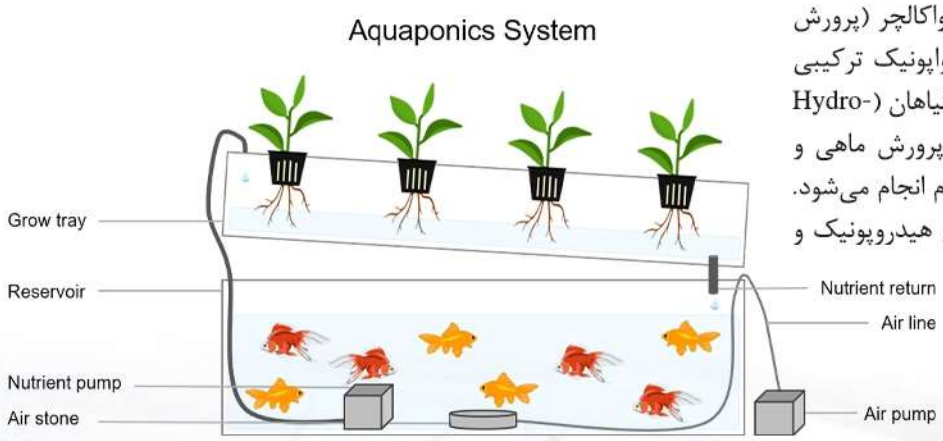
● درباره آکواپونیک (Aquaponic) چه می‌دانید؟

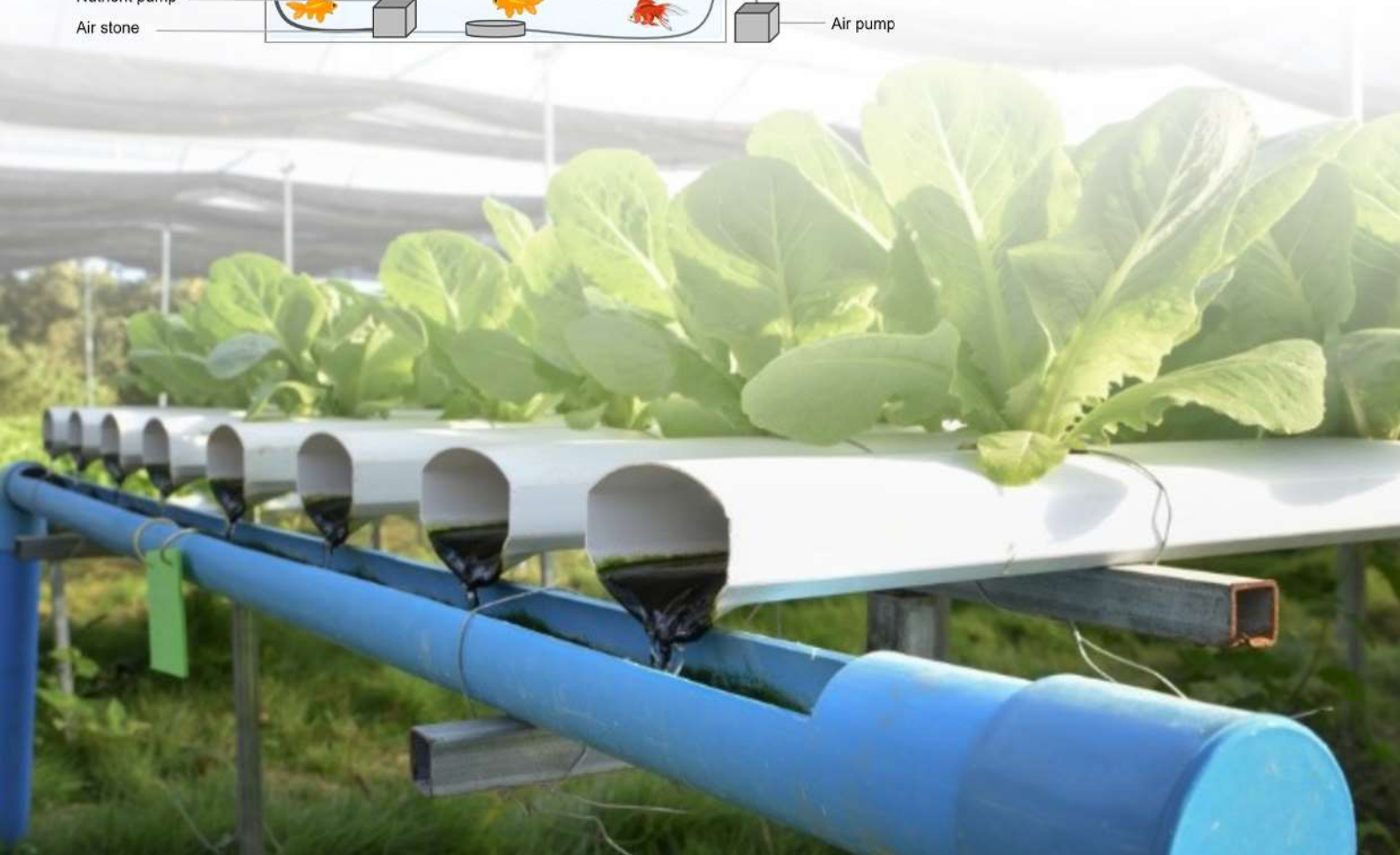
فاطمه قبادی | دانشجوی دکتری رشته اکولوژی گیاهان زراعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

