

## تأثیر سطوح مختلف بیوفلاک بر کیفیت آب، عملکرد رشد و بازماندگی پست لارو میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*)

حسین آدینه محمد هرسیج

گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

(دریافت مقاله: ۱۷ خرداد ماه ۱۳۹۷، پذیرش نهایی: ۲۶ شهریور ماه ۱۳۹۷)

### چکیده

**زمینه مطالعه:** در سال‌های اخیر، استفاده از بیوفلاک به‌عنوان یک روش پرورشی برای حفظ کیفیت آب و کاهش هزینه غذای مصرفی در محیط پرورش میگو قابل توجه است.

**هدف:** هدف از این مطالعه بررسی اثرات استفاده از سطوح مختلف بیوفلاک بر کیفیت آب، عملکرد رشد و بازماندگی پست لارو میگوی وانامی پرورش یافته بدون تعویض آب است.

**روش کار:** پست لاروها با میانگین وزنی و طولی به ترتیب  $7/48 \pm 0/85$  mg و  $9/23 \pm 0/49$  mm در ۱۵ تنک با حجم ۴۰ L و تراکم ۱۰ پست لارو در لیتر ذخیره‌سازی شدند. سطوح مختلف بیوفلاک به‌عنوان منبع غذایی به آب مخازن آزمایشی اضافه شد: تیمار ۰B (۱۰۰٪ کنسانتره)، تیمار ۷۵B (۷۵٪ بیوفلاک + ۲۵٪ کنسانتره)، تیمار ۵۰B (۵۰٪ بیوفلاک + ۵۰٪ کنسانتره)، تیمار ۲۵B (۲۵٪ بیوفلاک + ۷۵٪ کنسانتره) و تیمار ۱۰۰B (۱۰۰٪ بیوفلاک). طول انجام دوره آزمایش ۲۸ روز بود.

**نتایج:** سطح آمونیاک کل در تیمار ۲۵B نسبت به دیگر تیمارها کاهش نشان داد ( $P < 0/05$ ). سطح نیترات بطور معنی‌داری در تیمار ۲۵B و ۵۰B نسبت به دیگر تیمارهای در روز ۲۸ آزمایش کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). در پایان آزمایش، نتایج نشان داد که رشد و بازماندگی میگو در تیمار ۲۵B (بترتیب  $33/20 \pm 30/1/23$  و  $81/56$ ٪) نسبت به دیگر تیمارها افزایش داشت ( $P < 0/05$ ). غلظت کل مواد جامد معلق در تیمارها در طول دوره آزمایشی افزایش داشت.

**نتیجه‌گیری نهایی:** نتایج این مطالعه نشان داد که جایگزینی ۲۵٪ بیوفلاک (۲۵B) با غذای کنسانتره می‌تواند عملکرد رشد و کیفیت آب محیط پرورش میگو را بهبود بخشد.

**واژه‌های کلیدی:** میگوی پاسفید، سیستم بیوفلاک، پارامترهای رشد، بهره‌وری تغذیه و کیفیت آب محیط پرورش

کپی‌رایت ©: حق چاپ، نشر و استفاده علمی از این مقاله برای مجله تحقیقات دامپزشکی محفوظ است.

\* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۱۷-۳۳۵۸۶۳۶۲، شماره: ۰۱۷-۳۳۲۶۴۰۶۰، Email: Adineh.h@gmail.com

### How to Cite This Article

Adineh, H., Harsij, M. (2019). Effect of different levels of biofloc on water quality, growth performance and survival of *Litopenaeus vannamei* post larvae, Iran. J Vet Res, 73(4), 393-401. doi: 10.22059/jvr.2019.227254.2584



## مقدمه

میگوی وانامی ۱۴ روزه آماده ذخیره‌سازی در استخرهای خاکی پرورشی از سایت پرورش میگوی گمیشان واقع در استان گلستان تهیه و به آزمایشگاه مهندسی آبزیان دانشگاه گنبد کاووس انتقال یافت. پست لاروها ۱۴ روز مرحله سازگاری با شرایط آزمایشگاهی را طی نمودند. آب با شوری  $g/l$   $29/10 \pm 0/16$  آماده و دمای محیط در محدوده‌ی مناسب حدود  $27/50 \pm 0/64$  °C تنظیم گردید. ۱۵ ظرف پلاستیکی با حجم آبگیری ۱، ۴۰ و تراکم ۱۰ پست لارو در لیتر ذخیره‌سازی شد. پست لاروها با میانگین وزنی  $7/48 \pm 0/85$  با ترازوی دیجیتال با دقت  $g$   $0/0001$  و میانگین طولی  $9/23 \pm 0/49$  mm با کولیس دیجیتالی با دقت  $mm$   $0/1$  اندازه‌گیری شدند.

**تولید بیوفلاک:** در مخزن ۲۵۰ لیتری حجم ۲۰۰ L بیوفلاک ذخیره‌سازی شد. برای شروع کار،  $g$  ۴۰ غذا، ۱۰ مخلوط آرد و سبوس گندم، ۵۵۰ ملاس چغندر قند،  $g$  خاک رس و  $g$  ۱ اوره در آب ریخته و بمدت ۱۰ روز شدیداً هوادهی شد. بعد از آماده‌سازی مخزن اولیه بیوفلاک، آزمایش آغاز شد و هر یک روز در میان  $g$  ۱۰ غذا، ۲۰ گرم سبوس و آرد و ۳ ملاس به مخزن جهت تداوم تولید بیوفلاک و به‌منظور حفظ نسبت کربن به ازت حدود ۲۰:۱ برای رشد باکتری‌های هتروتروفی اضافه شد (۲). آزمایش زمانیکه بیوفلاک (مقدار کل مواد معلق) بیش از  $mg/l$  ۱۰۰ بود شروع شد. بر اساس گزارش ارائه شده توسط Khanjani و همکاران در سال ۲۰۱۵ a، شروع آزمایش پست لاروها روزانه ۲۵٪ وزن بدن و بعد از ۲ هفته با افزایش وزن درصد غذادهی به ۱۵٪ کاهش یافت. غذادهی در ۳ وعده با غذای تجاری شرکت هوراش بوشهر (۳۸٪ پروتئین) انجام شد. برای برآورد میزان بیوفلاک ابتدا یک حجم معین از فلاک تولیدی با ۱۰٪ رطوبت نیز خشک گردید و بر اساس آن حجم فلاک مصرفی تخمین زده شد. این کار هر ۵ روز تکرار می‌گردید. این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به‌مدت ۲۸ روز در ۵ تیمار آزمایشی و هر کدام با ۳ تکرار انجام پذیرفت (جدول ۱).

