بررسی نقش جلبکهای سبز آبی آنابنافلوس-آکوا (*Anabaena flos-aquae*) و اسیلاتوریا آفریکانوم (*Oscillatoria africanum*) در تغذیه دافنی ماگنا (*Daphnia magna*)

حسین پیری* و طیبه عنایت غلامپور

گرگان، مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۴

چکیده

دافنی *Daphnia magna* یک گونه مرغوب جهت تغذیه ماهیان آب شیرین است. در تحقیق حاضر، تاثیر دوگونه جلبک سبز آبی آنابنافلوس-آکوا (*Anabaena flos-aquae*) و اسیلاتوریا آفریکانوم (*Oscillatoria africanum*) بر میزان بلعیدن، نرخ فیلتر کردن و تغذیه دافنی ماگنا (*Daphnia magna*) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در سه تکرار و با شرایط یکسان برای هر دو جلبک انجام شد. نرخ فیلتر کردن، بلعیدن و تغذیه دافنی ماگنا از این دو جلبک براساس روش محاسبه شد (۹). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان فیلتر کردن، بلعیدن و تغذیه دافنی ماگنا از جلبکهای سبز آبی با افزایش غلظت آنها بطور معنی داری کاهش می‌یابد ($P<0.05$). بطوریکه حداکثر مقدار این شاخصها (بترتیب ۶۰/۲± ۷۹۸، ۹۹۲±۷۰۸۶۱ و ۰/۰۲±۰/۴) در غلظت ۳ میلی گرم در لیتر و حداقل مقدار آنها (بترتیب ۱۷/۷ ±۱۰۰، ۴۹۲±۱۰۶۸۳ و ۰/۰۱±۰/۲) در غلظت ۱۲ میلی گرم در لیتر مشاهده گردید. این بدان معنی است که دافنی‌ها توانایی فیلترکردن جلبکهای رشته‌ای سبز آبی را علی الخصوص در مواقعی که تراکم آنها بالا باشد، ندارند زیرا این جلبکها بدلیل رشته‌ای بودن ممانعت‌هایی را برای تغذیه توسط دافنی بوجود می‌آورند. حداکثر نرخ رشد ویژه (Specific Growth Rate) دافنی‌ها (۰/۰۲±۰/۵) در اثر تغذیه با جلبک آنابنافلوس- آکوا (در غلظت ۴/۲۵ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد ($P<0.05$) و میزان بازماندگی دافنی‌ها در بین تغذیه با دو جلبک مذکور، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0.05$). با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر می توان بیان نمود که شکوفائی‌هایی که توسط جلبک های سبز آبی بوجود می‌آیند، قابل کنترل بیولوژیکی توسط دافنی نمی‌باشند.

واژه های کلیدی: دافنی ماگنا، جلبک آنابنافلوس- آکوا، جلبک اسیلاتوریا آفریکانوم، نرخ بلعیدن، تغذیه

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۹۶۵۱۴۶۲ ، پست الکترونیکی: Piri_hossein@yahoo.com

مقدمه

مهمترین زئوپلانکتونها فیلترکننده در یک اکوسیستم آب شیرین اساساً شامل پروتوزوئرها (Protozoa)، روتیفرها (Rotifers)، کلادوسرها (Cladocerans) و کوپه‌ها (Copopodes) می‌باشند (۱۱، ۱۲ و ۲۸). کلادوسرها و روتیفرها از نظر فراوانی، توده زنده و تولید در بدنه آبهای شیرین غالبیت دارند. تراکم و تنوع کلادوسرها، کوپه پودها و روتیفرها تحت تاثیر عوامل زیستی و غیر زیستی می باشند. در میان عوامل زیستی تراکم و تنوع فیتوپلانکتون بطور موثری ترکیب و فراوانی زئوپلانکتونها را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۸).

جلبکها بدلیل قرارگرفتن در ابتدای زنجیرهٔ غذایی اکوسیستم های آبی و نقش اساسی آنها در تولیدات اولیه، از اهمیت ویژهٔ ای برخوردارند. بخش وسیعی از جلبکهای آبزی را انواع تک سلولی آنها تشکیل می دهد و فقط درصد معدودی از آنها را جلبکهای پرسلولی که گاهی طول آنها به ۵۰ متر یا بیشتر می رسد بوجود می‌آورند.

