"مقاله پژوهشی"

# بررسی ظرفیت های آبزی‌پروری رودخانه پایاب سد یامچی اردبیل

**علیرضا ولی پور*[۱]، علیرضا میرزاجانی[۱]، هادی بابایی[۱]، جلیل سبک آرا[۱]، کیوان عباسی[۱]، حسین صابری[۱]، عسگر زحمتکش[۲]**

۱.پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
۲.بخش شیلات، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۳۰

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

## چکیده

این تحقیق به منظور یافتن استعدادهای رودخانه پایاب سد یامچی اردبیل و تعیین مکان ها ی مناسب آبزی پروری و برآورد میزان تولید به انجام رسید. برای این منظور اطلاعات موجود آب و هواشناسی و اقلیم منطقه و داده های حاصل از نمونه برداری ماهیانه و فصلی در زمینه عوامل فیزیکی وشیمیایی آب، وضعیت دبی و سیلاب، جوامع فیتوپلانکتون، زئو پلانکتون، کفزیان و ماهیان منطقه، وضعیت آلاینده ها شامل فلزات سنگین و سموم کشاورزی و وضعیت آبهای زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج عوامل فیزیکی و شیمیایی آب نشان دادند که تقریبا" تمامی عوامل در محدوده ی مناسبی از نظر پرورش ماهی قزل آلا قرار دارند. فیتوپلانکتون های سرمادوست از شاخه Bacillariophyta غالبیت فراوانی را داشتند. از نظر کفزیان شاخص بیولوژیک خیلی خوب تا عالی در ایستگاه ۱ و ۲ مشاهده شد. تعداد ۶ گونه از ۲ خانواده کپور ماهیان و رفتگر ماهیان شناسایی شدند. میزان فلزات سنگین مورد بررسی در حد مجاز استاندارد قرار داشت. مطالعات ژئوفیزیکی آبهای زیر زمینی نشان داد که ضخامت لایه آبدار حدود ۲۰ تا ۳۰ متر و بر اساس دیاگرام شولر از نظر شرب در حد قابل قبول هستند. به طور کلی داده ها نشان دادند که به طور کلی رودخانه یامچی برای پرورش آبزیان سرد آبی و به ویژه ماهی قزل آلای رنگین کمان قابل بهره برداری بوده و امکان پرورش ماهیان گرمابی در آن وجود ندارد. همچنین سیستم های مختلف پرورشی شامل روش کانالی و ترجیحا" سیستم نیمه مدار بسته پیشنهاد شد. در شرایط موجود رودخانه در صورتیکه از حداقل پتانسیل های منطقه برای آبزی پروری استفاده گردد، تولید حدود حداقل ۶۵ تن به روش کانالی تا حداکثر ۶۵۰ تن در سیستم نیمه مداربسته و در صورت تخصیص حق آبه از دریاچه سد یامچی ویژه ی آبزی پروری، به ترتیب از حداقل ۳۰۰ تا حداکثر ۳۰۰۰ تن ماهی قزل آلا پیش بینی شد. به علاوه توصیه گردید که مجتمع های پرورشی به جای کارگاه های خرد و انفرادی ایجاد شوند.

**کلید واژه:** آبزی پروری، رودخانه یامچی، اردبیل

*عهده دار مکاتبات valipour40@gmail.com

**مقدمه**

تولید آبزیان از طریق صید و آبزی پروری با بیش از یک میلیون تن در سال (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۸)جایگاه مهمی را در تامین نیازهای غذایی مردم در ایران به خود اختصاص داده و به عنوان یک تجارت سودآور، به صورت مستقیم و غیرمستقیم هزاران فرصت شغلی را ایجاد و با کمترین اثرات بر محیط زیست موجبات ارتقای وضعیت اقتصادی-اجتماعی کشاورزان را فراهم نموده است (Michael, 2014). بر اساس گزارش FAO در سال ۲۰۱۴ ماهی ۱۶/۷ درصد از کل پروتئین حیوانی و ۵/۶ درصد ازکل پروتئین مصرفی را تشکیل می‌دهد. از طرفی در سال ۲۰۱۸ در مجموع ۱۷۸/۵ میلیون تن از انواع آبزیان در جهان تولید شده است که ۸۲/۱ میلیون تن (به ارزش ۲۵۰ میلیارد دلار) آن از طریق آبزی پروری بوده و ایران با ۴۴۰ هزار تن (به ارزش ۱/۶ میلیارد دلار) رتبه ۱۷ را در پرورش آبزیان در دنیا به خود اختصاص داده است ( FAO, ۲۰۱۸). بنابراین برای تامین و افزایش مصرف آبزیان به عنوان رژیم غذایی سالم، توسعه آبزی پروری از جایگاه ویژه ای برخوردار می‌باشد. در ایران منابع آبی فراوانی اعم از آبگیرها و آببندان ها، رودخانه ها، دریاچه های طبیعی و پشت سد و دریاهابه ویژه در مناطق شمالی کشور وجود دارد که می‌تواند برای توسعه آبزی پروری مورد بهره برداری قرار گیرد. اما شرط اساسی برای چنین توسعه ای، شناسایی استعدادها و ظرفیت های موجود در منابع آبی بر اساس فعالیت های پژوهشی گسترده و کاربردی از طریق ارزیابی شاخص های مختلف زیستی و غیر زیستی می‌باشد (ولی پور و همکاران، ۱۳۹۴). آبهای جاری و رودخانه ها یکی از مهمترین منابع آبی برای بهره برداری در صنعت آبزی پروری می‌باشند. اما کیفیت و کمیت منابع آبی از مهمترین عوامل محدود کننده در انتخاب مکان برای آبزی پروری است (Agardy, 1997).

در انتخاب مکان مناسب برای آبزی پروری عوامل مختلفی مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌گیرد که از مهمترین آنها عوامل اکولوژیکی نظیر تامین آب مطمئن با کمیت مناسب؛کیفیت آب از نظر شرایط فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، میکروبیولوژیکی و مخاطرات بهداشتی؛ اقلیم از نظر عوامل آب و هواشناسی؛ مشخصات هیدورلوژی)؛ مشخصات خاک؛ تراکم گیاهان و همچنین عوامل کاربردی شامل گونه های پرورشی، منابع و قابلیت دسترسی ماهیان (مولدین، لارو و بچه ماهیان انگشت قد)، نوع مزرعه (در اندازه کوچک و بزرگ)، سیستم پرورشی (غیرمتراکم، نیمه متراکم، متراکم)، روش کار پرورش (تک گونه ای، چند گونه ای و توام)، هدف تولید و سایر عوامل در تعیین مکان مناسب پرورش آبزیان و توسعه آبزی پروری تعیین کننده می‌باشند ( Sloane, 1994 ; Kutty, ۱۹۸۷; Pillay, 1977; Kovari, 1984).

رودخانه یامچی در پایاب سد یامچی در شهرستان اردبیل قرار گرفته و منبع اصلی آن از رودخانه بالخلی چای می‌باشد. سد یامچی در نزدیکی شهرستان اردبیل بوده که هم برای استفاده جهت شرب و هم به منظور بهره برداری در امور کشاورزی احداث شده است. بر اساس بررسی های انجام شده تا قبل از این تحقیق مطالعه ای در زمینه ارزیابی منطقه در جهت توسعه آبزی پروری صورت نگرفته ولی در سایر منابع آبی کشور تحقیقات گسترده ای در زمینه انتخاب مکان برای آبزی پروری به انجام رسیده که می‌توان به مطالعات ولی پور و همکاران (۱۳۹۴) در رودخانه شاه چراغی، دانش و

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

همکاران (۱۳۹۰) در رودخانه زاینده رود، قانع و همکاران (۱۳۸۵) در رودخانه های حاشیه جنوبی دریای خزردر استان گیلان (حویق، کرکانرود و شفارود)، نوان مقصودی و همکاران (۱۳۹۴) در رودخانه قزل اوزن زنجان، مهدیزاده و همکاران (۱۳۹۶) در رودخانه های حاشیه تالاب انزلی، Kovari (1984)، Kerr and Lasenby (2000) و بسیاری دیگر اشاره نمود.

تحقیق حاضر برای اتخاذ تصمیم مناسب و شایسته جهت نیل به اهداف شیلاتی منطقه با هدف بررسی توان و ظرفیت های بالقوه و تعیین گونه های مناسب و روش ها و سیستم های مناسب پرورش آبزیان در منطقه پایاب سد یامچی انجام گرفت. داده های بدست آمده نیز حاصل دو سال نمونه برداری و انجام فعالیت های گسترده علمی از عوامل مختلف زیستی و غیر زیستی و نیز ارزیابی آمار ۳۰ ساله شرایط اکولوژیکی، هیدرولوژیکی و اقلیمی منطقه هستند.

## مواد و روش ها

### ایستگاه های نمونه برداری

به منظور پوشش کل منطقه برای نمونه برداری و جمع آوری داده ها ۴ ایستگاه در طول مسیر رودخانه یامچی انتخاب گردیده و در انتخاب آنها معیار های از جمله قابلیت دستیابی به منطقه، قابلیت احداث سازه های آبزی پروری، ویژگی های زیستی ظاهری و مسافت مورد مطالعه در نظر گرفته شد (شکل ۱ و جدول ۱).

### مشخصات آب و هواشناسی و اندازه گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی آب

برای تعیین مشخصات آب و هواشناسی منطقه مطالعاتی از نزدیک ترین آمارنامه ایستگاه سینوپتیک منطقه اردبیل استفاده شد (آب و هواشناسی اردبیل، ۱۳۹۰). عوامل فیزیکی و شیمیایی آب نیز در ماه های گرم سال به صورت ماهیانه و در سایر ماه ها هر ۴۵ روز در میان اندازه گیری شدند. درجه حرارت آب و هوا، اکسیژن محلول، pH و هدایت الکتریکی آب توسط دستگاه مولتی متر و سایر عوامل فیزیکی و شیمیایی پس از انتقال نمونه های آب در ظرف های پلی اتیلنی ۲ لیتری به آزمایشگاه از طریق روش های تیتراسیون و اسپکتروفتومتری (APHA, ۱۹۹۵) اندازه گیری گردیدند.

