اثرجیره غذایی حاوی زئولیت طبیعی (کلینوپتیولیت) بر مقدار رشد ماهی تیلاپیای قرمز (*Oreochromis sp.*) و کاهو (*Lactuca sativa*) در یک سازگان مدار بسته پرورش توام (Aquaponic)[1]

غلامرضا رفیعی[2] چی روز سعد[3]

چکیده

در یک سازگان مدار بسته پرورش ماهی و گیاه، در جیره غذایی ماهی زئولیت اضافه شد و اثر آن بر رشد ماهی تیلاپیا و کاهو مورد بررسی قرار گرفت. سازگان پرورشی شامل، یک مخزن یا حوضچه نگهداری ماهی به شکل مکعب مستطیل با یک پمپ مکش آب با قدرت آبدهی ۳۰ لیتر در دقیقه و سه سینی پرورش گیاه بود که به فاصله ۲۰ سانتیمتر بالای حوضچه پرورش ماهی نصب شده بود. وجود یا عدم وجود زئولیت طبیعی (کلینوپتیولیت) در جیره غذایی ماهی، تیمارهای آزمایش را تشکیل داد. در تیمار اول یا شاهد زئولیت در جیره غذایی ماهی وجود نداشت و در تیمار دوم یا مورد آزمایش ۳ درصد زئولیت در غذای ماهی وجود داشت ولی هر دو جیره از نظر کیفی (درصد پروتئین، چربی و فیبر و انرژی) یکسان بودند. هر تیمار شامل سه تکرار بود. مدت انجام آزمایش ۷ هفته بود. در شروع آزمایش، هر حوضچه پرورش ماهی با ٦٤٠ لیتر آب پر شد و در آن ۵۰ قطعه ماهی تیلاپیا قرمز به وزن تقریبی۲ ٦/۲۳±۰/۰ گرم ریخته شد و هر حوضچه از طریق ۲ سنگ هوا که به شبکه هواده مرکزی وصل بودند هوادهی شدند. دو هفته بعد از شروع آزمایش تعداد ٤۲ نشاء کاهو به سینی‌های پرورش گیاه در هر واحد آزمایش وارد شد. در پایان آزمایش میانگین وزن انفرادی ماهی، محصول ماهی و مرگ و میر ماهی اختلاف معنی داری را در بین تیمارها نشان نداد($P > ۰/۰۵$). میانگین وزن انفرادی ماهی در تیمار شاهد و حاوی زئولیت به ترتیب۲/۰۰± ۵۰/ ۳۲ و ۲/۰۲± ۳۲/۸۰ گرم بود. مقدار محصول کاهو در تیمارحاوی زئولیت به طور معنی‌داری ($P < ۰/۰۵$) در مقایسه با شاهد بیشتر بود. مقدار محصول در تیمار حاوی زئولیت و شاهد به ترتیب ٦۷± ۷٦۸ و ۸۳± ۲۷۵ گرم بود. نتایج این تحقیق نشان داد که وجود زئولیت در جیره غذایی ماهی اثر چشمگیری را در افزایش رشد و تولید کاهو در یک سازگان پرورش توام کاهو و ماهی دارد ولی در خصوص اثرجیره حاوی زئولیت بر روی رشد ماهی تیلاپیا در سازگان پرورشی مورد استفاده، نیازبه انجام یک تحقیق مدون با در نظر گرفتن سطوح مختلف زئولیت در جیره غذایی است.

واژه‌های کلیدی: *پرورش توام ماهی و گیاه، جیره غذایی ماهی، زئولیت، کاهو، ماهی تیلاپیا.*

۱-تاریخ دریافت: ۸۲/۱۰/۱۳، تاریخ پذیرش: ۸۳/۳/۲۵

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (Email :rezarafiee@yahoo.com)

