1075 – AMIWR2019

تکنیک های نوین آبزی پروری در آبهای لب شور داخلی

محمد محمدی[۱]، حبیب سرسنگی علی آباد[۱]، فرهاد رجبی پور[۱] و مرتضی علیزاده[۱]

۱. مرکز تحقیقات ملی آبزیان آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مقدمه:

میزان تولید ماهی دنیا طی پنج سال منتهی به ۲۰۱۴ از نرخ رشد متوسط سالانه ۳/۲ درصد برخوردار بوده است. در همین دوره سرعت رشد سالانه جمعیت جهان ۱/۶ برآورد شده است. چنین افزایش رشدی نشان از اهمیت تولید ماهی در تامین نیاز غذایی جوامع بشری دارد. در سال ۲۰۱۱ کل تولید آبزیان دنیا ۱۵۴ میلیون تن بوده که طی برنامه ریزی‌های انجام شده این رقم در سال ۲۰۳۰ به ۱۸۶ میلیون تن خواهد رسید و سهم آبزی‌پروری از این میزان تولید، بیش از ۹۰ میلیون تن خواهد بود. این در حالی است در سال ۲۰۱۳ سهم آبزی‌پروری ۷۰/۵ میلیون تن بوده است (FAO, 2014). این آمار حاکی از اهمیت پر رنگ نقش صنعت آبزی‌پروری در تامین امنیت غذایی جهان است.

حدود نیمی از تولیدات آبزی‌پروری دنیا در آبهای ساحلی شور و لب شور صورت می‌گیرد که این دو حالت جمعا mariculture نامیده می‌شود که سریع‌ترین رشد صنعت آبزی‌پروری دنیا را شامل می‌شود و در واقع سریع‌ترین صنعت رشد در بین کلیه صنایع تولیدی غذاهای جانوری (مانند دامپروری و مرغداری) می‌باشد(Partridge, *et al.*, 2008). کشورهایی از جمله استرالیا،چین، هند، فلسطین اشغالی و آمریکا توجه ویژه‌ای بر استفاده از این منابع عظیم آبی و زمین‌هایی که تحت تاثیر شوری آن قرار گرفته‌اند در زمینه پرورش آبزیان به صورت تجاری دارند (Patridge and Lymbery, 2008). منابع آبهای شور زیرزمینی داخلی پتانسیل بسیار مناسبی برای تحرک صنعت آبزی‌پروری در آبهای شور مناطق دور از ساحل می‌باشد. از مزایای دیگری که استفاده از این منابع را بسیار ارزشمند می‌سازد ارزان بود زمین آن، موفقیت کامل آن در جلوگیری از توسعه بیابان و شور شدن آبهای شیرین، نزدیک بودن به نواحی مرکزی و بازار و آلوده نبودن و پاک بودن این منابع آبی از عوامل بیماری‌زا می‌باشد(Allen, *et al.*, 2001).

استفاده از آبهای شور داخلی جهت پرورش گونه‌های دریایی بطور گسترده در دیگر کشورها انجام گرفته است. شور شدن ثانویه یکی از مهمترین مشکلات زیست محیطی در مناطق بایر و نیمه بایر در دنیا می‌باشد که متاسفانه در بیش از بیست کشور جهان مساحتی به میزان بیش از ۳۸۰ میلیون هکتار از خاک زمین را شامل می‌شود که ۱۰۰ میلیون هکتار آن زمین‌های قابل کشت بوده‌اند (Patridge and Lymbery, 2008; Partridge, *et al.*, 2008). پوشش گیاهی سطح به دلیل بالا آمدن سطح آبهای زیرزمینی و افزایش شوری آنها از بین می‌رود (مشایی، ۱۳۸۵). راه حل بازدارنده آن استخراج منابع آبهای زیرزمینی شور می‌باشد (Allen, *et al.*, 2001; Partridge, *et al.*, 2008). استفاده از این منابع برای آبزی‌پروری در سطح تجاری بسیار ارزشمند می‌باشد (Allen, *et al.*, 2001). قابلیت استفاده از آبهای شور زیرزمینی در بسیاری از نقاط جهان بطور مداوم در حال افزایش می باشد و صنعتی سودمند شناخته شده است (Flowers and Hutchinson, 2004; Rahman, *et al.*, 2005) و بطور گسترده در دیگر کشورها در حال انجام است.