### تعیین دبی آب رودخانه (انجمن علمی مهندسی آب، ۱۳۹۹)

اندازه گیری دبی آب به روش تعیین سرعت و سطح مقطع جریان آب و با استفاده از فرمول Q=V×S انجام گردید که در آن: Q = دبی (حجم در ثانیه) ، V = سرعت آب (مسافت در ثانیه) و S= مساحت سطح مقطع آب در رودخانه (به متر مربع)

### بررسی جوامع پلانکتونی، کفزیان و ماهی ها

نمونه برداری عوامل زیستی درفصول گرم سال ماهانه ودرفصول سرد ۴۵ روز در میان انجام شد. در رودخانه ها بدلیل جریان آب، روش نمونه برداری توسط سطل مدرج ۱۰ لیتری (روش پیمانه‌ای) انجام گرفت. نمونه برداری و بررسی تراکم جمعیتی پلانکتون ها با استفاده از Boney (1989) و Michael (1990) و شناسایی پلانکتونی‌نیز با استفاده از Edmonson (1959) Kotikova ; Prescott (1970); Prescott (1962) ; Ruttner-kolisko (1974) ; Tiffany (1971) ;(۱۹۷۰) Krovichinsky ; Maosen (1983); Pontin (1978); and Smirnov (1993) انجام شد.

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

شکل ۱. ایستگاه های نمونه برداری در رودخانه پایاب سد یامچی اردبیل

جدول ۱. مشخصات ایستگاه های نمونه برداری در پایاب سد یامچی اردبیل

| ایستگاه | مختصات جغرافیایی | ارتفاع از سطح دریا (متر) | فاصله تا تاج سد یامچی (متر) | مشخصات ایستگاه |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۹S ۰۲۴۴۸۰۶ utm ۴۲۱۹۰۶۳ | ۱۴۸۶ | ۱۷۰۰ | در مجاورت تصفیه خانه آب شرب اردبیل، بستر رودخانه سنگریزه ای، کمی گلی و بسیار سفت، رویش گیاهی در حاشیه |
| ۲ | ۳۹S ۰۲۴۶۹۱۹ utm ۴۲۲۰۳۴۸ | ۱۴۸۹ | ۳۰۰۰ | بستر رودخانه سنگریزه ای و قلوه سنگی به همراه کمی گل و لجن، دارای انشعابی انحرافی برای مصارف کشاورزی و باغی |
| ۳ | ۳۹S ۰۲۵۰۱۴۱ utm ۴۲۲۲۰۰۷ | ۱۴۸۵ | ۳۵۰۰ | بستر رودخانه سنگریزه ای و قلوه سنگی به همراه کمی گل و لجن در حاشیه |
| ۴ | ۳۹S ۰۲۵۲۴۳۳ utm ۴۲۲۵۱۵۶ | ۱۴۴۴ | ۴۰۰۰ | بستر رودخانه سنگریزه ای و قلوه سنگی به همراه کمی گل و لجن در حاشیه، استفاده از آب در بالا دست برای مصارف روستایی |

برای نمونه برداری کفزیان با توجه به شدت جریان آب و نوع بستر از نمونه بردار سوربر (Surber) باسطح پوشش ۱۶۰۰ سانتیمتر مربع استفاده شد. از هر ایستگاه با ۳ بار تکرار از درشت بی مهرگان کفزی نمونه برداری شد. در آزمایشگاه شناسایی کفزیان با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود (Pennak (1953) ; Mellanby (1963) ; Needham & Needham (۱۹۶۲) ; Meritt *et al.*, (2008) انجام گرفت. درصد پراکنش آنها در ایستگاههای مطالعاتی تعیین و مورد بحث قرار گرفت. نسبت EPT/C (نسبت فراوانی اعضای متعلق به سه راسته Plecoptera ، Trichoptera و Ephemeroptera به فراوانی افراد متعلق به خانواده *Chironomidae* ) محاسبه و شاخص بیولوژیک خانوادگی (FBI) هیلسنهوف (Hilsenhoff, 1988) برای تعیین وضعیت کیفی آب در ایستگاه ها مورد استفاده قرار گرفت.

نمونه برداری ماهیان با استفاده از دستگاه صید الکتریکی و تور پرتابی (سالیک) در دو نوبت دی و مرداد ماه در ایستگاه ها صورت گرفت ( Zalewski, Sabir, 1992 : ۱۹۸۶). درصدی بطور تصادفی از نمونه

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

هـای صـید شـده از هـر ایسـتگاه برداشـت و در داخـل ظـروف حـاوی فرمـالین ۱۰ درصـد منتقـل شـد. در آزمایشـگاه ویژگیهـای مهـم ریخـت شـناختی (مورفومتریک و مریستیک) ماهیـان بـا اسـتفاده از منـابع Holcik (1989) و شناسایی گونه ای ماهیان با کلیدهای شناسـایی معتبـر Berg (1949 a,b) ; Coad (2011) ; کـازانچف (۱۹۸۱)؛ عباسـی و همکـاران (۱۳۷۸) انجـام شد.

**بررسی فلزات سنگین و سموم کشاورزی در آب**

نمونـه بـرداری آب در چهـار ایسـتگاه مطالعـاتی در اسفند و مـرداد مـاه صـورت پـذیرفت. نمونـه هـا جهـت آنالیز فلزات سنگین بوسیله ظروف پلی اتیلنی برداشـت گردید و با کاغذ صافی واتمن (GF/C) صاف و با اسید نیتریک غلیظ (یک سی سی بـه ازای هـر لیتـر ) تثبیـت گردید. سپس نمونه ها به ظروف پلی ایتلنی در دمـای ۴ درجـه سـانتی گـراد در آزمایشـگاه منتقـل شـده و در آزمایشـگاه شـیمی پژوهشـکده آبـزی پـروری آبهـای داخلی (بندر انزلی ) آماده سازی و مـورد بررسـی قـرار گرفتند. اندازه گیری عناصر بـر اسـاس روش اسـتاندارد آمریکا (APHA, 2005) انجام گرفت.

همچنـین انـدازه گیـری سـه نـوع آفـت کـش ایمیداکلوپرایـد (Imidacloprid)، توفـوردی (۲،۴-D) و پاراکوات به علت مصرف بالا در منطقه از ایستگاه هـای اول و سـوم در خـرداد و شـهریور انجـام گرفـت. بـرای اندازه گیری میزان سموم از روش EPA ۵۰۸,۱ (Suhl *et al*., 2016) استفاده گردید. نمونه های تغلیظ شده، به همـراه اسـتانداردهای مربوطـه بـه دسـتگاه گازکروماتوگـازگراف termo مـدل ultra GC و HPLC , BECKMAN مـدل ۱۶۶ تزریـق و بـا طیـف گیـری از نمونـه هـا و اسـتاندارد هـا و رسـم منحنـی کالیبراسیون مورد تجزیه قرار گرفتند.

**بررسی مشخصات آبهای زیر زمینی**

اندازه گیری مقاومـت ویـژه الکتریکـی بـه دو روش مختلف در اکتشافات ژئوالکتریکی شـامل پروفیـل زنـی افقی و گمانه زنی الکتریکی (سـونداژ الکتریکـی قـائم) انجام گرفـت. در ایـن روش هـا انـدازه گیـری از طریـق یک سیسـتم چهـار الکتـرودی انجـام شـد، بطـوری کـه جریان الکتریکی از طریق دو الکترود جریـان (A,B) از زمـین عبـور داده شـده و اخـتلاف پتانسـیل الکتریکـی $(\Delta V)$ حاصـل از آن در بـین دو الکتـرود پتانسیل (M,N) اندازه گیری گردیـد. سـپس بـر اسـاس مقـادیر انـدازه گیـری شـده و فاصـلهٔ بـین الکترودهـا، مقاومت ویژه الکتریکی (ظـاهری) از طریـق رابطـه زیـر محاسبه شد.

$$\rho_a = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN}} \quad \frac{\Delta V}{I}$$

آرایش الکترودی به کار گرفته شـده در ایـن انـدازه گیـری هـا، آرایـش اشـلامبرگر و حـداکثر فاصـله بـین الکترودهای جریان ۶۳۰ متر بـود. از تفسـیر نمودارهـای مقاومت ویژه الکتریکی ظاهری تعداد لایه ها، مقاومـت ویژه الکتریکی واقعی هر یک از آنها و ضخامت لایه ها در محل هر کدام از نقاط سونداژ الکتریکی محاسبه شد (حق شناس و همکاران، ۱۳۹۶).

**تجزیه و تحلیل داده ها**

با توجه به نوع داده ها در مطالعات منابع آبی، بـرای مقایسه روند تغییرات کمی و فراوانی داده هـای حاصـل از انـدازه گیـری هـای صـحرایی و آزمایشـگاهی در ایستگاه های مختلف مطالعاتی پـس از انجـام محاسـبات

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

بر اساس فرمول شاخص های مورد بررسی، از انحراف معیار±میانگین استفاده شده و جداول و اشکال در Ecxel 2016 تهیه گردیدند.

## نتایج

### نتایج داده های آب و هوا

دمای آب در دوره نمونه برداری بین ۱/۶ (در آذر ماه) تا ۱۹/۵ (در شهریور ماه) با میانگین ۱۳/۶۶±۴/۴۲درجه سانتی گراد متغیر بود (شکل ۲). دمای هوا نیز در این دوره از حداقل ۱ درجه سانتی گراد (در اسفند ماه) تا حداکثر ۲۶/۵ درجه سانتی گراد (در تیر ماه) و میانگین ۱۶/۰۵±۷/۸۹ درجه سانتی گراد اندازه‌گیری شد (شکل ۳). اما در بررسی آمار ۳۰ ساله (۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵) منطقه اردبیل حداقل و حداکثر میانگین ماهیانه دمای هوا به ترتیب ۱۲/۲- درجه سانتی-گراد در بهمن (سال ۱۹۸۹) و ۲۳/۳ درجه سانتی گراد در تیر (سال ۱۹۸۰) اندازه‌گیری شد (شکل ۴). کمترین دمای حداقل مطلق و بیشترین دمای حداکثر مطلق ماهیانه هوا در دوره ۳۰ ساله به ترتیب در ماه بهمن ۳۳/۸- و مرداد ۳۹/۸ درجه سانتی گراد ثبت گردید (شکل ۵).

