوت آماری بین غلظت ورودی و خروجی در هر مزرعه ماهی ($p<۰/۰۵$, آزمون t-test) * واحد برحسب میلی‌گرم بر لیتر

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

تفاوت قابل توجهی بین اکسیژن محلول DO در آب ورودی و خروجی نشان داده شد. غلظت نسبتاً بالای DO در خروجی مزارع پرورش ماهی قزل آلا به دلیل هوادهی مکانیکی و اکسیژن‌رسانی آب استخر رخ داده است بخصوص در مزرعه شماره ۷، پساب خروجی از استخرها بخاطر سیستم هوادهی آبشار دارای DO بالاتری نسبت به مزارع دیگر می‌باشد که در همه‌ی مزارع بالاتر از حداقل مقدار مجاز ۲ میلی‌گرم بر لیتر ورودی به آب‌های سطحی سازمان محیط‌زیست ایران بود. تغییرات فسفات در ورودی و خروجی معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۵$). غلظت PO_4^{-3} از ۰/۱ تا ۱/۲۴ میلی‌گرم در لیتر در پساب مزارع متغیر بود. در سایت ۴ افزایش قابل توجهی از میزان فسفات را در مقایسه با سایت‌های دیگر مشاهده شد که علت آن را می‌توان در دو عامل جست‌وجو کرد اول استفاده از آب برگشتی از حوضچه‌های ته‌نشینی رسوب و برگشت پساب بعد از ته‌نشینی بدون روش‌های پیشرفته تصفیه به استخرهای پرورشی که منجر به تجمع رسوبات و ماندگاری آن در آب گردید و دوم، روش تهیه غذا در این مزرعه پرورشی به روش دستی و سنتی بوده و برخلاف اکسترود (استفاده شده در مزارع دیگر) که میزان جذب بالایی دارد، میزان جذب فسفر توسط ماهی کم و بالتبع آزادسازی فسفر در آب بالا رفت.

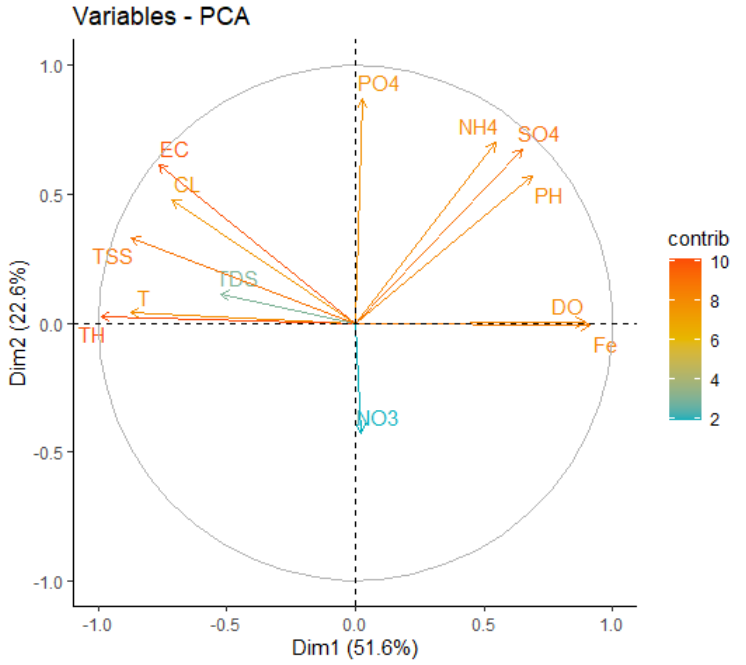
جدول ۴. میانگین و انحراف معیار غلظت پارمترهای اندازه‌گیری شده از خروجی مزارع پرورش ماهی مورد مطالعه (تست آنووای یکطرفه)

