امکان‌سنجی پرورش ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در پساب تصفیه شده از ضایعات کشتارگاه طیور: بررسی کیفیت آب، عملکرد رشد و ترکیبات بدن

محمد هرسیج*[۱]، حسین آدینه[۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران، صندوق پستی: ۱۶۳

تاریخ دریافت: ۱۳ اسفند ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: ۱۳ مرداد ۱۳۹۶

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تاثیر پساب تصفیه شده کشتارگاه طیور بر کیفیت آب، عملکرد رشد و ترکیبات بیوشیمیایی بدن بود. ماهی کپور با میانگین وزنی ۰/۰۹ ±۵/۵۹ گرم در ۳ تیمار آزمایشی و هر یک با ۳ تکرار بمدت ۳۰ روز مورد آزمایش قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل: تیمار ۱ (۱۰۰ درصد آب شهری کلرزدایی شده)، تیمار ۲ (۷۰ درصد آب تصفیه شده پساب کشتارگاه+ ۳۰ درصد آب شهری کلرزدایی شده) و تیمار ۳ (۱۰۰درصد آب تصفیه شده پساب کشتارگاه). نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف در میزان اکسیژن محلول، دما و پی‌اچ وجود نداشت (P>۰/۰۵). همچنین بیش‌ترین میزان آمونیوم و نیترات در تیمار ۲ بترتیب ۰/۲۲۲ و ۴/۱۶۰ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد. میزان وزن ماهی بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). بررسی ضریب تبدیل غذایی در پایان دوره آزمایش نشان داد که فقط اختلاف معنی‌دار بین تیمار ۲ (۰/۱۵ ±۱/۵۸) با دیگر تیمارهای آزمایشی وجود دارد (P<۰/۰۵). نتایج آنالیز تقریبی لاشه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین، رطوبت و خاکستر بین تیمارها وجود دارد (P<۰/۰۵) درحالی‌که درصد چربی بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). نتایج بدست آمده نشان داد که پساب کشتارگاه طیور قابلیت استفاده برای پرورش ماهی کپور را دارد و بدین منظور بهتر است از مخلوط پساب و آب تازه استفاده نمود.

کلمات کلیدی: پساب، ترکیبات بدن، عملکرد رشد، کیفیت آب، ماهی کپور.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). m_harsij80@yahoo.com

مقدمه

انگیزه مصرف مجدد فاضلاب تصفیه شده در پرورش آبزیان در کشورهای مختلف متفاوت می‌باشد به‌طوری‌که، در کشورهای در حال توسعه هدف از استفاده مجدد از پساب، تولید غذای زیادتر و بازیافت از مواد غذایی موجود در پساب است در حالی‌که در کشورهای توسعه یافته فقط تصفیه پساب برای ممانعت از آلودگی بیش‌تر محیط زیست نیز مطرح است. از نظر تئوری تمام فاضلاب‌ها (به‌علت محتوای مواد آلی طبیعی) به جز فاضلاب شیمیایی در پرورش آبزیان به‌کار می‌روند. یکی از بخش‌هایی‌که دارای پساب می‌باشند کشتارگاه‌های طیور است. در کشتارگاه‌های طیور مواد زائد حاصله از فعالیت‌های کشتارگاهی را می‌توان به دو دسته مواد زائد جامد و پساب تقیسم نمود (قائم مقامی، ۱۳۸۳). زائدات جامد را معمولاً دوباره فرآوری می‌کنند یا در زمین دفن بهداشتی می‌کنند. پساب مایعی است که منبع اصلی آلاینده‌ها در سلاخ‌خانه کشتارگاه محسوب می‌شود که حاوی مقادیر متفاوتی از جامدات است. در کشتارگاه‌ها مقدار پساب ایجاد شده در حدود ۱۰ الی ۱۵ لیتر به ازای هر راس مرغ برآورد شده است (جوزی و فیروزه‌ای، ۱۳۹۲). گزارش شده که در برخی از کشورها توسعه یافته و در حال توسعه جهان تصفیه پساب از طریق کشاورزی، باغداری و پرورش آبزیان صورت می‌گیرد (Gopakumar *et al.*, 2000). بطور کلی روش‌های بهره‌گیری از پساب گسترده و حساس می‌باشد که از آن جمله می‌توان به تغذیه مصنوعی، آبیاری کشاورزی، صنایع، فضای سبز و پرورش ماهی اشاره کرد (آصفی و ذالنوری، ۱۳۸۸). بر اساس دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی (WHO[1]) پساب برای پرورش ماهی باید عاری از تخم انگل (بویژه تخم انگل نماتودها) باشد. بنابراین یکی از راهکارهای پیشنهادی برای گندزدایی و حذف تخم انگل‌ها از پساب، استفاده از کلر و ذخیره دو هفتگی پساب در برکه تثبیت می‌باشد (WHO,۱۹۸۹). معمولاً پساب کشتارگاه‌های طیور پس از تصفیه فیزیکی، میکروبی و شیمیایی به مصرف دوباره برای آبیاری بخش کشاورزی و بویژه درخت‌کاری مصرف می‌شود. بنابراین می‌توان پس از تصفیه پساب از آن برای پرورش ماهی استفاده و سپس برای درخت‌کاری مصرف شود. در سال‌های اخیر، استفاده از ضایعات و پساب کشتارگاه‌های طیور برای پرورش ماهی رو به گسترش بوده است. ضایعات موجود در پساب حاوی مقدار زیادی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و اسید امینه است که استفاده از آن برای باروری محیط آبی آبزیان برای آبزی‌پروری مفید بوده و در کاهش هزینه غذایی حائز اهمیت می‌باشد (Mondal and Kumar Patra, 2015). بنابراین کنترل مواد مغذی نیترات و فسفات در پساب و جلوگیری از افزایش بیش از حد مجاز آن می‌تواند در حفظ کیفیت آب نقش مهمی داشته باشد (ابوالحسنی و همکاران، ۱۳۹۵).

