امکان سنجی اراضی حاشیه رودخانه گاماسیاب برای پرورش ماهی قزل آلای 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 صادقی‌نژاد[۱]، محدثه احمدنژاد[۱]

۱ موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، بندر انزلی، ایران،صندوق پستی: ۶۶

تاریخ دریافت: ۱ آبان ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: ۱۵اسفند ۱۳۹۴

چکیده

این تحقیق با هدف تعیین مکان‌های مناسب برای ایجاد و توسعه آبزی‌پروری در مسیر رودخانه گاماسیاب همدان اجرا گردید. برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی‌وشیمیایی در ۱۵ ، موجودات بنتیک در ۱۳ایستگاه 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 ۳/۷±۱۲/۸درجه سانتی‌گراد و اکسیژن محلول حداقل ۲/۶ و حداکثر ۱۲/۵میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید. دامنه pH بین ۷/۵ تا ۸/۸ نوسان داشته و حداقل و حداکثر هدایت الکتریکی ۲۵۰ و ۷۵۰ میکرو موس بر سانتی‌متر به ترتیب در ماه‌های مهر و تیر، میزان شفافیت بین ۱ تا ۱۰۳ (F.T.U) ثبت گردید. میزان مواد معلق۰/۰۱ تا ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر در نوسان بوده و مقدار اکسیژن مورد نیاز زیستی (BOD5) بین ۰/۰۵ الی۶/۲ میلی‌گرم در لیتر و اکسیژن شیمیایی باقیمانده (COD) نیزحداقل ۳۰ و حداکثر۷۰/۵۷ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید. مقدارکل مواد جامد (T.S.S) نیز زیر یک گرم در لیتر ثبت گردید. ۳۷گروه بزرگ بی‌مهرگان کفزی شناسایی گردید که ۱۱ گروه آن متعلق به راسته‌های حساس به آلودگی(Trichoptera،Ephemeroptera وPlecoptera) بودند.۲۱ گونه ماهی از ۵ خانواده مورد شناسایی قرار گرفت. با تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی داده‌ها، اطلاعات اکولوژیکی، بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی تعداد۱۰ نقطه در ۷ منطقه برای اجرای ۱۲ طرح آبزی‌پروری(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، قزل آلای رنگین کمان، عوامل زیستی و غیرزیستی، رودخانه گاماسیاب، استان همدان.

*عهده‌دار مکاتبات (✉)، gh.mehdizadeh1965@yahoo.com

مقدمه

قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) یک ماهی تجاری، تفریحی و بازاری است (Froese and Pauly, 2009). آب‌های زیرزمینی و سطحی برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان 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 درآبزی‌پروری 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 آبزی‌پروری یک ضرورت می‌باشد فلذا سازمان خواربار کشاورزی FAO به رویکرد سیستمی در آبزی‌پروری جهت تحقق رفاه انسان‌ها گرایش پیدا کرده و توسعه آبزی‌پروری را درچارچوب 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 به‌درستی 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 درثانیه (۶۰۰ لیتر دردقیقه) منبع آب برای تولید هر تن قزل‌آلای رنگین‌کمان 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 آبزیان 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 آبزی‌پروری بستگی دارد. اراضی حاشیه رودخانه گاماسیاب استان همدان جهت ایجاد کارگاه‌های تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد توجه سرمایه‌گذاران می‌باشد (مهندسین مشاور رویان، ۱۳۸۱). بنابراین هدف از این مطالعه شناسایی مناطق و اراضی مستعد تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان 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 آبزیان 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 آبزی‌پروری 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