پارامتر	**	مزرعه۱	مزرعه۲	مزرعه۳	مزرعه۴	مزرعه۵	مزرعه۶	مزرعه۷
WWQI		۲۳	۱۷	۲۱	۲۰	۱۸	۱۵/۹	۱۱/۷
رتبه		A	A	A	A	A	A	A
PH	۶/۵-۸/۵	۷/۸۶±۰/۰۷^{d}	۷/۸۱±۰/۰۷^{e}	۸±۰/۰۶^{c}	۸/۱۳±۰/۰۵^{a}	۸/۰۸±۰/۰۶^{b}	۸/۰۳±۰/۰۸^{c}	۸/۰۱±۰/۰۱^{c}
DO*	۲	۵/۵±۰/۰۷^{e}	۷/۶±۰/۰۷^{c}	۶/۹±۰/۰۴^{d}	۸/۱±۰/۰۵^{b}	۸/۲±۰/۰۱^{b}	۸/۳±۰/۰۸^{b}	۹/۸±۰/۰۲^{a}
EC(µS/cm)	-	۹۶۹±۱^{a}	۸۳۳±۰/۸^{c}	۷۸۴±۱/۲^{d}	۹۰۲±۰/۹^{b}	۸۳۵±۱/۵^{c}	۶۶۳±۲/۷^{f}	۶۹۷±۰/۴^{e}
T(◦c)	-	۲۰±۰/۰۰۸^{a}	۱۹/۶±۰/۰۰۵^{b}	۱۹/۵±۰/۰۰۳^{c}	۱۸/۴±۰/۰۱^{d}	۱۹/۵±۰/۰۲^{c}	۱۷/۷±۰/۰۱^{f}	۱۸/۱±۰/۰۰۶^{e}
PO_4^{-3}*	۶	۰/۵±۰/۰۰۰۴^{b}	۰/۲۴±۰/۰۰۰۸^{e}	۰/۲۱±۰/۰۰۲^{f}	۱/۲۴±۰/۰۰۱^{a}	۰/۲۹±۰/۰۰۰۶^{d}	۰/۱±۰/۰۰۵^{e}	۰/۳۹±۰/۰۰۶^{c}
NO_3^{-}*	۵۰	۶/۱۵±۰/۰۰۵^{e}	۲۷/۵±۰/۰۰۲^{a}	۷/۶۷±۰/۰۰۳^{c}	۲/۷۳±۰/۰۰۴^{f}	۶/۵۳±۰/۰۰۳^{d}	۰/۰۶±۰/۰۰۰۹^{g}	۲۵±۰/۰۰۰۷^{b}
TH*	-	۵۸۰±۰/۱^{a}	۴۸۴±۰/۰۷^{c}	۵۰۰±۰/۰۹^{b}	۴۳۲±۰/۱^{e}	۴۴۸±۰/۰۸^{d}	۴۰۰±۰/۳^{f}	۴۰۰±۰/۱^{f}
CL^{-}*	۶۰۰	۷۴±۰/۰۰۶^{a}	۳۲±۰/۰۰۸^{d}	۲۲±۰/۶^{f}	۴۰±۰/۰۴^{b}	۳۸±۰/۰۵^{c}	۱۸±۰/۰۰۸^{g}	۳۰±۰/۰۰۷^{e}
TDS*	-	۹۳۶±۱^{a}	۷۵۳±۲^{d}	۸۶۸±۳^{c}	۷۴۶±۰/۵^{f}	۷۴۷±۰/۹^{e}	۴۰۶±۲^{g}	۸۸۸±۱^{b}
TSS*	۴۰	۷۶±۰/۵^{a}	۴۲±۰/۱^{c}	۳۵±۰/۳^{d}	۴۲±۰/۴^{c}	۴۴±۰/۴^{b}	۲۸±۰/۲^{e}	۶±۰/۶^{f}
Fe*	۳	۰/۰۲۸±۰/۰۰۸^{g}	۰/۰۳۷±۰/۰۰۴^{f}	۰/۰۷±۰/۰۰۱^{e}	۰/۱۷۳±۰/۰۰۱^{d}	۰/۲۲۵±۰/۰۰۲^{c}	۰/۳۱۵±۰/۰۰۶^{b}	۰/۳۷±۰/۰۲^{a}
NH_4^{+}*	۲/۵	۰/۰۰۸> ^{e}	۰/۰۰۸> ^{e}	۰/۰۴±۰/۰۰۰۶^{d}	۰/۱۳±۰/۰۰۱۱^{a}	۰/۱۲±۰/۰۰۰۸^{b}	۰/۰۰۸> ^{e}	۰/۱۱±۰/۰۰۱^{c}
SO_4^{-2}*	۴۰۰	۱۷۸/۵±۱^{f}	۲۱۷/۷±۰/۱^{e}	۱۷۱±۰/۱^{g}	۳۷۰/۶±۱/۲^{a}	۳۵۲/۵±۱/۷۵^{b}	۲۴۳/۵±۲/۵^{d}	۳۰۴±۰/۵^{c}