تغییرات عوامل شیمیایی آب رودخانه پایاب سد یامچی در جدول ۲ نشان داده شد. میانگین اکسیژن محلول ۱/۵۹±۱۰/۷۰ میلی گرم در لیتر با حداقل ۷/۶ و حداکثر ۱۳/۷ میلی گرم در لیتر بود. pH آب با میانگین ۰/۱۸ ± ۸/۲ و دامنه تغییرات بین ۷/۸ تا ۸/۵ اندازه گیری شد. میانگین هدایت الکتریکی در رودخانه یامچی۵۶۷±۱۱۵۷ با حداقل ۶۷۱/۰ در اولین ایستگاه پس از سد یامچی تا حداکثر ۲۹۲۰/۰ میکروزیمنس در ایستگاه قشلاقی ثبت گردید. میزان کدورت آب در مواقعی از سال حتی به ۱۶۱ FTU رسید. میانگین کدورت آب در ایستگاه آتاباغی بیشتر از ایستگاه قشلاقی بود که بیانگر ورود مواد معلق به داخل رودخانه از حوزه آتاباغی بیشتر از حوزه قشلاقی بود. میانگین غلظت سختی آب در منطقه مطالعاتی ۲۷۰/۴ میلی گرم در لیتر با حداقل ۱۴۹/۰ و حداکثر ۷۶۴/۰ میلی گرم در لیتر بود. کمترین مقدار سختی در ایستگاه اول و بیشترین در ایستگاه آتاباغی ثبت شد.

میانگین غلظت مواد آلی (COD ۰۴/۴۵±۶/۱۳ با دامنه تغییرات ۳/۲۹ تا ۲۸/۶۵ میلی گرم در لیتر بود. به طوری که میزان آن از تصفیه خانه به بعد میانگین کاهش یافت. میانگین ازت آمونیم ۰/۴۵۵±۰/۴۵۱ با دامنه حداقل ۰/۰۶۴و حداکثر ۱/۸۵ میلی گرم در لیتر ثبت گردید (شکل ۶). میانگین غلظت نیترات ۰/۴۹۴ با دامنه حداقل ۰/۰۸۸ تا حداکثر ۱/۰۲۵ میلی گرم در لیتر و میانگین غلظت نیتریت ۰/۰۲۳ با دامنه بین حداقل ۰/۰۰۴ تا حداکثر ۰/۰۸۲ میلی گرم در لیتر بود.

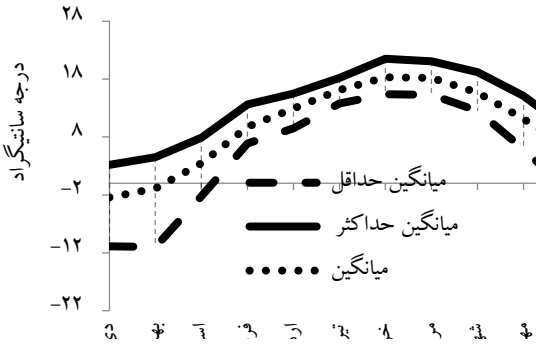
میانگین غظت فسفر – فسفات ۰/۰۹۵±۰/۱۴۰ میلی گرم در لیتر با حداقل ۰/۰۲۶ و حداکثر ۰/۴۳۷ میلی گرم در لیتر بود. روند تغییرات فسفر از بالا به پائین رودخانه کاهشی بوده و بیشترین میانگین غلظت فسفر– فسفات در ایستگاه اول قبل از تصفیه خانه ثو در ماه آذر مشاهده شد (شکل ۷).

نمونه برداری میزان آهن آب در ایستگاه های مختلف نشان داد که میزان آن که مقدار آهن دو ظرفیتی از ۰/۱۲ در قبل از تصفیه خانه به ۰/۰۹ در ایستگاه ۳ (قشلاقی) رسید. میزان آهن کل نیز روندی مشابه داشته و از ۰/۳۸ به ۰/۲۶ کاهش پیدا کرد (شکل ۸).

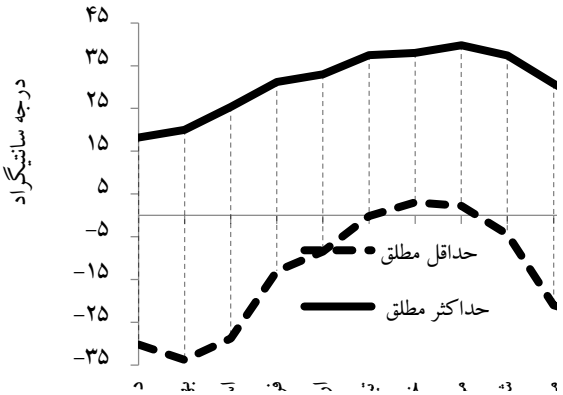
[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

شکل ۲. تغییرات میزان دمای آب رودخانه یامچی در ایستگاه های نمونه برداری

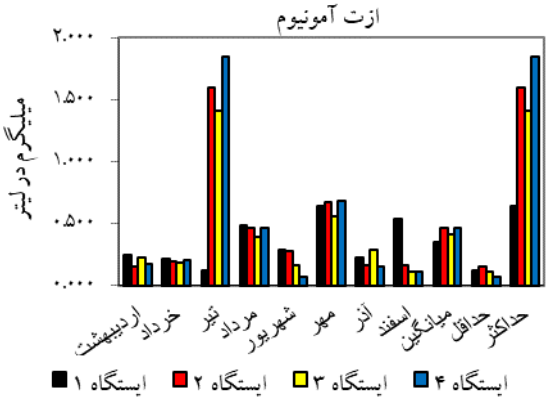
شکل ۳. تغییرات میزان دمای هوای منطقه رودخانه یامچی در ایستگاه های نمونه برداری




شکل ۴. میانگین حداقل، حداکثر و میانگین ماهیانه دمای هوای ۳۰ ساله منطقه اردبیل از ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵

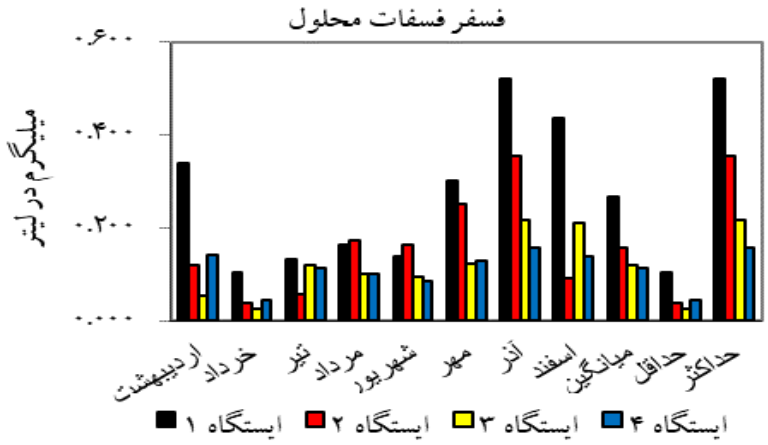



شکل ۵. حداقل و حداکثر مطلق ماهیانه دمای هوای ۳۰ ساله منطقه اردبیل از ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵

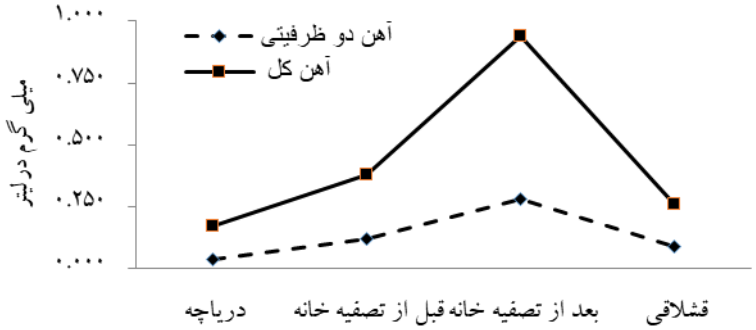



شکل ۶. تغییرات میزان ازت آمونیوم آب رودخانه یامچی در ایستگاه های نمونه برداری

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]




شکل ۷. تغییرات میزان فسفر فسفات آب رودخانه یامچی در ایستگاه های نمونه برداری




شکل ۸. تغییرات میزان آهن در آب رودخانه یامچی در ایستگاه های نمونه برداری

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

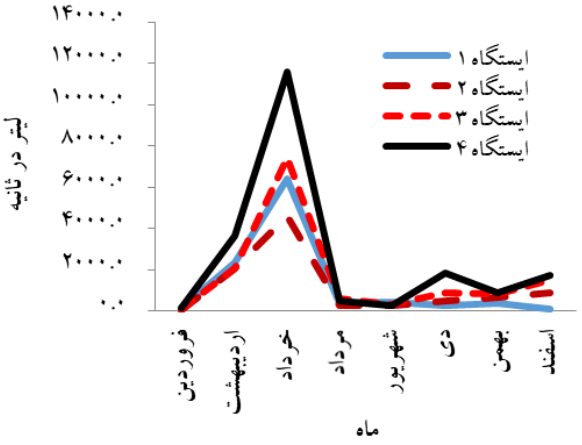
جدول ۲. تغییرات عوامل فیزیکی وشیمیایی رودخانه پایاب سد یامچی اردبیل