تأمین مواد غذایی و رسیدن به خودکفایی در تولیدات کشاورزی و ایجاد امنیت غذایی، نیاز به افزایش کمیت و کیفیت در تولیدات این عرصه را بیش از پیش نمایان ساخته است. تحقق این امر مستلزم تغییر در سیستم‌ها و روش‌های کشاورزی سنتی از جمله کشت‌های خاکی و باز (کشت در مزرعه و باغ) و جایگزین نمودن روش‌های نوین و پربازده می‌باشد. نظر به وجود محدودیت‌های منابع آبی و پایین آمدن کیفیت خاک، تولید محصولات کشااورزی و منابع غذایی برای تأمین نیازهای جمعیت در حال رشد جهان مستلزم استفاده از روش‌ها و راهکارها ی نوآورانه جهت تولید بیشتر و با کیفیتِ مطلوب‌تر می‌باشد. بنابراین کشورهای مختلف درصددند با رشد، توسعه و رسیدن به حداکثر تکنولوژی، صنعت و کشاورزی ضمن خودکفایی، نیازهای اساسی جامعه خود (مانند غذا) را، تأمین نمایند. از جمله روش‌های مؤثر در این زمینه تولید به روش آکواپونیک می‌باشد.

مفهوم آکواپونیک

کلمه آکواپونیک حاصل ترکیب دو کلمه آکواکالچر (پرورش ماهی) و هیدروپونیک می‌باشد. بنابراین آکواپونیک ترکیبی از پرورش ماهی (Aquaculture) و پرورش گیاهان (Hydro-ponic) در سیستم‌های گردشی است که پرورش ماهی و کشت گیاه از جمله سبزیجات به صورت توأم انجام می‌شود. در واقع آکواپونیک به‌عنوان سیستم تلفیقی هیدروپونیک و پرورش ماهی شناخته می‌شود.





تاریخچه آکواپونیک

برای نخستین‌بار اقوامی به نام آزتک توانستند کشاورزی را با تلفیق آبزی پروری به نمایش بگذارند. آزتک‌ها که در بخش بزرگی از آمریکای مرکزی زندگی می‌کردند اولین پایه‌گذاران سیستم آکواپونیک بودند. آن‌ها با ایجاد شبکه‌ای از کانال‌های آب و ایجاد جزایری در میان آن و کشت محصولات بر روی این جزایر و آبیاری آن‌ها به‌وسیله دریاچه‌ها و کانال‌ها، اولین روش آکواپونیک را ایجاد نمودند. درواقع آن‌ها از طریق کانال‌های آب‌رسان موسوم به‌Chinampas ، آب موجود در آبگیرهای راکد را که سرشار از مواد مغذی ناشی از وجود مواد دفعی آبزیان بود به اراضی کشاورزی اطراف می‌رساندند. اما اجرای سیستماتیک آکواپونیک از اوایل دهه ۸۰ میلادی آغاز شد. نوآوری ها از سال ۱۹۸۰ فناوری آکواپونیک را به یک سیستم پایدار در تولید غذا تبدیل نمود. در اواخر دهه ۸۰ میلادی (۱۹۸۸) Mark Mc Murtry دانشجوی دکتری دانشگاه کارولینای شمالی به اتفاق پروفسور Doug Sanders نخستین سیستم آکواپونیک را ابداع نمودند؛ آن‌ها این سیستم را Aqua - Vege culture نام نهادند.

