مجله بوم شناسی آبزیان

تاثیر پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان بر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه ریجاب (استان کرمانشاه)

سید حامد حسینی[۱]، میر مسعود سجادی[۲*]، احسان کامرانی[۳]، ایمان سوری نژاد[٤]، حسین رنجبر[٥]

[۱] گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

[۲] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

[۳] گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان

[٤] گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان

[٥] اداره شیلات استان کرمانشاه

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۹۲/۰۸/۲۶

اصلاح: ۹۲/۰۹/۱۹

پذیرش: ۹۲/۰۹/۲۲

کلمات کلیدی:

فیزیکوشیمیایی

پساب

کرمانشاه

رودخانه ریجاب

چکیده

تاثیر پساب کارگاه‌های پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان بر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه ریجاب بررسی شد. پنج ایستگاه در قسمت‌های مختلف رودخانه شامل ایستگاه یک در سرچشمه رودخانه، ایستگاه دو تقریباً بعد از ۳۰ درصد مزارع پرورش ماهی، ایستگاه سه بعد از ۶۰ درصد مزارع پرورش ماهی، ایستگاه چهار بعد از آخرین مزرعه پرورش ماهی و ایستگاه پنج یک کیلومتر پایین تر از آخرین مزرعه پرورش ماهی تعیین شد. پارامترهای دما، اکسیژن، pH، دی اکسید کربن، هدایت الکتریکی، آمونیاک، نیترات، نیتریت، فسفات، جامدات محلول کل، اکسیژن مورد نیاز زیستی و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی در ایستگاه‌های مختلف به فاصله زمانی هر ۱۵ روز از فروردین تا اسفند ۱۳۹۰ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد از لحاظ میزان نیترات بین ایستگاه‌های مطالعاتی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). پساب مزارع پرورش ماهی تاثیر معنی‌داری بر پارامترهای pH، دی اکسید کربن، اکسیژن، آلکالینیتی، سختی کل، هدایت الکتریکی، آمونیاک، فسفات، جامدات محلول کل، اکسیژن مورد نیاز زیستی و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی آب داشت (P<۰/۰۵). در ایستگاه پنج، اختلاف معنی‌داری در اکثر پارامترهای اندازه‌گیری شده در مقایسه با ایستگاه چهار مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بنابراین، پساب استخرهای پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان باعث ایجاد آلودگی رودخانه ریجاب و تغییر پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شده است.

مقدمه

آبزی پروری ابزار مهمی برای افزایش رشد اقتصادی در نواحی شهری و روستایی از طریق ایجاد شغل و درآمد است. با این وجود باید به روشهای تولید توجه لازم مبذول گردد تا اثرات منفی فرآیند تولید در آبزی پروری کاهش یابد (Midlen and Redding, 1998; Read *et al.*, 2001). مطالعات علمی فراوانی در خصوص تاثیر احداث استخرهای پرورش ماهی بر رودخانه ها و اثرات زیست محیطی آنها بر اکوسیستم های آبی در جهان انجام شده است (کاظم زاده خواجوی و

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mmsajjadi@hotmail.com صندوق پستی : ۱۱٤٤

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]

همکاران، ۱۳۸۱؛Bergheim and Brinker, 2003). مشخص نمودن میزان پارامترهای فیزیکوشیمیایی پساب مزارع پرورش ماهی که به منابع آبی رها می شوند و تعیین تاثیر آبزی پروری بر این پارامترها، اطلاعات پایه را جهت تنظیم مقررات حفاظت از محیط زیست فراهم می نماید. بر اساس این اطلاعات، پرورش دهندگان ماهی ملزم به توسعه سیستم های تصفیه پساب مزارع و بهبود شرایط محیطی در منابع آبی خواهند شد (Pulatsu *et al.*, 2004).

رودخانه ریجاب یکی از رودخانه های پر آب استان کرمانشاه می‌باشد. میزان تولید مزارع پرورش ماهی در منطقه ریجاب در یک دوره ۱۵۰۰ تن می‌باشد و این در حالی است که اکثر این مزارع مجوزهای لازم جهت آبزی پروری را اخذ ننموده و با احداث مزارع در زمین های کشاورزی خود و با برداشت آب از رودخانه ریجاب اقدام به پرورش ماهی و رهاسازی پساب آن نموده اند. با توجه به اهمیت حفظ بوم سازگان رودخانه ریجاب، می توان با اندازه گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب رودخانه و مقایسه آن در ایستگاه های مختلف نمونه برداری، تاثیر پساب کارگاه های تکثیر و پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان را بر کیفیت آب رودخانه ریجاب مشخص نموده و اطلاعات پایه را در اختیار دست اندرکاران برای مدیریت پساب مزارع قرار داد.

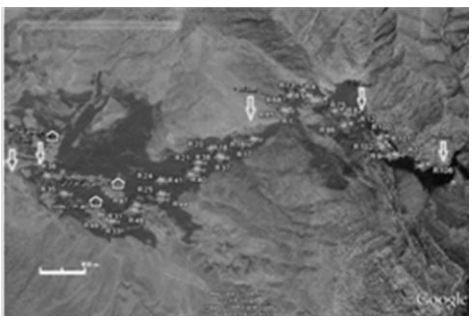
مواد و روش‌ها

پرورش ماهی در منطقه ریجاب از سال ۱۳۸۱ در یک مزرعه ۱۸۰ متر مربعی و با تولید ۳ تن ماهی قزل آلای رنگین کمان و با کسب مجوزهای لازم آغاز گردید. پس از آن هر سال بر تعداد و وسعت مزارع پرورش ماهی افزوده شده است به طوری که در حال حاضر تعداد ۱۸۳ مزرعه به مساحت ۹۶۳۶۰ متر مربع و با تولید حدود ۱۵۰۰ تن در حال فعالیت هستند. دبی آب رودخانه در حداقل و حداکثر سالانه به ترتیب ۱۵۰۰ لیتر در ثانیه و ۵۲۰۰ لیتر در ثانیه می‌باشد.