| فاکتور | | میانگین±انحراف معیار | حداقل | حداکثر |
|---|---|---|---|---|
| دمای هوای یکساله | (درجه سانتی گراد) | ۱۶/۰۵ ± ۷/۶۹ | ۱ | ۲۶/۵ |
| دمای آب | (درجه سانتی گراد) | ۱۳/۶۶ ± ۴/۴۲ | ۱/۶ | ۱۹/۵ |
| هدایت الکتریکی | (میکروزیمنس) | ۱۱۵۷ ± ۵۶۷/۶ | ۶۷۱ | ۲۹۲۰ |
| pH | | ۸/۲ ± ۰/۱۸ | ۷/۵ | ۸/۲ |
| اکسیژن محلول | (میلی گرم در لیتر) | ۱۰/۷۰ ± ۱/۵۶ | ۷/۶ | ۱۳/۷ |
| کدورت آب | (میلی گرم در لیتر) | ۳۵/۳۹ ± ۳۱/۹۸ | ۹ | ۱۶۱ |
| مواد معلق | (میلی گرم در لیتر) | ۱۴/۰۳ ± ۲۵۳/۱۸ | ۰/۱۳۳ | ۱۲۱۱ |
| COD | (میلی گرم در لیتر) | ۱۳/۴۵ ± ۶/۰۴ | ۳/۲۹ | ۲۸/۶۵ |
| ازت آمونیوم | (میلی گرم در لیتر) | ۰/۴۵۱ ± ۰/۴۵۵ | ۰/۰۶۴ | ۱/۸۵ |
| ازت نیترات | (میلی گرم در لیتر) | ۰/۵۰۶ ± ۰/۲۹۳ | ۰/۰۸۸ | ۱/۳۹۷ |
| ازت نیتریت | (میلی گرم در لیتر) | ۰/۰۲۳ ± ۰/۰۲۲ | ۰/۰۰۴ | ۰/۰۸۲ |
| فسفر | (میلی گرم در لیتر) | ۰/۱۴۰ ± ۰/۰۹۵ | ۰/۰۲۶ | ۰/۴۳۷ |
| سیلیس | (میلی گرم در لیتر) | ۲۳/۷۰ ± ۱۶/۳۱ | ۹/۲۰ | ۶۱/۴۳ |
| سختی کل | (میلی گرم در لیتر) | ۲۶۹/۲ ± ۱۳۶/۶۱ | ۱۴۹ | ۷۶۴ |
| کلسیم | (میلی گرم در لیتر) | ۶۹/۳۹ ± ۳۴/۸۲ | ۳۶/۸ | ۱۸۰/۲ |
| منیزیم | (میلی گرم در لیتر) | ۲۳/۸۸ ± ۱۶/۶۴ | ۶/۷۲ | ۷۶/۸ |
| کلر | (میلی گرم در لیتر) | ۱۶۲/۳۰ ± ۱۲۳/۰۵ | ۶۵/۶۸ | ۵۶۸ |
| سولفات | (میلی گرم در لیتر) | ۸۹/۹۹ ± ۴۹/۱۹ | ۲۵/۳ | ۲۱۳/۱ |
| بی کربنات | (میلی گرم در لیتر) | ۳۰۵/۹۸ ± ۶۵/۲۶ | ۱۹۲/۱۵ | ۴۵۴/۴۵ |
| گازکربنیک | (میلی گرم در لیتر) | ۰/۶۰۱ ± ۰/۷۳۹ | ۰ | ۲/۵ |
| آهن دوظرفیتی | (میلی گرم در لیتر) | ۰/۱۶۲ ± ۰/۱۰۳ | ۰/۰۹ | ۰/۱۲ |
| آهن کل | (میلی گرم در لیتر) | ۰/۵۲۷ ± ۰/۳۶۳ | ۰/۲۶ | ۰/۳۸ |

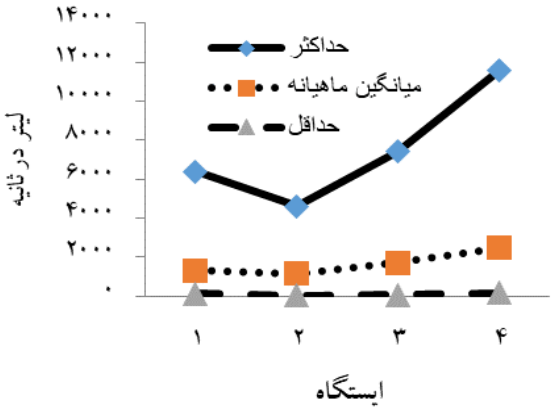
**دبی آب رودخانه یامچی**

داده ها نشان دادند که میانگین دبی سالیانه رودخانه یامچی ۱۶۵۶ لیتر در ثانیه و میانگین بیشترین و میانگین کمترین آن نیز به ترتیب در ماه خرداد ۱۱۵۵۷ و ماه فروردین ۲۶ لیتر در ثانیه بود (شکل ۹). همچنین میزان دبی رودخانه از ایستگاه ۱ با میانگین ۱۳۰۸ لیتر بر ثانیه به تدریج افزایش یافته و در ایستگاه ۴ به حداکثر خود به میزان میانگین ۲۴۵۶ لیتر بر ثانیه رسید به علاوه کمترین مقدار آن نیز در ایستگاه ۲ با میزان میانگین ۱۱۵۸ لیتر بر ثانیه بود (شکل ۱۰).

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]



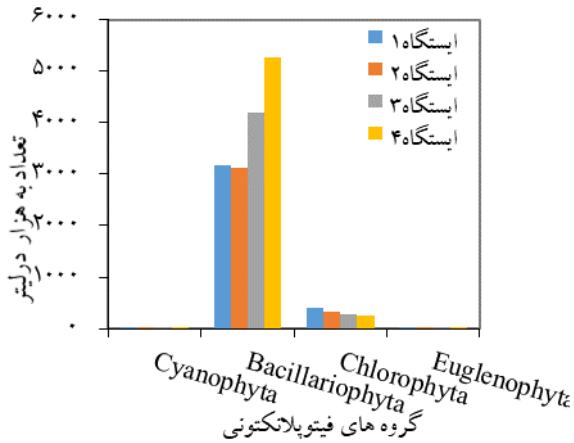

شکل ۹. تغییرات میزان دبی ماهیانه رودخانه یامچی اردبیل



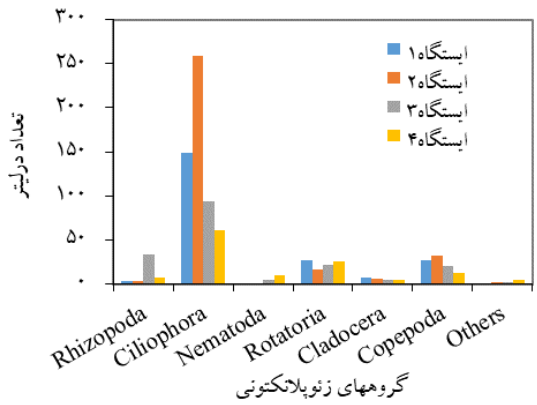

شکل ۱۰. تغییرات میزان دبی سالیانه رودخانه یامچی در ایستگاه های مختلف

## پلانکتون، کفزیان و ماهیان

درمجموع ۴ شاخه فیتوپلانکتونی و۳۳ جنس شناسایی شد که غالبیت آن را شاخه *Bacillariophyta* با ۹۲/۲ درصد به خود اختصاص داد (شکل۱۱). همچنین درمجموع ۶ شاخه و ۲۹ جنس زئوپلانکتونی شناسایی شدند و بیشترین درصد آن مربوط به‌زیر سلسله پروتوزوا و شاخه *Ciliophora* بوده که۶۶ درصد از جمعیت را شامل شدند (شکل۱۲).




شکل ۱۱. فراوانی سالانه گروه های فیتوپلانکتونی درایستگاه های پایاب سد یامچی، سال ۹۰ – ۱۳۸۹

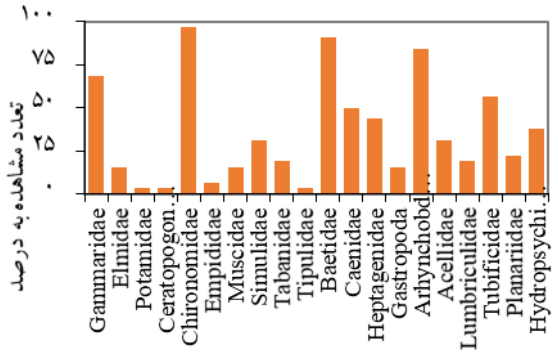



شکل ۱۲. میانگین فراوانی سالانه گروه های زئوپلانکتونی درایستگاه های پایاب سد یامچی

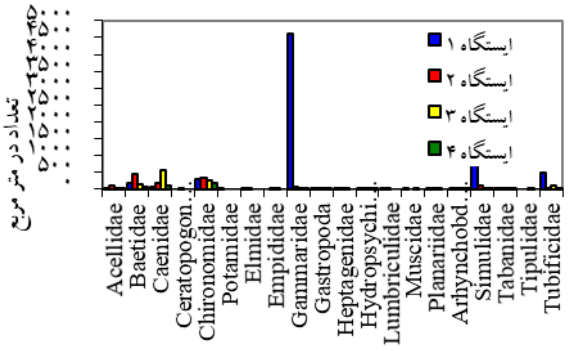
بطورکلی از بررسی کفزیان رودخانه یامچی ۱۱ راسته و ۲۰ خانواده شناسایی گردید. خانواده *Chironomidae* بیشترین تعدد مشاهده را داشته و در ۹۷ درصد نمونه برداری ها حضور داشت (شکل ۱۳) . از نظر میانگین فراوانی خانواده *Gammaridae* بیشترین فراوانی را نشان داده و خانواده *Simulidae* در رده دوم در ایستگاه ۱ قرار داشت. ایستگاه ۴ از حداقل فراوانی گروه های کفزیان برخوردار بوده است (شکل ۱۴).

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

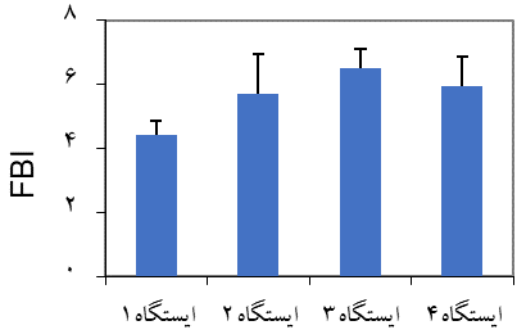
همچنین گروههای حساس با رتبه تحمل درجه ۴ یعنی *Gammaridae* و *Baetidae* و *Heptagenidae* و *Hydropsychidae* عمدتا در ایستگاههای ۱ و ۲ ( ۲۵ ٪ ) حضور داشتند. اگر چه گروه های مقاوم خانواده *Tubificidae* و راسته *Arhynchobdellida* با رتبه تحمل ۸ تا ۱۰ در همه ایستگاه ها حضور داشتند اما در ایستگاه های ۳ و ۴ بیشتر( ۱۳ ٪ ) دیده شدند. محاسبه میانگین شاخص بیولوژیک خانواده در ایستگاه های مختلف نشان داد که ایستگاه یک کمترین مقدار در حد ۴/۴ داشته و پس از آن ایستگاه ۲ در حد ۵/۷ بوده است (شکل ۱۵). شاخص EPT/C نشان داد که ایستگاه های ۲ و ۱ بیشترین مقدار عددی به ترتیب به میزان ۸۱/۷ ± ۴۹/۵ و ۱۶/۹ ± ۱۰/۸ داشته اند (شکل ۱۶) در مجموع شاخص بیولوژیک خیلی خوب تا عالی تنها در ایستگاه ۱ و ۲ ، شاخص خوب و متوسط تقریبا در همه ایستگاه و شاخص نسبتا ضعیف از ایستگاه ۲ تا ۴ دیده شد (شکل ۱۷).