معیارهای فیزیکوشیمیایی آب: طی دوره آزمایش، روزانه بین ساعت ۷ تا ۹ صبح پارامترهای کیفی آب همچون دما و اکسیژن محلول با استفاده از دستگاه اکسیژن‌متر مدل HACH ساخت آمریکا، بی‌اچ آب با استفاده از بی‌اچ‌متر مدل ۸۲۷ متروم ساخت سوئیس اندازه‌گیری شد. روزهای ۱۴ و ۲۸ آزمایش مقدار آمونیاک کل، نیترات، فسفات، قلیائیت و کدورت آب با استفاده از دستگاه پالین تست فتومتر ۷۵۰۰ ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان مواد جامد قابل ته‌نشین، یک لیتر آب مخزن را به داخل قیف مدرج مخروطی شکل ریخته و به‌مدت ۳۰ دقیقه نگه داشته تا ته‌نشین شود (۴). برای اندازه‌گیری کل مواد جامد معلق،  $ml$  ۱۰۰ از آب مخزن را با کاغذ صافی واتمن  $\mu$   $0/45$  فیلتر نموده و در آن در دمای  $103^{\circ}C$  تا ۱۰۵ به‌مدت ۱ تا ۳ ساعت قرار داده تا خشک شود (۶).

میگوی سفید اقیانوس آرام (*Litopenaeus vannamei*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های آبزیان دریایی در جهان است (۱۹) که افزایش مصرف آن باعث شده تا این گونه از نظر مطالعات پژوهشی بیشتر مورد توجه قرار گیرد (۲۹). با افزایش تولید آبزیان مقادیر زیادی از مواد زائد همچون مواد جامد و مواد مغذی که در نتیجه‌ی غذای خورده نشده، مدفوع و اوره و آمونیاک مترشح از حیوان است وارد اکوسیستم آبی می‌شوند (۲۳). در صورت عدم کنترل صحیح مواد دفعی مسائل زیست محیطی مانند بوتروفیکاسیون اتفاق می‌افتد (۲۶)، که می‌تواند به‌طور مستقیم باعث ایجاد سمیت برای جانوران آبزی گردد (۸).

در سال‌های اخیر، فن‌آوری سیستم بیوفلاک برای به حداقل رسانیدن تخلیه‌ی پساب به اکوسیستم آبی، حفظ منابع آب و بهبود امنیت زیستی مزارع پرورش مورد توجه قرار گرفته است (۱۰، ۳). در چنین سیستم‌هایی میکروارگانیسم‌ها نقش مهمی در بهبود باروری، چرخه عناصر، کیفیت آب و تغذیه حیوانات دارند (۱۷). دستکاری نسبت کربن به نیتروژن (C:N) برای توسعه سیستم بیوفلاک بوسیله استفاده از منابع کربنی خارجی و یا بالا بردن سطح کربن در غذا انجام می‌شود. پسماندهای کشاورزی - صنعتی حاوی منابع کربن قابل دسترس شامل ملاس، آرد و سبوس گندم، سبوس برنج، ضایعات شالی کوبی، پسماند گلوتن، پسماند مالت، پودر آب پنبه و باگاس و منابع ازت قابل استفاده می‌توان به کنجاله کلزا، کنجاله سویا، بذر گوجه فرنگی، بذر چای، پیتون، ویناس الکل، کازئین و آمونیوم سولفات اشاره نمود. بطور کلی باید توجه داشت که، افزایش نسبت کربن به نیتروژن برای رشد بهینه باکتری‌های هتروتروف ضروری است (۱۲). در چنین سیستم‌هایی حفظ کیفیت آب با جذب ترکیبات نیتروژنی در تولید پروتئین میکروبی و همچنین استفاده از ضایعات کشاورزی جهت کاهش هزینه‌های غذایی بسیار حائز اهمیت است (۱۳).

تحقیقات نشان داده است که همه گونه‌های آبزیان نمی‌توانند در سیستم بیوفلاک عملکرد مناسبی داشته باشند بنابراین آبزیانی که رژیم غذایی فیلتر کنندگی، عادت به همه‌چیز خواری، قابلیت سازگاری دستگاه گوارش به جذب بهتر ذرات میکروبی را دارند نیز مناسب برای استفاده در این سیستم می‌باشند. محققین گزارش دادند که بیوفلاک توانسته عملکرد رشد میگوی مونودون *Penaeus monodon* (۱)، میگوی وانامی *Litopenaeus vannamei* (۲۷)، میگوی *Farfantepenaeus Paulensis* (۲)، میگوی *Marsupenaeus japonicas* (۳۰) را افزایش دهد. بطور کلی هدف از این آزمایش، بررسی کیفیت آب، عملکرد رشد و درصد بازماندگی میگوی وانامی پرورش یافته در سیستم بیوفلاک بدون تعویض آب می‌باشد.

## مواد و روش کار

تهیه میگو و شرایط آزمایش: برای انجام این پژوهش پست لاروهای



جدول ۱. طراحی ۵ تیمار آزمایشی برای پرورش لارو میگوی وانامی در سیستم بیوفلاک.