Archive of SID
www.SID.ir

عوامل اصلی رشد و نمو این جلبکها نور، گازکربنیک و مواد معدنی موجود در آب می باشند. حداکثر میزان تولید در چرخه اکوسیستم‌های آبی مربوط به جلبکها می باشد. در ادامه زنجیرهٔ غذایی در اکوسیستم های آبی، زئوپلانکتونها قرار دارند. این موجودات غالبا از جلبکها تغذیه می کنند. در آبهای شیرین دافنی‌ها که در گذشته در حوضها و آب انبارها به وفور یافت می شدند، معروفترین نوع زئوپلانکتون یا جانوران معلق در آب را تشکیل می دهند. رابطه تغذیه‌ای بین زئوپلانکتونها و فیتوپلانکتونها از اهمیت زیادی برخوردار است. ورود مواد مغذی از طریق فاضلابهای شهری، صنعتی، خانگی و... به آبهای جاری و انتقال آنها به آبگیرها، تالابها و دریاچه ها موجب رشد بیش از حد فیتوپلانکتون‌ها (Algal bloom) در اکوسیستم‌های مختلف آبی می‌گردد که این مسئله اختلافات زیادی برای سایر آبزیان بوجود می آورد (۲). که در این میان زئوپلانکتون‌ها بدلیل قابلیت تغذیه از فیتوپلانکتون‌ها حائز اهمیت هستند. از طرفی قابلیت جذب مواد مغذی توسط فیتوپلانکتون‌ها به ما این امکان را می دهد که از این ویژگی آنها در تصفیه فاضلابها و پسابهای مختلف استفاده نمائیم و سپس جهت کنترل جمعیت فیتوپلانکتونها میتوان از زئوپلانکتونها بهره‌گیری نمود (تصفیه زیستی) (۲). از سوی دیگر بدلیل قرارگرفتن فیتوپلانکتونها و زئوپلانکتونها در ابتدای زنجیرهٔ غذایی اکوسیستم‌های آبی، هر یک از این موجودات دارای مقادیر بالایی مواد غذایی گوناگون می‌باشند که می توان پس از کشت و تکثیر انبوه آنها بصورت مصنوعی، این مواد مغذی را جهت تامین بخشی از نیازهای بشر در حال حاضر از آنها استخراج نمود که در این بین فیتوپلانکتونها بدلیل دارا بودن مقادیر زیادی از پروتئین و ویتامینها متعدد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. همچنین با کشت انبوه زئوپلانکتونهایی نظیر دافنی می‌توان از آنها جهت تغذیه بچه ماهیان در مراحل لاروی استفاده نمود که در این بین شناسایی و مطالعه روی زئوپلانکتونهایی که ارزش تغذیه ای برتر و بهتری دارند، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از میان مهمترین زئوپلانکتونهای فیلترکننده در یک اکوسیستم آبی (Rotifer, Cladoser, Copepoda) کلادوسرها بدلیل تولیدمثل مهمترین گروه محسوب می-گردند که در بیشتر ایام سال به روش بکرزایی تولیدمثل می‌نمایند و این حالت تنها در شرایط کمبود مواد غذایی به تولیدمثل جنسی با ظهور جنس نر و تولید تخم زمستانه (Resting eggs) تغییر می‌یابد. دافنی ماگنا (*Daghnia magna*) از گونه‌های مهم کلادوسرها بوده و به علت تولیدمثل به روش بکرزایی جمعیت آن به سرعت افزایش می‌یابد (۲۴). تولید و نگهداری جمعیت متراکمی از دافنی که دارای پروتئین بالایی است می‌تواند به عنوان یک منبع غذایی با کیفیت بالا برای تولید تجاری تعداد زیادی از موجودات آبزی پرورشی مخصوصا ماهی مورد استفاده قرار گیرد (۱۸ و ۲۴). با توجه به موارد اشاره شده در فوق و همچنین نقش اساسی دافنی‌ها در کنترل فیتوپلانکتونها، تولید و کنترل جمعیت آنها در دریاچه، استخرهای پرورشی و آب بندانها و علی الخصوص نقش کلیدی کلادوسرهای بزرگ فیلترکننده و همچون دافنی روی بیومس جلبکی، چرخه مواد غذایی و ساختمان فیتوپلانکتون در اکوسیستم-های آبی بر آن شدیم که این تحقیق را در ارتباط با میزان بلعیدن، فیلتراسیون و تغذیه دافنی ماگنا از جلبکهای آنابنافلوس–آکوا و اسیلاتوریا آفریکانوم بررسی نمائیم.

مواد و روشها

در این تحقیق جلبکهای سبز آبی آنابنافلوس–آکوا (*Anabaena flos-aquae*) و اسیلاتوریا آفریکانوم (*Oscillatoria africanum*) مورد استفاده قرار گرفت. این جلبکها بصورت مجزا در ظروف کشت ۵۰۰ میلی لیتری حاوی محلول کشت نظیر Z-8 و یا BG-11 کشت و در شرایط آزمایشگاهی با رژیم نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی، دمای استاندارد ۲±۲۲ درجه سانتیگراد و pH ۷/۲ تا ۷/۵ نگهداری شدند (۱۹). گونه دافنی ماگنا

