

امکان سنجی اراضی حاشیه رودخانه گاماسیاب برای پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان

غلامرضا مهدی زاده*^۱، عادل حسینجانی^۱، کیوان عباسی^۱، حسین صابری^۱، فریدون چکمه دوز قاسمی^۱، احمد قانع^۱، هادی بابایی^۱، اسماعیل صادقی نژاد^۱، محدثه احمدنژاد^۱

۱ - موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشگاه آبرزی پروری آب‌های داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، بندر انزلی،

ایران، صندوق پستی: ۶۶

تاریخ پذیرش: ۵ اسفند ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۱ آبان ۱۳۹۴

چکیده

این تحقیق با هدف تعیین مکان‌های مناسب برای ایجاد و توسعه آبرزی پروری در مسیر رودخانه گاماسیاب همدان اجرا گردید. برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در ۱۵، موجودات بنتیک در ۱۳ ایستگاه هر ۴۵ روز یک بار و برای شناسایی ماهیان در ۸ ایستگاه به‌طور فصلی طبق روش‌های استاندارد انجام پذیرفت. میانگین دمای آب در دوره مطالعاتی $12/8 \pm 3/7$ درجه سانتی‌گراد و اکسیژن محلول حداقل $2/6$ و حداکثر $12/5$ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید. دامنه pH بین $7/5$ تا $8/8$ نوسان داشته و حداقل و حداکثر هدایت الکتریکی 250 و 750 میکروموس بر سانتی‌متر به ترتیب در ماه‌های مهر و تیر، میزان شفافیت بین 1 تا 103 (F.T.U) ثبت گردید. میزان مواد معلق $0/1$ تا $0/1$ میلی‌گرم در لیتر در نوسان بوده و مقدار اکسیژن مورد نیاز زیستی (BOD₅) بین $0/05$ الی $6/2$ میلی‌گرم در لیتر و اکسیژن شیمیایی باقیمانده (COD) نیز حداقل 30 و حداکثر $70/57$ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید. مقدار کل مواد جامد (T.S.S) نیز زیر یک گرم در لیتر ثبت گردید. ۳۷ گروه بزرگ بی‌مهرگان کفزی شناسایی گردید که ۱۱ گروه آن متعلق به راسته‌های حساس به آلودگی (Trichoptera, Ephemeroptera و Plecoptera) بودند. ۲۱ گونه ماهی از ۵ خانواده مورد شناسایی قرار گرفت. با تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی داده‌ها، اطلاعات اکولوژیکی، بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی تعداد ۱۰ نقطه در ۷ منطقه برای اجرای ۱۲ طرح آبرزی پروری (شامل ۱۰ طرح پرورش و ۲ طرح افزایش تولید ماهی قزل‌آلای رنگین کمان) شناسایی شد. بطوریکه ظرفیت تولید مکان‌ها حداقل ۱۶۷۵ و حداکثر ۳۸۵۰ تن برآورد گردید.

کلمات کلیدی: امکان‌سنجی، قزل‌آلای رنگین کمان، عوامل زیستی و غیرزیستی، رودخانه گاماسیاب، استان همدان.

مقدمه

قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

یک ماهی تجاری، تفریحی و بازاری است (Froese and Pauly, 2009). آب‌های زیرزمینی و سطحی برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مناسب بوده و این ماهی یک گزینه ایده‌آل برای استفاده پایدار از منابع آب در مناطق کوهستانی می‌باشد (Ross et al., 2013). فلذا پرورش آن در ایران مورد توجه فراوان قرار گرفته است. یکی از نگرانی‌های عمده در آبرزی پروری انتخاب مکان است. انتخاب مکان نه تنها بر ظرفیت تولید بلکه بر پایداری اقتصادی اجتماعی فعالیت نیز تاثیرگذار است. رعایت مسائل زیست‌محیطی در انتخاب مکان و توسعه فعالیت‌های آبرزی پروری یک ضرورت می‌باشد فلذا سازمان خواربار کشاورزی FAO به رویکرد سیستمی در آبرزی پروری جهت تحقق رفاه انسان‌ها گرایش پیدا کرده و توسعه آبرزی پروری را در چارچوب سیاست‌های توسعه بخش‌های دیگر دنبال می‌نماید (FAO, 2007). در شناسایی مکان‌ها برای پرورش ماهی کیفیت و کمیت آب (دبی) از عوامل مهم محدود کننده تولید بوده که بایستی با برنامه‌ریزی خوب آن‌ها را به درستی تعیین نمود. (Agardy, 1997). در این خصوص باید اطلاعات اصلی را قبل از هرگونه سرمایه‌گذاری روی مکان گردآوری (Kovari, 1984) و به دقت مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. قاعده کلی این است که حدود ۱۰ لیتر در ثانیه (۶۰۰ لیتر در دقیقه) منبع آب برای تولید هر تن قزل‌آلای رنگین کمان محاسبه و در نظر گرفته شود. برای جلوگیری از جاری شدن سیل، کارگاه باید در یک مکان بالاتر ساخته شده و آب از طریق یک کانال آبرسانی به کارگاه پرورش ماهی منتقل گردد (Edwards, 1978 and 1990).

اقتصاد هر کشوری وابسته به تولیدات آن است که بخشی از این تولیدات در زمینه آبریان است (چوبکار، ۱۳۸۶). پرورش ماهی قزل‌آلا در کشورمان، در سال‌های اخیر رشد و توسعه چشم‌گیری داشته و همگام با این مساله، سیستم‌های اداری شیلات کشور نیز جهت ارتقاء کیفیت تولید، تلاش نموده‌اند تا بر کارآیی فعالیت‌های خود در جهت تولید محصول بیشتر و با کیفیت‌تر بیافزایند (نظری، ۱۳۸۵). برای پرورش ماهی می‌توان از انواع منابع آبی استفاده نمود. انتخاب یک منبع خاص با هدف سرمایه‌گذاری و همچنین نوع آبرزی پروری بستگی دارد. اراضی حاشیه رودخانه گاماسیاب استان همدان جهت ایجاد کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مورد توجه سرمایه‌گذاران می‌باشد (مهندسین مشاور رویان، ۱۳۸۱). بنابراین هدف از این مطالعه شناسایی مناطق و اراضی مستعد تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان و تعیین ظرفیت مناسب برای ایجاد مزارع پرورشی در رودخانه گاماسیاب استان همدان می‌باشد. فلذا شناسایی مکان‌ها برای این منظور مهم و اساسی است چون اکثر مشکلاتی که در خلال تولید آبریان بروز می‌کند به فقدان یک برنامه کارآمد و عملیاتی قبل از ساختن و راه‌اندازی امکانات و تاسیسات تولیدی برمی‌گردد. بنابراین قبل از سرمایه‌گذاری برای ساخت تاسیسات پرورش ماهی باید از مناسب بودن مکان انتخابی برای آبرزی پروری اطمینان حاصل نمود. Kutty در سال ۱۹۸۷ جمع‌آوری اطلاعات در خصوص نیازهای فن‌آوری، داده‌های فنی، داده‌های فیزیوگرافی و توپوگرافی منطقه، اطلاعات هیدرولوژیک، اطلاعات هوا و اقلیم و داده‌های کیفی آب را برای احداث واحدهای تکثیر و پرورش ماهی را ضروری دانسته است. لذا سنجش

پیراسنجه‌های کیفی آب آن در ارزیابی درست انتخاب مکان‌ها و تعیین ظرفیت پرورش ماهی تعیین کننده می‌باشد. دمای آب ارتباط مستقیم با دمای هوا دارد (Ducharne, 2007). جمع‌آوری اطلاعات اقلیم و سنجش فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی منابع آبی تحت مطالعه برای پرورش ماهی جهت تشریح ماهیت طبیعی سیستم‌های آبی اهمیت دارد (بنازاده، ۱۳۶۴) کمیت و کیفیت منابع آب مهم‌ترین و موثرترین نقش را در فرآیند تولید ماهی قزل‌آلا ایفاء می‌نماید. آبی که در مزارع پرورش ماهیان سردآبی مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌بایست متناسب با نیازهای گونه پرورشی و شرایط زیستی طبیعی آن‌ها باشد. Rand (۱۹۹۵) به نقش یون‌هایی مانند فسفات، نترات، آمونیوم در اکوسیستم‌های آبی اشاره نموده و اهمیت این عناصر را به لحاظ تغییراتی که در محیط آب‌های طبیعی به وجود می‌آورند مهم دانسته و Boyd و Tucker (۱۹۹۸) اندازه‌گیری دمای آب را به عنوان یکی از عوامل مهم و اثرگذار برای گونه‌های پرورشی مهم دانسته است (Adams, 2002). برای ارزیابی تهدیدات منابع آبی اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب را کافی ندانسته بلکه سنجش موجودات بیولوژیک منبع آبی را پیشنهاد داده است. بزرگ بی‌مهرگان کفزی علاوه بر نقش مستقیمی که در زنجیره غذایی دارند، در چرخه مواد مغذی مانند فسفر و نیتروژن نقش قابل توجه‌ای دارند (Jonasson, 1975; Eeminella, 1999). بنابراین ماکروبتوزها یکی از شاخص‌های قضاوت کیفی آب‌های جاری بوده که ارتباط مستقیمی با کیفیت زیستگاه بستر و آب محل زیست خود دارند (Arimoro and Ikomi, 2009). Barbosa و همکاران (۲۰۰۱) تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی را به عنوان