* واحد برحسب میلی‌گرم بر لیتر ** حداکثر استاندارد فاضلاب سازمان محیط زیست ایران *حروف متفاوت در هر رده نشانه‌ی وجود اختلاف معنی‌دار بین مزارع آزمایشی است($p <$۰/۰۵)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

ارزیابی پارامترها از طریق تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی به ما امکان می‌دهد تا پارامترهای مهم را شناسایی و مرتبط ساخته و نحوه مدیریت مزارع پرورش ماهی را به منظور بهبود کیفیت پساب‌های آزادشده در بدنه دریافت‌کننده ارزیابی کنیم. تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی مشخص کرد که گرادیان اصلی تغییرات موجود در داده‌ها (PC1) تقریباً ۵۲ درصد از کل تنوع را تشکیل داده و همبستگی مثبت با اسیدیته (pH)، اکسیژن محلول (DO) و آهن (Fe) و با پارامترهای مواد جامد معلق (TSS)، درجه حرارت (T)، هدایت الکتریکی (EC)، سختی‌کل (TH) و کلراید (CL^-) ارتباط منفی داشت. دومین مولفه‌ی تغییرات (PC2)، با ۲۲ درصد از کل تنوع با پارامترهای آمونیوم (NH_4^+)، فسفات (PO_4^{-3}) و سولفات (SO_4^{-2})، همبستگی مثبت داشت. مولفه های (PC1) و (PC2)، بیش از ۷۰ درصد از تنوع دیتاها را شامل شدند. سختی‌کل بیشترین مشارکت را تعیین فاکتورهای تاثیرگذار بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پساب‌ها داشته که بالاترین همبستگی منفی را با اکسیژن محلول (۰/۹۴) داشت. مواد جامد معلق همبستگی مثبت (۰/۸۵) با میزان سختی‌کل، (۰/۷۳) با دما و (۰/۸۶) با هدایت الکتریکی و همبستگی منفی (۰/۹) با اکسیژن محلول را نشان داد (شکل۲).



شکل۲. بای پلات نقشه همبستگی دو مولفه اصلی بین غلظت پارامترهای مورد ارزیابی در پساب‌های خروجی از استخرهای ماهی قزل آلا

جدول ۵. ماتریس همبستگی بین متغیرها و مؤلفه های اصلی تولید شده در تحلیل مؤلفه‌های اصلی

	مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
بعد۱	۶/۷	۵/۱	۵۱
بعد۲	۲/۹	۲/۳	۷۴
بعد۳	۱/۶	۱/۲	۸۶

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

بحث

افزایش معنی‌داری از ورودی به خروجی مزارع ماهی برای TSS ثبت شد که در پساب مزارع ۱، ۲، ۴ و ۵ بالاتر از حداقل مجاز ورودی به آب‌های سطحی سازمان محیط‌زیست ایران بود و نشان می‌دهد مزارع ماهی قزل آلا می‌توانند بر کیفیت جریان پایین‌دست برای این پارامتر تأثیر بگذارند. این نتایج با یافته‌های دیگر محققان که در آن افزایش معنی‌داری از ورودی به خروجی مزارع ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان برای TSS مشاهده شد، مطابقت داشت (Boaventura *et al*., 1997; Sindilariu *et al*., 2009; Pulatsu and Yıldırım, 2011; Soofiani *et al*., 2012; Varol and Balcı, 2020).