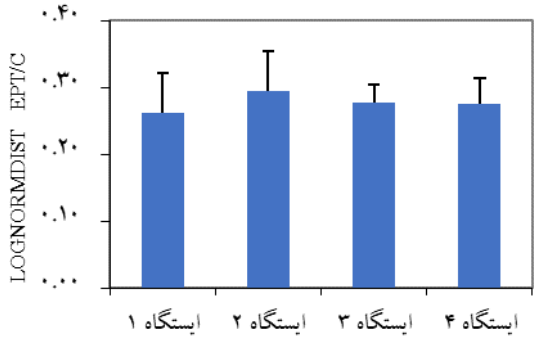

شکل ۱۳. درصد مشاهده خانواده های مختلف کفزیان رودخانه یامچی




شکل ۱۴. فراوانی (تعداد در متر مربع) خانواده های مختلف کفزیان رودخانه یامچی

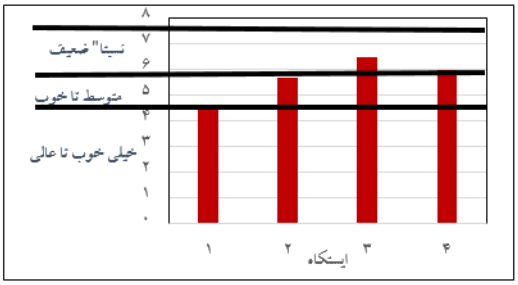



شکل ۱۵. میانگین شاخص بیولوژیک خانواده در رودخانه یامچی




شکل ۱۶. مقدار میانگین نرمال شده لگاریتمی شاخص EPT/C در رودخانه یامچی

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

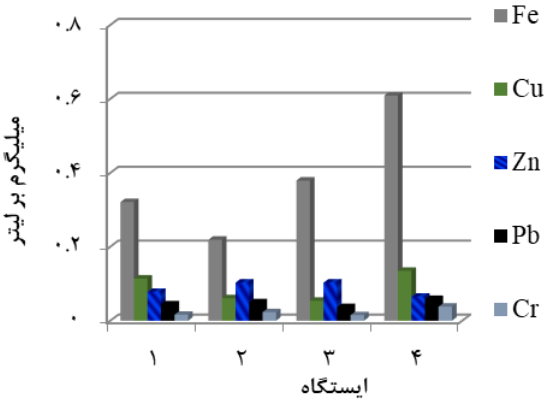



شکل ۱۷. شاخص بیولوژیک خانواده (FBI) و وضعیت کیفی آب در ایستگاههای مختلف رودخانه یامچی

نتایج ماهی شناسی نشان داد که ۶ گونه ماهی از ۲ خانواده کپورماهیان (*Cyprinidae*) و رفتگرماهیان رودخانه ای (*Nemacheilidae*) وجود دارند که بترتیب ۵ و ۱ گونه را در منطقه تشکیل داده و شامل خیاطه ماهی (*Alburnoides bipunctatus*)، مرواریدماهی کورا (*Alburnus filippi*)، سیاه ماهی معمولی (*Capoeta capoeta*)، ماهی سفید رودخانه ای (*Squalius cephalus*)، سس ماهی کورا (*Barbus lacerta*) و رفتگرماهی سنگی (*Nemacheilus bergiana*) بودند. بررسی فراوانی ماهیان نشان داد که به طور کلی خیاطه ماهی با فراوانی ۵۴/۸ درصد و رفتگرماهی با فراوانی ۳۲/۵ درصد، غالب ماهیان را تشکیل داده و فراوانی سایر گونه ها بین ۲ تا ۴ درصد متغیر بود.

## نتایج آلودگی آب

میزان فلزات سنگین در آب و رسوب کمتر از حدمجاز آن بر اساس استانداردهای جهانی بوده و از این نظر ممنوعیتی برای تولیدآبزیان وجود ندارد. داده های حاصل نشان داد که غلظت فلزات آهن و مس بدنبال آن غلظت روی در مقایسه با غلظت سایر فلزات دارای مقادیر بیشتری بوده است و مقادیر فلزات کادمیم و نیکل در آب این رودخانه بسیار پایین ودر برخی از نمونه بر داری ها حتی از حد آشکار سازی دستگاه جذب اتمی خارج بود (شکل ۱۸).




شکل ۱۸. میانگین غلظت فلزات سنگین (میلی‌گرم بر لیتر) در آب رودخانه یامچی

میزان برخی از سموم کشاورزی موجود در آب نزدیک به حد مجاز بوده ولی در این خصوص به مطالعات گسترده تری نیاز است. سم ایمیدا کلوپرید وتو فوردی در بهار و در ایستگاه ۱ به ترتیب به میزان ۰/۳۲ و ۰/۵ میکروگرم در لیتر بود. در ایستگاه شماره ۳ مقادیر سم ایمیدا کلوپرید قابل شناسایی نبود ولی سم توفوردی به میزان ۰/۸۶ میکروگرم در لیتر اندازه گیری شد. در شهریور ماه در ایستگاه ۱ میزان توفوردی ۰/۴۴ میکروگرم در لیتر بوده و مقادیر سم ایمیدا کلوپرید قابل شناسایی بود. در ایستگاه شماره ۳ نیز در این فصل هیچ نشانه ای از سموم مورد مطالعه مشاهده نگردید (جدول ۳). همچنین سم پاراکوات علی رغم استفاده در منطقه در نمونه برداری های انجام شده ناچیز گزارش شد.

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

جدول ۳. میزان سموم اندازه گیری شده در رودخانه پایاب سد یامچی

| نوع سم | مقدار بر حسب میکروگرم بر لیتر | | | |
|---|---|---|---|---|
| | بهار | | تابستان | |
| | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۳ |
| ایمیدا کلوپرید (Imida cloprid) | ۰/۳۲ | ND* | ND | ND |
| توفوردی (۲, ۴ – D) | ۰/۵۰ | ۰/۸۶ | ۰/۴۴ | ND |
| پاراکوات (Paraquat) | ND | ND | ND | ND |

*ND= غیر قابل تشخیص

## نتایج آب های زیر زمینی

بررسی های آبهای زیر زمینی بر اساس چاه های بهره برداری و مطالعات ژئوفیزیکی نشان داد که آبرفت منطقه از دو قسمت سطحی رس دار و زیرزمینی دارای نفوذ پذیری خوب برخوردار است و قسمت تحتانی تحت تاثیر قسمت فوقانی می باشد. لایه آبدار ایجاد شده در مناطقی که هر دو قسمت آبرفت فرصت تشکیل پیدا کرده اند از ضخامت قابل توجه در حدود ۲۰ تا ۳۰ متری برخوردار بوده و امکان بهره برداری و حفر چاه وجود دارد. ولی در مناطق فاقد قسمت تحتانی با لایه آبدار سطحی غیر قابل اطمینان و تحت تاثیر جریانات رودخانه ای است. همچنین بر اساس دیاگرام شولر از نظر وضعیت آب های زیرزمینی سطح آبدهی از حداقل ۴ تا حداکثر ۱۰ متری بوده، از نظر شرب در حد قابل قبول و به طور کلی در محدودهٔ آبهای متوسط قرار دارد (جدول ۴).

جدول ۴. وضعیت آب زیرزمینی در ایستگاه های مطالعاتی رودخانه یامچی

| ایستگاه | عمق اصلی سنگ کف (متر) | عمق آب زیرزمینی (متر) | جنس سنگ | تیپ آب |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۲۵-۳۰ | ۶-۱۰ | رسی و مارنی | کربناته |
| ۲ | ۱۵-۲۰ | ۳-۴ و در فصل پر آبی حتی کمتر از ۱ | رسی و مارنی | کربناته |
| ۳ | تا بیش از ۶۰ | ۴-۶ | رسی و مارنی | کلروره |

## بحث

نتایج داده های فیزیکی رودخانه یامچی نشان دادند که امکان تولید آبزیان گرمابی به ویژه به جهت محدودیت های دمایی وجود ندارد. دمای آب از مهمترین عوامل تاثیر گذار در انتخاب مکان برای آبزی پروری است (Boyed and Tuker, 1998). در تحقیق حاضر میانگین سالانه دمای آب ۴/۴۲ ± ۱۳/۶۶ با حداکثر ۱۹/۵ درجه سانتی گراد بوده که برای پرورش ماهاین گرمآبی مناسب نیست. ماه های سرد سال نیز نسبتا" زیاد و روزهای یخبندان در فصل زمستان حتی به ۳۰ روز در ماه نیز می‌رسد (آب و هواشناسی استان اردبیل، ۱۳۹۰).