در مطالعه حاضر بر اساس موقعیت منطقه و نحوه قرارگیری استخرهای پرورش ماهی قزل آلا، پنج ایستگاه در نظر گرفته شد. به این ترتیب که ایستگاه یک به عنوان ایستگاه شاهد در سرچشمه رودخانه، قبل از ورودی استخرهای پرورش ماهی انتخاب شد. ایستگاه دو بعد از تقریباً ۳۰ درصد مزارع، ایستگاه سه بعد از ۶۰ درصد مزارع و ایستگاه چهار بعد از آخرین استخر پرورش ماهی مد نظر قرار گرفت. یک ایستگاه (ایستگاه شماره ۵)، در فاصله یک کیلومتر پایین‌تر از آخرین مزرعه پرورش ماهی جهت تعیین توان خود پالایی رودخانه در نظر گرفته شد (شکل ۱). همچنین به دلیل وجود یک نیروگاه برق آبی در پایین دست مزارع پرورش ماهی امکان سنجش خودپالایی در فاصله بیشتر از یک کیلومتر پایین تر وجود نداشت. در جدول ۱ موقعیت ایستگاه های نمونه برداری از پساب مزارع پرورش ماهی ارائه شده است.

جدول ۱. موقعیت ایستگاه های نمونه برداری از پساب مزارع پرورش ماهی در منطقه رودخانه ریجاب استان کرمانشاه

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	موقعیت ایستگاه (طول و عرض جغرافیایی)
۱	سرچشمه	۴۶۰۱۲۷ -۳۴۲۸۳۲
۲	مزرعه گلینی	۴۶۰۰۵۱-۳۴۲۸۴۶
۳	پل دروازه	۴۶۰۰۱۸ -۳۴۲۸۵۰
۴	روستای ابودوجانه	۴۵۵۸۲۷ -۳۴۲۸۳۱
۵	یک کیلومتر پایین تر از مزارع پرورش ماهی	۴۵۵۸۱۲ -۳۴۲۸۳۵



شکل ۱. ایستگاه های اندازه گیری پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب در رودخانه ریجاب

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]

نمونه برداری آب از ایستگاه های انتخاب شده، طی فروردین تا اسفند سال ۱۳۹۰ به فاصله زمانی ۱۵ روز یکبار به دلیل شدت فعالیت مزارع پرورش ماهی انجام گرفت (Hartnett *et al.*, 2005).

پس از نمونه برداری، پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب رودخانه شامل دما، اکسیژن، شوری، هدایت الکتریکی، pH، NH_3، NO_3، PO_4، COD[1]، BOD_5[2]، TDS[3] و CO_2 اندازه گیری شدند. در ایستگاه یک تا چهار تمام پارامترها در محل اندازه‌گیری شد و فقط جهت اندازه گیری BOD_5 و COD نمونه آب به آزمایشگاه انتقال یافت. در ایستگاه پنج اندازه گیری دما، pH، اکسیژن، هدایت الکتریکی و CO_2 در محل انجام گرفت. نمونه آب در ظروف در بسته همراه یخ در دمای کمتر از چهار درجه سانتیگراد نگهداری شد. پارامترهای NH_3، NO_3، PO_4، COD، BOD_5 و TDS در مدت حداکثر دو ساعت پس از نمونه برداری، جهت اندازه گیری به آزمایشگاه انتقال داده شد و اندازه گیری پارامترها بلافاصله آغاز شد.

نمونه برداری از دما، pH، اکسیژن، هدایت الکتریکی (EC[4])، شوری، CO_2 و TDS توسط دستگاه Sension156 انجام شد. برای اندازه‌گیری NH_3، NO_3 و PO_4 دستگاه photometer 7100 و برای اندازه‌گیری COD، دستگاه Eco 8 thermoreactor مورد استفاده قرار گرفت. همچنین برای اندازه گیری BOD_5 از دستگاه BODTrack و روش نگهداری نمونه آب در انکوباتور در دمای ۲۰ درجه به مدت ۵ روز استفاده شد. اندازه گیری پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب به فاصله زمانی هر ۱۵روز یکبار تکرار شد.

برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزارSPSS17 و آنالیز واریانس یکطرفه (One-Way-ANOVA) استفاده شد. آزمون Duncan در سطح معنی داری ۹۵ درصد جهت تعیین اختلاف بین تیمارهای آزمایشی به کار گرفته شد. همچنین از برنامه Excel برای رسم نمودارها و تعیین انحراف از معیار استفاده شد.

نتایج

میزان پارامترهای فیزیکو شیمیایی مختلف در ایستگاه های تعیین شده در جدول ۲ و همچنین میزان هر پارامتر در فصول مختلف سال در اشکال ۲ و ۳ ارائه شده است. دمای آب در بین ایستگاه های مختلف بین حداقل ۰/۵±۱۳/۶ درجه سانتی گراد در ایستگاه یک و حداکثر ۸/۶±۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد در ایستگاه پنج متغیر بود (جدول ۲).

بر اساس نتایج به دست آمده، از لحاظ میزان نیترات، بین ایستگاه‌های مطالعاتی اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت ($P>0.05$). همچنین در ایستگاه های چهار و پنج میزان نیترات در فصل تابستان بیشتر از بقیه فصول بود (شکل ۲).

پساب مزارع پرورش ماهی تاثیر معنی‌دار آماری بر پارامترهای اکسیژن، pH، CO_2، هدایت الکتریکی، آمونیاک، آلکالینیتی، سختی کل، فسفات، شوری، TDS، COD و BOD_5 آب رودخانه داشت ($P<0.05$). نتایج نشان داد که از لحاظ میزان pH بین دو ایستگاه اول و بقیه ایستگاه ها اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت ($P<0.05$). از لحاظ میزان اکسیژن، بین ایستگاه یک و ایستگاه‌های سه، چهار و پنج اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد ($P<0.05$). از لحاظ میزان TDS و آلکالینیتی ($CaCO_3$)، بین سه ایستگاه اول و ایستگاه های چهار و پنج اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد ($P<0.05$). همچنین در ایستگاه ۴ میزان TDS در فصل تابستان بیشتر از بقیه فصول بود. از لحاظ میزان CO_2 بین ایستگاه‌های یک (سرچشمه) و بقیه ایستگاه ها اختلاف معنی‌دار آماری به دست آمد ($P<0.05$). از لحاظ میزان هدایت الکتریکی، بین ایستگاه یک و ایستگاه‌های چهار و پنج اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P<0.05$).