Archive of SID

www.SID.ir

(*Daghnia magna*) که از کلادوسرهای مهم است، در تحقیق حاضر به عنوان زئوپلانکتون فیلترکننده از جلبکهای مذکور مورد استفاده قرار گرفت. قبل از شروع آزمایش دافنی‌ها در آکواریومهای ۲۰ لیتری حاوی آب فاقد کلر قرار گرفتند و روزانه خصوصیات زیستی آنها (میزان بقاء، میزان تحرک، رشد) تحت کنترل قرار گرفت. قبل از شروع آزمایش در ۵ عدد بشر استریل حاوی آب فاقد کلر، تعدادی دافنی ماگنا با سایز بزرگ و تقریبا هم اندازه انتقال داده شد. سپس مقدار غلظت جلبک محاسبه شده برای هر تیمار را به ظروف حاوی آب فاقد کلر که قبلاً به منظور هم دما شدن در آزمایشگاه قرار گرفته بود، اضافه گردید. نحوه محاسبه میزان جلبک برای هر تیمار بدین شرح بود که ابتدا با استفاده از روش لگاریتمیک میزان جلبک مورد نیاز برای هر تیمار بین غلظتهای ۳ تا ۱۲ میلی گرم در لیتر محاسبه شد. این میزان با متوسط تراکم فیتوپلانکتونهای موجود در شرایط طبیعی مانند استخرها و دریاچه‌ها تقریبا مشابه است به نحوی که میتوان نتایج حاصله را با شرایط طبیعی مقایسه نمود. پس از محاسبه، حجم جلبک مورد نیاز برای هر تیمار بترتیب ۳، ۴/۲۵، ۶، ۸/۵ و ۱۲ میلی گرم در لیتر بدست آمد. در ادامه بمنظور تعیین غلظت مورد استفاده از هر جلبک، یک عدد فیلتر ۰/۴۵ میکرون (که به مدت ۲ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار گرفته بود) وزن کرده و سپس ۱۰ میلی لیتر از جلبک مورد نظر موجود در محیط کشت را برداشته و به کمک وکیوم از فیلتر عبور داده و فیلتر را مجدد در آون خشک نموده و وزن آن یادداشت شد. در نهایت با استفاده از تفاضل وزن خشک اولیه و ثانویه فیلتر، میزان غلظت جلبک در هر میلی لیتر محاسبه و با ضرب عدد بدست آمده در میزان غلظت جلبک مورد نیاز در هر تیمار که با روش لگاریتمیک قبلا محاسبه گردیده بود، غلظت جلبک مورد نیاز در هر ارلن بدست آمد. سپس جهت فیکس کردن نمونه‌ها به هر یک از لوله‌های آزمایش ۱ میلی لیتر فرمالین ۴ درصد اضافه شد. به هر یک از تیمارها تعدادی دافنی اضافه نموده و آنها ار روی دستگاه مخصوصی که دارای یک صفحه مدور بوده که توسط یک محور افقی به یک الکتروموتور متصل شده، نصب نمودیم. چرخش صفحه مدور مانع از ته نشین شدن جلبکها شده و سبب می‌شود تا دائما در دسترس دافنی‌ها باشند. ۲ میلی لیتر از نمونه ها را در محفظه‌های شمارش ۲ میلی لیتری ریخته و پس از ۲۴ ساعت که جلبکها کاملا رسوب نمودند، نمونه‌های قبل و بعد از آزمایش با میکروسکوپ شمارش شدند. آزمایش هر جلبک در ۳ تکرار انجام شد و پس از محاسبه تعداد سلول در قبل و بعد از هر آزمایش، از تعداد سلولها در قبل و بعد از هر آزمایش بطور مجزا میانگین گرفته و از روی میانگین تعداد سلول در ۳ تکرار و از طریق اختلاف میزان جلبک در قبل و بعد از آزمایش، میزان فیلتر کردن (F; µ/ind/h)، بلعیدن (I; cell/ind/h) و تغذیه (mg/ind/h) دافنی ها با استفاده از (Gauld, 1951) محاسبه گردید و از روابط زیر استفاده شد.

$$1- \quad F=V(\ln C0-\ln Ct)/nt-A$$

$$2- \quad A=\ln C0-\ln Ct/t$$

$$3- \quad I = F \sqrt{C0 * C t}$$

$$4- \quad SGR = (\ln Nt - \ln N0)/t \text{ (Krebs, 1985)}$$

در رابطه ۱: F میزان فیلتر کردن، C0 و Ct بترتیب غلظت اولیه و نهایی جلبک (سلول در میکرولیتر)، V حجم آب محتوی هر تیمار (میلی لیتر) و n تعداد دافنی در هر تیمارو همچنین t زمان اجرای آزمایش بر حسب ساعت و A ضریب تصحیح می باشد.

در رابطه ۲: A ضریب تصحیح برای تغییرات حاصله در شاهد با غلظتهای نهایی Ct پس از زمان t می باشد.

در رابطه ۳: عبارت $\sqrt{C0 * C t}$ میانگین هندسی غلظت جلبک در مدت زمان t ، F میزان فیلتر کردن و I میزان بلعیدن می باشد.

در رابطه ۴: SGR نرخ رشد ویژه (Specific growth rate)، Nt: تراکم نهایی دافنی بعد از دوره پرورش (بر حسب

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد در میلی لیتر)، N0: تراکم اولیه دافنی (بر حسب تعداد در میلی لیتر)، t: دوره پرورش (۱۰ روز). جهت محاسبه این شاخص روزانه ۲ تا ۳ نمونه ۱ میلی لیتری از هر ظرف نمونه برداشته و میزان آن تخمین زده شد (۱۵).

جهت تعیین فاکتور خوش خوراکی جلبکها برای دافنی در این آزمایشات از تقسیم میزان تغذیه دافنی از یک جلبک در سطوح مختلف غذایی، بر میزان تغذیه از جلبک دیگر و در همان سطوح، این شاخص نیز محاسبه گردید (۲۹).

