# بررسی میزان مواد مغذی، تولیدات اولیه BOD و COD در استخرهای کشت توأم کپور ماهیان چینی با کاربرد کود آلی

**عباسعلی استکی**

**مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام جهاد سازندگی استان اصفهان، صندوق پستی : ۱۱۴-۸۱۷۸۵**

**تاریخ دریافت : دی ۱۳۷۷ تاریخ پذیرش : مهر ۱۳۷۸**

## چکیده

در ستون آب استخرهای مورد آزمایش غلظت کل آمونیاک محلول ۰ تا ۱۰۵۰، نیتروژن کل معدنی ستون آب ۱۸۷ تا ۱۰۹۳، فسفات ۰ تا ۸۸ و کربن آلی کل ۱۳۰ تا ۵۴۱۰ میکروگرم در لیتر اندازه‌گیری شد. در طول دوره پرورش میزان نیتروژن کل، فسفر کل و کربن آلی کل رسوب به ترتیب ۰/۷ تا ۱/۹، ۰/۰۶۲ تا ۲/۰۵ و ۴۹/۷۱ تا ۱۳۰ میلی‌گرم بر گرم در نوسان بود. دامنه تغییرات تولیدات اولیه ۰/۹۸ و ۸/۹ گرم کربن در متر مربع در روز و COD و BOD به ترتیب ۱۱ تا ۱۰۹ و ۰/۴ تا ۱۶/۳۵ میلی‌گرم در لیتر اکسیژن اندازه‌گیری شده‌اند.

نتایج نشان داد که علی‌رغم کاربرد کود آلی به میزان ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در روز استخرهای مورد آزمایش با ترکیب و تراکم گونه‌ای مناسب توان هضم بار کربن آلی و نیتروژن و فسفر همراه با کود را داشتند. در اکثر استخرها میزان کربن آلی کل و فسفر در رسوب در انتهای دوره نسبت به اوایل دوره پرورشی افزایش یافت که مبین تجمع این مواد در رسوبات است. بدلیل همبستگی COD و BOD با سایر عوامل شیمیایی محیطی به نظر می‌رسد علاوه بر تولیدات اولیه از این عوامل نیز می‌توان بعنوان شاخص کوددهی در استخرهای پرورش ماهی استفاده نمود.

**لغات کلیدی :** مواد مغذی ـ BOD ـ COD ـ کپور ماهیان چینی

## مقدمه

فلسفه کشت توأم ماهیان بر این اساس استوار است که یک گونه ماهی به تنهایی نمی‌تواند از تمامی تولیدات طبیعی استخر که به سطوح مختلف هرم غذایی تعلق دارند استفاده نماید. لذا جهت استفاده بهینه از سطوح مختلف زنجیره غذایی گونه‌های مختلف ماهی را با عادات غذایی متفاوت بطور همزمان پرورش می‌دهند. بعلاوه این گونه‌ها به طریقی انتخاب می‌شوند که با یکدیگر همیاری داشته و حضور هر کدام موجب رشد و تقویت گونه‌های دیگر بشود. براساس نظریه‌های کشت توأم کپور ماهیان چینی چهار گونهٔ اصلی، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (همه‌چیزخوار)، کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys militrix*) (فیتوپلانکتونخوار)، کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) (زئوپلانکتونخوار) و ماهی آمور (*Ctenopharyngodon idella*) (علفخوار) بطور همزمان پرورش داده می‌شوند تا از پدیده همیاری و منابع موجود در سطوح مختلف غذایی به نحو احسن استفاده شود (Ling , 1974 ; Chang , 1987). در مناطق و کشورهای مختلف جهان و برحسب تقاضای بازار یکی از گونه ماهیهای فوق‌الذکر بعنوان ماهی اصلی قلمداد شده و تغذیه دستی می‌شود و ۳ گونه دیگر ماهی‌های همراه را تشکیل می‌دهند و از پدیده همیاری و تولید طبیعی استخر استفاده می‌نمایند. معمولاً ماهی کپورمعمولی در اروپای مرکزی، ماهی آمور در چین و ماهی فیتوفاگ در کشورهای گرمسیری، مانند ایران، ماهی اصلی پرورشی هستند. چنانچه ماهی فیتوفاگ ماهی اصلی باشد معمولاً حدود ۶۰ درصد تراکم گونه‌ای را تشکیل داده و به منظور افزایش تولیدات طبیعی به استخرها کودآلی و شیمیایی متناسب با وضعیت استخر افزوده می‌شود. در تئوری قدیمی کشت توأم فرض بر آنستکه کودها در محیط آب توسط میکروبها تجزیه شده و مواد مغذی مانند نیترات، فسفات و غیره تولید می‌نمایند که موجب افزایش تولیدات اولیه فیتوپلانکتونها شده و انرژی حاصله توسط مصرف کنندگان اولیه به سطوح بعدی هرم غذایی منتقل می‌شود. فیتوپلانکتونها تولیدکنندگان اولیه هستند و ماهی فیتوفاگ، زئوپلانکتونها و بنتوزها مصرف کنندگان اولیه را تشکیل می‌دهند. ماهی‌های کپور معمولی و کپورسرگنده نیز مصرف‌کنندگان ثانویه هستند که کم و کیف تغذیه آنها متناسب با میزان بیوماس غذای زنده موجود در سطح غذایی مربوطه می‌باشد (وایناروویچ ، ۱۳۶۵). در سالهای بعد دانشمندان متعددی از جمله Spataru *et al.* (1983) در طی تحقیقات خود به این نتیجه

رسیدند که ماهیان فیتوفاگ، سرگنده و کپور در ارتباط با ذرات معلق در آب قدرت انتخاب قابل ملاحظه‌ای ندارند و با فیلتر کردن آب و متناسب با ابعاد چشمه‌های فیلترهای خود ذرات جاندار (فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون) و ذرات بی‌جان (دتریتوس‌ها) معلق در ستون آبرا فیلتر کرده و مورد تغذیه قرار می‌دهند. بر اساس این نظریه‌ها از کاربرد کود آلی تازه و کود شیمیایی در استخرها خودداری شد و بجای آن از کودآلی پوسیده شده در محیط بی‌هوازی استفاده گردید (Fermented manure) تا تراکم ذرات در اندازه‌های مختلف در ستون آب و در نهایت غذای مورد نیاز هر سه گونه‌های فوق تأمین شود (Olah , 1985 ; Olah , 1986 ; Moav *et al.*, 1977). هدف از این تحقیق استفاده از سیستم کشت توأم با تراکم بالا و محوریت ماهی فیتوفاگ همراه باکاربرد کودآلی پوسیده و تأثیر این عوامل بر مواد مغذی در ستون آب و رسوب و تولیدات اولیه می‌باشد.

## مواد و روشها

آزمایش در طول دوره پرورشی سال ۱۳۷۶ (۷۶/۲/۲۵ - ۷۶/۷/۲۵) در ۵ استخر خاکی (از شماره ۱ تا ۵) با مساحت هر استخر حدود ۱۰۰۰ مترمربع و عمق متوسط ۱ متر واقع در مرکز تکثیر و پرورش آبزیان اصفهان انجام گرفت. استخرها در اواسط زمستان کاملاً خشک و در تاریخ ۷۶/۲/۱۵ آهک‌پاشی و با آب چاه آبگیری شدند. موارد مربوط به مدیریت استخرها بطور خلاصه در جدول شماره ۱ توضیح داده شده است. جهت کوددهی استخرها از کود گاوی پوسیده شده در محیط بی‌هوازی (Fermented cow manure) به میزان روزانه ۱۰۰ کیلو در هکتار در استخرهای شماره ۱ و ۲ و ۱۵۰ کیلو در هکتار در استخرهای شماره ۳، ۴ و ۵ استفاده شد. تراکم ماهی، در استخرهای شماره ۱ و ۲ به میزان ۱۰۴۰۰، در استخرهای ۳ و ۴ به میزان ۱۴۹۰۰ و در استخر شماره ۵ به میزان ۹۰۰۰ عدد در هکتار بود. ترکیب و تراکم گونه‌ای و سایر موارد مدیریتی در جدول شماره ۱ ارائه شده است. جهت اندازه‌گیری تولیدات اولیه از روش سه نقطه‌ای تغییرات روزانه اکسیژن (McConnel , 1962 ; Odumn , 1956) استفاده شده. در طول دوره پرورش مواد مغذی مانند نیترات، آمونیم، فسفات و کربن آلی کل در ستون آب و نیتروژن کل، فسفر کل و کربن آلی کل رسوب اندازه‌گیری شدند.