پس از آن تحقیقات زیادی در کشورهای مختلف بر روی گونه‌های متنوع ماهی و گیاه انجام شد؛ نتایج همه آن‌ها دال بر موفقیت این شیوه و بهره وری بالاتر نسبت به اجرای جداگانه هر سیستم بوده است؛ به‌طوری که در سال ۲۰۱۱ میلادی بیش از ۱۰ هزار مرکز آکواپونیک به‌صورت تجاری و نیمه‌تجاری در کشورهای آمریکا و استرالیا مشغول به فعالیت بوده‌است. همچنین بیش از ۱۰۰۰ مدرسه و ۱۲ دانشگاه در حال آموزش این فناوری به علاقه‌مندان می‌باشد. مؤسسه تحقیقاتی آمریکایی Nelson and Jhon pads اولین نشریه آکواپونیک را در سال ۱۹۹۷ به چاپ رسانده است.

در چین، تایلند، اندونزی و هند نیز پرورش آبزیان در مزارع برنج قدمتی بسیار طولانی دارد. در این کشورها پرورش آبزیان در مزارع برنج مقاوم به آب شور fields Paddy (شالیزار) قدمت زیادی دارد. تمدن شرق‌دور از این روش در تولید غذا بهره زیادی برده است. در ایران نیز پرورش توأم ماهی و برنج در شالیزارها نمونه‌ای از همین سیستم است که تاکنون در قالب پروژه‌های تحقیقاتی و ترویجی در نقاط مختلف کشور به اجرا در آمده است. به‌عنوان نمونه می‌توان به تولید برنج با سیستم آکواپونیک در مازندران به‌صورت طرح پرورش ماهی در شالیزارهای برنج اشاره کرد؛ که البته فضای کار وسیع‌تری در این زمینه در کشور وجود دارد.

آکواپونیک

از اهداف اصلی آکواپونیک این است که مواد اضافی یک سیستم به‌عنوان غذا یا سوخت برای سیستم دیگر عمل کند. تصفیه زیستی آب، عناصر را از آن حذف می‌کند، این موضوع هم از لحاظ زیست‌محیطی و هم از لحاظ صرفهٔ اقتصادی حائز اهمیت است. همچنین فروش محصولات گلخانه‌ای درآمدزا نیز جزء اهداف اصلی استفاده از این نوع کشت محسوب می‌شود که کمک زیادی به اقتصاد محلی خواهد بود. در آکواپونیک عناصر غذایی موجود در آب محل پرورش ماهی به‌عنوان کود در هیدروپونیک و در بستر گیاهان مصرف می‌شود. این عمل برای ماهی نیز سود دارد زیرا در اثر تجزیه بقایای گیاهان و میکروارگانیسم‌هایی که در بستر استخر تجمع یافته‌اند ممکن است مواد سمی تولید شود درحالی که اگر این پساب برای گیاهان مصرف شود می‌تواند به‌عنوان کود مورد استفاده گیاه قرار گیرد، به عبارت دیگر، بستر کشت مثل یک بیوفیلتر عمل می‌کند. دراین میان باکتری‌های موجود در بستر کشت نقش مهمی را در چرخه عناصر دارند که بدون وجود آن‌ها سیستم خوب عمل نمی کند.

