Archive of SID

مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر سال هفتم، شماره اول، بهار ۹۲ / صفحات: ۱۱۲-۱۰۷

(گزارش کوتاه علمی)

تأثیر خروجی کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، *Oncorhynchus mykiss* بر کیفیت آب نهر زرین‌گل استان گلستان

*الهام میررسولی[۱]، شعبانعلی نظامی[۲]، رسول قربانی[۳] و حسین خارا[۲]

[۱]عضو باشگاه پژوهشگران جوان و کارشناس‌ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ایران، [۲]گروه شیلات، دانشکده شیلات و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ایران، [۳]گروه شیلات، دانشکده شیلات و منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۲

چکیده

هدف از این پژوهش، ارزیابی اثرات پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر روی پارامترهای کیفی آب نهر زرین‌گل می‌باشد. در این مطالعه، دو کارگاه تکثیر پرورش ماهی و ٦ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب گردید و اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب شامل اکسیژن محلول، نیترات، نیتریت، فسفات، pH و EC در فواصل زمانی ٤٥ روز یک‌بار و در طول یک دوره یک‌ساله (۸۹-۱۳۸۸) صورت گرفت. نتایج نشان داد که مزارع پرورش ماهی تأثیر معنی‌داری روی غلظت مقادیر نیتریت، نیترات، فسفات و EC داشت ($P<۰/۰۵$)، اما تغییرات در غلظت پارامترهای pH و اکسیژن محلول در طول مدت بررسی معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$). همچنین افزایش معنی‌داری در میانگین غلظت پارامترهای نیتریت، نیترات، فسفات و EC در ایستگاه‌های پایین‌دست مزارع پرورش ماهی مشاهده شد. در این مطالعه، میزان غلظت فسفات و نیترات در ایستگاه‌های پایین‌دست مزارع پرورش ماهی و بعد از ورود پساب از حد استاندارد محیط زیست بیش‌تر بوده است.

واژه‌های کلیدی: پساب مزارع پرورش ماهی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کیفیت آب، نهر زرین‌گل

مقدمه

از کل منابع آب در جهان، فقط بخش کوچکی از منابع آبی (حدود ۱ درصد) شامل آب‌های جاری، سطحی، تالاب‌ها و دریاچه‌ها است که توسط انسان قابل بهره‌برداری و استفاده مستقیم می‌باشد (Dodds، ۲۰۰۲). بنابراین کاهش کیفیت آب‌های جاری یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌های بشر بوده است (Sindilariu، ۲۰۰۷). آبزی‌پروری در کشورهای در حال توسعه، ابزار مهمی برای ارتقاء رشد اقتصادی به‌دلیل ایجاد شغل و کسب و کار درآمد است، بنابراین به‌منظور جبران اثرات منفی محیط زیستی آبزی‌پروری باید به روش‌های تولید و پیامدهای محیطی آن توجه کرد (Bhakta و Bandyopadhyay، ۲۰۰۸). در سرتاسر جهان برداشت از محصولات آبزی به حداکثر بهره‌برداری رسیده است و ترویج تولید در آبزی‌پروری به‌علت افزایش تقاضا برای محصولات آبزی می‌باشد (فائو، ۲۰۰۲).

در سال‌های اخیر، احداث مزارع پرورش ماهی به‌خصوص مزارع پرورش ماهیان سردابی در کنار نهرها افزایش چشم‌گیری داشته و تخلیه پساب این مزارع در زیستگاه‌های طبیعی آثار سویی به‌دنبال خواهد داشت و موجب بر هم خوردن تعادل طبیعی بوم‌سازان آبی می‌گردد (حسینعلی‌ثانی، ۱۳۷٦). این