جدول ۱ : اطلاعات مربوط به مدیریت استخرهای کشت توأم کپور ماهیان چینی مورد آزمایش

| شماره استخر | مساحت ha | آهک مصرفی Kg/ha | ماهی‌دارکردن: کپورمعمولی تعداد $ha^{-1}$ | درصد ازکل | وزن متوسط gr | آمور تعداد $ha^{-1}$ | درصد ازکل | وزن متوسط gr | فیتوفاگ تعداد $ha^{-1}$ | درصد ازکل | وزن متوسط gr | کل‌ماهی رهاشده تعداد $ha^{-1}$ | وزن kg | کوددهی $Kgha^{-1}$ روزانه | ابتدای فصل | غذای دستی Kg | علوفه مصرفی Kg | نفوذپذیری تبخیر $Ls^{-1}ha^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۰/۱ | ۷۰۰ | ۳۱۰۰ | ۳۰ | ۱۰۴ | ۳۰۰ | ۳ | ۲۵ | ۷۰۰۰ | ۶۷ | ۸ | ۱۰۴۰۰ | ۳۷۵ | ۱۰۰ | – | – | | ۱۰ |
| ۲ | ۰/۱ | ۷۰۰ | ۳۱۰۰ | ۳۰ | ۹۷ | ۳۰۰ | ۳ | ۲۵ | ۷۰۰۰ | ۶۷ | ۸ | ۱۰۴۰۰ | ۳۵۴ | ۱۰۰ | – | – | – | ۱۰ |
| ۳ | ۰/۱ | ۷۰۰ | ۴۵۰۰ | ۳۰ | ۱۰۵ | ۴۰۰ | ۳ | ۲۵ | ۱۰۰۰۰ | ۶۷ | ۸ | ۱۴۹۰۰ | ۵۵۹ | ۱۵۰ | – | – | – | ۱۰ |
| ۴ | ۰/۱ | ۷۰۰ | ۴۵۰۰ | ۳۰ | ۱۰۲ | ۴۰۰ | ۳ | ۲۵ | ۱۰۰۰۰ | ۶۷ | ۸ | ۱۴۹۰۰ | ۵۴۶ | ۱۵۰ | – | – | – | ۳ |
| ۵ | ۰/۱ | ۷۰۰ | ۴۵۰۰ | ۵۰ | ۱۰۵ | ۳۰۰ | ۳ | ۲۵ | ۴۲۰۰ | ۴۷ | ۸ | ۹۰۰۰ | ۵۱۲ | ۱۵۰ | – | – | – | ۴۰ |

نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری مواد مغذی آب به کمک لوله پلیکا، به طول ۱/۸ متر و قطر داخلی ۵ سانتیمتر از سه ایستگاه در هر استخر و در هر ایستگاه ۳ تا ۵ نقطه از ستون آب انجام گرفت. نمونه‌های آب بلافاصله به آزمایشگاه منتقل می‌شدند. نمونه‌های رسوب توسط لوله پلیکا از سه ایستگاه در هر استخر و هر ایستگاه ۳ تا ۵ نقطه خارج گردیدند و در پلاستیک‌های شماره‌گذاری شده بخوبی مخلوط و به آزمایشگاه منتقل شدند. آزمایشات بر اساس روش‌های موجود (Clesceri *et al.* , 1989) انجام گرفتند. میزان کربن آلی محلول آب از طریق COD[1] (اکسیژن مورد نیاز شیمیائی) و با احتساب ضریب ۰/۳۳۱ محاسبه شد (Stumn & Morgan , 1970). جهت تعیین کربن آلی رسوب حدود ۱۰ گرم از نمونه بخوبی مخلوط شده رسوب را ابتدا بمدت ۲۴ ساعت در حرارت ۱۰۵ درجه و سپس بمدت ۴ تا ۵ ساعت در حرارت ۵۵۰ درجه قرار داده و از تفاضل وزن رسوب در ۱۰۵ درجه با ۵۵۰ درجه میزان کربن آلی محاسبه شد. BOD[2] (اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیائی) از تفاضل مصرف اکسیژن در ۲۴ ساعت در تاریکی و COD به روش بی‌کرومات پتاسیم اندازه‌گیری شدند (Fel Foldy , 1987). داده‌های قابل مقایسه با برنامه کامپیوتری Jump مقایسه گردیدند.

## نتایج

در طول دوره پرورش در استخرهای آزمایشی میزان $BOD_{24}$ ۰/۴ تا ۱۶/۳۵ میلی‌گرم در لیتر اکسیژن متفاوت بود. در اکثر استخرهای آزمایشی حداقل میزان $BOD_{24}$ در اردیبهشت ماه اندازه‌گیری شد که به موازات فصل پرورش به مقدار آن افزوده شد و در ماههای مرداد و شهریور به حداکثر رسید و در مهر ماه کاهش یافت. میزان COD در اردیبهشت ۱۱ تا ۳۶، در مرداد ۳۷ تا ۶۹، در شهریور ۱۷ تا ۱۰۹ و در مهر ماه ۳۹ تا ۹۰ میلی‌گرم اکسیژن در لیتر متغیر بود. در بین کلیه استخرهای پرورشی حداقل ۱۱ میلی‌گرم اکسیژن در لیتر متعلق به استخر شماره ۴ در اردیبهشت ماه و حداکثر ۱۰۹ میلی‌گرم در لیتر اکسیژن متعلق به استخر شماره ۳ در شهریور ماه بود (جدول ۲).

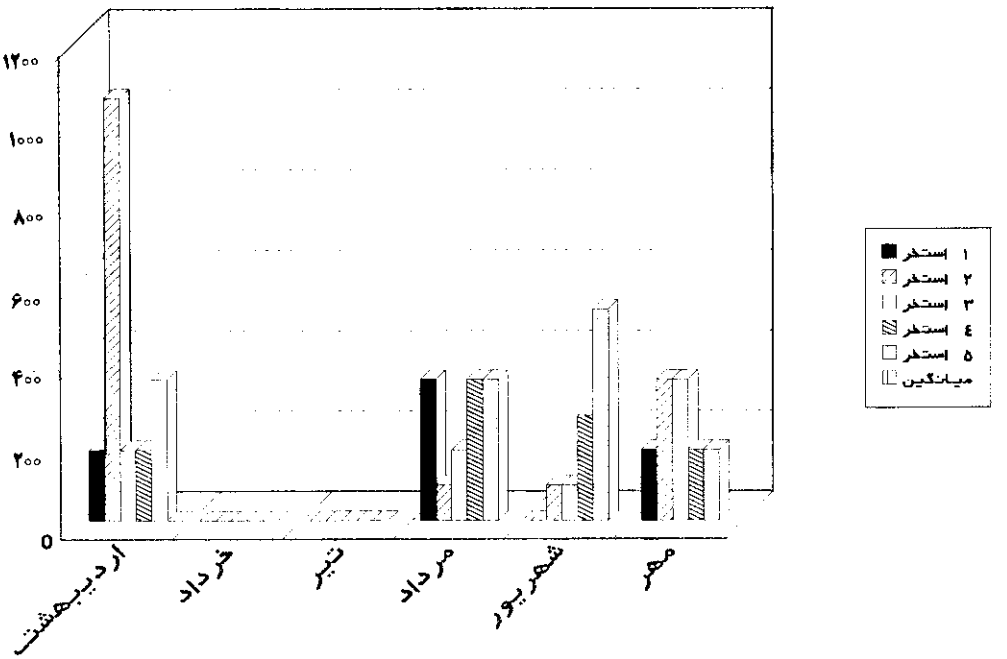
1 - Chemical Oxygen Dimained

2 - Biochemical Oxygen Dimained

جدول ۲ : میزان BOD و COD در استخرهای مورد آزمایش بر حسب میلی‌گرم در لیتر اکسیژن در ماههای مختلف