بیشترین مناطقی از ایران که دارای این خصوصیت بوده و قابلیت برداشت منابع آبی شور زیرزمینی را دارند مناطق روستایی و شهرهای کوچک استان های مرکزی و بیابانی هستند که زمین های آنها قابلیت لازم برای کشاورزی را ندارند و دسترسی به آبهای شیرین به کمک چاه های عمیق صورت می‌گیرد. در بسیاری از مناطق کویری برای مثال استان یزد به علت وجود آبهای

سطحی با شوری ۱۰ تا۲۰ گرم در لیتر زمینه‌های مناسبی برای پرورش آبزیان وجود دارد. استان یزد علیرغم شرایط آب و هوای کویری، استعدادهای زیادی در زمینه پرورش آبزیان دارد. در سطح استان یزد بیش از ۴۳۸۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق، ۳۲۰۶ رشته قنات و ۶۲۹ دهنه چشمه جمعا حدود ۸۲۱۵ منبع آبی وجود دارد که می‌تواند برای آبزی پروری مورد استفاده قرار گیرد (آبزی یزد، ۱۳۸۷).

گونه های پرورشی:

گونه‌های ماهیان دریایی و ماهیان مصب رودخانه ها و ماهیان مهاجر بین آب شور و شیرین و برخی ماهیان آب شیرین یوری هالین برای پرورش در منابع آبهای شور داخلی مورد آزمایش قرار گرفته‌اند که از این میان ماهیان Barramundi، سوف نقره ای، میگو آب شیرین، Mulloway و Snapper گونه های مناسبی جهت پرورش در منابع آب شور داخلی بوده و Barramundi، Mulloway و قزل آلا در حد تجاری و انبوه در حال تولید می‌باشند (Allen, *et al*., 2001; Partridge, *et al*., 2008). با توجه به اختصاصات منابع آبی نامتعارف در نواحی مرکزی ایران، در میان گونه‌های ماهیان پرورشی تجاری که توسعه صنعت آبزی‌پروری را رقم می‌زنند، تنها گونه ای که توان تولید اقتصادی در این منابع را ممکن می سازد ماهی تیلاپیا می باشد. ماهی تیلاپیا- معروف به مرغ آبزی‌پروری نقش بسیار ویژه ای در تامین امنیت غذایی برای پروتئین دریایی اقشار کم درآمد دارد. از سوی دیگر، رژیم غذایی گیاه‌خواری آن و قابلیت مناسب آن در استفاده از منابع پروتئین گیاهی موجب افزایش اهمیت این گونه آبزی گردیده است (El-Sayed, 2006). با توجه به تراکم پذیری و مشخصات این ماهی از روشهای مختلفی می توان برای تولید آن بهره جست.

۱- پرورش متراکم در تانک

تراکم پذیری تیلاپیا ماهیان با وزن اولیه ۱۵ گرم در دو تیمار تراکمی ۴۰ و ۸۰ قطعه در متر مکعب هر یک با دو تکرار در حوضچه های بتنی ۲۰ متر مکعبی با آبگیری ۱۷ متر مکعب مورد بررسی قرار گرفت. جریان آب لب شور زیرزمینی معادل ۰/۵ لیتر در ثانیه روی آن برقرار و بوسیله سیستم هوادهی مرکزی و سنگ هوا به صورت مستمر هوادهی می گردید. تغذیه ماهیان با استفاده از غذای قزل آلا، طبق جدول و در ساعات روشنایی دو بار در روز در طی دوره ۱۷۴ روزه پرورش انجام شد.
نتایج نشان داد برخی شاخص های رشد نظیر وزن نهایی، رشد روزانه، رشد ویژه، و بازماندگی بطور معنی داری در تراکم ۴۰ قطعه در متر مکعب بالاتر و ضریب تبدیل غذایی نیز در تراکم ۴۰ قطعه در متر مکعب به طور معنی داری کمتر از تیمار ۸۰ قطعه در متر مکعب است. تراکم روی تمام فاکتورهای رشد شدیدا اثر گذار بوده و با افزایش تراکم به طور معنی داری آنها را کاهش می دهد. با توجه به شرایط آزمایش به نظر می رسد در صورتی که میزان دبی آب ورودی به دو برابر افزایش یافته و هوادهی بهتری صورت گیرد امکان افزایش این تراکم بسیار محتمل است.