ماهی کپور معمولی از خانواده Cyprinidae با نام علمی *Cyprinus carpio* Linnaeus (1758) یکی از گونه‌های مهم اقتصادی در آب شیرین است که بدلیل سهولت پرورش در جهان بطور وسیعی پرورش داده می‌شود و جزء سومین گونه معرفی شده به صنعت آبزی‌پروری در سراسر جهان می‌باشد (Saikia and Das, 2009). این گونه ماهی تغییرات دمای آب، اکسیژن محلول و گل آلودگی را تا حد زیادی تحمل می نماید و نسبت به دیگر آبزیان پرورشی قابلیت

1 World Health Organization

خوپذیری به شرایط ضعیف کیفی آب را دارد به‌همین دلیل در این آزمایش از ماهی کپور معمولی به‌عنوان یک گونه با ارزش اقتصادی و مقاوم به شرایط زیست محیط استفاده شد. با توجه به اینکه میزان مصرف آب در کشتارگاه‌های مختلف طیور که از ۲۰ تا ۱۲۰ لیتر در دقیقه متغیر است (جوزی و فیروزه‌ای، ۱۳۹۲)، به‌نظر می‌رسد از آب تصفیه شده کشتارگاه طیور می‌توان برای پرورش ماهی کپور در فصل گرم سال استفاده نمود. مطالعات محدودی بر تاثیرگذاری پساب‌های صنایع مختلف توسط محققین گزارش شده است. نعمت دوست حقی و بنایی (۱۳۹۵) تاثیر نسبت‌های مختلف پساب تصفیه شده صنایع کاغذسازی پارس (خوزستان) بر برخی فاکتورهای بیوشیمیایی در کبد ماهی کولی (*Alburnus mossulensis*)، Wijaya و همکاران (۲۰۱۵) ارتباط مدل رشد با فاکتور کیفیت غذا ماهی تیلاپیای (*Oreochromis niloticus*) پرورش یافته در فاضلاب اکسیداسیون شده، Shahi و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر پساب کارخانه کاغذ و کاغذ کرافت بر پارامترهای بیوشمیایی و هماتولوژی کبد و عضله بدن ماهی (*channa punctatus*)، Jeney و همکاران (۲۰۰۲) اثر پساب کارخانه کاغذسازی بر پارامترهای فیزیولوژیکی ماهی کلمه (*Rutilus rutilus*) و همچنین Griffinو Harrahy (۲۰۱۴) اثرات پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بر بازماندگی، رشد و غلظت زرده‌سازی در ماهی کپور قنات (*Pimephales promelas*) را مورد بررسی قرار دادند. از آنجائیکه استفاده از آب‌های غیرمتعارف و مدیریت پساب مورد توجه می‌باشد، بنابراین استفاده مجدد از پساب کشتارگاه طیور به‌منظور استفاده در مزارع آبزی‌پروری می‌تواند حائز اهمیت باشد. این مطالعه با هدف بررسی امکان پرورش ماهی کپور در پساب تصفیه شده کشتارگاه طیور طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی پساب کشتارگاه طیور

به‌منظور بررسی واکنش ظاهری ماهی کپور در محیط آبی کشتارگاه طیور، پساب تصفیه شده (تصفیه مکانیکی، میکروبی و شیمیایی) کشتارگاه نو مرغ طیور واقع در شهرستان کلاله به آزمایشگاه مهندسی آبزیان دانشگاه گنبد کاووس در تابستان ۱۳۹۵ انتقال داده شد. پساب پس از ۳ روز هوادهی شدید در ۳ مخزن با حجم آبگیری ۷۰ لیتر قرار داده شد. تعداد ۵ ماهی به هر مخزن معرفی گردید (مجموع ۱۵ ماهی) و این عمل نیز دوبار در ۳ تکرار انجام شد. پس از اطمینان از زنده‌مانی ماهی کپور در پساب کشتارگاه طیور، آزمایش اصلی (بررسی روند رشد، ترکیبات لاشه و ترکیبات کیفی آب محیط پرورش ماهی کپور معمولی) آغاز شد.

تهیه ماهی و اجرای طرح آزمایش

ماهی کپور پس از ۵ روز آداپتاسیون با شرایط آزمایشگاهی تعداد ۲۰ ماهی با میانگین وزنی ۰/۰۹ ±۵/۵۹ گرم در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تیمار و هر یک با ۳ تکرار در مخزن‌های ۵۰ لیتری توزیع شدند. این پژوهش به‌مدت ۳۰ روز بطول انجامید که تیمارهای آزمایشی به‌شرح ذیل بود: تیمار ۱ (۱۰۰ درصد آب شهری کلرزدایی شده)، تیمار ۲ (۷۰ درصد آب تصفیه شده پساب کشتارگاه+ ۳۰ درصد آب شهری کلرزدایی شده) و تیمار ۳ (۱۰۰درصد آب تصفیه شده پساب کشتارگاه). تعویض آب روزانه ۱۵ درصد برای هر مخزن انجام شد. ماهیان در هر تیمار روزانه به میزان

سیری در ۳ وعده (صبح، ظهر و شب) غذادهی شدند. ترکیبات شیمیایی غذای مورد استفاده برای ماهی کپور در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: تجزیه تقریبی جیره پایه مورد استفاده برای تغذیه کپور ماهیان

نوع ترکیب	درصد اجزا مغذی جیره
پروتئین خام	۳۶-۳۲
چربی خام	۱۱-۷
خاکستر	۱۳-۹
رطوبت	۱۲-۹
انرژی قابل هضم (کیلوکالری در کیلوگرم)	۳۸۰۰-۳۶۰۰

بررسی عملکرد رشد و تغذیه

برای برآورد میزان غذادهی و بررسی برخی معیارهای رشد و تغذیه ماهیان هر ۱۵ روز زیست‌سنجی شدند. ماهیان با پودر گل میخک بیهوش شدند. وزن و طول ماهیان به‌وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و تخته زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برخی از معیارهای رشد و تغذیه بر اساس فرمول‌های ذیل بدست آمد (Ricker, 1979):

نرخ رشد ویژه (روز) = [(Ln وزن نهایی (گرم)- Ln وزن اولیه (گرم)) / روزهای آزمایش] × ۱۰۰

میانگین رشد روزانه (درصد)= [(وزن نهایی (گرم)- وزن اولیه (گرم)/ تعداد روزهای پرورش] × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی= مقدار غذای مصرف شده (گرم)/ وزن نهایی (گرم)- وزن اولیه (گرم)

درصد بازماندگی= (تعداد ماهیان در انتهای آزمایش- تعداد ماهیان در ابتدای آزمایش)× ۱۰۰

آنالیز فاکتورهای کیفی آب

فاکتورهای محیطی شامل درجه حرارت، اکسیژن محلول و پی‌اچ محیط پرورشی در طول دوره آزمایش ثبت گردید که در جدول ۲ آورده شده است. دما با دماسنج دیجیتالی و اکسیژن محلول با دستگاه اکسیژن‌متر مدل HACH ساخت آمریکا و همچنین پی‌اچ آب با استفاده از پی‌اچ‌متر مدل ۸۲۷ متروم ساخت کشور سوئیس مورد سنجش قرار گرفت.