| شماره استخر | ماه | اردیبهشت | | خرداد | | تیر | | مرداد | | شهریور | | مهر | | آبان | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | BOD | COD | BOD | COD | BOD | COD | BOD | COD | BOD | COD | BOD | COD | BOD | COD |
| ۱ | | ۰۹ | ۱۷ | ۱۱۳ | – | ۴۵۲ | – | ۹۰۵۳ | ۶۱ | ۱۵۰۵۳ | ۳۳ | ۶۰۴۹ | ۷۱ | ۶۰۳۵ | ۴۵۰۵ |
| ۲ | | ۰۴ | ۱۲ | ۲۰۶۵ | – | ۶۱۷ | – | ۱۰۰۴۹ | ۳۷ | ۸۰۶۷ | ۷۱ | ۷۰۹۱ | ۶۷ | ۶۰۰۴ | ۴۶۰۷ |
| ۳ | | ۰۷۷ | ۲۷ | ۱۳۵ | – | ۶۰۱۱ | – | ۱۲۰۵۷ | ۳۷ | ۱۶۰۳۵ | ۱۰۹ | ۱۲۰۵ | ۳۹ | ۸۰۲۷ | ۵۳ |
| ۴ | | ۰۰۹ | ۱۱ | ۱۷۸ | | ۸۵۳ | – | ۱۰۰۷۱ | ۶۹ | – | ۶۲ | ۱۲۰۹۸ | ۴۸ | ۶۰۹۸ | ۴۷۰۵ |
| ۵ | | ۱۰۳۱ | ۳۶ | ۱۱ | | ۵۰۴۷ | – | ۱۶۰۳۲ | ۶۳ | ۱۶۰۱۸ | ۱۷ | ۳۰۳۲ | ۹۰ | ۷۲۸ | ۵۱۰۵ |

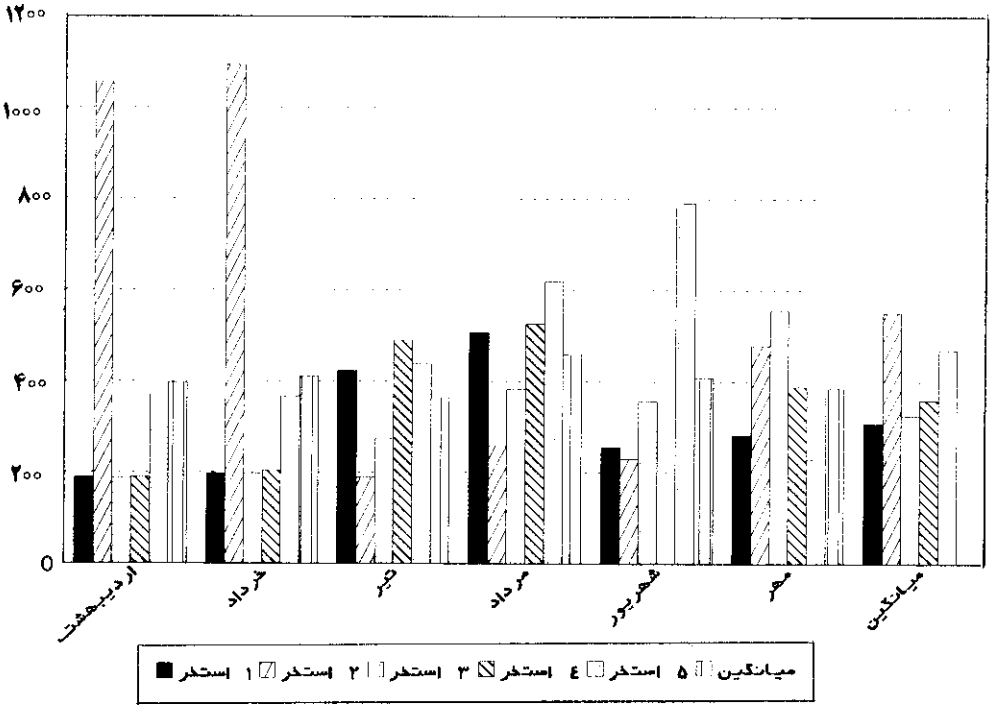
در طی آزمایشات غلظت کل آمونیاک محلول مابین حداقل صفر در شهریور ماه در استخر شماره ۱ و ۱۰۵۰ میکروگرم در لیتر در اردیبهشت ماه در استخر شماره ۲ متفاوت بود. در اکثر مواقع میزان کل آمونیاک ۸۷ تا ۳۵۰ و متوسط کل آن ۲۷۰ میکروگرم در لیتر اندازه‌گیری شد. حداکثر متوسط ماهانه غلظت کل آمونیاک محلول در اردیبهشت ماه بود که بتدریج تا آخر تابستان به میزان حداقل خود رسید و در اوایل پاییز مجدداً افزایش یافت (شکل ۱).




**شکل ۱ : غلظت کل آمونیاک محلول در آب استخرهای آزمایشی برحسب میکروگرم در لیتر**

میزان نیتروژن معدنی کل ستون آب در طول دوره پرورش در استخرهای مورد آزمایش از حداقل ۱۸۷ میکروگرم در لیتر در اردیبهشت ماه در استخر شماره ۳ تا حداکثر ۱۰۹۳ میکروگرم در لیتر در خرداد ماه در استخر شماره ۲ متفاوت بود. در طول دوره پرورش متوسط نیتروژن کل در استخر شماره ۱ حداقل و در استخر شماره ۲ در حداکثر قرار داشت. متوسط ماهانه نیتروژن کل از اردیبهشت ماه افزایش یافت و با یک کاهش شدید در تیر ماه مواجه شد و در مرداد ماه به

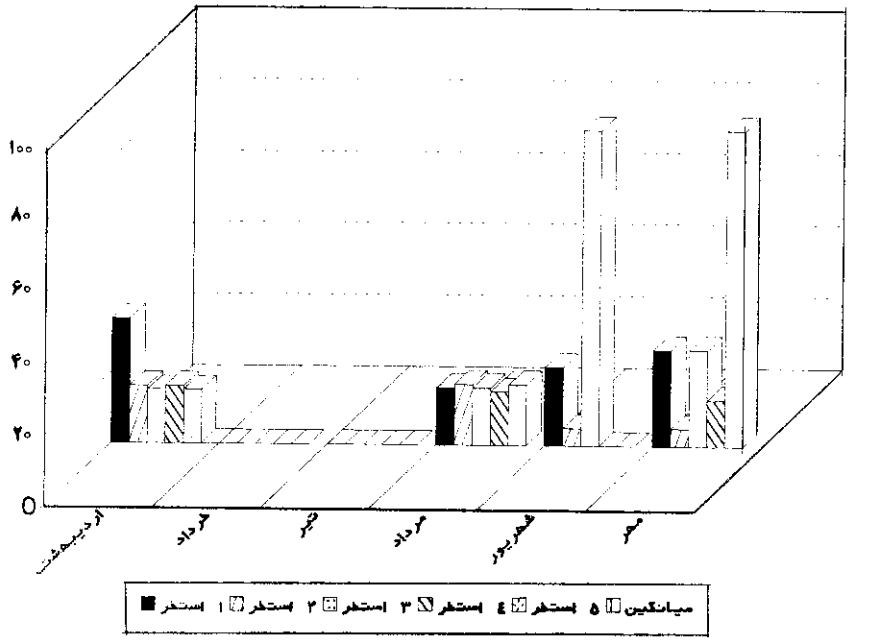
حداکثر رسید و سپس به تدریج کاهش یافت و در مهر ماه به حدود مقدار اردیبهشت ماه نایل رسید (شکل ۲).



