فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال اول/ شماره اول/ زمستان ۹۲/ صفحات ۱۱۰-۱۰۱

بررسی میزان توانایی فیلترکنندگی ماهی فیتوفاگ در تراکم‌های متفاوت جلبک *Senedesmus quadricauda* جهت کنترل بیولوژیکی اکوسیستم‌های آبی

حدیثه گرایلو*[۱]، فخریه امیدی[۱]، سید عباس حسینی[۲]، محمد سوداگر[۲]

چکیده

در این تحقیق میزان فیلترکنندگی ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) در تراکم‌های متفاوت جلبک *Senedesmus quadricauda* مورد ارزیابی قرار گرفت. ۴ تیمار (۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸ درصد وزن بدن در ۲۵ لیتر آب) که در محیط کشت تک گونه‌ای Z-۸ کشت داده شده بودند، در۳ تکرار در نظر گرفته شد. آزمایش ۳۰ روز به طول انجامید و ماهی‌ها نیز در آغاز و پایان آزمایش توزین شدند. نتایج نشان داد با افزایش تراکم جلبک، میزان فیلترکنندگی کاهش یافت. میزان بلع و افزایش روزانه وزن بدن، افزایش یافته و کارایی تغذیه کاهش یافت. مطابق با نتایج تحقیق، بهترین تراکم جلبک برای رشد ماهی، تراکم ۸٪ وزن بدن بود، هرچند کم‌ترین نرخ فیلترکنندگی و کارایی تغذیه را داشت.

کلید واژه: *Senedesmus quadricauda*، فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*)، فیلترکنندگی، کنترل بیولوژیک.

Archive of SID

*۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده شیلات و محیط زیست و نویسنده مسؤول

۲-دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده شیلات و محیط زیست fakhriyeomidi@yahoo.com

www.SID.ir

۱- مقدمه

شکوفایی بالای جلبکی در اکوسیستم‌های آبی، ممکن است مطلوب یا نامطلوب باشد که به استفاده انسان از بدنه آبی وابسته است. کاهش آلودگی آب، برداشت مواد غذایی و دستکاری زیستی از اقدامات اصلی در دریاچه‌ها و مخازن برای جلوگیری شکوفایی جلبکی مضر هستند (Nakagawa, 2004). یک شیوه کنترل شکوفایی جلبکی در دریاچه‌ها، دستکاری زیستی است. فشار چرای ماهی پلانکتون‌خوار، یک فاکتور کلیدی در شکل‌دهی مقدار جلبک و زئوپلانکتون در دریاچه‌ها است Henderson *et al.*, (2008). به دلیل اهمیت ماهی فیتوپلانکتون‌خوار به عنوان ماهی خوراکی و توانایی مدیریت زیستی شکوفایی سیانوباکتر، از اهمیت اقتصادی برای انسان برخوردار است (Chen *et al.*, 2007).

کنترل زیستی جلبک از طریق ماهی علفخوار مناسب، از لحاظ محیطی یک پیشنهاد مدیرتی جدید به نظر می‌رسد وموجب کاهش زیست توده جلبکی می‌گردد (Henderson *et al.*, 2008). از آنجایی‌که، ماهی‌ها تحرک بالاتر و میزان مصرف بیش‌تری نسبت به علفخوارهای بی‌مهره دارند، می‌توانند یک ابزار کنترل زیستی مناسب در محدودیت توزیع جلبک غیربومی باشند (Sagi, 1992). در تعدادی از تحقیقات، تأثیر ماهی علفخوار مناسب درکنترل زیستی جلبک گزارش شده است (Sala and Boudouresque, 1997) به عنوان مثال، Nile tilapia و کپور نقره‌ای در استخرهای تجاری ذخیره-سازی شدند و در مدیریت شکوفایی فیتوپلانکتون‌های مزاحم در استخرهای پرورش، مؤثر واقع شدند (Turker *et al.*, 2000). بدیهی است، موجوداتی که شرایط محیطی مناسبی برای رشد و تکثیر دارند یا شکارچی آن‌ها، نمی‌تواند تعدادشان را به طور قابل توجه کاهش دهد، در اکوسیستم زیست‌توده بالایی خواهند داشت. این شیوه دستکاری زیستی راهی مناسب در جهت کنترل زیستی این موجودات می‌باشد(Chen *et al.*, 2007).

