

Determining of Some Water Quality Parameters in Fish Pond Using Image Processing

SAJAD HEIDARI¹, ESMAEIL MIRZAEI- GHALEH^{*2}, HEKMAT RABBANI³, FARSHAD VESALI⁴

1. M. Sc, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Agricultural Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Assistant Professor, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Agricultural Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran

3. Associated Professor, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Agricultural Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran

4. Ph. D, Mechanical Engineering of Biosystems Department, Agricultural Faculty, Razi University, Kermanshah, Iran

(Received: Apr. 27, 2019- Revised: June. 15, 2019- Accepted: June. 23, 2019)

ABSTRACT

In this research some water quality parameters in fish pond includes pH, Electrical Conductivity (EC), Total Dissolved Solids (TDS) and Turbidity (Turb) were determined by standard methods and predicted by image processing using smart phone and artificial neural network. All experiments carried out in Kappur ponds in Sonqor city, Kermanshah province. Samples collected from three different depths. The 12 parameters consisted of 6 color features (red, green, blue, black, gray and white), and 6 tissue features (mean, standard deviation, softness, third torque, uniformity and entropy) were extracted from image samples and were selected as inputs to the neural network model. Based on the results, network with structure of 12-15-4 (12 neurons in the input layer, 15 neurons in the hidden layer and 4 neurons in the output layer) was the best model for predicting the parameters with R^2 of 0.913, 0.993, 0.994 and 0.958 for pH, TDS, EC and Turb, respectively. These values for RMSE were 0.054, 1.835, 3.766 and 0.262, respectively.

Keywords: Water, Fish pond, Quality, Smart phone mobile, Artificial neural network.

تعیین برخی از پارامترهای کیفی آب استخر پرورش ماهی با استفاده از پردازش تصویر

سجاد حیدری^۱، اسماعیل میرزایی قلعه^{۲*}، حکمت ربانی^۲، فرشاد وصالی^۴

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲. استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۳. دانشیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۴. دانش آموخته دکتری، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۷ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۳/۲۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۴/۲)

چکیده

در این تحقیق، برخی از پارامترهای کیفی آب استخر پرورش ماهی شامل pH، هدایت الکتریکی (EC)، کل مواد محلول (TDS) و کدورت (Turb) به کمک روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شده و با استفاده از پردازش تصاویر گرفته شده توسط گوشی تلفن همراه هوشمند و شبکه‌های عصبی مصنوعی پیش‌بینی شدند. همه آزمایش‌ها در استخر پرورش ماهی کپور در شهرستان سنقر واقع در استان کرمانشاه انجام شد. نمونه‌ها از سه عمق مختلف جمع‌آوری شدند. دوازده مولفه شامل ۶ مولفه رنگی (قرمز، سبز، آبی، سیاه، خاکستری و سفید) و ۶ مولفه بافت (میانگین، انحراف معیار، نرمی، گشتاور سوم، یکنواختی و آنتروپی) از نمونه تصاویر گرفته شده استخراج و به عنوان ورودی مدل شبکه عصبی انتخاب شدند. بر اساس نتایج، شبکه با ساختار ۴-۱۵-۱۲ (۱۲ نرون در لایه ورودی، ۱۵ نرون در لایه مخفی و ۴ نرون در لایه خروجی) به عنوان بهترین مدل برای پیش‌بینی پارامترهای pH، TDS، EC و Turb به ترتیب با ضرایب تبیین ۰/۹۱۳، ۰/۹۹۴، ۰/۹۹۴ و ۰/۹۵۸ و مقادیر RMSE به ترتیب برابر ۰/۰۵۴، ۱/۸۳۵، ۳/۷۶۶ و ۰/۲۶۲ انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: آب، استخر پرورش ماهی، کیفیت سنجی، تلفن همراه هوشمند، شبکه عصبی مصنوعی