جهت آنالیز آماری اطلاعات، ابتدا نرمالیته داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف-اسمیرنف بررسی گردید. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف در هر یک از فاکتورهای مورد بررسی (نرخ فیلتر کردن، بلعیدن و تغذیه، نرخ رشد ویژه و بازماندگی دافنی ها) از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد از نرم افزار SPSS استفاده شد.

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص های تغذیه ای دافنی ها در اثر تغذیه با جلبک های سبزآبی

جلبک	غلظت جلبک(mg/l)	تراکم دافنی (ind/ml)	نرخ فیلتر کردن (µl/ind/h)	میزان بلعیدن (cell/ind/h)	میزان تغذیه (mg/ind/h)	میزان خوش خوراکی جلبک
اسیلاتوریا افریکانوم	۳	۵۲۶۱۳	۴۳۵±۴۷ a	۱۸۵۶۹±۶۲۲ a	۰/۴±۰/۰۲ a	۱/۴۲±۰/۳a
	۴/۲۵	۷۱۱۰۵	۴۲۸±۴۲/۵ a	۱۲۳۸۶±۵۸۵ a	۰/۲۷±۰/۰۲ a	۱/۱±۰/۲a
	۶	۹۲۶۸۶	۲۹۵±۲۴ a	۱۱۸۶۰±۵۹۶ a	۰/۲۶±۰/۰۱ a	۱/۱۴±۰/۲a
	۸/۵	۱۳۸۱۱۲	۱۷۷±۲۵ b	۱۱۲۲۳±۵۷۹ b	۰/۲۴±۰/۰۱ b	۰/۹۶±۰/۰۴b
	۱۲	۲۲۴۲۸۶	۱۰۰±۱۷/۷ b	۱۰۶۸۳±۴۹۲ b	۰/۲۳±۰/۰۱ b	۰/۹۶±۰/۰۵b
آنابنا فلوس- آکوا	۳	۲۶۰۵۵۲	۷۹۸±۶۰/۲ a	۷۰۸۶۱±۹۹۲ a	۰/۲۸±۰/۰۳ a	۱/۳۱±۰/۲a
	۴/۲۵	۳۶۰۲۹۲	۴۸۲±۴۶/۳ a	۶۸۸۶۹±۸۸۵ a	۰/۲۷±۰/۰۳ a	۱/۰۳±۰/۲a
	۶	۴۹۸۹۲۷	۳۰۲±۳۵/۹ a	۶۵۱۶۶±۷۵۵ a	۰/۲۶±۰/۰۱ a	۱/۱±۰/۳a
	۸/۵	۶۳۶۴۵۷	۲۱۷±۲۲/۸ b	۶۲۲۱۹±۷۱۲ b	۰/۲۵±۰/۰۱ b	۰/۹۶±۰/۰۴b
	۱۲	۸۸۰۲۳۴	۱۲۳±۲۲/۳ b	۵۱۰۲۰±۶۵۲ b	۰/۲±۰/۰۱ b	۰/۹۵±۰/۰۵b

* حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود تفاوت معنی دار بین تیمارها می باشد ($P<0.05$).

** اعداد بصورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند.

نتایج

جدول ۱ و ۲ مقایسه میانگین‌های برخی شاخصهای تغذیه ای و رشد دافنی‌های تغذیه شده با دو جلبک سبز آبی آنابنافلوس-آکوا و اسیلاتوریا آفریکانوم را نشان می دهند. حداکثر تراکم جمعیت دافنی‌ها بطور معنی‌داری تحت تاثیر نوع جلبک قرارداشت ($P<0.05$). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که حداکثر میانگین تراکم دافنی‌ها ind/ml ۲۲۴۲۸۶ و ind/ml 880234 بترتیب زمانی که با جلبک اسیلاتوریا افریکانوم و آنابنا فلوس-آکوا تغذیه شدند، مشاهده گردید.

همچنین میزان فیلتر کردن، بلعیدن و تغذیه دافنی ماگنا از جلبک های سبز آبی با افزایش غلظت آنها بطور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰.۰۵$). بطوری که حداکثر مقدار این شاخصها (بترتیب ۷۹۸ ±۶۰/۲، ۷۰۸۶۱±۹۹۲ و ۰/۴±۰/۰۲) در غلظت ۳ میلی گرم در لیتر و حداقل مقدار آنها (بترتیب ۱۰۰± ۱۷/۷، ۱۰۶۸۳±۴۹۲ و ۰/۲±۰/۰۱) در

Archive of SID
www.SID.ir

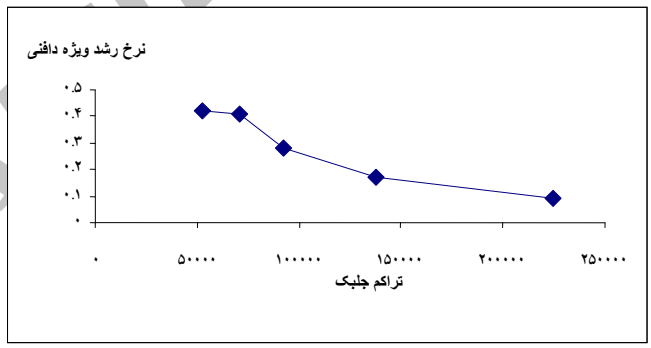
غلظت ۱۲ میلی گرم در لیتر مشاهده گردید. حداکثر نرخ رشد ویژه (Specific Growth Rate) دافنی‌ها (۰/۵±۰/۰۲) در اثر تغذیه با جلبک آنابنا فلوس- آکوا (در غلظت ۴/۲۵ میلیگرم در لیتر) مشاهده شد ($P<0.05$) و میزان بازماندگی دافنی‌ها در بین تغذیه با دو جلبک مذکور، اختلاف معنی داری وجود نداشت ($P>0.05$).