۲- آکواپونیک

تا سال ۲۰۳۰ میلادی حدود ۲۵٪ از کشاورزی جهان تحت پوشش نظام کشاورزی ارگانیک قرار خواهد گرفت. در چند ساله اخیر کشور ایران نیز به عنوان یکی از ظرفیت های قابل حصول تولید محصولات ارگانیک پا به این عرصه گذاشته و تولید محصولات سالم و در مرحله بعد ارگانیک را پیگیری می کند. کاربرد و توسعه تولید در سیستم آکواپونیک که اساس آن حفظ آب در سیستم، عدم نیاز به خاک، عدم استفاده از کودها و سموم، و تولید توأم ماهی و محصولات گیاهی ارگانیک می باشد پاسخ مناسبی برای نیاز کنونی بخش کشاورزی است (رجبی پور، ۱۳۹۱).
آکواپونیک، سیستم هیدروپونیک با آبزی پروری در یک سیستم باز گردش است که فضولات و متابولیت های تولید شده توسط ماهیان پرورشی را از طریق نیتراسیون و جذب آنها توسط گیاهان خارج می کند. مهمترین عوامل توسعه و افزایش توجه به

روش تولید آکواپونیک آن است که کود لازم برای تولید گیاه را ماهی تولید می کند، در سیستم بازگردش آب ذخیره شده و بدنبال آن اتلاف انرژی کاهش می یابد. تلفیق پرورش ماهیان و گیاهان، تنوع آنها را افزایش داده و ثبات و پایداری سیستم را بهبود می بخشد، تعویض آب به حداقل می رسد، ورود محصولات آلی به بازار باعث افزایش درآمد پرورش دهندگان شده و از اقتصاد محلی حمایت می کند، در نواحی خشک که آب کمیاب است، آکواپونیک یک تکنولوژی مناسب است که تولید مواد غذایی را با استفاده مجدد از آب امکان پذیر می سازد و این سیستم ساده و کم هزینه است. بنابراین آکواپونیک یک تکنولوژی تولید مواد غذایی پایدار است. کاربرد این سیستم بویژه در کشورهای درحال توسعه با اقلیم های خشک که منابع محدود دارند و آب شیرین در آنها کمیاب بوده و جمعیت نیز رو به افزایش است بسیار مناسب به نظر می رسد (El-Sayed, 2006; Karlsdottir, 2012).

در این آزمایش یک فضای گلخانه ای به وسعت ۱۰۰ مترمربع، تعداد ۲ تانک گرد ۳ مترمکعبی با حجم مفید آبگیری ۲ مترمکعب قرار داده شد. ۱۲ محیط کشت گیاه مکعب مستطیل شکل با حجم تقریبی دویست لیتر (۴۷*۱۶*۲۶۰ سانتیمتر) در بخش فوقانی تانک های پرورش ماهی جهت پذیرش آب از تانک ها قرار گرفت. نسبت فضای کشت گیاه به آبزی پروری ۱ به ۱ بود. از آب شیرین با شوری ppt ۰,۱ به میزان حدود ۰,۰۱ درصد در روز استفاده شد. تراکم کشت ماهیان ۱۵ قطعه بر مترمکعب بود. دمای آب درمحدوده ۲۷^{oC} و pH در محدوده ۶,۵ حفظ شد. درمحیط های کشت گیاهی از بذر ریحان، کاهو، خیار، گوجه فرنگی، فلفل شیرین و کدو حلوایی استفاده شد. جهت کشت گیاهان، دو روش صفحات شناور و بستر کشت (کوکوپیت) مورد ارزیابی قرار گرفت (Karlsdottir, 2012). مقدار تولید در واحد حجم ماهیان تیلاپیای سیاه و قرمز به ترتیب ۵,۶ و ۴,۷ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. مقدار کل گیاه تولیدی مشتمل بر کاهو، خیار، ریحان، فلفل و گوجه به ترتیب ۱۱/۶، ۲۰/۲، ۳/۷، ۰/۲۵ و ۵/۱ کیلوگرم بود. برای انتخاب گونه ماهی و گیاه باید به شرایط اقلیمی، نور، دسترسی به آب با دما و وضعیت مناسب و ذخایر انرژی موجود توجه داشت. نرخ نوترینت های تولید شده توسط آبزیان حدود ۱۰ برابر گیاهان بوده که باید برداشت شود اما میزان برداشت آنها بستگی به گونه گیاه انتخاب شده دارد. بنابراین انتخاب گیاهان مناسب تعیین کننده میزان تولید، هزینه های تولید و درآمد خواهد بود. در بین محصولات گلخانه ای بررسی شده در مطالعه حاضر، محصول ریحان، خیار، گوجه فرنگی و کاهو مطلوب و فلفل شیرین نسبتاً مناسب بود اما کشت کدو حلوایی نتایج مطلوبی نداشت. مقادیر قابل توجه تولید محصولات گیاهی علاوه بر تولید ماهی، در کنار مصرف بهینه آب، عدم نیاز سیستم به خاک، کوددهی و سم پاشی، عوامل مهم افزایش بهره وری این سیستم محسوب می شوند.