تیمار	مدل غذایی
B ۰	۱۰۰٪ کنسانتره
B ۲۵	۲۵٪ بیوفلاک + ۷۵٪ کنسانتره
B ۵۰	۵۰٪ بیوفلاک + ۵۰٪ کنسانتره
B ۷۵	۷۵٪ بیوفلاک + ۲۵٪ کنسانتره
۱۰۰B	۱۰۰٪ بیوفلاک

**معیارهای رشد و بازماندگی:** جهت بررسی شاخص‌های عملکرد رشد، بدست آوردن بیوماس و محاسبه غذای روزانه در طول دوره آزمایش، زیست‌سنجی میگوها (وزن و طول) ابتدای دوره و به فاصله هر دو هفته در طول دوره آزمایش انجام شد. درصد بازماندگی بر اساس تعداد میگوهای ذخیره سازی شده در ابتدای آزمایش و تعداد میگوهای باقی مانده در انتهای آزمایش محاسبه گردید.

سرعت رشد طبق فرمول  $(GR\ mg) = (t_1 - t_2 / Wt_1 - Wt_2)$  که در آن  $Wt_2$ : وزن نهایی ماهی (g)؛  $Wt_1$ : وزن اولیه ماهی (g)؛  $t_1 - t_2$ : طول دوره آزمایش (روز) می‌باشد.

نرخ رشد ویژه طبق فرمول  $SGR (\% \text{ day}^{-1}) = [t_1 - t_2 / \ln Wt_1 - \ln Wt_2] \times 100$  است که در آن  $\ln Wt_2$ : لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی (g)؛  $\ln Wt_1$ : لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی (g)؛  $t_1 - t_2$ : طول دوره آزمایش (روز) می‌باشد.

ضریب تبدیل غذایی طبق رابطه  $FCR = \text{food intake (g)} / \text{living weight gain (g)}$  که در آن  $\text{living weight gain (g)}$ : غذای خورده شده (g)؛  $\text{Living weight gain (g)}$ : وزن بدست آمده (g) می‌باشد. تجزیه و تحلیل آماری: داده‌ها توسط نرم‌افزار spss ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین بین تیمارها از آنالیز واریانس یک‌طرفه با استفاده از آزمون چند دانمن در سطح ۵٪ استفاده شد. کلیه نمودارها و گراف‌ها در نرم‌افزار Excel رسم گردید.

## نتایج

برخی از پارامترهای فیزیوشیمیایی آب شامل درجه حرارت، شوری، پی‌اچ و اکسیژن محلول در جدول (۲) آورده شده است. نتایج ثبت شده در این آزمایش نشان داد درجه حرارت، شوری، پی‌اچ و اکسیژن محلول در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری ندارد ( $P < 0.05$ ). میانگین دما در طول دوره پرورش  $27/58^\circ C$  درجه سانتی‌گراد به ثبت رسید. میانگین شوری در تیمارهای آزمایشی برابر با  $29/44\ g/l$  بود. بیشترین و کمترین میزان پی‌اچ بترتیب در تیمار B ۲۵ و B ۰ بدست آمد. بیشترین میزان اکسیژن محلول در تیمار B ۲۵ برابر با  $6/15\ mg/l$  و کمترین میزان اکسیژن محلول در تیمار B ۰ برابر با  $5/92\ mg/l$  به ثبت رسید.

نتایج اندازه‌گیری متغیرهای کیفی (قلیائیت، آمونیاک کل، نیترات و فسفات) در روزهای ۱۴ و ۲۸ دوره آزمایش در جدول (۳) آورده شده است.

روز ۱۴ آزمایش، بیشترین میزان قلیائیت در تیمار B ۱۰۰ رویت شد و بین این تیمار و دیگر تیمارهای آزمایشی اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.05$ ). روز ۲۸ آزمایش، تفاوت آماری معنی‌داری از نظر میزان قلیائیت بین همه تیمارهای آزمایشی مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ) بطوریکه بیشترین  $(213/08\ mg/l\ CaCO_3)$  و کمترین  $(123/52\ mg/l\ CaCO_3)$  بترتیب در تیمارهای B ۱۰۰ و B ۵۰ بدست آمد. آمونیاک کل در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری معنی‌داری در روزهای ۱۴ و ۲۸ داشت ( $P < 0.05$ ). در این روزها بیشترین میزان آمونیاک کل بترتیب در تیمارهای B ۱۰۰ و B ۷۵ مشاهده گردید. نیترات در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری معنی‌داری در روزهای ۱۴ و ۲۸ داشت ( $P < 0.05$ ) بطوریکه در هر دو زمان نمونه‌برداری بیشترین مقدار آن در تیمار B ۱۰۰ به ثبت رسید. روز ۱۴ آزمایش، فسفات تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای آزمایشی داشت ( $P < 0.05$ ) و بیشترین آن در تیمار B ۱۰۰ برابر  $0/209\ mg/l$  و کمترین میزان آن در تیمار B ۵۰ برابر  $0/32\ mg/l$  بدست آمد. روز ۲۸ آزمایش، فسفات تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای آزمایشی داشت ( $P < 0.05$ ) بطوریکه بیشترین و کمترین میزان آن در تیمارهای B ۰ و B ۵۰ مشاهده گردید.