شاخص کیفیت آب، جهت ارزیابی سلامت برخی از اکوسیستم‌های آبی کشور برزیل مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که کیفیت بالای آب رودخانه‌های Soa Francisco, Doce, Parana به خاطر فراوانی حضور گروه‌های آبزی نظیر (Plecoptera, Gripopterygidae; Coleoptera, Psephenidae, Trichoptera, Hydrobiosidae; Diptera, Chironomidae) و هدایت الکتریکی پایین و غالب شدن شرایط Oligotrophy منجر به تجمع کم مواد مغذی در این منابع آبی گردیده است (Galdean and Staicu, 1997). با توجه به این که تغییرات کمی و کیفی جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی به عنوان شاخص کیفی (زیستی) و ابزاری برای شناسایی آلودگی منابع آبی استفاده می‌گردد (Sharma et al., 2006). کیفیت آب و سلامت رودخانه‌های کشور برزیل نیز با بررسی تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی، ترکیب طبقه‌بندی و عملکرد گروه‌های غالب مشخص گردید. Hynes (۱۹۶۰) طی مطالعات خود مشخص نمود که تراکم بزرگ بی‌مهرگان آبزی در یک منبع آبی می‌تواند به عنوان شاخصی برای ارزیابی کیفیت آب مورد استناد قرار گیرد. بنابراین از آنجا که آب یک نیاز ضروری برای پرورش ماهی است. Summerfelt (۲۰۰۰) تعیین کیفیت آن نقش مهمی در موفقیت یا شکست مزرعه پرورش ماهی ایفاء می‌نماید (Piper et al., 1982) علاوه بر اهمیتی که این موجودات در مشخص کردن میزان آلودگی آب‌ها دارند، در تغذیه ماهی هاو برآورد استعداد رودخانه برای پرورش آبزیان نیز با اهمیت می‌باشد (Rhichardson, 1993). بنابراین در اجرای هر طرح آبزی‌پروری باید کیفیت و کمیت آب را به دقت مورد بررسی قرار داد (Summerfelt, 2000).

مطالعات امکان‌سنجی برای توسعه آبرزی پروری در آب‌های داخلی کشور در اکثر استان‌های کشور به سال ۱۳۶۸ برمی‌گردد که توسط واحد آبریان جهاد سازندگی وقت استان‌ها به صورت غیرمنسجم صورت گرفته است. در خارج از کشور نیز لیستی از عوامل مؤثر در مکان‌یابی برای توسعه فعالیت‌های آبرزی پروری توسط Jamandre و همکاران (۱۹۷۵)، (۱۹۸۲) و Hechanova و Adisukresno (۱۹۸۲) در قالب یک دستورالعمل ارائه گردید. Kovari (۱۹۸۴) با بررسی فاکتورهای اکولوژیکی، بیولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی یک منطقه نسبت به معرفی پهنه‌های مستعد جهت آبرزی پروری اقدام نمود. انجام مطالعات مکان‌یابی به تأمین منافع ملی، تقویت توسعه پایدار آبرزی پروری، رفع چالش فقدان اطلاعاتی در زمینه پرورش ماهی، تقویت اشتغال و تأمین پروتئین موردنیاز جامعه کمک خواهد نمود.

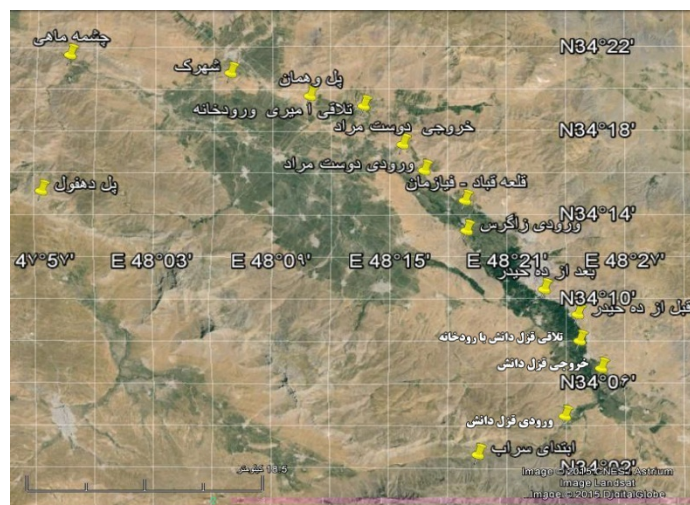
مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی گاماسیاب با وسعت ۲۳۴۰/۷۵ کیلومتر مربع در حوزه آبریز کرخه واقع در زاگرس میانی واقع شده است (مهندسین زومار، ۱۳۸۰). میانگین بارش سالیانه در یک دوره ۱۳ ساله (۸۶-۷۴) مقدار ۳۴۴/۷ میلی‌متر و میانگین متوسط دمای سالانه آن ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (آمارنامه هواشناسی همدان، ۱۳۸۴). محدوده مطالعاتی حوزه آبریز گاماسیاب با وسعت ۲۳۴۰/۷۵ کیلومتر مربع از منشأ سراب تا چشمه ماهی می‌باشد. ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس اکولوژی و هیدروبیولوژی جریان‌ات، انشعابات فرعی، فاضلاب‌های روستایی، شهری، صنعتی و کشاورزی و سهولت در امر حمل و

نقل و دسترسی به ایستگاه‌ها در فصول مختلف و نزدیکی به ایستگاه‌های هیدرومتری و همچنین پایش مسیر رودخانه از سرچشمه به سمت پایین دست تعداد ۱۵ ایستگاه انتخاب گردید (شکل ۱). با توجه به کیفیت مناسب آب در محدوده منشأ سراب تا منطقه بابارستم و تمرکز مکان‌های شناسایی شده برای ایجاد کارگاه در این محدوده بیش‌ترین ایستگاه‌های مطالعاتی و نمونه‌برداری آب و موجودات ببتیکی (۱۳ ایستگاه) با فواصل حداقل ۱۰۰ متر و حداکثر ۶ کیلومتر انتخاب گردید (جدول ۱). کار نمونه‌برداری آب رودخانه به منظور بررسی و آنالیز ۲۳ فاکتور فیزیکی و شیمیایی طی هشت مرحله نمونه‌برداری براساس روش کار استاندارد جهانی صورت پذیرفت (Lenore et al., 2005). درجه حرارت آب و هوا با ترمومتر جیوه‌ای در محل اندازه‌گیری و سپس نمونه‌ها در یخدان جهت سنجش بقیه پارامترها به نزدیک‌ترین آزمایشگاه انتقال داده می‌شد. سرعت آب رودخانه گاماسیاب با استفاده از روش جسم شناور (با استفاده از یک تکه چوب و اندازه‌گیری زمان طی مسافت ۲۰ تا ۳۰ متری در طول جریان توسط جسم شناور به کمک فرمول $V_m = 0.8 V_s$ محاسبه) و برآورد آب دهی دراز مدت از یک دوره مشترک ۲۹ ساله استفاده گردید. نمونه‌برداری و بررسی موجودات کفزی و میکروبی آب در ۱۵ ایستگاه در رودخانه گاماسیاب در سال ۱۳۸۶ در هر فصل دو بار توسط دستگاه نمونه‌برداری سوربر ۱۶۰۰ سانتی‌متر مربع و چشمه تور ۰/۲۵۰ میلی‌متر جمع‌آوری (Daveis, 2001) و با فرمالین ۴٪ تثبیت و برای شناسایی به آزمایشگاه منتقل گردید. مواد و موجودات ببتیک جمع‌آوری شده پس از عمل جداسازی در حد خانواده و جنس با استفاده از کلید شناسایی معتبر Chu,

پوشش گیاهی، و مسائل اقتصادی و اجتماعی منطقه مربوط به مطالعات مهندسين مشاور زومار (۱۳۸۶) و مهندسين مشاور رویان (۱۳۸۱) که در آن فعالیت‌های کشاورزی و نحوه استفاده از آب رودخانه مشخص شده بود، استفاده گردید. اطلاعات اقلیمی با رجوع به سازمان هواشناسی منطقه برای یک دوره ۲۰ ساله تهیه گردید. همچنین اطلاعات مربوط به وضعیت سیل‌گیری و امکانات دسترسی (Elekes, 2002) به مکان‌ها با حضور در محل و انجام بازدیدهای میدانی حاصل گردید و در نهایت با جمع‌بندی و آنالیز اطلاعات میدانی، آزمایشگاهی نوع گونه ماهی برای فعالیت تکثیر و پرورش مشخص و برای هر کدام از مکان‌های شناسایی شده متناسب با حداقل مقدار آب در دسترس و خصوصیات کیفی آب براساس تحقیقات و تاکید محققانی نظیر Kutty (۱۹۸۷)، Kovari (۱۹۸۴) و Ducharne (۲۰۰۷) انجام پذیرفت. ارزیابی و برآورد مقدار زمین مورد نیاز برای احداث مزرعه و امکان توسعه در آینده از طریق آنالیز داده‌ها و آزمایشات، انجام گرفت و سپس نتایج به‌دست آمده با دستورالعمل‌های ارائه شده توسط Kovari (۱۹۸۴)، Huguenin (۱۹۸۹) و Hechanova و Colt (۱۹۸۲) مطابقت داده شد. همچنین از کلیه مراحل بازدیدها و اراضی شناسایی شده فیلم، عکس تهیه و مستندسازی و موقعیت مکان‌ها با دستگاه GPS ثبت و مشخصات آن‌ها بر روی نقشه‌ها مشخص گردید.