۳- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه پوترای مالزی

مقدمه

زئولیت از نظر ساختمان مولکولی بسیار شبیه به رس‌ها می‌باشد. هر دو آن‌ها حاوی آلومی‌نیوم- سیلیکات آبدار می‌باشند و اختلاف آن‌ها در نوع ساختمان کریستالی است که تشکیل می‌دهند. شبکه زئولیت طبیعی شامل صفحات آلومی‌نیومی‌به همراه سیلیس است که به شکل چهار وجهی است و با هم و در نتیجه قرار گرفتن در کنار یکدیگر یک ساختمان چند وجهی را شبیه خانه‌های زنبور عسل می‌سازند که دارای بار منفی می‌باشند. بار منفی ایجاد شده با جذب یون‌های مثبت نظیر سدیم خنثی می‌گردد. این خاصیت نیز وجود دارد که یون‌های مثبت با یون‌های دیگری مانند فلزات سنگین و یون آمونیوم در محلول آبی جابه‌جا شوند. چندین سال است که از زئولیت در پرورش طیور، خوک و حتی دام‌ها و یا به عنوان جذب کننده آمونیاک در پسماندهای خروجی پرورش ماهی استفاده می‌شود (۸ و ۷) استفاده از زئولیت (کلینوپتیولیت) به مقدار ۲/۵ تا ۵ درصد در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان باعث افزایش وزن و بهبود کارایی غذا در ماهی مذکور شده است (۱۰). به‌طور مشابه‌ای اضافه کردن تا ۱۰ درصد سدیم بنتونیت در جیره غذایی قزل آلای رنگین کمان مقدار رشد و ضریب تبدیل غذایی را بهبود بخشیده است (۱۷) . درحین پرورش آبزیان، با مصرف غذا مواد تولید شده در اثر فعل و انفعالات هضم وجذب، از طریق آبشش‌ها و یا از طریق مدفوع دفع شده و در نتیجه باعث افزایش مواد محلول و مواد معلق در آب محیط پرورش ماهی می‌شوند. لذا، کاهش فضولات ماهی در محیط پرورشی و بهبود کیفی آب خروجی از مزرعه پرورش ماهی از طریق بهبود کیفیت غذای ماهی و افزایش ضریب هضم غذا در دستور کار محققین قرار گرفته است. در این ارتباط، با استفاده از جیره غذایی غنی از مواد مغذی و انرژی و با کاهش مواد فیبری غیر قابل هضم در آن توانسته‌اند ضریب تبدیل غذایی را افزایش داده و متعاقباً مواد محلول و غیر محلول تولید شده در پساب مزارع پرورشی را کم کنند و یا به شدت کاهش دهند(۵). از طرف دیگر، زئولیت می‌تواند در کاهش غلظت آمونیاک در آب محیط پرورشی نقش مهمی را ایفا کند و می‌توان آن را با هدف حذف و یا کاهش آمونیاک در یک سازگان پرورش ماهی به کار برد (۳). بنابراین، این نتیجه گرفته می‌شود که کاربرد زئولیت در جیره غذایی ماهی می‌تواند باعث افزایش ضریب هضم غذا و کاهش پساب از یک طرف و از طرف دیکر با جذب آمونیاک در سازگان منجر به افزایش تولید ماهی در یک سازگان پرورشی شود. همچنین مشخص شده است که در یک سازگان مدار بسته گیاه و ماهی، گیاه نیز می‌تواند با جذب ترکیبات نیتروژندار مانند یون آمونیوم و سایر مواد مغذی محلول در آب نقش مهمی را در بهبود کیفیت آب در حین پرورش داشته باشد(۱۲، ۱۵ و ۱۶). گیاه در سازگان مذکور می‌تواند نیتروژن آمونیاکی حبس شده به صورت یون آمونیم در زئولیت را نیز حذف و باعث بهبود کیفیت آب از این طریق هم شود. بنابراین، فرض بر این است که در تبادل یونی بین ریشه گیاه و زئولیت، امکان جذب سایر یون‌های مورد نیاز برای رشد گیاه نیز بهتر فراهم می‌شود و در نتیجه با رشد بیشتر گیاه شرایط رشد ماهی نیز بهتر خواهد شد. از آنجایی‌که نقش زئولیت موجود در جیره غذایی ماهی در پرورش توام ماهی تیلاپیا و کاهو دریک سازگان مدار بسته مورد بررسی قرار نگرفته است، در این تحقیق سعی شد این موضوع مورد ارزیابی قرارگیرد.

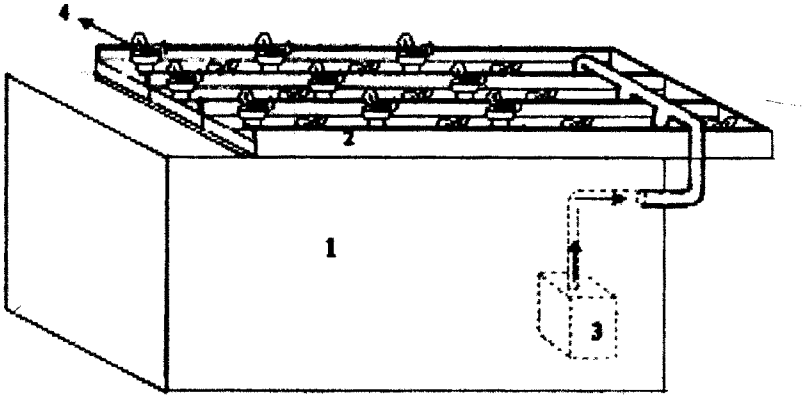
مواد و روش‌ها

طرح آزمایش و نوع سازگان پرورشی

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات تکثیر و پرورش آبزیان – دانشکده کشاورزی دانشگاه پوترا مالزی انجام گرفت. هدف اصلی از انجام این آزمایش مطا لعه اثرجیره حاوی زئولیت طبیعی(کلینوپتیولیت) در رشد ماهی تیلاپیا و کاهو در یک سازگان پرورشی توام ماهی و گیاه بود. برای انجام این پژوهش ابتدا یک سازگان پرورش ماهی و گیاه در یک مدار بسته یعنی استفاده مجدد از آب مصرفی طراحی شد. سازگان شامل یک حوضچه پرورش ماهی به ابعاد ۱۲۰ سانتیمتر طول و ۸۰ سانتیمتر عرض و ۱۰۰ سانتیمتر