ممکن است چندین دلیل برای این وجود داشته باشد: هیچ فرآیند تصفیه پساب در مزارع پرورش ماهی اعمال نشده است و تراکم ماهیان در استخرهای پروشی بالا بود. همچنین میانگین افزایش غلظت خروجی TSS در این مطالعه بیشتر از موارد گزارش شده در یافته‌های Koçer و همکاران (۲۰۱۳) که در آن افزایش ۲/۳–۴/۵ میلی‌گرم در لیتر برای TSS در سه مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلا که در آن فرآیندهای تصفیه پساب اعمال شد، مشاهده شد و همچنین نتایج مطالعات Varol and Balcı (۲۰۲۰) که در آن افزایش ۱۱/۴–۱۹/۲ میلی گرم در لیتر را برای TSS در سه مزرعه پرورش ماهی قزل آلا نشان داد. مقادیر TSS مشاهده شده به‌طور قابل‌توجهی کمتر از مقادیر (۱۴/۷۵–۱۲۷ و ۲۰/۵–۱۲۳میلی‌گرم بر لیتر) در پساب خروجی دو مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلا، در ترکیه بوده که تراکم بالایی داشتند (Yıldırım and Pulatsu, 2011) ولی نسبتا" بیشتر از میزان TSS گزارش شده از Fadaeifard و همکاران (۲۰۱۲) از مزرعه‌ای در شهرکرد ایران (کمتر از ۲۸ میلی‌گرم در لیتر) بود چون زمان نمونه برداری ساعت ۱۰ صبح قبل از تغذیه ماهی انجام پذیرفت. آمونیاک یک گاز محلول است که به طور طبیعی در آب‌های سطحی و فاضلاب و در برخی از آب‌های چاه وجود دارد که محصول عمده نیتروژنی پسماند ماهی است و همچنین از تجزیه مواد آلی ناشی می‌شود و کاملاً در آب محلول است، مخصوصاً در pH پایین، و معمولاً توسط گیاهان یا باکتری‌ها (به عنوان یک ماده مغذی یا منبع انرژی) حذف می‌شود. آمونیاک در آب به دو شکل غیریونی (NH_3^+) و یونی (NH_4^+) وجود دارد و نسبت هر نوع به pH و دما بستگی دارد. در pH بالا، مقدار کمتری از نیتروژن آمونیاکی کل باعث اثرات سمی می‌شود (Boyd, 1990). NH_4^+ یافت شده در این مطالعه در مقایسه با مواردی که افزایش ۰/۲۶–۱/۴۵ میلی‌گرم در لیتر تعیین شد، کمتر بود (Boaventura *et al*., 1997). غلظت NH_4^+ در پساب خروجی بین ۰.۰۰۸ تا ۰.۱۳ میلی‌گرم در لیتر بود که در مقایسه با نتایج حاصل از مطالعات Varol (۲۰۲۰) و Tahar و همکاران (۲۰۱۸) که در آن افزایش ۰/۲۴–۰/۳۸ میلی‌گرم در لیتر یافت شد، کمتر بوده ولی با نتایج Fadaeifard و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت. استوارت و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند که غلظت NH_4^+ در پساب‌های مزرعه ماهی قزل‌آلا از ۰/۰۲ تا ۱/۵۲ میلی‌گرم در لیتر متغیر است. غلظت NH_4^+ ثبت شده در آب‌های خروجی در این مطالعه در محدوده‌ی ذکرشده بود. آمونیوم در آب ناپایدار است و در ترکیب با اکسیژن به نیتریت و سپس به نیترات (نیتریفیکاسیون) تبدیل می‌گردد. نیترات اکسیدشده‌ترین شکل ترکیبات نیتروژن است و معمولاً در آب‌های سطحی و زیرزمینی وجود دارد، زیرا