ماهی‌های بزرگ فیلتر کننده مانند بیگ هد، کپور نقره‌ای و تیلاپیا داوطلب‌هایی برای کنترل زیستی جمعیت پلانکتونی، مانند حذف جمعیت بدبوی سیانوباکتر هستند(Tucker, 2006). ماهی فیتوفاگ به دلیل رشد سریع، قابلیت پرورش با سایر ماهیان، خوش خوراک بودن و نیز به دلیل داشتن زنجیره غذایی کوتاه و در نتیجه داشتن افت انرژی کمتر، مورد توجه قرار دارد (تهامی، ۱۳۸۹). استفاده ماهی فیلترکننده مانند فیتوفاگ یک شیوه دستکاری زیستی مستقیم برای کنترل شکوفایی میکروسیستیس است و به طور وسیع در بدنه آبی یوتروفیک به کار رفته است (Ma *et al.*, 2010) با این وجود، اطلاعات کمی درباره استفاده ماهی فیتوفاگ در دستکاری زیستی وجود دارد. هدف از انجام این بررسی تأثیر غلظت-های متفاوت غذایی جلبک سندسموس(*Senedesmus quadricauda*) بر میزان فیلترکنندگی و رشد ماهی فیتوفاگ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۲- مواد و روش‌ها

آزمایش با گونه خالص *Senedesmus quadricauda* و بچه ماهی ۵-۶ گرمی فیتوفاگ انجام شد.

۳ -کشت جلبک

نمونه خالص جلبک از آزمایشگاه کشت جلبک پژوهشکده اکولوژی دریای خزر واقع در شهرستان ساری به دست آمد و در محیط استریل کشت داده شد. و پس از آنکه جلبک به کشت انبوه رسید برای انجام آزمایش مورد استفاده قرار گرفت.

۴- محاسبه وزن خشک جلبک

به مقدار ۱۰ سی سی، از کشت انبوه جلبک برداشته شد و پس از فیلترشدن در کاغذ فیلتر میکرو فایبرگلاس (MGF) به مدت ۲ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد گذاشته شد. شایان ذکر است که وزن اولیه کاغذ فیلتر قبل از انجام آزمایش اندازه‌گیری شد. نمونه جلبکی فیلتر شده پس از خشک شدن در آون، توزین گردید. از تفاوت وزن اولیه و ثانویه کاغذ، میزان وزن خشک جلبک حاصل گردید.

۵- بررسی فیلترکنندگی ماهی فیتوفاگ

برای اجرای آزمایش از آکواریوم‌های ۳۰ لیتری استفاده گردید که در هر آکواریوم ۲۵ لیتر آب ریخته شد و ۳ عدد بچه ماهی پس از توزین قرار داده شد. دمای آب با استفاده از بخاری الکتریکی در ۲°C ± ۲۳ نگهداشته شد و تغذیه ماهی‌ها ازجلبک *Senedesmus quadricauda*، ۲۴ساعت قبل-ازشروع آزمایش قطع‌شد.