۳- بایوفلاک

در سیستم های متراکم آبزی پروری که شدیدا غذادهی در آنها صورت می گیرد با توجه به تعویض آب کم و ورودی بالای مواد غذایی، جوامع میکروبی متراکمی شکل می گیرد. ماهی و سخت پوستان تنها بخش محدودی از نیتروژن و کربنی که با غذا وارد محیط می شود را جهت رشد و متابولیسم استفاده می کنند بطوریکه تخمین ها نشان می دهد از مجموع کربن آلی، نیتروژن و فسفری که وارد سیستم می شود تنها ۱۳، ۲۹ و ۱۶ درصد مورد استفاده میگو واقع می شود و بقیه به شکل غذای خورده نشده و فضولات حاصل از متابولیسم دفع می گردد (Tidwell, 2012).

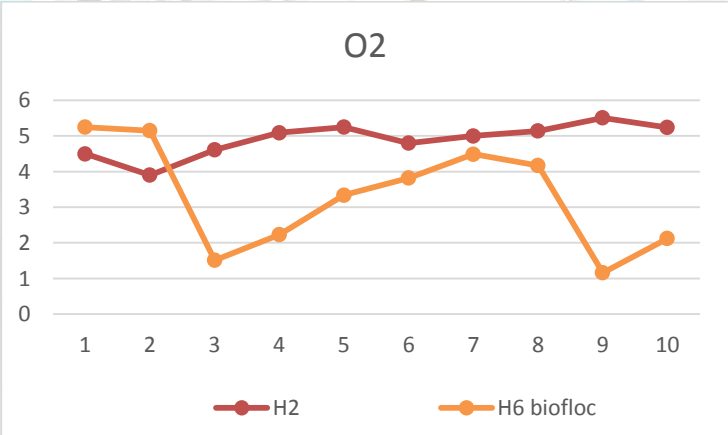
در برخی از سیستم ها ی بسته و باز گردشی در آبزی پروری، جوامع میکروبی در یک بستر مصنوعی در خارج از محیط پرورشی مورد استفاده قرار می گیرد برای مثال میتوان به فیلترهای تجاری مورد استفاده در سیستم های مدار بسته اشاره کرد که این جوامع میکروبی وظیفه بازچرخ مواد غذایی اضافی را برعهده دارند. در حالیکه در سیستم بیوفلوک به ذرات معلق اجازه

داده می شود در سیستم پرورش حضور داشته باشند و بخشی از اجتماعات میکروبی که مسوول بازچرخ مواد غذایی هستند در ذرات معلق فعالیت می کنند (Avnimelech, Y. 2012).