جدول ۲: میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در طول دوره آزمایش

پارامترهای آب	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	۲۴/۵۸ ± ۰/۵۰	۲۴/۲۵ ± ۰/۴۷	۲۴/۳۸ ± ۰/۵۳
اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	۶/۶۴ ± ۰/۴۳	۷/۰۶ ± ۰/۵۰	۷/۰۰ ± ۰/۴۸
پی‌اچ	۷/۴۳ ± ۰/۳۰ [b]	۸/۵۸ ± ۰/۲۴ [a]	۸/۵۰ ± ۰/۲۸ [a]

نبود حروف در ردیف‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اختلافات است ($P>0/05$). حروف متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) می‌باشد.

برای سنجش فاکتورهای کیفی آب از هر واحد آزمایشی در زمان شروع آزمایش (جدول ۳) و همچنین روزهای ۱۵ و ۳۰ آزمایش (جدول ۴ و ۵) نمونه آب برداشت شد. آمونیاک کل (TAN)، نیترات (NO_3)، فسفات (PO_4) و قلیائیت با دستگاه پالین تست فتومتر ۷۵۰۰ ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد. همچنین سختی

کل از طریق تیتراسیون، هدایت الکتریکی با دستگاه هدایت‌سنج مدل AZ ۸۶۵۰۳ و مواد محلول کل (TDS) با استفاده از TDS-3 متر مدل HM ساخت چین اندازه‌گیری شد.

جدول ۳: فاکتورهای کیفی آب شهری کلرزدایی شده و پساب کشتارگاه طیور در زمان شروع آزمایش

فاکتورهای کیفی آب	آب شهری کلرزدایی شده	پساب کشتارگاه طیور
آمونیوم (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۵ ± ۰/۰۰۴	۰/۰۲۴ ± ۰/۰۰۳
نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۱۰/۵۶ ± ۰/۷۴	۰/۷۶ ± ۰/۲۲
فسفات (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۴۶ ± ۰/۰۵	۰/۵۸۸ ± ۰/۰۶۹
قلیائیت (میلی‌گرم در لیتر)	۱۹۹/۸۳ ± ۲۵/۹۵	۹۱۰/۳۵ ± ۱۳۴/۲۳
سختی کل (میلی‌گرم در لیتر)	۳۰۰/۴۵ ± ۴۶/۲۵	۷۰۸ ± ۸۵/۸۰
هدایت الکتریکی (میلی‌زیمنس/ سانتی‌متر)	۰/۸۲۹ ± ۰/۰۶	۵/۴۶ ± ۰/۸۱
مواد محلول کل ($\times 10^{3}$) (میلی‌گرم در لیتر)	۴۹۰/۸۳ ± ۷۳/۰۱	۱۹۶/۴۶ ± ۲۳/۵۱

جدول ۴: فاکتورهای کیفی آب مخزن پرورش ماهی در روز ۱۵ آزمایش

فاکتورهای کیفی آب	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
آمونیوم (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۷۹ ± ۰/۰۱۱ ^{a}	۰/۰۷۴ ± ۰/۰۱۴ ^{a}	۰/۰۵۷ ± ۰/۰۱۳ ^{b}
نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۴/۸۷ ± ۰/۸۵ ^{b}	۵/۲۷ ± ۱/۲۳ ^{b}	۶/۲۵ ± ۰/۹۲ ^{a}
فسفات (میلی‌گرم در لیتر)	۱/۱۲ ± ۰/۲۰ ^{b}	۲/۳۶ ± ۰/۲۸ ^{a}	۲/۸۳ ± ۰/۴۵ ^{a}
قلیائیت (میلی‌گرم در لیتر)	۲۱۲/۷۵ ± ۳۰/۱۶ ^{c}	۸۴۰/۱۲ ± ۴۷/۰۹ ^{b}	۱۰۳۰/۲۰ ± ۱۷۹/۱۱ ^{a}
سختی کل (میلی‌گرم در لیتر)	۱۱۶/۸۴ ± ۱۹/۸۰ ^{b}	۳۵۳/۰۶ ± ۶۷/۴۷ ^{a}	۳۱۲/۰۰ ± ۴۰/۶۱ ^{a}
هدایت الکتریکی (میلی‌زیمنس/ سانتی‌متر)	۴/۴۰ ± ۰/۵۲ ^{b}	۵/۸۵ ± ۰/۴۶ ^{b}	۹/۳۶ ± ۰/۷۹ ^{a}
مواد محلول کل ($\times 10^{3}$) (میلی‌گرم در لیتر)	۱۶۷/۳۰ ± ۲۴/۱۹ ^{b}	۱۹۲/۲۵ ± ۲۱/۷۴ ^{b}	۳۴۸/۳۳ ± ۷۳/۰۵ ^{a}

وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است ($P<0/05$)

سنجش برخی از فلزات سنگین مانند آهن، روی، مس، منگنز، کادمیوم، سرب و نیکل به روش طیف‌سنجی در آزمایشگاه آب و خاک صفای شهرستان گنبد کاووس (آزمایشگاه معتمد محیط زیست، گزارش آزمایشگاه) اندازه‌گیری شد.

آنالیز آماری

داده‌ها در محیط Excel وارد و رسم شکل‌ها در آن انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (On Way ANOVA) و تست دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

نتایج

میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب (دما، اکسیژن و پی‌اچ) در طول دوره آزمایش اندازه‌گیری و در جدول ۲ به ثبت رسیده است. مقدار دما و اکسیژن محیط پرورش ثابت و در حد استاندارد بود بطوریکه

آنالیز آماری نشان داد که اختلاف آماری بین تیمارها وجود ندارد (P>۰/۰۵). میزان پی‌اچ، بین تیمارهای ۲ و۳ حاوی پساب و تیمار ۱ بدون پساب تفاوت معنی‌دار آماری داشت (P<۰/۰۵).