مقدمه

ماهی یکی از مهم‌ترین منابع تأمین پروتئین‌های حیوانی، ریز مغذی‌ها و مواد معدنی مورد نیاز انسان در تمام جهان است. گوشت ماهی در مقایسه با گوشت قرمز ارزش غذایی بیشتری داشته و از نظر کیفی سالم‌تر است. مصرف ماهی به خصوص انواع چرب آن برای بیماری‌های قلبی و عروقی مفید است (Roosen *et al.*, 2009). ماهی حاوی اسیدهای آمینه ضروری مانند لیزین و متیونین می‌باشد که در صنایع غذایی به دلیل داشتن خواص کاربردی مانند حلالیت در آب، گرانبوی و تشکیل ژل از اهمیت بسیاری برخوردار است (Chen and Mujumdar, 2008). با افزایش جمعیت و نیاز به تأمین غذا، توجه کشورهای مختلف به صنعت آبی‌پروری برای تأمین غذای جمعیت انسانی رشد قابل توجهی داشته است (Velayat Zadeh and Hamidinejad, 2012). در سال‌های اخیر توسعه چشمگیر صنعت آبی‌پروری در ایران، منابع آب‌های شیرین کشور را تهدید کرده است (Farzanfar, 2005). کیفیت خوب آب در استخرهای پرورش ماهی، کیفیت و کمیت تولید ماهی را افزایش می‌دهد، لذا برقرار کردن تعادل کیفیت آب، مهارتی فنی در آبی‌پروری به شمار می‌رود (Bosma

et al., 2011). با توجه به این که آب در استخرهای پرورش ماهی

به عنوان محیط زیست ماهی محسوب می‌شود، یک استخر با کیفیت آب خوب سلامت مصرف‌کننده را تضمین می‌کند (Usman *et al.*, 2015).

ارزیابی کیفیت منابع آب از موضوعات مهم در سال‌های اخیر محسوب شود (Khalajji *et al.*, 2016). کیفیت آب یعنی ترکیبات موجود در آب که منجر به رشد بهینه‌ی موجودات آبی می‌شود و توسط برخی پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی تعیین می‌شود (Keremah *et al.*, 2014). همه‌ی آبزیان، آستانه قابل تحملی از پارامترهای کیفی آب برای زندگی دارند که هرگونه نوسان در این پارامترها منجر به وارد شدن شوک به آبزیان شده و اثرات سویی بر آن‌ها خواهد داشت. شناسایی زودهنگام تغییرات در کیفیت آب باعث جلوگیری از اثرات جبران‌ناپذیر خواهد شد (Vanacker *et al.*, 2015). از ابتدایی‌ترین موضوعات مهم در صنعت آبی‌پروری مربوط به شناسایی عواملی مانند دما، کدورت، اکسیژن، ذرات جامد، pH و هدایت الکتریکی آب هستند که زندگی ماهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Askarisari, 2010).

مطالعات مختلفی در زمینه بررسی کیفیت آب استخرهای

ذرت در پنج سطح مختلف کوددهی نیتروژن و دو سطح کوددهی برای پتاسیم و فسفر، برنامه‌ای کاربردی طراحی و بر روی گوشی تلفن همراه اندرویدی نصب شد. برای تخمین میزان کمبودهای گیاه ذرت تصاویر معمولی، تصاویر معمولی با پیش زمینه خاکستری و همچنین تصاویر تماسی که شیوه‌ای ابداعی بود از پلات‌های مختلف گیاه ذرت در یک مزرعه تحقیقاتی در ایالت آیوای آمریکا گرفته شدند. سپس از الگوریتم‌های هوشمند شبکه عصبی مصنوعی و طبقه‌بندی قواعد فازی برای طبقه‌بندی تصاویر در تلفن همراه هوشمند استفاده شد (Vesali et al., 2015).