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

محصول جانبی تجزیه هوازی مواد نیتروژن آلی است (Tahar *et al*., 2018). کاهش غلظت NO_3^- از ورودی به خروجی مزارع ماهی قزل‌آلا در ایرلند را گزارش کردند. با این حال سایر مطالعات افزایش غلظت NO_3^- را از ورودی به خروجی مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا گزارش کردند (Koçer *et al*., 2013 ;Soofiani *et al*., 2012). کاهش نیترات در مزارع پرورشی در تحقیق حاضر به غیر از مزارع ۳ و ۷ حاکی از فرایند دنیتریفیکاسیون می‌باشد. تاثیر متابولیسم ماهی بر pH در این مطالعه قابل‌توجه بوده که مغایر با یافته‌های Fadaeifard و همکاران (۲۰۱۲) و همچنین Varol و Balcı (۲۰۲۰) بود. همچنین تغییرات pH (۰/۹۵-۰/۳۳ واحد) بین آب ورودی و خروجی مزارع پرورش ماهی در این مطالعه بیشتر از حداکثر تغییر pH مجاز (۰/۵ واحد) پیشنهاد شده توسط Castello و همکاران (۱۹۹۵) بود. pH آب تحت تأثیر بارندگی، ذوب برف و بستر رودخانه و رسوبات است. سختی و قلیائیت آب نقش اصلی را برای جلوگیری از تغییرات pH آب بازی می‌کنند (طهماسبی و همکاران، ۱۴۰۲). بالابودن سختی کل در آب ورودی به پرورش ماهی، بیشتر از محدوده استاندارد ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر توصیه شده توسط (WHO, 2018) است. این بدان معناست که آب خیلی سخت است و مقدار نمک‌های محلول در آب زیاد است. به علت اینکه مزارع مورد مطالعه در منطقه دشت شهرستان آمل قرار گرفتند عبور مسافت طولانی آب تا رسیدن به این نقطه و گذر از منابع معدنی موجود در مسیر رودخانه هراز و برداشت زیاد مصالح را می‌توان از علت بالابودن سختی آب دانست. که با یافته‌های غلظت اکسیژن در آب یکی از پارامترهای اساسی است که تولید ماهی قزل‌آلای رنگین کمان را تعیین می‌کند. به همین دلیل، هوادهی مصنوعی آب‌ها با استفاده از اکسیژن خالص به صورت دوره‌ای در مزارع پرورش ماهی برای حفظ غلظت اکسیژن در آب در سطح بهینه مورد استفاده قرار گرفت. اندازه‌گیری اکسیژن محلول برای حفظ تصفیه هوازی نیز بسیار مهم است (Parmar and Parmar 2010). افزایش غلظت اکسیژن در پساب همچنین توسط Boaventura و همکاران (۱۹۹۷) و Pulatsu و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شده‌است. شاخص کیفی پساب خروجی هفت مزرعه مورد بررسی در رنج ۲۳-۱۱/۷ قرارگرفت که کیفیت بالای پساب برای ورود به آب‌های سطحی طبق استاندارد سازمان محیط‌زیست ایران را نشان داد. کیفیت پساب مزرعه ۱ به علت بالا بودن مقادیر سختی کل، هدایت الکتریکی، مجموع ذرات معلق و فسفات، پایین‌تر از مزارع دیگر بود.

نتیجه‌گیری

آب مصرفی در استخرهای پرورش ماهی قزل‌آلا در رنج آب‌های بسیار سخت قرار داشت. سختی کل مربوط به وجود کربنات کلسیم در آب می‌باشد که طبق آنالیز مولفه‌های اصلی تاثیرگذارترین فاکتور کیفی در پساب بود. وجود املاح و نمک‌های زیاد در آب، نشان دهنده تاثیرپذیری بالای چاه‌های برداشت آب از منابع سطحی می‌باشد که این وضعیت در سایت‌هایی که از چاه‌های سطحی برداشت داشتند، بیشتر مشهود بود. افزایش فسفات در مزرعه‌ی شماره ۴، نسبت به مزارع دیگر، اهمیت مدیریت تغذیه آبزیان را نشان می‌دهد. به علت مقادیر نسبتا بالای اکسیژن محلول در مزارع پرورشی، نیترات‌زدایی در اکثر پرورش ماهی باعث پائین بودن نیترات شد که البته در مزارعی که

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

شست‌وشو به دفعات زیاد انجام گرفته و اجازه فرایند دنیتریفیکاسیون داده نشده است، شاهد افزایش نیترات نسبت به سایت‌های دیگر بودیم. با وجود اینکه بیشتر پارامترهای مورد مطالعه موجود در پساب پرورش ماهی در رنج مجاز استاندارد خروجی فاضلاب ماده ۵ آئین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب – ۱۳۷۳/۰۹/۰۵ سازمان محیط زیست ایران قرار داشتند، نیاز به سیستم تصفیه‌ی حذف ذرات جامد معلق، کنترل pH، کاهش سختی کل و میزان ذرات محلول در آب در مزارع پرورشی ماهی قزل‌آلا مشهود است.