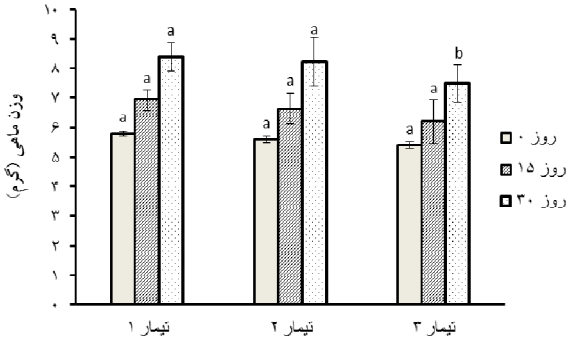
آنالیز کیفی آب پرورش ماهی کپور در جدول ۴ آورده شده است. نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که بین تیمار ۳ (۰/۰۱۳ ± ۰/۰۵۷) با دیگر تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری در مقدار آمونیوم وجود دارد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین مقادیر بدست آمده از نیترات و فسفات در تیمار ۳ به ثبت رسید. اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی در مقدار قلیائیت وجود داشت (P<۰/۰۵). کم‌ترین مقدار سختی کل در تیمار ۱ برابر ۱۹/۸۰ ± ۱۱۶/۸۴ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. تیمار ۳ از نظر مقدار هدایت الکتریکی (۰/۷۹±۹/۳۶) و مواد محلول کل (۷۳/۰۵ ± ۳۴۸/۳۳) نسبت به دیگر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار آماری داشت (P<۰/۰۵).

آنالیز فاکتورهای کیفی آب محیط پرورش ماهی کپور در جدول ۵ به ثبت رسیده است. ۳۰ روز پس انجام پرورش ماهی، آنالیز آب نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای آزمایش در مقدار آمونیوم وجود دارد که کم‌ترین آن در تیمار ۱ برابر ۰/۰۰۲ ± ۰/۰۱۵ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد (P<۰/۰۵). مقدار نیترات بین تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌دار نداشت (P>۰/۰۵). بیش‌ترین مقادیر بدست آمده از فسفات برابر در تیمار ۱ برابر ۰/۰۸±۰/۵۵ میلی‌گرم در لیتر به ثبت رسید. اختلاف آماری معنی‌داری در میزان قلیائیت در روز ۳۰ آزمایش وجود داشت (P<۰/۰۵). بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سختی کل بترتیب در تیمارهای ۳ و ۱ بدست آمد. تفاوت آماری بین تیمارهای آزمایشی در مقدار هدایت الکتریکی و مواد محلول کل بود که بیش‌ترین مقدار آنها در تیمار ۳ به ثبت رسید (P<۰/۰۵).

جدول ۵: فاکتورهای کیفی آب مخزن پرورش ماهی در روز ۳۰ آزمایش

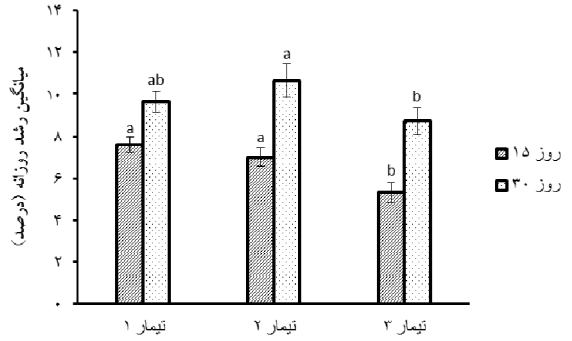
فاکتورهای کیفی آب	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
آمونیوم (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۰۱۵ ± ۰/۰۰۲^{c}	۰/۲۲۲ ± ۰/۰۴۸^{a}	۰/۱۲۵ ± ۰/۰۲۳^{b}
نیترات (میلی‌گرم در لیتر)	۴/۰۴۵ ± ۰/۵۶ ^{a}	۴/۱۶۰ ± ۰/۳۷ ^{a}	۴/۰۷۹ ± ۰/۶۵ ^{a}
فسفات (میلی‌گرم در لیتر)	۰/۵۵ ± ۰/۰۸ ^{a}	۰/۲۳ ± ۰/۰۴ ^{b}	۰/۳۸ ± ۰/۰۵ ^{ab}
قلیائیت (میلی‌گرم در لیتر)	۲۳۰/۴۲ ± ۲۲/۴۷ ^{c}	۸۸۰/۳۳ ± ۱۳۱/۸۲ ^{b}	۱۰۲۵/۵۸ ± ۱۴۴/۰۱ ^{a}
سختی کل (میلی‌گرم در لیتر)	۲۶۲/۰۰ ± ۲۹/۰۵ ^{b}	۴۶۰/۱۰ ± ۱۰۱/۷۵^{a}	۵۲۸/۲۵ ± ۵۷/۴۴ ^{a}
هدایت الکتریکی (میلی‌زیمنس/ سانتی‌متر)	۴/۸۴ ± ۰/۴۹ ^{b}	۶/۳۹ ± ۱/۲۲^{ab}	۸/۴۰ ± ۱/۳۵^{a}
مواد محلول کل ($\times 10^{x}$) (میلی‌گرم در لیتر)	۱۷۳/۰۰ ± ۱۹/۱۵^{c}	۲۱۴/۵۱ ± ۴۲/۲۱^{b}	۳۲۴/۵۰ ± ۴۹/۰۹^{a}

وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشان‌دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).