* مسئول مکاتبه: elham_mirrasooli@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مزارع مواد زاید خود را بدون هیچ‌گونه فرآیند بهبود و تصفیه وارد اکوسیستم‌های آبی می‌کنند. با توجه به این‌که، به‌ازای هر تن تولید ماهی، ۳۰۰-۱۵۰ کیلوگرم مواد غذای مصرف نشده و ۳۰۰-۲۵۰ کیلوگرم مدفوع به آب وارد می‌گردد (Philips و Ross، ۱۹۸۵). تخلیه پساب‌ها و مواد مغذی از طریق سیستم‌های آبزی‌پروری و مراکز پرورش ماهی به محیط زیست باعث می‌شود تا تأثیر منفی بر روی کیفیت آب گذارده شود (Forenshell، ۲۰۰۱؛ Miller و Semmens، ۲۰۰۲). پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا به‌طور عمده شامل سه دسته مواد آلاینده می‌باشد: دسته اول، مواد جامد معلق (بقایای غذا و مدفوع ماهی)؛ دسته دوم، مواد محلولی که توسط ماهی به محیط آزاد می‌شود که بیش‌تر شامل کربن آلی و ترکیبات ازته محلول (آمونیوم و اوره) است و دسته سوم، مواد شیمیایی باقی‌مانده از درمان‌های دارویی، قارچ‌کش و انواع آنتی‌بیوتیک‌هاست. دو دسته اول باعث اختلالات شیمیایی آب، ناشی از فرآیندهای تجزیه مواد می‌گردند که مهم‌ترین آن‌ها، تغییرات pH و نوسانات شدید اکسیژن محلول می‌شوند (Pulatsu و همکاران، ۲۰۰۷؛ Camargo، ۲۰۰۷). بنابراین با توجه به اهمیت نهر زرین‌گل به‌عنوان زیستگاه گونه‌های مختلفی از ماهیان بومی شامل ماهی خیاطه، سیاه‌ماهی، ماهی سفید نهری، سگ‌ماهی جویباری و قزل‌آلا و احداث ۲ مزرعه پرورش ماهی (مزرعه اول با ظرفیت ۲۰ تن و مزرعه دوم با ظرفیت ۱۰ تن) به‌نظر می‌رسد که پایش خصوصیات کیفی آب و اثر مزارع روی آن امری ضروری است (عبدلی و همکاران، ۱۳۷۸). هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر ورود پساب تصفیه نشده ناشی از فعالیت‌های آبزی‌پروری در حاشیه نهر زرین‌گل و تأثیر آن بر اکوسیستم‌های آبی و ارزیابی کیفیت آب در پایین‌دست مزارع پرورش ماهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نهر زرین‌گل یکی از سرشاخه‌های گرگان‌رود بوده و طول نهر ۲۲ کیلومتر با بستر سنگی- شنی می‌باشد (افشین، ۱۹۹٤؛ وزارت نیرو، ۱۹۹۱). این نهر با توجه به دانه‌بندی ذرات بستر از جمله نهرهایی با بستر درشت‌دانه است و دارای پراکنش گونه‌ای مختلف ماهیان بومی منطقه است (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸). ٦ ایستگاه نمونه‌برداری براساس موانع موجود و امکان دسترسی به نهر و با توجه به وجود دو کارگاه پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در حاشیه نهر زرین‌گل انتخاب و نمونه‌برداری هر ٤٥ روز یک‌بار در یک دوره یک‌ساله (۸۹-۱۳۸۸) انجام گردید. ایستگاه اول و دوم (قبل و بعد از کارگاه پرورش ماهی اول)، یک ایستگاه در فاصله ۵۰۰ متری از پرورش ماهی اول، ایستگاه چهارم و پنجم (قبل و بعد از کارگاه پرورش ماهی دوم) و ایستگاه انتهایی با فاصله ۵۰۰ متری از پرورش ماهی دوم تعیین شدند.

پارامترهای کیفی آب (NO_3، NO_2 و PO_4) توسط دستگاه Spectrophotometer اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های آب قبل از اندازه‌گیری به‌وسیله کاغذ صافی برای رفع مواد جامد معلق صاف گردیده شد. برای تعیین پارامترهای فیزیکی (کدورت، EC) از دستگاه Water checker u-10 و برای تعیین pH از دستگاه AQUA-pH استفاده شد (Pulatsu و همکاران، ۲۰۰۷؛ Papatryphon، ۲۰۰۵).