آنالیز نتایج بدست آمده از عملکرد رشد و بازماندگی پست لارو میگو در روزهای ۱۴ و ۲۸ در جدول (۴) آورده شده است. در روز ۱۴ نمونه‌برداری تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت ( $P < 0.05$ ). بیشترین مقدار در تیمار B ۲۵ برابر  $39/08\ mg$  و کمترین مقدار در تیمار B ۱۰۰ برابر  $20/43\ mg$  بدست آمد. در روز ۲۸ نمونه‌برداری نیز به همین ترتیب افزایش رشد ادامه یافت و بیشترین و کمترین مقدار رشد بترتیب  $30/173$  و  $3/173$  مربوط به تیمار B ۲۵ و  $86/15$  مربوط به تیمار B ۱۰۰ بود. طول نهایی در تیمارهای مختلف آزمایشی در روزهای نمونه‌برداری (۱۴، ۲۸) از تفاوت معنی‌دار آماری برخوردار بود بطوریکه بیشترین مقدار در تیمار B ۲۵ و کمترین مقدار در تیمار B ۱۰۰ بدست آمد ( $P < 0.05$ ). اختلاف معنی‌دار آماری از نظر سرعت رشد بین تیمارهای آزمایشی در روزهای نمونه‌برداری وجود داشت، بطور کلی بیشترین مقدار در تیمار B ۲۵ و کمترین آن در تیمار B ۱۰۰ مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ). در روز ۱۴ آزمایش نرخ رشد ویژه به جزء در تیمار B ۱۰۰ بین دیگر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار آماری نداشت ( $P < 0.05$ ). در روز ۲۸ آزمایش نرخ رشد ویژه در تمام تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار آماری داشت ( $P < 0.05$ ). مقدار ضریب تبدیل غذایی بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار آماری داشت ( $P < 0.05$ ). آنالیز آماری در روز ۱۴ آزمایش نشان داد که بیشترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمار B ۱۰۰ ( $2/48$ ) و کمترین مقدار در تیمار B ۰ ( $1/28$ ) بدست آمد. همچنین بیشترین و کمترین مقدار این معیار در روز ۲۸ آزمایش بترتیب مربوط به تیمارهای B ۱۰۰ و B ۵۰ بود. مقایسه آماری درصد بازماندگی بین تیمارهای آزمایشی نشان از اختلاف معنی‌دار این معیار بود ( $P < 0.05$ ). در روز ۱۴



جدول ۲. میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) فاکتورهای مختلف فیزیوشیمیایی آب. در هر ردیف، عدم وجود حروف لاتین نشان از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ( $P < 0.05$ ).

پارامترهای آب	B 100	B 75	B 50	B 25	B 0
دما ( $^{\circ}\text{C}$ )	27/4 $\pm$ 0/39	27/58 $\pm$ 0/50	27/6 $\pm$ 0/48	27/84 $\pm$ 0/77	27/5 $\pm$ 0/81
شوری ( $\text{g/L}^{-1}$ )	29/76 $\pm$ 0/41	29/69 $\pm$ 0/23	29/4 $\pm$ 0/57	29/3 $\pm$ 0/47	29/06 $\pm$ 0/36
بی‌اچ	7/92 $\pm$ 0/11	7/4 $\pm$ 0/29	7/58 $\pm$ 0/16	8/06 $\pm$ 0/09	7/33 $\pm$ 0/15
اکسیژن محلول ( $\text{mg/L}^{-1}$ )	5/89 $\pm$ 0/38	6/15 $\pm$ 0/26	6/01 $\pm$ 0/45	6/12 $\pm$ 0/41	5/92 $\pm$ 0/32

جدول ۳. میانگین برخی متغیرهای کیفی آب در روزهای ۱۴ و ۲۸ دوره آزمایش. در هر ردیف، حروف غیر همسان نشان از تفاوت معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).

پارامترهای آب	روزهای آنالیز	B 100	B 75	B 50	B 25	B 0
قلیائیت ( $\text{mg/L}^{-1}$ / calcium carbonate)	۱۴	26/12 $\pm$ 2/56 <sup>a</sup>	186/77 $\pm$ 13/96 <sup>b</sup>	181/19 $\pm$ 9/20 <sup>b</sup>	184/23 $\pm$ 11/59 <sup>b</sup>	163/18 $\pm$ 16/05 <sup>b</sup>
آمونیاک کل ( $\text{mg/L}^{-1}$ )	۱۴	0/189 $\pm$ 0/021 <sup>a</sup>	0/136 $\pm$ 0/019 <sup>bc</sup>	0/121 $\pm$ 0/010 <sup>c</sup>	0/09 $\pm$ 0/011 <sup>d</sup>	0/147 $\pm$ 0/015 <sup>b</sup>
نیترات ( $\text{mg/L}^{-1}$ )	۱۴	0/188 $\pm$ 0/012 <sup>a</sup>	0/187 $\pm$ 0/013 <sup>a</sup>	0/035 $\pm$ 0/005 <sup>c</sup>	0/045 $\pm$ 0/007 <sup>c</sup>	0/128 $\pm$ 0/019 <sup>b</sup>
فسفات ( $\text{mg/L}^{-1}$ )	۱۴	0/209 $\pm$ 0/025 <sup>a</sup>	0/208 $\pm$ 0/023 <sup>a</sup>	0/032 $\pm$ 0/004 <sup>c</sup>	0/043 $\pm$ 0/005 <sup>c</sup>	0/15 $\pm$ 0/017 <sup>b</sup>
	۲۸	0/599 $\pm$ 0/056 <sup>b</sup>	0/541 $\pm$ 0/074 <sup>c</sup>	0/372 $\pm$ 0/060 <sup>d</sup>	0/514 $\pm$ 0/055 <sup>c</sup>	0/786 $\pm$ 0/072 <sup>a</sup>

جدول ۴. میانگین برخی از معیارهای رشد در طول دوره آزمایش. در هر ردیف، حروف غیر همسان نشان از تفاوت معنی‌دار است ( $P < 0.05$ ).