از لحاظ میزان آمونیاک در بین ایستگاه‌های یک، دو، سه و چهار اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت ($P<0.05$). اما بین ایستگاه پنج (یک کیلومتر پایین تر از آخرین مزرعه پرورش ماهی) و ایستگاه چهار از لحاظ آمونیاک اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P>0.05$). از لحاظ میزان آمونیاک بین فصول تابستان و پاییز و فصول دیگر در ایستگاه ۴ اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد. از لحاظ میزان نیتریت ($N- NO_2$)، بین ایستگاه یک و بقیه ایستگاه ها اختلاف معنی دار آماری به دست

[1] Chemical Oxygen Demand
[2] Biological Oxygen Demand
[3] Total Dissolved Solids
[4] Electrical Conductivity

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]

آمد (P<0.05). از لحاظ میزان فسفات، بین ایستگاه یک و بقیه ایستگاه ها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<0.05). میزان فسفات در فصول تابستان و پاییز میزان بیشتری داشت.

جدول ۲. میزان پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب در ایستگاه های مختلف رودخانه ریجاب در سال ۱۳۹۰ (میانگین± انحراف معیار)

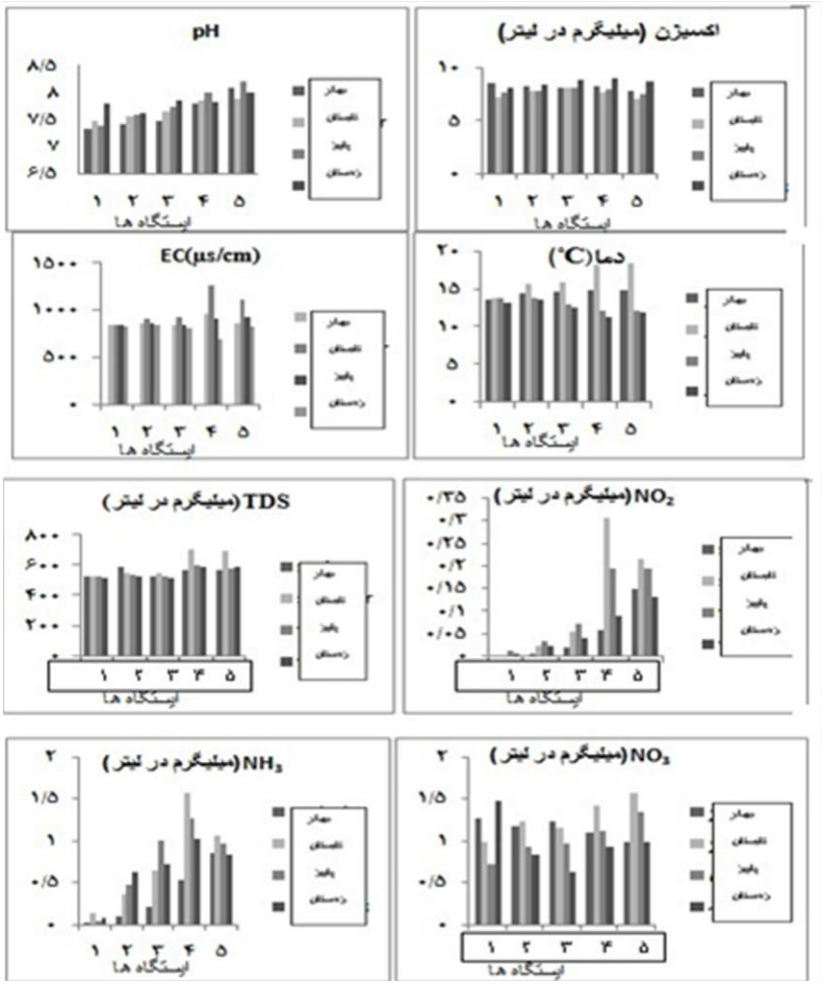
پارامتر	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵
دما °C	۱۳/۶±۰/۵	۱۳/۹±۴/۱	۱۴/۲±۳/۷	۱۴/۷±۷/۲	۱۵/۲±۸/۶
اکسیژن (mg/l)	۷/۵۲±۰/۲۰^{a}	۷/۵۷±۰/۰۹^{ab}	۷/۶۹±۰/۱۵^{b}	۷/۸۳±۰/۱۵^{b}	۷/۸۱±۰/۲۷^{b}
pH	۷/۶۹±۰/۳۷^{a}	۸±۰/۴۵^{a}	۸/۲۴±۰/۵۹^{b}	۸/۱۶±۰/۷۵^{c}	۸/۱۷±۰/۴۰^{c}
EC (µs/cm)	۸۳۴/۰۴±۹/۲^{a}	۸۶۴/۵۶±۳۷/۸^{ab}	۸۵۵/۴۳±۵۶/۶^{ab}	۹۶۳/۳۰±۲۸۵/۲^{b}	۹۲۷/۲۳±۱۲۶/۵^{b}
TDS (mg/l)	۵۲۶/۶۰±۶/۵^{a}	۵۵۴/۰۴±۸۵/۳^{a}	۵۳۵/۷۸±۱۹/۴۴^{a}	۶۲۱/۶۰±۸۷/۲۳^{b}	۶۰۸/۵۳±۷۳/۹^{b}
آمونیاک (mg/l)	۰/۰۵۶۵±۰/۰۴^{a}	۰/۳۹۸±۰/۴۲^{b}	۰/۶۳۵±۰/۶۷^{c}	۱/۱۳۳±۰/۷۰^{d}	۰/۹۲۴±۰/۵۲^{cd}
نیتریت (mg/l)	۰/۰۰۵±۰/۰۰۴^{a}	۰/۰۲۲±۰/۰۱۱^{ab}	۰/۰۴۸±۰/۰۲۴^{b}	۰/۱۶۷±۰/۱۲۸^{c}	۰/۱۷۲±۰/۴۲^{c}
نیترات (mg/l)	۱/۱۴±۰/۴۰^{a}	۱/۰۲±۰/۴۸^{a}	۱/۰۱±۰/۳۹^{a}	۱/۱۵±۰/۳۴^{a}	۱/۲۱±۰/۴۳^{a}
PO_4 (mg/l)	۰/۲۸±۰/۰۹^{a}	۰/۷۷±۰/۴۵^{b}	۱/۰۲±۰/۵۰^{bc}	۱/۲۲±۰/۶۲^{c}	۱/۱۸±۰/۷۳^{c}
سختی کل (mg/l)	۲۰۵±۴۴^{b}	۱۸۲/۶۰±۱۴/۸	۱۸۸/۲۶±۲۶/۹^{ab}	۲۰۴/۱۳±۲۷/۸^{b}	۱۸/۳۴±۲۲/۶^{ab}
($CaCO_3$) (mg/l)	۲۰۹/۳۴±۳۵/۲^{a}	۲۰۸/۲۶±۲۱/۵^{a}	۲۱۵/۴۳±۱۹/۸۲^{a}	۲۳۹/۵۶±۱۸/۸^{b}	۲۴۱/۳۱±۳۶/۳^{b}
CO2 (mg/l)	۱۴/۸۹±۳/۰۴^{c}	۸/۳۹±۲/۰۵^{b}	۶/۵۶±۱/۷۵^{a}	۷/۹۱±۱/۹۹^{b}	۷/۳۱±۱/۰۸^{b}
BOD5 (mg/l)	۳/۴۱±۳/۰۴^{a}	۶/۶۱±۲/۵۵^{b}	۷/۹۲±۴/۳۶^{b}	۱۱/۸۱±۶/۵۲^{c}	۱۰/۷۷±۴/۶۲^{c}
COD (mg/l)	۴/۷۸±۲/۱۰^{a}	۷/۹۱±۵/۰۸^{b}	۹/۱۳±۳/۸۵^{c}	۱۰/۱۷±۴/۱۴^{d}	۹/۳۲±۲/۲۷^{c}