پیراستجه‌های کیفی آب آن درارزیابی 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 فیزیکی‌وشیمیایی منابع آبی تحت مطالعه برای پرورش‌ماهی 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 مورداستفاده قرارمی‌گیرد می‌بایست متناسب با نیازهای گونه پرورشی و شرایط زیستی طبیعی آن‌ها باشد. Rand (۱۹۹۵) به نقش یون‌هایی مانند فسفات، نیترات، آمونیوم در اکوسیستم‌های آبی اشاره نموده و اهمیت این عناصر را به لحاظ تغییراتی که را درمحیط آب‌های طبیعی به‌وجود می‌آورند مهم دانسته و Boyd و Tucker (۱۹۹۸) اندازه‌گیری دمای آب را به‌عنوان 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 ماکروبنتوزها یکی از شاخص‌های قضاوت کیفی آب‌های جاری بوده که ارتباط مستقیمی با کیفیت زیستگاه بستر و آب محل زیست خوددارند (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 می‌باشند (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 آبزی‌پروری درآب‌های داخلی کشور در اکثر استان‌های کشور به سال ۱۳۶۸ برمی‌گردد که توسط واحد آبزیان جهاد سازندگی وقت استان‌ها به صورت غیرمنسجم صورت گرفته است. در خارج از کشور نیز لیستی از عوامل مؤثر در مکان‌یابی برای توسعه فعالیت‌های آبزی‌پروری توسط Jamandre و همکاران(۱۹۷۵)، (۱۹۸۲) 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 آبزی‌پروری اقدام نمود. انجام مطالعات مکان‌یابی به تأمین منافع ملی، تقویت توسعه پایدارآبزی‌پروری، 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 وسعت۲۳۴۰/۷۵ کیلومترمربع در حوزه آبریز کرخه واقع درزاگرس میانی واقع شده است(مهندسین زومار، ۱۳۸۰). میانگین بارش سالیانه دریک دوره۱۳ ساله(۸۶-۷۴) مقدار ۳۴۴/۷میلی‌متر و میانگین متوسط دمای سالانه آن ۱۳/۵ درجه سانتی‌گرادمی‌باشد(آمارنامه هواشناسی همدان،۱۳۸۴). محدوده مطالعاتی حوزه آبخیز گاماسیاب باوسعت ۲۳۴۰/۷۵ کیلومتر مربع از منشاء 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 منشاء سراب تا منطقه بابارستم و تمرکز مکان‌های شناسایی شده برای ایجادکارگاه در این محدوده بیش‌ترین ایستگاه‌های مطالعاتی و نمونه‌برداری آب و موجودات بنتیکی(۱۳ایستگاه) با فواصل حداقل ۱۰۰ متر و حداکثر۶ کیلومتر انتخاب گردید(جدول۱). کار نمونه‌برداری آب رودخانه به منظور بررسی و آنالیز ۲۳ فاکتور فیزیکی‌و شیمیایی طی هشت مرحله نمونه برداری براساس روش کاراستاندارد جهانی صورت پذیرفت(Lenore*et al.*, 2005). درجه حرارت آب و هوا با ترمومتر جیوه‌ای در محل اندازه‌گیری و سپس نمونه‌ها دریخدان 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 $V_m = 0.8V_s$ محاسبه)و برآورد آب دهی دراز مدت از یک دوره مشترک ۲۹ ساله استفاده گردید. نمونه‌برداری و بررسی موجودات کفزی و میکروبی آب در۱۵ ایستگاه در رودخانه گاماسیاب در سال ۱۳۸۶در هر فصل دو بار توسط دستگاه نمونه‌برداری سوربر۱۶۰۰ سانتی‌متر مربع و چشمه تور ۰/۲۵۰ میلی‌مترجمع‌آوری (Daveis, 2001) و با فرمالین ۴٪ تثبیت و برای شناسایی به آزمایشگاه منتقل گردید. مواد و موجودات بنتیکجمع آوری شده پس از عمل جداسازی در حد خانواده و جنس با استفاده از کلید شناسایی معتبر Pennak,

Needham and Needham, 1962؛1953؛ Usinger,1956؛ Mellenby, 1963 وکلید Kellog, 1994؛ Jessup, 1999 با تاکید برراسته های حساس به آلودگی(EPT) (*Ephemeroptera* ، *Trichoptera* و *Plecoptera*) و گروه‌های ماکروبنتوزی مورد شناسایی قرارگرفتند.

نمونه‌برداری از ماهیان در ۸ ایستگاه بااستفاده از دستگاه صید برقی، تور پرتابی (بیسواس،۱۹۹۳؛ Sabir,1992; Bagenal,1978; Zalewski,1986) صورت گرفت. شناسایی و تفکیک گونه‌ای با استفاده ازروش‌های معمول و استاندارد(Holcik,1989; Moyle and Cech,1988 ; Bond,1979 ;Nelson, 1984 , 1994; Sabir,1992 ؛ 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 در۷ ایستگاه طبق روش‌های استاندارد صورت پذیرفت. انتخاب مکان مناسب جهت آبزی‌پروری براساس روش Granvil (۲۰۰۱)، باحضور درمحل 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 پوشش گیاهی، و مسائل اقتصادی و اجتماعی منطقه مربوط به مطالعات مهندسین مشاور زومار (۱۳۸۶)ومهندسین 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 دوره۲۰ 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 انالیز 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 نظیرKutty (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 ازکلیه 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.

شکل ۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری آب در رودخانه گاماسیاب استان همدان

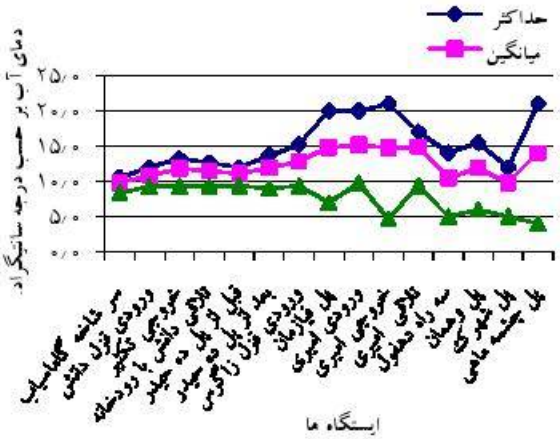
جدول ۱: مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری آب در رودخانه گاماسیاب همدان