ارتفاع بود که سه سینی برای پرورش گیاه به فاصله ۲۰ سانتیمتر در بالای آن نصب گردید. هر سینی دارای طول ۱۲۰ سانتیمتر، عرض ۳۰ سانتیمتر و عمق ۷ سانتیمتر بود که هر سه در کنار یکدیگر قرار گرفته بودند. برای چرخش آب از یک پمپ آکواریوم استفاده شد که قادر به مکش آب به مقدار ۳۰ لیتر در دقیقه بود. پمپ در یک گوشه حوضچه پرورش ماهی نصب شد و از طریق لوله پلیکا (PVC) آب از حوضچه پرورش ماهی مکش و از طرق سه انشعاب به داخل هر سینی به طور مجزا می‌ریخت. آب هر سینی دوباره به صورت آبشار وارد حوضچه پرورش ماهی می‌شد (شکل ۱).

سازگان شرح داده شده به عنوان واحد آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای آزمایش را عدم وجود زئولیت در جیره غذایی (۱) و وجود زئولیت در جیره غذایی (۲) به‌کار رفته برای تغذیه ماهیان تیلاپیا تعیین می‌کرد. بنابراین، واحدهای آزمایش در قالب یک طرح کاملا تصادفی و با سه تکرار در گلخانه‌ای به ابعاد ۱۰×۱۲ متر و ارتفاع ۵ متر چیده شدند. لازم به ذکر است که در این آزمایش تعویض آبی صورت نگرفت.



شکل ۱- سازگان طراحی شده برای پرورش توام ماهی و کاهو به روش مدار بسته.۱- مخزن نگهداری ماهی۲- سینی، برای پرورش کاهو در آن ۳- پمپ مکش آب ٤- محل نشا کاهو در گلدان پلاستیکی

غذای مصرفی و روش غذادهی

دو نوع غذا در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت، هر دو نوع غذا از نوع شناور و به صورت حبه[1] بودند که از کارخانه کارگیل[2] خریداری شد. در یک جیره ۳ درصد زئولیت اضافه شده بود و در دیگری زئولیت وجود نداشت ولی ترکیب هر دو شامل ۲۴ درصد پروتیین، ۶ درصد چربی و ۶ درصد فیبر و ۱۱ درصد رطوبت بود و سطح انرژی دو جیره نیز یکسان بود. ماهیان به مقدار ۵ درصد وزن زیست توده در هر حوضچه پرورشی به طور روزانه تغذیه شدند. غذا در دو نوبت در ساعت ۰۹،۰۰ و ۱۴،۰۰ به ماهیان داده شد.

تولید نشاء کاهو

در شروع آزمایش بذرهای کاهو بر روی ورقی از ابر به قطر ۲/۵ سانتیمتر و به فاصله ۳ سانتیمتر از یکدیگر قرار گرفتند و ابر به طور کامل در یک سینی پر از آب قرار گرفت و به طور مرتب تا زمان جوانه زدن بذرها سطح آن آبپاشی شد. بعد از جوانه زدن مقداری مواد مغذی (کود محلول) در داخل سینی ریخته شد. دو هفته بعد از راه‌اندازی آزمایش یک تکه ابر حاوی یک نشاء وارد هر یک از گلدان‌های پلاستیکی‌ای شد که در داخل یونولیت سوراخ دار بر روی سینی‌های پرورش گیاه قرار داده شده بودند.

۱-Pellet
۲-Cargill

اندازه گیری پیراسنجه‌های فیزیکی و شیمیایی آب

اکسیژن محلول (DO) و درجه حرارت (T) آب موجود در مخزن پرورش ماهی دوبار در هفته با استفاده از دستگاه اندازه گیری اکسیژن و درجه حرارت (YSI, Model 57) اندازه گیری شد. هدایت الکتریکی آب (Ec) دوبار در هفته با کمک یک دستگاه هدایت الکتریکی سنج مدل (HANNA HI8033) اندازه گیری شد. پی - اچ (pH) آب دوبار در هفته با کمک دستگاه پی- اچ سنج (Orion Model 410A) اندازه گیری شد. مقدار ازت آمونیاکی کل آب با روش ایندوفنل و طبق دستورالعمل کتاب موسسه استاندارد بهداشت و حمایت آمریکا (APHA) از طریق طیف سنجی با استفاده از اسپکتروفتومتر هر هفته یک بار اندازه گیری شد (APHA, 1992).