در این سیستم مواد دفعی ماهی که عمدتاً ترکیبات نیتروژن دار از قبیل آمونیاک، و ترکیبات غیرنیتروژنی مثل فسفر می باشند؛ به‌وسیله گیاه جذب شده و از آب حذف می‌شوند. تولید ماهی و گیاه در یک رابطه همزیستی انجام می‌شود که پساب ماهی به‌عنوان کود برای گیاه مورد استفاده قرارگرفته و آب تصفیه شده توسط گیاه هم به استخر پرورش ماهی‌ها انتقال می‌یابد.

گلخانه‌داران باید توجه داشته باشند که آب یا پساب حاصل از ماهی‌ها به‌عنوان یک منبع کودی آلی است. محصولات حاصل از چنین سیستمی به‌عنوان محصول سالم شناخته می‌شود که در فروش آن‌ها نقش مهمی دارد. با این روش در یک واحدِ تولید دو نوع محصول پرورش می‌یابد. در مناطق خشک و نیمه خشک که کمبود آب وجود دارد آکواپونیک می‌تواند نقش مهمی ایفا کند؛ همچنین آکواپونیک مدلی برای کشاورزی پایدار محسوب می‌شود.

پایداری سیستم آکواپونیک

آب باقی‌مانده از پرورش ماهی در تغذیه گیاهان به کار می‌رود. در این نوع کشت چون دو محصول تولید می‌شود عملکرد بیشتر است. مصرف آب به دلیل بسته بودن سیستم کم است و در نهایت با تصفیه قابل استفاده در مصارف دیگر است. با استفاده از این نوع سیستم کشت در یک منطقه اقتصاد منطقه رونق یافته و هزینه‌های حمل و نقل کاهش می‌یابد. همچنین در این سیستم از بقایای تولید ماهی به عنوان کود ارگانیک استفاده می‌شود.

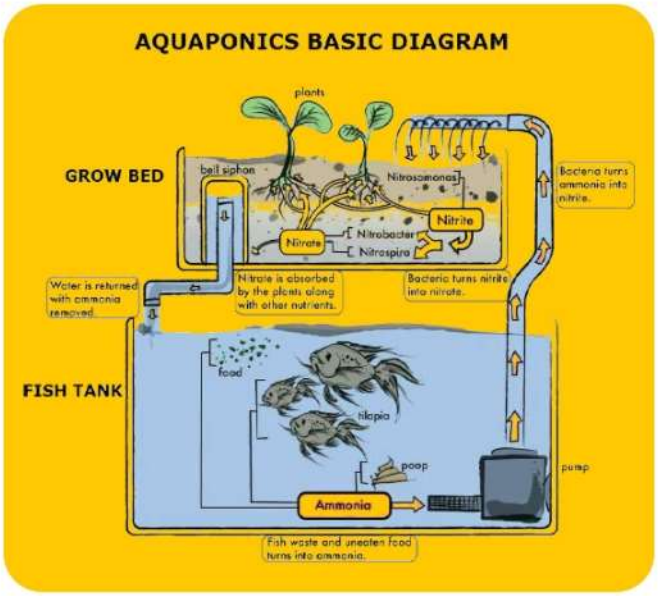
اگرچه سیستم آکواپونیک کمی پیچیده به نظر می‌رسد ولی در مناطق خشک و نیمه خشک مثل ایران استفاده بهینه از آب کشاورزی و سایر مصارف صنعتی و آشامیدنی از مهم ترین موارد برای صرفه جویی در مصرف آب است. به‌طورکلی در این روش که محاسن متعددی همچون بهبود طعم و کیفیت محصولات کشاورزی حاصل از این سیستم، بهبود کیفیت آب استخرهای پرورش ماهی، کاهش آلودگی محیط زیست، کاهش هزینه تأمین آب و صرفه جویی در مصرف کودهای شیمیایی اشاره کرد.