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

نتایج داده های آب نشان داد که از نظر بسیاری از عوامل اندازه گیری شده شرایط موجود در منطقه برای پرورش ماهی قزل آلا ایده آل است. Farnham (۱۹۸۷) دمای مناسب پرورش ماهی قزل آلا را ۱۲ تا ۱۶، Cain and Garling (1993) آن را ۷ تا ۱۸ و FAO (۲۰۱۱) دامنه آن را ۱۲ تا ۲۱ درجه سانتیگراد تعیین نموده و Bidgood (1980) دامنه تحمل آن را تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد نیز گزارش کرده بود. در رودخانه یامچی دامنه تغییرات دمایی آب در فصل رشد در محدوده دمایی مناسب و بین ۱۲ تا ۱۷/۵ درجه سانتی گراد بود. از نظر اکسیژن محلول حداقل میزان آن برای پرورش مناسب ماهی قزل آلا ppm ۶ ثبت شده (Hinshaw, 2000) ولی Lloyd and Schoen (1992) سطح ایده آل آن را ppm ۱۰ تعیین کرده اند. رودخانه یامچی نیز با اکسیژن بالای ppm ۱۰ بسیار مطلوب خواهد بود. میزان pH (۷/۵- ۸/۲)، دی اکسید کربن (mg/l ۲/۵ -۰)، کدورت (mg/l ۹-۱۶۱) و کل مواد معلق (mg/l ۱۲۱۱ -۰/۱۳۳) رودخانه یامچی در حد مطلوب پرورش ماهی قزل آلا قرار داشته و با محدوده استاندارد پرورش آن به ترتیب ۸/۵-۶/۵ ( FAO, ۲۰۱۱)، کمتر از ۱۲ (Brannon, 1991)، کمتر از ۸۰ و کمتر از ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (Stickney, 1991) مطابقت دارد. میزان مناسب سختی کل، کلسیم و کلرور برای قزل آلا به ترتیب ۴۰۰-۱۰ (IDEQ, 1998) و ۸۰-۵۲ (Stickney, 1991) و ۱/۰۳-۰ (Brannon, 1991) گزارش شده و رودخانه یامچی نیز به ترتیب با (mg/l ۷۶۴-۱۴۹)، (mg/l ۱۸۰/۲-۳۶/۸ ) و (mg/l ۵۶۸-۳۷/۳) در شرایط شایسته ای قرار دارد. این داده ها نشان دادند که در موارد خاص بارندگی یا آبیاری زمین ها عوامل شوری در این حوزه افزایش یافته و انعکاس آن در سختی و آنیونها و کاتیونها صورت می‌پذیرد. میزان آمونیاک برای پرورش این ماهی بایستی کمتر از mg/l ۰/۰۱۲ باشد (IDEQ, 1998) و رودخانه یامچی با mg/l ۰/۰۰۹-۰/۰۰۸ در حد مناسبی قرار دارد. البته شواهدی از افزایش میزان ازت آمونیم در تیر ماه از طریق تصفیه خانه در رودخانه مشاهده شده است که نشان داد آب خروجی تصفیه خانه در افزایش غلظت ازت آمونیم در پائین دست تاثیر چشمگیری دارد. میزان فسفر (۰/۴۳۷-۰/۰۲۶) در رودخانه نیز با میزان استاندارد آن برای پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان (mg/l ۳-۰/۰۱ (IDEQ, 1998)) مطابقت داشت.

از نظر داده های آلودگی آب نتایج این تحقیق نشان داد مهمترین عناصر فلزات سنگین شامل آهن (mg/l ۰/۳۲۱ -۰/۲۶)، مس (mg/l ۰/۰۹۱-۰/۰۵۴)، روی (mg/l ۰/۱۰۳-۰/۰۷۸)، سرب (mg/l ۰/۰۴۴ -۰/۰۳۷)، کروم (mg/l ۰/۰۱۶-۰/۰۱۵)، نیکل (ناچیز) و کادمیوم (ناچیز) در دامنه پایین تر از حد آستانه اثرات زیان بخش آنها بوده و در محدوده استاندارد مشخص شده برای پرورش قزل آلا شامل آهن کمتر از ۰/۳ ( EPA , ۲۰۰۲)، مس کمتر از ۰/۰۵ (EPA , 2002)، روی کمتر از ۰/۱ (Boyd,1990)، سرب کمتر از ۰/۰۵ (EPA , 2002)، کروم کمتر از ۰/۱ (Boyd,1990)، نیکل کمتر از ۰/۰۲ و کادمیم کمتر از ۰/۰۱ ( EPA, ۲۰۰۲; Boyd,1990) میلی‌گرم بر لیتر قرار دارد. داده های حاصله بیانگر آن بود که تصفیه خانه ی موجود نقش مهمی در افزایش موقتی میزان آهن داشته به طوری که میزان آهن دوظرفیتی بعد از تصفیه خانه به ۰/۲۸ و آهن کل به ۰/۹۴ افزایش نشان داد.

در سالیان اخیر کشورها نسبت به استفاده از سموم حساس می‌باشند برای مثال اتحادیه اروپا حداکثرمجاز

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

کل سموم رابه میزان ۰/۵ میلی گرم در لیتر و کانادا نیز به میزان ۰/۱ اعلام نموده است ( Baird and Cann, ۲۰۱۲). تحقیقات نشان داد که به طورکلی سمیت ایمیدا کلوپراید برای آبزیان در حد متوسط بوده و LD50 آن در زمان ۹۶ ساعت برای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۲۱۱ میلی‌گرم بر لیتر و برای ماهی کپور ۲۸۰ میلی‌گرم بر لیتر و برای ماهی حوض ۲۳۷ میلی‌گرم بر لیتر بوده است (Baird and Cann, 2012; Fossen, 2006). در تحقیق حاضر میزان این سم به تدریج در مسیر رودخانه تا ایستگاه ۳ ناچیز و قابل اندازه‌گیری نبود. سم توفوردی برای کشتن علف های هرز با برگ پهن در چمن ها و زمین های کشاورزی به کار می‌رود. حد بحرانی این سم ۱۶۷۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. بنا به نظر سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا حداکثر غلظت قابل قبول در آب آشامیدنی ۰/۰۷ میلی‌گرم بر لیتر است (Baird C. and Cann, 2012). پاراکوات علف کشی است که در مزارع برای پاک کردن علف های هرز پیش از سبز شدن در فصل بهار به کار می‌رود. نتایج حاصل از داده ها بیانگر این است که سم پارا کوات در هیچ ایستگاهی مشاهده نگردید.

با توجه به نتایج پلانکتونی بدست آمده از بررسی کنونی و مطالعات رودخانه ای مثل رودخانه شفارود (افراز ، جمالزاد ، ۱۳۷۴ ) ، کرگانرود (ملک شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷۴) ، حویق (افراز و قانع، ۱۳۷۴)، سفیدرود ( سبک آرا و همکاران، ۱۳۸۷)، هراز و سیاهرود (روشن طبری ،۷۰ - ۱۳۶۹)، خیرود (موسوی ، ۱۳۷۰) و بررسی پلانکتونی درطرح پایش رودخانه‌های‌غرب‌گیلان (حویق،کرگانرود،شفارود) (سبک آرا و مکارمی، ۱۳۸۵ و مکارمی وسبک آرا، ۱۳۹۰) مشخص شده‌که حدود ۹۰ درصد جمعیت‌فیتوپلانکتونی متعلق به شاخه *Bacillariophyta* بوده و ۱۰ درصد بقیه به سایر گروه ها تعلق دارد. این گروه ازفیتوپلانکتون ها سرمادوست بوده که معمولاًدر تمامی فصول سال در این اکوسیستم ها مشاهده و مهمانان دائمی رودخانه ها هستند (روشن طبری، ۷۰ - ۱۳۶۹ و مکارمی و سبک آرا، ۱۳۹۰). غالب بودن شاخه باسیلاریوفیتا (دیاتوم ها) نمایانگر کیفیت خوب بیولوژیک آب می‌باشد (مهندسین مشاوریکم ، ۱۳۶۷). میانگین فراوانی سالانه فیتوپلانکتون ها در پایاب سد یامچی از ۳/۴ تا ۵/۵ میلیون درلیتردر طول مطالعه متغیر بوده است که بدلیل کوتاهی مسیرخروجی دریاچه سد میتواند بیانگر تولیدات اولیه در دریاچه سد باشد.

این وضعیت در مورد زئوپلانکتون ها نیز وجود داشته چنانکه فراوانی سالانه آنهادر حد ۱۲۵ تا ۳۱۹ عدد در لیتر محاسبه شده است. شاخه سیلیوفورا بیشترین جمعیت زئوپلانکتونی را داشتند. معمولاً سیلیوفورا در منابع آبی غالب می‌شوند اما در بسیاری موارد همچون دریاچه سد ارس و شویر جمعیت فراوان آنها را Tintinnopsis تشکیل می‌دهد و کوپه پودا از مصرف کنندگان Tintinnopsis بوده و شاید یکی از دلایل کم بودن جمعیت این جنس در پایاب سد یامچی بالابودن جمعیت کوپه پودا باشد (Elser *et al.*,1990).

بررسی شاخص کیفی آب با استفاده از داده های کفزیان نیز ثابت نمود که ایستگاه ۱ عمدتا از شاخص خوب تا عالی برخوردار بود. میانگین این شاخص در ایستگاه های ۲ و ۴ در حد خوب تا متوسط بوده و ایستگاه ۳ همواره در وضعیت نسبتا" ضعیف قرار داشت. همچنین ایستگاه ۱ با داشتن کیفیت بسیار خوب دارای پایین ترین میانگین شاخص EPT/C بوده که حکایت از وجود سایر گروههای حساس همچون

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

Gammaridae است. بنظر می‌رسد خود پالایی رودخانه از ایستگاه ۳ تا ۴ تقریبا مطلوب بوده که افزایش گروه های حساس در آب را سبب شده است. از بررسی کفزیان می‌توان جمع بندی نمود که آب در ایستگاه های ۱ و ۲ بگونه ای است که امکان بهره برداری جهت آبزی پروری را بلامانع می‌داند.

از نظر وضعیت آب های زیرزمینی سطح آبدهی از حداقل ۴ تا حداکثر ۱۰ متری بوده، و از نظر شرب در حد قابل قبول و به طور کلی در محدودهٔ آبهای متوسط قرار دارد. بنابراین در مواقعی از سال در صورت کمبود آب رودخانه می‌توان از آب های زیر زمینی منطقه استفاده نمود.

به طور کلی با توجه به شرایط مناسب کیفیت آب، تولید ماهیان سردآبی با روش ها و سیستم های مختلف در رودخانه یامچی قابل پیش بینی خواهد بود. اما مهمترین عامل تاثیر گذار که میزان تولید را مشخص می‌نماید حجم و دبی آب در طول مسیر رودخانه می-باشد. با توجه به دبی آب رودخانه می‌توان سیستم های مختلفی برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شامل روش استخرهای کانالی با تولید حداقل ۱ تن به ازای هر ۱۰ لیتر آب، روش استخرهای هشت ضلعی با تولید حداقل ۳ تن به ازای هر ۱۰ لیتر و روش نیمه مدار بسته با تولید حداقل ۱ تن به ازای هر ۱ لیتر آب رودخانه پیشنهاد نمود (Bregnballe, 2015). البته در روش مدار بسته می‌توان تولیدی معادل ۵ تا ۵۰ تن به ازای هر ۱ لیتر را انتظار داشت که با توجه به هزینه های بالای احداث، نگهداری و تولید، صرفه اقتصادی آن بایستی به صورت اختصاصی مورد ارزیابی قرارگیرد.