تجزیه و تحلیل داده‌های پارامترهای کیفی آب در ایستگاه‌های مختلف با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار SPSS و رسم نمودارها با Excel 2007 انجام گرفت.

نتایج

نتایج به‌دست آمده از آنالیز پارامترهای مورد مطالعه آب نهر در ایستگاه‌ها در مدت بررسی در جدول ۱ بیان شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج آنالیز دستگاهی پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب ایستگاه‌ها در سال (۸۹-۱۳۸۸)

ایستگاه	pH	EC (میکروموس بر سانتی‌متر)	NO_3 (میلی‌گرم بر لیتر)	NO_2 (میلی‌گرم بر لیتر)	PO_4 (میلی‌گرم بر لیتر)	DO (میلی‌گرم بر لیتر)
ورودی کارگاه ۱	۸/۵±۰/۲^{a}	۰/۳±۰/۲^{a}	۱/٤±۱/۲^{a}	۰/۰۳٦±۰/۰۲^{b}	۰/۱۲±۰/۰۹^{a}	۹/٦±۰/٤^{a}
خروجی کارگاه ۱	۸/٤±۰/۲^{a}	۲/٦±۰/۹^{b}	۲/۰۳±۱/۲^{b}	۰/۰۲±۰/۰۱^{a}	۰/۳±۰/۱٦^{ab}	۹/۱±۰/۵^{a}
۵۰۰ متر بعد از کارگاه ۱	۸/۵±۰/۳^{a}	۱/٤±۰/۳^{ab}	۱/۲۱±۱/۱^{a}	۰/۰۱±۰/۰۰۷^{a}	۰/۳٦±۰/۲^{ab}	۹/٤±۰/۲^{a}
ورودی کارگاه ۲	۸/۷±۰/۲^{a}	۱/۵±۰/۲^{ab}	۱/۵±۱/۲^{ab}	۰/۰۳۱±۰/۰۲^{ab}	۰/۱۹±۰/۱۵^{a}	۹/۰۵±۰/۰۷^{a}
خروجی کارگاه ۲	۸/۵±۰/۳^{a}	۱/۵±۰/۲^{ab}	۱/٦±۱^{ab}	۰/۰۲±۰/۰۲^{a}	۰/٤±۰/۱^{b}	۸/۱۳±۰/۱^{a}
۵۰۰ متر بعد از کارگاه ۲	۸/۵±۰/۲^{a}	۱/٤±۰/۲^{ab}	۱/٦±۱/٦^{ab}	۰/۰۳٦±۰/۰۲^{b}	۰/۲۵±۰/۲^{a}	۹/۰۷±۰/۵^{a}