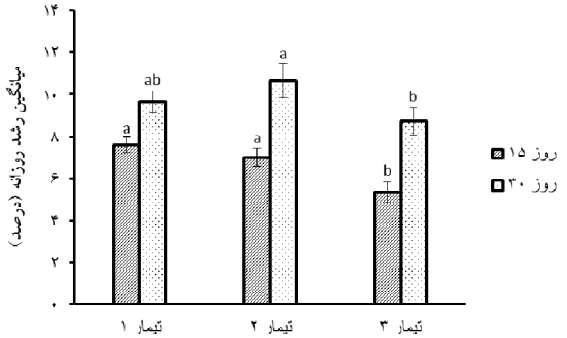
شکل ۱: تغییرات وزن ماهی کپور در روزهای شروع، روز ۱۵ و ۳۰ آزمایش. عدم وجود حروف غیرهمسان نشان از عدم معنادار بودن است (P>۰/۰۵)

تلفاتی در تیمارهای آزمایشی در طی ۳۰ روز دوره آزمایشی مشاهده نگردید. شکل ۱ روند تغییرات وزن ماهی کپور در طی ۳۰ روز دوره آزمایش را نشان می‌دهد. وزن اولیه ماهیان در دامنه ۵/۳۸ تا ۵/۸۰ گرم در تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). آنالیز آماری وزن ماهی در روز ۱۵ آزمایش نشان داد که بین تیمارهای اختلاف وجود ندارد (P>۰/۰۵). بیش‌ترین میزان وزن ماهی در روز ۳۰ آزمایش در تیمار ۱ (۰/۴۹± ۸/۳۹ گرم) و تیمار ۲ (۰/۸۲± ۸/۲۴ گرم) مشاهده شد.



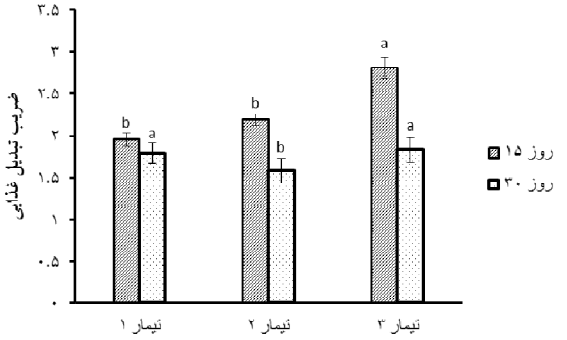
شکل ۲: نرخ رشد ویژه ماهی کپور در سه محیط پرورشی پس از ۳۰ روز آزمایش. وجود حروف غیرهمسان نشان از اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).

شکل ۲، نرخ رشد ویژه ماهی کپور در روزهای ۱۵ و ۳۰ آزمایش را نشان می‌دهد. بیش‌ترین میزان این معیار در روزهای ۱۵ و ۳۰ آزمایش بترتیب در تیمار ۱ برابر ۰/۰۸± ۱/۱۹ و تیمار ۲ برابر ۰/۱۱± ۱/۴۳ بدست آمد.



شکل ۳: میانگین رشد روزانه ماهی کپور در سه محیط پرورشی پس از ۳۰ روز آزمایش. وجود حروف غیرهمسان نشان از اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).

میانگین رشد روزانه ماهی کپور در شکل ۳ نشان داده شده است. آنالیز داده‌های بدست آمده نشان داد که در روز ۱۵ و ۳۰ آزمایش کم‌ترین درصد رشد روزانه مربوط به تیمار ۳ نسبت به دیگر تیمارهای آزمایشی بدست آمد.



شکل ۴: تغییرات ضریب تبدیل غذایی ماهی کپور در سه محیط پرورشی پس از ۳۰ روز آزمایش. وجود حروف غیرهمسان نشان از اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).

ضریب تبدیل غذایی یکی از مهمترین فاکتورهای تغذیه در پرورش آبزیان می‌باشد. تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای آزمایشی وجود دارد (P<۰/۰۵). در مرحله اول آزمایش (۱۵ روز اول) میزان ضریب تبدیل غذایی بالا بود که با گذشت زمان این مقدار کاهش یافت. پایان دوره آزمایشی (روز ۳۰ آزمایش) بترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۳ برابر ۰/۱۵ ± ۱/۸۳ و تیمار ۲ برابر ۰/۱۵ ± ۱/۵۸ بود (شکل ۴).

ترکیبات بیوشیمیایی لاشه ماهی کپور در جدول ۶ آورده شده است. میزان پروتئین بین تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری معنی‌داری داشت که بیش‌ترین میزان در تیمار ۲ (۲/۶۷± ۶۷/۱۵ درصد) و کم‌ترین میزان در تیمار ۱ (۳/۳۱± ۶۰/۳۳ درصد) بدست آمد (P<۰/۰۵). چربی در تیمارهای مختلف آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت و بیش‌ترین مقدار آن در تیمار ۳ برابر ۱/۰۷±۱۵/۱۶ درصد بود (P>۰/۰۵). بیش‌ترین میزان رطوبت و کم‌ترین میزان خاکستر در تیمار ۳ بترتیب ۳/۴۹± ۷۳/۰۶ درصد ۰/۲۱± ۵/۳۳ درصد بدست آمد.

جهت اطمینان از عاری بودن پساب از برخی فلزات سنگین میزان آهن، روی، مس، منگنز، کادمیوم، سرب و نیکل در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۶: ترکیبات بیوشیمیایی لاشه (درصد) ماهی کپور پرورش یافته در پایان دوره آزمایش

تیمارهای آزمایشی	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳
پروتئین	۶۰/۳۳±۳/۳۱^{c}	۶۷/۱۵±۲/۶۷^{a}	۶۲/۵۰±۱/۹۰^{b}
چربی	۱۴/۷۰±۰/۶۱^{a}	۱۴/۳۲±۰/۴۱^{a}	۱۵/۱۶±۱/۰۷^{a}
خاکستر	۸/۰۰±۰/۴۶^{a}	۷/۴۰±۰/۴۵^{a}	۵/۳۳±۰/۲۱^{b}
رطوبت	۷۰/۵۲±۲/۳۲^{b}	۷۰/۱۸±۱/۰۵^{b}	۷۳/۰۶±۳/۴۹^{a}

وجود حروف غیرهمسان نشان از اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی است (P<۰/۰۵).

