



سیستم آکواپونیک: سیستمی در جهت تولید آبی پروری پایدار و مصرف بهینه آب

محمد حسین خانجانی¹، ابراهیم جمال الدینی^{2*}

1. استادیار گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، کرمان، ایران
2. دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت

*نویسنده مسئول: Ebrahim0345@gmail.com

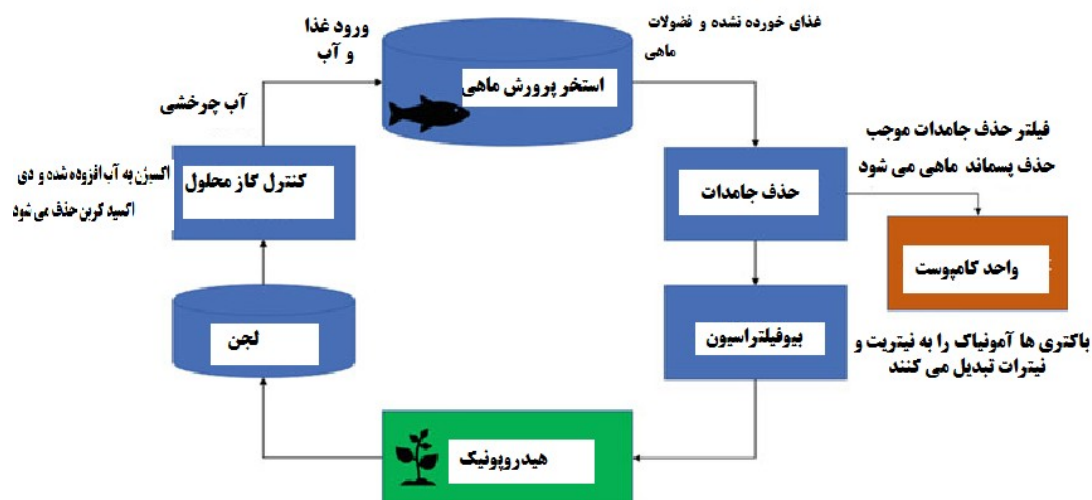
چکیده

آکواپونیک، سیستم ترکیبی پرورش آبزیان با گیاه می باشد و به عنوان روشی در جهت دستیابی به اقتصاد مناسب در چارچوب تکثیر و پرورش آبزیان و زراعت توجه زیادی را به خود جلب نموده است. آکواپونیک سیستمی سازگار با محیط زیست بوده که در آن مواد مغذی تولید شده از مدفوع و غذای خورده نشده گونه پرورشی توسط گیاه جذب می شود و منجر به بهبود کیفیت آب می گردد. آبی نیز دی اکسید کربن مورد نیاز گیاه را برای فتوسنتز فراهم می کند. همچنین مخازن پرورش ماهی در طول روز گرما را جذب کرده و در شب هنگام گرما را آزاد می کنند و منجر به صرفه جویی در هزینه های انرژی می گردد. علاوه بر رابطه همزیستی که وجود دارد، سیستم آکواپونیک سیستم تولید مواد غذایی با چرخه بسته و کارآمد می باشد. در سیستم آکواپونیک پرورش ماهی تیلپیا مورد آزمایش قرار گرفته که موفقیت آمیز بوده، همچنین گیاهان مختلفی از جمله کاهو، ریحان، گوجه فرنگی و فلفل در سیستم آکواپونیک به خوبی جواب داده است. هدف از مطالعه حاضر معرفی سیستم آکواپونیک به عنوان سیستم تولیدی حائز اهمیت و سازگار با محیط زیست می باشد.

کلمات کلیدی: آکواپونیک، آبی پروری پایدار، گیاه پروری

مقدمه

کلمه ی آکواپونیک از ریشه ی لاتین و یونانی برای کلمه ی آب (آکوا و هیدرو) گرفته شده است که به ترتیب به تکثیر و پرورش آبزیان (پرورش ماهی) و هیدروپونیک برای پرورش گیاهان در آب بدون خاک مورد استفاده در باغبانی و زراعت اطلاق می شود. در سیستم آکواپونیک، آب به صورت چرخشی مورد استفاده قرار می گیرد که در شکل 1 نشان داده شده است.