شروع و راه اندازی آزمایش و طول مدت انجام آن

مدت انجام آزمایش ۷ هفته بود. در شروع آزمایش، هر مخزن پرورش ماهی با ۶۴۰ لیتر آب پر شد و در آن ۵۰ ماهی تیلاپیا قرمز به وزن تقریبی۲ /.±۶/۲۳ گرم ریخته شد. هر مخزن پرورش ماهی از طریق ۲ سنگ هوا متصل به شبکه هواده مرکزی هوادهی شدند. پمپ آب نیز برای چرخش آب در سازگان راه اندازی شد. دو هفته بعد از شروع آزمایش نشاء های کاهو طبق آنچه قبلاً گفته شد به سینی‌های پرورش گیاه وارد شدند. هر واحد آزمایش دارای ۴۲ نشاء کاهو بود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای مقایسه میانگین متغیرهای مورد اندازه گیری بین تیمار آزمایش و شاهد، از روش ساده مستقل آزمون -تی[1] استفاده شد. داده‌هایی که به صورت درصد بودند، ابتدا با استفاده از روش آرک سین (Arc sin)ترانسفورم شدند و سپس با روش آماری t-Test مورد مقایسه قرار گرفتند (Zar, 1996).

نتایج

رشد و درصد ماندگاری ماهی

در جدول (۱) داده‌های مربوط به رشد ماهی و کاهو در پایان آزمایش آمده است. این داده‌ها نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین وزن فردی ماهی، محصول ماهی و درصد بقا ماهی در پایان آزمایش وجود نداشت (۰/۰۵ <P). رشد انفرادی ماهی در پایان آزمایش در تیمارحاوی زئولیت بیشتر از تیمار شاهد بود ولی با توجه به مرگ و میر بیشتر ماهی در این تیمار، به طور کلی مقدار تولید ماهی در مقایسه با شاهد کمتر بود.

جدول ۱ - داده‌های مربوط به میانگین (Mean± SD) وزن انفرادی ماهی، مقدار زیست توده ودرصد ماندگاری ماهی در پایان انجام آزمایش

تیمار	وزن انفرادی ماهی (گرم)	زیست توده(گرم)	ماندگاری(درصد)
۱	۳۲/۵۰ ±۲/۰۰	۱۲۵۶.00 ±۱۳۵/۵۹	۷۹/۲۶ ±۳/۷۸
۲	۳۲/۸۰ ±۲/۰۲	۱۲۱۶/۲۳±۱۳۸/۷۲	۷۴/۰۰±۴/۰۰

وزن خشک و مقدار رشد کاهو

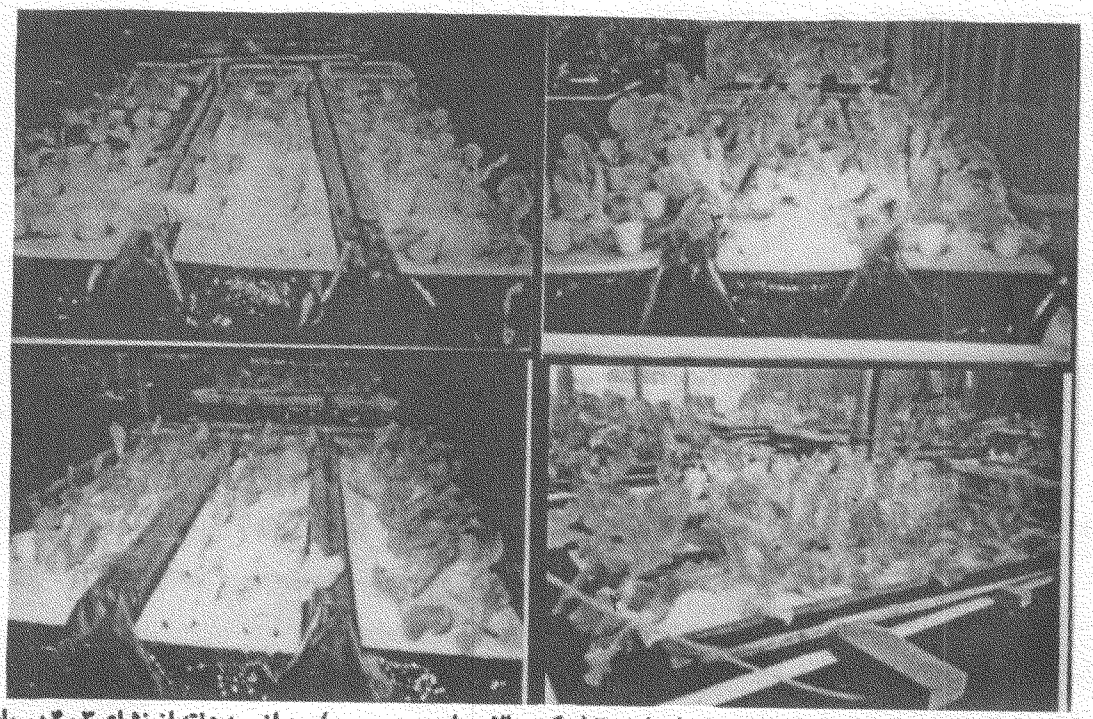
در جدول (۲) داده‌های مربوط به درصد وزن خشک و رشد کاهو در پایان آزمایش آورده شده است. مقایسه این داده‌ها نشان می‌دد که مقدار رشد کاهو اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها دارد(۰/۰۵ > P). وجود زئولیت در جیره غذایی ماهی مقدار رشد کاهو را تا سه برابر افزایش داد. بر عکس مقدار درصد وزن خشک کاهو در تیمار شاهد بیشتر بود ولی اختلاف معنی داری در مقایسه با تیمار حاوی زئولیت نداشت (۰/۰۵ < P).