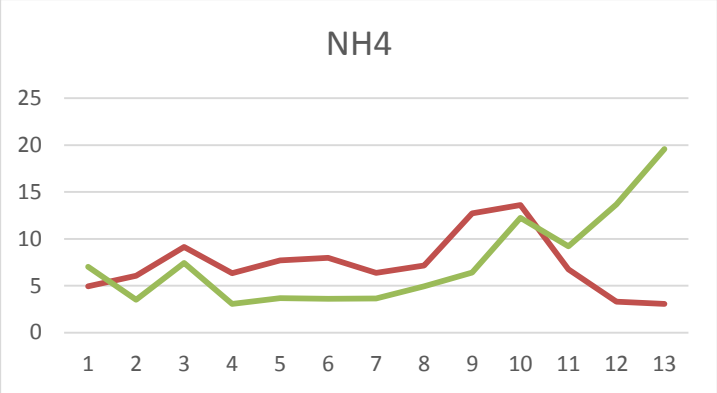
بسته به میزان مواد غذایی وارد شده به سیستم، اجتماعات جلبکی در سیستم های بدون تعویض آب به صورت لگاریتمی رشد کرده و نهایتا به سطحی ثابت می رسند زیرا نور به عنوان عامل محدود کننده باعث متعادل شدن رشد آنها می گردد. در این دوره که در پرورش تیلاپیا چند روز طول می کشد و در پرورش میگو ممکن است تا ۱۰ هفته نیز ادامه داشته باشد(بسته به میزان مواد غذایی ورودی) کارایی تولید بطور گسترده ای به ترکیب جمعیتی جلبک ها و مدیریت نوسانات اسیدیته و اکسیژن محلول در آب بستگی دارد. در این مرحله از تولید، استخر یا تانک پرورشی دستخوش تغییراتی شده و جمعیت فتوسنتز کننده غالب به جمعیت باکتریایی غالب تبدیل می شود. با یک هوادهی و هم زدن مناسب آب، جلبکها، باکتریها، زئوپلانکتونها، ذرات غذا و ضایعات دفعی در یک محیط هوازی در ستون آب معلق می شوند و بطور طبیعی به هم می چسبند و یک اجتماعی را شکل می دهند که ما آن را بیوفلوک می نامیم (Azim and Little, 2008).

تکنولوژی بیوفلوک یک روش جدید برای تصفیه آب است که اغلب به عنوان راهی برای کاهش هزینه غذا و کاهش مخاطرات زیست محیطی از طریق کاهش ضایعات دفعی سیستم پرورشی مطرح می گردد. این تکنولوژی برپایه تحریک باکتریهای هتروتروف برای معدنی کردن نیتروژن غیرآلی استوار است. این باکتریها با مصرف کربوهیدرات، آمونیوم و ضایعات نیتروژنی را برای ساخت سلولهای جدید مورد استفاده قرار می دهند و همزمان مواد آلی، ارگانیسمهای میکروبی و جامدات معلق را به شکل فلوک در می آورند. این فرایند باعث استفاده مجدد غذاهای خورده نشده و مدفوع می گردد و تعویض آب را کاهش داده و از این طریق خطر ابتلا به بیماریهای واگیر را از مسیر آب ورودی کاهش می دهد (Tidwell, 2012).

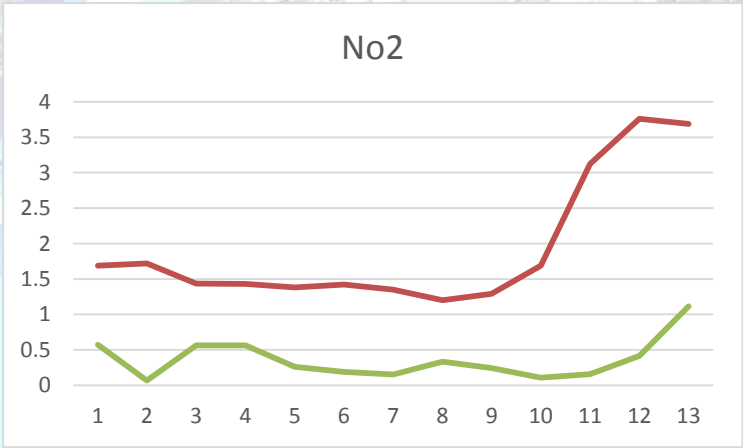
در دو استخر ۱۰۰۰ مترمربعی با پوشش ژئوممبران و عمق میانگین ۱/۲ متر (H2 و H6) در محیط گلخانه ماهیان تیلاپیا با تراکم ۲۶ قطعه در مترمکعب ذخیره سازی شدند. بیشترین میزان تولید ماهی در آنها حدود ۱۱ تن (معادل ۱۱۰ تن در هکتار) بود. هر استخر مجهز به ۲ دستگاه هواده پدل با قدرت ۳ اسب بخار بود. روند تغییرات اکسیژنی در شرایطی که ماهیان در وزن حدود ۴۰۰ گرم بودند مانند نمودار زیر بود که حاکی از آنست که در استخر بایوفلاک، در زمان افزودن منبع کربن کاهش شدید اکسیژنی اتفاق می افتاد که متاسفانه به دلیل محدودیت های موجود برای تامین هواده، اکسیژن کافی در استخر برای پرورش مطلوب فراهم نبود که این از جمله دلایلی است که توان تولید در استخرها با مقادیر جهانی (۴۰-۲۰ کیلو در متر مکعب) فاصله دارد.