ایستگاه	نام منطقه	ارتفاع	مختصات جغرافیایی		فاصله از ایستگاه اول (کیلومتر)
۱	ابتدای سراب	۱۸۱۴ m	۳۹ S ۲۵۷۷۴۲	۳۷۷۰۴۰۵	–
۲	ورودی مرکز تکثیر قزل‌دانش	۱۸۱۹ m	۳۹ S ۲۶۰۲۹۲	۳۷۷۲۷۷۵	۳/۵
۳	خروجی مرکز تکثیر قزل‌دانش	۱۸۲۳ m	۳۹ S ۲۶۰۳۶۸	۳۷۷۲۹۳۰	۰/۲
۴	تلاقی قزل‌دانش با رودخانه	۱۸۲۳ m	۳۹ S ۲۶۰۳۶۸	۳۷۷۲۹۳۰	۰/۲
۵	قبل ازپل ده‌حیدر	۱۷۰۷ m	۳۹ S ۲۶۱۰۶۰	۳۷۷۳۴۹۱	۱/۱
۶	بعد ازپل ده‌حیدر	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 دوست‌مراد(بابا رستم)	۱۶۸۹ m	۳۹ S ۲۵۸۴۸۳	۳۷۸۰۹۲۹	۶
۱۰	خروجی دوست‌مراد(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 وهمان	۱۵۰۴ m	۳۹ S ۲۴۸۵۱۲	۳۷۹۴۲۰۹	۱۶
۱۳	شهرک	۱۴۲۶ m	۳۹ S ۲۳۸۳۰۳	۳۷۹۷۰۸۸	۱۰/۶
۱۴	پل دهفول	۱۶۰۴m	۳۹ S ۲۲۵۳۲۵	۳۷۹۰۶۵۶	۱۳
۱۵	چشمه‌ماهی	۱۴۹۸m	۳۹ S ۲۲۷۱۳۰	۳۸۰۳۵۰۰	۱۲/۹

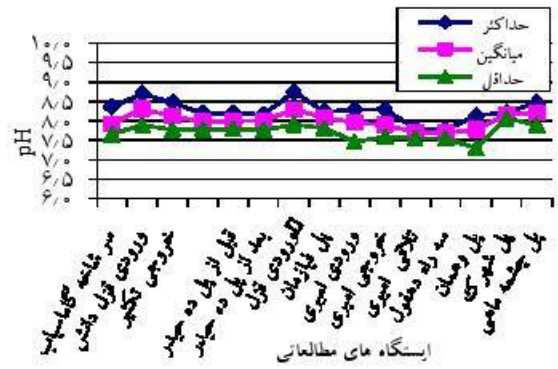
نتایج

براساس داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی، متوسط درجه حرارت در ماه‌های مختلف سال حداقل دمای ۴ درجه سانتی گراد در محدوده فیازمان، در ماه بهمن و حداکثر۲۶/۴درجه سانتی گراد درایستگاه 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

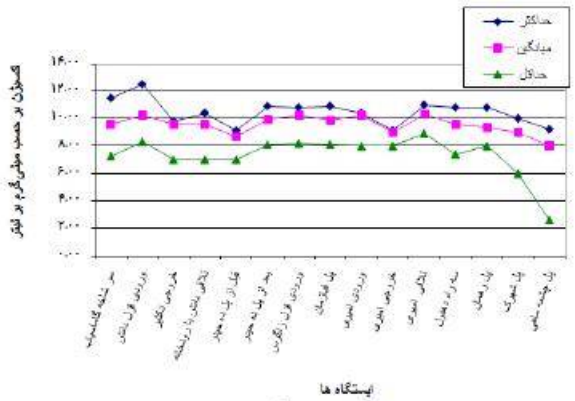
پرورش ماهی قزل‌دانش از ۹/۵ تا ۱۳ در نوسان بوده است(شکل ۲). مقدار pH آب در ایستگاه‌های مطالعاتی از حداقل ۷/۵ در ایستگاه ورودی امیری، در آبان ماه و حداکثر ۸/۸ در ورودی قزل‌زاگرس، در همین ماه در نوسان بوده است(نشکل۳). حداقل میزان اکسیژن محلول ۲/۶ میلی گرم در لیتر در ماه اسفند در ایستگاه پل چشمه‌ماهی و حداکثر آن به مقدار ۱۲/۵ میلی گرم در لیتر در ورودی قزل‌دانش در آبان ماه ۸۶ ثبت گردید (شکل۴).



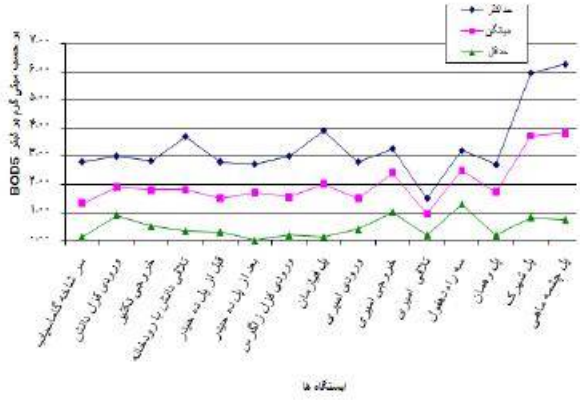
شکل ۲: دمای‌آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان



شکل ۳ : pH آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان

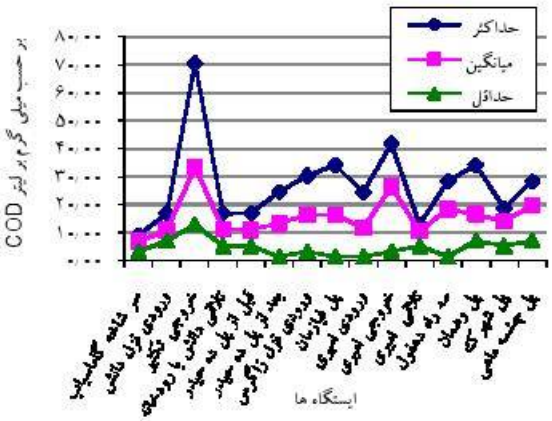


شکل ۴: اکسیژن آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان



شکل BOD5:۵ آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان

دامنه تغییرات اکسیژن مورد نیاز زیستی (BOD5) درآب 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 به‌ترتیب 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 همچین میزان ۳۰ میلی گرم در لیتر در ورودی قزل زاگرس ثبت گردید(شکل ۶).

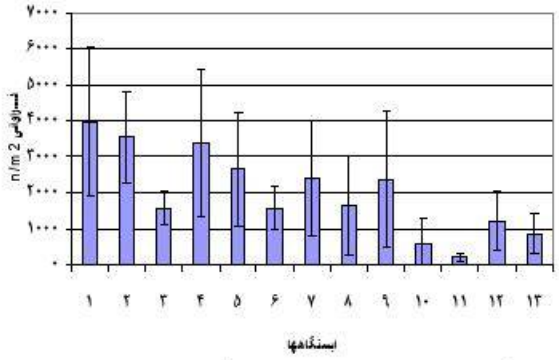


شکل ۶: COD آب در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه گاماسیاب همدان

میزان حداکثر و حداقل سختی کل بترتیب ۳۵۲ و ۱۴۸میلی‌گرم در لیتر در قلعه‌قباد(پل فیازمان) و تلاقی قزل‌دانش با رودخانه ثبت‌گردید. میزان حداکثر گاز آمونیاک ۰/۰۲ میلی‌گرم بر لیتر مربوط به خروجی مزرعه امیری در ماه مرداد اندازه‌گیری گردید. مقدار هدایت الکتریکی ازحداقل ۲۵۰ میکرو موس برسانتی‌متر در سرشاخه گاماسیاب در ماه مهر و حداکثر به مقدار ۷۵۰ میکروموس برسانتی‌متر در ایستگاه پل-وهمان درتیر ماه متغییر بوده است.

نتایج بررسی ماکروبنتوزها

در این بررسی ۳۷ گروه از ماکروبنتوزها شناسایی گردیدند که ۲۷ گروه متعلق به راسته‌های مختلف لارو حشرات آبزی و ۱۰ گروه ازغیر حشرات بودند. انواع کرم‌ها شامل کم تاران (*Tubificidae* **Lumbriculidae**)، 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 خانواده *Physidae* و **Lemuaeidae** و دوکفه‌ای‌ها (*Pisidium*) سه گروه وسخت‌پوستان شامل *Ispoda* و *Amphipoda* دو گروه از موجودات غیر حشره را تشکیل داده‌اند. راسته‌های *Diptera*، *Ephemeroptera*، *Plecoptera*، *Tricoptera*، *Coloptera* و *Odonata* به ترتیب با ۱۰ و ۵ و۴، ۳ و ۳ و۲ گروه از گروه‌های متعلق به لارو حشرات آبزی هستند که فون بنتیک رودخانه گاماسیاب را تشکیل می‌دهند.ایستگاه ۱ با فراوانی ۲۰۶۵/۱ ± ۳۹۷۳/۲ عدد بر مترمربع بیش‌ترین و ایستگاه ۱۱ با ۱۱۶/۸ ± ۱۹۹/۶ عدد بر متر مربع کم‌ترین فراوانی کل را داشته‌اند. حداقل و حداکثر تنوع کل وتنوع EPT (راسته‌های حساس به آلودگی) به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۱۰ و ۴ با ۰/۵±۳/۳ و ۲/۳ ± ۱۲ گروه ثبت گردید (شکل ۷).



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

نتایج بررسی‌های ماهی شناسی و بیماری‌های ماهی

در رودخانه گاماسیاب تعداد۲۱ 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 (جدول۲). از تعداد ۵۹ عدد ماهی متعلق به ۱۱ گونه ماهیان بررسی شده

حداقل ۱۱ نوع انگل جداگردید که۲۷ 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 سایرگونه‌ها	تعداد گونه
کپورماهیان (Cyprinidae)	۶۶/۶۷	۱۴
رفتگرماهیان رودخانه‌ای (Balitoridae)	۱۹/۰۵	۴
رفتگرماهیان خاردار (Cobitidae)	۴/۷۶	۱
گامبوزیا (Poeciliidae)	۴/۷۶	۱
آزادماهیان (Salmonidae)	۴/۷۶	۱