شکل 1- مفهوم آکواپونیک (Thorarinsdottir, 2015)

مواد زائد و دفعی در مخازن ماهی به مخازن دفع مواد جامد و فیلتر زیستی وارد می شود، که در آن باکتریها آمونیاک را به نیتريت و نیترات تبدیل می کنند. مواد مغذی به سمت قسمت گیاه پروری می رود که گیاهان مواد مغذی را جذب می کنند، از این رو قبل از بازگشت به مخازن پرورش ماهی آب باکیفیت ترو تمیز می شود. فیلتر حذف مواد جامد، مدفوع ماهی و غذای خورده نشده را می گیرد. این مواد جامد حاوی بخش بزرگی از مواد مغذی هستند که باید در یک واحد هوادهی حل شده تا در مخزن هیدروپونیک قابل استفاده باشند. ماهی ها دی اکسید کربن را برای گیاهان فراهم می کنند، همچنین مخازن ماهی می توانند گرما را جذب کنند و در طول شب گرما را برای بهبود دما آزاد می کنند که از این رو منجر به صرفه جویی در هزینه انرژی می گردد (Körner et al., 2014). علاوه بر رابطه همزیستی، سیستم آکواپونیک یک سیستم تولید مواد غذایی با حلقه بسته و کارآمد می باشد (Kumar and Putnam 2008). سیستم آکواپونیک سیستمی سازگار با محیط زیست بوده و مزایای اجتماعی، اقتصادی و محیطی را دنبال می کند.



مسیرهای رو به توسعه آکواپونیک

در اواخر دهه 1960 و آغاز دهه هفتاد، با توجه به افزایش جمعیت، تولید مواد غذایی، گسترش شهرها و آلودگی ها، راه حل های مختلفی برای بهبود تولیدات آبی پروری گرفته شد، راه حلی که مورد تأیید دانشگاه و صنعت باشد و خودکفایی و پایداری لازم را در تولید داشته باشد. آکواپونیک خود را در صنعت آبی پروری نمایان می کند، پرورش دهندگان با توجه به محدود بودن آب و زمین به سمت روشهای دیگر آبی پروری رفتند و سیستم های چرخشی را طراحی کردند که در حال حاضر پیشرفت های زیادی حاصل شده است (Bradley, 2014). در دهه 1970، تحقیقات برای استفاده از گیاهان به عنوان یک فیلتر طبیعی در سیستم های مزرعه ماهی آغاز شد، در اواسط دهه 1980، آبی پروری مبتنی بر گونه تیلایپا در گلخانه انجام گرفت. پساب حاصل از مخازن تولید ماهی بر روی کرت های سبزی جهت آبیاری استفاده گردید. که گیاهان به عنوان فیلتر زیستی عمل کردند و آب تمیز گشته و دوباره به درون مخازن ماهی باز گردانده می شد و تنها راه حاصلخیزی آب، خوراک ماهی است (Dalsgaard et al., 2013). اولین مرکز تجاری بزرگ آکواپونیک، در اواسط دهه 1980 تاسیس شد. که از طریق یک مخزن 2200 لیتر که در آن تیلایپا پرورش داده می شد، آب آن جهت پرورش سبزیجات مورد استفاده قرار می گرفت (Bradley, 2014). به آب خروجی پرورش ماهی انواع مواد معدنی از قبیل پتاسیم، کلسیم و آهن افزوده می شود تا مواد مغذی مورد نیاز گیاه فراهم شود (Rakocy et al., 1997).

در حال حاضر، توجه به سیستم آکواپونیک در سطح جهان در حال افزایش است (Goddek et al. 2015). مطالعات مختلفی در زمینه بهبود عملکرد آکواپونیک در جهت مصرف بهینه از آب برای تولید بهتر انجام گرفته است (Thorarinsdottir 2015).

عملکرد سیستم آکواپونیک

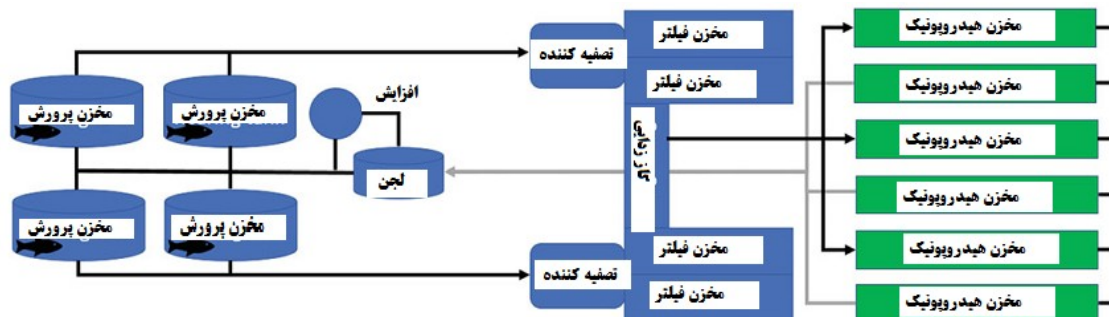
سیستم آکواپونیک نیاز به نظارت و سطح بالایی از کارایی دارد که بتواند اهداف آبی پروری پایدار را دنبال کند، بکارگیری گیاه در سیستم آکواپونیک در نقش فیلترکننده بیولوژیک نیاز به حساسیت بالایی دارد. باکتریهای همزیستی که در این سیستم وجود دارد چرخه عمری کوتاه دارند که مواد زائد را به ترکیبات غیر مضر تبدیل می کنند، شناخت این چرخه و مدت زمان بازیافت آب حائز اهمیت است.