حروف متفاوت انگلیسی در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار آماری بین ایستگاه های مختلف می باشد (P<0.05).

بین ایستگاه های یک و بقیه ایستگاه‌های اندازه گیری از لحاظ میزان BOD_5 اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد (P<0.05). میزان BOD_5 در فصل تابستان میزان بیشتری در ایستگاه ۴ داشت. از لحاظ میزان COD در بین ایستگاه‌های یک (سرچشمه)، و بقیه ایستگاه ها اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت (P<0.05). همچنین از لحاظ میزان COD، بین ایستگاه چهار و ایستگاه پنج اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد (P<0.05). از لحاظ میزان سختی کل بین ایستگاه‌های یک و چهار با ایستگاه دوم اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد (P<0.05). (جدول ۲). همچنین در بسیاری از پارامترهای اندازه‌گیری شده، میزان این پارامترها همچنان در فصول پاییز و زمستان بالا بود که دلیل آن ادامه پرورش ماهی در بسیاری از مزارع در فصول پاییز و زمستان می باشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

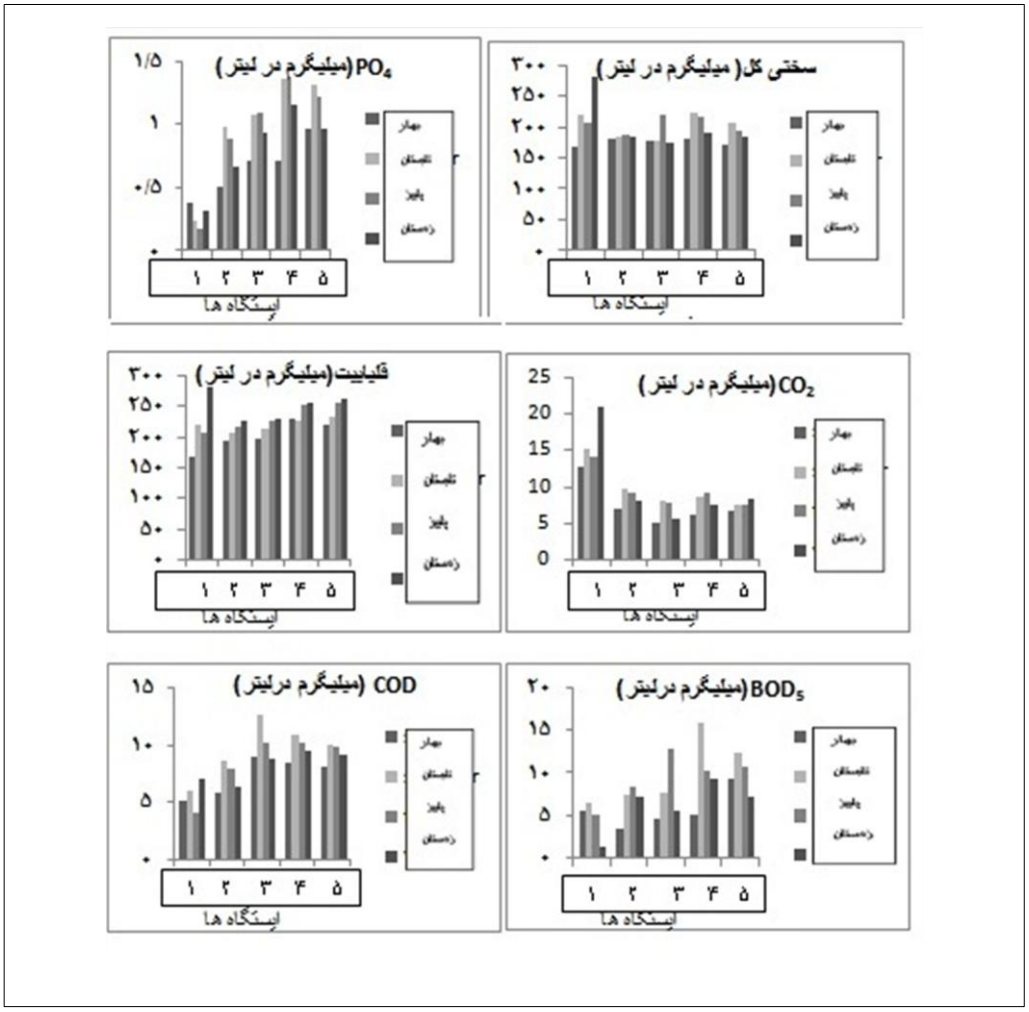
[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]



شکل ۲. تغییرات میزان پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب در ایستگاه های مختلف رودخانه ریجاب در فصول مختلف در سال ۱۳۹۰

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]