در پژوهشی Salari et al., 2018، به منظور تخمین ۵ پارامتر اصلی کیفیت آب شامل اکسیژن محلول، کل مواد جامد محلول، هدایت الکتریکی و کلیاتیت با استفاده از روش‌های ریاضی و شبکه‌های عصبی مصنوعی انجام دادند میزان این پارامترها با ضریب همبستگی ۰/۹۹ به خوبی تخمین زده شد. در تحقیقی برای کاهش پارامترهای هشداردهنده‌ی کیفیت آب استخر پرورش ماهی پارامترهایی مانند کل مواد معلق، کدورت، نیتروژن کل، فسفر کل، مواد معلق آلی، غلظت مواد جامد، و نیاز به اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، را در ۵۰ استخر پرورش ماهی مورد بررسی قرار گرفت که مواد آلی معلق به عنوان متغیر مناسب برای ارزیابی کیفیت آب استخر پرورش ماهی انتخاب شد (Zhongneng and Claude, 2016).

با توجه به این که اندازه‌گیری و تعیین برخی پارامترهای کیفی آب استخر پرورش ماهی زمان‌بر، دارای خطا و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد، هدف از این پژوهش استفاده از فناوری پردازش تصویر به عنوان روشی دقیق و کارا برای تعیین برخی از پارامترهای کیفی آب استخر پرورش ماهی کپور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب

پارامترهای کیفی آب شامل pH، کل مواد جامد محلول (TDS)، هدایت الکتریکی (EC) و کدورت (Turb) به وسیله روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. مقادیر کدورت (Turb) به وسیله سامانه کدورت سنج قابل حمل مدل TB210 IR Lovibond ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۱ تعیین گردید. مقادیر pH نمونه‌ها به وسیله pH متر قابل حمل مدل ATC 98108 ساخت کشور تایوان با دقت ۰/۰۱ تعیین شد. همچنین مقادیر هدایت الکتریکی (EC) و کل مواد جامد محلول (TDS) نمونه‌ها به وسیله دستگاه سختی‌سنج مدل AZ 8361 ساخت کشور تایوان تعیین

پرورش ماهی انجام شده است. در تحقیقی Vosoughi et al. (2012) از یک دستگاه هوشمند مجهز به حسگرهای دما، اکسیژن و pH استفاده نموده و امکان مدیریت هوشمند شرایط کیفی آب در پرورش ماهی کپور معمولی را مورد بررسی قرار دادند. ایشان با کنترل پارامترهای مورد بررسی توانستند شرایط زیستی را در حد مطلوب نگه دارند که باعث رشد مناسب ماهیان گردد. مدیریت شرایط آب مزارع پرورشی در ایران بر اساس سنجش و کنترل متغیرهای مهم زیستی شامل دما، اکسیژن و pH و با استفاده از نیروی انسانی می‌باشد که این روش محدودیت‌هایی مانند نیاز به حضور حتمی نیروی انسانی جهت انجام اقدامات پیشی و مدیریتی دارد (Toosi, 2007).

در زمینه مدیریت کیفیت آب مدل‌های بسیار زیادی وجود دارد که بسیاری از این مدل‌ها نیازمند پارامترهای ورودی زیادی است که دسترسی و اندازه‌گیری آن‌ها مشکل و نیازمند صرف هزینه و زمان زیادی می‌باشد. در این میان مدل‌های شبکه‌ی عصبی مصنوعی با حداقل تعداد پارامترهای اندازه‌گیری شده با دقت مناسبی تغییرات متغیر مورد بررسی را پیش‌بینی می‌کند (Kalbasi and Mousavi, 1996). در پژوهشی Maier et al., (2004)، با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی پارامترهای کیفی شوری آب، درجه حرارت آب و اکسیژن محلول آب در سواحل سنگاپور را پیش‌بینی کردند. بر اساس نتایج همبستگی نسبتاً خوبی (۸۰ تا ۹۰ درصد) بین داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده مشاهده شد.