نتایج آلودگی‌های میکروبی و فلزات سنگین

مقدار آلودگی میکروبی در مناطق پایین‌دست به خصوص در منطقه قلعه قباد به دلیل ورود فاضلاب‌های خانگی افزایش و به (cfu/mL)۱۱۰۰ رسید. کم‌ترین میزان فلز روی (Zn) ۰/۰۱۱ میلی‌گرم در لیتر در سرشاخه گاماسیاب در بهمن ماه و بیش‌ترین میزان آن ۰/۰۲۹ میلی‌گرم در لیتر در منطقه قلعه‌قباد در تیرماه ثبت گردید. کم‌ترین میزان فلز مس(Cu) ۰/۰۴۸ میلی‌گرم در لیتر در قلعه‌قباد در بهمن ماه و بیش‌ترین مقدار آن ۰/۱۲ میلی‌گرم در لیتر در تلاقی قزل‌زاگرس در بهمن ماه ثبت گردید. همچنین کم‌ترین میزان فلز آهن(Fe) ۰/۰۳۲ میلی‌گرم در لیتر در سرشاخه گاماسیاب در بهمن ماه و بیش‌ترین میزان آن ۰/۰۴ میلی‌گرم در لیتر در تلاقی امیری در تیر ماه ثبت گردید(جدول ۳).

نتایج شناسایی مکان‌ها

بر اساس تجزیه و تحلیل نتایج داده‌های کمی(حداقل آب در دسترس در شرایط کم‌آبی) و کیفیت (شرایط فیزیکی و شیمیایی و مطالعات هیدروبیولوژی) آب رودخانه گاماسیاب و بررسی اطلاعات هیدرولوژی، اقلیم، پوشش گیاهی و خاک‌شناسی منطقه و بهره‌گیری از روش‌های علمی مکان‌یابی (بهره‌برداری از داده‌ها، بازدیدهای میدانی و روش مکان‌ها) ۱۰ مکان حداقل ۱۶۷۵ تن و حداکثر ۳۸۵۰ تن با روش‌های پرورشی مندرج در جدول‌های ۴ و ۵ در رودخانه گامسیاب شناسایی گردید(شکل ۸).

جدول۳: نتایج غلظت فلزات سنگین (میلی‌گرم 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 توسعه‌آبزی‌پروری سردآبی به تفکیک واحدهای تولیدی در مناطق هفت‌گانه

روش تولید / نام منطقه	کانال‌های دراز (تن)	نیمه‌مداربسته (تن)	مداربسته (تن)	افزایش تولید (تن)
قزل‌دانش	–	۸۷۵	۲۵۰۰	۱۰۰
قزل زاکرس	۲۰	۲۵۰	۵۷۰	۱۰۰
بندشعبان	۱۵	۳۰	۶۰	–
شعبان	۲۵	–	–	–
بابارستم	۱۵	۲۰۰	۴۰۰	–
فیازمان	۲۵	–	–	–
وهمان	۲۰	–	–	–
جمع به تن	۱۲۰	۱۳۵۵	۳۵۳۰	۲۰۰
		۱۲۰+۱۳۵۵+۲۰۰=۱۶۷۵		
جمع نهایی به تن			۱۲۰+۳۵۳۰+۲۰۰=۳۸۵۰	

جدول۵: امکان تحقق برنامه توسعه ای پرورش ماهیان سردآبی به تفکیک روش‌ها در حوزه‌ها

روش تولید / نام‌مکان	آبراهه‌ای		*نیمه‌مداربسته		*مداربسته		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 توسعه‌آبزی‌پروری 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 آلای رنگین کمان را ۱۰ تا ۱۸درجه سانتی گراد و طبق تحقیقات میدانی Bidgood (۱۹۸۰) دامنه ی ۲۶- ۲۴ 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 آلای رنگین 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 آبزی 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 درآب های سطحی ۶/۵ الی ۹ مطابقت دارد(1996EPA,). با توجه به ثبت حداکثر میزان هدایت الکتریکی به میزان ۷۵۰ میکروموس برسانتی متر با استاندارد اعلام شده Boyd (۱۹۷۹)به میزان ۵۰ تا ۱۵۰۰ میکروموس همخوانی دارد. وجود آمونیاک به میزان۰/۰۲ درآب خروجی قزل دانش وایستگاه 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 لیتراین بخش از آب ها را در دسته آب های نسبتاً آلوده قرار داده،فلذا توسعه پرورش ماهی قزل آلا دراین 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 براین 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 بیانگرآلودگی 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 تحقیقاتRomaire(۱۹۸۵)،Colt و Orwicz(۱۹۹۱)، Colt و Tomasso (۲۰۰۱)، کرمی(۱۳۷۶) و

ویلکی(۱۳۸۴) اکسیژن محلول مناسب برای پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بین ۶ تا ۱۲ میلی‌گرم در لیتر ذکر شده است که از این لحاظ نیز آب سراب به خصوص تا قبل از مزرعه تکثیرو پرورش ماهی قزل دانش به دلیل عدم ورود آلاینده‌ها بهترین حالت را داشته است.