۱-T-test A Simple Inelependent

جدول ۲-داده‌های مربوط به درصد ماده خشک کاهو و مقدار محصول آن در بین تیمارهای آزمایشی در پایان آزمایش

تیمار	ماده خشک (درصد)	مقدار محصول(گرم)
۱	۵/۵۹ ± ۰/۳۰ [a]	۲۷۵ ±۸۳[a]
۲	۵/۱۰ ± ۰/۳۳ [a]	۷۶۸ ± ۶۷ [b]

حروف مختلف انگلیسی یکسان در بالای اعداد در یک ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین می‌انگین‌ها در سطح اعتماد ۰/۰۵ می‌باشد



شکل ۲- عکس‌های مربوط به روند رشد کاهو در بین تیمارها ۱ و۲ (عکس بالا و پایین سمت چپ) بعد از سه هفته از نشاء ۳ و۴ در پایان آزمایش(عکس بالا و پایین سمت راست) ۱ و ۳) تیمار شاهد ۲ و٤) تیمار حاوی زئولیت

پیرا سنجه‌های مربوط به کیفیت آب

آمونیاک کل: مقدار غلظت آمونیاک کل در مخزن پرورش ماهی دارای تغییراتی در طول دوره آزمایش بود. غلظت آمونیاک کل تا سه هفته بعد از شروع آزمایش افزایش یافت و سپس از هفته چهارم تا پنجم شروع به کاهش کرد. بعد از آن شروع به افزایش کرد و در هفته هفتم به حداکثر خود در طول دوره آزمایش رسید. مقدار غلظت آمونیاک کل فقط در هفته آخر آزمایش دارای اختلاف معنی دار در بین تیمارها بود($P < ۰/۰۵$) و در تیمار حاوی زئولیت در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی داری کمتر بود (جدول ۳).

جدول ۳- تغییرات غلظت آمونیاک کل (Mean ± SD) بین تیمارها در طول مدت آزمایش

تیمار	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم
۱	۰/۶۸ ± ۰/۷۱ [a]	۲/۶۵ ± ۸۲۰ [a]	۴/۰۲ ± ۱/۰۸ [a]	۰/۸۷ ± ۰/۲۹ [a]	۴/۶۵ ± ۰/۶۲ [a]	۹/۱۹ ±۶۹[a]
۲	۰/۳۸ ±۰/۱۶ [a]	۳/۰۴ ± ۰/۵۵ [a]	۴/۲ ±۱/۰۰ [a]	۰/۹ ± ۰/۲۶ [a]	۴/۴۵ ±۰/۲۹ [a]	۷/۵۲ ± ۰/۱۱ [b]

۱- غلظت آمونیاک برحسب میلیگرم در لیتر است.

۲-حروف انگلیسی یکسان بالای هر عدد در یک ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین می‌انگین‌ها در سطح اعتماد ۰/۰۵ می‌باشد.

پی – اچ آب در طول مدت آزمایش کاهش یافت و در بین تیمارها تغییراتی بین ۶/۵۷-۷/۲داشت. مقدار اکسیژن محلول در آب نوساناتی بین ۶/۲-۷/ ۵ میلیگرم در لیتر داشت. درجه حرارت آب در بین واحدهای آزمایش تغییراتی بین ۲۹-۲۶ درجه سانتیگراد دارا بود. هدایت الکتریکی آب به سرعت افزایش یافت. این مقدار در شروع آزمایش ۰/۱۶ میلی‌موس بر ثانیه بود و در پایان آزمایش به‌طور می‌انگین در تیمار شاهد ۰/۴۳ و در تیمار زئولیت ۰/۵۱ می‌لی موس بر ثانیه بود.