در این تحقیق، ماهی‌ها با ۴ غلظت متفاوت جلبکی تغذیه شدند (۱/۱٪، ۲/۵٪، ۵٪ و ۸٪ وزن بدن). برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. پس از محاسبه وزن خشک جلبک مورد نظر، مقدار جلبک مورد نیاز محاسبه گردید و در آکواریوم‌ها ریخته شد (۸، ۱۸/۶۸، ۳۷/۶و ۵۷/۶۶ میلی‌گرم بر لیتر). پس از طی زمان ۲۴ ساعت، مجددا از آکواریوم‌ها برای محاسبه غلظت پایانی جلبک، نمونه برداشت شد. محاسبه غلظت جلبک از طریق وزنی انجام پذیرفت، (به روش محاسبه وزن خشک جلبک) وآزمایش نیز به مدت ۳۰ روز تکرار گردید. میزان فیلتر کردن و بلعیدن با استفاده از فرمول Gauld (۱۹۵۱) محاسبه گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

$$F=\frac{V}{n} \qquad A=\frac{\ln Co-\ln Ct}{t} \qquad I=F\sqrt{Co}\times Ct$$

F= میزان فیلتر کردن؛ v= حجم آب به لیتر؛ n= تعداد ماهی؛ Co= غلظت اولیه جلبک (میلی‌گرم بر لیتر)؛ Ct= غلظت نهایی جلبک (میلی‌گرم بر لیتر)، t= زمان اجرای آزمایش به ساعت؛ A = فاکتور تصحیح؛ I= میزان بلعیدن.

ماهی‌ها نیز پس از یک‌ماه مجدداً توزین شدند. میزان تولید ماهی در تیمارهای مورد مطالعه به صورت زیر بدست آمد:

زیتوده ماهی اولیه – زیتوده ماهی تولیدی = میزان تولید ماهی

کارایی تغذیه از فرمول زیر محاسبه گردید(Ma *et al.*, 2012):

$$\text{درصد کارایی تغذیه} = \frac{\text{وزن بدست آمده}}{\text{غذای داده شده}}\times 100$$

۶- تجزیه و تحلیل داده‌ها

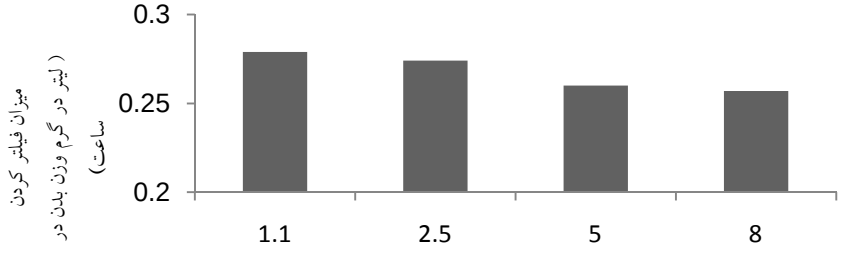
تفاوت‌های بین تراکم غذا و میزان فیلتراسیون ماهی در غلظت‌های جلبکی به وسیله آنالیز آماری ANOVA به دست آمد و همچنین از آزمون دانکن در سطح معنی داری α=۰/۰۵ استفاده شد.

۷- نتایج

نتایج نشان داد با افزایش تراکم جلبکی در ۴ تیمار (۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸٪ وزن بدن)، میزان فیلترکنندگی بچه ماهی فیتوفاگ از جلبک*Senedesmus quadricauda* کاهش یافت. میزان فیلترکنندگی در تیمارهای ۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸٪ وزن بدن به ترتیب l/g/h ۰/۲۷۹، ۰/۲۷۴، ۰/۲۶۰ و۰/۲۵۷ بود. بیشترین میزان فیلترکنندگی در تراکم ۸ میلی‌گرم بر لیتر (۱/۱٪ وزن بدن) و کمترین میزان فیلترکنندگی در تراکم ۵۷/۶۶ میلی‌گرم بر لیتر (۸٪ وزن بدن) مشاهده شد. تراکم ذخیره ماهی برای کنترل تراکم جلبکی مهم است، نتایج نشان داد که تراکم ماهی برای فیلترکردن تراکم جلبکی ۵۷/۶۶ میلی‌گرم بر لیتر کم بود. نتایج و میزان فیلترکنندگی جلبک، درشکل (۱)، آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



...

