DOI:10.21276/ijaq.2016.13.1.5
المجلة العراقية للأستزراع المائي المجلد (13) العدد (1)– 2016: 55-65

تصميم وإنشاء نظام تدوير للاستزراع المائي لأغراض البحث في مركز علوم البحار– جامعة البصرة

عرفات رجب أحمد، مالك حسن علي، مصطفى أحمد المختار، صابر حسين صبر
– مركز علوم البحار– جامعة البصرة– العراق
arafat.rajab@mscbasra.org

الخلاصة

تم تصميم وإنشاء نظام مغلق لتربية الأحياء المائية في مركز علوم البحار– جامعة البصرة– العراق– لأغراض البحث العلمي وهو الأول من نوعه على مستوى الجامعات العراقية والمراكز البحثية المتخصصة في مجال تربية وتكثير الأحياء المائية، لغرض القيام بالدراسات العلمية المرتبطة بالاستزراع المائي بمختلف جوانبها. صمم النظام حسب مواصفات معتمدة عالمياً وباستخدام مواد متوفرة في الأسواق المحلية. يتكون النظام من 16 حوضاً مصنعاً من مادة الألياف الزجاجية (الفايبركلاس) بأبعاد 75×75×45 سم وبسعة 250 لتراً تقريباً للحوض الواحد. يتميز النظام بقدرته على إدامة الظروف البيئية الملائمة لنمو الأحياء المائية خلال فترة التجربة فضلاً عن تدوير وإعادة إستخدام المياه بعد ترشيحها وتحسين نوعيتها وبذلك يعمل على ترشيد إستهلاك المياه.

كلمات مفتاحية: نظام مغلق، تدوير مياه، RAS، Recirculating aquaculture system

المقدمة

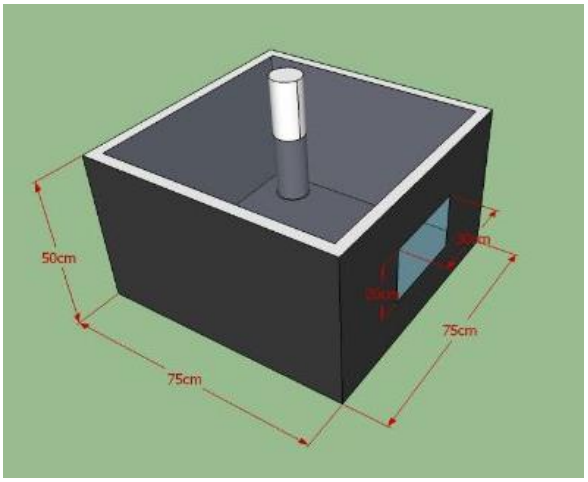
يعد إستزراع الأسماك من المشاريع الإستثمارية ذات المردود الاقتصادي الجيد في الدول المالكة للموارد المائية بل وحتى الصحراوية منها، وهو من السبل الكفيلة بتغطية الحاجة المتزايدة للبروتين الحيواني لمجاراة الزيادة السكانية فضلاً عن تشغيل الأيدي العاملة وامتصاص البطالة (FAO, 2010). و تعد المشاريع الاستزراع المائي البحثية المتعلقة بإنتاج الأعلاف ومنشطات النمو والمكملات الغذائية وبحوث تعزيز المناعة وغيرها من المشاريع حلقة أساسية لا يمكن فصلها عن سلسلة العملية الإنتاجية في مزارع التربية (FAO, 2014). تعتمد بعض المختبرات على استخدام الأحواض الزجاجية أو البلاستيكية لإجراء التجارب البحثية وتستهلك كميات كبيرة من المياه لكونها تستبدل يومياً بشكل جزئي أو كلي للتخلص من الفضلات الأيضية والأعلاف المتراكمة. هذا الإجراء اليومي والمتكرر يتطلب جهداً ووقتاً ويستنزف الثروة المائية المتناقصة. تعد انظمة التدوير من التقنيات الحديثة نسبياً التي دخلت عالم الإستزراع المائي مع اختلافات كبيرة جداً من حيث التصميم وجودة الأداء إلا إن الوظائف الرئيسة التي توفرها هذه النظم تكاد تكون متماثلة وهي امكانية ترشيد استهلاك المياه والسيطرة على نوعيتها والتحكم بدرجة الحرارة وإدارة الفضلات المختلفة وإدارة المخزون وسهولة السيطرة