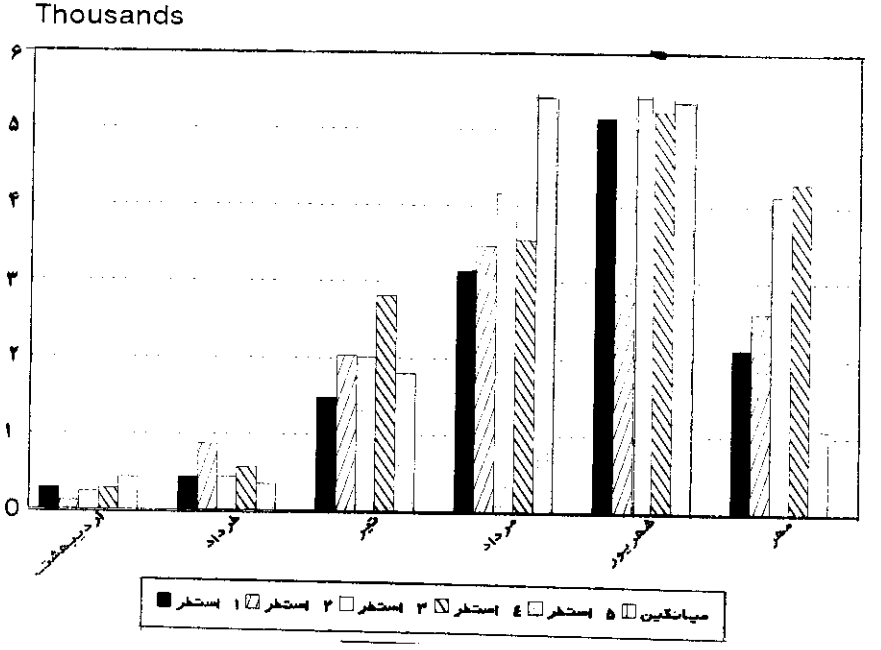

شکل ۲ : میزان کل نیتروژن موجود در ستون آب استخرهای آزمایشی برحسب میکروگرم در لیتر

در طول دوره پرورش غلظت فسفات در ستون آب استخرها مابین صفر تا ۸۸ میکروگرم در لیتر متفاوت بود. حداقل میزان نوسانات فسفات در استخر شماره ۲ و حداکثر آن در استخر شماره ۵ مشاهده شد (شکل ۳).

میزان کربن آلی کل موجود در ستون آب استخرهای آزمایشی از حداقل ۱۳۰ تا حداکثر ۵۴۱۰ میکروگرم در لیتر متفاوت بود. در اکثر استخرها میزان کربن آلی ستون آب در اردیبهشت ماه حداقل بود و در طول دوره پرورش افزایش یافت و در ماههای مرداد و شهریور به حداکثر میزان خود رسید و سپس در پاییز کاهش حاصل نمود (شکل ۴).




شکل ۳ : میزان فسفات در آب استخرهای آزمایشی برحسب میکروگرم در لیتر




شکل ۴ : میزان کل کربن آلی در آب استخرهای آزمایشی برحسب میکروگرم در لیتر

میزان نیتروژن کل رسوب در طول دوره پرورش در استخرهای مورد آزمایش ۰/۷ تا ۱/۹ میلی‌گرم در گرم متغیر بود. در استخر شماره ۱ میزان نیتروژن کل رسوب در اردیبهشت ماه ۱/۳۱ بود و در خرداد ماه به حداقل ۰/۷ رسید که در ماههای بعدی افزایش یافت و در شهریور ماه ۱/۲۶ میلی‌گرم در گرم وزن خشک رسوب اندازه‌گیری شد. در استخر شماره ۲ نیتروژن کل رسوب در اردیبهشت ماه ۱/۱ ثبت شد که در تیرماه به حداقل ۰/۸۸ رسید و سپس افزایش یافت و در شهریور ماه به حداکثر ۱/۹ میلی‌گرم در گرم رسوب خشک رسید. در استخر شماره ۳ میزان نیتروژن کل رسوب در اردیبهشت ماه ۱/۳ ثبت شده که در تیر ماه به حداقل ۰/۸۶ رسید و سپس افزایش یافت و در شهریور ماه به ۱/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک رسوب رسید. در استخر شماره ۴ حداقل ۱/۰۷ در اردیبهشت ماه ثبت شد که بتدریج افزایش یافت تا در مرداد ماه به حداکثر ۱/۵۸ رسید و سپس در شهریور ماه تا حد ۱/۵۴ میلی‌گرم در گرم وزن خشک رسوب کاهش یافت. حداقل ۱ میلی‌گرم در گرم نیتروژن کل رسوب در استخر شماره ۵ در اردیبهشت ماه و حداکثر ۱/۷ در خرداد ماه اندازه‌گیری شد سپس میزان آن کاهش یافت و به ۱/۴۲ میلی‌گرم در گرم وزن خشک رسوب در شهریور ماه رسید (جدول ۳). بنابراین چنانچه میزان نیتروژن کل رسوب ابتدای فصل پرورش را با انتهای آن مقایسه کنیم چنین استنباط می‌شود که در استخرهای شماره ۱ و ۳ به ترتیب به مقدار ۰/۰۵ و ۰/۱ میلی‌گرم در گرم از نیتروژن کل رسوب کاسته شد و بلعکس در استخرهای شماره ۲، ۴ و ۵ به ترتیب به میزان ۰/۰۹، ۰/۴۷ و ۰/۴۲ میلی‌گرم در گرم به نیتروژن رسوب افزوده شده است (جدول ۳).

فسفر کل رسوب از حداقل ۰/۰۶۲ در تیرماه در استخر شماره ۳ تا حداکثر ۲/۰۵ میلی‌گرم در گرم در مرداد ماه در استخر شماره ۴ متغیر بود و در اکثر استخرهای آزمایشی میزان فسفر کل رسوب در انتهای فصل بیشتر از ابتدای فصل بدست آمد. در استخر شماره ۱، ۰/۲۲، در استخر شماره ۲، ۰/۲۱، در استخر شماره ۴، ۰/۵۴ و در استخر شماره ۵، ۰/۵ میلی‌گرم در گرم به میزان فسفر کل رسوب افزوده شد (جدول ۳).