شکل ۳. تغییرات میزان پارامترهای فیزیکو شیمیایی آب در ایستگاه های مختلف رودخانه ریجاب در فصول مختلف در سال ۱۳۹۰

بحث

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، میزان اکسیژن در ایستگاه های مختلف از مقدار بالایی برخوردار بود و بین ۷/۵۲ تا ۷/۸۱ در نوسان بود (جدول ۲). در مطالعه Varedi و همکاران (۲۰۱۰)، غلظت اکسیژن در پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلا نسبت به آب ورودی مزارع پرورش ماهی کاهش یافته بود ولی این کاهش از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌داری نبود. در رودخانه ریجاب غلظت نسبتاً بالای اکسیژن در همه نقاط و حتی در پایین دست مزارع پرورش ماهی احتمالاً به این علت است که رودخانه ریجاب دارای یک بستر سنگلاخی با شیب بالا است، که هوادهی را به صورت مکانیکی انجام می‌دهد. البته کاهش اکسیژن به دلیل وجود مزارع پرورش ماهی نیز در این منطقه اتفاق می افتد ولی موازنه اکسیژن به دلیل هوادهی به وسیله نیروی گرانشی منطقه، این کاهش را جبران می نماید. نتایج مشابهی توسط Bergheim و Selmer-Olsen (۱۹۷۸) گزارش گردیده است.

در رودخانه ریجاب میزان BOD_5 در بین ایستگاه های مختلف دارای نوسان بود و اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه ۱ (شاهد) و ایستگاه های ۲، ۳، ۴ و ۵ وجود داشت (جدول ۲). همچنین میزان آن دارای نوسانات فصلی هم بود به طوری که در فصل تابستان بیشترین میزان BOD5 وجود داشت (شکل ۳).

در جدول ۳ استاندارد آلودگی آبهای سطحی و مقایسه آن با پارامترهای اندازه گیری شده در رودخانه ریجاب ارائه شده است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]

جدول ۳. استاندارد آلودگی آب‌های سطحی و مقایسه آن با پارامترهای اندازه گیری شده در رودخانه ریجاب

پارامتر	مقدار در رودخانه ریجاب	استاندارد	منبع
اکسیژن (میلی‌گرم در لیتر)	۷/۸۱-۷/۵۲	>۵	Boyd and Gautier (2000)
pH	۸/۲۴-۷/۶۹	۹/۵-۶/۵	Boyd and Gautier (2000)
BOD (میلی‌گرم در لیتر)	۱۱/۸۱-۳/۴۱	۲-۰ بسیار تمیز ۵-۲ نسبتاً آلوده ۵< شدیداً آلوده	EPA (1996)
نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۲۱-۱/۰۱	۱۶/۹	Schwartz and Boyd (1994)
آمونیاک (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۱۳۳-۰/۰۵۶۵	۰/۱	EEC (1978)
فسفر (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۲۲-۰/۲۸	۰/۱	EPA (1996)
EC (میکروموس بر سانتیمتر)	۹۶۳-۸۳۴	۵۰۰-۱۵۰	Kelly *et al.*, (1998)

میزان BOD_5 در رودخانه ریجاب از استانداردهای موجود بیشتر بوده و بعد از ایستگاه ۱ که بر اساس استاندارد ارائه شده، نسبتاً آلوده است سایر ایستگاه ها در ردیف آب‌های شدیداً آلوده قرار دارند (جدول ۳). BOD_5 اندازه‌گیری مقدار اکسیژنی است که توسط میکروارگانیسم‌ها در اکسیداسیون هوازی نیاز است. تغییر در میزان BOD_5 در رودخانه ریجاب به علت مواد آلی خارج شده از مزارع پرورش ماهی می‌باشد. در مطالعه نادری جلودار و همکاران (۱۳۸۵)، مشخص گردید مواد مغذی دارای نوسانات فصلی نیز بوده به طوری که در فصل تابستان با شدت گرفتن میزان فعالیت مزارع پرورش ماهی و افزایش تولید مواد مغذی، کاهش دبی آب رودخانه و افزایش دما، آثار پساب مزارع بر اکوسیستم رودخانه و کیفیت آب آن شدت بیشتری پیدا کرد. در سال ۲۰۰۲، Miller و Semens در مطالعات خود بیان نمودند که افزایش میزان BOD در ماه های تابستان بیشتر مشخص است که احتمالاً اغلب به علت افزایش دمای آب و مقدار بیشتر تغذیه ماهیان توسط مزارع پرورش ماهی می‌باشد. این افزایش BOD، ناشی از ورود مواد آلی فراوان حاصل از مزارع پرورش ماهی قزل آلا به داخل رودخانه می‌باشد. البته این موضوع Maillard و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش شده است. در ایستگاه شماره ۵ میزان این فاکتور نسبت به ایستگاه شماره ۴ به دلیل خود پالایی رودخانه کاهش یافته بود ولی این کاهش از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. Boaventura و همکاران (۱۹۹۷) گزارش دادند که میزان اکسیژن مورد نیاز زیستی در ۲ تا ۳ کیلومتر پایین تر از نقطه تخلیه پساب مزارع پرورش ماهی به داخل رودخانه Inha و Fornelo در کشور پرتقال به حالت اولیه خود برگشت.

در نتایج به دست آمده از این تحقیق مشخص شد که مزارع پرورش ماهی در رودخانه ریجاب باعث افزایش میزان COD تا ایستگاه شماره ۴ شده اند (جدول ۲). نتایج مشابهی توسط Miller و Semens (۲۰۰۲) گزارش شد و بیان گردید که پساب مواد آلی خارج شده از مزارع پرورش ماهی باعث افزایش میزان COD در رودخانه می‌شود. این مواد آلی وارد شده در رودخانه، توسط غذای خورده نشده یا مدفوع ماهی تولید می‌شوند (Maillard *et al.*, 2005).