از لحاظ تعادل شیمیایی خاک نیز مصرف بی‌رویه و نامتعادل کودهای فسفاته در بعضی از مزارع زیان‌آور بوده است درحالی‌که با افزایش ازت و تسریع رشد گیاهان نیاز به سایر عناصر غذایی گیاه در خاک مانند پتاسیم، آهن و روی افزایش می‌یابد. از طرفی نظر به اینکه اغلب خاک‌های ایران آهکی بوده و تحت این شرایط اغلب ترکیبات معدنی عناصر غذایی گیاه در خاک نظیر روی و آهن به علت حلالیت کم به خوبی جذب گیاه نمی‌شوند لذا با کاهش مواد آلی بتدریج فقر و کمبود آن‌ها در خاک در ارتباط با تأمین این عناصر تشدید می‌شود. به‌عبارت دیگر اگر گیاه در شرایطی کشت شود که از ۱۷ عنصر مورد نیاز همه به‌جز یکی به مقدار مناسب در دسترس باشد، رشد گیاه در اثر فقدان این یک عنصر غذایی متوقف می‌شود. این در حالی‌ست که افزایش سایر عناصر اثر عمده‌ای در رشد گیاه ندارد.

آکواپونیک یا نوعی همزیستی

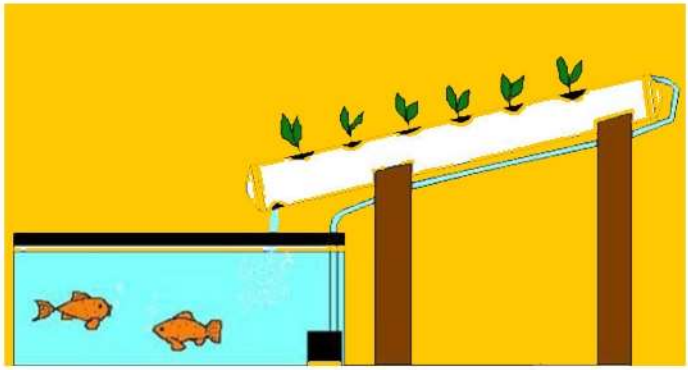
یکی از مشکلات پرورش‌دهندگان ماهی، تجمع آمونیاک دفع شده توسط ماهی‌ها در آب است که یک ماده سمی به‌شمار می‌رود. برای پاک‌سازی آب از این ماده مجبور به استفاده از بیوفیلترهایی هستند که آمونیاک را به نیترات تبدیل کند. این در حالی است که مواد دفعی حاوی نیتروژن می‌توانند منبع غذایی مفیدی برای گیاهان باشند. بنابراین در روش آکواپونیک بین گیاه و ماهی به نوعی همزیستی ایجاد می کنند به این ترتیب که ماهی‌ها منبعی غنی از نیتروژن را برای گیاهان فراهم می‌کنند و گیاهان نیز محیط زندگی ماهی‌ها را از آمونیاک سمی پاک می‌کنند.

فاضلاب مخزن پرورش ماهی نخست برای کاهش مواد آلی رسوب شده و معلق جامد، تیمار می شود و سپس آب حاصله برای حذف آمونیاک و نیترات در فیلتر زیستی به درون سیستم هیدروپونیک، جایی که گیاه مقداری از مواد غذایی محلول را جذب می‌کند، جریان می‌یابد. آمونیاک و نیتریت اضافی توسط باکتری‌هایی که روی مخزن رشد می‌کنند حذف می‌شوند و در نهایت آب تصفیه شده وارد مخزن فاضلاب شده و به مخزن پرورش ماهی‌ها برگردانده می‌شود.



آکواپونیک در خانه

محققان هلندی نمونه کوچک و خانگی از سیستم آکواپونیک را طراحی کرده‌اند که امکان پرورش گیاهان و سبزیجات را با استفاده از فضولات ماهی فراهم می‌کند. سیستم جدید آکواپونیک EcoFarm که برای مصارف خانگی طراحی شده، متشکل از یک تنگ ماهی کوچک و محفظه مخصوص پرورش گیاه بر روی آن است. آب کثیف درون تنگ به داخل محفظه پرورش گیاه پمپاژ می‌شود. فضولات ماهی در نقش کود طبیعی عمل کرده و مواد مغذی گیاه را تأمین می‌کند و گیاه نیز در نقش یک سیستم تصفیه طبیعی، اقدام به پاک‌سازی و تصفیه آب کرده و آب تمیز به داخل تنگ ماهی پمپاژ می‌شود. گیاهان کوچک، سبزیجات مختلف از جمله گوجه‌فرنگی‌گیلاسی، فلفل و میوه‌های کوچک از قابلیت کشت در این سیستم برخوردار هستند.