جدول ۳: میزان نیتروژن کل (TN)، فسفر کل (TP) و کربن کل (TC) رسوبات در استخرهای مورد آزمایش برحسب میلی‌گرم در گرم وزن خشک در ماههای مختلف

| ماه | اردیبهشت | | | خرداد | | | تیر | | | مرداد | | | شهریور | | | مهر | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شماره‌استخر | TN | TP | TC | TN | TP | TC | TN | TP | TC | TN | TP | TC | TN | TP | TC | TN | TP | TC |
| ۱ | ۱/۳۱ | ۰/۱۵ | ۵۲/۳۵ | ۰/۷ | ۰/۰۹ | – | ۱/۰۵ | ۰/۲۸۱ | – | ۱/۲۳ | ۰/۱۲۵ | – | ۱/۲۶ | ۰/۳۷ | ۹۵ | – | – | – |
| ۲ | ۱/۱۰ | ۰/۴۱ | ۴۹/۷۱ | ۰/۹ | ۰/۱ | – | ۰/۸۸ | ۰/۴۰ | – | ۰/۹۱ | ۰/۳۱۲ | – | ۱/۹ | ۰/۶۲ | ۱۳۰ | – | – | – |
| ۳ | ۱/۳۰ | ۰/۴۷ | ۶۳/۷۲ | ۱/۱۹ | ۰/۳ | – | ۰/۸۶ | ۰/۰۶۲ | – | ۱/۱۹ | ۰/۲۵ | – | ۱/۲ | ۰/۳۱ | ۹۰ | – | – | – |
| ۴ | ۱/۰۷ | ۰/۳۰ | ۸۷/۴۵ | ۱/۱۷ | ۰/۰۶۵ | – | ۱/۲ | ۱/۰۰ | – | ۱/۵۸ | ۲/۰۵ | – | ۱/۵۴ | ۰/۸۴ | ۹۵ | – | – | – |
| ۵ | ۱/۰ | ۰/۵۵ | ۷۰/۸۲ | ۱/۷۰ | ۰/۵۸۵ | – | ۱/۴۵ | ۰/۳۱ | – | ۱/۶۵ | ۰/۴۵ | – | ۱/۴۲ | ۱/۰۵ | ۱۲۰ | – | – | – |

در استخرهای مورد آزمایش میزان کربن آلی کل رسوب در ابتدای فصل ۴۹/۷۱ تا ۸۷/۴۵ و در انتهای فصل ۹۰ تا ۱۳۰ میلی‌گرم بر گرم کربن متغیر بود. در استخر شماره ۱، ۴۲/۶۵، در استخر شماره ۲، ۸۰/۲۹، در استخر شماره ۳، ۲۶/۲۸، در استخر شماره ۴، ۷/۵۵ و در استخر شماره ۵، ۴۹/۱۸ میلی‌گرم بر گرم کربن بر میزان کربن آلی در رسوب استخرها افزوده شد.

متابولیسم جمعیت از کل تولیدات اولیه و تنفس جمعیت تشکیل می‌شود. حداقل تولیدات اولیه ۰/۹۸ در اردیبهشت ماه در استخر شماره ۴ و حداکثر ۸/۹ گرم کربن در مترمربع در روز در شهریور ماه در استخر شماره ۲ اندازه‌گیری شد و در طول دوره پرورشی متوسط کل تولیدات اولیه ۴/۶۸ گرم کربن در مترمربع در روز بود. حداقل متوسط ماهانه تولیدات اولیه در خرداد ماه و حداکثر آن در شهریور ماه اندازه‌گیری شد و متوسط کل تولیدات اولیه در طول دوره پرورش در کلیه استخرهای آزمایشی مابین ۴/۲۱ تا ۴/۸۴ گرم کربن در مترمربع در روز متغیر بود.

در بین استخرهای آزمایشی تولید خالص ۶۴۲ تا ۲۳۷۸ کیلوگرم در هکتار در نوسان بود که حداقل میزان آن به استخر شماره ۵ و حداکثر آن به استخر شماره ۴ تعلق داشت. کل تلفات ۹ تا ۱۷ درصد اندازه‌گیری شد. ضریب تبدیل کود در استخرهای ۱، ۲ و ۴ حدود ۹/۵ و در استخرهای ۳ و ۵ به ترتیب ۱۶ و ۳۵ بدست آمد (جدول ۴).

جدول ۴ : اطلاعات مربوط به کل تولیدات در استخرهای آزمایشی

| شماره | کپورمعمولی | | | آمور | | | فیتوفاگ | | | تولیدطبیعی بچه‌ماهی کپورمعمولی | | | کل | غذای دستی | | علوفه | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| استخر | تعداد $ha^{-1}$ | وزن متوسط gr | تلفات ٪ | افزایش‌وزن هرماهی gr | تعداد $ha^{-1}$ | وزن متوسط gr | تلفات ٪ | افزایش‌وزن هرماهی gr | تعداد $ha^{-1}$ | وزن متوسط gr | تلفات ٪ | افزایش‌وزن هرماهی gr | تعداد $ha^{-1}$ | وزن متوسط gr | وزن کل kg | تلفات ٪ | مقدار $kgha^{-1}$ | ضریب تبدیل | مقدار $kgha^{-1}$ | ضریب تبدیل | مقدار $kgha^{-1}$ | ضریب تبدیل |
| ۱ | ۲۹۱۰ | ۱۲۳ | ۳ | ۱۹ | ۱۴۰ | ۲۵۵ | ۵۴ | ۲۳۰ | ۶۳۵۰ | ۲۴۲ | ۱۰ | ۲۳۴ | – | – | – | ۹ | ۱۹۱۱ | ۱۵۳۶ | ۱۵۰۰۰ | ۹/۷ | – | – | – | – |
| ۲ | ۲۳۲۰ | ۱۵۵ | ۲۳ | ۵۱ | ۲۴۰ | ۳۳۳ | ۲۰ | ۳۰۸ | ۶۵۹۰ | ۱۹۲ | ۶ | ۱۸۴ | ۱۹۹۰۰ | ۱۰ | ۱۹۹ | ۱۲ | ۱۹۲۰ | ۱۵۶۶ | ۱۵۰۰۰ | ۹/۵ | – | – | – | – |
| ۳ | ۴۵۰۰ | ۱۱۱ | ۰ | ۶ | ۲۲۰ | ۲۶۵ | ۲۷ | ۲۴۰ | ۷۷۱۰ | ۱۷۵ | ۲۳ | ۱۶۷ | – | – | – | ۱۷ | ۱۹۰۸ | ۱۳۵۰ | ۲۲۵۰۰ | ۱۶ | – | – | – | – |
| ۴ | ۴۲۴۰ | ۱۵۶ | ۶ | ۵۴ | ۱۹۰ | ۴۶۰ | ۳۷ | ۴۳۵ | ۷۹۰۰ | ۲۷۵ | ۲۱ | ۲۶۷ | – | – | – | ۱۷ | ۲۹۲۴ | ۲۳۷۸ | ۲۲۵۰۰ | ۹/۴ | – | – | – | – |
| ۵ | ۳۴۸۰ | ۱۰۵ | ۲۳ | ۰ | ۳۰۰ | ۲۶۱ | ۰ | ۲۳۶ | ۴۲۰۰ | ۱۶۴ | ۰ | ۱۵۶ | – | – | – | ۱۲ | ۱۱۵۴ | ۶۴۲ | ۲۲۵۰۰ | ۳۵ | – | – | – | – |

در آنالیز آماری ضریب همبستگی COD با BOD، نیتروژن معدنی کل ستون آب، $PO_4$، نیتروژن کل رسوب و تولیدات اولیه به ترتیب ۰/۵۷۸، ۰/۵۸۹، ۰/۶۶۸، ۰/۵۵۰ و ۰/۶۴۸ بدست آمد. ضریب همبستگی نیتروژن معدنی کل ستون آب با BOD و $NH_4$ برابر ۰/۹۹۰ و ۰/۸۸۹ بود. ضریب همبستگی کربن آلی کل ستون آب با BOD ۰/۹۹۰ بدست آمد. ضریب همبستگی بین تولیدات اولیه با BOD و کربن آلی کل ستون آب به ترتیب ۰/۶۴۱ و ۰/۶۶۴ محاسبه شد (جدول ۵).