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. رحیمی، س.، شریعتی، ف.، خارا، ح.، ۱۳۹۷. بررسی تاثیر کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بر برخی پارامترهای کیفی آب رودخانه خالکائی، ماسال، استان گیلان. محیط زیست جانوری، ۱۰(۳)، ۱۶۷-۱۴۷.

۲. صیدگر، م.، نکوئی فرد، ع.، محبی، ف.، احمدی، ر.، مهرابی، م.ر.، ذریه زهرا، س.ج.، مصطفی زاده، ب.، علیزاده اوصالو، ژ.، ۱۴۰۱. تاثیرآب خروجی مزارع تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان برجوامع درشت بی‌مهرگان کفزی وکیفیت آب رودخانه پردانان آذربایجان‌غربی. نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۶(۱)، ۵۳-۲۲.

۳. طهماسبی، م. ح.، مسعودیان، م.، نیک‌زاد، ف.، ۱۴۰۲. بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی مصرفی در پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان دشت مازندران. نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۷(۴)، ۳۵-۲۵.

۴. مسعودیان، م.، نیک‌زاد، ف.، ۱۳۹۸. افزایش بهره‌وری آب مورد استفاده در مزارع پرورش ماهی سردابی. سومین همایش ملی مدیریت منابع آب نواحی ساحلی. مازندران. ساری.

۵. میررسولی، ا.، نظامی، ش.ع.، خارا، ح.، قربانی، ر.، ۱۳۹۱. تاثیر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی قزل-آلای رنگین‌کمان بر روی بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه زرین‌گل. نشریه توسعه آبزی پروری، ۶(۲)،۹۲-۸۱.

6. Ayoub, M., El-Morsy, A., 2021. Applying the Wastewater Quality Index for Assessing the Effluent Quality of Recently Upgraded Meet Abo El-koum Wastewater Treatment Plant. Journal of Ecological Engineering, 22(2), 128-133.
7. Bhatnagar, A., Devi, P., 2013. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. International Journal on Environmental Sciences, 5(2), 1-30.
8. Bergheim, A., Brinker, A., 2003. Effluent treatment for flow through systems and European Environmental Regulations. Aquacultural Engineering, 27(1), 61-77.
9. Boaventura, R., Pedro, A.M., Coimbra, J. and Lencastre, E., 1997. Trout farm effluents: characterization and impact on the receiving streams. Environmental Pollution, 95(3), 379-387.
10. Boyd, C.E., 1990. Water quality in ponds for aquaculture. 482 p.
11. Castello, M.J., Thompson, E., Gillooly, M., Dempsey, S., Briody, M., Massik, Z., Quigley, D., Warrer-Hansen, I., 1995. Pollution Control of LFreshwater Fish Farms effluent in Ireland. In STRIDE