مزایای آکواپونیک

۱-کاهش تعداد ابزار مورد نیاز مثل پمپ‌ها نسبت به تولید هر دو محصول به‌صورت جداگانه

۲-بازدهی بیشتر و تولید محصول بیشتر در سطح کمتر

۳-صرفه‌جویی در مصرف آب (کاهش نیاز به تعویض آب مخزن پرورش ماهی)

۴- کاهش آلودگی محیط در اثر دفع آب آلوده

۵- تأمین مواد غذایی گیاهان از راه غذا و مواد دفع شده از ماهی‌ها

۶- تولید محصولات سالم به دلیل عدم استفاده از سموم شیمیایی

دیگر مزایای سیستم‌های آکواپونیک:

- امکان تولید گیاهان و آبزیان در مناطق کم‌آب
- توان تولید یکسان با مصرف دو درصد آب مورد نیاز در سیستم‌های سنتی
- کاهش نیروی کارگری
- مصرف کود ارگانیک و تولید محصول ارگانیک
- افزایش تولید با استفاده از کود طبیعی ماهی
- کاهش اتلاف انرژی با ترکیب کشت
- افزایش تولید در واحد سطح در سیستم‌های کشت طبقه‌ای
- قابل اجرا در مکان‌های نزدیک به بازار فروش و کاهش هزینه‌های نقل و انتقال
- عدم نیاز به استفاده از علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌های شیمیایی و کاهش هزینه
- محیط کشت و محصولات بسیار تمیز نسبت به محیط‌های کشت خاکی
- کم هزینه‌ترین روش برای حذف مواد آلی مراکز پرورش آبزیان
- امکان تولید خارج از فصل
- سیستم آکواپونیک بهترین گزینه برای تولید گیاهان ارگانیک در سیستم‌های گلخانه‌ای می‌باشد.

هدف و استراتژی اصلی از ایجاد این طرح به حداکثر رساندن عملکرد هر یک از اجزای بیولوژیکی سیستم جهت افزایش بازدهی اقتصادی طرح است. اگر یک ناحیه در داخل گلخانه بتواند هم‌زمان برای تولید چندین نوع محصول استفاده شود علاوه‌بر افزایش درآمد، باعث کاهش هزینه‌های مرتبط با ساخت و ساز و تهیه اجزای سیستم و افزایش تولید و بازدهی آن می‌گردد که در این صورت پرورش توأم ماهی و کشت هیدروپونیک اقتصادی است.

علاوه بر پرورش ماهیان بازاری، قسمت پرورش ماهی می تواند برای پرورش بچه ماهی تا یک اندازه خاص در طول ماه های زمستان جهت ماهی‌دار کردن قفس‌ها و حوضچه‌ها برای دوره رشد تابستانه مورد استفاده قرار گیرد. صدف‌ها جهت تولید غذا یا تولید مروارید آب شیرین و میگو نیز می توانند در طرح‌ها گنجانده شوند. همچنین علاوه بر ماهیان خوراکی، ماهیان اکواریومی را نیز می‌توان پرورش داد. از دیگر کاربرد های تجاری می‌توان به تأسیساتی برای رستوران ها وهمچنین مقاصد عمده فروشی اشاره نمود.

معایب سیستم آکواپونیک

۱- یکی از معایب استفاده از سیستم آکواپونیک بالا بودن هزینه نصب، راه اندازی و نگهداری و نیاز به سرمایه‌گذاری کلان است.

سیستم‌های آبی همانند هر نوع سیستم دیگری دارای نقاط ضعف و محدودیت‌هایی هستند. شما می‌توانید با سیستم های کوچک مقیاس برای مقدار پول نسبتاً کمی آزمایش کنید. آغاز تولید صنعتی در مقیاس بزرگ می‌تواند هزینه های زیادی را در پی داشته باشد.

