

مدیریت هوشمند شرایط کیفی آب در پرورش ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio* درمخازن آزمایشی

عبدالرحیم وثوقی*^۱، محمد مهدوی^۲، میثم صالحی^۳ و محمد علی گلکاری^۴

۱، ۲ و ۳- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۴- سازمان جهاد کشاورزی خراسان جنوبی، مدیریت شیلات

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۱۰

چکیده

در این تحقیق امکان مدیریت هوشمند شرایط کیفی آب برای پرورش ماهی کپور معمولی به مدت ۱ ماه (از تاریخ ۱۳۸۸/۲/۱ تا ۱۳۸۸/۲/۳۱) مورد بررسی قرار گرفت. جهت انجام مطالعه از دستگاه هوشمند طراحی و ساخته شده ابداعی استفاده گردید. این دستگاه مجهز به تجهیزات اتوماسیون صنعتی (PROGRAM LOGIC CONTROL) و سنسورهای حساس و دقیق به ۳ پارامتر مهم: دما اکسیژن و pH بود. متغیرهای فوق در پرورش ماهی کپور معمولی بسیار اهمیت داشته و میزان آن‌ها به ترتیب دما (۲۵ درجه سانتی گراد)، اکسیژن (۸ میلی گرم در لیتر) و pH برابر (۷/۳) برای تیمار مجهز شده تنظیم گردید.

کارکرد دستگاه مزبور با تجهیز توسط دوربین و تجهیزات ارتباطی (تلفن و اینترنت) قابلیت کنترل از راه دور را داشت.

۳ دستگاه آکواریوم با ۳ دستگاه ساخته شده تجهیز شد، تا به عنوان آزما یشگر در این پژوهش بکار گرفته شود. ۳ دستگاه آکواریوم دیگر نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شده که پارامترهای سه گانه مذکور در آن‌ها به صورت حضوری کنترل و نظارت گردید.

در هر یک از آکواریوم‌ها ۵ عدد بچه ماهی کپور معمولی به وزن‌های ۵-۱۰ گرم رها شد. در هر شبانه روز در آکواریوم‌های شاهد ۳ مرتبه پارامترهای (pH، اکسیژن و دما) کنترل گردید هر دو گروه با یک نوع جیره غذایی تغذیه شدند. در طی دوره بررسی در آکواریوم‌های شاهد نوسان زیاد pH (۵-۹) و اکسیژن (۱۲-۵) میلی گرم در لیتر و دما (۲۹-۱۸) درجه سانتیگراد ملاحظه شد و ماهیان آن‌ها به تدریج تا روز ۱۰ مطالعه تلف گردیدند. اما در آکواریوم‌های تجهیز شده متغیرهای سه گانه ثابت باقی ماند. طی مدت مطالعه (۳۱ روزه) ۱۳ عدد از ۱۵ عدد ماهی زنده و سر حال که رشد مناسب داشته و نشان از شرایط خوب زیستی آنها بود باقی ماند. بعد از ۳۱ روز وزن ماهی‌های تیمار به 25.0 ± 1.8 گرم رسید. نتایج حاصله نشان داد که این دستگاه می‌تواند در مدیریت استخرهای پرورش ماهی کارایی بالایی داشته و به مدیران و دست‌اندرکاران صنعت آبی پروری در افزایش بهره‌وری کمک رساند.

واژگان کلیدی

مدیریت هوشمند، شرایط کیفی، کپور معمولی.

مقدمه

افزایش جمعیت سبب افزایش تقاضا برای مصرف آبزیان خوراکی در دنیا شده است (Aamit&Mires 1990). با توجه به محدودیت ذخایر آبزیان آب‌های طبیعی و ضرورت تامین تقاضای مصرف‌فزاینده فرآورده‌های آبزیان، از حدود ۳ دهه پیش توجه زیادی به صنعت آبی پروری مبدول گردیده است. این امر، باعث افزایش قابل توجه مقدار تولید آبزیان پرورشی خوراکی، از جمله ماهیان گرمابی گردیده است. جهت استفاده بهینه از امکانات موجود، سرمایه‌گذاری انجام شد و همچنین افزایش بازده، اقتصادی‌فعالیت‌های آبی پروری، به عنوان یکی از اصلی‌ترین ارکان این صنعت، مدیریت کیفیت آب استخرهای پرورشی (محیط زیست آبی)، از اهمیت بالایی برخوردار است (طوسی، ۱۳۸۵).

سیستم مرسوم پرورش آبزیان در کشور، در حال حاضر شامل روش‌های سنتی و نیمه‌متراکم است (طوسی ۱۳۸۵). که در آن، عملیات مدیریت شرایط آب مزارع پرورشی بر اساس سنجش و کنترل متغیرهای مهم زیستی، از قبیل دما، اکسیژن و pH آب به صورت حضوری و با استفاده از نیروی انسانی انجام میشود (طوسی، ۱۳۸۵). روش فوق، دارای محدودیت‌هایی از جمله عدم امکان استمرار پایش متغیرها و همچنین نیاز به حضور حتمی نیروی انسانی جهت انجام اقدامات پایشی و مدیریتی است.

با توجه به سهولت دسترسی به اطلاعات روز دنیا در رابطه با تجهیزات شیلاتی، به آسانی می‌توان دریافت که مطالعات گوناگونی در رابطه با بحث مدیریت، به روش‌های مختلف انجام شده است. اما درمورد مدیریت هوشمند شرایط کیفی آب استخرهای پرورش ماهیان گرمابی به صورت اتوماسیون تحقیقی انجام نشده است. گرچه در کشورهای پیشرو، سیستم‌های پیشرفته پرورش متراکم، اجرا شده است، ولی مدیریت پارامترهای مهم‌زیستی در آنها به صورت دستی و دستگاه‌های کنترل دیجیتال انجام می‌گیرد (طوسی، ۱۳۸۵).

در روش‌های موجود، به خصوص در مزارعی که از مناطق اقامتی فاصله زیادی دارند محدودیت‌های متعددی در راستای مدیریت کیفیت آب استخرهای پرورشی موجود است، که تحت تاثیر این وضعیت معمولاً افت سطح مدیریت آب مزارع، افزایش تلفات، کاهش میزان تولید و در نتیجه کاهش کارایی اقتصادی آن‌ها را سبب می‌شود. در حال حاضر کنترل متغیرهای یاد شده، توسط کارگران زنده و به صورت تجربی و حضوری انجام میشود و با اشتباهاتی همراه است، که ناشی از خطای انسانی بوده و میتواند خسارات زیادی را در مزارع پرورشی در پی داشته باشد.

لذا تصمیم گرفته شد، تا با استفاده از سیستم‌های پیشرفته الکتریکی، اتوماسیون صنعتی و ابزارهای اندازه‌گیری با دقت بالا و قابلیت تنظیم دامنه عملکرد آنها با ویژگی‌های مناسب زیستی آبی مورد پرورش، امکان انجام مدیریت متغیرهای محیط پرورشی، از راه دور مورد بررسی قرار گیرد.