جدول ۷: آنالیز برخی از فلزات سنگین در پساب تصفیه شده کشتارگاه طیور بر اساس استاندارد (WHO، ۱۹۸۹)

فلزات سنگین پساب (میلی‌گرم بر لیتر)	آهن	روی	مس	منگنز	کادمیوم	سرب	نیکل
حداکثر حد مجاز	۰/۳	۵	۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۷
مقدار اندازه گیری شده	۰/۰۳۹	۰/۰۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۲۶	–

نتایج آنالیز برخی از فلزات سنگین پساب نشان داد که مقدار فلزات سنگین در پساب کشتارگاه مورد مطالعه از حد مجاز کمتر بوده که نشان از سالم بودن آن می‌باشد.

بحث

امروزه یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های بشر مسئله کمبود آب و افزایش مواد آلاینده در محیط زیست به‌خصوص آب‌ها می‌باشد. از سویی افزایش جمعیت سبب افزایش تقاضا برای مصرف آبزیان خوراکی در دنیا باعث شده تا استفاده بهینه از آب مورد توجه قرار گیرد. در ایران استفاده از پساب کشتارگاه طیور برای پرورش ماهی کپور مورد توجه برخی از کشتارگاه‌های

صنعتی طیور بوده اما تاکنون هیچ گزارش یا مقاله‌ای در مجلات به چاپ نرسیده است.

شروع آزمایش برای اصلاح پساب کشتارگاه (کاهش بوی نامطبوع و رسوب مواد جامد) به‌مدت ۳ روز هوادهی شدید انجام شد که این امر باعث انعقاد مواد جامد و رسوب آنها و کلرزدایی آن گردید. جوزی و فیروزه‌ای در سال ۱۳۹۲ پس از تجزیه و تحلیل اثرات زیست محیطی کشتارگاه مرغ (مطالعه موردی: کشتارگاه طیور نمونه تهران) گزارش دادند که پساب خروجی این کشتارگاه بدلیل آلودگی همچون فاضلاب، بوی نامطبوع قابلیت برای مصارف آبیاری و کشاورزی را ندارد. آنها بهینه‌سازی سیستم تصفیه پساب کشتارگاه و نیز پایش مستمر کیفیت پساب خروجی در پیشنهاد دادند.

میانگین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب (دما، اکسیژن و پی‌اچ) در طول دوره پرورش ماهی کپور معمولی اندازه‌گیری شد. مقادیر ثبت شده در جدول ۲ آورده شده است که در دامنه استاندارد پرورش ماهیان گرم‌آبی قرار می‌گیرد. در محیط پرورش ماهیان گرم-آبی دامنه دمایی مناسب بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد، دامنه مناسب اکسیژن بین ۵ تا ۱۳ میلی‌گرم در لیتر و میزان پی‌اچ مناسب آب ۸-۶ گزارش شده است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۳). آب مورد استفاده در پرورش ماهی به‌ویژه ماهیان گرم‌آبی باید از نظر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی قابل قبول باشد چراکه تمام فعالیت‌های زیستی ماهی مانند تنفس، تغذیه، رشد و تولیدمثل تحت تاثیر محیط آبی می‌باشد (حسین‌زاده صحافی و همکاران، ۱۳۹۲). آقا رخ (۱۳۸۷) به‌منظور استفاده بهینه از پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب شهر بوشهر برای پرورش گلهای زینتی و پرورش ماهیان زینتی به روش آکوآپونیک مقادیر برخی از پارامترهای پساب را مورد آنالیز قرار داد. مقدار پی‌اچ ۷/۷۶، هدایت الکتریکی ۳۹۷۰ میکروزیمنس بر سانتی-متر، اکسیژن محلول ۳/۳ میلی‌گرم در لیتر، مواد محلول کل ۲۳۹۰ میلی‌گرم در لیتر و نیترات ۱۸/۰۴ گزارش شد که این نتایج نشان از موفقیت آمیز بودن این طرح می‌باشد.

گرچه واحدهای کشتارگاهی در اراضی حوضه-های آبخیز استقرار یافته و به‌عنوان منبع آلاینده آب و خاک تلقی می‌گردند اما استفاده از برکه‌های تثبیت می‌تواند باعث جمع‌آوری و تصفیه پساب آنها شود (آقارضی، ۱۳۸۴). در صورت مطلوب بودن پارامترهای خروجی پساب کشتارگاه طیور می‌توان از آن برای آبیاری فضای سبز، درخت زیتون و اکالیپتوس و همچنین تامین آب استخرهای پرورش کپور ماهیان استفاده نمود. آنالیز فاکتورهای کیفی آب محیط پرورش ماهی کپور در روزهای ۱۵ و ۳۰ آزمایش در جدول ۴ و ۵ ثبت شده است. میزان آمونیوم موجود در آب بین تیمارهای آزمایشی در روزهای مختلف آزمایش تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P<0/05$). در آب غلظت آمونیاک تحت تاثیر درجه حرارت، پی‌اچ، میزان اکسیژن محلول، شوری آب، نوع و اندازه گونه پرورشی است. همچنین این فاکتور می-تواند تابعی از چرخه روزانه پی‌اچ و دی‌اکسیدکربن باشد. سطح قابل قبول آمونیاک غیر یونیزه در سیستم آبزی‌پروری حدود ۰/۰۲۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Chen *et al.*, 2006). غلظت نیمه کشنده آمونیاک غیر یونیزه برای ماهی کپور معمولی برابر ۲/۲۰ میلی-گرم در لیتر گزارش شده است (ناجی و همکاران، ۱۳۸۸).

فسفر یکی از مهمترین نوترینت محدود کننده رشد گیاهان آبزی در اکوسیستم‌های طبیعی می‌باشد بنابراین پساب‌های غنی از فسفر می‌توانند باعث آلودگی این محیط‌ها شوند و برای کنترل آنها می‌توان به آب منیزیم اضافه نمود (Liu *et al.,* 2011). در این آزمایش میزان فسفات بین تیمارهای آزمایشی تفاوت چندانی وجود نداشت اما با گذشت زمان مقدار آن کاهش یافت که می‌تواند به‌دلیل بالا بودن سختی آب (کلسیم، منیزیم) باشد. بالا بودن هدایت الکتریکی آب (EC) به‌دلیل بالا بودن یون‌های محلول در آب می‌باشد. تفاوت آماری بین تیمارهای مختلف در روزهای ۱۵ و ۳۰ آزمایش وجود داشت (P<۰/۰۵). تغییرات هدایت الکتریکی آب در هر تیمار با گذشت زمان تغییراتی نشان داد. این تغییرات می‌تواند به‌علت تبخیر یا تعویض آب بوده است. بهرحال تغییرات قابل توجه و خارج از تحمل ماهی دیده نشد.