تحلیل عوامل بیولوژیک

با توجه به مطالعات Arimoroو Ikomi (۲۰۰۹)یکی از شاخص‌های قضاوت کیفی آب‌های جاری ماکروبنتوزها و تکیه برگروه‌های حساس به آلودگی(EPT) برای تفسیر شرایط زیستی Atobatele (۲۰۰۵)، Arimoro و همکاران (۲۰۰۷)می‌باشد. کیفیت آب در سراب گاماسیاب تا ایستگاه ۴ با توجه به تنوع بالای موجودات کفزی به‌ویژه گروه‌های حساس به آلودگی EPT به میزان۲/۳±۱۲ گروه، مناسب می‌باشد.ازایستگاه۷ به بعد بخصوص ایستگاه‌های۸ تا۱۵ حداکثر تراکم مناطق مسکونی و زمین‌های 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 تعداد۲۱ گونه ماهی شناسایی شده که تعداد ۵ گونه بیش‌تر از مطالعات صادقی نژادماسوله وهمکاران در سال ۱۳۸۰ بوده است همچنین بیش از ۸۰ درصد از ماهیان شناسایی شده داخل رودخانه بومی بوده که با مطالعات(صادقی-نژادماسوله وهمکاران،۱۳۸۶) مطابقت دارد. این اهمیت حفظ شرایط زیستی رودخانه و توجه در طراحی استاندارد کارگاه‌ها برای ممانعت از ورود ماهی قزل‌آلا به رودخانه گاماسیاب را نشان می‌دهد. با توجه به شیوع انگل تک‌یاخته‌ای *Ichthyophthirius multifiliis* به‌ویژه در فصولی که درجه حرارت آب به حدود ۱۹ درجه سانتی‌گراد می‌رسد می‌تواند به عنوان یک عامل محدود کننده درمناطق پایین‌دست رودخانه گامسیاب که ازحجم تعویض آب مناسبی برخوردار نمی‌باشند مشکل تلفات ماهیان پرورشی را به دنبال داشته باشد ولی با توجه به دسترسی و برخورداری مرکز قزل‌دانش ازآب با کیفیت بالا (به‌ویژه فصول بهار و تابستان)و امکان تعویض آب استخرها میزان تلفات ناشی از این انگل پایین بوده است.

تحلیل مکان‌های شناسایی شده

در حال حاضر چند واحد تکثیرو پرورش ماهی قزل آلا در مناطق پایین‌دست سراب، فعال می‌باشد. فلذا شناسایی مکان‌های دیگر باید با توجه ظرفیت فعال چنین کارگاه‌های پرورشی صورت پذیرد. طبق تحقیقات Chimwanza و همکاران (۲۰۰۵)کارگاه‌های پرورش ماهی موجود در حاشیه رودخانه‌ها به دلیل افزایش مواد جامد معلق (متابولیک، شیمیایی و پاتوژنیک) باعث افزایش میزان BOD آب و کاهش کیفیت آب می‌گردند. طبق تحقیقات Costa – Pierce (۲۰۰۲) مشخص شده که اثرات پساب مزارع پرورشماهی در صورتی که مستقیماً وارد محیط‌های طبیعی شوند، برای اکوسیستم‌های آبی بسیار خطرناک خواهند بود. به نحوی که بررسی‌ها و مطالعات Rosenthalو 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 باکتری‌ها مصرف می‌شوند. از آنجا در منطقه مورد مطالعه تعداد

دو مجتمع تکثیر و پرورش‌ماهی 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 مراکزحجم زیادی از مواد زاید وارد رودخانه گاماسیاب می‌نمایند به استناد تحقیقات Tucker و همکاران (۱۹۷۹) تخلیه آب خروجی کارگاه‌تولید ماهی بیش‌تر از ۴۶ تن در سال بایستی مجوز سازمان حفاظت محیط زیست(EPA)را اخذ و نسبت به راه‌اندازی سیستم‌های حداقل‌سازی پساب(Bergheim*et al.*,1995) در واحدهای پرورش ماهی قزل‌آلای خود اقدام نمایند. بنابراین ارتقاء ظرفیت تولید مزرعه قزل‌دانش به شیوه سنتی به دلیل فعال بودن مجتمع پرورش‌ماهی قزل‌زاگرس با ۸ واحد فعال پرورشی حدود۳ کیلومتر پایین‌تر از آن امکان پذیر نبوده و توجه به استمرار زیست‌مندان رودخانه و فراهم سازی فرصت برای سرمایه‌گذاری(احداث مزارع پرورش‌ماهی با فواصل مناسب) درمناطق پایین‌دست رودخانه را می‌توان بااحداث سیستم مناسب تصفیه پساب باهدف حذف یا کاستن غلظت بار مواد آلاینده (Robinson and Uehlinger,2001) واستفاده 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 ورودآب به مزارع فعال و شناسایی شده از جمله راه‌حل‌هایی هستند که پیشنهاد می‌گردند.