روزهای آنالیز	B 100	B 75	B 50	B 25	B 0
وزن نهایی (mg)	20/43 $\pm$ 2/83 <sup>d</sup>	28/79 $\pm$ 2/85 <sup>c</sup>	32/54 $\pm$ 4/59 <sup>bc</sup>	39/08 $\pm$ 2/88 <sup>a</sup>	34/19 $\pm$ 2/30 <sup>ab</sup>
طول نهایی (mm)	13/58 $\pm$ 0/82 <sup>c</sup>	14/13 $\pm$ 0/70 <sup>bc</sup>	14/83 $\pm$ 0/714 <sup>a</sup>	15/09 $\pm$ 0/81 <sup>a</sup>	14/69 $\pm$ 0/71 <sup>ab</sup>
سرعت رشد (mg)	0/93 $\pm$ 0/14 <sup>d</sup>	0/52 $\pm$ 0/22 <sup>c</sup>	0/79 $\pm$ 0/21 <sup>bc</sup>	0/26 $\pm$ 0/25 <sup>a</sup>	0/94 $\pm$ 0/20 <sup>ab</sup>
نرخ رشد ویژه (%/day)	3/22 $\pm$ 0/36 <sup>b</sup>	4/39 $\pm$ 0/39 <sup>a</sup>	4/78 $\pm$ 0/61 <sup>a</sup>	4/95 $\pm$ 0/52 <sup>a</sup>	4/6 $\pm$ 0/38 <sup>a</sup>
بازماندگی (%)	70/15 $\pm$ 2/02 <sup>c</sup>	84/52 $\pm$ 2/63 <sup>b</sup>	86/11 $\pm$ 4/25 <sup>b</sup>	86/3 $\pm$ 3/52 <sup>b</sup>	90/22 $\pm$ 2/75 <sup>a</sup>
ضریب تبدیل غذایی	2/48 $\pm$ 0/15 <sup>a</sup>	2/03 $\pm$ 0/21 <sup>ab</sup>	1/51 $\pm$ 0/09 <sup>bc</sup>	1/33 $\pm$ 0/14 <sup>c</sup>	1/28 $\pm$ 0/14 <sup>c</sup>

جامد معلق بین 149/2 تا 306/7 mg دست آمد. نتایج کدورت آب نشان داد که با افزایش درصد بیوفلاک در رژیم غذایی مقدار کدورت افزایش و این روند تا پایان دوره آزمایش ادامه داشت. در انتهای دوره آزمایش میزان کدورت بصورت واحد کدورت فرمازین (FTU: Formazin Turbidity Unit) بین 37 تا 60/15 به ثبت رسید.

## بحث

بکارگیری بیوفلاک به‌عنوان یک سیستم مناسب و سودمند است که بر پایه رشد میکروارگانیسم‌ها در محیط پرورش استوار است. در این آزمایش میزان دما، شوری، بی‌اچ و اکسیژن محلول در دامنه مطلوب برای پرورش

نمونه‌برداری بیشترین درصد بازماندگی مربوط به تیمار B (90/22%) و در روز 28 نمونه‌برداری بیشترین درصد بازماندگی مربوط به تیمار B25 (81/56%) بود.

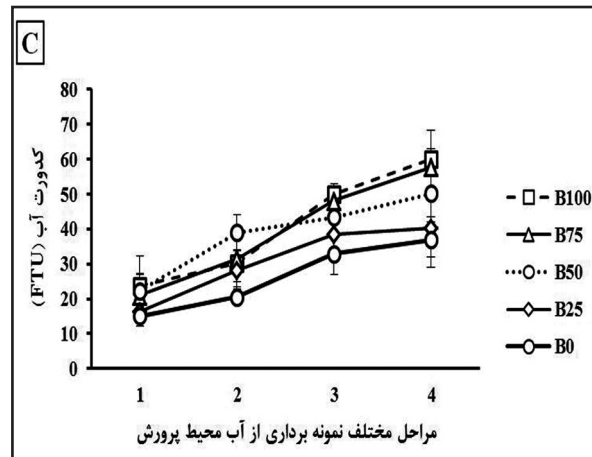
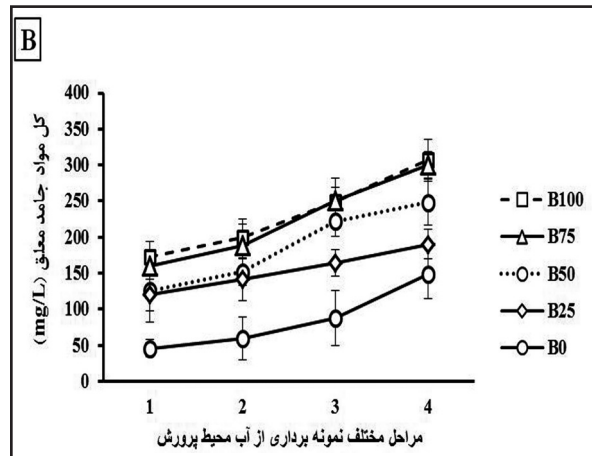
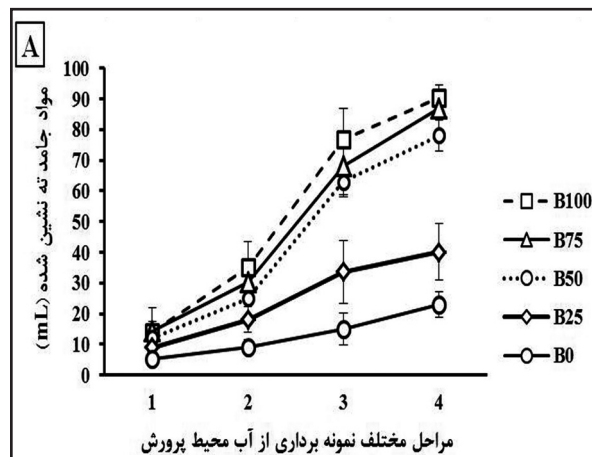
مقادیر اندازه‌گیری شده از میزان مواد جامد ته‌نشین شده، غلظت کل مواد جامد معلق و کدورت آب در طول 28 روز آزمایش در نمودار (1) آورده شده است. با افزایش گستره‌ی تشکیل بیوفلاک میزان مواد جامد ته‌نشین شده و غلظت کل مواد جامد معلق در طی دوره آزمایش افزایش تدریجی داشت. میزان این دو معیار در تیمارهای با 50، 70 و 100% بیوفلاک نسبت به تیمارهای 25 و تیمار بدون بیوفلاک بیشتر بود. در انتهای دوره آزمایش میزان مواد جامد ته‌نشین شده بین 23 تا 93/5 و میزان غلظت کل مواد



از روند کاهش تدریجی این پارامتر از روز ۱۴ تا ۲۸ می‌باشد که با تحقیقات Anand و همکاران در سال ۲۰۱۴ مطابقت نداشت و نتایج آن‌ها نشان از افزایش غیرمعنی‌دار میزان قلیائیت بود.