رشد ماهی در آب متاثر از فاکتورهایی مانند غذا، مکان، درجه حرارت، شوری، فصل و فعالیت فیزیکی می‌باشد (Ali *et al.,* 2005). وجود فضولات ماهی و مواد آلی در آب باعث رشد میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه افزایش مصرف اکسیژن می‌شود. با گذشت زمان مواد دفعی باقیمانده در آب، متلاشی شده و به تدریج حل می‌گردد. در این حالت مواد معدنی و آلی بطور قابل توجهی افزایش می‌یابد و در نهایت می‌تواند اثرات نامطلوب بر رشد ماهیان گذارد (هرسیج و همکاران، ۱۳۹۱). Wijaya و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی ارتباط مدل رشد با فاکتور کیفیت غذا ماهی تیلاپیای (*Oreochromis niloticus*) پرورش یافته در فاضلاب اکسیداسیون شده پرداختند، آنها کاهش رشد ماهیان را بدلیل افزایش میزان BOD[1] در محیط پرورش گزارش دادند. به‌نظر می‌رسد هر چند در مطالعه حاضر آب مخزن که دارای درصد پساب بیش‌تری بوده دارای BOD بیش‌تری می‌باشد اما تیمار ۲ (۷۰٪ پساب+ ۳۰٪ آب شهری) نسبت به دیگر تیمارهای آزمایشی شرایط مناسب‌تری از نظر فاکتورهای رشد ماهی کپور داشته است. مغایرت در نتایج این مطالعه با گزارش Wijaya و همکاران (۲۰۱۵) می‌تواند بدلیل ثابت بودن نوع غذا، هوادهی مداوم و کنترل شرایط کیفی آب باشد.

ضریب تبدیل غذایی یکی از مهمترین فاکتورهای تغذیه‌ای در پرورش آبزیان می‌باشد. بین تیمارهای آزمایشی روز ۱۵ تفاوت معنی‌دار آماری وجود داشت بطوریکه بیش‌ترین مقدار این معیار در تیمار ۳ بدست آمد (P<۰/۰۵). این معیار در پایان دوره آزمایش بین ۱/۵ تا ۲ بود و کم‌ترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۲ به ثبت رسید (P <۰/۰۵).

میزان رشد وزنی و طولی و دیگر ابعاد مانند حجم بافت بدن در آبزیان در ارتباط با میزان چربی‌ها، پروتئین‌ها و دیگر مواد شیمیایی می‌باشد (Ali *et al.,* 2005). ترکیبات بدن در گونه‌های مختلف ممکن است در شرایط زیستی مختلف نیز متفاوت باشند که این تفاوت می‌تواند ناشی از شرایط کیفی آب و تغذیه باشد (Saliu *et al.,* 2007). ترکیبات بدن که شامل آنالیز تقریبی رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر است شاخص خوبی از نشان دادن شرایط زیستی ماهی می‌باشد (Cui and Wootton, 1988). در این آزمایش میزان پروتئین لاشه بین تیمارهای مختلف تفاوت آماری معنی‌داری داشت که بیش‌ترین مقدار آن در تیمار ۲ برابر ۲/۶۷±۶۷/۱۵ بدست آمد (P<۰/۰۵). با افزایش

[1] Biological Oxygen Demand

چربی لاشه میزان پروتئین لاشه کاهش می‌یابد که این امر به‌علت جایگزینی بخشی از پروتئین با چربی در گوشت ماهی می‌باشد (فیضی، ۱۳۷۹). میزان خاکستر لاشه نشان‌دهنده مواد غیر آلی لاشه می‌باشد. ماهی‌ها بر خلاف پستانداران خشکی‌زی علاوه بر جذب مواد معدنی از طریق جیره غذایی قادر به جذب این مواد از طریق محیط‌های آبی نیز می‌باشند (شریفیان، ۱۳۹۳). آنالیز آماری نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف آزمایشی از نظر خاکستر و رطوبت وجود دارد ($P<۰/۰۵$). درصد رطوبت یا میزان آب موجود در بدن، شاخص مناسبی از میزان تقریبی انرژی، پروتئین و چربی است. درصد کمتر رطوبت در لاشه نشان‌دهنده محتویات بیش‌تر پروتئین و چربی بوده که باعث افزایش تراکم انرژی در ماهیان می‌شود (Dempson *et al.*, 2004).

بر اساس تحقیق انجام شده، مشخص گردید که مخلوط پساب کشتارگاه‌های طیور و آب تازه، قابل استفاده به‌منظور پرورش ماهی کپور می‌باشد. هر چند که کیفیت این آب در کشتارگاه‌های مختلف و حتی زمان‌های مختلف نیز متفاوت است اما نهایتاً پس از تصفیه اولیه در کشتارگاه و هوادهی شدید (تکمیل تصفیه هوازی) می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. هرچند آب چاه مورد استفاده برای کشتارگاه دارای هدایت الکتریکی بسیار بیش‌تری نسبت به آب شهری بود.

سپاسگزاری

این مقاله استخراجی از طرح شماره ۶/۱۱۱۸ ثبت شده در دانشگاه گنبد کاووس می‌باشد. از همکاری آقایان دکتر علی میرزایی و دکتر نوبتیان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. ابوالحسنی، م.ه.، حسینی، س.ع.، قربانی، ر.، وینسه، ا.، ۱۳۹۵. امکان‌سنجی تولید زیست توده و حذف فسفات و نیترات از پساب شهری به وسیله کشت جلبک کلرلا وواگادیس (*Chlorella vulgaris*). نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۱۰ (۲)، ۱-۸.

۲. اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۳. هیدروشیمی بنبان آبزی‌پروری. انتشارات اصلانی، چاپ اول، تهران، ۲۴۹ صفحه.

۳. آصفی، ح.، ذالنوری، ا.، ۱۳۸۸. نحو بهره‌گیری از پساب تصفیه خانه فاضلاب به‌عنوان یکی از منابع آب تجدید شونده: مطالعه موردی شهر نهاوند. اولین همایش منطقه‌ای مهندسی عمران. ۱ اسفند ۱۳۸۸، ۸ صفحه.