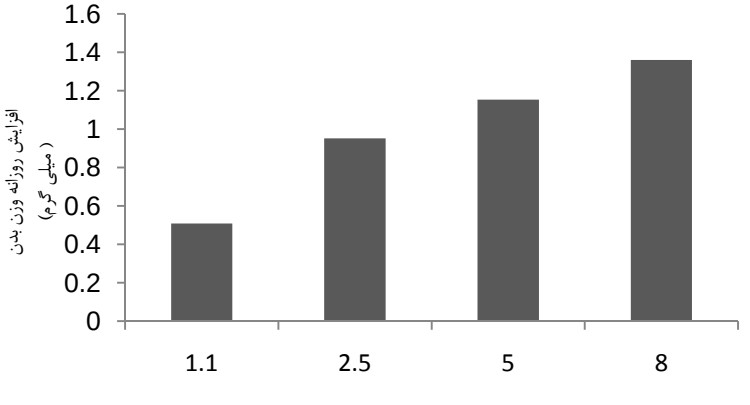
میزان بلع، برعکس میزان فیلترکنندگی، با افزایش تراکم جلبکی افزایش یافت. میزان بلع در تراکم-های ۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸ درصد وزن بدن به ترتیب mg/g/h ۲۵/۲۹، ۸۱/۶۱، ۱۵۹/۴۲ و ۲۴۲/۹۶ بود. نتایج مربوط به میزان بلع در شکل(۲) آورده شده است.

شکل ۲- مقایسه میزان بلع در بچه ماهی فیتوفاک در تراکم‌های مختلف جلبک *Senedesmus quadricauda*

با توجه به شکل(۳)، با افزایش میزان بلع و افزایش تراکم جلبکی، افزایش وزن روزانه ماهی افزایش یافت. افزایش روزانه وزن بدن در تیمارهای ۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸ درصد وزن بدن به ترتیب ۰/۵۰۸، ۰/۹۵۲، ۱/۱۵۴ و ۱/۳۶ میلی‌گرم بود. نتایج نشان داد که تراکم ۱/۱٪ وزن بدن غذای بهینه ای برای رشد بچه ماهی فیتوفاگ نبود اما تراکم ۸٪ وزن بدن تراکم بهینه برای رشد بچه ماهی فیتوفاگ بود.

Archive of SID

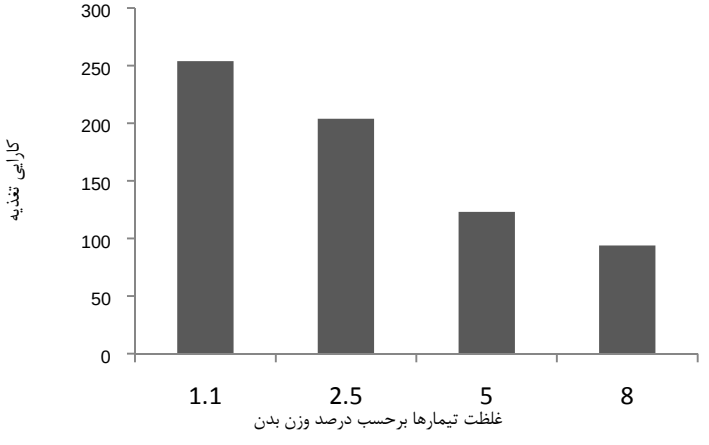
www.SID.ir



شکل۳- نمودار مقایسه تولید ماهی در تراکم های مختلف جلبک

Senedesmus quadricauda

باتوجه به اینکه وزن بدن روند افزایشی داشت، اما با توجه به شکل(۴)، کارایی تغذیه به صورت کاهشی بود که به ترتیب در تراکم‌های ۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸ درصد وزن بدن، کارایی تغذیه ۲۵۴، ۲۰۴، ۱۲۳ و ۹۴ بود.