بر اساس بررسی های انجام شده در این تحقیق با توجه به محدودیت های موجود از نظر دبی آب، مقررات سازمان دامپزشکی کشور و رعایت حداقل فاصه ۳ کیلومتر فاصله بین سایت های پرورشی به منظور خود پالایی و کاهش تاثیر پساب مزارع (نادری و همکاران (۱۳۸۵) و Trojanaowski (1990))، اماکن مناسب برای احداث سایت پرورش آبزیان تنها در سه منطقه شامل قبل از ایستگاه ۱ نمونه برداری و در فاصله حدود ۸۰۰ تا ۹۰۰ متری تاج سد یامچی، قبل از ایستگاه ۳ نمونه برداری و در فاصله حدود ۷ تا ۸ کیلومتری مکان اول و قبل از ایستگاه ۴ نمونه برداری در مسافت ۶ تا ۷ کیلومتری مکان دوم جانمایی گردید.

با توجه به حجم آب محدود جاری در رودخانه و تغییرات میزان آن در طول سال، محدودیت اراضی و ارزش آن در منطقه، مسیر کوتاه رودخانه یامچی از محل خروجی سد تا ایستگاه ۳ نمونه برداری (حدود ۱۰ کیلومتر) و محدودیت های ناشی از رعایت حداقل فاصله موجود بین هر یک از سایت ها، استفاده از سیستم های خرد یا انفرادی پرورش آبزیان در منطقه و نیز استفاده از سیستم های پرورش به صورت کانالی و هشت ضلعی توجیه اقتصادی کمتری داشته و بهره برداری سیستم های مجهز در قالب نیمه مدار بسته و حتی مداربسته به صورت مجتمع های آبزی پروری مناسب تر و از نظر اقتصادی شایسته تر خواهند بود.

بنابراین دو شرایط مختلف را برای پرورش ماهی قزل آلا شامل پرورش بر اساس شرایط موجود رودخانه و پرورش در صورت بهره مندی از حق آبه اختصاصی از سد یامچی و در مواقع ضروری استفاده از آب زیرزمینی در نظر گرفت. بر اساس دبی حداقل رودخانه در شرایط موجود با تامین آب زیرزمینی در دوره کوتاه کم آبی با دبی حدود ۲۰۰ تا ۲۵۰ در ثانیه در سیستم های کانالی تا ۶۵ تن، حوضچه هشت ضلعی تا ۱۹۵ تن

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

و نیمه مدار بسته تا ۶۵۰ تن تولید پیش بینی می گردد. اما در صورت بهره برداری از حق آبه دریاچه سد یامچی برای آبزی پروری با دبی حدود ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ لیتر در ثانیه همانند سهمیه ی تصفیه خانه ، کشاورزان و باغداران منطقه به ترتیب تولیدی حدود ۳۰۰، ۸۰۰ و ۳۰۰۰ تن در سیستم ها و روش های مختلف پرورشی قابل انتظار خواهد بود (جدول ۵).

جدول ۵. کارگاه های پیشنهادی برای پرورش ماهی قزل آلا در پایاب سد یامچی در شرایط و سیستم های مختلف پرورشی

| سیستم پرورشی و میزان تولید (تن) | میزان تولید (تن) | | | | | | جمع تولید (تن) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | دبی آب موجود+ آب زیر زمینی (لیتر بر ثانیه) در مکان پرورشی | | | + حق آبه سد (لیتر بر ثانیه) در مکان پرورشی | | | |
| | اول | دوم | سوم | اول | دوم | سوم | |
| | ۱۱۵+۹۵ | ۷۰+۱۳۰ | ۱۵۰+۱۰۰ | ۱۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۵۰۰ | |
| کانالی | ۲۰ | ۲۰ | ۲۵ | ۱۵۰ | ۱۰۰ | ۵۰ | ۶۵ تا ۳۰۰ |
| هشت ضلعی | ۶۰ | ۶۰ | ۷۵ | ۴۵۰ | ۳۰۰ | ۱۵۰ | ۱۹۵ تا ۸۰۰ |
| نیمه مداربسته | ۲۰۰ | ۲۰۰ | ۲۵۰ | ۱۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۵۰۰ | ۶۵۰ تا ۳۰۰۰ |


## سپاسگزاری

در پایان از تمامی عزیزانی که در اجرای این پروژه همکاری نموده اند به ویژه مدیریت و کارکنان اداره کل شیلات اردبیل، مدیریت و همکاران پژوهشکده آبزی پروری به ویژه بخش اکولوژی منابع آبی سپاسگزاری می گردد.


## منابع


۱. آب و هواشناسی استان اردبیل.، ۱۳۹۰. http://www.arww.ir.

۲. افراز، ع.، جمالزاد، ف .، ۱۳۷۴. بررسیهای زیستی وغیرزیستی رودخانه شفارود. مرکزتحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۶۵ صفحه.

۳. افراز، ع.، قانع،ا.، ۱۳۷۴. بررسیهای زیستی وغیرزیستی رودخانه حویق. مرکزتحقیقات شیلاتی استان گیلان . ۶۴ صفحه.

۴. انجمن علمی مهندسی آب، .۱۳۹۹. https://waterse.ir/discharge-measurement-methods/.

۵. حق شناس، ا.، گریوانی، ه.، قائم مقامیان، م.، قاضی نژاد، س.، ۱۳۹۶. مستندات و مبانی فنی دستورالعمل مطالعات ژئوفیزیکی در پروژه های راه سازی ۷۰۲- ضابطه شماره. سازمان برنامه و بودجه جمهوری اسلامی ایران. معاونت فنی و توسعه امور زیربنایی وزارت راه و شهرسازی و امور نظام فنی و اجرایی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی پژوهشکده حمل و نقل. ۲۲۱ ص.


[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

۶. دانش، ع.، فلاحی، م.، خداپرست، س.ح.، میرزاجانی، ع.، قانع، ا.، بابایی، ه.، نظام آبادی، ح.، دقیق روحی، ج.،مهدی زاده، غ.، عباسی، ک.، بهمنش، ش.، حقیقی،د.، باقری، س.، سبک آرا، ج.، مکارمی، م.، شعبانپور، ر.، حسینجانی،ع.، صابری، ح.، صادقی نژاد، ا.، صیاد بورانی، م.، یوسف زاد، ا.، خوال، ع.، خجسته، ح.، فئید، م.، قنبری، ر.، محسن پور، ح.، شوندشت، ج.، نوروزی، ه.، رستگار، م.، ملکی شمالی، س.، محمدی دوست، م.، احمدی، ف.، مهدی نژاد، ک. و قلی زاده، م.، ۱۳۹۰. مطالعات احداث مزارع تکثیر و پرورش ماهی در حاشیه رودخانه زاینده رود در استان چهار محال و بختیاری. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۰۱ ص.

۷. روشن طبری، م.، ۷۰ - ۱۳۶۹. هیدرولوژی وهیدروبیولوژی رودخانه هراز. مرکزتحقیقات شیلاتی استان مازندران. ۸۲ صفحه.

۸. روشن طبری، م.، ۱۳۶۹. هیدرولوژی وهیدروبیولوژی رودخانه سیاهرود. مرکزتحقیقات شیلاتی استان مازندران. ۷۶ صفحه.

۹. سبک آرا، ج .م.، مکارمی.، ۱۳۸۵. بررسی تراکم وپراکنش پلانکتونی در رودخانه حویق. مجله علمی شیلات ایران، ۱۵(۳)، ۸۶- ۷۵.

۱۰.سبک آرا، ج.، نظامی، ش.، مکارمی، م.، محمدجانی، ط.، ۱۳۸۷. وضعیت پلانکتونی رودخانه سفیدرودطی سالهای ۷۹- ۱۳۷۳ وتاثیرعوامل انسانی برزندگی آبزیان درآن. نخستین کنفرانس ملی شیلات و آبزیان ایران- دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.

۱۱.عباسی، ک.، ولی پور، ع. ، طالبی حقیقی، د.، سرپناه ، ع. ن.، نظامی بلوچی، ش.، ۱۳۷۸. اطلس ماهیان ایران ،آبهای داخلی گیلان (رودخانه سفیدرود و تالاب انزلی). مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان ، بهار ۱۳۷۸، ۱۲۶ ص.

۱۲.عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. ماهیان آبهای داخلی ایران. انتشارات موزه حیات وحش شهرداری تهران. ۳۷۷ ص.

۱۳.قانع، ا.، بابایی، ه.، افراز، ع.، صابری، ح؛ دادای قندی، ع.، وطندوست، م.، محمدجانی، ط.، سبک آرا، ج.، مکارمی،م.، عباسی رنجبر،ک.، خطیب، س.، زحمتکش، ی.، صیادرحیم، م.، یوسف زاد، ا.، باقری، س.، ملک شمالی، م.، ۱۳۸۵. طرح پایش رودخانه های غرب گیلان (حویق، کرگانرود وشفارود). پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی . ۱۳۹ص.

۱۴.کازانچف، آ، ان، ۱۹۸۱. ماهیان دریای خزر و حوزه آبریز آن. ترجمه ا. شریعتی، ۱۳۸۳. انتشارات نقش مهر. ۲۰۵ ص.

۱۵.مکارمی، م.، سبک آرا، ج.، ۱۳۹۰. بررسی تراکم وپراکنش پلانکتونی در رودخانه شفارود. اولین همایش ملی آبزی پروری ایران- بندرانزلی. صفحه ۵۴۰.

۱۶.ملک شمالی، م.، عبدالملکی، ش.، ۱۳۷۴. بررسیهای زیستی و غیرزیستی رودخانه کرگانرود. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. ۸۱ صفحه.

۱۷.مهدیزاده، غ.، حسینجانی، ع.، عباسی، ک.، قانع، ا.، عابدینی، ع.، صابری، ح.، سهرابی، ت.، صیاد بورانی، م.، بهمنش، ش.، احمدنژاد، م. و دوستدار، م.، ۱۳۹۶. انتخاب مکان مناسب برای پرورش ماهی

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

قزل‌آلای رنگین‌کمان در حاشیه رودخانه های مهم حوزه تالاب انزلی. نشریه توسعه آبزی پروری، ۱۱(۲)، ۱۱۶-۱۰۵.

۱۸.مهندسین مشاوریکم.، ۱۳۶۷. مطالعات گام اول طرح جامع‌احیا تالاب انزلی. جلدهفتم .لیمنولوژی جهاد سازندگی، کمیته امورآب. ۳۱۹ صفحه.

۱۹.موسوی، م.، ۱۳۷۰. هیدرولوژی وهیدروبیولوژی رودخانه خیرود. مرکزتحقیقات شیلاتی استان مرزندران. ۶۸ صفحه.