در پژوهشی Abdanan Mehdizadeh et al. (2017)، از تغییرات رنگ آب مرکبات (نارنج، پرتقال، لیموترش و نارنگی) به منظور پیش‌بینی برخی از پارامترهای کیفی (اسکوربیک اسید، میزان مواد جامد محلول و pH) استفاده نمودند. برای این منظور به مدت ۶۰ روز از سطح آب مرکبات تصویر برداری نمودند و در روزهای ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ مقادیر اسکوربیک اسید، میزان مواد جامد محلول و pH اندازه‌گیری شدند. مطابق پردازش تصویر در طول فرآیند انبارمانی توسط سه کانال رنگی L^* ، a^* ، b^* نشان داد که کانال رنگی L^* تغییرات زوال در آب میوه‌ها را بهتر نشان می‌دهد. همچنین نتایج نشان داد اسیدیته و اسکوربیک اسید در چهار نوع آب مرکبات بطور معنی داری طی مدت زمان نگهداری به ترتیب افزایش و کاهش یافت. محققان دیگری نیز در زمینه استفاده از روش پردازش تصویر در علوم کشاورزی مطالعه کرده‌اند (Omid et al., 2016; Taheri Gravand et al., 2017).

در پژوهشی برای تشخیص و طبقه‌بندی کمبودهای گیاه

هوشمند سونی مدل Xperia XA1 Ultra G3212. با دوربین ۲۳ مگاپیکسل استفاده شد. نمونه‌های آب در داخل جعبه شیشه‌ای با ابعاد $15 \times 25 \times 25 \text{ cm}^3$ قرار داده شد. با توجه به شفاف بودن آب و به منظور امکان ارزیابی مولفه‌های رنگی، از تصویر پشنهادی پس زمینه‌ای که ترکیبی از ترکیب تصاویر استاندارد جهت آزمون و ارزیابی دوربین‌های دیجیتال است استفاده شد (شکل ۳-الف). گوشی تلفن همراه به طور کامل به جعبه شیشه‌ای چسبانده و توسط ریموت بلوتوث مونوپاد مدل YUNTENG YT-1288 از نمونه تصویر برداری شد (شکل ۳-ب).

شدند. در شکل ۱ تصویر دستگاه‌های استفاده شده آورده شده است.

روش تصویربرداری

برای جمع‌آوری داده‌ها و گرفتن تصاویر مورد نیاز، از استخر پرورش ماهی متعلق به هنرستان کشاورزی واقع در شهرستان سنقر در استان کرمانشاه با بیش از ۲۵۰۰ قطعه ماهی کپور استفاده شد (شکل ۲).

به کمک یک جعبه در بسته ۱۵۰ نمونه آب از عمق‌ها و زمان‌های مختلف تهیه شد. برای تصویربرداری نمونه‌ها از تلفن همراه



ج



ب



الف

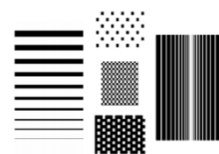
شکل ۱- تجهیزات مورد استفاده جهت تعیین پارامترهای کیفی آب استخر پرورش ماهی: الف) pH متر، ب) دستگاه هدایت سنج - سختی سنج و ج) دستگاه کدورت سنج



شکل ۲- نمایی از استخر پرورش ماهی مورد آزمایش



ب



الف

شکل ۳- الف) تصویر پس زمینه نصب شده بر روی مخزن و ب) نحوه تصویربرداری با گوشی تلفن همراه

که در این روابط m مقدار میانگین، Z مقدار سطح خاکستری، $P(Z_i)$ مقدار هیستوگرام، L تعداد سطوح متمایز، σ انحراف معیار، R نرمی، μ گشتاور سوم، U یکنواختی و e آنتروپی است.