بحث و نتیجه گیری

در تغذیه ماهی اضافه کردن زئولیت طبیعی (کلینوپتیولیت) به مقدار ۵/۲ – ۵ درصد در جیره غذایی قزل الا باعث بهبود رشد و افزایش کارایی غذا شده است (۱۰). به طور مشابهی اضافه کردن تا ۱۰ درصد سدیم بنتونیت در جیره غذایی قزل آلای رنگین کمان مقدار رشد و ضریب تبدیل غذا را بهبود بخشیده است(۱۷). هم‌چنین مشخص شده است که کاربرد آگار و زئولیت در دو سطح پروتیین در جیره قزل آلا باعث افزایش کارایی پروتیین در جیره می‌شود (۱۴). در مطالعه حاضر مشخص گردید که وجود ۳ درصد زئولیت در جیره غذایی ماهی تیلاپیا نمی‌تواند اثر معنی داری بر روی رشد ماهی بگذارد. گرچه، اگر درصد بقا بیشتر ماهی در تیمار شاهد در مقایسه با تیمار زئولیت دار و وزن انفرادی ماهیان باقی مانده در تیمارحاوی زئولیت در مقایسه با تیمارشاهد در نظر گرفته شود. می‌توان این نتیجه را گرفت که ماهی تیلاپیا قبل از استفاده در پرورش بایستی به تدریج با جیره‌ای حاوی مقدار کم زئولیت تغذیه و سازگار شود. برخی از پژوهش‌ها این مو ضوع را نیز تایید می‌کند. به عنوان، مثال استفاده از جیره ای حاوی سدیم بنتونیت، مرگ و میر ماهی را افزایش داده است . بررسی‌های انجام شده مرگ و می‌رماهی را به ورم سلول‌های سطحی کلیه درآن‌ها مربوط ساخته است (۱۳).

در آزمایش دیگری همین نتیجه به دست آمده است که زئولیت طبیعی (کلینوپتیولیت) نمی‌تواند بر روی رشد ماهی سالمون کوهو[1] اثر داشته باشد(۷). گرچه اثر مثبت زئولیت موجود در جیره در رشد ماهی به ماندگاری بیشتر غذا در روده و در نتیجه جذب بیشتر مواد مغذی نسبت داده می‌شود (۶) ولی عملاً در این آزمایش نشان داده شد که وجود ۳ درصد زئولیت در جیره غذایی ماهی تیلاپیا باعث افزایش مرگ و می‌ر بیشتر در بین ماهیان می‌شود و در نتیجه تولید نهایی ماهی را کاهش می‌دهد. با در نظر گرفتن نتایج متناقض به دست آمده از بررسی اثر وجود زئولیت در جیره غذایی ماهی در رشد ماهی توسط محققین، لازم است با وارد کردن ماهیان سازگار یافته با جیره حاوی زئولیت به واحدهای آزمایش، اثر سطوح مختلف زئولیت در جیره بر رشد ماهی‌های مختلف در پژوهش‌های بعدی مورد آزمون قرار گیرد.

در این آزمایش رها شدن زئولیت از طریق مدفوع ماهی در سازگان پرورشی و با رسوب بعدی آن در سینی‌های بخش پرورش، افزایش رشد چشمگیری (تا ۳ برابر) را در کاهو ایجادکرد. این موضوع را می‌توان به توانایی زئولیت در جذب یون‌هایی نظیر NH_4^+ ،Cu^{++} ،Ca^{++} ،Na^+ ،K^+ و دسترسی بیشتر ریشه گیاه کاهو به این یون‌ها در ارتباط تنگاتنگ با زئولیت نسبت داد (۳). توانایی موثر زئولیت در جذب یون‌هایی نظیر NH_4^+ ،Cu^{++} ،Zn^{++} و توان آن در تبادل یون‌هایی نظیر K^+،Ca^{++}،Na^+ با محیط پرورشی آبزیان قبلاً گزارش شده است (۱۱ و ۱۸). مقدار غلظت آمونیاک در مخزن پرورش ماهی در هر دو تیمار تا هفته چهارم افزایش یافت و در هفته پنجم در هر دو تیمار کاهش نشان داد. افزایش غلظت آمونیاک در مخزن پرورش ماهی نشان دهنده عدم توانایی سازگان پرورشی در پایین نگه داشتن و حذف آمونیاک ترشح شده توسط ماهیان در حال رشد بود (۱۴). کاهش ناگهانی غلظت آمونیاک در هفته پنجم آزمایش در هر دو تیمار را می‌توان به رشد ناگهانی باکتری‌های طبیعی نیتریت ساز در محیط پرورشی