با کسب نتایج مثبت، از مدیریت هوشمند محیط پرورشی، پرورش دهندگان ماهیان گرمابی و همچنین سایر انواع ماهیان و آبزیان، این امکان را خواهند یافت تا با اطمینان و کار آیی بیشتر با هزینه کمتری، نسبت به مدیریت شرایط زیست محیطی آب استخرهای پرورشی خود، اقدام نمایند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به مدت ۳۱ روز از تاریخ ۱۳۸۸/۲/۱ لغایت ۱۳۸۸/۲/۳۱ در محل یک سوله آماده شد و در کارگاهی در منطقه بوبین زهرا انجام شد.

تجهیزات و وسایل مورد استفاده

۱- دستگاه کنترل اتوماسیون صنعتی مجهز به PLC (Program Logic Control) شکل (۱) (امینی، ۱۳۸۳).
 ۲- مولد تامین انرژی (برق شهر) (سبز پوشان، ۱۳۷۹). ۳- سنسورهای حساس به دما، اکسیژن و pH ۴- کنشگرهای دما و اکسیژن و pH (ماهر، ۱۳۸۴). ۵- شش دستگاه اکواریوم به ابعاد ۱۰۰×۵۰×۳۰ سانتیمتر با گنجایش (۱۵۰ لیتر) ۶- دماسنج مدل TR-TMP1AU (امینی، ۱۳۸۲) ۷- اکسی متر مدل TR-DOT1AN ۸- pH متر مدل TR-PH1AU ۹- دستگاه کنترل و هشدار دهنده مدل CT-2002Ma ۱۰- اکواریوم‌ها با تجهیزات لازم از قبل پمپ هوا، فیلتر تصفیه، بخاری، سیستم غذا ده، پمپ ورودی و خروجی هوا، شیرهای برقی کنترل ورودی و خروجی آب، سیستم روشنایی لامپ مهتابی، ترازوی دیجیتال کوچک با حساسیت ۰/۰۱ گرم، خط کش بیومتری با دقت ۰/۵ سانتی متر، دستگاه تزریق محلول سولفات کلسیم (گچ)، دستگاه تزریق کربنات کلسیم.



م همراه دستگاه تست و نمایش

نمایشگر تغییرات پارامترها



دستگاه ارسال پیام از طریق موبایل

دستگاههای اندازه گیری دما و اکسیژن



اتوماسیون صنعتی

شکل ۱- تصویر بخش‌های مختلف دستگاه مدیریت هوشمند (PLC) ساخته شده و نصب شده روی آکواریوم‌های تیمار

ابتدا ۶ دستگاه آکواریوم، به ابعاد $30 \times 50 \times 100$ سانتی متر، هرکدام به ظرفیت ۱۵۰ لیتر، ساخته شد. از آب لوله کشی شهر جهت تامین آب آکواریوم ها پس از تیمارهای لازم استفاده گردید. آنها به پمپ هوا، بخاری سیستم غذا ده، فیلتر تصفیه، شیرهای برقی ورودی و خروجی آب، تجهیز گردیدند. سپس سه دستگاه از آنها به عنوان تیمار به تجهیزات لازم (شامل PLC) پمپ تزریق آهک، پمپ تزریق سولفات کلسیم، حسگرهای اکسیژن و دماو pH مجهز گردیدند. حسگرهای مذکور با کابل های دارای قابلیت انتقال پالس دقیق و بدون خطا، به دستگاه کنترل اصلی متصل گردید. (کلهر، ۱۳۸۱).

دستگاه کنترل اصلی مجهز به دستگاه (PLC) و کنشگرهای حساس است. کنشگرها تفسیر کننده اطلاعات انتقال داده شده از داخل آکواریوم ها، به دستگاه می باشد (شفیعی، ۱۳۸۱).

با نصب دوربین WEBCAM بر روی تابلوی برق امکان مشاهده از راه دور را توسط رایانه فراهم گردید. بر اساس ویژگی های زیستی مناسب ماهی کپور معمولی تنظیم های لازم انجام گردید. (فدایی منش، ۱۳۸۱).
به هر آکواریوم شاهد و تیمار ۵ عدد بچه ماهی کپور معمولی در دامنه وزنی ۵-۱۰ گرم (جمعاً ۳۰ عدد بچه ماهی) رها سازی گردید. نمونه ها از یک مزرعه تکثیر بچه ماهی کپور در اطراف تهران تهیه گردید.

دما

دامنه دمایی مناسب برای پرورش و رشد ماهیان گرمایی ۲۰-۳۰ درجه سانتیگراد می باشد (فریدپاک، ۱۳۸۵).
لذا دستگاه جهت کنترل و تنظیم دمای آب در ۲۵ درجه سانتیگراد تنظیم شد. در صورت افزایش دمای آب به بیش از ۲۵ درجه سانتی گراد، عملیات زیر به صورت خودکار توسط دستگاه انجام میشود:

۱- پمپ های آب ورودی و خروجی فعال شده و آب سالم و خنک به آکواریوم وارد شده تا دما به میزان مناسب (۲۵ درجه سانتی گراد) برسد. ۲- پمپ هواده روشن می شود. ۳- پمپ تصفیه فعال می شود. ۴- بخاری به سرعت خاموش می گردد (در صورت روشن بودن) ۵- غذادهی کاملاً متوقف می شود. ۶- پیامکی با مضمون (آب استخر از حالت طبیعی گرم تر است) به اپراتور ارسال می شود. ۷- زنگ هشدار به صدا در آمده و چراغ قرمز روشن و فعال می شود. زنگ هشدار و روشن شدن چراغ به هنگام حضور در محل کار، کاربرد دارد.

در صورت افت دمای آب به کمتر از ۲۵ درجه سانتیگراد عملیات زیر به صورت خودکار انجام می شود.
۱- بخاری روشن می شود. ۲- ورود آب تازه و خروج آب متوقف می شود، تا سرعت افزایش دما به ۲۵ درجه سانتی گراد تسریع گردد. ۳- پمپ هواده خاموش می شود. ۴- غذا دهی متوقف می شود. ۵- پیامک با مضمون (آب استخر از حالت مناسب سردتر است)، به اپراتور ارسال می شود. ۶- زنگ هشدار به صدا در آمده و چراغ قرمز روشن و فعال می شود.

اکسیژن

دامنه مناسب اکسیژن استخر پرورش ماهی کپور معمولی ۱۳-۵ میلی گرم در لیتر میباشد (عمادی، ۱۳۸۷). لذا دستگاه روی میزان ۸ میلی گرم در لیتر اکسیژن تنظیم گردید.

کنترل و تنظیم میزان اکسیژن

اگر میزان اکسیژن محلول آب آکواریوم، برابر یا بیشتر از ۸ میلیگرم در لیتر برسد.