جهت افزایش سرعت آموزش الگوریتم یک لایه پنهان برای شبکه در نظر گرفته شد. از تابع فعال سازی سیگموئید برای لایه پنهان استفاده گردید. تعداد نرون‌ها در لایه پنهان بر اساس سعی و خطا تعیین شد. ۴ پارامتر کیفی آب شامل pH، EC، TDS و کدورت به عنوان نرون‌های لایه خروجی در نظر گرفته شد. ارزیابی عملکرد شبکه‌های طراحی شده با استفاده از میانگین مربعات خطا^۱ (RMSE) و ضریب تبیین^۲ (R^2) تعیین شد. جهت اجرای شبکه، داده‌ها به سه زیر مجموعه آموزش (۷۰ درصد)، اعتبارسنجی (۱۵ درصد) و آزمایش (۱۵ درصد) تقسیم گردید. کلیدی برنامه نویسی‌های لازم جهت پردازش تصاویر و شبکه عصبی مصنوعی توسط نرم‌افزار متلب نسخه R 2014a انجام شد.

نتایج و بحث

مقادیر بیشینه و کمینه پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که مشخص است دامنه تغییرات pH، TDS، EC و Turb در آب استخر پرورش ماهی به ترتیب بین ۶/۴۷-۷/۸۰، ۴۲۵-۳۳۵ میلی‌گرم بر لیتر (mg lit^{-1})، ۶۸۶-۸۴۹ میکروموس بر سانتی‌متر ($\mu\text{S cm}^{-1}$) و ۰/۸-۶/۰۸ NTU - ۱/۰۳ بود. این مقادیر برای آب تمیز منطقه مورد آزمایش به ترتیب برابر ۶/۵۶، ۳۱۹ میلی‌گرم بر لیتر، ۶۳۶ میکروموس بر سانتی‌متر و ۰/۹۳ NTU است. همچنین بر اساس نتایج جدول ۱ مشخص است که مقادیر کدورت و pH با افزایش عمق زیاد شده در حالی که مقادیر TDS و EC کاهش یافته‌اند.

به منظور آنالیز تصاویر، تصاویر گرفته شده به‌وسیله کابل USB به کامپیوتر منتقل شدند. برای حذف بخش‌های اضافی تصویر و نیز کاهش حجم کار پردازش تصویر، قسمت رنگی تصاویر با ابعاد 1460×2200 پیکسل و قسمت خاکستری تصاویر با ابعاد 1200×2200 پیکسل و با فرمت JPEG با استفاده از دستور برش نرم افزار فتوشاپ و در فضای رنگی RGB به دست آمد.

در این پژوهش به منظور پیش‌بینی و تعیین مؤلفه‌های کیفی آب از ساختار شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم پرسپترون پس انتشار خطا استفاده شد. مقادیر میانگین دوازده ویژگی شامل ۶ مؤلفه رنگی (قرمز، سبز، آبی، سیاه، خاکستری و سفید) و نیز ۶ مؤلفه بافت (میانگین، انحراف معیار، نرمی، گشتاور سوم، یکنواختی و آنتروپی) استخراج شده از تصاویر نمونه‌ها به عنوان نرون‌های لایه ورودی در نظر گرفته شد. مقادیر مؤلفه‌های رنگی از بخش بالایی تصویر و مقادیر مؤلفه‌های بافتی ذکر شده از بخش پایینی تصویر نصب شده (شکل ۲ الف) استخراج شدند. مقادیر مؤلفه‌های بافت توسط روابط زیر محاسبه شدند (Gonzalez & Woods, 2008):

(رابطه ۱)

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} Z_i P(Z_i)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\sum_{i=0}^{L-1} (Z_i - m)^2 P(Z_i)}$$

(رابطه ۲)

$$R = 1 - \frac{1}{1 + \sigma^2}$$

(رابطه ۳)

$$\mu = \sum_{i=0}^{L-1} (Z_i - m)^3 P(Z_i)$$

(رابطه ۴)

$$U = \sum_{i=0}^{L-1} P^2(Z_i)$$

(رابطه ۵)

$$e = - \sum_{i=0}^{L-1} P(Z_i) \log_2 P(Z_i)$$

(رابطه ۶)