على امراض الأسماك (Ebeling and Timmons, 2012) وهذا ما يلائم بالضبط حاجة المختبرات البحثية. لكون مركز علوم البحار من المراكز الرائدة في مجال الإستزراع وتكثير الأحياء المائية فقد باشر المركز بإنشاء نظام مغلق لتربية الأحياء المائية للأغراض البحثية والذي يمكن اعتباره نواة للإنطلاق نحو الإستزراع التجاري أو الإنتاجي باستخدام الأنظمة المغلقة التي يتم من خلالها ترشيد استهلاك الثروة المائية والحد من استغلال الأراضي التي قد تكون صالحة للزراعة او العمران وتقليل الأعباء والضغوطات الناتجة على البيئة من جراء عمليات الإستزراع العشوائية(Tidwell, 2012)

المواد وطرق العمل

التصميم العام وأبعاد الاحواض

يتكون النظام من 16 حوضاً مصنوعاً من مادة الألياف الزجاجية fiberglass بأبعاد 75 سم طول ×75 سم عرض × 45 سم ارتفاع وبسعة 250 لتر تقريبا ومزود بنافذة مراقبة زجاجية بأبعاد 20× 20 سم مصنوعة من الزجاج المقاوم والمثبت بشكل محكم داخل إطار مبني في إحدى واجهات الحوض وهو موضح في الشكل (1).



شكل (1): يوضح الأبعاد الثلاثية للحوض الواحد ونافذة المراقبة الزجاجية.

الأحواض مرتبة في أربعة صفوف متوازية, كل صف يتكون من أربعة أحواض. هذا العدد الكبير من الأحواض يتيح للباحث إمكانية تصميم تجربة ضخمة بواقع 5 معاملات × 3 مكررات بينما يتبقى حوض إضافي (spare tank) لتلافي اي مشكلة من الممكن حدوثها لأي من أحواض التجربة الخمسة عشر او من الممكن تصميم تجربة بعدد أكبر من المكررات اي بواقع 4 معاملات × 4 مكررات لضمان دقة النتائج من الناحية الإحصائية او حسب ما يتطلبه تصميم التجربة.

الفضلات الناتجة من عملية التغذية ومخلفات العلف سترتفع الى الأعلى مع حركة الماء الدائرية ليتم طرحها خارج الحوض مع الماء الفائض عن الحاجة من خلال الأنبوب القائم المركزي (شكل 2) الذي يتوسط كل حوض من الأحواض العلوية. هذه الفضلات سيتم حجزها بالمرشح الميكانيكي الموجود في مقدمة كل خط من خطوط النظام الأربعة.

شكل (2): يوضح الأنبوب القائم المركزي للتخلص من الفضلات الصلبة وتجديد المياه.

يتضح من الشكل (3) ان كل صف من الصفوف الأربعة يعتلي حوضاً ارضياً بأبعاد 2.5م × 0.5 م× 0.5م وبسعة 2 طن والذي يعمل على تجميع المياه النازلة من أحواض الاستزراع العلوية عن طريق أنبوب التصريف المركزي. الأحواض الارضية مزودة بصنابير يمكن فتحها بسهولة عند الحاجة الى غسل الاحواض او تفريغها من الماء.