با افزودن مقدار مناسب کربوهیدرات به آب و تنظیم نسبت کربن به ازت، باکتری‌های هتروتروفی مواد غذایی حاصل را جذب و بطور بهینه بیوفلاک تشکیل می‌گردد که در این صورت آمونیاک و نیتريت در آب کاهش می‌یابد (۲). میزان آمونیاک کل در روزهای نمونه‌برداری بین تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری معنی‌داری داشت ( $P < 0.05$ ) که بیشترین میزان بترتیب در تیمارهای B و ۱۰۰B و ۷۵B مشاهده گردید که این نشان از مصرف بیش از حد از بیوفلاک و برهم خوردن تعادل باکتری‌های هتروتروفی در سیستم پرورش میگو است. تحقیقات Gaona و همکاران در سال ۲۰۱۶ نشان داد که با افزایش غلظت مواد جامد معلق در تیمارهای آزمایشی، میزان آمونیاک تغییرات معنی‌داری نداشت اما در این مطالعه با افزایش درصد بیوفلاک در سیستم پرورشی میزان آمونیاک افزایش معنی‌دار داشت ( $P < 0.05$ ). میزان کل مواد جامد معلق شاخص واقعی از توده زیستی (بیوفلاک) می‌باشند (۵). Samocha و همکاران در سال ۲۰۰۷، برای میگوهای خانواده پنائیده حجم مواد جامد معلق را کمتر از ۵۰۰ mg/l توصیه کردند. برخی از محققین میزان مواد جامد معلق برای پرورش متراکم لارو میگوی کمتر از ۳۰۰ mg/l ثبت کردند (۱۶، ۱۸) که با این مطالعه مطابقت داشت. بطور کلی، غلظت مواد جامد معلق برای میگوی وانامی در سیستم پرورش بیوفلاک بدون تعویض آب بین ۲۰۰ mg/l تا ۶۰۰ گزارش شده است (۲۲). در پایان آزمایش، بیشتری و کمترین میزان مواد جامد معلق در تیمارهای B و ۱۰۰B و ۷۵B مشاهده گردید بنابراین می‌توان اظهار داشت که با افزایش میزان بیوفلاک محلول به آب محیط پرورشی، میزان مواد جامد معلق نیز افزایش یافته است. Xu and Pan در سال ۲۰۱۲، پس از ۳۰ روز بررسی بیوفلاک در سیستم پرورش میگوی وانامی جوان گزارش دادند که، در طول دوره آزمایش مواد جامد معلق روندی افزایشی داشته و میزان آن به ۳۲۰ mg/l رسیده است که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که میزان کل مواد جامد معلق با گذشت زمان روندی افزایشی داشته که بیشترین میزان در تیمار B ۱۰۰ برابر ۳۰۶/۷۵ mg/l مشاهده گردید.

محققین گزارش دادند که استفاده از سیستم بیوفلاک برای پرورش میگو و یا ماهی فوائد متعددی همچون بهبود نرخ رشد (۲۵) و کاهش ضریب تبدیل غذایی (۹) در پی دارد. در چنین سیستم‌هایی مدیریت کنترل فلاک بسیار حائز اهمیت است چراکه تولید بیش از حد بیوفلاک در محیط آبی می‌تواند پاسخ منفی در روند رشد و بازماندگی بوجود آورد. Burford و همکاران در سال ۲۰۰۴ گزارش دادند که میگوی وانامی می‌تواند بیش از ۲۹٪ بیوفلاک موجود در آب را به‌عنوان غذا مصرف نماید. در این آزمایش پست لاروها در تیمار ۲۵B (۲۵٪ بیوفلاک مصرفی) نسبت به دیگر تیمارهای



نمودار ۱. میانگین میزان مواد جامد ته‌نشین شده (A)، غلظت کل مواد جامد معلق (B) و کدورت آب (C) در طول دوره آزمایش. روزهای نمونه‌برداری از آب محیط پرورش (۱، ۲، ۳ و ۴: بترتیب روزهای ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ آزمایش).

پست لارو میگوی وانامی قرار داشت. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب بر اساس گزارش تنظیم گردید (۲۸). با افزایش میزان مصرف بیوفلاک در تیمارهای آزمایشی، میزان قلیائیت روندی افزایشی داشت که کمترین مربوط به تیمار ۲۵B برابر  $168/00 \pm 14/61$  mg/l و بیشترین مربوط به تیمار B ۱۰۰ برابر  $213/08 \pm 10/77$  mg/l بود که با نتایج تحقیقات Gaona و همکاران در سال ۲۰۱۶ در تضاد بود. اندازه‌گیری قلیائیت نشان