از نقطه نظر پرورش‌ماهی 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 کمی۲ تا۵/۵ متر مکعب در ثانیه(سازمان آب منطقه‌ای همدان، ۱۳۷۸) کیفیت بسیار مناسب آب و وجود شرایط اکسیژنی وحرارتی مطلوب متناسب با نیاز ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در محدوده ورایته تا بابارستماین مناطق را برای فعالیت‌های آبزی‌پروری مناسب نموده است. در نظر گرفتن شیوه‌های پرورش کانالی و مداربسته و نیمهمداربسته ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان برای مکان‌های شناسایی شده در حاشیه رودخانه گاماسیاب منطبق با شاخص کلی تخصیص ۱۰ لیترآب تازه در هر ثانیه برای تولید هر تن ماهی در سال به روش سنتی کانالی(دشتیانه،۱۳۸۵) مورد نیاز می‌باشد که برای تولید ۱۲۰ تن پیشنهادی برای ۶ مکان به ۱۲۰۰ لیترآب 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 درحاشیه رودخانهLupawa 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

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

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری مسئولان وقت شیلات استان همدان، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی کشور(بندرانزلی) و همه‌ی همکاران پر تلاش شاغل در این دو نهاد برای به ثمرنشستن و اجرای این پروژه مهم تقدیر و تشکر می گردد.

منابع

۱. آمارنامه هواشناسی ۱۳۸۴.اداره کل هواشناسی استان همدان، ۱۸۵ صفحه.

۲. بنازاده ماهانی،م.،۱۳۶۴. تکنولوژی آب‌های آلوده. انتشارات واحد فوق برنامه بخش فرهنگی، دفترمرکزی جهاددانشگاهی، ۳۵۰صفحه.

۳. بیسواس،اس. پی.، ۱۹۹۳.روش‌های مطالعه زیست‌شناسی ماهیان. ترجمه: ولی‌پور، ع. عبدالملکی.، ش.۱۳۷۹. مرکز تحقیقاتی شیلات گیلان، ۱۸۰ صفحه.

۴. چوبکار،ن.،۱۳۸۶. مکان یابی در پرورش آبزیان دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه،۱۸ صفحه.

۵. دشیانه، ا ۱۳۸۵. اصول احداث مزارع تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی، انتشارات شرکت سهامی شیلات ایران، معاونت تکثیر و پرورش آبزیان، مدیریت آموزش و ترویج، ۱۹۰ص.

۶. سازمان آب منطقه‌ایاستان 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 صومعه‌سرایی، 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 درآب‌های داخلی درمنطقه زاگرس میانی (ایلام، کردستان، کرمانشاه، لرستان و همدان)، ۱۸۹آبها.

۱۳. مهندسین مشاورزومار.،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.

۱۴. نادری جلودار،م.، اسماعیلی ساری،ع. احمدی،م. سیف آبادی،ج. عبدلی،ع ۱۳۸۳. بررسی آلودگی ناشی ازکارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بر روی پارامترهای کیفی آب رودخانه هراز. مجله علمی علوم محیطی، ۴(۲)، زمستان۱۳۸۳.

۱۵. نظری،ن.،۱۳۸۵. بررسی پارامترهای اقتصادی مزاع پرورش ماهی به روش مداربسته، کارشناس مسئول تغذیه و تولید غذای زنده سازمان شیلات استان ایران- تهران.

۱۶. وثوقی، غ.، مستجیر، ب.،۱۳۸۴.ماهیان آب شیرین.دانشگاه تهران. شماره۲۱۳۲. چاپ چهارم، ۳۱۷ صفحه.

۱۷. ویلکی،آ.،۱۳۸۴.مدیریت مزرعه پرورش قزل آلا(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. Zoologist, 3: 58-67.
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 Assesment of Fish Production in Fresh Waters, T. Bagenal.Blackwellscientific 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 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 and Wildlife Division, Alberta Department of Recreation, Parks and Wildlife, Fishes, 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, Londen, 624 p.
32. Boyd, C. E.,1990. Water Quality in Ponds for Aquacul ture.-Birmingham, Ala.: Auburn University Press.482p.
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. Chimwanza, 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. Colt, J., Orwicz, C., 1991. Aeration in intensive culture aquaculture and Water Quality, Brune, DE and JR Tomasso, eds. Baton Rouge, Lonisiana: World Aquaculture Socicty.
36. Colt, J.E., Tomasso, J.R., 2001. Hatchery water supply and treatment.Fish Hatchery Management, Second Edition,91-186.
37. 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.
38. 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
39. Edwards, D., 1989. Training course in coldwater fisheries, Iran. Terminal Statement.Culture, Technical Cooperation Programme. Lectures delivered at Kalerdasht SalmonidHatchery, Iran, 18 January–3 March.