همچنین، بین داده‌های بدست آمده از تراکم جلبک و نرخ رشد ویژه دافنی یک رابطه رگرسیونی ترسیم گردید که نشان دهنده رابطه معکوس بین آنها بود و همانطور که در نمودارهای ۱ و ۲ مشاهده می گردد با افزایش تراکم جمعیت دافنی‌ها از میزان نرخ رشد ویژه آنها کاسته می شود.

جدول ۲ – مقایسه میانگین شاخص های نرخ رشد ویژه و درصد بازماندگی دافنی های تغذیه شده با جلبکهای سبز آبی

جلبک	غلظت جلبک (mg/l)	نرخ رشد ویژه دافنی (SGR)	بازماندگی دافنی (درصد)
اسیلاتوریا افریکانوم	۳	۰/۴۱±۰/۰۳ b	۹۵/۰۶±۱/۸ a
	۴/۲۵	۰/۴۲±۰/۰۳ a	۹۲/۷۵±۲/۰۳ a
	۶	۰/۳۲±۰/۰۲ b	۹۲/۶±۶/۸ a
	۸/۵	۰/۲۷±۰/۰۱ c	۹۱/۳۱±۲/۴۸ a
	۱۲	۰/۲۳±۰/۰۱ c	۸۸/۵۶±۲/۶۷ a
آنابنا فلوس- آکوا	۳	۰/۴۶±۰/۰۲ b	۹۳/۴۳±۲/۲ a
	۴/۲۵	۰/۵±۰/۰۲ a	۹۳±۳/۲ a
	۶	۰/۴±۰/۰۱ b	۹۱/۳±۲/۴ a
	۸/۵	۰/۳۱±۰/۰۱ c	۸۶/۸±۲/۳ a
	۱۲	۰/۲۹±۰/۰۱ c	۸۵/۳±۲/۷ a

* حروف انگلیسی متفاوت بیانگر وجود تفاوت معنی دار بین تیمارها می باشد ($P<0.05$). ** اعدا بصورت میانگین±انحراف معیار بیان شده اند.

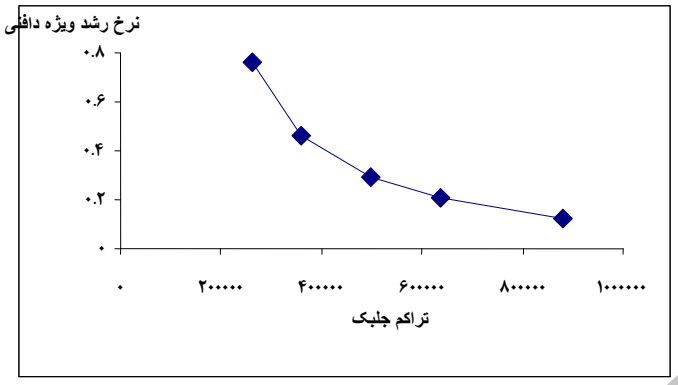


نمودار ۱ – رابطه بین تراکم جلبک اسیلاتوریا افریکانوم و نرخ رشد ویژه و دافنی ها

بحث

با توجه به اهمیت غذای زنده در تکثیر و پرورش لارو انواع آبزیان، پرورش انواع مختلفی از غذاهای زنده مانند دافنی، آرتمیا، روتیفر و سیکلوپس بسیار مورد توجه واقع شده است. لذا جهت پرورش چنین موجوداتی و حتی لارو بسیاری از سخت پوستان در مراحل ابتدایی، دسترسی به انواع جلبکهای تک سلولی یک امر حیاتی می باشد (۱۷).

Archive of SID
www.SID.ir



نمودار ۲ – رابطه بین تراکم جلبک آنابنافلوس-آکوا و نرخ رشد ویژه و دافنی ها

رفتار تغذیه‌ای دافنی‌ها بصورت فیلترفیدر غیر انتخابی می باشد (۱۰ و ۲۷) ولیکن در مورد ذرات بزرگتر بصورت انتخابی عمل می نمایند بطوری که اندازه مطلوب غذا در حدود ۱۸ میکرومتر (ترجیحاً کوچکتر از ۳۰ میکرومتر و حداکثر آن ۴۰ میکرومتر) است (۱۳ و ۲۰).