Needham and Needham, 1953؛ 1947 Mellenby, 1963؛ Usinger, 1956؛ 1962 و کلید Jessup, 1999؛ Kellog, 1994 با تاکید برراسته‌های حساس به آلودگی (EPT) (*Plecoptera* و *Trichoptera*، *Ephemeroptera*) و گروه‌های ماکروبتوزی مورد شناسایی قرار گرفتند. نمونه‌برداری از ماهیان در ۸ ایستگاه با استفاده از دستگاه صید برقی، تور پرتابی (بیسواس، ۱۹۹۳؛ Sabir, 1992؛ Bagenal, 1978؛ Zalewski, 1986 صورت گرفت. شناسایی و تفکیک گونه‌ای با استفاده از روش‌های معمول و استاندارد (Holcik, 1989؛ Moyle and Cech, 1988؛ Bond, 1979؛ Nelson, 1984؛ Sabir, 1992؛ 1994؛ بیسواس، ۱۹۹۳؛ عبدلی، ۱۳۷۸) صورت پذیرفت و ماهیان پس از بررسی مورفوبیومتریک با استفاده از منابع معتبر و موجود ماهی شناسی ایران (Berg, 1948؛ Berg, 1949a,b؛ Saadati, 1977؛ Bianco and Banarescu, 1982؛ Khalaf, 1961؛ Masuda et al., 1985؛ Armantrout, 1980؛ وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۴؛ عبدلی، ۱۳۷۸؛ عباسی و همکاران، ۱۳۷۸ و سیهار، ۱۹۹۱) شناسایی گردیدند. نمونه‌برداری فلزات سنگین در ۷ ایستگاه طبق روش‌های استاندارد صورت پذیرفت. انتخاب مکان مناسب جهت آبی‌پروری براساس روش Granvil (۲۰۰۱)، با حضور در محل و انجام بازدیدهای اولیه نسبت به جمع‌آوری کلیه اطلاعات اقدام گردید. از انواع نقشه‌ها و منابع اطلاعات تشخیصی (نقشه شیت‌بندی محدوده مطالعاتی از سازمان نقشه‌برداری خریداری گردید و اطلاعات خاک‌شناسی و



شکل ۱: ایستگاه‌های نمونه برداری آب در رودخانه گاماسیاب استان همدان

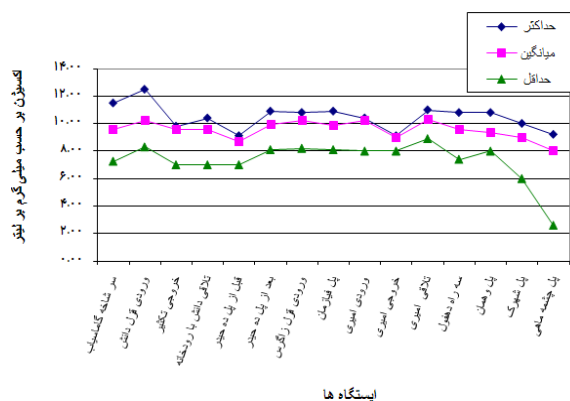
جدول ۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری آب در رودخانه گاماسیاب همدان

ایستگاه	نام منطقه	ارتفاع	مختصات جغرافیایی	فاصله از ایستگاه اول (کیلومتر)
۱	ابتدای سراب	۱۸۱۴ m	۳۹ S ۲۵۷۷۴۲ ۳۷۷۰۴۰۵	—
۲	ورودی مرکز تکثیر قزل دانش	۱۸۱۹ m	۳۹ S ۲۶۰۲۹۲ ۳۷۷۲۷۷۵	۳/۵
۳	خروجی مرکز تکثیر قزل دانش	۱۸۲۳ m	۳۹ S ۲۶۰۳۶۸ ۳۷۷۲۹۳۰	۰/۲
۴	تلاقی قزل دانش با رودخانه	۱۸۲۳ m	۳۹ S ۲۶۰۳۶۸ ۳۷۷۲۹۳۰	۰/۲
۵	قبل از پل ده حیدر	۱۷۰۷ m	۳۹ S ۲۶۱۰۶۰ ۳۷۷۳۴۹۱	۱/۱
۶	بعد از پل ده حیدر	۱۷۰۷ m	۳۹ S ۲۶۱۰۶۰ ۳۷۷۳۴۹۱	۰/۵
۷	ورودی زاگرس	۱۷۳۷ m	۳۹ S ۲۶۲۳۵۲ ۳۷۷۴۴۴۷	۱/۶
۸	قلعه قباد (پل فیازمان)	۱۶۸۷ m	۳۹ S ۲۶۲۲۰۷ ۳۷۷۶۱۸۸	۱/۸
۹	ورودی دوست مراد (بابا رستم)	۱۶۸۹ m	۳۹ S ۲۵۸۴۸۳ ۳۷۸۰۹۲۹	۶
۱۰	خروجی دوست مراد (بابا رستم)	۱۶۷۶ m	۳۹ S ۲۵۸۱۳۹ ۳۷۸۱۱۹۲	۰/۴
۱۱	تلاقی امیری با رودخانه	۱۶۰۰ m	۳۹ S ۲۵۸۱۳۹ ۳۷۸۱۱۱۲	۰/۴
۱۲	پل و همان	۱۵۰۴ m	۳۹ S ۲۴۸۵۱۲ ۳۷۹۴۲۰۹	۱۶
۱۳	شهرک	۱۴۲۶ m	۳۹ S ۲۳۸۳۰۳ ۳۷۹۷۰۸۸	۱۰/۶
۱۴	پل دهفول	۱۶۰۴ m	۳۹ S ۲۲۵۳۲۵ ۳۷۹۰۶۵۶	۱۳
۱۵	چشمه ماهی	۱۴۹۸ m	۳۹ S ۲۲۷۱۳۰ ۳۸۰۳۵۰۰	۱۲/۹

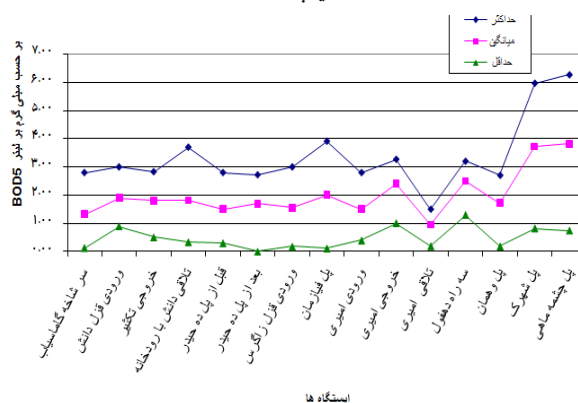
نتایج

براساس داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی، متوسط درجه حرارت در ماه‌های مختلف سال حداقل دمای ۴ درجه سانتی گراد در محدوده فیازمان، در ماه بهمن و

حداکثر ۲۶/۴ درجه سانتی گراد در ایستگاه پل چشمه ماهی در ماه مرداد ثبت گردید. میانگین دمای آب رودخانه گاماسیاب در دوره مطالعاتی ۱۲/۸ درجه سانتی گراد و دامنه دمایی آب در محدوده مرکز تکثیر و



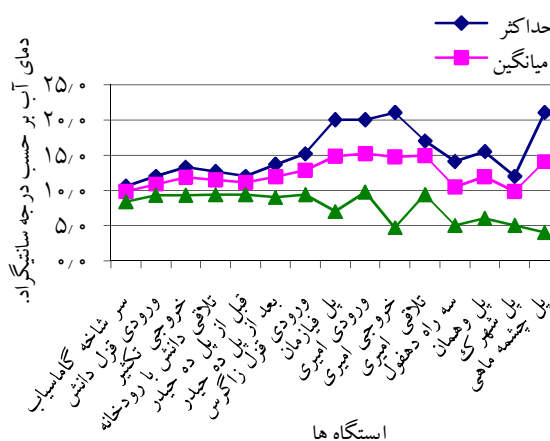
شکل ۴: اکسیژن آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان



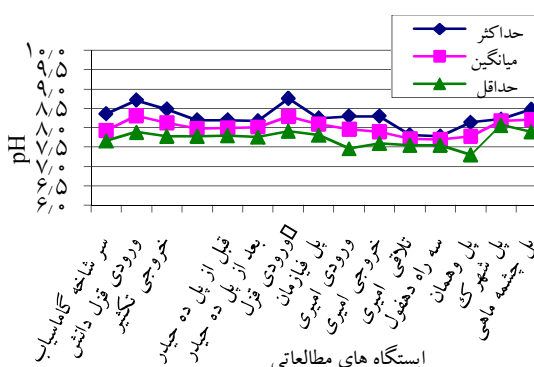
شکل ۵: BOD5 آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان

دامنه تغییرات اکسیژن مورد نیاز زیستی (BOD5) در آب رودخانه‌ها بین ۰/۰۵ الی ۶/۲ میلی گرم بر لیتر می‌باشد بیشترین میزان BOD5 در ایستگاه‌های چشمه ماهی، پلشهرک و قزل‌دانش به ترتیب ۵/۹۷، ۳/۲۹ و ۳ میلی گرم در لیتر به ترتیب در ماه‌های بهمن، اسفند و خرداد ثبت گردیده است (شکل ۵). میزان اکسیژن شیمیایی باقیمانده (COD) نیز حداکثر به میزان ۷۰/۵۷ میلی گرم در لیتر مربوط به خروجی تکثیر قزل‌دانش در ماه‌آذر و همچنین میزان ۳۰ میلی گرم در لیتر در ورودی قزل زاگرس ثبت گردید (شکل ۶).

پرورش ماهی قزل‌دانش از ۹/۵ تا ۱۳ در نوسان بوده است (شکل ۲). مقدار pH آب در ایستگاه‌های مطالعاتی از حداقل ۷/۵ در ایستگاه ورودی امیری، در آبان ماه و حداکثر ۸/۸ در ورودی قزل‌زاگرس، در همین ماه در نوسان بوده است (شکل ۳). حداقل میزان اکسیژن محلول ۲/۶ میلی گرم در لیتر در ماه اسفند در ایستگاه پل چشمه‌ماهی و حداکثر آن به مقدار ۱۲/۵ میلی گرم در لیتر در ورودی قزل‌دانش در آبان ماه ثبت گردید (شکل ۴).



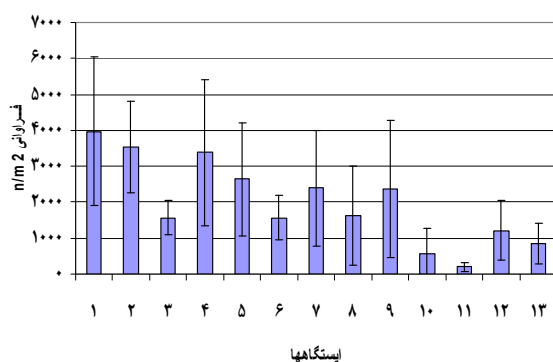
شکل ۲: دمای آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان



شکل ۳: pH آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان

خانواده *Physidae* و *Lemnaeidae* و دو کف‌های‌ها *Ispoda* (سه گروه وسخت‌پوستان شامل *Pisidium*) و *Amphipoda* دو گروه از موجودات غیر حشره را تشکیل داده‌اند. راسته‌های *Diptera*، *Tricoptera*، *Plecoptera*، *Ephemeroptera*

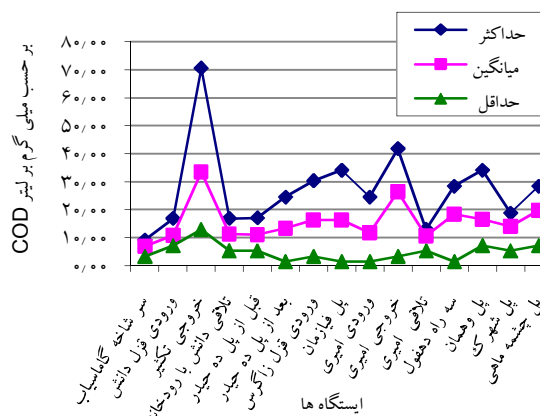
Odonata و *Coloptera* به ترتیب با ۱۰ و ۵ و ۳ و ۳ و ۲ گروه از گروه‌های متعلق به لارو حشرات آبرزی هستند که فون بنتیک رودخانه گاماسیاب را تشکیل می‌دهند. ایستگاه ۱ با فراوانی $2065/1 \pm 3973/2$ عدد بر مترمربع بیش‌ترین و ایستگاه ۱۱ با $116/8 \pm 199/6$ عدد بر متر مربع کم‌ترین فراوانی کل را داشته‌اند. حداقل و حداکثر تنوع کل و تنوع EPT (راسته‌های حساس به آلودگی) به ترتیب در ایستگاه‌های ۱۰ و ۴ با $3/3 \pm 0/5$ و $12 \pm 2/3$ گروه ثبت گردید (شکل ۷).



شکل ۷: متوسط فراوانی کل بی مهرگان کفزی در رودخانه گاماسیاب استان همدان

نتایج بررسی‌های ماهی‌شناسی و بیماری‌های ماهی

در رودخانه گاماسیاب تعداد ۲۱ گونه ماهی متعلق به ۵ خانواده به همراه گونه‌هایش مورد شناسایی قرار گرفتند که کپور ماهیان با ۱۴ گونه بیش‌ترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). از تعداد ۵۹ عدد ماهی متعلق به ۱۱ گونه ماهیان بررسی شده



شکل ۶: COD آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان

میزان حداکثر و حداقل سختی کل بترتیب ۳۵۲ و ۱۴۸ میلی گرم در لیتر در قلعه‌قباد (پل فیازمان) و تلاقی قزل‌دانش با رودخانه ثبت گردید. میزان حداکثر گاز آمونیاک $0/02$ میلی گرم بر لیتر مربوط به خروجی مزرعه امیری در ماه مرداد اندازه‌گیری گردید. مقدار هدایت الکتریکی از حداقل ۲۵۰ میکرو موس برسانی‌متر در سرشاخه گاماسیاب در ماه مهر و حداکثر به مقدار ۷۵۰ میکروموس برسانی‌متر در ایستگاه پل-وهمان در تیر ماه متغیر بوده است.

نتایج بررسی ماکروبنتوزها

در این بررسی ۳۷ گروه از ماکروبنتوزها شناسایی گردیدند که ۲۷ گروه متعلق به راسته‌های مختلف لارو حشرات آبرزی و ۱۰ گروه از غیر حشرات بودند. انواع کرم‌ها شامل کم‌تاران (*Tubificidae*)، زالوها (*Hirudinea*)، کرم‌های لوله‌ای (*Nematoda*) و کرم‌های پهن (*Platyhelminthes*) مجموعاً ۵ گروه متعلق به حشرات را تشکیل می‌دهند. نرم تنان شامل شکم پایان با دو

حداقل ۱۱ نوع انگل جدا گردید که ۲۷ درصد ماهیان به انگل سخت پوست لرنه آ (*Lernaea sp.*) آلوده بودند.

جدول ۲: تعداد خانواده، گونه و درصد ماهیان شناسایی شده در رودخانه گاماسیاب استان همدان

نام خانواده	درصد نسبت به سایر گونه ها	تعداد گونه
کپورماهیان (Cyprinidae)	۶۶/۶۷	۱۴
رفتگرماهیان رودخانه ای (Balitoridae)	۱۹/۰۵	۴
رفتگرماهیان خاردار (Cobitidae)	۴/۷۶	۱
گامبوزیا (Poeciliidae)	۴/۷۶	۱
آزادماهیان (Salmonidae)	۴/۷۶	۱

میلی گرم در لیتر در قلعه قباد در بهمن ماه و بیشترین مقدار آن ۰/۱۲ میلی گرم در لیتر در تلاقی قزلزاگرس در بهمن ماه ثبت گردید. همچنین کمترین میزان فلز آهن (Fe) ۰/۰۳۲ میلی گرم در لیتر در سرشاخه گاماسیاب در بهمن ماه و بیشترین میزان آن ۰/۰۴ میلی گرم در لیتر در تلاقی امیری در تیر ماه ثبت گردید (جدول ۳).

نتایج شناسایی مکان ها

بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج داده های کمی (حداقل آب در دسترس در شرایط کم آبی) و کیفیت (شرایط فیزیکی و شیمیایی و مطالعات هیدروبیولوژی) آب رودخانه گاماسیاب و بررسی اطلاعات هیدرولوژی، اقلیم، پوشش گیاهی و خاک شناسی منطقه و بهره گیری از روش های علمی مکان یابی (بهره برداری از داده ها، بازدیدهای میدانی و روش مکان ها) ۱۰ مکان حداقل ۱۶۷۵ تن و حداکثر ۳۸۵۰ تن با روش های پرورشی مندرج در جدول های ۴ و ۵ در رودخانه گاماسیاب شناسایی گردید (شکل ۸).