- ۱- پمپ ورودی و خروجی آب، خاموش می‌گردد. ۲- پمپ هوا ده خاموش می‌گردد. ۳- آب کاملاً ساکن است، پمپ تصفیه خاموش می‌گردد. ۴- ارسال پیام به اپراتور با مضمون، (میزان اکسیژن آب آکواریوم زیاد می‌باشد. انجام می‌شود. ۵- زنگ به صدا درآمده و چراغ قرمز روشن و فعال می‌شود.
- اگر میزان اکسیژن محلول به کمتر از ۸ میلی گرم در لیتر برسد با استفاده از دستگاه مدیریت هوشمند، دستورات لازم داده شده و مراحل زیر به ترتیب انجام می‌پذیرد.
- ۱- پمپ ورودی آب فعال شده و آب تمیز و پر اکسیژن شروع به ورود می‌کند و همزمان پمپ خروجی آب روشن و دریچه خروجی آب باز می‌شود. ۲- پمپ هوا ده نیز فعال می‌شود. ۳- ارسال پیام به اپراتور، با مضمون، آکواریوم نیاز به اکسیژن دارد. ۴- زنگ هشدار به صدا درآمده و چراغ قرمز روشن و فعال می‌شود. ۵- دستگاه غذاده خاموش می‌گردد.
- ۶- بخاری خاموش می‌گردد.

pH

- دامنه pH مناسب ماهیان گرمابی بین ۸-۶ میلی گرم در لیتر است (فرید پاک ۱۳۸۵). از آنجا که میزان pH آب مصرفی مورد استفاده در آکواریوم ها، حدود ۷/۳ بود لذا میزان pH در دامنه ۷/۲ تا ۷/۴ جهت دستگاه کنترل هوشمند، تعریف گردید.
- دستگاه مجهز به PLC به شرح زیر عمل می‌نماید: حالت (۱) در صورتی که pH آب آکواریوم از ۷/۴ بالاتر رود مراحل زیر به صورت خودکار انجام میشود.
- ۱- پمپ تزریق آهک (کربنات کلسیم $CaCO_3$) روشن می‌شود. ۲- پمپ آب ورودی و خروجی روشن، تا با ورود آب سالم و تمیز و پر اکسیژن به اصلاح pH کمک می‌کند. ۳- پیامکی با مضمون، میزان pH بالاتر از حد مجاز است، به اپراتور ارسال می‌گردد. ۴- زنگ هشدار و چراغ قرمز روشن و فعال می‌شود.
 - در صورتی که میزان pH به کمتر از ۷/۲ برسد. در این حالت نیز، مراحل زیر توسط دستگاه کنترل هوشمند، به صورت خودکار انجام می‌شود:
 - ۱- پمپ تزریق گچ (سولفات کلسیم) فعال می‌شود.
 - ۲- پمپ آب ورودی و خروجی روشن می‌شود تا به بهبود و اصلاح شرایط pH کمک کند (با تعویض آب).
 - ۳- ارسال پیامک با مضمون (pH از حد طبیعی پایین تر است) برای اپراتور ارسال می‌گردد.
 - ۴- زنگ به صدا درآمده و چراغ قرمز روشن و فعال می‌شود.
- اما کنترل و تنظیم شرایط زیستی در ۳ آکواریوم بر اساس مشاهده و سنجش پارامترهای فوق به صورت حضوری و روزانه در سه نوبت انجام گردید.

غذا دهی

یکی از عوامل مهم در رشد و نمو کپور ماهیان، رژیم غذایی و غذادهی مناسب است و در این پژوهش، غذا دهی در دو نوبت صبح و عصر انجام گردید. نوبت صبح ۱ ساعت بعد از طلوع آفتاب و پس از روشن شدن هوا و نوبت عصر ۳ ساعت مانده به غروب آفتاب و قبل از تاریکی هوا و با استفاده از مدیریت راه دور، در آکواریوم های تیمار به شرح زیر انجام شد.

- ۱- جریان آب ورودی و خروجی، قطع می‌شود و پمپ آب خاموش می‌شود (به جهت آرامش و جلوگیری از اتلاف

(غذا)

۲-پمپ هوا خاموش می گردد.

۳-فیلتر تصفیه خاموش می گردد.(به جهت خارج نشدن سریع غذا از چرخه مصرف).

۴-ارسال پیامک واطلاع به اپراتور، از انجام موفق غذادهی.

کار غذا دهی، در مورد آکواریوم های شاهد، به صورت دستی وبه ترتیب فوق طی ۲ نوبت درروز انجام شد.

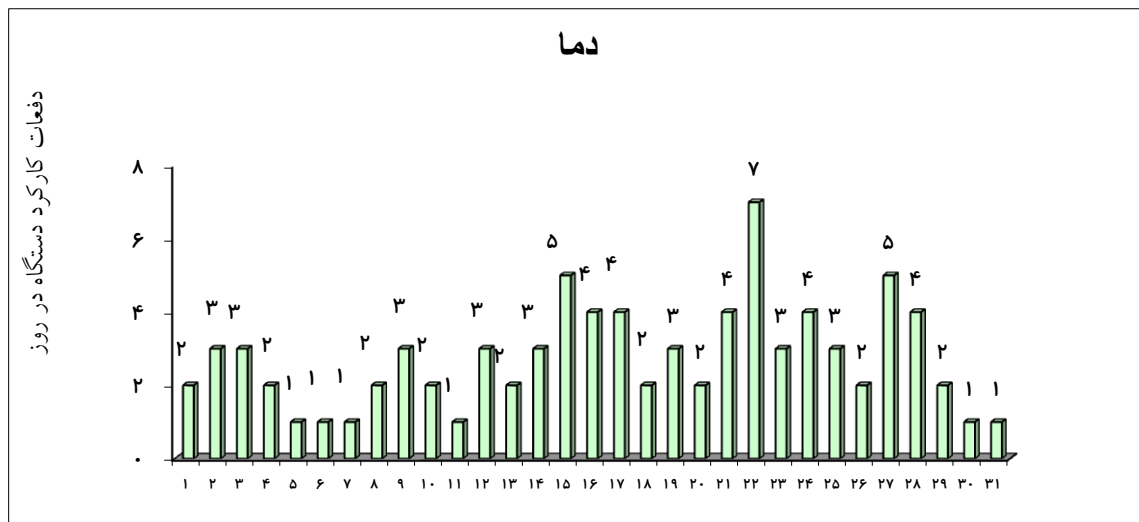
نتایج

نتایج بررسی به شرح زیر به دست آمد.