**جدول شماره ۵: ضریب همبستگی بین عوامل مختلف اندازه‌گیری شده در استخرهای مورد آزمایش**

| X / Y | BOD | COD | $NH_4$ | نیتروژن معدنی کل ستون آب | $PO_4$ | کربن آلی کل ستون آب | نیتروژن کل رسوب | تولیدات اولیه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BOD | — | ۰/۵۷۸ | | | | | | |
| COD | ۰/۵۷۸ | — | | | | | | |
| $NH_4$ | ۰/۱۳۹ | ۰/۲۶۵ | — | | | | | |
| نیتروژن معدنی کل ستون آب | ۰/۹۹۰ | ۰/۵۸۹ | ۰/۸۸۹ | — | | | | |
| $PO_4$ | ۰/۱۲۸ | ۰/۶۶۸ | ۰/۱۴۸ | ۰/۱۲۴ | | | | |
| کربن آلی کل ستون آب | ۰/۹۹۰ | ۰/۳۱۲ | ۰/۱۷۱ | ۰/۳۹۸ | ۰/۱۱۱ | — | | |
| نیتروژن کل رسوب | ۰/۱۱۲ | ۰/۵۵۰ | ۰/۰۶۲ | ۰/۱۷۱ | ۰/۲۴۰ | ۰/۱۵۶ | — | |
| تولیدات اولیه | ۰/۶۴۱ | ۰/۶۴۸ | ۰/۲۶۲ | ۰/۳۶۸ | ۰/۰۸۰ | ۰/۶۶۴ | ۰/۱۷۸ | — |

## بحث

میزان کل آمونیاک محلول بیانگر مجموع غلظت یون آمونیم و گاز آمونیاک محلول می‌باشد که متناسب با درجه حرارت و pH محیط با یکدیگر در حال تعادل می‌باشند (Stumn & Morgan , 1970). همانگونه که قبلاً گفته شد در اکوسیستم‌های آبی منبع اصلی آمونیاک مواد دفعی ماهی‌ها و هتروتروفی میکروارگانیسم‌ها است. بنابراین تغییرات ماهانهٔ غلظت آمونیاک کل مربوط به تغییرات متابولیسم موجودات زنده موجود در آب می‌باشد. همانگونه که در نتایج گفته شد در طول دوره پرورش غلظت آمونیاک کل در اکثر مواقع ۸۷ تا ۳۵۰ میکروگرم در لیتر نوسان داشت و فقط در یک مورد در شهریور ماه در استخر شماره ۱ به صفر رسید. این نوسانات متعادل احتمالاً ممکن است در اثر تعادل در میزان تولید و مصرف آمونیاک حاصل شده باشند. بدین معنی که تولید آمونیاک توسط تجزیه میکروبی کود آلی در محیط استخر بسیار کمتر از شرایط معمول، که در تحت آن کود تازه وارد استخرها می‌شود، می‌باشد. بعلاوه این تولید متعادل توسط فیتوپلانکتونها و سایر طرق مصرف شده است.

متابولیسم جمعیت، سیکل ازت و تبادل با رسوبات از مهمترین عوامل مؤثر بر غلظت نیتروژن معدنی کل می‌باشند (Wetzel , 1975).

کاهش نیتروژن معدنی در اواخر دوره پرورش نسبت به اوایل دوره نشان دهنده آنست که علی‌رغم کاربرد کودآلی اکثر اکوسیستم استخرها توان هضم بار نیتروژنی افزوده شده را داشته‌اند.

فسفر یکی از مهمترین مواد مغذی در اکوسیستم‌های آبی است. اهمیت فسفر بیشتر بواسطه کمبود آن در هیدروسفر و ایفای نقش کلیدی در متابولیسم موجودات زنده می‌باشد (Wetzel , 1975). علی‌رغم غلظت کم فسفر سیکل آن بسیار سریعتر از سیکل نیتروژن و کربن انجام می‌شود (Goldman & Horne , 1983). از اینرو ممکن است که میزان فسفات در زمان فعالیت شدید متابولیکی موجودات به صفر برسد (Mandal , 1976). این پدیده در استخرهای پرورش ماهی غالباً در فصل تابستان مشاهده می‌شود (استکی ، ۱۳۷۲). بنابراین کاهش فسفات تا حد صفر در استخرهای شماره ۴ و ۵ در شهریور ماه قابل توجیه می‌باشد.

کربن آلی کل ستون آب بیانگر میزان کربن آلی موجود در بدن زئوپلانکتونها، فیتوپلانکتونها،

باکتریوپلانکتونها، دتریتوس‌ها، مواد آلی محلول و غیره بوده و میزان آن متناسب با بار مواد آلی که از خارج وارد اکوسیستم می‌گردد (مانند کود آلی و غیره)، مواد آلی سنتز شده در خود اکوسیستم (فتوسنتز) و تنفس جمعیت می‌باشد (Wetzel , 1975). در استخرهای مورد آزمایش علت افزایش تدریجی میزان کل کربن ستون آب از ابتدای فصل تا مرداد و شهریور ماه بواسطه کاربرد کود آلی و افزایش تولیدات طبیعی در ستون آب می‌باشد. در مهر ماه علی‌رغم ثابت بودن میزان کوددهی از شدت فتوسنتز و متابولیسم باکتری‌ها کاسته شد لذا میزان کربن آلی کل ستون آب نیز کاهش یافت.

در اکوسیستم‌های آبی از جمله استخرهای پرورش ماهی مواد مغذی (C , P , N) بین ستون آب و رسوب مبادله می‌شوند. در استخرهای پرورش ماهی نیتروژن، فسفر و کربن آلی به مقدار زیاد و در قالب کودهای آلی و یا غذای دستی وارد اکوسیستم می‌شوند و مقدار زیادی از این مواد مغذی در رسوب استخر تجمع می‌یابند. معمولاً باکتریهای سطح رسوب قادر نیستند همه مواد آلی که در اثر تولیدات اولیه خود استخر و کوددهی یا غذادهی در سطح رسوب تجمع حاصل نموده‌اند را تجزیه کنند. معمولاً باکتریها کربن آلی موجود در بافت‌های نرم دتریتوس‌ها را زودتر تجزیه کرده و اندامهای سخت آنها در رسوبات تجمع حاصل می‌نمایند که موجب افزایش کربن آلی رسوب در طول دوره پرورش می‌شود (Fabry , 1975). چون شرایط استخرهای پرورش ماهی هوازی است بدین معنی که بیوتوربیشن (Bioturbation) ناشی از فعالیت ماهی‌ها خصوصاً ماهی کپور معمولی همواره موجب هوادهی و رساندن اکسیژن به سطح رسوب می‌شود بنابراین فسفر آزاد شده در اثر تجزیه باکتریایی مواد آلی جذب ذرات سطح رسوب می‌شود (استکی ، ۱۳۷۲). این پدیده موجب افزایش فسفر کل رسوب در طول دوره پرورش می‌گردد. بنابراین تجمع فسفر و کربن آلی در رسوبات استخرهای آزمایشی قابل توجیه می‌باشند.