نتایج آلودگی های میکروبی و فلزات

سنگین

مقدار آلودگی میکروبی در مناطق پایین دست به خصوص در منطقه قلعه قباد به دلیل ورود فاضلاب های خانگی افزایش و به (cfu/mL) ۱۱۰۰ رسید. کمترین میزان فلز روی (Zn) ۰/۰۱۱ میلی گرم در لیتر در سرشاخه گاماسیاب در بهمن ماه و بیشترین میزان آن ۰/۰۲۹ میلی گرم در لیتر در منطقه قلعه قباد در تیر ماه ثبت گردید. کمترین میزان فلز مس (Cu) ۰/۰۴۸

جدول ۳: نتایج غلظت فلزات سنگین (میلی گرم بر لیتر) در آب رودخانه گاماسیاب

زمان نمونه برداری	فلز / ایستگاه	Zn	Cu	Ni	Cr	Fe	Pb	Hg	Co	Cd
۸۶/۱۱/۱۵	سرشاخه گاماسیاب	۰/۰۱۱	۰/۰۶۷	۰/۰۰۷	n.d	۰/۰۳۲	n.d	n.d	n.d	n.d
۸۶/۱۱/۱۵	تلاقی قزل زاگرس	۰/۰۱۴	۰/۱۲	۰/۰۱۳	n.d	۰/۰۶۷	n.d	n.d	n.d	n.d
۸۶/۱۱/۱۵	قلعه قباد	۰/۰۱۶	۰/۰۴۸	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۴۳	۰/۰۱۲	n.d	n.d	n.d
۸۶/۱۱/۱۵	پل فیازمان	۰/۰۱۸	۰/۰۵۹	۰/۰۲۴	۰/۰۰۸	۰/۰۳۷	۰/۰۱۴	n.d	n.d	۰/۰۰۶
۸۷/۴/۴	قلعه قباد	۰/۰۲۹	۰/۰۶۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۶۴	۰/۰۱۲	n.d	n.d	n.d
۸۷/۴/۴	تلاقی امیری	۰/۰۱۴	۰/۲۵۸	۰/۰۲	n.d	۰/۰۴	n.d	n.d	n.d	n.d

جدول ۴: پیش‌بینی نهایی ظرفیت‌های توسعه آبرزی پروری سردآبی به تفکیک واحدهای تولیدی در مناطق هفت‌گانه

نام منطقه	روش تولید			
	کانال‌های دراز (تن)	نیمه‌مدار بسته (تن)	مدار بسته (تن)	افزایش تولید (تن)
قزل دانش	-	۸۷۵	۲۵۰۰	۱۰۰
قزل زاگرس	۲۰	۲۵۰	۵۷۰	۱۰۰
بند شعبان	۱۵	۳۰	۶۰	-
شعبان	۲۵	-	-	-
بابارستم	۱۵	۲۰۰	۴۰۰	-
فیازمان	۲۵	-	-	-
وهمان	۲۰	-	-	-
جمع به تن	۱۲۰	۱۳۵۵	۳۵۳۰	۲۰۰
$۱۲۰+۱۳۵۵+۲۰۰=۱۶۷۵$				
$۱۲۰+۳۵۳۰+۲۰۰=۳۸۵۰$				
جمع نهایی به تن				

جدول ۵: امکان تحقق برنامه توسعه ای پرورش ماهیان سردآبی به تفکیک روش‌ها در حوزه‌ها

نام مکان	آبراهه‌ای		نیمه‌مدار بسته		*مدار بسته		افزایش تولید	
	تعداد	ظرفیت به تن	تعداد	ظرفیت به تن	تعداد	ظرفیت به تن	تعداد	ظرفیت به تن
گاماسیاب	۶	۱۲۰	۴	۱۳۵۵	۴	۳۵۳۰	۲	۲۰۰



شکل ۸: مکان‌های شناسایی شده برای توسعه آبرزی پروری در رودخانه گاماسیاب استان همدان

بحث

Pillay (۱۹۷۷)، عوامل اکولوژیکی، هیدروبیولوژیکی و اقتصادی و اجتماعی و Boyd (۱۹۹۸) دمای آب را برای انتخاب مکان مناسب پرورش ماهی در یک منطقه مهم دانسته و جمع آوری اطلاعات کافی در مورد کیفیت آب را مهم ترین فاکتور تعیین کننده در شکست یا موفقیت مزارع پرورش ماهی تلقی می نمایند. شدت و ضعف آلودگی بستگی به نحوه مدیریت آب و نوع استفاده از آن دارد (Laurent, 1976). طبق تحقیقات محققانی نظیر Farnhum (۱۹۸۷)، Piper و همکاران (۱۹۸۲)، Petit (۱۹۹۰) و Yamazaki (۱۹۹۱) مناسب ترین درجه حرارت برای پرورش ماهی قزل آلاي رنگين کمان را ۱۰ تا ۱۸ درجه سانتی گراد و طبق تحقیقات میدانی Bidgood (۱۹۸۰) دامنه ی ۲۴-۲۶ درجه سانتی گراد اعلام شده است که با کمی نوسان با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. درجه حرارت مناسب آب برای تکثیر ماهی قزل آلا طبق مطالعات شرکت رویان (۱۳۸۱) دامنه ۱۰ تا ۱۳ درجه سانتی گراد اعلام گردیده که با مطالعات این پروژه همخوانی دارد یعنی محدوده قزل دانش مناسب برای راه اندازی مرکز تکثیر می باشد. اکسیژن محلول مناسب برای پرورش ماهی قزل آلاي رنگين کمان بین ۶ تا ۱۲ میلی گرم در لیتر ذکر شده است Yamaha (۱۹۹۱)، Colt و Tomasso (۲۰۰۱). بر این اساس با توجه به این که برنامه توسعه آبی پروری در محدوده قزل دانش تا بابارستم می باشد میزان اکسیژن محلول در این مناطق حداکثر به ۱۲/۵ میلی گرم در لیتر می رسد که با میزان اعلام شده تطابق دارد. از طرفی ثبت اکسیژن محلول حداقل ۲/۶ میلی گرم در لیتر در منطقه چشمه ماهی به دلیل ورود انواع آلاینده های خانگی،

کشاورزی و صنعتی آلوده می باشد. ثبت pH از ۷/۵ الی ۸/۸ با استاندارد قابل زیست موجودات در آب های سطحی ۶/۵ الی ۹ مطابقت دارد (EPA, 1996). با توجه به ثبت حداکثر میزان هدایت الکتریکی به میزان ۷۵۰ میکروموس بر سانتی متر با استاندارد اعلام شده Boyd (۱۹۷۹) به میزان ۵۰ تا ۱۵۰۰ میکروموس همخوانی دارد. وجود آمونیاک به میزان ۰/۰۲ در آب خروجی قزل دانش و ایستگاه های بابارستم و پل فیازمان به دلیل افزایش فعالیت های تکثیر نشانه آلودگی بوده و با استانداردهای اعلام شده EU (۱۹۷۹)، Stickney (۱۹۹۱)، Piper و همکاران (۱۹۸۲) و Hellawell (۱۹۸۶) به میزان کم تر از ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر (البته با مرز خطرناک آن ۰/۰۵ میلی گرم در لیتر) فاصله دارد (ویلکی، ۱۳۸۴). افزایش میزان BOD5 در ایستگاه های چشمه ماهی، پل شهرک و قزل دانش حداکثر به ۵/۹۷ میلی گرم در لیتر در بخش از آب ها را در دسته آب های نسبتاً آلوده قرار داده، فلذا توسعه پرورش ماهی قزل آلا در این مناطق با مشکل مواجه می باشد. ثبت میزان COD زیر ۱۰ میلی گرم در لیتر در سرشاخه گاماسیاب تا ابتدای قزل دانش نشان دهنده تمیز بودن آب بوده که بر این اساس بیش ترین ظرفیت توسعه در آینده برای همین منطقه پیشنهاد گردیده است ولی میزان (COD) در خروجی تکثیر قزل دانش به دلیل فعالیت تکثیر و عدم تصفیه پساب خروجی حداکثر به ۷۰/۵۷ میلی گرم در لیتر بیانگر آلودگی آب و قرار گرفتن در گروه آب های آلوده بوده (EPA, 1996). بنابراین راه اندازی سیستم تصفیه پساب در مرکز تکثیر قزل دانش امری ضروری است. براساس تحقیقات Romaine (۱۹۸۵)، Colt و Orwicz (۱۹۹۱)، Colt و Tomasso (۲۰۰۱)، کرمی (۱۳۷۶) و

ویلکی (۱۳۸۴) اکسیژن محلول مناسب برای پرورش ماهی قزل آلا ی رنگین کمان بین ۶ تا ۱۲ میلی گرم در لیتر ذکر شده است که از این لحاظ نیز آب سراب به خصوص تا قبل از مزرعه تکثیر و پرورش ماهی قزل دانش به دلیل عدم ورود آلاینده ها بهترین حالت را داشته است.