۲- اگر می‌خواهید محصول خود را در زمستان حفظ کنید، آکواپونیک به انرژی زیادی نیاز دارد. پمپ‌های آب، نور و گرمایش، انرژی زیادی را مصرف می‌کنند. نیاز برق را می توان با استفاده از منبع تجدیدپذیر، مانند باد و خورشید، تأمین کرد.

۳- اجزای آبزی‌پروری فضای بیشتری را اشغال می‌کنند و همانند سیستم هیدروپونیک تنظیمی نیستند. برخلاف آن، تأسیسات هیدروپونیک معمولاً عمودی ست که همراه با

حجم محیط مورد نیاز جهت آبزی‌پروری در مجموع این سیستم نیاز به فضای خاص دارد. با این حال، هنوز هم برای هردوی آبزی‌پروری و کشاورزی کارآمد است.

۴- کیفیت آب نیاز به آزمایش و نظارت مکرر دارد و شما باید به‌طور مرتب بررسی کنید که آیا تمام قسمت‌های مکانیکی سیستم به شکل مناسب عمل کنند. شما باید به بیماری ماهی ها نظارت داشته باشید که همیشه آسان نیست. به طورکلی، باید بسیاری از کنترل‌های معمول انجام شود.

۵- هر دو سیستم هیدروپونیک و اکوآکالچر نیز به تنهایی دارای برخی جنبه‌های منفی هستند. برای مثال انواعی از املاح و مواد مغذی گران قیمت جهت تغذیه گیاهان مورد نیاز است. همچنین محلول عناصر غذایی را باید هرچند وقت برای حل معضل تجمع فضولات و سموم دور ریخت. سیستم های مداربسته نیاز به فیلتراسیون‌های متعددی داشته و در نهایت باید بخشی از آن با آب تازه و شیرین جایگزین گردد. در حالیکه آبزی پروریِ مدار بسته همراه با هیدروپونیک هر دو متودهای خیلی پربازده و کارآیی جهت تولید ماهی وسبزی به‌طور هم‌زمان هستند. وقتی به تلفیق این دو سیستم با هم نگاه کنیم روشن می‌شود که نکات وجنبه‌های منفی آثار آن‌ها به مثبت بدل می‌گردد. بنابراین جنبه‌های مثبت هر یک از آن‌ها به‌تنهایی حفظ شده و آثار و نکات منفی آن‌ها نیز از میان خواهد رفت.

منابع

روستا، ح. ۱۳۸۸. معرفی سیستم آکواپونیک (کشت و پرورش توام ماهی و گیاه در سیستم مدار بسته آب) در دانشگاه ولیعصر رفسنجان و مقایسه آن با سیستم هیدروپونیک، اولین کنگره ملی هیدروپونیک و تولیدات گلخانه‌ای، اصفهان، مرکز پژوهشی کشت بدون خاک.

علیپور، ن.، آوخ‌کیسمی، م. و عسکری‌ساری، الف. ۱۳۹۲. بررسی اثرات سیستم پرورش آکواپونیک بر افزایش رشد و بقاي میگوی جوان آب شیرین (Macrobrachii-rosenbergii um) و لارو ماهی کپور معمولی (Cyprinus carpio)، نشریه بهره‌برداری و پرورش آبزیان. ۳(۲): ۱۱۰-۹۹.

نیکبخت، الف.، میردار هریجانی، ج. و استوی، م. ۱۳۹۴. مروری بر پرورش ماهی و گیاه (آکواپونیک)، سومین همایش ملی انجمن‌های علمی دانشجویی رشته‌های کشاورزی و منابع طبیعی.

واحدی ترشیزی، م.، فتحی، م.، زمانی، س. و حسینی میقانی، ع. ۱۳۹۶. معرفی کشت هیدروپونیک به‌عنوان روشی نوین در توسعه کارآفرینی کشاورزي، نشریه کارآفرینی در کشاورزی. ۲(۴): ۶۰-۴۳.