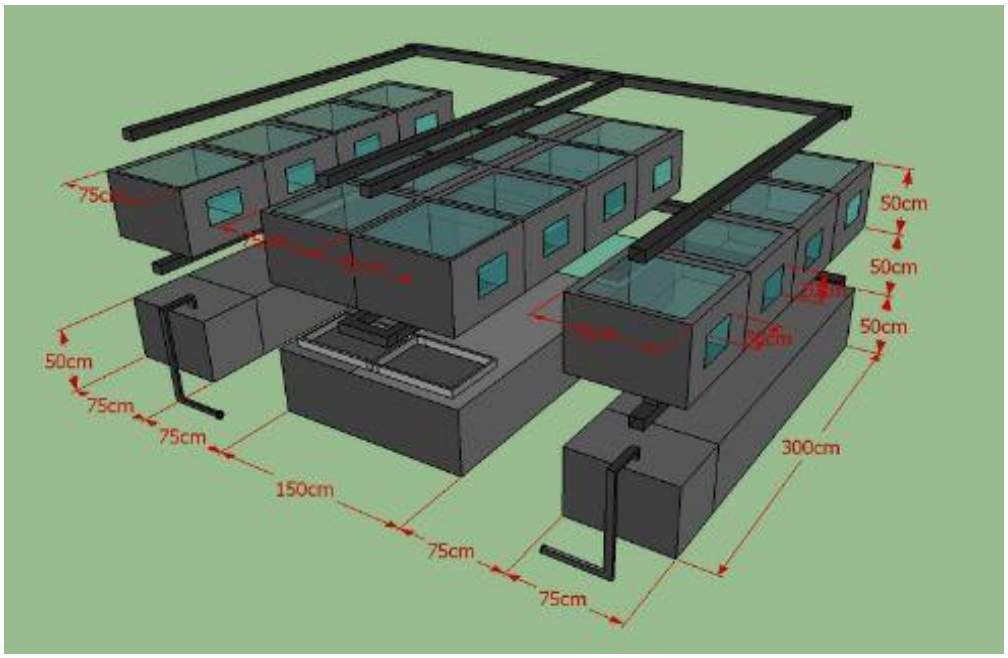
من خصائص النظام المهمة هو وجود صمام خاص لكل حوض، حتى يمكن ان يعزل بشكل كامل عن الأحواض الأخرى و ان الأحواض الأربعة الواقعة على نفس الخط (شكل 3) يمكن عزلها بشكل كامل عن الخطوط الأخرى، بحيث ان كل أربعة أحواض تعمل معاً وكأنها نظام مغلق مصغر.

يتم رفع الماء من الحوض الأرضي الى أحواض الإستزراع الأربعة الواقعة على نفس الخط بوساطة غطاس مثبت في الجهة الخلفية للحوض الأرضي، وبهذا فأن مياه الخطوط الأربعة لا يمكن ان تختلط مع بعضها. من جهة أخرى, فان النظام مزود بمضخة خارجية ذات قدرة عالية تعمل على تجميع الماء من الأحواض الأرضية الأربعة لتعيد توزيعه على أحواض التربية العلوية وبذلك نضمن ان مياه الأحواض قد تم خلطها مع بعض بشكل كامل مما يعني ان نوعية المياه ستكون متماثلة في كل حوض من أحواض النظام الستة عشر. استخدام الغطاسات او المضخة الخارجية يعتمد على تصميم التجربة ان كانت تتطلب خلط مياه الخطوط الأربعة او عزلها عن بعض.

المرشحات الميكانيكية

قبل أن تنزل المياه من الأحواض العلوية الى حوض التجميع الأرضي تمر على مرشحات ميكانيكية (Sera Wool Filter, UK) (شكل 4). تتميز هذه المرشحات بقدرتها الكبيرة على حجز الفضلات والدقائق الصغيرة وتمنع مرورها

الى حوض التجميع. تتوفر هذه المرشحات على شكل طبقات بدرجات مختلفة من السمك وبدرجات متفاوتة من الكفاءة وهي من المرشحات الاستهلاكية إذ لا بد من التخلص منها بعد فترة من الإستخدام رغم أنها قابلة للغسل والتجفيف وهي رخيصة الثمن نسبياً. تحمل هذه المرشحات بواسطة حاويات مربعة الشكل بأبعاد 40×40 سم صنعت محليا من مادة الستيل المقاوم



شكل (3) : يوضح طريقة ترتيب الاحواض على شكل صفوف متوازية.