40. Edward, D. J 1978. Salmon and Trout Farming in NorwayFAO- Rural Aquaculture: Overview and Framework for Country Reviews...
41. Edwards, D., 1990. Fish culture and project administrative issues. A report prepared for theproject Fisheries Development in Qinghai Province.
42. 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.
43. Elekes, K.,2008. Principles of planning of designing Rainbow Trout farm.Fisheries and Aquaculture Department, Budapest, Hungry. 13 p.
44. EPA,1996.Quality criteria,for waters,Washington D.C.,256p.
45. 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.
46. Farnham Stevenson, J.P., 1987. Trout farming manual.
47. Wedemeyer, G., 2001. Fish hatchery management. American Fisheries Society.
48. FAO. 2007. The state of world fisheries and aquaculture 2006. FAO Fisheries and Aquaculture Department.
49. 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.
50. Granvil D.2001. Site selection Encyclopedia of Aquaculture. John Wiley & Sons, Inc, New York, USA.
51. 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.
52. Froese, R., Pauly, D., eds. 2009. FishBase (available at www.fishbase.org).
53. 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..
54. Hellawell, J.M., 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Nature Conservancy Council, Peterborough.
55. Holcik, J., 1989. The freshwater fishes of Europe, vol 1 (part II): general introduction to fishes, Acipenseriformes. AULA-Verlag, Wiesbaden.
56. Huguenin, J. E., Colt, J., 1989.Design and operating guide for aquaculture seawater systems. Design and operating guide for aquaculture seawater systems.
57. 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.
58. Hynes, H.B.N., 1960. The biology of polluted waters.
59. 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.
60. 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.
61. Jonasson, P.M., 1975. Population ecology and production of benthic detritivores.Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnolgie, 19.
62. 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).
63. Katavic, I., Marmulla, G., 1987. Mission report for pilot project in Tuzla Lagoon(Turkey). Map technical reports, 15, 47-49.
64. Kellog,L.L., 1994, Save Our Streams Monitors Guid to Aquatic Macroinvertebrates. Izaak Walton league of America, Gaithersburg,Maryland,60p.
65. 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.
66. Khalaf, K.T., 1961. The marine and fresh water fishes of Iraq. Ar-Rabitta.
67. Kovari, J., 1984. Considerations in the selection of sites for aquaculture.Unite d Nations Development Programme, Food and Agriculture Organization of th e United Nations, Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
68. Kutty, M.N., 1987. Site selection for aquaculture: Chemical features of water. African Regional Aquaculture Centre Port Harcourt, Nigeria.

Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, pp.9-15.
84. 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.
85. Stickney, R.R., 1991. Culture of salmonid fishes. CRC Press, Inc. Boca Raton,1-20.
86. 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.
87. Romaire, R.P. 1985.Water quality. Crutacean And Mollusk Aquaculture In The United States,Huner,j.v. and E.E. Brown,eds. Westport,CT: AVI Puplishing.
88. 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.
89. Sabir,A., 1992.An Introduction to freshwater fishery Biology. University Grants commissionH-9 Islamabad,Pakistan. 269 P.
90. Summerfelt, R.C., 2000. WaterQuality Considerations forAquaculture. Department ofAnimal Ecology, IowaState University, Ames, USA,2-7.
91. Trojanowski, J., 1990. The effect of trout culture on water quality of Lupawa River. Polskie Archiwum Hydrobiologii PAHYA 2, 37(3).
92. 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.
93. Usinger, R.L. ed., 1956. Aquatic insects of California: with keys to North American genera and California species. Univ of California Press.
94. Wedemeyer, G., 2001. Fish hatchery management. American Fisheries Society.
95. Yamaha, 1991. Rainbow Trout Culture. Fishery J. 36:4. Yamaha, 1991. Rainbow Trout Culture. Fishery J., 36, 4.
96. Yamazaki, T., 1991. Culture of foreign origin fishes. Farming Japan (25th anniversary),25-1.
97. Zalewski, M., 1986. Factor affecting and efficiency of electrofishing in rivers. Sofia. Hydrobiology, 27, 56-69.
69. Pillay, T.V.R., Kutty, M.N., 2005. Aquaculture: principles and practices(No. Ed. 2). Blackwell publishing. 640p.
70. Laurent, P., 1976. Arterial chemoreceptive structures in fish. Morphology and mechanisms of chemoreceptors. Srinagar, Kashmir, India, pp.279-281.
71. Lenore, S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eation, Mari,Ann H. Franson,2005. Standars Methods for the Examination of Water and Wasterwater.
72. 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.
73. 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.
74. Moyle P.B. & Cech J.J.,1988. Fishes,An Intraduction to Ichthyology.second edition.Printed in the United States of America.559 P.
75. Needham, G.T., Needham, P.R., 1962. A guide to freshwater biology.Holden day Inc. San. Fransisco, Calif, p.108.
76. Nelson, J.S., 1984. Fishes of the world.A wiley interscience publication.Printed in the United States of America, 523 P.
77. Piper, R.G., McElwain, I.B., Orme, L.E., McCraren, J.P., Fowler, L.G., Leonard, J.R., 1982. Fish hatchery management.
78. Petit, J., 1990. Water supply, treatment, and recyclingin aquaculture.Aquaculture, 1,63-196.
79. Pennak, R.W., 1953. Fresh-water invertebrates of the United States. InFresh-water invertebrates of the United States. Ronald Press.
80. Pillay, T.V., 1977. Planning of aquaculture development: an introductory guide. Fishing News Books. Farnham, Surrey, Fishing News Books Ltd., for FAO, 72 p.
81. Piper, R.G., McElwain, I.B., Orme, L.E., McCraren, J.P., Fowler, L.G., Leonard, J.R., 1982. Fish hatchery management.
82. Rand , G.M.,1995. Fundamentals of Aquatic Toxicicology. Znd .edn. Taylor & Francis , Washington, D.C.,U.S.A. 1125 P.
83. Richardson, J.S., 1993. Limits to productivity in streams: evidence from studies of macroinvertebrates. Canadian Special