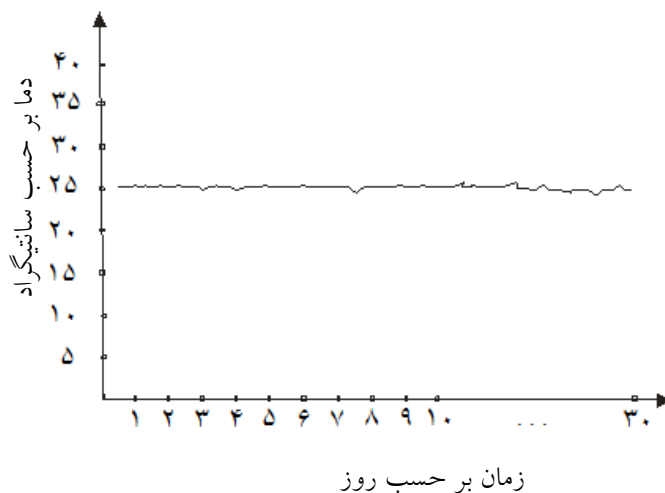
۱- دما

بر اساس نتایج ثبت شده، دمای هر سه آکواریوم تجهیز شده در طی مدت ۳۱ روز بررسی، به صورت پایدار توسط دستگاه مدیریت هوشمند ، در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، کنترل و تنظیم گردید. در طی این مدت، زنگ هشدار مربوط به تغییرات دمایی، ۵۵ نوبت، مبنی بر افزایش دما و ۳۰ نوبت مبنی بر کاهش دما، از میزان ۲۵ درجه سانتی گراد به صدا درآمد، که تعداد ۷۰ مورد غیرحضور و ۱۵ مورد حضوری بود. بیشترین تعداد کارکرد، ۷ مرتبه در روز ۲۲ دوره مطالعه بود. کمترین کارکرد، یک مرتبه و مربوط به روزهای ۵-۶-۷-۱۱-۳۰ و ۳۱ دوره بود. در مجموع دستگاه در کل دوره پژوهش در ارتباط با تنظیم دمای مناسب ، ۸۵ مرتبه هشدار داده و جهت اصلاح این متغیر، فعال شد

(شکل ۲ و ۳).

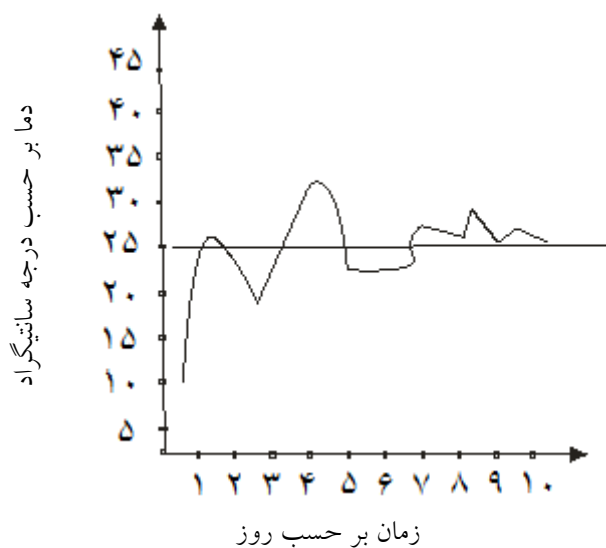


شکل ۲ - نمودار دفعات فعال شدن دستگاه، جهت تنظیم دما در اثر نوسانات دمایی آب آکواریوم ها در دوره مطالعه



شکل ۳- نمودار میانگین تغییرات دما، در اکواریوم‌های تیمار طی دوره مطالعه

اما در اکواریوم‌های شاهد، با توجه به تناوب زمانی ۸ ساعته جهت بازدید و کنترل، در دوره مطالعه نوسان دمایی اتفاق افتاد که از عوامل مهم ایجاد استرس و کرختی ماهیان اکواریوم‌ها، بود. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، این نوسان در دامنه ۱۰-۳۳ درجه سانتی‌گراد قرار داشت. لازم به نمونه‌های رها سازی شده در اکواریوم‌های شاهد به تدریج ظرف ده روز اول بررسی تلف شدند. شکل (۴) نتایج مربوط به ده روز اول می‌باشد.

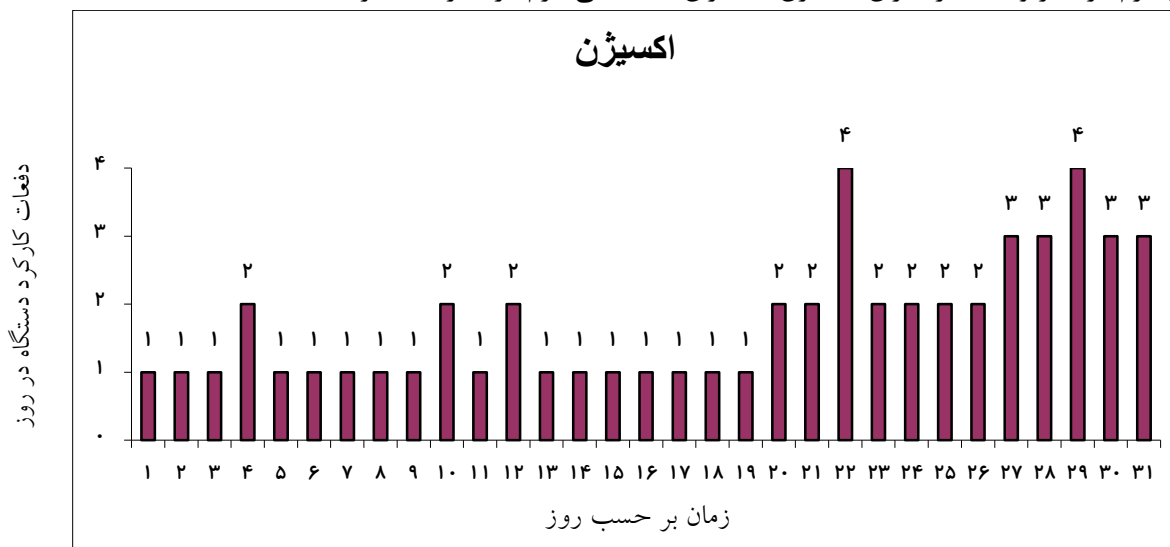


شکل ۴- نمودار میانگین تغییرات دما در اکواریوم‌های شاهد طی ۱۰ روز اول بررسی (۱۰-۳۳)

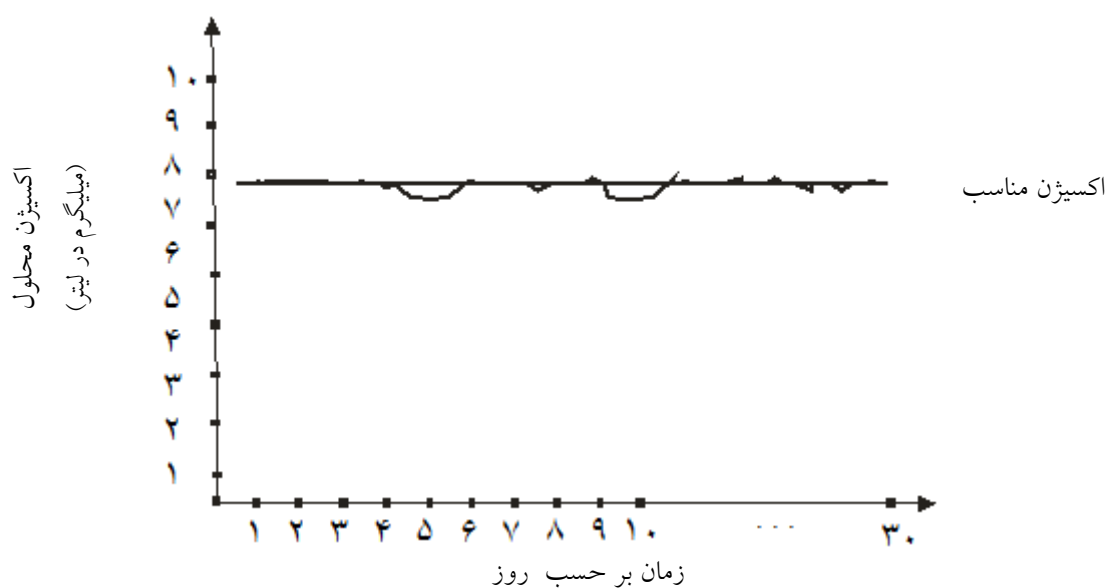
۲- اکسیژن

با توجه به استفاده از دستگاه هوشمند جهت تنظیم میزان اکسیژن محلول بر روی ۸ میلی گرم در لیتر، اکسیژن هر سه آکواریوم تجهیز شده در طی مدت ۳ روز بررسی در محدوده مورد نظر تنظیم گردیده طی این مدت، دستگاه ۵۴ مرتبه فعال گردید، تا نوسان میزان اکسیژن محلول در آکواریوم‌ها را بر طرف سازد، در هر ۵۴ مرتبه فعالیت دستگاه، به دلیل کاهش میزان اکسیژن محلول بود (شکل ۵ و ۶).