شکل۴- نمودار مقایسه کارایی تغذیه در تراکم های متفاوت جلبک

Senedesmus quadricauda

با توجه به نتایج و طبق جدول تجزیه واریانس‌ها، تیمارها به دو گروه تقسیم شدند. نتایج نشان داد بین تیمار۱/۱ و۲/۵ درمیزان فیلترکنندگی تفاوت معناداری وجود نداشت. همچنین بین تیمارهای ۵ و ۸ این نتیجه برقراربود. از تیمار۱/۱تا ۲/۵ میزان فیلترکنندگی کاهش زیادی نداشت ولی از ۲/۵ تا ۵ کاهش زیادی داشت. طبق نتایج، تیمارهای ۱/۱ و۲/۵ با تیمارهای ۵ و ۸ تفاوت معنی‌داری داشتند.

www.SID.ir

جدول ۱: نتایج حاصل از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه بین فاکتورهای مورد مطالعه در ۴ تیمار متفاوت و مقایسه آنها با یکدیگر

تیمارها / فاکتورها	۱/۱٪ وزن بدن	۲/۵٪ وزن بدن	۵٪ وزن بدن	۸٪ وزن بدن
میزان فیلترکنندگی	۰/۲۷۹ ± ۰/۰۳^{a}	۰/۲۷۴± ۰/۰۱^{a}	۰/۲۶± ۰/۰۳^{b}	۰/۲۵۷±۰/۰۰۲^{b}
میزان بلع	۲۵/۲۹ ± ۲/۸۴^{a}	۸۱/۶۱ ± ۳/۵^{b}	۱۵۹/۴۲± ۲/۹۴^{c}	۲۴۲/۹۶±۵/۴ ^{d}
متوسط تولید ماهی در روز برای ۳ عدد ماهی	۰/۵۰۸ ± ۰/۰۳^{a}	۰/۹۵۲± ۰/۱^{b}	۱/۱۵۴ ±۰/۱ ^{c}	۱/۳۶ ± ۰/۳۵^{d}
کارایی تغذیه	۲۵۴ ± ۲/۵۱^{a}	۲۰۴ ± ۳/۲۷^{b}	۱۲۳ ± ۱/۴۶^{c}	۹۴ ±۳/۴۹ ^{d}

حروف لاتین غیر مشترک بالای اعداد هر ردیف، نشانه معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها می‌باشد (α=۰/۰۵).

۸- بحث

تهاجم زیستی یک تأثیر عمده ای بر اکوسیستم‌ها دارد و یکی از علل عمده از دست رفتن تنوع زیستی فعلی (Vitousek *et al*., 1997) و کیفیت آب(Henderson *et al*., 2008) می‌باشد. بنابراین، با توجه به مشکلات شرح داده شده، در این مطالعه تلاش شد راهی برای کنترل بیولوژیک جلبک *Scenedesmus quadricauda*، پیداشود.