جدول ۱- مقادیر بیشینه و کمینه پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده در عمق‌های مختلف

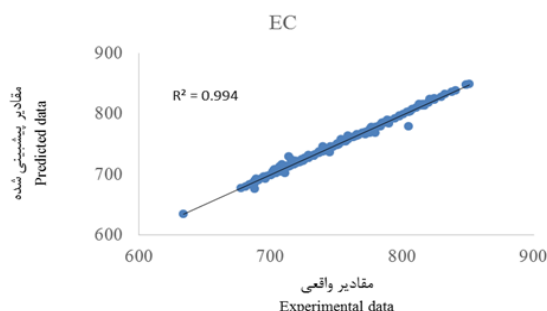
پارامترها	سطح استخر		عمق یک متری		کف استخر	
	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه
pH	۶/۸۰	۷/۲۴	۶/۸۱	۷/۴۲	۶/۸۲	۷/۴۷
TDS (mg lit^{-1})	۳۵۱	۴۲۵	۳۴۱	۴۱۹	۳۳۵	۴۰۹
EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	۷۰۰	۸۴۹	۶۸۶	۸۳۸	۶۷۸	۸۱۶
Turb(NTU)	۱/۰۳	۵/۹۶	۱/۱۹	۶/۰۲	۱/۹۳	۶/۰۸

نرون در لایه پنهان از حداقل انحراف معیار برخوردار است و نتایج آن ثبات بیشتری دارد. لذا پس از آموزش شبکه‌های مختلف، ساختار نهایی شبکه ۴-۱۵-۱۲ یعنی ۱۲ نرون در لایه ورودی، ۱۵ نرون در لایه پنهان و ۴ نرون در لایه خروجی مناسب تشخیص داده شد. مقادیر R^2 این ساختار برای پارامترهای EC، TDS، PH و Turb به ترتیب برابر ۰/۹۱۳، ۰/۹۹۳، ۰/۹۹۴ و ۰/۹۵۸ بود (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی پارامترهای کیفی اندازه‌گیری شده

ردیف	ساختار	R^2				RMSE			
		Turb	EC	TDS	pH	Turb	EC	TDS	pH
۱	۴-۱۳-۱۲	۰/۹۳۰	۰/۸۴۴	۰/۸۲۳	۰/۶۸۱	۱۸/۱۹۱	۷/۷۷۲	۰/۱۰۴	۰/۳۴۰
۲	۴-۱۴-۱۲	۰/۸۸۸	۰/۹۸۷	۰/۹۸۸	۰/۹۱۱	۵/۰۷۲	۲/۴۰۱	۰/۰۵۵	۰/۴۳۱
۳	۴-۱۵-۱۲	۰/۹۵۸	۰/۹۹۴	۰/۹۳۳	۰/۹۱۳	۳/۷۶۶	۱/۸۳۵	۰/۰۵۴	۰/۲۶۲
۴	۴-۱۶-۱۲	۰/۹۰۴	۰/۸۷۹	۰/۶۶۹	۰/۵۳۵	۱۶/۰۲۷	۱۳/۰۸۸	۰/۱۲۵	۰/۳۹۹