وابستگی بیولوژیکی به عنوان یک عامل خطر در اکثر سیستم های آکواپونیک که امروزه فعالیت می کنند وجود دارد. اگر تولید و عملکرد گیاه به دلیل بیماری و آفات کاهش یابد، توانایی عملکرد آن به عنوان یک فیلتر زیستی کارآمد به طرز چشمگیری کاهش می یابد و بر تولید ماهی تأثیر منفی می گذارد. به همین ترتیب، اگر تولید ماهی به دلیل بیماری یا

مشکلی در باکتریهای موجود در فیلترهای زیستی کاهش یابد، به دلیل کمبود کود، کیفیت و خروجی تولید گیاه به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. بنابراین هرچه تولید بیشتر باشد، به فناوری و ورودی سرمایه نیاز بیشتری خواهد بود و در صورت بروز خرابی سیستم، ریسک اقتصادی بیشتری حاصل خواهد شد (شکل 2).

در سیستم های آکواپونیک جدید، آب از مخازن پرورش ماهی جهت پرورش گیاه استفاده شده و دوباره از طریق فیلترهای زیستی به مخازن ماهی بازگشت می شود، همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است. کیفیت آب به طور خاص مدیریت می شود تا بتواند نیاز گونه ماهی پرورش یافته را فراهم کند و بطور معمول گیاهان مناسب متناسب با محیط ماهی انتخاب می شود. مواد مغذی موجود در مخازن ماهی تمام نیازهای بهینه گیاهان را فراهم نمی کند و بایستی مواد مغذی ضروری به سیستم اضافه شود. بنابراین وجود یک تقسیم جریان آب مناسب به عنوان کمکی مورد نیاز است که هر زمان گیاهان به مواد مغذی ضروری نیاز داشته باشند در دسترس آنها قرار گیرد و همچنین اگر ماهی به آب تازه و با کیفیت نیاز داشته باشد به سیستم افزوده شود. که از این طریق وابستگی بیولوژیکی را در سیستم آکواپونیک از بین می برد و ریسک اقتصادی را به میزان قابل توجهی کاهش می دهد.

شکل 2- سیستم آکواپونیک بر مبنای فیلترهای بیولوژیک (Thorarinsdottir, 2015).



آکواپونیک و کمک به تامین غذا

امروزه با افزایش جمعیت بکارگیری تکنیک های نوین در آبرزی پروری امری ضروری است که آکواپونیک آن را دنبال می کند (Yang, 2012). به همین ترتیب، از زمان بحران جهانی غذا در سال 2007، در کشورهای مختلف علاقه زیادی برای رشد و توسعه سیستم آکواپونیک به راه افتاد (de Zeeuw et al., 2011). در شهرهای مختلف جهان وابستگی به مواد غذایی و اتکاء به سیستم های تولید غذا افزایش یافته است که آکواپونیک در بین جامعه از جذابیت خاصی برخوردار است. که به اشتغال و تولید غذا کمک می کند و به عنوان یک سیستم اقتصادی عمل می کند. در مناطق شهری آکواپونیک در واحدهای کوچک احداث می گردد (



(Sommerville et al., 2014). در سیستم های بزرگ آکواپونیک برای تولید بیشتر نیاز به فیلترهای زیستی می باشد. آکواپونیک به عنوان سیستم تولید ارگانیک غذا نیز شناخته می شود. در این سیستم از منابع آبی استفاده بهینه شده و آلودگی نیز کاهش می یابد. برای تولید ارگانیک آبزیان توجه به سیستم های بسته چرخشی افزایش یافته است. آینده آکواپونیک، تولید غذای ارگانیک است که در واقع سیستم تولید مواد غذایی بدون آلاینده و جامع است. با توجه به علاقه روزافزون مصرف کنندگان به محصولات آبی پروری ارگانیک، واحدهای آبی پروری با تولید ارگانیک افزایش یافته است. انتظار این است که تحقیقات در مورد آبی پروری ارگانیک افزایش یابد.