۴. آقارخ، ع.، ۱۳۸۷. بررسی امکان پرورش گلها و ماهیان زینتی با روش آکواپونیکس در پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بوشهر در مقیاس پایلوت. نشریه آب و فاضلاب، ۶۵، ۴۷-۵۳.

۵. آقارضی، ح.، ۱۳۸۴. استفاده از برکه‌های تثبیت برای مهار برخی منابع آلوده کننده آب. اولین همایش محیط زیست، ۱۸ خرداد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، ایران.

۶. جوزی، س.ع.، فیروزه‌ای، م.، ۱۳۹۲. تجزیه و تحلیل اثرات زیست محیطی کشتارگاه مرغ با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (مطالعه موردی: کشتارگاه طیور نمونه تهران). مجله سلامت و محیط، ۶ (۴)، ۴۵۵- ۴۷۰.

۷. حسین‌زاده صحافی، ه.، دهقان مدیسه، س.، حمیدی نژاد، م.، مرتضوی‌زاده، ع.، ولایت‌زاده، م.، ۱۳۹۲. بررسی کیفیت آب استخرهای پرورش کپورماهیان روهو (*Labeo rohita*) در استان خوزستان. مجله آبزیان و شیلات، ۴ (۱۶)، ۲۵- ۳۲.

۸. شریفیان، م.، ۱۳۹۳. بررسی ترکیبات بدن ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) در محدوده گروه‌های طولی مختلف در منابع آبی استان خوزستان. نشریه توسعه آبزی‌پروری، ۸ (۳)، ۶۵- ۷۶.

۹. فیضی، ز.، ۱۳۷۹. اثر چربی بر عملکرد با تاکید بر رشد و تولید ماهی قزل آلای رنگین کمان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته شیلات، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۴۰ صفحه.

۱۰. قائم مقامی، س.، ۱۳۸۳. بهداشت و بازرسی کشتارگاه گوشت (دام و طیور)، موسسه آموزش عالی علمی- کاربردی جهاد کشاورزی، ۲۰۲ صفحه.

۱۱. ناجی، ط.، خارا، ح.، نصیری پرمان، ا.، ۱۳۸۸. بررسی اثر سمیت آمونیاک بر بافت کبد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۱ (۱)، ۱۳۱- ۱۴۸

۱۲. نعمت دوست حقی، ب.، بنایی، م.، ۱۳۹۵. تاثیر پساب تصفیه‌شده صنایع کاغذسازی پارس (خوزستان) بر برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی کبد ماهی کولی (*Alburnus mossulensis*). مجله بوم شناسی آبزیان، ۶ (۱)، ۱۴۳- ۱۴۷.

۱۳. هرسیج، م.، رفیعی، غ.ر.، میرواقفی، ع.ر.، اسدی دادقانسرایی، ه.، ۱۳۹۱. خصوصیات پساب تولیدی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و بررسی روند معدنی شدن آن. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۵ (۳)، ۳۳۹- ۳۵۲.

14. Ali, M., Iqbal, F., Salam, A., Iram, S, Athar, M., 2005. Comparative study of body composition of different fish species from brackish water pond Int. Journal of Environment Science and Technology, 2(3), 229–232.
15. Chen, S., Ling. J., Blancheton, J.P., 2006. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. Aquaculture Engineering, 34 (3), 179−197.
16. Cui, Y., Wootton, R.J., 1988. Effects of ration, temperature and body size on the body composition, energy content and condition of the minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.). Journal of Fish Biology, 32, 749-764.
17. Dempson, I.B., Schwarz, C.J., Shears, M., Furey, G., 2004. Comparative proximate body composition of Atlantic salmon with emphasis on parr from fluvial and lacustrine habitats. Journal of Fish Biology, 64, 1257-1271.
18. Gopakumar K., Ayyappan S., Jena J.K., 2000. Present status of integrated fish farming in India and wastewater treatment through aquaculture proceedings of the national workshop on wastewater treatment and integrated aquaculture. Aquatic Sciences, 9, 22-37.
19. Griffin, L.A., Harrahy, E.A., 2014. Effects of Wastewater Treatment Plant Effluent on Survival, Growth, and Vitellogenin Concentrations of Fathead Minnows (*Pimephales promelas*). Journal of Student Research, 3(1), 27-33.
20. Jeney, Z., Tellervo-Valtonen, E., Jeney, G., Jokinen, E.L., 2002. Effect of pulp and paper mill effluent (BKME) on physiological parameters of roach, (*Rutilusrutilus*) infected by digenean*Rhipidocotylfennica*. Folia Parasitilogica. 49, 103-108.
21. Liu, Y.H., Kumar, S., Kwag, J.H., Kim, J.H., Kim, J.D., Ra, C.S., 2011. Recycle of electronically dissolved struvite as an alternative to enhance phosphate and nitrogen recovery from swine wastewater. Journal of Hazardous Materials, 195, 175–81.
22. Mondal, K., Kumar Patra, A., 2015. A Review on Recycling Of Poultry Waste and Use in Aquaculture. Asian Journal of Multidisciplinary Studies, 3(6), 26- 29.
23. Ricker, W., 1979. Growth rates and models. In: Fish physiology.Bioenergetics and growth. Hoar, S., Randall, D., Brett, J., Eds). pp 677–743 Academic Press, New York, USA.
24. Saikia, S.K, Das D.N., 2009. Feeding ecology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in a rice–fish culture system of the Apatani plateau (Arunachal Pradesh, India). Aquatic Ecology 43(2), 559–568.
25. Saliu, J.K., Joy, O., Catherine, O., 2007. Condition factor, fat and protein content of five fish species in lekki Lagoon. Nigeria Life Science Journal, 4(4), 54-57.
26. Shahi, J., Chauhan, S., Singh, A., 2013. Effect of Kraft pulp and paper mill effluents (BKME) on the biochemical and hematological parameters of fish *channa punctatus*. World

Journal of Fish and Marine Science. 5(5), 556-662.

27. Wijaya, B.T., Darti, I., Widodo, A., 2015. Fish growth model with feed quality factor in wastewater oxidation pond. International Journal of Science and Technology, 4 (3), 93-98.