شكل (4): يوضح مادة الفلتر الميكانيكي

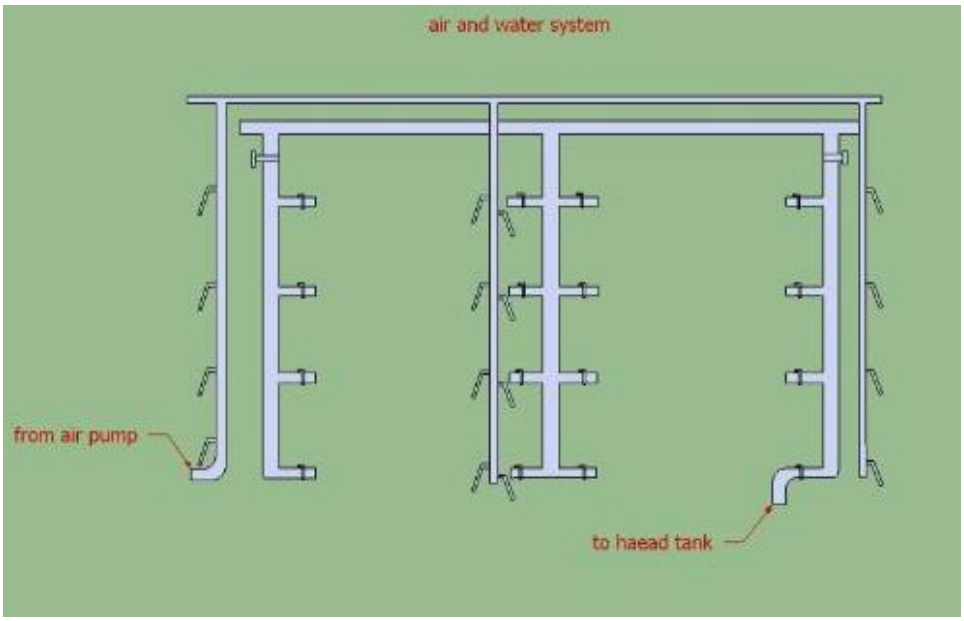
شكل (5): يوضح الحاوية المصممة لحمل المرشح الميكانيكي

المرشحات البيولوجية

تتم عملية الفلترة البيولوجية باستخدام حصيرة الفلترة اليابانية او ما تسمى بـJapanese filter mat والمجهزة من شركة All ponds solution, UKوالمقطعة بأبعاد 40 سم ×40سم × 8 ملم والمثبتة اسفل المرشح الميكانيكي وتعد من أفضل الأوساط وأكثرها ملاءمة لنمو البكتيريا (شكل 6). هذه المرشحات هي الجزء الوحيد الذي تم شراؤه من خارج البلد وتتميز بفترة استخدام طويلة الأمد قد تصل إلى 10 سنوات من الإستعمال المستمر في المياه العذبة او المالحة وحسب المواصفات الواردة مع المنتج.

شكل (6): يوضح حصيرة الفلترة اليابانية

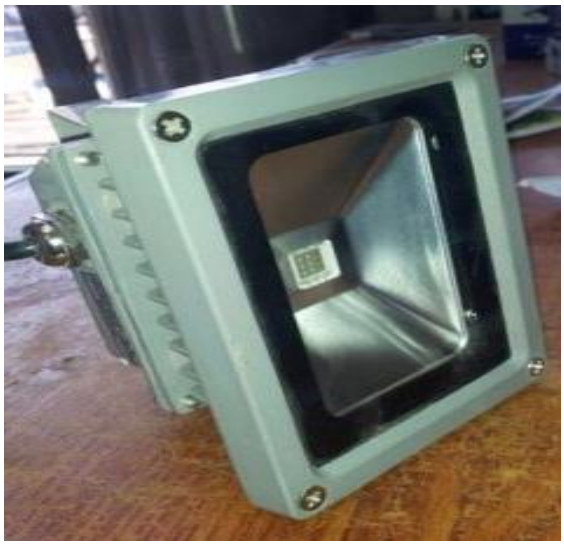
و يوضح الشكل (7) شبكة الأنابيب التي توزع الماء على الأحواض و شبكة الأنابيب الموزعة للهواء، هاتين المنظومتين مرتبتين داخل السقف الثانوي الذي يعلو الأحواض.