در آب می‌باشد. میزان هدایت الکتریکی می‌تواند نشانه‌ای از آلودگی ایجاد شده در آب به واسطه‌ی خاک و شن، مواد مغذی اضافی، ضایعات ایجاد شده توسط ماهی‌ها و سایر حشرات موجود در آب باشد (Delince, 1992). منحنی رگرسیونی تغییرات مقادیر هدایت الکتریکی پیش‌بینی شده در برابر مقادیر اندازه‌گیری شده در شکل ۵ نشان داده شده است که دقت بالایی را نشان می‌دهد. در این پژوهش مقادیر هدایت الکتریکی در محدوده‌ی ۷۰۰ تا ۸۴۹ میکروموس بر سانتی‌متر برای سطح آب، ۶۸۶ تا ۸۳۸ میکروموس بر سانتی‌متر برای عمق یک متری و ۶۷۸ تا ۸۱۶ میکروموس بر سانتی‌متر برای کف استخر تغییر کرد. بر اساس منابع سطح مطلوب EC برای پرورش ماهی بین ۲۰ تا ۱۵۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد (Boyd, 1990)، که در استخر مورد مطالعه مقدار EC برای هر سه عمق مورد مطالعه در محدوده‌ی مجاز قرار داشت. در تحقیق Sandhu and Finch (1995) برای تخمین مقدار کل مواد جامد (TDS) و هدایت الکتریکی (EC) آب‌های حوضه‌های مختلف از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده کردند و به نتایج قابل قبولی رسیدند.

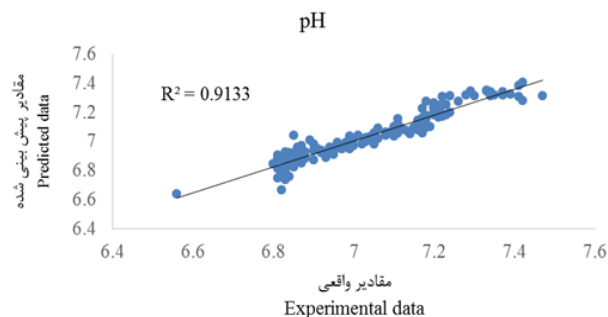


شکل ۵- منحنی تغییرات مقادیر پیش‌بینی شده در برابر مقادیر اندازه‌گیری شده برای پارامتر هدایت الکتریکی (EC)

برای آموزش شبکه عصبی مصنوعی، تعداد نرون‌های لایه پنهان به منظور کسب بیشترین ضریب تبیین و کم‌ترین خطای جذر میانگین مربعات از طریق سعی و خطا تعیین شد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود تغییر تعداد نرون‌های لایه‌های مخفی از ۱۳ الی ۱۶ مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت با مقایسه اطلاعات به دست آمده از خطای جذر میانگین مربعات (RMSE) و ضریب تبیین (R^2) شبکه‌های مختلف، شبکه با ۱۵

اسیدیته (pH)

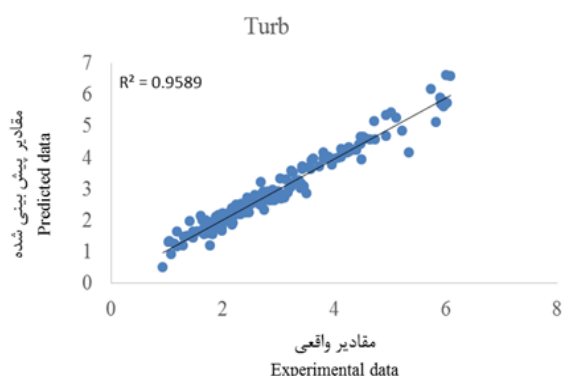
منحنی تغییرات مقادیر پیش‌بینی شده در برابر مقادیر اندازه‌گیری شده برای پارامتر pH در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است مدل مقادیر میزان اسیدیته آب را با دقت بالا پیش‌بینی کرده است. pH آب، فرآیندهای متابولیکی و فیزیولوژیکی ماهی‌ها را تحت تأثیر قرار داده و همچنین سمیت آمونیاک برای ماهیان را افزایش می‌دهد. بر اساس منابع بهترین pH برای پرورش ماهی بین ۶/۵-۹ می‌باشد. و pH کم‌تر از ۴ و بیشتر از ۱۱ معمولاً برای آبزیان کشنده است (Boyd, 1990)، که در تحقیق حاضر میزان pH برای سه سطح مورد مطالعه در محدوده ۶/۴۷-۶/۸۰ متغیر بوده و در محدوده مجاز قرار داشت. در پژوهشی (Abdanan Mehdizadeh et al (2017) نشان دادند که با استفاده از آنالیز تصاویر می‌توان تغییرات میزان pH ناشی از گذر زمان در آب مرکبات را پیش‌بینی کرد.