---

[1]-Coho salmon

ارتباط داد. زیرا با افزایش ورود مدفوع به سازگان از طریق افزایش تغذیه، شرایط بهتری برای رشد باکتری‌های نیتریت ساز فراهم می‌شود (۱). روند افزایش آمونیاک را می‌توان به تعادل ایجاد شده بین عملکرد باکتری‌ها و مقدار ترشح آمونیاک توسط ماهی‌ها نسبت داد. کاهش معنی‌دار مقدار آمونیاک کل در تیمار حاوی زئولیت در مقایسه با شاهد بر این موضوع تاکید دارد که ترکیبات ازته بیشتری توسط کاهو جذب و از سازگان پرورشی خارج شده است و کاهش آمونیاک در هفته پایان آزمایش، به عملکرد باکتری‌ها در سازگان پرورشی ارتباط نمی‌یابد. بررسی روند رشد کاهو نشان می‌دهد که حدود ۸۰-۷۰ درصد رشد آن در هفته آخر دوره پرورش، یعنی قبل از برداشت، صورت می‌گیرد (۱۵). با اشاره به این موضوع، به خوبی می‌توان کاهش معنی‌دار مقدار آمونیاک کل در تیمار حاوی زئولیت را در ارتباط با عملکرد گیاه تفسیرکرد. نتایج به دست آمده از انجام این پژوهش نشان داد که وجود زئولیت در جیره می‌تواند اثر مثبتی در افزایش تولید کاهو در یک سازگان پرورش توام ماهی و کاهو و نیز کاهش غلظت آمونیاک در محیط پرورش ماهی در هفته آخر پرورش داشته باشد. بنابراین، با ایجاد تغییر در بخش پرورش گیاه و با داشتن نشاهایی در سنین مختلف، و با جایگزینی نشاء جدید به جای نشاءهای رشد یافته می‌توان به راحتی هر هفته محصول کاهو را برداشت و غلظت آمونیاک در محیط پرورشی را در حد قابل قبول برای رشد ماهی ثابت نگه داشت. در خصوص اثرجیره حاوی زئولیت در رشد ماهی تیلاپیا نیاز به انجام یک تحقیق مدون با کاربرد سطوح مختلف زئولیت در جیره غذایی است.

منابع

1-Austin, B & D. A, Austin, 1989. Bacterial Fish Pathogen Diseases in Farmed and Wild Fish, Chichester: Elis Horwood.

2-APHA, 1992. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (18th ed.), American Public Health Association, Washington, DC.

3-Bergero, D., M. D. Boccignone., F. Natale ., G. Forneris., G.B. Palmegiano & I. Zoccarato, 1996. Intensive Fish Culture and its Impact on the Environment: the Role of Natural Zeolite in the Reduction of the Ammonium Content in the Effluents. In: Hanckock, D.A., Beumer, J.P. (Eds.), Proceedings of the Second World Fisheries Congress, Brisbane, Australia., PP. 101–102.

4-Cho, Y. C, 1993. Digestibility of Feed Stuffs as a Major Factor in Aquaculture Waste Management, in: Kaushik S. J., Luquet P. (Eds.), Fish Nutrition in Practice, Inra Editions Les Colloques n61, France. PP. 365-374.

5-Cho, Y. C & C. B. Cowey, 1991. Rainbow trout (*Oncorhychus mikiss*), PP. 131-143. In: Wilson, R. P. (Ed), Handbook of Nutrient Requirements of Finfish. CRC Press, London.

6-Dias, J., C. Huelvan., M. T. Dinis, & R. Metailler, 1998. Influence of Dietary Bulk Agent (Silica, Cellulose and a Natural Zeolite) on Protein Digestibility, Growth, Feed Intake and Feed Transit Time in European Sea Bass (*Dicentrarchus labrix*) Juveniles. Aquat. Living Resource. 11 (4) 219-226.

7-Edsall, D. A. & C. E. Smith, 1989. Effect of Dietary Clinoptilolite on Levels of Effluent Ammonia From Hatchery Coho Salmon, Progress, New York, pp. 161-260.

8-Gharaibeh, S. H & I. M. Dwairi, 1996. Removal of Nutrients From Sewage Effluent in Stabilization Ponds Using Natural Zeolite. *Chemistry. Technique,* 48: 215.

9-Kaushik, S. J & C. B. Cowey, 1991. Dietary Factors Affecting Nitrogen Excretion in Fish, Nutritional Strategies and Aquaculture Waste (Ed. By C.B. Cowey & C.Y.Cho) PP: 3-19.University of Guelph, Canada

10-Lanari, D, 1996. Rapporto Tra Alimentazione De Qualità Dei Reflui in Acquacoltura. Atti Convegno Internazionale "Parliamo di Acquacoltura", Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Torino .. pp. 43–65.