شكل (7): يوضح توزيع الماء والهواء على أحواض النظام

الإضاءة

لكون فترة التعرض للضوء والظلام من العوامل المحددة لكثير من الفعاليات الحيوية كالنمو والتكاثر وغيرها فقد تم تصميم شبكة إنارة تعمل بواقع 12 ساعة إضاءة و 12 ساعة ظلام باستخدام مصابيح ذات قدرة ملائمة مرتبطة بنظام توقيت مبرمج على الوقت المذكور. هذه المصابيح ذات قدرة على إعطاء ألوان متعددة ويمكن التحكم باللون المطلوب باستخدام جهاز التحكم عن بعد Remote control. شكل 8 يوضح نوع المصابيح المستخدمة.



شكل (8): يوضح المصباح ذي الألوان المتعددة

درجة الحرارة

للحصول على درجة حرارة ثابتة لمياه الأحواض خلال فترة التجربة فقد تم تثبيت سخانات مزودة بمنظم للحرارة (ثرموستات) ومن الأنواع المتوفرة في الأسواق المحلية. ولكون درجة حرارة المحيط مرتفعة على مدار السنة فإن المختبر مزود بأجهزة تبريد تعمل بشكل مستمر للحفاظ على درجة حرارة مستقرة وملائمة لنمو الحيوان، فضلاً عن وجود مفرغات الهواء في أحد جوانب المختبر لسحب الرطوبة المتراكمة.

الشكل النهائي للنظام المغلق

تم انجاز المشروع بعد ستة اشهر من العمل المنتظم والمتواصل داخل مختبر ذو ابعاد 8× 8 متر مربع إ تم في البداية توفير الارضية المناسبة واكساؤها بنوع من البلاط المحبب للتقليل من خطورة انزلاق العاملين في المختبر مع توفير مجرى نظامي للماء الخارج من النظام لينقل بأمان الى محطة تجميع مياه الصرف الخارجية في حالة تفريغ اوغسل النظام. انابيب الماء والهواء واسلاك الكهرباء تم ترتيبها على شكل شبكة في السقف الذي يعلو الأحواض. وللحصول على الشكل المقبول للمختبر فقد تم استخدام سقف ثانوي بلون ابيض مشابه للجدران.

شكل (9): يوضح النظام المغلق بشكله النهائي

الميزات والمواصفات العامة للنظام:-

1-النظام مكون من 16 حوضاً (سعة الواحد 250 لتر) يفي بتصميم تجارب بعدد كبير من المكررات ويتسع لتربية عدد كبير من الحيوانات.

2-النظام مغلق يمكنه تدوير واستخدام كمية الماء نفس بعد تصفيته من الفضلات الصلبة باستخدام المرشحات الميكانيكية و ان عملية التخلص من الأمونيا مستمرة بإستمرارية عمل البكتريا في المرشحات البيولوجية.

3-يمكن استخدام مجموعة محددة من الأحواض وعزلها بشكل كامل عن بقية النظام بغلق الصمامات المعدة لهذا الغرض.

4-يمكن التحكم بمواصفات الماء المستخدم في التجربة من حيث محتوى الأوكسجين ودرجة حرارة واس هيدروجيني حسب ما يتطلبه تصميم التجربة.

5- النظام مزود بنوافذ جانبية للمراقبة إذ أن سعة الحوض قد لا تمكن الباحث من مراقبة حيوانات التجربة من الأعلى (اي من السطح) والتأكد من سلامتها أو من خلو أرضية الحوض من الفضلات غير المرغوبة والأعلاف غير المستهلكة.

6-النظام مزود بمجموعة من المصابيح (مصباح واحد لكل حوض من احواض النظام) يتدلى من السقف الثانوي بسلسلة بلاستيكية ليكون قريباً من سطح الماء. هذه المصابيح ذات قدرة على إعطاء إضاءة بألوان مختلفة يمكن التحكم بها عن بعد. هذه الميزة تمكن الباحث من إجراء بعض الدراسات البيئية.

7-بما ان النظام متحرك والأحواض محمولة على هياكل حديدية ونقاط الإتصال بين الأحواض العلوية والأحواض الأرضية عبارة عن أنابيب مرتبطة ببعضها بمادة لاصقة, فأن عملية التحوير والتطوير المستقبلية ستكون عملية سهلة وغير مكلفة.