بیشترین دفعات فعال شدن به تعداد ۴ نوبت در روزهای ۲۲ و ۲۹ مطالعه بود. پس از آن دفعات فعال شدن به ترتیب ۳ نوبت در ۴ روز، ۲ نوبت در ۹ روز و ۱ نوبت در بقیه روزها (۱۶ روز) ثبت گردید. به نظر می‌رسد که با رشد ماهیان و افزایش نیاز اکسیژنی آنها به طور کلی در روزهای منتهی به آخر دوره نسبت به روزهای اولیه به دفعات تنظیم میزان اکسیژن بیشتری نیاز بوده است. طی این مدت حد اقل میزان اکسیژن برابر ۴ میلی گرم در لیتر و حداکثر میزان اکسیژن به میزان ۱۰ میلی گرم در لیتر ثبت گردید.

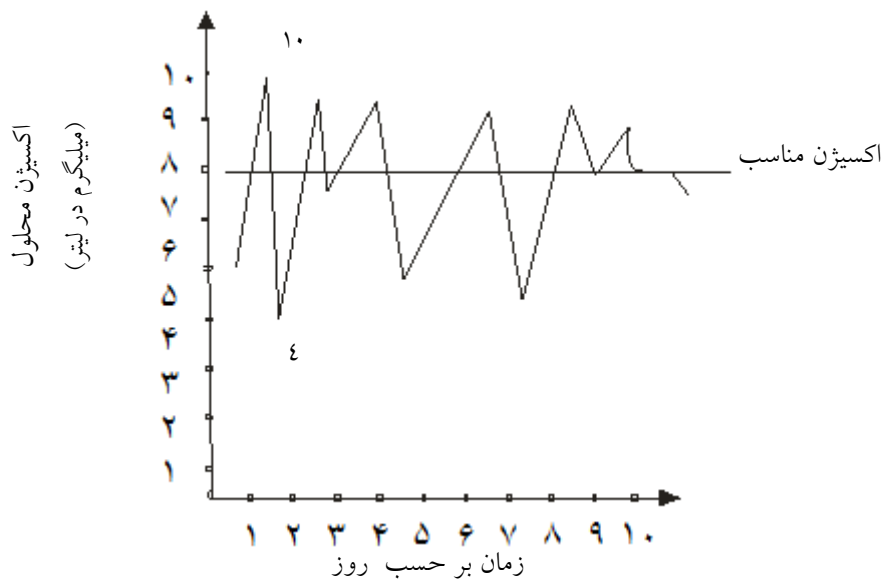


شکل ۵- نمودار دفعات فعال شدن دستگاه، جهت تنظیم میزان اکسیژن محلول در آکواریوم‌های تیمار



شکل ۶- نمودار نوسان O_2 محلول در آب آکواریوم‌های تیمار در طی ۳۱ روز مطالعه

در اکواریوم‌های شاهد، نوسان زیاد اکسیژن دیده شد که پس از هوادهی مقدار آن در ۸ میلی گرم تنظیم گردید و دلیل آن، تأمین اکسیژن اکواریوم از طریق پمپ هواده و با کنترل ۳ مرتبه در روز (هر ۸ ساعت به صورت حضوری بود). تغییرات اکسیژن در اکواریوم‌های شاهد در دامنه (۴-۱۰) میلی گرم در لیتر بود. (شکل ۷)

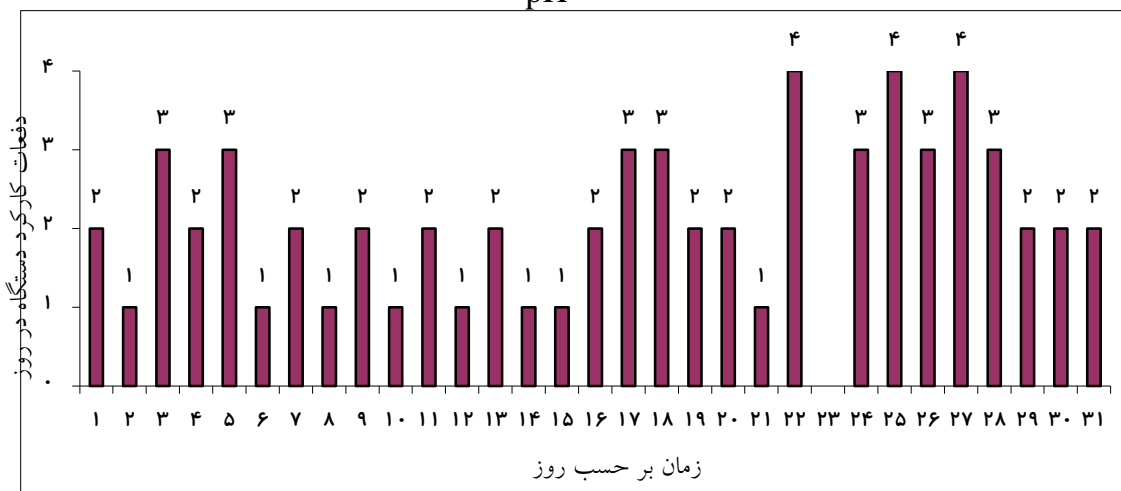


شکل ۷- نمودار میانگین تغییرات میزان اکسیژن محلول در آب، اکواریوم‌های شاهد طی ۱۰ روز اول بررسی