۲۰.نادری جلودار، م.، اسماعیلی ساری، ع.، احمدی، م. ر.، سیف آبادی س. ج.، عبدلی، ا.، ۱۳۸۵. بررسی آلودگی ناشی ازکارگاههای پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان بر روی پبارامترهای کیفی آب رودخانه هراز. مجله علمی علوم محیطی، ۴(۲)، ۲۱ تا ۲۶.

۲۱.نوان مقصودی، م.، ولی پور، ع.، مرادی چافی، م.، صابری، ح.، حسین جانی، ع.، بابایی، ه.، موسوی، ع.، میرهاشمی نسب، س.ف.، خوال، ع.، نصرتی، م.، نوروزی، ه.، خوشحال، ج. و خدا پرست، س.ح.، ۱۳۹۴. مطا لعه گونه های آبزیان رودخانه قزل اوزن استان زنجان و معرفی مکانهای مستعد آبزی پروری. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۱۶ ص.

۲۲. ولی پور، ع. ر.، زحمتکش، ع.، صیاد بورانی، م.، وطن دوست، م.، خانی پور، ع. ا.، خداپرست، س. ح.، مهدیزاده، غ. ر.، بهمنش، ش.، سبک آرا، ج.، مکارمی، م.، دادای قندی، ع.، زحتکش، ی.، امیدوار، ص.، شریفیان، م.، ۱۳۹۴. مطالعه و امکان سنجی مناطق پایین دست سد شهید شاهچراغی و حاشیه رودخانه چشمه علی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۶۴ ص.

۲۳. Agardy, T.S., 1997. Marine protected areas and ocean conservation. RE Lands Company, Academic press, Austin Texas. ۱۶۷ .

۲۴. APHA (American Public Health Association)., 1995. Standard methods for examination of water and wastewater, Washington, D.C. 194 p.

۲۵. APHA , 2005 . Standard methods for the examination of metals by atomic absorption spectrometry Edition (3) 1 –29.

۲۶. Baird C. and Cann M., 2012. Environmental Chemistry 5th Edition, Kindle Edition. Freeman/Worth; 5th edition (March 23, 2012). 848 p.

۲۷. Berg, L.S., 1949a. Freshwater fishes of U.S.S.R and adjacent countries. Vol. 2. Trady Institute acad, Nauk U.S.S.R. Translated to English in1964. 496 p.

۲۸. Berg, L.S, 1949b. Freshwater fishes of U.S.S.R and adjacent countries. Vol 3. Trady Institute acad, Nauk U.S.S.R. 510 p.

۲۹. Bidgood, B.F., 1980. Tolerance of rainbow trout to direct changes in water temperature. Fish Research Report Fish and Wildlife Diversity, 15, 11p.

۳۰. Boney, A.D., 1989. Phytoplankton. Edward Annoid. British Library Cataloguing Publication data.118p.

۳۱. Boyd C. E., 1990. Water quality in Ponds for Aquaculture. 482 pp. Birmingham Publishing Co., Birmingham, USA. pp.219-223.

۳۲. Boyed, C.E., Tuker, C.S., 1998. Pound aquaculture water quality management. Boston, Kluwer academic publishers, London, 624p.

۳۳. Brannon, E.L. 1991. Trout culture. In, Stickney, R.R. (ed), Culture of Salmonid Fishes. CRC Press, Inc. Boca Raton. pp 21 - 56.

۳۴. Bregnballe, 2015. A Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish

[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

۳۵. Cain, K. and D. Garling. 1993. Trout culture in the North Central Region. North Central Regional Aquaculture Center Fact Sheet Series#108. East Lansing, Michigan: North Central Regional Aquaculture Center.

۳۶. Coad, B.W., 2011. The freshwater fishes of Iran. Adopted from from www.Briancoad.com.

۳۷. Edmonson, W.T., 1959. Fresh Water Biology.NewYourk, London. John Wiley and Sons Inc.1248 P.

۳۸. Elser, J.J., H.J. Carney, and C.R. Goldman., 1990. The zooplankton-phytoplankton interface in lakes of contrasting trophic status: an experimental comparison. Hydrobiologia.200/201:69-82.

۳۹. EPA, E.P.A., 2002. National primary drinking water regulations: long term 1 enhanced surface water treatment rule. Final rule. Federal register, 67(9), pp.1811-۱۸۴۴.

۴۰. FAO (Food and Agriculture Organization)., 2011. Cultured Aquatic Species Information Programme. Oncorhynchus mykiss; available from http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en; internet accessed 2 June 2011.

۴۱. FAO (Food and Agriculture Organization),2014. Part 1 World Review of Fisheries and Aquaculture, the State of World Fisheries and Aquaculture, Food and Agricultural Organisation of the United Nations, 1 – 6.

۴۲. FAO (Food and Agriculture Organization), 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, 210 p.

۴۳. Farnham, S., 1987. Trout farming manual.2nd Edition, 1987. Fish hatchery management, U. S. Fish and Wildlife Service, Washington, D. C.136 p.

۴۴. Fossen, M., 2006. Environmental Fate of Imidacloprid. Environmental Monitoring Department of Pesticide Regulation. Sacramento CA. Available online: 38 http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/Imidclprdfate2.pdf

۴۵. Hilsenhoff, W.L., 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. Journal of the North American benthological society, 7 (1), pp 665-68.

۴۶. Hinshaw, J.M., 2000. Trout farming: carrying capacity and inventory management. Southern Regional Aquaculture Center, Publication No.222.

۴۷. Holcik, J., 1989. The freshwater fishes of Europe.Vol.1 part 11. General introduction to fishes, Acipenseriformes, Aala-Vetrlag GmbH, Weisbaden Verlag fur wissen chaft und Forschung. 469 P.

۴۸. IDEQ (Idaho Division of Environmental Quality)., 1998. Idaho waste management guidelines for aquaculture operations. Idaho Department of Health and Welfare, Division of Environmental Quality, Twin Falls, Idaho.Kerr, S. and Lasenby, T.A.,2000. Rainbow trout stocking in inland lakes and streams: an annotated bibliography and literature review. Fish and wildfish Branch, Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, Ontario,220 p.

۴۹. Kerr, S.J., Lasenby, T.A., 2000, Rainbow trout stocking in inland lakes and streams: an annotated bibliography and literature review. Fish and Wildlife Branch, Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, Ontario, 220.

۵۰. Kotikova, L.A., 1970. EUROTATORIA CCCP. Leningrad.743 P.

۵۱. Kovari, J., 1984. Consideration in the selection of sites for aquaculture. In: Pillay, T.V.R. (Eds), Inland Aquaculture Engineering. FAO, Rome, pp. 3-8.

۵۲. Krovichinsky, N., Smirnov, N., 1994. Introduction of cladocera. The Instituion of Water and Environmental Managment. London.129 P.


[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]

۵۳. Kutty, M.N., 1987. Site selection for aquaculture. African Regional Aquaculture Center Port Harcourt, Nigeria. 315 p.

۵۴. Lloyd, D.G., Schoen, D.J., 1992. Self and cross-fertilization in plants. I. Functional dimensions. International Journal of Plant Sciences, 358-۳۶۹.

۵۵. Maosen, H., 1983. Fresh Water Plankton Illustration. Agriculture publishing house. ۸۵ .

۵۶. Mellanby, H.1963, "Animal Life in Freshwater", Great Britain, Cox&wyman Ltd., Fakenham, 308p.

۵۷. Meritt, R. W., Cummins, K. W. Berg, M. B., 2008. An introduction aquatic insect of North America. Fourth Edition. Kendall/Hunt Publication Company. 1003 pages.

۵۸. Michael, P., 1990. Ecological Method for Field and Laboratory investigation. Department of biology Purdue University. USA. McGraw- Hill Publishing. NEW DELHI. pp 1 - 50.

۵۹. Michael S., 2014. Aquaculture – The Benefits of Aquaculture, http://fishery.about.com/od/BenefitsofAquaculture/a/AquacultureBenefits.htm.

۶۰. Needham, J., Needham, P., 1962, "A Guide to the Freshwater Biology", Fifth edition revised and enlarged, Constable & Co, LTD, London, 115p.

۶۱. Pennak, R.W., 1953, "Freshwater Invertebrates of the United States", The Ronald press company, New York, 953p.

۶۲. Pillay, T.V.R., 1977. Planning of aquaculture development, an introductory guide. Farnham, Surrey, Fishing News Books ltd., for FAO, 72 p.

۶۳. Pontin, R.M., 1978. A Key to the Fresh Water Planktonic and Semiplanktonic Rotifera of the British Isles. Titus Wilson and Son. Ltd. 178 p.

۶۴. Prescott, G.W., 1962. Algae of the western great lakes area. vol 1,2,3. WM.C. Brown Company Publishing, Iowa. USA.933P.

۶۵. Prescott, G.W., 1970.The Fresh Water Algae. WM. C. Brown Company publishing, Iowa.USA.348P.

۶۶. Ruttner–Kolisko, A., 1974. Plankton Rotifers, biology and taxonomy, Austrian Academy of science. 147 P.

۶۷. Sabir, A., 1992. An Introduction to freshwater fishery Biology. University Grants commission H9Islamabad, Pakistan. 269 P.

۶۸. Sloane, M.B., 1994. New Mexico aquaculture, New Mexico State University and the U.S. Department of Agriculture Cooperating. 134 p.

۶۹. Stickney, R.R. 1991. Salmonid life histories. In, Stickney, R.R. (editor), Culture of SalmonidFishes. CRC Press, Inc. Boca Raton. pp 1 - 20.

۷۰. Suhl, J., Golla, V., Rinsky, J.L. and Hopenhayn, C., 2016. Atrazine in Kentucky drinking water: intermethod comparison of us environmental protection agency analytical methods507 and508.1. Journal of Environmental Health, 79(5), pp. E1-E6.

۷۱. Tiffany, L.H., Britton, M.E., 1971. The Algae of Illinois. Hanfer publishing Company, NewYork. 407 P.

۷۲. Trojanaowski, J., 1990. The effect of trout culture on water quality of Lupawa river, pal. Arch Hydrobio. pp383- 395.

۷۳. Zalewski, M., 1986. Factor affecting and efficiency of electrofishing in rivers. Sofia. Hydrobiology, 27, 56 -69.


[ Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.23223545.1400.15.4.10.1 ]
[ DOI: 10.52547/aqudev.15.4.95 ]