نتایج نشان داد میزان فیلترکنندگی در تیمارهای ۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸٪ وزن بدن به ترتیب l/g/h ۰/۲۷۹، ۰/۲۷۴،۰/۲۶۰ و ۰/۲۵۷ بود (شکل۱). که طبق نتایج بدست آمده، مشاهده شد که با افزایش تراکم جلبکی میزان فیلترکنندگی بطور معنی‌داری کاهش یافت (جدول۱). طبق مطالعاتی که Ma و همکاران (۲۰۱۰) انجام دادند، فیتوپلانکتون کوچکتر از ۵ میکرومتر مانند.Chlamydomonas SP و .Platymonas SP اغلب توسط ماهی فیتوفاک فیلتر نشده بود، فیتوپلانکتون با اندازه ۵- ۲۰میکرومتر تا حدی فیلتر شده بود و فیتوپلانکتون با اندازه بزرگ، عمدتاً .Microcystis SP کلنی شکل، کاملاً فیلتر شده بود. همچنین Opuszynski و همکاران (۱۹۸۱) به نقل از Mahdinejad (۱۹۹۵) نشان دادند که کارایی فیلتر با افزایش اندازه جلبک بالا می‌رود و با مطالعات تغذیه آزمایشگاهی که نشان داد کپورنقره‌ای تغذیه کننده مؤثری روی فیتوپلانکتون‌های بزرگتر است و به ندرت ذرات کوچکتر از قطر۱۰ میکرومتررا مصرف می-کند، هماهنگ بود (Turker *et al*., 2000). smith (۱۹۸۹) نیز در تحقیقی بیان کرد که کپور نقره‌ای ممکن است به دلیل اندازه ریخت شناختی خار آبششی، در فیلتر مؤثر سلول‌های منفرد جلبک، شکست خورده باشد (Ma *et al*., 2010). بنابراین در این تحقیق نیز، کاهش میزان فیلتراسیون در تراکم بالای جلبکی، ممکن است به دلیل نامناسب بودن اندازه جلبک *Senedesmus quadricauda* با سوراخ‌های تیغه آبششی فیتوفاگ باشد. از آنجاییکه میزان فیلترکنندگی در تراکم بالای جلبکی کم بود، تراکم ماهی برای دستکاری زیستی موفق، باید کنترل شود.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به شکل(۲) میزان بلع در تراکم‌های ۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸ درصد وزن بدن به ترتیب mg/g/h ۲۵/۲۹، ۸۱/۶۱، ۱۵۹/۴۲ و ۲۴۲/۹۶ بود. بطوریکه میزان بلع، عکس میزان فیلترکنندگی، با افزایش تراکم جلبکی افزایش معنی داری نشان داد (جدول۱). از طرفی دیگر Ma و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که افزایش زیستی فیلتر کننده‌ها غلظت *Microcystis flos-aquae* را در هر استخر کاهش داد و با افزایش زیتوده فیتوفاگ در طول شکوفایی، برداشت سلول‌های میکروسیستیس از آب افزایش یافت؛ در حالی‌که، در این تحقیق، علت افزایش میزان بلع از محیط را می‌توان به افزایش تعداد سلول‌های جلبکی نسبت داد، یعنی در هر فیلتراسیون، به علت وجود تعداد زیادی سلول در هر میلی لیتر، تعداد سلول‌های زیادی وارد بدن می‌شود.

افزایش روزانه وزن بدن در تیمارهای ۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸ درصد وزن بدن به ترتیب ۰/۵۰۸، ۰/۹۵۲، ۱/۱۵۴ و ۱/۳۶ میلی‌گرم بود (شکل۳). بطوریکه مشاهده شد، با افزایش میزان بلع و افزایش تراکم جلبکی، افزایش وزن روزانه ماهی بطور معنی داری افزایش یافت (جدول۱). اما طبق نتایج، باتوجه به اینکه وزن بدن روند افزایشی داشت، کارایی تغذیه کاهش معنی‌داری نشان داد. (جدول۱). که به ترتیب در تراکم‌های ۱/۱، ۲/۵، ۵ و ۸ درصد وزن بدن، کارایی تغذیه ۲۵۴، ۲۰۴، ۱۲۳ و ۹۴ مشاهده شد (شکل۴). در تحقیقی دیگر، Beveridge و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که شکوفایی سمی Microcystis SP فعالیت تغذیه و رشد ماهی پلانکتون‌خوار را سرکوب کرد (ke *et al.*, 2007)، اما در این تحقیق، علت کاهش کارایی تغذیه ممکن است به دلیل دیواره سلولی جلبک سبز و غیر قابل هضم بودن آن برای ماهی فیتوفاگ باشد که بیشتر آن از طریق مدفوع دفع می‌شود.