روند تغییرات آمونیاک در طول یک دوره حاکی از کاهش آمونیاک در استخر توسط فلاک تشکیلی می باشد که البته در زمان نزدیک به صید ماهیان به دلیل تغییر سیستم بایوفلاک به تعویض آب، روند افزایشی مشهود است و در استخر بدون فلاک هم به دلیل آغاز صید و کاهش تراکم ماهیان کاهش آمونیاک به چشم می خورد.



روند تغییرات نیتریت نیز بیانگر عملکرد مناسب فلاک در استخر می باشد. شایان ذکر است افزایش ناگهانی نیتریت در استخر با تعویض آب به دلیل تجمع فضولات در نقاط کور در اثر عدم گردش مناسب آب است.



میزان تعویض آب استخر فلاک حدود ۵٪ روزانه بود در حالی که در استخر بدون فلاک میزان تعویض آب ۴۰ درصد روزانه بود. نتایج حاکی از تولید معادل در دو استخر است در حالی که مقدار خوراک مصرفی در استخر فلاک حدود ۴۰ درصد کمتر بوده است.

منابع:

۱. آبزی یزد، سال ششم، بهار ۸۷، شماره ۱۵.

۲. رجبی پور، فرهاد (۱۳۹۱). گزارش نهایی پروژه پرورش تیلاپیا در سیستم آکواپونیک. تهران: مسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۴۷۴۷۴.

۳. مشایی، نسرین (۱۳۸۵). گزارش نهایی پروژه بررسی لیمنولوژی استخرهای خاکی لب شور پرورش قزل‌آلای رنگین کمان. تهران: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۸۴/۸۴۸.

4. Avnimelech, Y. 2012. *Biofloc technology: a practical guide book*. Second edition. The World Aqauaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 272 p.

5. Azim, M. E. and Little, D. C. 208. The biofloc technology in indoor tanks: water quality, biofloc composition and growth and welfare of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquacultre*, **283**, 29-35.

6. El-Sayed, A. F. M., 2006. Tilapia culture. CABI Publishing, UK, 277p.

7. F.A.O., Fisheries, Aquaculture Department, 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture 2014: Opportunities and Challenges. The State of World: Fisheries and Aquaculture. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

8. Flowers, T. J. and Hutchinson, W. G. 2004. Preliminary studies towards the development of an aquaculture system to exploit saline groundwater from salt interception schemes in the Murray Darling Basin. SARDI aquatic sciences publication RD04/0068.

9. Karlsdottir S. K. (2012). Aquaponics – Grønn vekst, Funded by Nordisk Atlantsamarbejde (NORA) 2011-2012, Project No 510-072, Final report from the project, September 2012.

10. Patridge, G. J and Lymbery, A. J., 2008. The effect of salinity on the requirement for potassium by barramundi *Lates calcarifer* in saline groundwater. *Aquaculture*, **278**, 164-170.

11. Partridge, G. J., Lymbery, A. J. and George, R. J. 2008. Finfish mariculture in inland australia: a review of potential water sources, species, and production systems. *Journal of the world aquaculture society*, **39** (3), 291-310.

12. Rahman, S. U., Jain, A. K., Reddy, A. K., Kumar, G. and Raju, K. D. 2005. Ionic manipulation of inland saline groundwater for enhancing survival and growth of Penaeus monodon (Fabricius). Aquaculture Research, 36, 1149-1156.

13. Tidwell, J. 2012. *Aquaculture production systems*. John Wiley & Sons.