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

Report No 5. Department of Environment Dublin.
12. Cyrino, J.E.P., Bicudo, A.J.D.A., Sado, R. Y., Borghesi, R., Dairik, J.K., 2010. Fish farming and the environment: the use of environmentally friendly feeds in fish culture. Revista Brasileira de Zootecnia, 39, 68-87.
13. Coldebella, A., Gentelini, A.L., Piana, P.A., Coldebella, P.F., Boscolo, W.R., Feiden, A., 2017. Effluents from fish farming ponds: A view from the perspective of its main components. Sustainability, 10(3), 1-16.
14. Fadaeifard, F., Raissy, M., Faghani., M., Majlesi, A., Nodeh Farahani, Gh., 2012. Evaluation of physicochemical parameters of waste water from rainbow trout fish farms and their impacts on water quality of Koohrang stream -Iran. International Journal of Fisheries and Aquaculture, 4(8), 170-177.
15. Koçer, M.A.T., Kanyılmaz, M., Yılayaz, A., Sevgili, H., 2013. Waste loading into a regulated stream from land-based trout farms. Aquaculture Environment Interactions, 3(3), 187-195.
16. Jamshidzadeh, Z., Barzi, M.T., 2020. Wastewater quality index (WWQI) as an assessment tool of treated wastewater quality for agriculture: a case of North Wastewater Treatment Plant effluent of Isfahan. Environmental Science and Pollution Research, 27(7), 7366–7378.
17. Oni, O; and Fasakin, O., 2016. The Use of Water Quality Index Method to Determine the Potability of Surface Water and Groundwater in the Vicinity of a Municipal Solid Waste Dumpsite in Nigeria. American Journal of Engineering Research, 5(10), 96–101.
18. Parmar, K., Parmar, V., 2010. Evaluation of water quality index for drinking purposes of river Subernarekha in Singhbhum District. International journal of environmental sciences, 1(1), 77-81.
19. Pulatsu, S., RAD, F., Köksal, G., Aydn, F., Benli, A.K., Topcu, A., 2004. The impact of rainbow trout farm effluents on water quality of Karasu stream, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 4(1), 9-15.
20. Read, P., Fernandes, T., Miller, K., 2001. The derivation of scientific guidelines for best environmental practice for the monitoring and regulation of marine aquaculture in Europe. Journal of Applied Ichthyology, 17**,** 146-152.
21. Sidoruk, M., Cymes, I., 2018. Effect of water management technology used in trout culture on water quality in fish ponds. Water, 10(9), 1264.
22. Sindilariu, P.D., Reiter, R., Wedekind, H., 2009. Impact of trout aquaculture on water quality and farm effluent treatment options. Aquatic Living Resources, 22(1), 93-103.
23. Soofiani, N.M., Hatami, R., Hemami, M.R. Ebrahimi, E., 2012. Effects of trout farm effluent on water quality and the macrobenthic invertebrate community of the Zayandeh-Roud River, Iran. North American Journal of Aquaculture, 74(2), 132-141.
24. Tahar, A., Kennedy, A., Fitzgerald, R.D., Clifford, E., Rowan, N., 2018. Full water quality monitoring of a traditional flow-through rainbow trout farm. Fishes, 3(3), 28.
25. Varol, M., Balcı, M., 2020. Characteristics of effluents from trout farms and their impact on water quality and benthic algal assemblages of the receiving stream. Environmental Pollution, 266, 115101.
26. World Health Organization, 2018. Guidelines on sanitation and health. World Health Organization.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

Investigation of effluent quality of trout fish farm, case study "Amole region"

Nikzad, F.[1], Masoudian, M.[1*], Kalantari, D[2].

1- Department of Water Structure, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2- Department of Mechanics of Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

Received: 4 May 2024 **Accepted: 25 July 2024**

Abstract

Untreated effluent in most trout culture farms in Mazandaran province is discharged into the environment. Characteristics of effluents from seven flow-through trout farms in the plain of Amol city are investigated. Water samples were taken from both inlet and outlet of fish farms. Thirteen physical and chemical parameters of effluent that were analyzed indicated that the concentrations of Dissolved Oxygen (DO), Electrical Conductivity (EC), Nitrate (NO_3^-), Chloride (CL^-), Iron (Fe), sulfate (SO_4^{-2}), phosphate (PO_4^{-3}), Ammonium (NH_4^+) and (pH) satisfied the wastewater standard of Environment Organization of Iran and effluent discharging to surface waters was characterized by high quality on the Water Quality Index (WQI). As the result of the principal component analysis, TH, Fe, TSS, and DO, were the most influential parameters in the first component and SO_4^{-2} in the second component, in measuring the wastewater quality variation. A significant increase from inlets to outlets was observed for (pH), total suspended solids (TSS), total dissolved solids (TDS), phosphate (PO_4^{-3}), and total hardness (TH) ($p<0.05$) due to no effluent treatment processes and intense culture at the fish farms and implies a Wastewater treatment system for removing suspended solids, pH control, and reducing TH and TDS.

Keywords: Aquaculture, PCA, Water quality, Environmental, WQI.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-810]

* *Corresponding Author: mohsen_masoudian@yahoo.com*