با توجه به نتایج ذکر شده در بالا، ماهی فیتوفاگ ممکن است فیلتر مؤثری در اوایل شکوفایی جلبکی *Senedesmus* SP. داشته باشد اما با گسترش شکوفایی جلبکی، توانایی آن کم می‌شود. بنابر این، با توجه به توانایی پایین این جانور در فیلترکنندگی تراکم‌های بالای جلبک سبز، می توان از آن‌ها در تراکم‌های کم جلبکی استفاده کرد و یا اگر در تراکم مناسبی ذخیره سازی شوند، می‌توانند در کنترل شکوفایی جلبکی بالا مناسب باشند اما با توجه به کارایی پایین تغذیه، در استخرهایی که تولید ماهی مطرح باشد از نظر اقتصادی به صرفه نمی‌باشد و می‌توان با جایگزین کردن فیلترکننده مناسب، کارایی فیلتر را بالا برد.

منابع

۱. **تهامی، ف. س.، ۱۳۸۹.** بررسی تغذیه بچه ماهیان فیتوفاگ در استخرهای پرورشی و آکواریوم با تأکید برارزش غذایی فیتوپلانکتونهای غالب مورد تغذیه بچه ماهیان .پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ۵۷ ص.

Archive of SID

www.SID.ir

2.**Chen, J., Xie, P., Zhang, D. and Lei, H., 2007.** In situ studies on the distribution patterns and dynamics of microcystins in a biomanipulation fish bighead carp (*Aristichthys nobilis*). Environmental Pollution, 147: 150-157.

3.**Gauld, T., 1951.** The grazing rate of marine copepods. Marine Biological Association of the UK, 26:695-706.

4. **Henderson, R., Parson, S. A. and Jefferson, B. 2008.** The impact of algal properties and pre-oxidation on solid–liquid separation of algae. Water Research, 42: 1827–1845.

5.**ke, Z., Xie, P., Guo, L., Liu, Y. and Yang, H., 2007.** In situ study on the control of toxic Microcystis blooms using phytoplanktivorous fish in the subtropical Lake Taihu of China: A large fish pen experiment. Aquaculture, 265: 127-138.

6. **Mahdinejad, K., 1995.** Studies on feeding value of selected algal species for filter-feeding fish and zooplankton, PhD Thesis. Agricultural sciences pennon university.170pp.

7.**Ma, H., Cui, F., Liu, Z., Fan, Z., He, W. and Yin, P., 2010.** Effect of filter-feeding fish silver carp on phytoplankton species and size distribution in surface water: A field study in water works. Environmental Sciences, 22(2): 161-167.

8. **Ma, H., Cui, F., Fan, Z., Liu, Z. and Zhao, Z., 2012.** Efficient control of Microcystis blooms by promoting biological filter-feeding in raw water. Ecological Engineering, 47: 71-75.

9. **Nakagawa, H., 2004.** Usefulness waste algae as a feed additive for fish culture. More efficient utilization of fish and fisheries products. Developments in Food Science, 42:243-252.

10.**Sagi, G., 1992.** The effect of filter feeding fish on water quality in irrigation reservoirs. Agricultural water management. 22 (4): 369-378.

11.**Sala, E. and Boudouresque, C., 1997.** The role of fishes in the organization of a Mediterranean sublittoral community.I: Algal communities. Experimental Marine Biology and Ecology, 212: 25-44.

12.**Turker, H., Eversole, E And Brune, D. E., 2000.** Effect of flow rate and temperature on the algal uptake rate bye Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Book of Abstracts, Aquaculture America, New Orleans, LA, USA, 333p.

13.**Tucker, C. S. 2006.** Low-density silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (valenciennes) polyculture does not prevent cyanobacterial off- flavours in channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rafines que). Aquac. Res. 37: 209- 214.

Archive of SID

www.SID.ir

14.**Vitousek, P. M., D'Antonio, C. M., Loope, L. L. and Rejmánek, M. 1997**. Introduced species:a significant component of human-caused global change. New Zealand Journal of Ecology, 21:1 -16.

Archive of SID

www.SID.ir