## References

1. Arnold, S.J., Coman, F.E., Jackson, C.J., Groves, S.A. (2009). High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: an evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture*, 293(1-2), 42-48.
2. Asaduzzaman, M., Wahab, M.A., Verdegem, M.C.J., Huque, S., Salam, M.A., Azim, M. E. (2008). C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* production in ponds. *Aquaculture*, 280(1-4), 117-123.
3. Avnimelech, Y. (2007). Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, 264(1-4), 140-147.
4. Avnimelech, Y., Kochba, M. (2009). Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in bio floc tanks, using  $^{15}N$  tracing. *Aquaculture*, 287(1-2), 163-168.
5. Avnimelech, Y., Kochva, M., Diab, S. (1994). Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *Israel J Aquaculture*, 46(3), 119-131.
6. Azim, M.E., Little, D.C. (2008). The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283(1-4), 29-35.
7. Ballester, E.L.C., Abreu, P.C., Cavalli, R.O., Emerenciano, M., De Abreu, L., Wasielesky Jr, W. (2010). Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. *Aquac Nutr*, 16(2), 163-172.
8. Boardman, G.D., Starbuck, S.M., Hudgins, D.B., Li, X., Kuhn, D.D. (2004). Toxicity of ammonia to three marine fish and three marine invertebrates. *Environ Toxicol*, 19(2), 134-142.
9. Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H., Pearson, D.C. (2004). The con-

آزمایشی عملکرد رشد بهتری داشتند. Anand و همکاران در سال ۲۰۱۴ در تحقیقی ۶۰ روز بر عملکرد رشد میگوی موندون با میانگین وزنی  $10/10 \pm 2/90$  دریافتند که میگوهای تغذیه شده با ۴٪ و ۸٪ بیوفلاک خشک نسبت به دیگر تیمارها بیشترین میزان رشد ( $21/679 \pm 0/g$ ) و نرخ رشد ویژه ( $0.4 \pm 0.1/41$ ) را بدست آوردند. در پایان دوره آزمایش مطالعه حاضر، تیمار ۲۵B بالاترین مقدار وزن نهایی ( $32/2 \pm 30/173 mg$ ) و درصد نرخ رشد ویژه ( $65/97 \pm 0/day$ ) را به خود اختصاص داد. درصد بازماندگی در تیمارهای ۲۵B و ۵۰B ( $1/55 \pm 80/28$ ) به حداکثر و در تیمار ۱۰۰B ( $1/25 \pm 69/49$ ) به حداقل خود رسید. بطور کلی، در پایان دوره آزمایش با افزایش درصد مصرف فلاک درصد بازماندگی بطور معنی داری کاهش پیدا کرد ( $P < 0.05$ ). Ray و همکاران در سال ۲۰۱۰، میانگین بازماندگی پست لارو میگوی وانامی تغذیه شده با جیره حیوانی و گیاهی را  $81 \pm 71$ ٪ گزارش دادند. Emerenciano و همکاران در سال ۲۰۱۱ پس از ارزیابی تأثیر بیوفلاک بر میگوی صورتی *Farfantepenaeus paulensis* اظهار داشتند که بازماندگی پست لاروها در تیمار استفاده مخلوط بیوفلاک و غذای تجاری ( $50\% + 50\%$ ) نسبت به تیمار مصرف تنها بیوفلاک و غذای تجاری از درصد بالاتری برخوردار بودند که با این آزمایش مطابقت داشت.

**نتیجه گیری کلی:** بدلیل شکل گیری جمعیت های مختلف باکتری، قارچ ها، ویروس ها و موجودات پلانکتونی که وابسته به شرایط محیطی و همچنین نوع و میزان کربن و نیتروژن مصرفی هستند، تغییر نامتعارفی در فاکتورهای فیزیکیوشیمیایی و کیفی آب محیط پرورشی بوجود می آید. باید توجه داشت که برای دستیابی به عملکرد مناسب در سیستم بیوفلاک بایستی تولید و مصرف بیوفلاک به میزان مناسب و تحت کنترل باشد تا اثرات مثبت بر کیفیت آب محیط پرورش و عملکرد رشد میگو داشته باشد. بطور کلی نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که تیمار ۲۵B (۲۵٪ بیوفلاک و ۷۵٪ غذای تجاری) نسبت به دیگر تیمارهای آزمایشی عملکرد بهتری داشت که نشان از اثربخشی سیستم بیوفلاک در این تیمار بود.

## تشکر و قدردانی

این پژوهش در قالب طرح پژوهشی با شماره ۶/۲۰۱۳ در دانشگاه گنبد کاووس اجرا شده است. نویسندگان از حمایات مالی دانشگاه کمال تشکر و قدردانی را دارند.

## تعارض در منافع

بین نویسندگان هیچ گونه تعارض در منافع گزارش نشده است.



- tribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, 232(1-4), 525-537.
10. Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H., Pearson, D.C. (2003). Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, 219(1-4), 393-411.
  11. Emerenciano, M., Ballester, E.L., Cavalli, R.O., Wasielesky, W. (2011). Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. *Aquac Int*, 19(5), 891-901.
  12. Emerenciano, M., Ballester, E.L., Cavalli, R.O., Wasielesky, W. (2012). Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquac Res*, 43(3), 447-457.
  13. Emerenciano, M., Cuzon, G., Paredes, A., Gaxiola, G. (2013). Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. *Aquac Int*, 21(6), 1381-1394.
  14. Gaona, C.A.P., da Paz Serra, F., Furtado, P.S., Poersch, L.H., Wasielesky Jr, W. (2016). Effect of different total suspended solids concentrations on the growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a BFT system. *Aquac Eng*, 72, 65-69.
  15. Khanjani, M.H., Sajjadi, M.M., Alizadeh, M., Sourinejad, I. (2015 a). Effect of different feeding levels on water quality, growth performance and survival of western white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) post larvae with application of biofloc technology. *Iran Sci Fish J*, 24(2), 13-28.
  16. Khanjani, M.H., Alizadeh, M., Sajjadi, M.M., Sourinejad, I. (2015 b). The effect of different carbon sources on water quality, growth performance and survival of western white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) the culture system without water. *Iran Sci Fish J*, 24 (3), 77-92.
  17. McIntosh, D., Samocha, T.M., Jones, E.R., Lawrence, A. L., McKee, D.A., Horowitz, S., Horowitz, A. (2000). The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with a low-protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. *Aquac Eng*, 21(3), 215-227.
  18. Mishra, J.K., Samocha, T.M., Patnaik, S., Speed, M., Gandy, R. L., Ali, A.M. (2008). Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. *Aquac Eng*, 38(1), 2-15.
  19. Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T.J., Sumaila, U.R., Walters, C.J., Zeller, D. (2002). Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418(6898), 689.
  20. Ray, A.J., Seaborn, G., Leffler, J.W., Wilde, S.B., Lawson, A., Browdy, C.L. (2010). Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. *Aquaculture*, 310(1-2), 130-138.
  21. Samocha, T. M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A. M., Burger, J. M., Almeida, R. V., Brock, D. L. (2007). Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquac Eng*, 36(2), 184-191.
  22. Schweitzer, R., Arantes, R., Costódio, P.F.S., do Espírito Santo, C.M., Arana, L.V., Seiffert, W.Q., Andreatta, E.R. (2013). Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. *Aquac Eng*, 56, 59-70.
  23. Sharrer, M.J., Tal, Y., Ferrier, D., Hankins, J.A., Summerfelt, S.T. (2007). Membrane biological reactor treatment of a saline backwash flow from a recirculating aquaculture system. *Aquac Eng*, 36(2), 159-176.
  24. Anand, P.S., Kohli, M.P.S., Kumar, S., Sundaray, J.K., Roy, S.D., Venkateshwarlu, G., Pailan, G.H. (2014). Effect of dietary supplementation of biofloc on growth performance and digestive



- enzyme activities in *Penaeus monodon*. Aquaculture, 418, 108-115.
25. Wasielesky Jr, W., Atwood, H., Stokes, A., Browdy, C.L. (2006). Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture, 258(1-4), 396-403.
26. Wetzel, R.G., Limnology, G. (2001). Lake and river ecosystems. Limnology, 37, 490-525.
27. Xu, W.J., Pan, L.Q. (2012). Effects of bioflocs on growth performance, digestive enzyme activity and body composition of juvenile *Litopenaeus vannamei* in zero-water exchange tanks manipulating C/N ratio in feed. Aquaculture, 356, 147-152.
28. Zhang, P., Zhang, X., Li, J., Huang, G. (2006). The effects of body weight, temperature, salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Aquaculture, 256(1-4), 579-587.
29. Zhang, M., Sun, Y., Chen, K., Yu, N., Zhou, Z., Chen, L., Li, E. (2014). Characterization of the intestinal microbiota in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed diets with different lipid sources. Aquaculture, 434, 449-455.
30. Zhao, P., Huang, J., Wang, X.H., Song, X.L., Yang, C.H., Zhang, X.G., Wang, G.C. (2012). The application of bioflocs technology in high-intensive, zero exchange farming systems of *Marsupenaeus japonicus*. Aquaculture, 354, 97-106.





# Effect of Different Levels of Biofloc on Water Quality, Growth Performance and Survival of *Litopenaeus vannamei* Post Larvae

**Hossein Adineh, Mohammad Harsij**

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad kavoos University, Gonbad kavoos, Iran

(Received 7 June 2018, Accepted 17 September 2018)

## Abstract:

**BACKGROUND:** In recent years, the use of biofloc has been considerable as a culture method to protect water quality and reduce the cost of food in the environment cultured shrimp.

**OBJECTIVES:** The purpose of this study was to evaluate the effects of different levels of biofloc on water quality, growth performance and survival of *Litopenaeus vannamei* post larvae reared with no water exchange.

**METHODS:** Post larvae with weight of  $7.48 \pm 0.85$  mg and length of  $9.23 \pm 0.49$  mm were reared in fifteen tanks with volume of 40-L and stocking density of 10 PL/L. Different levels of biofloc were added to tanks' water as food sources: B0 (100% concentrate); B75 (75% biofloc +25% concentrate); B50 (50% biofloc +50% concentrate); B25 (25% biofloc +75% concentrate) and B100 (100% biofloc). The experiment was carried out for twenty-eight days.

**RESULTS:** Total ammonia nitrogen (TAN) level was lower in B25 than other treatments ( $P < 0.05$ ). The levels of Nitrate (mg  $\text{NO}_3\text{-N L}^{-1}$ ) were significantly lower in B25 and B50 in 28 days of the experiment than in other treatments ( $P < 0.05$ ). At the end of the experiment, results showed that shrimp growth and survival were higher in B25 ( $301.23 \pm 32.20$  g and 81.56%, respectively) than in other treatments ( $P < 0.05$ ). The concentration of TSS tended to increase in the treatments during the experiment.

**CONCLUSIONS:** The results from this study suggest that replacement of 25% biofloc (B25) with food concentrate can improve growth performance and water quality of the cultured shrimp.

## Keyword:

*Litopenaeus vannamei*, Biofloc system, Growth performance, Feed efficiency, Culture water quality

## Figure Legends and Table Captions

**Table 1.** Design of five treatments for *Litopenaeus vannamei* shrimp larvae culture in biofloc system. Within each row, the absence Latin letters indicates no significant difference between treatments ( $P > 0.05$ ).

**Table 2.** Farms and aborted fetuses history and the results of nested-PCR on the brain sample of aborted fetuses in Arak. Within each row, the absence Latin letters indicate no significant difference between treatments ( $P > 0.05$ ).

**Table 3.** Mean of some water quality parameters in 14 and 28 days of experiment periods. Within each row, non-identical letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

**Table 4.** Mean of some growth parameters during the experimental period. Within each row, non-identical letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

**Graph 1.** Mean of settled solid (A), Mean concentration of total suspended solids (B) and Water turbidity (C) during experiment periods. Sampling days from the culture water (1, 2, 3 and 4: days 7, 14, 21 and 28 tests, respectively).