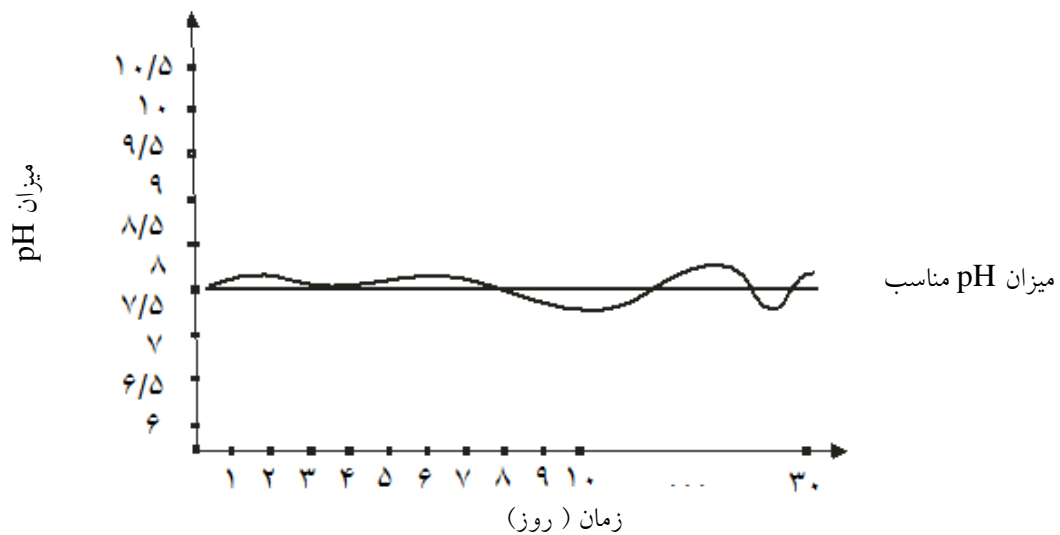
۳-pH

بررسی نتایج مربوط به اکواریوم‌های تیمار، نشان داد که دستگاه طی مدت مطالعه جهت تنظیم میزان pH ۷.۶ نوبت فعال گردید. ۴۰ مرتبه از فعال شدن برای کاهش میزان pH و ۳۶ مرتبه آن برای افزایش میزان pH به ۷.۳ بود. بیشترین دفعات فعال شدن دستگاه هوشمند جهت تنظیم pH ۴ نوبت در روز طی روزهای ۲۲ و ۲۵ و ۲۷ بود. تعداد فعال شدن دستگاه در روز به ترتیب ۳ نوبت در ۷ روز، ۲ نوبت در ۱۲ روز و ۱ نوبت در ۸ روز ثبت گردید. تنها در روز ۲۳ مطالعه دستگاه فعالیت تنظیم را نشان نداد. (شکل ۸ و ۹).

pH

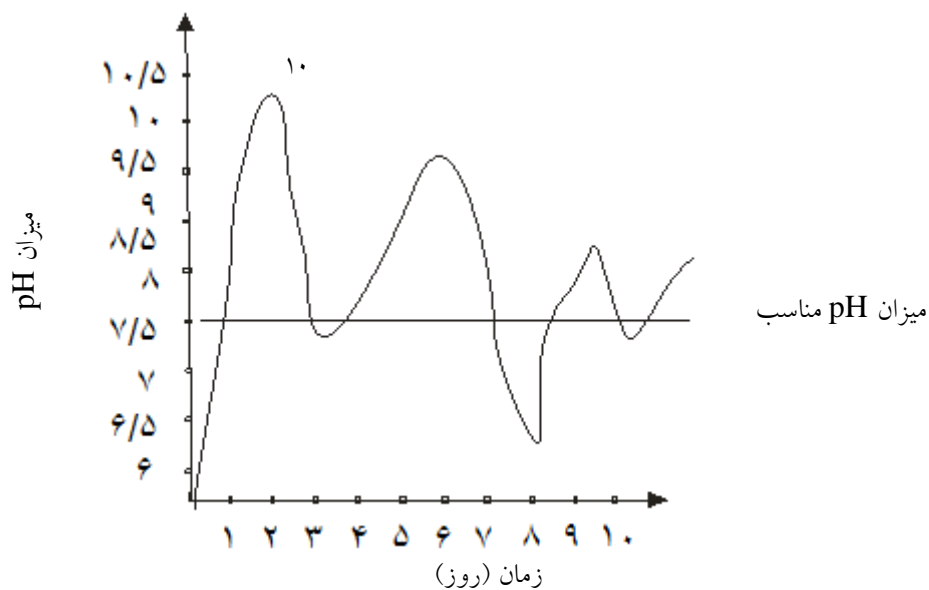


شکل ۸- دفعات فعال شدن دستگاه جهت، تنظیم میزان اکسیژن آب اکواریوم‌های تیمار طی دوره مطالعه



شکل ۹- نمودار میانگین تغییرات pH در اکواریوم‌های تیمار طی دوره مطالعه

دامنه نوسان روزانه pH در اکواریوم شاهد ۵/۵الی ۱۰ ثابت گردید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- نمودار میانگین تغییرات pH در اکواریوم‌های شاهد طی ۱۰ روز اول مطالعه

جدول ۷- آمار تلفات ماهی‌های آکواریوم‌های تیمار طی دوره مطالعه (۳۱ روز)

روز	تاریخ	۱	۲	۳	جمع کل تلفات
۱	۱۳۸۸/۲/۱	۰	۰	۰	۰
الی	الی				
۱۴	۱۳۸۸/۲/۱۴	۰	۰	۰	۰
۱۵	۱۳۸۸/۲/۱۵	۱	۱	۰	۲
۱۶	۱۳۸۸/۲/۱۶	۰	۰	۰	۰
الی	الی				
۳۰	۱۳۸۸/۲/۳۰	۰	۰	۰	۰
جمع تلفات ماهی‌ها در دوره مطالعه*		۱	۱	۰	۲

*تلفات فقط در ده روز اول مطالعه مشاهده شد.

جدول ۸ - جدول آمار تلفات ماهی‌های آکواریوم‌های شاهد، طی دوره ۱۰ روز اول مطالعه

ردیف	تاریخ	تلفات آکواریوم ۱	تلفات آکواریوم ۲	تلفات آکواریوم ۳	جمع کل تلفات در روز
۱	۱۳۸۸/۲/۱	۱	۱	۱	۳
۲	۱۳۸۸/۲/۲	-	-	۱	۱
۳	۱۳۸۸/۲/۳	-	۲	-	۲
۴	۱۳۸۸/۲/۴	۱	-	-	۱
۵	۱۳۸۸/۲/۵	-	-	۱	۱
۶	۱۳۸۸/۲/۶	۱	-	-	۱
۷	۱۳۸۸/۲/۷	-	۱	-	۱
۸	۱۳۸۸/۲/۸	-	-	۱	۱
۹	۱۳۸۸/۲/۱۰	۲	۱	۱	۴
جمع تلفات ماهی‌ها تا روز دهم آزمایش		۵	۵	۵	۱۵

نتایج حاصل از ماندگاری و تلفات بچه ماهیان در آکواریوم‌های تیمار و شاهد به ترتیب در جدول ۷ و ۸ ارایه گردیده است. بر این اساس در آکواریوم‌های تیمار طی مطالعه ۲ عدد ماهی در روز ۱۳۸۸/۲/۱۵ (روز پانزدهم) در آکواریوم‌های ۱ و ۲ (هرکدام یک عدد) تلف شد. بقیه بچه ماهیان تا پایان دوره روز تلفاتی نداشتند. (جدول ۷) لذا با توجه به تعداد بچه ماهیان رها سازی شده. ماندگاری آنها ۸۶/۶ درصد تعیین می گردد. در آکواریوم تیمار ۲ قطعه ماهی در روزی تلف گردید که قطعی برق شبکه به مدت ۳ ساعت باعث از کار افتادن دستگاه کنترل هوشمند شد. اما نتایج شاهد که در جدول (۸) ارایه شده است نشان می دهد که تمام ماهیان در طی یک دوره ۱۰ روز به تدریج تلف گردیدند. علت تلف شدن همه بچه ماهیان را می توان به علت نوسان شدید متغیرهای زیستی از جمله دما و اکسیژن و pH عنوان نمود که با توجه به فضای نگهداری ونحوه مدیریت (حضور) رخ داد.