تحلیل عوامل بیولوژیک

با توجه به مطالعات Arimoro و Ikomi (۲۰۰۹) یکی از شاخص های قضاوت کیفی آب های جاری ماکروبتوزها و تکیه بر گروه های حساس به آلودگی (EPT) برای تفسیر شرایط زیستی Atobatele (۲۰۰۵)، Arimoro و همکاران (۲۰۰۷) می باشد. کیفیت آب در سراب گاماسیاب تا ایستگاه ۴ با توجه به تنوع بالای موجودات کفزی به ویژه گروه های حساس به آلودگی EPT به میزان $12 \pm 2/3$ گروه، مناسب می باشد. از ایستگاه ۷ به بعد بخصوص ایستگاه های ۸ تا ۱۵ حداکثر تراکم مناطق مسکونی و زمین های کشاورزی را داریم که بالطبع افزایش میزان برداشت آب و افزایش ورودی انواع کودها، سموم و مواد مغذی را به پیکره رودخانه به همراه داشته و در نتیجه تنوع موجودات نیز و به ۲ گروه کاهش یافته است. در این مطالعه تعداد ۲۱ گونه ماهی شناسایی شده که تعداد ۵ گونه بیش تر از مطالعات صادقی نژادماسوله و همکاران در سال ۱۳۸۰ بوده است همچنین بیش از ۸۰ درصد از ماهیان شناسایی شده داخل رودخانه بومی بوده که با مطالعات (صادقی - نژادماسوله و همکاران، ۱۳۸۶) مطابقت دارد. این اهمیت حفظ شرایط زیستی رودخانه و توجه در طراحی استاندارد کارگاه ها برای ممانعت از ورود ماهی قزل آلا به رودخانه گاماسیاب را نشان می دهد. با توجه به شیوع

انگل تک یاخته ای *Ichthyophthirius multifiliis* به ویژه در فصلی که درجه حرارت آب به حدود ۱۹ درجه سانتی گراد می رسد می تواند به عنوان یک عامل محدود کننده در مناطق پایین دست رودخانه گاماسیاب که از حجم تعویض آب مناسبی برخوردار نمی باشند مشکل تلفات ماهیان پرورشی را به دنبال داشته باشد ولی با توجه به دسترسی و برخورداری مرکز قزل دانش از آب با کیفیت بالا (به ویژه فصول بهار و تابستان) امکان تعویض آب استخرها میزان تلفات ناشی از این انگل پایین بوده است.

تحلیل مکان های شناسایی شده

در حال حاضر چند واحد تکثیر و پرورش ماهی قزل آلا در مناطق پایین دست سراب، فعال می باشد. فلذا شناسایی مکان های دیگر باید با توجه ظرفیت فعال چنین کارگاه های پرورشی صورت پذیرد. طبق تحقیقات Chimwanza و همکاران (۲۰۰۵) کارگاه های پرورش ماهی موجود در حاشیه رودخانه ها به دلیل افزایش مواد جامد معلق (متابولیک، شیمیایی و پاتوژنیک) باعث افزایش میزان BOD آب و کاهش کیفیت آب می گردند. طبق تحقیقات Costa - Pierce (۲۰۰۲) مشخص شده که اثرات پساب مزارع پرورشمای در صورتی که مستقیماً وارد محیط های طبیعی شوند، برای اکوسیستم های آبی بسیار خطرناک خواهند بود. به نحوی که بررسی ها و مطالعات Rosenthal و همکاران (۱۹۸۸) تأثیر حذف یا کاهش فسفر از یک مزرعه با تولید ۵۰ تن در سال که برابر با تخلیه مرحله ای ۷۰۰۰ انسان خواهد بود ۹۰ درصد فسفر در فرایند تصفیه حذف یا توسط باکتری ها مصرف می شوند. از آنجا در منطقه مورد مطالعه تعداد

دو مجتمع تکثیر و پرورش ماهی قزل‌دانش با ظرفیت تولید ۲۰۰ تن ماهی پرورشی و تولید سالانه ۴۰ میلیون قطعه بچه ماهی قزل‌آلا و مجتمع پرورش ماهی قزل-زاگرس با تولید سالانه بیش از ۴۰۰ تن ماهی گوشتی فعال بوده و این مراکز حجم زیادی از مواد زاید وارد رودخانه گاماسیاب می‌نمایند به استناد تحقیقات Tucker و همکاران (۱۹۷۹) تخلیه آب خروجی کارگاه تولید ماهی بیش‌تر از ۴۶ تن در سال بایستی مجوز سازمان حفاظت محیط زیست (EPA) را اخذ و نسبت به راه‌اندازی سیستم‌های حداقل‌سازی پساب (Bergheimet al., 1995) در واحدهای پرورش ماهی قزل‌آلاي خود اقدام نمایند. بنابراین ارتقاء ظرفیت تولید مزرعه قزل‌دانش به شیوه سنتی به دلیل فعال بودن مجتمع پرورش ماهی قزل‌زاگرس با ۸ واحد فعال پرورشی حدود ۳ کیلومتر پایین‌تر از آن امکان پذیر نبوده و توجه به استمرار زیست‌مندان رودخانه و فراهم سازی فرصت برای سرمایه‌گذاری (احداث مزارع پرورش ماهی با فواصل مناسب) در مناطق پایین‌دست رودخانه را می‌توان با احداث سیستم مناسب تصفیه پساب باهدف حذف یا کاستن غلظت بار مواد آلاینده (Robinson and Uehlinger, 2001) و استفاده مجدد از این آب (Ketola and Harland, 1993) در مزارع پرورش ماهی مد نظر قرار داد. از طرفی نظارت شیلات و دامپزشکی برای جلوگیری از کاربرد داروی ممنوعه سبز مالاشیت در مرکز تکثیر، استفاده از غذاهای پلت با کیفیت مطلوب و همچنین توجه به احداث حوضچه‌های رسوبگیر در ابتدای ورود آب به مزارع فعال و شناسایی شده از جمله راه‌حل‌هایی هستند که پیشنهاد می‌گردند.

از نقطه نظر پرورش ماهی در مقیاس تجاری، نزدیکی استخرها به جاده عامل مهمی در رسیدن آسان محصول به بازارهای شهری است (Katavic and Marmulla, 1987). انتخاب مکان‌ها در مسیر رودخانه گاماسیاب با رعایت این ویژگی مهم انجام گرفته است. دسترسی به آب مطمئن (بررسی آبدهی ۳۰ ساله) از نظر کمی ۲ تا ۵/۵ متر مکعب در ثانیه (سازمان آب منطقه‌ای همدان، ۱۳۷۸) کیفیت بسیار مناسب آب و وجود شرایط اکسیژنی و حرارتی مطلوب متناسب با نیاز ماهی قزل‌آلاي رنگين کمان در محدوده وراينه تا بابارستمین مناطق را برای فعالیت‌های آبرزی پروری مناسب نموده است. در نظر گرفتن شیوه‌های پرورش کانالی و مدار بسته و نیمه‌مدار بسته ماهی قزل‌آلاي رنگين کمان برای مکان‌های شناسایی شده در حاشیه رودخانه گاماسیاب منطبق با شاخص کلی تخصیص ۱۰ لیتر آب تازه در هر ثانیه برای تولید هر تن ماهی در سال به روش سنتی کانالی (دشتیان، ۱۳۸۵) مورد نیاز می‌باشد که برای تولید ۱۲۰ تن پیشنهادی برای ۶ مکان به ۱۲۰۰ لیتر آب در ثانیه نیاز بوده که با توجه به طول مسیر و توجه به نتایج مطالعات نادری جلودار و همکاران (۱۳۸۳) در خصوص تأثیر پساب مزارع پرورش ماهی بر خودپالایی رودخانه هراز و رقیق شدن و کاهش بار آلودگی پساب بعد از ۳/۵ کیلومتر و همخوانی نتایج آن با تحقیقات Trojanaowski (۱۹۹۰) بر روی پساب یک مزرعه پرورش ماهی ۳۰۰ تنی در حاشیه رودخانه Lupawa در کشور لهستان می‌توان بیان نمود که تعیین این میزان تولید به شیوه‌های نوین (مدار بسته یا نیمه مدار بسته) با رعایت استانداردهای مدیریت مزرعه و نصب سیستم تصفیه پساب در خروجی مزارع پرورش ماهی موجود در مسیر گاماسیاب مشکل آفرین نخواهد بود. به ازای