برخلاف کربن و فسفر ، سیکل نیتروژن در استخرهای پرورش ماهی بسیار پیچیده می‌باشد. علاوه بر تجزیه باکتریایی مواد آلی پدیده‌هایی مانند آمونیفیکاسیون، نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون تأثیر بسزایی بر میزان کل نیتروژن دارند. در شرایط هوازی در سطح رسوبات آمونیاک حاصل از تجزیه باکتریایی مواد آلی با ستون آب مبادله شده و یا جذب ذرات سطح

رسوبات می‌گردد. باکتریهای سیکل ازت آمونیاک جذب شده را به نیترات تبدیل می‌نماید که این نیترات به نوبه خود با ستون آب مبادله شده یا توسط آب نفوذی به عمق رسوبات منتقل می‌شود. چون معمولاً شرایط در عمق رسوبات بی‌هوازی است بنابراین احتمالاً نیترات مجدداً به آمونیاک احیا و جذب ذرات رسوب می‌گردد. بنابراین میزان کل نیتروژن رسوب استخرهای پرورش ماهی متناسب با طبیعت استخر و نحوهٔ جریان سیکل ازت متفاوت می‌باشد. بر اساس منابع موجود، در استخرهای مختلف کپور ماهیان در کشورهای مختلف میزان کل فسفر رسوب بین ۰/۰۱ تا ۳/۱، کل نیتروژن بین ۰/۸۲ تا ۱۱/۲ و کل کربن آلی بین ۰/۵ تا ۱۳۰ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک رسوب متفاوت بوده است (استکی ، ۱۳۷۲) بنابراین مقدار کل مواد غذایی موجود در رسوب استخرهای مورد آزمایش با منابع موجود همخوانی دارد.

امروزه در دنیا محققین امر پرورش آبزیان از تولیدات اولیه به عنوان شاخص کوددهی در استخرهای پرورش ماهی استفاده می‌نمایند برای مثال Olah , 1986 ۱۰۰ کیلو کود آلی در هکتار بکار برد و به تولیدات اولیه ۴ تا ۷ گرم کربن در مترمربع در روز و تولید ۳۰ کیلوگرم ماهی در روز در هکتار دست یافت. در این آزمایش بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم کودآلی در هکتار بکار رفت و متوسط تولیدات اولیه ۴/۶۸ (۰/۹۸ تا ۸/۹) حاصل شد. در مناطق گرمسیری میزان تولیدات اولیه استخرهای پرورش ماهیان گرمابی مابین ۰/۶ تا ۸/۱ گرم کربن در مترمربع در روز گزارش شده است (استکی ، ۱۳۷۲). بنابراین چنانچه میزان تولیدات اولیه بعنوان شاخص کوددهی بکار رود و چون دامنه تغییرات تولیدات اولیه اندازه‌گیری شده در استخرهای مورد آزمایش با دامنه تغییرات آن در استخرهای پرورش ماهیان گرمابی همخوانی دارد بنابراین میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در روز کود آلی پوسیده بکار برده شده در استخرهای آزمایشی مناسب بوده است. بدین معنی که میزان کربن آلی افزوده شده به اکوسیستم استخرها در غالب کود آلی توسط هتروتروفی جمعیت موجود در آنها مورد سوخت و ساز قرار گرفته است.

در تجزیه و تحلیل آماری نیتروژن معدنی کل ستون آب، کربن آلی کل ستون آب و تولیدات اولیه ضریب همبستگی بالایی را با میزان COD و BOD نشان دادند. بدین معنی که متابولیسم جمعیت و میزان COD و BOD بشدت تحت تأثیر یکدیگر قرار دارند. بنابراین همبستگی آن با

BOD که مصرف اکسیژن توسط میکروارگانیسم‌ها و مواد شیمیایی موجود در ستون آب است و تولیدات اولیه که ناشی از فتوسنتز فیتوپلانکتونها می‌باشد قابل توجیه است. بدین معنی که هر گونه تغییر در میزان COD ستون آب بر تولیدات اولیه و BOD تأثیر می‌گذارد و بالعکس افزایش تولیدات اولیه موجب افزایش بیوماس فیتوپلانکتونها و مصرف کنندگان اولیه مانند زئوپلانکتونها می‌شود که در نتیجه آن COD آب افزایش حاصل می‌کند. بنابراین هنگامی که کود آلی پوسیده وارد اکوسیستم استخرهای پرورش ماهی می‌شود در قالب دتریتوس عمل نموده و در نتیجه بالقوه جزیی از COD محسوب می‌گردد. این کود آلی ممکن است توسط ماهی‌ها مصرف شود و یا ممکن است تجزیه باکتریهایی آن تداوم یافته و یا توسط زئوپلانکتونها مورد استفاده قرار گیرد که در اینصورت جمعیت باکتریها و زئوپلانکتونها و به تبع آن مصرف اکسیژن توسط آنها افزایش یافته و در نتیجه $BOD_{24}$ آب نیز افزایش حاصل می‌کند. بنابراین پیشنهاد می‌شود در استخرهای پرورش ماهی که کود آلی پوسیده در آنها مصرف می‌شود از COD و BOD بعنوان شاخص کوددهی استفاده شود. دانشمندان مختلفی میزان COD را در استخرهای پرورشی گزارش نموده‌اند. Boyd , 1982 میزان COD جهت استخرهای مختلف پرورشی را مابین ۲۰ تا ۱۴۰ میلی‌گرم در لیتر اکسیژن در حرارت ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد گزارش نموده است.

Pokorny *et al.* , 1990 در استخرهای پرورش کپور ماهیان چینی که آب آن از آبهای آلوده به فاضلابهای شهری و کشاورزی تأمین و به ماهی کپور غذای دستی داده می‌شد میزان COD را ۳/۲ تا ۶۸ میلی‌گرم در لیتر اکسیژن ثبت نموده است. Zhang *et al.* , 1987 در استخرهای کشت توأم کپور ماهیان با تراکم ۱۸۰۰۰ عدد در هکتار که با کود آلی عمل‌آوری شده و به ماهی‌ها غذای دستی نیز داده شده است میزان COD را مابین ۱۱ تا ۱۳ میلی‌گرم در لیتر اکسیژن اندازه‌گیری نموده است. Pokorny *et al.* , 1984 نیز در استخرهای کشت توأم کپورماهیان با کودآلی و غذادهی دامنه تغییرات بالای ۴۳ تا ۱۷۳ میلی‌گرم در لیتر اکسیژن را گزارش نموده است. Lewkowicz , 1987 در استخرهای پرورش بچه ماهیان انگشت قد، Boyd , 1985 در استخرهای گربه ماهی، Bergheim , 1982 در استخرهای پرورش قزل‌آلا و Santiago , 1987 در استخرهای با آب فاضلاب میزان COD را به ترتیب بین ۵ تا ۲۵، ۱۵ تا ۱۲۵، ۲ تا ۶۱ و ۱۷۰ تا ۱۴۴۰ میلی‌گرم

در لیتر اکسیژن گزارش نموده‌اند. در آزمایشات فوق‌الذکر بر اساس مدیریت استخرها و همگام با افزایش بار مواد آلی وارد شده به استخر میزان COD نیز افزایش یافته است.