نتایج تحقیقات محققین در رابطه با تغذیه زئوپلانکتونها از جلبکهای سبز آبی متفاوت است بطوری که برخی معتقدند جلبکهای رشته‌ای منبع غذایی مناسبی در جهت افزایش رشد و تولیدمثل دافنی هستند (۷). ولیکن برخی از محققین عقیده دارند که مزاحمتهای مکانیکی سیانوباکترهای رشته‌ای یکی از دلایل اصلی نامناسب بودن آنها در تغذیه زئوپلانکتونهای علفخوار است (۲۲). همچنین اشاره شده که تعدادی از گونه‌های سیانوباکترهای رشته‌ای بدلیل دارا بودن برخی از پپتیدهای سمی ممکن است برای تغذیه دافنی نامناسب باشند (۵ و ۱۸). در این میان نتایج حاصل از تحقیق حاضر در خصوص تغذیه دافنی ماگنا از جلبک های سبز-آبی آنابنافلوس-آکوا و اسیلاتوریاآفریکانوم که در جدول ۱ آمده است، بیانگر این نکته می باشد که میزان فیلتر کردن، بلعیدن و تغذیه دافنی ماگنا از دو جلبک مذکور به تدریج با افزایش غلظت جلبک به عنوان ماده غذایی از اولین سطح تغذیه‌ای (۳ میلی گرم در لیتر جلبک) تا بالاترین سطح تغذیه‌ای در نظر گرفته شده (۱۲ میلی گرم در لیتر جلبک) به تدریج کاهش می‌یابد و این دو جلبک در غلظت‌های بالای غذایی بخوبی مورد تغذیه دافنی ماگنا قرار نمی‌گیرند. اگرچه در اولین سطح تغذیه‌ای میزان فیلتر کردن، بلعیدن و تغذیه نسبت به غلظتهای بالاتر بهتر و بیشتر صورت می‌گیرد، اما به علت مزاحمتهای مکانیکی سیانوباکترهای رشته‌ای و نیز بدلیل داشتن ترکیبات سمی و یا عدم خوش خوراکی این جلبکها برای تغذیه دافنی ماگنا،اینها جهت تغذیه زئوپلانکتونهای علفخوار نامناسب می‌باشند بطوریکه بر اساس مطالعات برخی محققین مشکل اصلی ممکن است در شکسته شدن کلنیها یا رشته‌های سیانوباکترها باشد که قابل شکسته شدن بوسیله دستگاه فیلترکننده زئوپلانکتون نبوده و این امر از دلائل عمده نامناسب بودن این گروه است (۱۶ و ۲۳). با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر نیز می توان بیان نمود که تراکم زیاد سیانوباکتریها بدلیل داشتن رشته‌های بلند موجب اختلال در فیلترکردن جلبک و در نتیجه بلعیدن و تغذیه آنها توسط دافنی می‌گردد که در این مورد نتایج مشابهی توسط دیگر محققین نیز ارائه شده است (۱۶، ۱۸ و ۲۳). بطوری که این محققین نیز کاهش نرخ فیلتراسیون جلبک توسط دافنی را در تراکم های بالا مشاهده و وجود تراکم بالای جلبکهای سبز آبی را برای دافنی‌ها مضر اعلام نمودند (۱۴). بین تراکم جمعیت و نرخ افزایش جمعیت

Archive of SID

www.SID.ir

دافنی ارتباط معکوسی را ثبت نمودند، همینطور (۱) چنین رابطه ای را برای روتیفر (*B. calyciflorus*)، (۲۵)و روتیفر *B. patulus* مشاهده نمودند.

در منابع مختلف تراکم‌های متفاوتی در استفاده از جلبکهای تک سلولی گزارش شده است. بطور مثال (۶). رقم ۱۸ میلیون در میلی لیتر جلبک تک سلولی دونالیلا را برای کشت مناسب دافنی در آزمایشگاه پیشنهاد دادند. در مطالعه دیگری که بر روی تغذیه روتیفر انجام شده بود، رقم ۷۰۰×۱۰^{۳} تا ۱۰۶ سلول در میلی لیتر برای ۳ گونه جلبک *Cholorella sp.* ، *Nannochloropsis sp.*و *Isochrysis sp.* استفاده شد (۴). همچنین برای تغذیه روتیفر (*Brachionus plicatilis*) در۱۰ روز ابتدایی به تعداد $۵-۱۰\times۱۰^{۳}$ جلبک تک سلولی نانوکلروپسیس مورد استفاده قرار گرفت (۲۶)،(۳). جهت دستیابی به بهترین تراکم رشد روتیفرها (*Brachionus plicatilis*) را در سه سطح تغذیه جلبکی (تغذیه) منحصراً با *Chlorella*، تغذیه منحصراً با *Nannochloropsis* و تغذیه با ترکیب *Chlorella* و *Nannochloropsis*، مورد آزمایش قرار دادند و مشاهده نمودند که روتیفرها در تیمار تغذیه با ترکیب *Chlorella* و *Nannochloropsis* بیشترین تراکم را نشان دادند.

مطالعات مختلفی نشان می دهد که نرخ رشد یک متغیر حساس بوده و تحت تاثیر عوامل زیستی و غیرزیستی قرار می گیرد (۸). در مطالعه حاضر، نرخ رشد مشاهده شده برای دافنی‌ها از ۰/۲۳ تا ۰/۵ بر حسب نوع جلبک متغیر بود که این میزان در دامنه رشد مشاهده شده برای اکثر زئوپلانکتونها می باشد (۲۱ و ۲۵).