نتیجه گیری

سیستم آکواپونیک به سرعت در حال توسعه و تجاری سازی است. این سیستم رابطه تولید ماهی و گیاه در کنار هم می باشد که مزایایی زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را در آبی پروری دنبال می کند و منجر به افزایش تولید می گردد. در این سیستم تولید دی اکسید کربن که به عنوان یک عامل محدود کننده محسوب می شود توسط گیاه در طول روز با عمل فتوسنتز مصرف می شود و پتانسیل بالقوه ای در بخش های آبی و سبز در آینده فراهم می کند. همچنین تولید فسفر به عنوان یک ماده مغذی در آبی پروری که نگرانی های عمده ای را به دنبال دارد در سیستم آکواپونیک می توان این فسفر را بازیافت نمود و از آن به عنوان یکی از اجزای اصلی کود کشاورزی بهره کافی را برد. توسعه سیستم های بازیافت فسفر در آکواپونیک می تواند سهم مهمی در تولید مواد غذایی آینده داشته باشد. امروزه با بکارگیری این سیستم می توان آبی پروری پایدار را دنبال کرد و همچنین استفاده بهینه از منابع آبی کرد.

منابع:

- Yang J (2012) Food production. A paper of case studies, PLAC 5500
- Sommerville C, Cohen M, Pantanella E, Stankus A, Lovatelli A (2014) Small-scale aquaponics food production—integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589, FAO, Rome 2014
- de Zeeuw H, van Veenhuizen R, Dubbeling M (2011) The role of urban agriculture in building resilient cities in developing countries. J Agric Sci 149:153–163
- Thorarinsdottir R (ed) Aquaponics guidelines. University of Iceland, August 2015, Haskolaprent, Reykjavik, Iceland (ISBN: 978-9935-9283-1-3) <https://skemman.is/handle/1946/23343>
- Goddek S, Delaide B, Mankasingh U, Ragnarsdottir KV, Jijakli H, Thorarinsdottir RI (2015) Challenges of sustainable and commercial aquaponics. Sustainability 7(4):4199–4224. <https://doi.org/10.3390/su7044199>



- Bradley K (2014) Aquaponics: a brief history. <https://www.milkwood.net/2014/01/20/aquaponics-a-brief-history/>
- Rakocy JE, Bailey DS, Shultz KA, Cole WM (1997) Evaluation of a commercial-scale aquaponic unit for the production of tilapia and lettuce. In: Fitzsimmons K (ed) Tilapia aquaculture: proceedings of the fourth international symposium on tilapia in aquaculture, Orlando, Florida, pp 357–372
- Rakocy JE, Bailey DS, Shultz RC, Danaher JJ (2007) Fish and vegetable production in a commercial aquaponic system: 25 years of research at the University of the Virgin Islands. In: Proceedings of the 2007 national Canadian aquaculture conference, Edmonton, Alberta, Canada
- Dalsgaard J, Lund I, Thorarinsdottir R, Drengstig A, Arvonen K, Pedersen PB (2013) Farming different species in RAS in Nordic countries: current status and future perspectives. *Aquac Eng* 53:2–13
- Kumar S, Putnam V (2008) Cradle-to-cradle: reverse logistics strategies and opportunities across three sectors. *Product Econ*, 305–315
- Körner O, Gutzmann E, Kledal PR (2014) Modelling the symbiotic effects in aquaponics. In: Conference paper for the European Aquaculture Society, Adding Value, Donostia, San Sebastian, Spain, October 14–17, 2014



Aquaponics System: A system for sustainable aquaculture production and optimal water consumption

Mohammad Hossein Khanjani¹, Ebrahim Jamaladini^{*2}

1. Department of Fisheries Engineering and Science, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Kerman, Iran.
2. B. Sc. Department of Fisheries Engineering and Science, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft

*Corresponding author E-mail address: Ebrahim0345@gmail.com

Abstract

Aquaponics is a combined system of aquaculture with plants and has attracted a lot of attention as a way to achieve a suitable economy in the framework of aquaculture and agriculture. Aquaponics is an environmentally friendly system in which the nutrients produced from feces and uneaten foods are absorbed by the plant and will lead to improved water quality. Aquatic species also provide the plant with the carbon dioxide which is required for photosynthesis. Fish tanks also absorb heat during the day and release heat at night, contributes to saving energy costs. In addition to the coexistence relationship, the aquaponics system is a closed and efficient food production system. Tilapia has been successfully tested in the aquaponics system, and various plants, including lettuce, basil, tomatoes, and peppers, have been well cultured in the aquaponics system. This study aims to introduce the aquaponics system as an important and environmentally friendly production system.

Keywords: aquaponics, sustainable aquaculture, plant cultivation