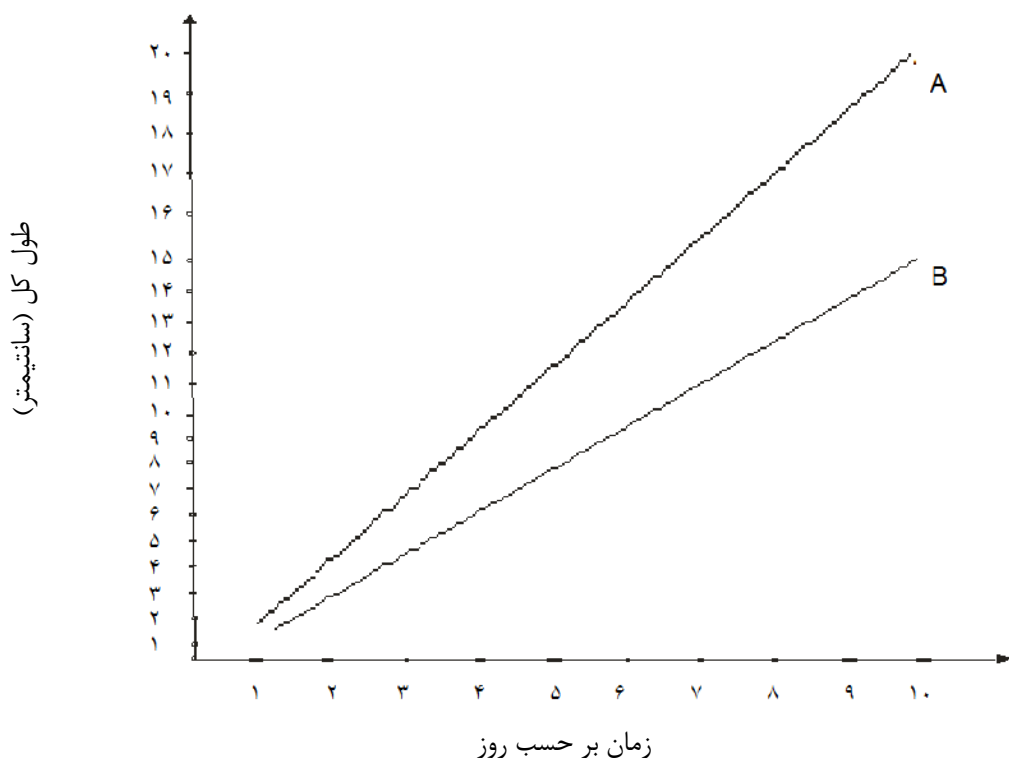
با توجه به نتایج حاصله در ده روز اول آزمایش که هر دو مجموعه آکواریوم‌های شاهد و تیمار، ماهی دار بودند، آکواریوم‌های مجهز به سیستم مدیریت هوشمند از حداقل نوسان اکسیژن و دما و pH برخوردار بود.

مقایسه نتایج کلی رشد، طول و وزن ماهیان آکواریوم‌های شاهد و تیمار

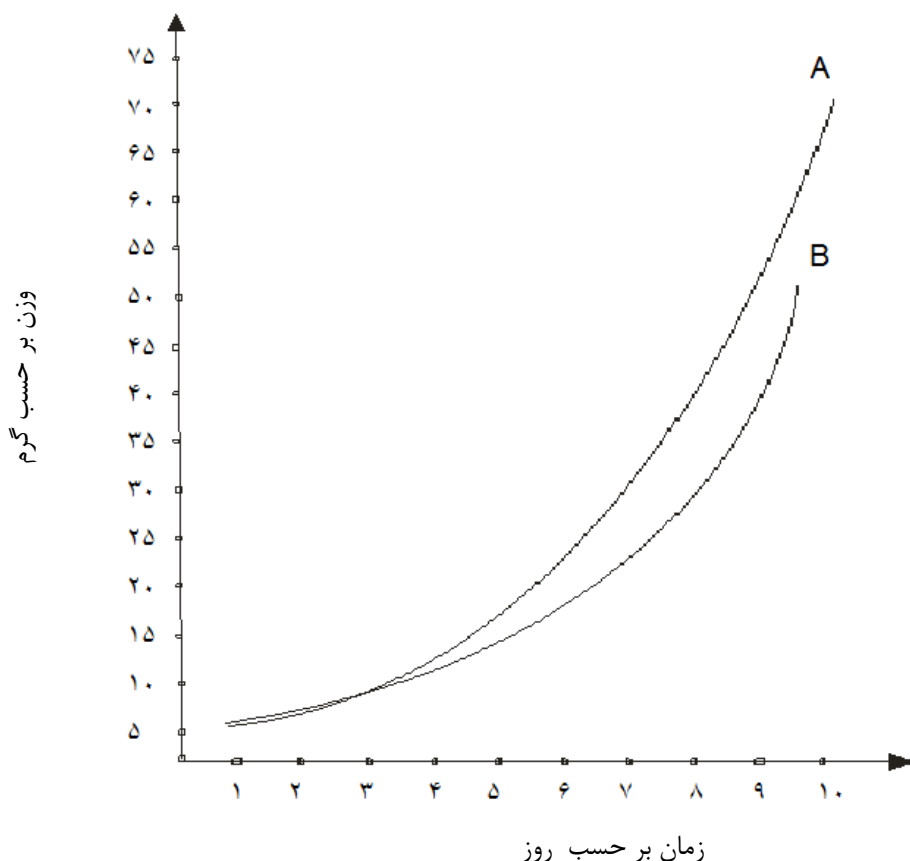
آکواریوم شاهد: در ابتدا ۱۵ قطعه ماهی، با میانگین وزنی حدود 1 ± 7 گرم و طول متوسط $1/5 \pm 0/25$ سانتیمتر رها شد که بعد از ۱۰ روز همه تلف شده‌اند. آخرین قطعه ماهی مورد آزمایش دارای وزن ۵۰ گرم و طول ۱۵ سانتی متر بوده است. (شکل ۱۱ و ۱۲).

آکواریوم تیمار: در ابتدا ۱۵ قطعه ماهی با میانگین وزنی حدود 1 ± 7 گرم و طول متوسط $1/5 \pm 0/25$ سانتیمتر، که بعد از ۱۰ روز به میانگین وزنی 3 ± 75 گرم و طول متوسط $1/5 \pm 20$ سانتی متر رسیدند (شکل ۱۱ و ۱۲).

میانگین وزن نمونه‌های مزبور به تعداد ۱۳ قطعه در خاتمه بررسی (۳۱ روز) به $6/5 \pm 250$ گرم و میانگین طول کل آن به $2/5 \pm 3$ سانتی متر رسید.