به هر حال، مزارع پرورش ماهی تأثیر معنی‌داری را روی برخی پارامترهای نیترات، فسفات، نیتریت و EC گذاشت (P<۰/۰۵). در حالی‌که اختلاف معنی‌داری در پارامترهای pH و اکسیژن محلول در طول مدت بررسی مشاهده نشد (P>۰/۰۵). غلظت اکسیژن محلول در ایستگاه‌های مطالعاتی دارای نوساناتی بوده، به‌طوری‌که حداکثر و حداقل میانگین به‌ترتیب در ورودی کارگاه اول، ۸/۵±۰/۲ میلی گرم در لیتر و خروجی کارگاه دوم، ۸/۵±۰/۱۳ میلی‌گرم در لیتر بود. نتایج نشان داد که در پایین‌دست مزارع پرورش، غلظت اکسیژن محلول کاهش یافته ولی هیچ اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها مشاهده نشد (P>۰/۰۵). از طرف دیگر، پساب مزارع پرورش ماهی تأثیر معنی‌داری را بر روی غلظت نیترات داشت و در ایستگاه‌های پایین‌دست مزارع پرورش ماهی افزایش یافت. همچنین حداکثر و حداقل میانگین غلظت نیترات به‌ترتیب در خروجی کارگاه اول، ۱/۲±۲/۰۳ میلی‌گرم در لیتر و ورودی کارگاه اول، ۱/۲±۱/٤ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری گردید. براساس جدول ۱، بین ایستگاه‌های قبل و بعد از مزارع پرورش ماهی اختلاف معنی‌داری در غلظت pH مشاهده نشد (P>۰/۰۵). حداکثر و حداقل میانگین غلظت pH به‌ترتیب در ورودی کارگاه دوم، ۸/۷±۰/۳ و خروجی کارگاه اول، ۸/٤±۰/۲ اندازه‌گیری شد. فعالیت مزارع پرورش ماهی تأثیر معنی‌داری را بر روی مقادیر فسفات داشت که به‌طور چشم‌گیری در پایین‌دست مزارع افزایش یافت (P<۰/۰۵). حداکثر میزان فسفات در طول مدت بررسی، در خروجی کارگاه اول، ۰/۳۰±۰/۱٦ میلی‌گرم در لیتر و حداقل آن مربوط به ورودی کارگاه دوم ۰/۱۹±۰/۱۵ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. افزایش معنی‌داری در میانگین غلظت هدایت الکتریکی در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی وجود داشت و پساب مزارع تأثیر معنی‌داری را بر روی EC داشتند (P<۰/۰۵). حداکثر میزان EC در خروجی کارگاه اول، ۲/٦±۰/۹ میلی‌موس بر سانتی‌متر و حداقل آن مربوط به ورودی کارگاه اول، ۰/۳±۰/۰۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر بود. همچنین کاهش معنی‌داری در میانگین غلظت نیتریت در پایین‌دست مزارع پرورش ماهی شد (P<۰/۰۵). حداکثر و حداقل میانگین به‌ترتیب در ورودی کارگاه اول، ۰/۰۲±۰/۰۳٦ میلی‌گرم در لیتر و ۵۰۰ متر بعد کارگاه اول، ۰/۰۰۷±۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر بود.

بحث و نتیجه‌گیری

افزایش تولید ماهی منجر به مصرف بیش‌تر غذا و مواد شیمیایی شده (مواد ضدعفونی‌کننده، دارو و نمک) شده، در نتیجه مواد دفعی افزایش می‌یابد. البته با توجه به گونه، سن و اندازه ماهی و تراکم ماهی‌ها در استخر، میزان مواد آلاینده تولید شده و تأثیر آن بر اکوسیستم‌های نهرها متفاوت می‌باشد.

در این مطالعه، کاهش غلظت اکسیژن محلول مشاهده شد که در نتیجه فعالیت‌های مزارع پرورش