علی‌رغم کاربرد غذای دستی و علوفه در استخرهای پرورشی متوسط کل تولید خالص در استخرهای آزمایشی ۵۱۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از استخرهای پرورشی بود این امر نشان دهنده آن است که در کل کود آلی به تنهایی توانسته است انرژی لازم جهت رشد ماهی‌ها را فراهم نماید. بر اساس نظر بسیاری از دانشمندان مانند: Olah , 1986 در اکوسیستم‌های آبی خصوصاً استخرهای پرورش ماهی علاوه بر زنجیره غذایی معمولی که بر اساس تولیدات اولیه فیتوپلانکتونها استوار است زنجیره غذایی دیگری وجود دارد بنام زنجیره غذایی میکروبی که به موازات زنجیره غذایی فوق‌الذکر عمل می‌نماید بر اساس نظر این دانشمندان در اکوسیستم‌های آبی میکروبها تنها نقش تجزیه مواد آلی و یا به اصطلاح معدنی کردن مواد آلی را بعهده ندارند. بلکه متابولیسم و رشد خود این میکروبها نقش مهمی را در چرخه حیات ایفا می‌نمایند. در بسیاری از اکوسیستم‌های آبی تولید و افزایش بیوماس میکروبها برابر و یا حتی بسیار بیشتر از تولیدات اولیه است. این میکروبها می‌توانند مستقیماً توسط موجودات آبزی فیلتر کننده مورد استفاده قرار گرفته و منبع غنی غذایی را تشکیل دهند. سطح ذرات معلق در آب از جمله دتریتوس‌های پوشیده از باکتریهای تجزیه کننده است. بدن این میکروبها از نظر پروتئین و سایر منابع غذایی بسیار غنی می‌باشد. هنگامی که موجودات فیلتر کننده این ذرات معلق را مصرف می‌کنند میکروبهای همراه آنرا نیز هضم و جذب می‌نمایند. بعلاوه بسیاری از میکروبهای آزاد در ستون آب که مواد آلی محلول را تجزیه می‌کنند تشکیل کلنی داده و بدینوسیله اندازه آنها بزرگ شده و توسط موجودات فیلتر کننده مصرف می‌شوند. و چون رشد و تولید میکروبها ممکن است برابر تولیدات اولیه فیتوپلانکتونها باشد بنابراین تأثیر مهمی بر روند رشد و تولید ماهی دارند. بعلاوه تلفات کل ماهی‌ها در استخرهای آزمایشی کمتر از استخرهای پرورشی می‌باشد. بنابراین کاربرد کود آلی به میزان روزانه ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تأثیر نامطلوبی بر جمعیت ماهیان نداشته است. متوسط ضریب تبدیل کود در استخرهای آزمایشی حدود ۱ : ۱۶ بود. چنانچه قیمت کود آلی را کیلویی ۵۰ ریال در نظر بگیریم هزینه لازم جهت تأمین احتیاجات غذایی ماهی‌ها

۸۰۰ ریال به ازاء هر کیلو تولید ماهی خواهد بود و چنانچه ضریب تبدیل غذای ۲ : ۱ را جهت غذای دستی در نظر گرفته و قیمت هر کیلو غذای دستی ۱۱۰۰ ریال باشد جهت تولید هر کیلو ماهی ۲۲۰۰ ریال نیاز می‌باشد بنابراین کاربرد کود آلی می‌تواند هزینه‌های غذایی را تا حدود $\frac{1}{3}$ تقلیل دهد.

## تشکر و قدردانی

قسمت اعظم آماده‌سازی استخرها و مدیریت پرورش ماهی در این پروژه توسط جهادگر مخلص و پرتلاش برادر مرحوم مهندس رفیعی مسئول وقت مرکز تکثیر و پرورش آبزیان اصفهان انجام گرفته است. امید است که روحشان شاد و راهشان پر رهرو باشد. از درگاه خداوند منان جهت ایشان طلب مغفرت و آمرزش می‌نماییم. همچنین از زحمات آقایان دهقان و فرهادیان و خانمها توکلیان و ابوطالبی بواسطه همکاری در نمونه‌گیریها و تایپ این گزارش و از برادر مهندس انصاری بواسطه برنامه‌های آماری و کامپیوتری و از برادر منصور نصر جهت انجام امور آماری، ورود اطلاعات به کامپیوتر و رسم نمودارها تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع

استکی، ع.ع.، ۱۳۷۲. ساختار اکوسیستم و متابولیسم جمعیت در استخرهای پرورش ماهی، پایان‌نامه دکترا، آکادمی علوم مجارستان، دانشگاه کوشت دبرس و انستیتو تحقیقاتی سارواش. ۱۹۸ ص.

واینارویچ، ا.، ۱۳۶۵. تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی ، شرکت سهامی شیلات ایران. ۸۴ ص.

**Bergheim, A. , 1982.** Estimated pollution loadins from Norwegian fish farms. Aquaculture. Vol. 28, pp.347-361.

**Boyd, C.E. , 1982.** Water quality in warmwater fish ponds. Elsevier Sci. Publ. Amsterdam. 318 P.

**Boyd, C.E. , 1985.** Chemical budget for channel catfish ponds. Trans. Am. Fish. Soc.,

Vol. 114, pp.291-298.

**Chang, W.Y.B. , 1987.** Fish culture in china. Fisheries, Vol. 12, pp.11-15.

**Clesceri, L.S. ; Greenberg, A.E. and Trussell, R.R. , 1989.** Standard methods for the examination of water and waste water. 17th edition. American Public Health Association. Washington D.C., U.S.A.

**Fabry, G. , 1975.** A szai - vasi vizesforgoban kezelt tavak talajainak kemiai vizsgalata. Haltenyesztesi kutato intezet, szarvas, Hungary, 52 P.

**Fel Foldy, L. , 1987.** A biologiai vizmimosites. Vizugyi Hidrobiologia, Vol. 16, pp.1-258.

**Goldman, C.R. and Horne, A.J. , 1983.** Limnology. McGraw - Hill International Book Company, London. 464 P.

**Lewkowicz, S. , 1987.** Investigations on intesification of carp fingerling production. 6. Primary production and oxygen conditions. Acta. Hydrobiol. Vol. 29, No. 3, pp.339-353.

**Ling, S.W. , 1974.** Keynote address. 5th Annual workshop world mariculture Soc., pp.19-25.

**Mandal, B.K. , 1976.** Studies on the primary productivity and physicochemical factors of two fish ponds at Burdwon, west Bengal (India). Acta Hydrobiol., Vo. 18, No. 2, pp.175-182.

**McConnel, W.I. , 1962.** Productivity relation in carbon microcosms. Limnol. Oceanogr., Vol. 7, pp.335-343.

**Moav, R. ; Wohlrath, G. ; Schroeder, G.L. and Hulata, G. , 1997.** Intensive polyculture of fish in freshwater ponds. 1. Substitution of expensive feeds by liquid cow manure. Aquaculture. Vol. 10, pp.25-43.

**Odumn, H.T. , 1956.** Primary production on flowing waters. Limnol. Oceanogr. Vol. 1, pp.102-117.

**Olah. J. , 1985.** Dosing experiment with fermented poltry manure in polyculture fishponds. text book. Fisheries Research Institute, Szarvas, Hungary. ?

**Olah, J. , 1986.** Carp production in manured pond. Aquaculture of cyprinids, INRA. Paris. pp.295-303.

**Pokornχ, J. ; Tomanova, J. and Nemacova, Z. , 1990.** Decline in nitrate content in carp ponds during the growing season. Proc. FAO - EIFA sym. prague. pp.15-18.

**Pokorny, J. ; Kuet, J. ; Omdok, J.P. ; Toul, Z. and Ostrye, L. , 1984.** Production ecological analysis of a plant community dominated by elodea candemisis Michl. Aquatic, Botany, Vol. 19, pp.263-292.

**Santiago, A.E. , 1987.** Evaluation of the high rate algae pond system for soft drink waste treatment and for fish culture. Asian. Environment. Vol. 9, pp.28-34.

**Spataru, P. ; Wohlharth, G.W. and Hulata, C.N. , 1983.** Studies on the natural food of different fish species in intensively manured polyculture ponds. Aquaculture. Vol. 35, pp.283-298.

**Stumn, W. and Morgan, J.J. , 1970.** Aquatic chemistry wiley - interscience, NewYork, 580 P.

**Wetzel, R.G. , 1975.** Limnology, W.B. Suonders, Philadelphia. 743 P.

**Zhang, F.L. ; Zhu, Y. and Zhou, X.Y. , 1987.** Studies on the ecological effects of varying the size of pond loaded with manures and feeds. Aquaculture, Vol. 60, pp.107-116.