8-كل المواد المستخدمة متوفرة في الأسواق المحلية ما عدا المرشحات فقد تم شراؤها من الخارج.

نتائج الفترة التجريبية

تم اجراء تجربة تغذية لتقدير كفاءة نظام التدوير، غذيت أسماك الكارب لمدة 10 اسابيع. وزعت الأسماك بواقع 20 سمكة للحوض الواحد (متوسط الوزن 15.77 ± 0.6غم)، غذيت الاسماك بنسبة 3% من وزن الكتلة الحية. كان معدل حجم المياه الداخلة الى الحوض الواحد 4 لتر بالدقيقة. لإدامة نوعية المياه المناسبة لحياة الأسماك فقد عملنا على تغيير الفلاتر الميكانيكية يومياً وقد أثبتت الفلاتر المستخدمة كفاءتها في الإمساك بالفضلات ذات الأحجام المختلفة و تم تغيير جزئي لمياه الاحواض على فترات وحسب الحاجة لمنع المغذيات الذائبة من التراكم. كان متوسط درجة الحرارة بحدود 25 ± 1°م. اذ تم تثبيت السخانات على الدرجة المذكورة، تم قياس الأس الهيدروجيني باستخدام جهاز محمول من نوع Model: 8685; AZ Instrument Corp وتراوحت القيم بين 6.2 و 7.8، سجل الأوكسجين الذائب بشكل يومي باستخدام جهاز Lovibond®, SensoDirect وكانت أوطأ القيم المسجلة بحدود 9.3، اما قيم النترات NO_3

والنتريت NO_2^- والامونيا NH_3 فقد تمت المحافظة عليها ضمن المستويات المقبولة ومراقبة القيم عن طريق المقارنة اللونية باستخدام .API Freshwater Master Test Kit.

يوضح الجدول (1) الوزن الإبتدائي والنهائي ومعدل النمو النوعي SGR لاسماك التجربة (مجموعة السيطرة فقط) ومقارنتها بنتائج تجربة سابقة (Ahmed *et al.*, 2013) اجريت في نظام استزراع مغلق مماثل من حيث التصميم لنظام الاستزراع مدار البحث الحالي.

جدول (1): القياسات الوزنية (غم) ومعدل البقاء لاسماك التجربة مقارنة بدراسة سابقة

التجربة الحالية				Ahmed *et al.* 2013			
الوزن الابتدائي	الوزن النهائي	SGR	معدل البقاء	الوزن الإبتدائي	الوزن النهائي	SGR	معدل البقاء
15.77 ± 0.67	52.47 ± 2.47	1.74 ± 0.10	100 %	15.5 ± 0.26	48.30 ± 1.48	1.63 ± 0.04	100 %

علما بأن العليقة المستخدمة في كلا التجربتين متماثلة من حيث محتوى البروتين (380 غم/ كغم) ومحتوى الدهون (70 غم/كغم) وتم تحضيرها بالإعتماد على متطلبات النمو الخاصة بأسماك الكارب وفقاً للمصادر المعتمدة (NRC, 2011).

المناقشة

يوفر نظام الإستزراع التدويري مجموعة من العمليات الأساسية مثل تزويد الاوكسجين وازالة ثاني اوكسيد الكربون والتخلص من النفايات النيتروجينية والنفايات الصلبة وبذلك يتمكن من ادارة نوعية المياه ويوفر بيئة ملائمة لنمو الأسماك Ebeling (and Timmons, 2012).

اثبتت الفترة التجريبية ان استخدام نظام التدوير في التجارب المختبرية يعد من الوسائل المضمونة للمحافظة على الظروف البيئية الملائمة لنمو حيوانات التجربة من حرارة واوكسجين واس هيدروجيني وكذلك التحكم بملوحة المياه وكمية المغذيات اذا ما تم اتباع الطرق الملائمة لمراقبة ظروف التجربة. كان اداء النمو لاسماك التجربة الحالية مماثل لإداء نفس النوع من الاسماك تمت تربيتها في نظام استزراع مغلق مشابه من حيث التصميم وباستخدام عليقة مشابهة من حيث المكونات (Ahmed *et al.*, 2012; Ahmed *et al.*, 2013). لا يمكن القول بان النظام الحالي هو من الأنظمة المثالية من حيث التصميم والأداء وانما شأنه شأن انظمة التدوير الأخرى التي تحتاج الى بذل المزيد من الجهد والعمل المختبري المتواصل لتحفيز عملية التطوير وتحقيق الاستفادة القصوى في المختبرات البحثية او المشاريع الإنتاجية.