شکل ۱۱- نمودار میانگین رشد طولی بچه ماهیان کپور معمولی در آکواریوم‌های تیمار A و شاهد B در دوره ۱۰ روزه اول مطالعه



شکل ۱۲ - نمودار میانگین رشد وزنی بچه ماهیان کپور معمولی در آکواریوم های تیمار A و شاهد B طی ۱۰ روز اول مطالعه

بحث و نتیجه گیری

در آکواریوم های شاهد، دما، اکسیژن و pH نوسان زیادی را نشان داد به طوری که در طی مدت ۱۰ روز میزان نوسان دما در دامنه ۳۳-۱۰ درجه سانتی گراد و نوسان اکسیژن ۱۰-۴ میلی گرم در لیتر و میزان نوسان pH در دامنه ۱۰-۵/۵ ثبت گردید. (شکل ۱۰، ۷، ۴).

در آکواریوم های فوق، تعداد ۱۵ قطعه بچه ماهی به دامنه وزنی ۱۰-۵ گرم و با میانگین 7 ± 1 گرم و طول میانگین تقریبی $1/5 \pm 0/25$ سانتی متر، معرفی شد، که نگهداری از آنها در مدت زمان ۳۱ روز انجام پروژه، توسط کنترل حضوری پیش بینی شده بود. ولی طی ۱۰ روز علی رغم تلاش به عمل آمده تمام بچه ماهیان تلف گردید. آخرین قطعه ماهی باقی مانده در روز دهم تلف گردید. این نمونه دارای وزنی برابر ۵۰ گرم و طول کل برابر ۱۵ سانتی متر بود شکل (۱۱) وضعیت رشد وزنی نمونه های شاهد را در طی ۱۰ روز نشان می دهد.

در آکواریوم تیمار، با توجه به کنترل متغیرهای زیستی دما، اکسیژن و pH توسط دستگاه مدیریت کنترل هوشمند، حداقل نوسان این پارامترها ملاحظه شد، به طوری که، دما در ۲۵ درجه سانتیگراد و اکسیژن در ۸ میلی گرم در لیتر و pH در ۷/۳ که در دامنه مناسب رشد ماهی کپور معمولی می باشد، تنظیم شده و تغییرات در کل دوره ۳۱ روزه آزمایش، غیر محسوس و قابل اغماض بود. روند کنترل آن در شکل های (۳-۶-۹) قابل مشاهده است. لازم به ذکر است، که دستگاه کنترل برای اعمال مدیریت فوق برای ۳ پارامتر زیستی، ۲۱۸ مرتبه در طول دوره فعال

شده و اقدام به اصلاح شرایط و حفظ تعادل دامنه مناسب تنظیم شده نمود، که تعداد فعال شدن دستگاه در رابطه با هر یک از پارامترهای دما، اکسیژن و pH به تفکیک در شکل (۵، ۸) مشاهده می‌گردد. آکواریوم تیمار که مشابه آکواریوم های شاهد، ماهی دار شده بود، بعد از مدت ۳۱ روز آزمایش ۲ قطعه تلفات داشته ، که در جدول ۷ به جزئیات آن اشاره شده است.

۱۳ قطعه ماهی در حال رشد در آکواریوم های تیمار، بعد از ۱۰ روز به وزن تقریبی میانگین 3 ± 70 گرم و طول تقریبی $1/5 \pm 20$ سانتی متر رسیدند. این نمونه ها در انتهای دوره ۱ ماهه بررسی، به وزن $6/5 \pm 250$ گرم و طول تقریباً $2/5 \pm 30$ سانتی متر رسیدند.

با مقایسه تلفات، روند رشد و بررسی داده های آکواریوم های شاهد و تیمار می توان نتیجه گرفت که: آکواریوم شاهد در طی زمان ۱۰ روز که ماهی زنده در آن وجود داشت، از رشد مناسبی نسبت به آکواریوم تیمار بر خوردار نبود، شکل (۱۱ و ۱۲). مقایسه نتایج نشان داد اختلاف ۲۰ گرمی در میانگین وزن و ۵ سانتی متری در میانگین طول نشان دهنده رشد بهتر نمونه ها آکواریوم های تیمار نسبت به بچه ماهیان شاهد است. این امر تاثیر مثبت دستگاه هوشمند را تایید می نماید. لذا به طور کلی:

۱- رشد مناسب ماهی که مستلزم تغذیه خوب و نیز شرایط محیطی مناسب است با استفاده از دستگاه هوشمند امکان پذیر است.

۲- مدیریت مناسب شرایط زیستی بهتر تنظیم گردید، و باعث کاهش استرس و نیز کاهش میزان تلفات می گردد. ۳- دستگاه مدیریت کنترل هوشمند ساخته شده (صرف نظر از جنبه ی اقتصادی که نیاز به بررسی جداگانه دارد) قابلیت های اجرایی و عملی دارد. لازم به یادآوری است که به دلیل عدم دسترسی به مطالعات دیگر (جدید بدون نوع مطالعه) امکان مقایسه نتایج بدست آمده در این پژوهش با نتایج پژوهشی دیگری مقدور نبود.

لازم است اذعان نمود که در یک مزرعه پرورش به دلیل بزرگ بودن فضای پرورشی و تراکم نسبی کمتر ماهیان شرایط زیست محیطی نمی تواند در یک دوره کوتاه به شدتی که در آکواریوم های شاهد ملاحظه شد اتفاق بیفتد و در نتیجه در شرایط مدیریت حضوری هیچ گاه کل ماهیان تلف نمی شوند. ولی در راستای مقایسه میزان تاثیر دستگاه هوشمند در کنترل عوامل زیست محیطی نتایج حاصله قابل استناد و قابل اتکا محسوب می شود.

منابع

امینی، م. ۱۳۸۲. مشخصات فنی عمومی دارایی تاسیسات برقکاری های ساختمانی. انتشارات سازمان برنامه و بودجه، تهران، ایران.

سبزپوشان، س. م. ۱۳۷۹. کنترل کننده های منطقی قابل برنامه ریزی PLC. انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

شفیعی، ت. ۱۳۷۹. تحلیل و طراحی مدارهای الکتریکی. انتشارات شیخ بهایی، اصفهان، ایران
طوسی، ع. ۱۳۸۵. ساخت و بهره برداری از سیستم اکومنش مدار بسته جهت نیمه متراکم و متراکم ماهی قزل آلا پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.

فدایی منش، ا. ۱۳۸۱. اصول و کاربردهای فیلدباس. انتشارات ناقوس، تهران، ایران.

کلهر، ح. ۱۳۸۱. مهندس تاسیسات الکتریکی. شرکت سهامی انتشار. تهران، ایران.

ماهر، م. ر. ۱۳۸۴. راهنمای جامع STEP7 انتشارات قدیس، تهران، ایران.

محمد امینی، ف. ۱۳۸۳. برقکار صنعتی درجه ۲. انتشارات صنعتگر. تهران، ایران.

Miresm. D. & Amit. y. 1990. Water quality in a recycle intensive fish culture system under field conditions. Bmidgel. 42:110-12