همچنین ذکر این نکته ضروری است که سیانوباکترها در غلظتهای بالا سبب ایجاد اختلالاتی در میزان فیلترکردن دافنی‌ها از طریق پوشیده شدن آنتن‌های آنها می‌گردند. بنابراین در شکوفائی‌های جلبکی که بوسیله جلبکهای سبز آبی در برخی از اکوسیستم‌ها پدید می‌آیند، دافنی قادر به کنترل بیولوژیکی آنها نمی‌باشد، اگر چه در غلظت‌های کم قادر به تغذیه از این جلبکها می باشد. که در اینگونه مواقع جهت کنترل شکوفایی جلبکی می‌توان از سایر آبزیان فیلترکننده نظیر سیلور کارپ (*Hypophthalmichthys molitrix*) استفاده نمود. نتایج تحقیق حاضر بمنظور تعیین خوش خوراکی این دو جلبک برای تغذیه دافنی ماگنا نشان داد که در غلظتهای ۳، ۴/۲۵ و۶ میلی‌گرم در لیتر جلبک، جلبک سبز آبی اسیلاتوریا آفریکانوم بین ۱/۱ تا ۱/۴۲ برابر خوش خوراک‌تر از آنابنافلوس-آکوا می‌باشد و در غلظتهای ۸/۵ و ۱۲ میلی‌گرم در لیتر جلبک بعنوان ماده غذایی، میزان خوش خوراکی این دو جلبک سبز آبی جهت تغذیه دافنی ماگنا برابر می باشد.

منابع

۱. احمدی فرد، ن.، عابدیان کناری، ع.، فلاحی کپور چالی، م.، (۱۳۸۶). مقایسه رشد و ترکیب اسید چرب روتیفر آب شیرین *Brachionus calyciflorus* تغذیه شده با دو جلبک سبز *Chlorella sp.* و *Scenedesmus obliquus*. مجله علمی شیلات ایران. سال شانزدهم، شماره ۴. صفحات: ۲۶-۱۵.

۲. لالوئی، ف.، روشن طبری، م.، روحی، ق.، تکمیلیان، ک.، مخلوق، آ.، گنجیان، ع.، رستمیان، م.ت.، فلاحی، م.، محمدجانی، ط.، سبک آرا، ج.، تهامی، ف.، مکارمی، ع.، میرزاجانی، ع.ر.، کیهان ثانی، ع.ر. و واحدی، ف.، (۱۳۸۳). هیدرولوژی و هیدروبیولوژی و آلودگی های زیست محیطی اعماق کمتر از ۱۰ متر حوضه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی دریای خزرساری. صفحه۴۲۰.

۳. عبدالهی فینی، ح.، یحیوی، م.، سالار زاده، ع.، فروغی فرد، ح.، معزی، م.، اکبرزاده، غ.، (۱۳۸۹). تاثیر دما و تغذیه جلبکی بر تراکم روتیفر *Brachionus plicatilis* در شرایط آزمایشگاهی. مجله آبزیان و شیلات. سال اول، پیش شماره ۳. صفحات: ۶۲ تا ۶۹.

4. Abdul-Elah, K.M. Al., Almatar, S., Abu-Rezq, T. and James, C.M. (2001). Development of hatchery technology for the silver pomfret *Pampus argenteus* (Euohrasen): Effect of

Archive of SID
www.SID.ir

microalge species on larval survival. Aquaculture Research. Vol. 32, PP: 849-860.