www.SID.ir

Archive of SID

ماهی در دوره مورد مطالعه بود. میزان اکسیژن محلول ثبت شده در ایستگاه‌ها و در زمان‌های مختلف بین ۹/٦-۸/۱۳ میلی‌گرم در لیتر بوده که هیچ محدودیت خاصی را برای آبزیان در این اکوسیستم به همراه نداشته است. لازم به ذکر است که کاهش میزان اکسیژن محلول در پایین‌دست مزارع و در محل خروج پساب این مزارع تأثیرات منفی را بر روی کیفیت آب می‌گذارد. حداقل مقدار اکسیژن محلول در خروجی مزرعه پرورش ماهی دوم مشاهده شد که این نتایج با نتایج مطالعات (Boaventura و همکاران، ۱۹۹۷؛ Pipan، ۲۰۰۰؛ Ferraris، ۲۰۰۵؛ نادری‌جلودار و همکاران، ۱۳۸۵؛ Miller و Semmens، ۲۰۰۲؛ قانع‌ساسان‌سرایی، ۱۳۸۵؛ Selong و Helfrich، ۱۹۹۸) مطابقت داشت. میزان غلظت هدایت الکتریکی با توجه به ورود مواد آلی موجود در پساب مزارع پرورش ماهی در پایین‌دست مزارع افزایش یافت. به‌طوری‌که در خروجی پرورش ماهی اول به‌علت تناژ بالای تولید و افزایش نرخ تغذیه و مواد آلی خروجی، افزایش قابل‌توجه EC در این ایستگاه مشاهده شد. در این مطالعه میزان EC اندازه‌گیری شده در خروجی کارگاه اول، ۲/٦ میلی‌گرم در لیتر بوده است، در حالی‌که میزان هدایت الکتریکی در ایستگاه ٦ به ۱/٤ میلی‌گرم در لیتر رسید، که این کاهش غلظت نشانگر فرآیند خودپالایی در این نهر می‌باشد. Kazancý و Dügel (۲۰۰۰)، Bonaventura و همکاران (۱۹۹۷)، Boyd (۲۰۰۳) و Pulatsu و همکاران (۲۰۰۷) در نتایج خود نشان دادند که مقادیر pH در ایستگاه‌های مطالعاتی در نوسان بوده و در محل خروج پساب مزارع پرورش ماهی کاهش یافت ولی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد که با نتایج ایستگاه‌های مطالعاتی در نهر زرین‌گل مغایرت داشت. در این بررسی میزان نیترات و فسفات اختلاف معنی‌داری را در بین ایستگاه‌های قبل و بعد از مزارع پرورش ماهی نشان داد و با توجه به آن‌که میزان فسفات و نیترات در آب طبیعی سطحی براساس منابع موجود و استانداردهای محیط زیست به‌ترتیب، حداکثر ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر و ۱ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است، در تمام ایستگاه‌ها میزان نیترات و فسفات در طول مدت مورد مطالعه با وجود فرآیند خودپالایی در نهر زرین‌گل، همچنان از حد استاندارد محیط زیست بیش‌تر بوده و ایستگاه‌ها از نظر این دو پارامتر در وضعیت مطلوبی قرار نداشتند (EPA، ۱۹۹٦).

در طول مدت بررسی، غلظت نیتریت در ایستگاه‌های مختلف بین ۰/۰۳٦ میلی‌گرم در لیتر در ورودی کارگاه اول و ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر در ۵۰۰ متر بعد از کارگاه اول مشاهده شد. به‌طوری‌که در ایستگاه‌های بعد از مزارع پرورش ماهی افزایش داشتند. با توجه به آن‌که میزان نیتریت از نظر استاندارد محیط زیست نباید از ۰/۵۱ میلی‌گرم در لیتر بیش‌تر باشد، در این بررسی تمام ایستگاه‌ها از نظر نیتریت در وضعیت مطلوبی قرار داشتند (McNeely و Neimanis، ۱۹۷۹). نتایج این مطالعه نشان داد که پساب مزارع پرورش ماهی زمانی‌که بدون تصفیه وارد آب شود، تأثیر قابل‌توجهی را بر روی کیفیت آب گذاشته و باعث تغییرات زیادی در پارامترهای نیترات، نیتریت، فسفات و هدایت الکتریکی می‌شود. با توجه به روند افزایش و توسعه مزارع پرورش ماهی در حاشیه نهرها، باید پساب خروجی از این مزارع تصفیه گردد و برای کاهش تأثیرات منفی مزارع می‌توان از طریق بهبود طراحی مزارع، تصفیه آب و استفاده از غذای کنسانتره به‌جای غذای دستی عمل نمود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مدیریت و پرسنل شرکت آب و فاضلاب روستایی استان گلستان، جناب آقایان مرگان‌پور و مسعود ملائی به‌واسطه همکاری علمی و اجرایی و حمایت مالی که در این پژوهش داشتند، سپاس فراوان دارم.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱- افشین، ی.، ۱۳٦۳. نهرهای ایران، انتشارات وزارت نیرو، ۵۷۵ ص.

۲- حسینعلی‌ثانی، ط.، ۱۳۷٦. اثر پساب کارگاه پرورش ماهی بر کیفیت آب رودخانه دو هزار. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تهران. ۱۱۵ ص.