۳. بیسواس، اس. پی.، ۱۹۹۳. روش‌های مطالعه زیست‌شناسی ماهیان. ترجمه: ولی پور، ع. عبدالملکی، ش. ۱۳۷۹. مرکز تحقیقاتی شیلات گیلان، ۱۸۰ صفحه.
۴. چوپکار، ن. ۱۳۸۶. مکان یابی در پرورش آبزیان دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، ۱۸۰ صفحه.
۵. دشیا، ۱۳۸۵. اصول احداث مزارع تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی، انتشارات شرکت سهامی شیلات ایران، معاونت تکثیر و پرورش آبزیان، مدیریت آموزش و ترویج، ۱۹۰ ص.
۶. سازمان آب منطقه‌ای استان همدان، ۱۳۷۸. اطلاعات پایه آب، واحد انفورماتیک، ۸۵ صفحه.
۷. سیهار، ج.، ۱۹۹۱. کتاب راهنمای رنگی برای شناسایی میدانی ماهیان آب شیرین. ترجمه مهندس جواد دقیق روحی. ۱۳۸۲. چاپ اول. انتشارات موج سبز، ۱۲۰ صفحه.
۸. عباسی، ک.، ولی پور، ع.، طالبی حقیقی، د.، سرپناه، ع.، نظامی بلوچی، ش.، ۱۳۷۸. اطلس ماهیان ایران، آب‌های داخلی گیلان (رودخانه سفیدرود و تالاب انزلی). مرکز تحقیقات شیلاتی گیلان، ۱۲۶ صفحه.
۹. عبدلی، آ.، ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران. انتشارات موزه حیات وحش شهرداری تهران، ۳۷۷ صفحه.
۱۰. صادقی نژاد ماسوله، آ.، مهرانی، ر.، ریاحی فر، م.، علیزاده ثابت، ح. ر.، تیموری، ر.، درویش زاده صومعه‌سرای، م.، احترامی، ع.، ۱۳۸۶. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی شناسایی ماهیان بومی رودخانه گاماسیاب همدان. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران، ۹۶ صفحه.
۱۱. کرمی، ع.، ۱۳۷۶. مدیریت آب و تنظیم اکسیژنی استخرهای پرورش ماهیان تکثیر و پرورش آبزیان، اداره کل آموزش و ترویج، معاونت سهامی شیلات ایران، ۴۰ صفحه.
۱۲. مهندسین مشاور رویان، ۱۳۸۱. مطالعات برنامه ریزی توسعه منطقه ای شیلات در آب‌های داخلی در منطقه زاگرس میانی (ایلام، کردستان، کرمانشاه، لرستان و همدان)، ۱۸۹ آ بها.
۱۳. مهندسین مشاور زومار، ۱۳۸۰. مطالعات توجیهی مدیریت منابع طبیعی تجدید شونده حوزه آبخیز رودخانه گاماسیاب استان همدان - بخش مطالعات هیدرولوژی، انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۶۳ صفحه.

تولید هر ۵۰ تن ماهی به روش مدار بسته به ۷ لیتر و به روش نیمه مدار بسته به ۲۰ لیتر آب تازه نیاز داریم (دشتیان، ۱۳۸۵). براین اساس در صورت راه‌اندازی‌های نوین پرورش ماهی قزل‌آلا (سیستم مدار بسته به میزان ۳۵۰۰ تن به حداکثر ۲۷۰ لیتر آب در ثانیه و سیستم نیمه مدار بسته به میزان ۱۳۵۵ تن به حداکثر ۵۴۰ لیتر آب در ثانیه) نیاز می‌باشد که با توجه به جریان آب حداقل ۲ متر مکعب آب در فصول کم‌آبی و بهره‌مندی از آب‌های زیرزمینی تحقق برنامه پیشنهادی به یکی از روش‌های تولید (مدار بسته یا نیمه مدار بسته) در منطقه امکان‌پذیر می‌باشد. رعایت اصول طراحی ساخت و در نظر گرفتن منطقه جمع‌آوری مواد جامد در استخرها و غذاهای فشرده (Hulbert, 2000) دسترسی آسان به جاده آسفalte، نزدیکی به خطوط انتقال برق و تلفن، وجود اراضی و مناسب در پایین دست مظهر سراب شرایط و بستر سرمایه‌گذاری شیلاتی را در منطقه فراهم آورده است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری مسئولان وقت شیلات استان همدان، پژوهشکده آبرزی پروری آب‌های داخلی کشور (بندر انزلی) و همه‌ی همکاران پر تلاش شاغل در این دو نهاد برای به ثمرنشتن و اجرای این پروژه مهم تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

۱. آمارنامه هواشناسی ۱۳۸۴. اداره کل هواشناسی استان همدان، ۱۸۵ صفحه.
۲. بنزاده ماهانی، م.، ۱۳۶۴. تکنولوژی آب‌های آلوده. انتشارات واحد فوق برنامه بخش فرهنگی، دفتر مرکزی جهاد دانشگاهی، ۳۵۰ صفحه.

- excretion. *Aquaculture International*, 3(3), pp.265-268.
28. Bianco, P.G., Banarescu, P., 1982. A contribution to the knowledge of the Cyprinidae of Iran (Pisces, Cypriniformes). *Cybium*, 6(2), 75-96.
 29. Bidgood, B.F., 1980. Tolerance of rainbow trout to direct changes in water temperature. *Fish. Res. Rep. Fish Wildl. Div.*, 15, 11p.
 30. Bond, C.E., 1979. *Biology of fishes*. Saunders college publishing Halt, Rinehart and winston. U.S.A. 514 P
 - Boyd, C.E., 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn, Alabama: Auburn University, Agricultural Experiment Station, 359 p.
 31. Boyd, C.E., Tucker, C.S., 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer Science & Business Media. Boston, Kluwer academic publishers, London, 624 p.
 32. Boyd, C. E., 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham, Ala.: Auburn University Press.
 33. Barbosa, F.A.R., Callisto, M., Galdean, N., 2001. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 4(1), 51-59.
 34. Chimwaza, B., Mumba, P.P., Moyo, B.H.Z., Kadewa, W., 2005. The impact of farming on river banks on water quality of the rivers. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 2(4), 353-358.
 35. Chu, H.F., 1947. How to know the immature insects: an illustrated key for identifying the orders and families of many of the immature insects with suggestions for collecting, rearing and studying them. The pictured-key nature series; how to know.
 36. Colt, J., Orwicz, C., 1991. *Aeration in intensive culture aquaculture and Water Quality*, Brune, DE and JR Tomasso, eds. Baton Rouge, Louisiana: World Aquaculture Society.
 37. Colt, J.E., Tomasso, J.R., 2001. *Hatchery water supply and treatment*. Fish Hatchery Management, Second Edition, 91-186.
 38. Costa-Pierce, B.A., 2002. *Ecological aquaculture: the evolution of the blue revolution*. Costa. Dept. of fisheries, Animal and veterinary science. University of Rholde Island. 501 p.
 39. Ducharne, A., 2007. Importance of stream temperature to climate change impact on water quality. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 4(4), pp.2425-2460
 ۱۴. نادری جلودار، م.، اسماعیلی ساری، ع. احمدی، م. سیف آبادی، ج. عبدلی، ع. ۱۳۸۳. بررسی آلودگی ناشی از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بر روی پارامترهای کیفی آب رودخانه هراز. *مجله علمی علوم محیطی*، ۴(۲)، زمستان ۱۳۸۳.
 ۱۵. نظری، ن.، ۱۳۸۵. بررسی پارامترهای اقتصادی مزاج پرورش ماهی به روش مدار بسته، کارشناس مسئول تغذیه و تولید غذای زنده سازمان شیلات استان ایران - تهران.
 ۱۶. وثوقی، غ.، مستجیر، ب.، ۱۳۸۴. ماهیان آب شیرین. دانشگاه تهران. شماره ۲۱۳۲. چاپ چهارم، ۳۱۷ صفحه.
 ۱۷. ویلکی، آ.، ۱۳۸۴. مدیریت مزرعه پرورش قزل‌آلا (علمی کاربردی)، انتشارات نقش مهر، ۱۰۲ صفحه.
 18. Adams, S.M., 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. *American Fisheries Society*.
 19. Adisukresno, S., 1982. Criteria for the selection of suitable site for coastal fishfarms [South East Asia]. In *Consultation/Seminar on Coastal Fishpond Engineering*, Surabaya (Indonesia), 4 Aug 1982. SCSP.
 20. Agardy, T.S., 1997. *Marine protected areas and ocean conservation*. Academic Press.
 21. Arimoro, F.O., Ikomi, R.B., 2009. Ecological integrity of upper Warri River, Niger Delta using aquatic insects as bioindicators. *Ecological indicators*, 9(3), 455-461.
 22. Atobatele, O.E., Morenikeji, O.A., Ugwumba, O.A., 2005. Spatial variation in physical and chemical parameters and benthic macro-invertebrate fauna of river Ogunpa, Ibadan.
 23. Armantrout, N.B., 1980. *The freshwater fishes of Iran*. PhD Thesis. Oregon State University, Corvallis, Oregon. XX + 472 P.
 24. Bagenal, T.B., Tesch, F.W., 1978. Age and Growth, 101-136, *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*, T. Bagenal. Blackwell scientific publication Oxford. London edinburgh elbourne, XV+365.
 25. Berg, L.S., 1948. Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran (Freshwater Fishes of USSR and Adjacent Countries), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1.
 26. Berg, L.S., 1962. *Freshwater Fishes of USSR and Adjacent Countries I*. IPST. Jerusalem: 504 pp. English translation.
 27. Bergheim, A. and Sveier, H., 1995. Replacement of fish meal in salmonid diets by soya meal reduces phosphorus