5. Carmichael, W.W. and Falconer, I.R. (1992). Disease related to freshwater algal blooms. Inalgal toxins in sea food and drinking water, (ed) Falconer, I.R. London: Academic Press.
6. Coutteau, P., Brendonck, L., Lavens, P. and Sorgeloos, P. (1992). The use of manipulated baker's yeast as an algal substitute for the laboratory culture of Cladicera. Hydrobiologia. Vol. 234, PP: 25-32.
7. Culver, D.A. (1988). Plankton ecology in fish hatchery ponds in Narrandera, New Australia. Verhandlungen. International vereinigung fur theoretische and angewndte limnology. Vol. 23; PP: 1085-1089.
8. Flores-Burgos, J., Sarma, S.S.S. and Nandini, S. (2003). Population growth of zooplankton (Rotifers and Cladocerans) fed *Chrorella vulgaris* and *Senedesmus acutus* in different proportions. Acta hydrochim. Hydro- Boil. Vol. 31, PP: 240-248.
9. Gauld, T. (1951). The grazing rate of planktonic copepods. J. Mar. boil. Assoc. U.K. 26. PP: 695-706.
10. Gliwicz, Z.M. and Lampert, W. (1990). Food Thresholds in Daphnia Species in the Absence and Presence of Blue-Green Filaments. Ecology 71, PP: 691–702.
11. Herzing, A. (1987). The analysis of planktonic rotifer population: A plea for long term investigation. Hydrobiologia. Vol. 147, PP: 163-180.
12. Horn, W. (1981). Phytoplankton grazing in the drinking water reservoir. Int. Rev Ges. Hydrobiology. 66, PP: 787 – 810.
13. Jeon, J., Sung Ra, J., Hong Lee, S., Lee, M., Yu, S. and Don Kim, S. (2010). Role of food and clay particles in toxicity of copper and diazinon using *Daphnia magna*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 73, PP: 400–406.
14. Kerfoot, W.C., Demott, W.R. and Levitan, C. (1985). Non-linearities in competitive interaction: Compenent variables or system response? Ecology, Vol. 66, PP: 959-965.
15. Krebs, C.J. (1985). Ecology. The experimental analysis of distributation and abundance, 3rd edn. Harper and Row, New York, USA. 789P.
16. Lampert, W. (1977). Studies on the carbon balance of *Daphnia pulex* De Geer as related to environmental problems. The dependence of carbon assimilation on animal size, temperature, food concentration and diet spices. Arch. Hydrobiol., Suppl. 48(3-4), PP: 310-335.
17. Lavense, P. and Sorgeloss, P. (1996). Manual on use and production and use of live food aquaculture and Artemia Reference Center, University of Ghent, Belgium, Published by FAO.
18. Mahdinejad, K, and Ordog, V. (1996). Studies on feeding value of selected Algal species for filter feeding fish and zooplankton. Thesis submitted to the Hungarian Academy of Scienes for the candidate of sciences (Ph .D .Degree). pp:113.
19. Miller, W.E., Greene, J.C. and Shyroyama, T. (1978). The *Selenastrum capricornuutm* Printz algal assay bottle test. U.S.EPA Rep. EPA600/PP:9-78.
20. Muller Navarra, D. and Lampert, W. (1996). Seasonal patterns of food limitation in Daphnia galeata: Separating food quantity and food quality effects. J. Plankton Res. 18, PP: 1137–1157.
21. Nandini, S. and Sarma, S.S.S. (2000). Life table demography on four cladoceran species in density. Hydrobiologia. Vol. 435, PP: 117-126.
22. Peters, R.H. (1987). Daphnia culture. Memorie dell istituto italiano di Idrobiologia (Dott. Marco De March), Pallanza, Ist. Ital. Idrobiol. 45, PP: 483-495.
23. Porter, K.G. and Orcutt, J.D. (1980). Nutritional adequacy, manageability, and blue-green algae for Daphnia. Am. Soc. Limnol. Oceanogr. Spec. Symp. 3, PP: 268-281.
24. Proulx, D. and La Noue, De. (1985). Growth of *Daphnia magna* on urban wastewater tertiarily treated wiyh Scenedesmus sp. Aquacul. Engin. Vol. 4. PP: 93-111.
25. Sarma, S.S.S., Larios Jurado, P.S. and Nandini, S. (2001). Effect of three food types on the population growth of *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus patulus* (Rotifer: Brachionidae). Rev. Biol. Trop., vol. 49, No. 1, PP: 77-84.
26. Shahin, T. (2001). Larval rearing of Black Sea Turbut, *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758) under laboratory condition. Turkish Journal of Zoology. Vol. 25, PP: 447-452.
27. Stibor, H. and Navarra, D.M. (2000). Constraints on the Plasticity of *Daphnia magna* Influenced by Fish-Kairomones. Funct. Ecol. 14. PP: 455-459.

Archive of SID

www.SID.ir

28. Wetzel, R.G. (1983). Limnology. 2nd Edition. CBS College publishing, Philadelphia, USA. PP: 125-320.

29. Xuwang, Y., Shasha, Z., Jian, H. and Pengfei, L. (2011). Effects of food quality and starvation on the optimal foraging behavior of *Daphnia magna* (Cladocera). Acta Ecologica Sinica 31, PP: 328–333.

Function of blue-green algae, *Anabaena flos-aquae* and *Oscillatoria africanum on* feeding behavior of *Daphnia magna*

Piri H. and Enayat Gholampoor T.

Inland Aquatic Stocks Research Center Gorgan, I.R. of IRAN.

Abstract

The *Daphnia magna* is a promising candidate for feeding freshwater fish larvae in cultural media. In this research, the effect of two Cyanophycae strain (*Anabaena flosaquae* and *Oscillatoria africanum*) on ingestion, filtration rate and feeding behavioral of *Daphnia magna* were investigated. Exposure was down at the same condition in three replications. Rate of filtration, ingestion and feeding of *Daphnia magna* from two investigated Cyanophycae strain were measured according to Gauld equation (1951). The results shown that with increasing of food concentration (Cyanophycae strains), filtration, ingestion and feeding rate of *Daphnia magna* significantly decreased ($P<0.05$). Maximum of these indices (798±60.2, 70861± 992 and 0.4±0.02 respectively) in 3 mg/lit and minimum of mentioned parameters (100±17/7, 10683±492 and 0.2±0.01 respectively) were observed in 12 mg/lit. It means that Daphnia not able to filtered filamentous Cyanophycae makes some difficulty in filtration system of Daphnia, especially in high concentrations. The maximum of specific growth rate (SGR) (0.5±0.02) was observed in feeding with *Anabaena flosaquae* (in 4.25 mg/l) ($P<0.05$), and survival rate of *Daphnia magna* not difference among mentioned algae ($P>0.05$). According to the results can conclude that it is difficult to use *Daphnia magna* biological control of algal bloom in fresh water.

Keywords: *Daphnia magna*, *Anabaena flos-aquae*, *Oscillatoria africanum*, Ingestion Rate, Feeding

Archive of SID

www.SID.ir