میزان pH اگرچه دارای اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه های مختلف بود اما این اختلاف بین ایستگاه ها در حدود استاندارد پرورش ماهی (۹/۵-۶/۵) قرار داشت (Boyd and Gautier, 2000) (جدول ۳). Boaventura و همکاران (۱۹۹۷) بیان نمودند که میزان متوسط pH در پساب خروجی مزارع پرورشی در مقایسه با آب ورودی به صورت معنی داری کاهش یافته است. بر خلاف نتایج تحقیق حاضر، در مطالعه Varedi و همکاران (۲۰۱۰)، از لحاظ pH اختلاف معنی‌دار آماری بین ایستگاه‌های مختلف در رودخانه هراز مشاهده نشد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]

میزان متوسط آمونیاک در ایستگاه ۱ (سرچشمه)، ۰/۰۵۶۵ میلی گرم در لیتر بود. این میزان بعد از مزارع پرورش ماهی تا ایستگاه شماره ۴ افزایش یافت و میزان آن به ۱/۱۳۳ میلی گرم در لیتر رسید. بعد از آن در ایستگاه ۵ میزان متوسط آمونیاک کاهش یافت و به میزان ۰/۹۲۴ میلیگرم در لیتر رسید (جدول ۲). بنابراین با افزایش مزارع پرورش ماهی در ایستگاه شماره ۴، میزان آمونیاک به حداکثر خود رسید. به هر حال غلظت آمونیاک در ایستگاه ۱ پایین تر از حد مجاز (۰/۱ میلی گرم در لیتر) توصیه شده توسط EEC (جدول ۳) برای محافظت و بهبود شرایط ماهیان در آب شیرین می‌باشد (Boaventura *et al.*, 1997). در مطالعه Laird و Needham (۱۹۸۸)، میزان آمونیاک در نقطه خروجی مزارع پرورش ماهی نسبت به آب ورودی حدود ۲۰۰ درصد افزایش یافته بود. اگرچه این افزایش اختلاف معنی‌داری را نشان نداد اما از حدود توصیه شده برای مزارع پرورش ماهی توسط EEC (۰/۱ میلی گرم در لیتر) بیشتر بود (Laird and Needham, 1988). در بررسی انجام شده در رودخانه هراز مقدار متوسط آمونیوم اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مختلف، حداقل و حداکثر بین ۰/۰۱۴ و ۰/۷۸۳ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ایستگاه ۱ قبل از مزارع پرورش ماهی و ایستگاه ۷ بلافاصله بعد از مزرعه ۷۰۰ تنی قزل آلا برآورد گردید. همچنین میزان آمونیاک در ایستگاه شماره ۷ در فصل تابستان به میزان ۲/۰۷ میلی گرم در لیتر رسید (نادری جلودار و همکاران، ۱۳۸۵). در رودخانه ریجاب در ایستگاه های ۲، ۳، ۴ و ۵ غلظت آمونیاک خیلی بیشتر از میزان توصیه شده توسط EEC می‌باشد و این موضوع باعث شده بوی آمونیاک شدیدی در منطقه وجود داشته باشد.

میزان نیترات در ایستگاه شماره ۴ و ۵ علیرغم افزایش، اختلاف معنی‌داری را با ایستگاه‌های قبلی نشان نداد (جدول ۲). غلظت نیترات در آبهای طبیعی سطحی کمتر از ۱ میلی گرم در لیتر گزارش شده است (McNeely and Neimanis, 1979). با این وجود میزان نیترات در تمام ایستگاه ها بالاتر از حد توصیه شده می‌باشد. همچنین میزان نیترات در پایین تر از سطح توصیه شده برای مزارع پرورش ماهی، یعنی پایین تر از ۱۶/۹ میلی گرم در لیتر برای نیترات بود (Schwartz and Boyd, 1994). در مطالعه Boaventura و همکاران (۱۹۹۷)، از لحاظ میزان نیترات بین ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد. همچنین میزان نیترات در ایستگاه شماره ۵ هم افزایش نشان می‌دهد که این افزایش می‌تواند به دلیل عمل نیتریفیکاسیون باشد (نادری جلودار و همکاران، ۱۳۸۵). در مجموع افزایش نیترات در رودخانه ریجاب با توجه به تراکم مزارع پرورش ماهی منطقی به نظر می‌رسد. همچنین مشخص شد که مزارع پرورش ماهی باعث افزایش غلظت نیترات می‌شود و این موضوع مشابه مطالعات قبلی می‌باشد (Zivic *et al.*, 2009; Camargo *et al.*, 2011; Guilpart *et al.*, 2012). یکی از دلایلی که در حقیقت منجر به کاهش غلظت نیتریت و نیترات در بین ورودی و خروجی استخر ها شده است، فعالیت فتوسنتزی در کارگاه پرورش ماهی و همچنین در طول مسیر رودخانه توسط گیاهان آبزی می باشد (Kendra, 1991).

میزان نیتریت بعد از ایستگاه ۱ افزایش یافت و در ایستگاه ۵ به اوج خود رسید (جدول ۱). همچنین میزان آن در فصل تابستان در ایستگاه ۴ در بیشترین میزان خود قرار داشت (نمودار شماره ۱). میزان توصیه شده برای غلظت نیتریت ۰/۸۳ میلیگرم در لیتر می باشد (Schwartz and Boyd, 1994). با این وجود میزان نیتریت در سه ایستگاه اول در پایین تر از میزان توصیه شده قرار داشت ولی در ایستگاه های ۴ و ۵ این میزان از حدود توصیه شده بیشتر بود. در مطاله Pulatsu و همکاران (۲۰۰۴) از لحاظ میزان نیتریت اختلاف معنی داری بین ایستگاه قبل از مزارع پرورش ماهی و بعد از مزارع پرورش ماهی وجود نداشت. همچنین در مطالعه Fadaeifard و همکاران (۲۰۱۲) از لحاظ میزان نیتریت بین ایستگاه های اندازه گیری اختلاف معنی دار آماری وجود داشت. به هر حال افزایش غلظت نیتریت در رودخانه ریجاب به دلیل حجم بالای مزارع پرورش ماهی می باشد.