وعليه نوصي بما يلي:

1- على الرغم من أن النظام يعيد استخدام اكبر كمية ممكنة من المياه إلا أن استمرارية استخدامها قد يؤدي الى زيادة تركيز الأملاح والمغذيات المختلفة، وعليه نوصي بإنشاء وحدة للاستنبات المائي hydroponics لتضخ إليها المياه المصرفة والتي تكون غنية بالمغذيات الملائمة لنمو طيف واسع من النباتات المفيدة للإنسان.

2-استخدام الاحواض الارضية لاستزراع نوع من الطحالب التي تعمل على استهلاك المغذيات الذائبة وبذلك توفر بيئة افضل لنمو الاسماك.

3-يمكن إضافة قاشد البروتين Protein skimmer الذي يعمل على التخلص من الفضلات العضوية.

4-تتوفر في الأسواق المحلية نوع من المرشحات الكفؤة التي تتمتع بقابلية ترشيح وتنقية ما يزيد عن 2 طن باليوم. بإضافة هذا النوع من المرشحات الى النظام المغلق فانه بالإمكان ترشيد استهلاك المياه بنسبة تقارب 100%.

5- بالإمكان إضافة غذايات أوتوماتيكية رخيصة الثمن لكل حوض من أحواض التربية وبذلك يكون الباحث في غنى عن التواجد في المختبر لتغذية الأسماك في أيام عطلته الرسمية أو أيام الاستراحة.

6-هناك حاجة الى مجموعة من التجارب لتحديد حجم المخزون الذي يتحمله نظام التدوير وجودة عملية الفلترة الميكانيكية والحيوية واداء النمو وعلاقته بكثافة الأسماك في الحوض الواحد والتجمعات البكتيرية في النظام.

المصادر

Ahmed, A.R., Jha A.N., Davies, S.J. (2012). The efficacy of chromium as a growth enhancer for mirror carp (*Cyprinus carpio* L.): An integrated study using biochemical, genetic, and histological responses. Biol. Trace Elem. Res. 148,187-197.

Ahmed, A.R., Moody, A.J., Fisher, A., Davies, S.J., (2013). Growth performance and starch utilization in common carp (*Cyprinus carpio* L.) in response to dietary chromium chloride supplementation. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 27, 45–51.

Ebeling, J. M. and Timmons, M. B. (2012) Recirculating Aquaculture Systems. In: Aquaculture production systems, James H. Tidwell (Editor), John Wiley & Sons, Inc. USA. Pages: 246-277.

FAO (2010). The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

FAO (2014). The state of world Fisheries and Aquaculture, opportunities and challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

National Research Council (2011). Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academies Press. Washington, D.C.

Tidwell, J. H. (2012) Characterization and categories of aquaculture production system. In: Aquaculture Production Systems (Tidwell, J. H. Editor) John Wiley & Sons, Inc. USA. Pages: 64-78.

Design and implementation of a recirculating aquaculture system for research purposes in Marine science center, university of Basrah- IRAQ

Arafat R. Ahmed Malik H. Ali, Mustafa A. Almukhtar and S. H. Sabir
Marine science center University of Basrah, Basrah- IRAQ

Abstract

The design and implementation a recirculating aquaculture system was discussed, which is considered to be the first of its kind at Iraqi universities and research centers that specialize in aquaculture. The system was designed based on standard specifications and built from materials available in local markets. The system consists of 16 fiberglass tanks (each measuring approximately 75×75×45 cm with a capacity of roughly 250 L). We showed that the new system maintained appropriate environmental conditions for aquatic organisms during the trial period. Moreover, this type of rearing system aids in water conservation and keep on controlled experiment condition.

Key words: close system, water cycled, RAS ،Recirculating aquaculture system