۳- عبدلی، ا.، کیابی، ب.، حاجی‌مرادلو، ع.، کمالی، ا.، رحمانی، ح.، و میردار، ج.، ۱۳۷۸. طرح مطالعه لیمنولوژیک نهر گرگانرود، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

٤- قانع‌ساسان‌سرایی، ا.، ۱۳۸۳. شناسایی ساختار جمعیت ماکروبنتوزهای نهر چافرود در استان گیلان با توجه به برخی عوامل کیفی آب (در محدوده روستای اورمان ملال). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۵- کیابی، ب.، قائمی، ر.، و عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. اکوسیستم‌های تالابی و رودخانه‌ای استان گلستان. سازمان حفاظت محیط زیست گلستان. ۲۱۸ صفحه.

٦- نادری‌جلودار، م.، اسماعیلی‌ساری، ع.، احمدی، م.، سیف‌آبادی، ج.، و عبدلی، ا.، ۱۳۸۵. بررسی آلودگی ناشی از کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بر روی پارامترهای کیفی آب نهر هراز، علوم محیطی، سال چهارم، شماره دوم، زمستان.

۷- وزارت نیرو، ۱۳۷۰. مطالعات مرحله اول طرح تغذیه مصنوعی محدود نهر گرمابدشت زرین‌گل (جلد دوم). مطالعات هیدرولوژی. ٦۸ ص.

8.Bhakta, J.N., and Bandyopadhyay, P.K., 2008. Fish diversity in freshwater perennial water bodies in east Midnapore district of west Bengal, India. Int. J. Environ. Res. 2 (3), 255-256.

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

10.Boyd, C.E., 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm level. J. Aquac. 226, 101-112.

11.Camargo, J., and Gonzalo, C., 2007. Physicochemical and biological changes downstream from a trout farm outlet: Comparing 1986 and 2006 sampling surveys. J. Limnetica. 26 (2), 405-414.

12.Dodds, W.K., 2002. Freshwater ecology. Concepts and environmental applications. Academic press, San Diego, California, U.S.A. 596p.

13.EPA, 1996. Quality criteria for waters ,Washington D.C.

14.FAO, 2002. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, 150p.

15.Ferraris, R., 2005. Dissolved oxygen and dietary phosphorus modulate utilization and effluent partitioning of phosphorus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) aquaculture. J. Environ. Poll. 138, 350-357.

16.Forenshell, G., 2001. Setting basin design. Western Regional Aquaculture Center, WRAC-106. USA, 6p.

17.Kazancý, N., and Dügel, M., 2000. An evaluation of the water quality of Yuvarlakçay Stream, in the Köceðiz-Dalyan protected area, SW Turkey. Turk. J. Zool. 24, 69-80.

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

19.Miller, D., and Semmens, K., 2002. Waste management in aquaculture. West Virginia University Extension Service Publication No. AQ02-1. USA, 8p.

20.Papatryphon, E., Petit, J., Hayo, V., Kaushik, S.J., and Claver, K., 2005. Nutrient-balance modeling as a tool for environmental management in aquaculture: the case of trout farming in France. J. Environ. Manage. 35, 161-174.

21.Philips, M.G., and Ross, L.G., 1985. The environmental impact of salmonid cage culture on inland fisheries. J. Fish Biol. 27, 123-137.

22.Pipan, T., 2000. Biological assessment of stream water quality-the example of the Reka River (Slovenia). Acta Carsologica. 29 (15), 201-222.

www.SID.ir

Archive of SID

23.Pulatsu, F.R., Gülten, K.F., and Aydın, A., 2007. The impact of rainbow trout farm effluents on water quality of Karasu Stream, Turkey, Turk. J. Fish. Aqua. Sci. 4, 9-15.
24.Selong, J.H., and Helfrich, L.A., 1998. Impact of trout culture effluent on water quality and biotic communities in Virginia Headwater Streams. The Progressive Fish-Culturist, 60, 247-262.
25.Sindilariu, P.D., 2007. Reduction in effluent nutrient loads from flow-through facilities for trout production: a review. J. Aquac. Res. 38, 1005-1036.

www.SID.ir