11-Mumpton, F A & P. H. Fishman, 1977. The Application of Natural Zeolites in Animal Science and Aquaculture, J. Animal . Science., 45: 1188-1203.
12-Rakocy, J. E, 2000. Integrating Tilapia Culture With Vegetable Hydroponics in Recirculating Systems, Journal of World. Aquaculture Society. 1(1): 163-184.
13-Reinitz, G, 1984. The Effect of Nutrient Dilution With Sodium Bentonite in Practical Diets for Rainbow Trout, Progress. Fish Culture. 46: 249-253.
14-Rafiee G. R., C. R. Saad., M. S. Kamarudin., K. Sijam., M. R. Ismail, 2001. Estimation of Ammonia Excretion Rates by Different Weight Groups of Red Tilapia *(Oreochromis sp*)and Gaseous Ammonia Escape Values in a Water Recirculating System. PP 206. 6th Asian Fisheries Forum, Book of Abstract, Asian Fisheries , Diversification and Integration, November 25-30,2001, National Sun Yat-Sen Universiti, Kaohsiung, Taiwan.
15-Saad, C. R., G. R. Rafiee., M. S. Kamarudin., K. Sijam., M. R. Ismail, 2002. Use of Lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia*) for Purification of Aquaculture Wastewater, Volume 2. PP 1511-1517. Proceeding of Second International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry, Beijing, 8-12 September 2002.
16- Seawright, D. E, 1993. A method for Investigating Nutrient Dynamics in Integrated Aquaculture, Hydroponics Systems. In: Wang, J.K. (Ed.), Techniques for Modern Aquaculture. Proceedings of a Conference, 21-23 June (1993), Spokane, WA. pp.137-147.
17-Smith, R. R, 1980. Nutritional Bioenergetics in Fish, In: Fish Feed Technology, UNDP, FAO, Rome, PP. 21-27.
18-Watten, T & M. J. English, 1985. Effects of Organic Matter in Aquaculture Waste on the Ammonium Exchange Capacity of Clinoptilolite, Aquaculture. 46: 221–235.
19-Zar, J. H, 1996. Biostatistical Analysis, 3rd ed., Prentice Hall, New Jersey. pp 662.

Effects Of Dietary Zeolite on the Growth of Red Tilapia (*Oreochromis* Sp.) And Lettuce (*Lactuca sativa*) in an Aquaponic System

Gh. R. Rafiee [1] **Ch. R. Saad[2]**

Abstract

The effect of natural dietary zeolite (at a level of 3%) on the growth of red tilapia and lettuce seedlings in an aquaponic system was evaluated. The experimental unit was a recirculating system consisted of a fiberglass tank with 120 cm (width) x 80 cm (Length) x 100 cm (height) equipped with three hydroponic troughs (110 cm L x 30 cm W x 7cm D) and a submersible pump (Model Aqua, 1500) with the power of pumping 30 l/ min of water used for recycling water from the rearing tank through the hydroponic troughs. At the initiation of the experiment each fish tank was filled with 640 liters of gentle aerated tap water, then 50 pieces of red tilapia juvenile with a mean body weight of 6.23 ± 0.10g were introdued into it. After two weeks of initiating the experiment, 42 cups, each containing one-week aged seedlings of lettuce were introdued in the hydroponic troughs in each experimental unit. The experimental design was a completely randomized one in triplicates for each treatment. In the investigating treatment, fish were fed with a dietary zeolite and in the control treatment they were fed with a zeolite free diet. The quality in both diets based on biochemical composition (protein, fat, fiber and total energy) was the same. The individual weight, biomass and mortality of fish were not significantly different ($P > 0.05$) among treatments at the end of experiment. Mean indivitual body weight in fish was 32.50 ± 2.00 and 32.80 ± 2.02 in treatments control and dietary zeolite, repectively at the end of experiment. Utilization of dietary zeoilte increased the yield of lettuce significantly ($P< 0.05$) as compared to control. Lettuce yield was 275± 83 and 768 ±67 in treatments control and dietary zeolite, repectively. The concentration of total ammonia was significantly lower ($P< 0.05$) in fish rearing tanks in treatment with dietary zeolite at the end of experiment. The results in this reseach indicated that use of a dietary zeolite (at a level of 3%) evidently increases the growth of lettuce seedlings in an aquaponics system and emphasized the need for a further research to investigate the effect of different levels dietary zeolite on the growth of red tilapia in an aquaponic system.

Keywords: Aquaponic system, Fish diet, Lettuce, Red tilapia, Zeolite.

[1] - *Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran (Email:* rezarafiee@yahoo.com)

[2] - *Professor, Faculty of Agriculture, Universiti of Putra, Malaysia*