در تحقیق حاضر، میزان فسفر بعد از ایستگاه اول افزایش پیدا کرد (جدول ۲). غلظت فسفر برای آب های طبیعی سطحی حداکثر ۰/۱ میلی گرم در لیتر بیان گردیده است (EPA, 1996) (جدول ۳). بر این اساس با توجه به مقادیر فسفر بدست آمده در ایستگاه های مطالعاتی در رودخانه ریجاب، میزان فسفر بالاتر از مقدار مجاز قرار داشت و از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست. البته اگر غلظت فسفر بالای ۱ میلی گرم در لیتر برای مدت طولانی بماند برای موجودات آبزی مخرب نیست (EEC, 1978). همچنین در این مطالعه مشخص شد که مزارع پرورش ماهی باعث افزایش غلظت فسفات می‌شود و این موضوع مشابه مطالعات قبلی می‌باشد (Aubin *et al.*, 2011; Camargo *et al.*, 2011; Guilpart *et al.*, 2012). در مطالعه Guilpart و همکاران (۲۰۱۲)، غلظت فسفر در پایین دست مزارع پرورش ماهی نسبت به بالا دست مزارع افزایش معنی‌داری

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]

نشان داد. در این مطالعه، میزان فسفر در ایستگاه ۵ (۱ کیلومتر پایین تر از مزارع پرورش ماهی قزل آلا)، نسبت به ایستگاه شماره ۴ کاهش یافت، اگرچه این کاهش معنی‌دار نبود ولی به علت خودپالایی رودخانه ریجاب می‌باشد که در مطالعه Boaventura و همکاران (۱۹۹۷) نیز گزارش شده است.

میزان TDS در ایستگاه شماره ۴ و ۵ اختلاف معنی داری را با ایستگاه های دیگر داشت. بیشترین میزان TDS در ایستگاه شماره ۴ با غلظت ۶۲۱/۶۰ ثبت گردید (جدول ۲). در مطالعه نادری جلودار و همکاران (۱۳۸۵)، بین ایستگاه های مختلف از لحاظ میزان TDS، اختلاف معنی‌داری آماری مشاهده شد و همچنین میزان TDS تابع فصول مختلف سال هم بود و در فصول گرمتر سال میزان آن بیشتر بود. در مطالعه Varedi و همکاران (۲۰۱۰)، از لحاظ میزان TDS بین ایستگاه های مختلف قبل از مزارع پرورش ماهی و بعد از مزارع پرورش ماهی در رودخانه هراز اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد. افزایش غلظت TDS در رودخانه ریجاب می‌تواند به دلیل ورود مواد جامد محلول فراوانی می باشد که در اثر شستشو یا غذادهی مزارع پرورشی و همچنین ورود مدفوع حاصل از تقریباً ۱۵۰۰ تن ماهی به رودخانه می‌تواند آلودگی زیادی را وارد رودخانه کند (Midlen and Redding,1998; Dumas and Bregheim, 2001). با این وجود میزان TDS در فصول گرم سال بسیار بالا می‌باشد. این موضوع در آبهایی که مقدار بالایی از این پارامتر را دارند موجب افزایش کدورت شده و در نتیجه شفافیت کاهش می یابد و پیامدهای اکولوژیکی و تبعات بیولوژیکی خاصی به همراه خواهد داشت.

در این تحقیق میزان دی اکسید کربن در ایستگاه سرچشمه در بیشترین میزان خود قرار داشت و در طول رودخانه در ایستگاه‌های دیگر میزان آن کاهش یافت (جدول ۱). در مطالعه Varedi و همکاران (۲۰۱۰) در رودخانه هراز از لحاظ میزان دی اکسید کربن بین مزارع پرورش ماهی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

در بررسی حاضر قابلیت هدایت الکتریکی در مدت بررسی اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه ۱ و ایستگاه ۴ و ۵ نشان داد (جدول ۲). در مطالعه نادری جلودار و همکاران (۱۳۸۵)، مقدار متوسط EC در ایستگاههای مختلف در مدت بررسی بین ۴۶۷-۳۸۹µs/cm بود که مقدار متوسط در کل ایستگاه ها ۴۴۴ میکروموس بر سانتی متر اندازه گیری گردید. همچنین در مطالعه Varedi و همکاران (۲۰۱۰)، بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب رودخانه هراز نشان داده شد که مزارع پرورش ماهی قزل آلا باعث افزایش معنی‌داری در میزان EC این رودخانه شده اند. قابلیت هدایت الکتریکی در درجه اول به خصوصیات زمین شناسی منطقه ای بستگی دارد که در آن آب جاری است. در رودخانه های ایالات متحده، EC بین ۵۰-۱۵۰ میکروموس بر سانتی متر گزارش گردید (EPA, 1996). مطالعات انجام شده در آبهای داخلی آمریکا نشان داد که آب هایی با قابلیت هدایت الکتریکی ۱۵۰-۵۰۰ میکروموس بر سانتی متر دارای ارزش شیلاتی است و خارج از این محدوده بیانگر مناسب نبودن آنها برای گروههای خاصی از ماهیان و بی مهرگان می باشد (Kelly *et al.*, 1998) (جدول ۳). هدایت الکتریکی بسیار بالاتر از این محدوده و تغییرات معنی دار آن در مکان های مورد بررسی می تواند نشانه ورود یک منبع آلودگی دیگر به خصوص آلاینده های صنعتی به رودخانه باشد.

با توجه به آنچه که بیان شد می توان چنین استنباط کرد که پساب کارگاه های تکثیر و پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در رودخانه ریجاب بر روی پارامترهای کیفی آب تاثیر داشته و نتایج آثار آن‌ها بر روی برخی از پارامترها به ویژه آمونیاک، نیتریت آلکالینیتی، pH، دی اکسید کربن، هدایت الکتریکی، فسفات، TDS، BOD_5 و COD بیشتر بوده است. همچنین مشخص شد از لحاظ pH، میزان این پارامتر در رودخانه ریجاب در حدود توصیه شده برای مزارع پرورش ماهی بود. همچنین از لحاظ دمایی تمامی ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده در حد اپتیمم درجه حرارت برای پرورش قزل آلای رنگین کمان بودند. مجموعه فعالیت‌های مزارع پرورش ماهی در منطقه مورد مطالعه سبب شده است که بین ایستگاه های مختلف اندازه گیری، تفاوت‌های کیفی آب وجود داشته باشد و بسیاری از پارامترهای اندازه گیری شده از استانداردهای مجاز بیشتر باشد. مطالعه روند خودپالایی رودخانه نیز نشان داد که در یک کیلومتر پایین‌تر از مزارع پرورش ماهی علیرغم بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی آب رودخانه، همچنان افزایش معنی داری در کیفیت آب مشاهده نشد که می‌تواند به دلیل حجم زیاد مزارع پرورش ماهی باشد. همچنین در بسیاری از فاکتورهای اندازه گیری شده میزان آن در فصول پاییز و زمستان هم بالا بود که دلیل آن ادامه پرورش ماهی در بسیاری از مزارع در فصول پاییز و زمستان می‌باشد. از آن جا که بار آلی غذای دستی بیشتر از غذای کنسانتره بوده و اکثر مزارع نزدیک به سرچشمه بیشتر از غذای ساخته شده توسط کارگاه استفاده می‌کنند که باعث افزایش