56. Holcik, J., 1989. The freshwater fishes of Europe, vol 1 (part II): general introduction to fishes, Acipenseriformes. AULA-Verlag, Wiesbaden.
57. Huguenin, J. E., Colt, J., 1989. Design and operating guide for aquaculture seawater systems. Design and operating guide for aquaculture seawater systems.
58. Hulbert, P.J., 2000. Phosphorus Reduction at Adirondack Hatchery: Is the end in sight. In Proceedings: Third East Coast Trout Management and Culture Workshop, 6-8.
59. Hynes, H.B.N., 1960. The biology of polluted waters.
60. Jamandre, T.J., Rabanal, H.R., 1975. Engineering Aspects of Brackishwater Aquaculture in the South China Sea Region--Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand, Hong Kong. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme.
61. Jessup, B.K., Markowitz, A. and Stribling, J.B., 1999. Family-level key to the stream invertebrates of Maryland and surrounding areas. Resources Assessment service, 47p.
62. Jonasson, P.M., 1975. Population ecology and production of benthic detritivores. Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie, 19.
63. International Council for the Exploration of the Sea. Ad Hoc Study Group on "Environmental Impact of Mariculture." and Rosenthal, H., 1988. Report of the Ad Hoc Study Group on "Environmental Impact of Mariculture" (No. 154).
64. Katavic, I., Marmulla, G., 1987. Mission report for pilot project in Tuzla Lagoon (Turkey). Map technical reports, 15, 47-49.
65. Kellog, L.L., 1994. Save Our Streams Monitors Guid to Aquatic Macroinvertebrates. Izaak Walton league of America, Gaithersburg, Maryland, 60p.
66. Ketola, H.G., Harland, B.F., 1993. Influence of phosphorus in rainbow trout diets on phosphorus discharges in effluent water. Transactions of the American Fisheries Society, 122(6), 1120-1126.
67. Khalaf, K.T., 1961. The marine and fresh water fishes of Iraq. Ar-Rabitta.
68. Kovari, J., 1984. Considerations in the selection of sites for aquaculture. United Nations Development Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
69. Kutty, M.N., 1987. Site selection for aquaculture: Chemical features of water. African
40. Edwards, D., 1989. Training course in coldwater fisheries, Iran. Terminal Statement. Culture, Technical Cooperation Programme. Lectures delivered at Kalerdasht Salmonid Hatchery, Iran, 18 January–3 March.
41. Edward, D. J 1978. Salmon and Trout Farming in Norway FAO- Rural Aquaculture: Overview and Framework for Country Reviews...
42. Edwards, D., 1990. Fish culture and project administrative issues. A report prepared for the project Fisheries Development in Qinghai Province.
43. Davies, A., 2001. The use and limits of various methods of sampling and interpretation of benthic macro-invertebrates. Journal of Limnology, 60(1s), 1-6.
44. Elekes, K., 2008. Principles of planning of designing Rainbow Trout farm. Fisheries and Aquaculture Department, Budapest, Hungary. 13 p.
45. EPA, 1996. Quality criteria, for waters, Washington D.C., 256p.
46. European Union (EU). 1979. Directive on the Quality of Fresh Water Needing Protection or Improve-ment in Order to Support Fish Life. 79/659/EEC. Brussels: EU.
47. Farnham Stevenson, J.P., 1987. Trout farming manual.
48. Wedemeyer, G., 2001. Fish hatchery management. American Fisheries Society.
49. FAO. 2007. The state of world fisheries and aquaculture 2006. FAO Fisheries and Aquaculture Department.
50. Galdean, N. and Staicu, G., 1997. The carrying capacity assessment of the lotic system Crisul Repede (Tisa Area Catchment, Romania), based on faunistical analysis. Trav. Mus. Natl. Hist. Nat. 'Grigore Antipa', 37, pp. 237-254.
51. Granvil D. 2001. Site selection Encyclopedia of Aquaculture. John Wiley & Sons, Inc, New York, USA.
52. Ross, L.G., Telfer, T.C., Falconer, L., Soto, D., Aguilar-Majarrez, J., 2013. Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture. FAO.
53. Froese, R., Pauly, D., eds. 2009. FishBase (available at www.fishbase.org).
54. Hechanova, R.G., 1982. Some notes on site selection for coastal fishfarms in Southeast Asia. In Consultation/Seminar on Coastal Fishpond Engineering. Surabaya (Indonesia). 4 Aug 1982..
55. Hellawell, J.M., 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Nature Conservancy Council, Peterborough.

- macroinvertebrates. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, pp.9-15.
85. Sharma, M.P., Sharma, S., Goel, V., Sharma, P., Kumar, A., 2006. Water quality assessment of Behta River using benthic macroinvertebrates .Life Science Journal, 3(4),68-74.
 86. Stickney, R.R., 1991. Culture of salmonid fishes. CRC Press, Inc. Boca Raton,1-20.
 87. Robinson, C.T., Uehlinger, U., Hieber, M., 2001. Spatio-temporal variation in macroinvertebrate assemblages of glacial streams in the Swiss Alps. Freshwater biology, 46(12),1663-1672.
 88. Romaine, R.P. 1985. Water quality. Crustacean And Mollusk Aquaculture In The United States, Huner, j.v. and E.E. Brown, eds. Westport, CT: AVI Publishing.
 89. Saadati, M.A.G., 1977. Taxonomy and distribution of the freshwater fishes of Iran. M.S Thesis. Colorado State University, fort collins 13 + 212 P.
 90. Sabir, A., 1992. An Introduction to freshwater fishery Biology. University Grants commission H-9 Islamabad, Pakistan. 269 P.
 91. Summerfelt, R.C., 2000. Water Quality Considerations for Aquaculture. Department of Animal Ecology, Iowa State University, Ames, USA, 2-7.
 92. Trojanowski, J., 1990. The effect of trout culture on water quality of Lupawa River. Polskie Archiwum Hydrobiologii PAHYA 2, 37(3).
 93. Tucker, L., Boyd, C.E., McCoy, E.W., 1979. Effects of feeding rate on water quality, production of channel catfish, and economic returns. Transactions of the American Fisheries Society, 108(4), 389-396.
 94. Usinger, R.L. ed., 1956. Aquatic insects of California: with keys to North American genera and California species. Univ of California Press.
 95. Wedemeyer, G., 2001. Fish hatchery management. American Fisheries Society.
 96. Yamaha, 1991. Rainbow Trout Culture. Fishery J. 36:4. Yamaha, 1991. Rainbow Trout Culture. Fishery J., 36, 4.
 97. Yamazaki, T., 1991. Culture of foreign origin fishes. Farming Japan (25th anniversary), 25-1.
 98. Zalewski, M., 1986. Factor affecting and efficiency of electrofishing in rivers. Sofia. Hydrobiology, 27, 56-69.
 - Regional Aquaculture Centre Port Harcourt, Nigeria.
 70. Pillay, T.V.R., Kutty, M.N., 2005. Aquaculture: principles and practices (No. Ed. 2). Blackwell publishing.
 71. Laurent, P., 1976. Arterial chemoreceptive structures in fish. Morphology and mechanisms of chemoreceptors. Srinagar, Kashmir, India, pp.279-281.
 72. Lenore, S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton, Mari, Ann H. Franson, 2005. Standards Methods for the Examination of Water and Wasterwater.
 73. Masuda, H., Amaoka, K., Araga, C., Uyeno, T.E.R.U.Y.A., Yoshino, T.E.T.S.U.O., 1985. The fishes of the Japanese Archipelago. (v. 1): Text. (v. 2): Plate.
 74. Mellanby, H., 1963. Animal life in fresh water: a guide to fresh-water invertebrates..second edition. Printed in the United States of America, 559 P.
 75. Moyle P.B. & Cech J.J., 1988. Fishes, An Intraduction to Ichthyology. second edition. Printed in the United States of America. 559 P.
 76. Needham, G.T., Needham, P.R., 1962. A guide to freshwater biology. Holden day Inc. San. Fransisco, Calif, p.108.
 77. Nelson, J.S., 1984. Fishes of the world. A wiley interscience publication. Printed in the United States of America, 523 P.
 78. Piper, R.G., McElwain, I.B., Orme, L.E., McCraren, J.P., Fowler, L.G., Leonard, J.R., 1982. Fish hatchery management.
 79. Petit, J., 1990. Water supply, treatment, and recycling in aquaculture. Aquaculture, 1, 63-196.
 80. Pennak, R.W., 1953. Fresh-water invertebrates of the United States. In Fresh-water invertebrates of the United States. Ronald Press.
 81. Pillay, T.V., 1977. Planning of aquaculture development: an introductory guide. Fishing News Books. Farnham, Surrey, Fishing News Books Ltd., for FAO, 72 p.
 82. Piper, R.G., McElwain, I.B., Orme, L.E., McCraren, J.P., Fowler, L.G., Leonard, J.R., 1982. Fish hatchery management.
 83. Rand, G.M., 1995. Fundamentals of Aquatic Toxicology. Znd .edn. Taylor & Francis, Washington, D.C., U.S.A. 1125 P.
 84. Richardson, J.S., 1993. Limits to productivity in streams: evidence from studies of