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]

بار آلی و میکروبی آب می‌شود، لذا بهتر است در تغذیه ماهی کلیه مزارع از غذای کنسانتره با کیفیت مطلوب استفاده گردد. با توجه به اینکه پساب کلیه کارگاه ها و فاضلاب‌های روستایی حاشیه رودخانه به طور مستقیم وارد اکوسیستم رودخانه می‌گردند، توصیه می شود کلیه این واحدها از سیستم های مجهز به تصفیه پساب و فاضلاب استفاده نمایند. در حال حاضر به نظر می‌رسد فواصل تعیین شده بین مزارع در رودخانه ریجاب مبنای علمی نداشته باشد و لذا لازم است به شدت جلوی ساخت بی رویه استخرها در این منطقه گرفته شود. در نهایت با مدیریت صحیح مزارع و همچنین استفاده از فیلترهای تصفیه آب در خروجی مزارع پرورش ماهی و تعیین حد فاصل بین کارگاه های پرورش ماهی بر اساس میزان خودپالایی رودخانه که مبنای علمی داشته باشد می توان ضمن بهره برداری مستمر شیلاتی نگران تخریب چشم اندازهای طبیعی اکوسیستم رودخانه ریجاب نیز نبود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند از مدیر محترم شرکت بندآب و ریاست محترم اداره شیلات استان کرمانشاه که در انجام این پروژه کمک فراوانی نمودند تشکر و قدردانی داشته باشند.

منابع

کاظم زاده خواجویی، ا.، اسماعیلی ساری، ع.، قاسم پوری، س. م. ۱۳۸۱. بررسی آلودگی ناشی از کارگاههای پرورش ماهی قزل آلا در رودخانه هراز. مجله علوم دریایی ایران. ۳: ۲۷-۳۵.

نادری جلودار، م.، اسماعیلی ساری، ع.، احمدی، م. ر.، سیف آبادی، س.ج.، عبدلی، ا. ۱۳۸۵. بررسی آلودگی ناشی از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان برروی پارامترهای کیفی آب رودخانه هراز. علوم محیطی. ۲: ۲۱-۳۶.

Aubin, J., Tocqueville, A., Kaushik, S.J. 2011. Characterization of waste output from flow-through trout farms in France: comparison of nutrient mass-balance modeling and hydrological methods. Aquatic Living Resource. 24: 63-70.

Bergheim, A., Brinker, A. 2003. Effluent treatment for flow through systems and European environmental regulations. Aquacultural Engineering. 7: 61-77

Bergheim, A., Selmer-Olsen, A. R. 1978. River pollution from a large trout farm in Norway. Aquaculture. 14: 267-270

Boyd, C.E., Gautier, D. 2000. Effluent composition and water quality standards. Advocate. 3: 61-66.

Boaventura, R., Pedro, A.M., Coimbra, J., Lencastre, E. 1997. Trout farm effluents characterization and impact on the receiving streams. Environmental Pollution. 95: 379-387.

Camargo, J.A., Gonzalo, C., Alonso, A. 2011. Assessing trout farm pollution by biological metrics and indices based on aquatic macrophytes and benthic macroinvertebrates: a case study. Ecology Indicators. 11: 911-917.

Dumas, A., Bregheim, A. 2001. Effluent treatment facilities and methods in fish farming, a review. Bulletin of the Aquaculture Association of Canada. 100: 33-38.

Environmental Protection Agency (EPA), 1996. Quality Criteria for Waters, Washington, D.C.

European Economic Community (EEC), 1978. Council Directive of 18 July on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life, 78, 659. EEC, Brussels.

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

Guilpart, A., Roussel, J.M., Aubin, J., Caquet, T., Marle, M., Le Bris, H. 2012. The use of benthic invertebrate community and water quality analyses to assess ecological consequences of fish farm effluents in rivers. Ecological Indicators. 23: 356-365.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]

Hartnett, K., Marquez, R.B., Soward, L.R. 2005. A Guide to Freshwater Ecology, Texas Commission on Environmental Quality.1: 134

Kelly, T. R., Herida, J., Mothes, J. 1998. Sampling of the Mackinaw River in central Illinois for physicochemical and bacterial indicators of pollution. Transactions of the Illinois State Academy of Science. 91(3 and 4): 145-154.

Kendra, W. 1991. Quality of salmonid hatchery effluents during a summer low-flow season. Transactions of the American Fisheries Society. 120: 43-51.

Laird, L.M., Needham, T. 1988. Salmon and Trout Farming, Ellis Horwood Limited (UK). 271.

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

McNeely, R.N., Neimanis, V. P. 1979, Water quality sourcebook, A guide to water quality parameter, water quality branch. OTAWA, Canada.

Midlen, A., Redding, T A. 1998. Environmental management for aquaculture. Kluwer Academic Publishers. London: 215.

Miller, D., Semmens, K. 2002. Waste Management in Aquaculture. West Virginia University Extension Service Publication No. AQ02-1. USA.

Pulatsu, S., Rad, F., Koksal, G., Aydın, F. 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.

Read, P.A., Fernandes, T.F., Miller K.L. 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.

Schwartz, M.F., Boyd, C.E. 1994. Channel catfish pond effluents, Progressive Fish Culturist. 56: 273-281.

Varedi, S.E., Nasrollahzadeh, H.S., Farabi, S.M.V., Vahedi, F., Gholamipour, S., Varedi, S.R. 2010. Characterization and impact of Rainbow Trout farm effluent on water quality of Haraz River. Journal of Shahid Chamran University. 1-8.

Zivic, I., Markovic, Z., Ilipovic-Rojka, Z., Zivic, M. 2009. Influence of a trout farm on water quality and Macrozoobenthos communities of the receiving stream (Tresnjica River, Serbia). Hydrobiology. 94: 673-687.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1392.2.4.4.4]