شکل ۴- منحنی تغییرات مقادیر پیش‌بینی شده در برابر مقادیر اندازه‌گیری شده برای پارامتر pH

هدایت الکتریکی (EC)

هدایت الکتریکی (EC) که به معنی میزان ظرفیت آب در انتقال جریان الکتریکی است وابسته به میزان نمک‌های قابل یونیزه شدن



شکل ۷- منحنی تغییرات مقادیر پیش بینی شده در برابر مقادیر اندازه گیری شده برای پارامتر کدورت

نتیجه گیری کلی

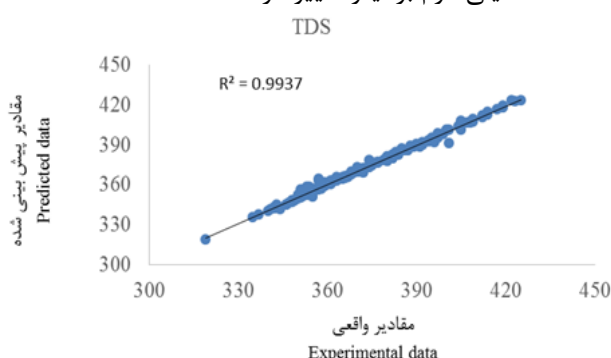
در این تحقیق عملکرد روش پردازش تصویر در پیش‌بینی پارامترهای کیفی آب استخر پرورش ماهی کپور مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصله دامنه‌ی تغییرات pH، TDS، EC و Turb در آب استخر پرورش ماهی به ترتیب بین ۷/۴۷-۶/۸۰، ۳۳۵-۴۲۵ میلی گرم بر لیتر (mg lit^{-1})، ۶۸۶-۸۴۹ میکرو موس بر سانتی‌متر ($\mu\text{S cm}^{-1}$) و ۰/۳۰۸-۱/۶ NTU بود. نتایج نشان داد که مقادیر R^2 و RMSE برای پیش‌بینی مقدار pH در بهترین مدل به ترتیب برابر ۰/۹۱۳ و ۰/۰۵۴ بودند. در حالی که این مقادیر برای پیش‌بینی مقدار TDS در بهترین مدل به ترتیب برابر ۰/۹۹۳ و ۱/۸۳۵ بودند. همچنین مقادیر R^2 و RMSE برای پیش‌بینی مقدار EC و کدورت در بهترین مدل به ترتیب برابر (۰/۹۹۴ و ۳/۷۶۶) و (۰/۹۵۸ و ۰/۲۶۲) بودند. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، این روش توانست به کمک مولفه‌های رنگی، مقادیر پارامترهای کیفی آب استخر پرورش ماهی را با دقت بالا پیش‌بینی کند که می‌تواند جایگزین روش‌های پر هزینه و وقت‌گیر مرسوم گردد.

سپاسگزاری

از حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه رازی تشکر می‌گردد.

کل جامدات محلول (TDS)

منحنی تغییرات مقادیر پیش‌بینی شده در برابر مقادیر اندازه‌گیری شده پارامتر کل جامدات محلول (TDS) در شکل ۶ آورده شده است. همانطور که مشخص است، مدل توانسته است که مقدار TDS را با دقت بالا برازش کند. کل جامدات محلول (TDS) بر روی شفافیت آب تأثیر گذار بوده و مقدار آن تابع فصول مختلف سال بوده و در فصول گرم مقدار آن بیشتر می‌شود. نتایج مطالعات نشان می‌دهد سطح مطلوب TDS برای پرورش ماهی کم‌تر از ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر می‌باشد (Esmaeilisari, 2004). که مقدار TDS برای سه سطح مورد مطالعه در این پژوهش در محدوده‌ی ۳۳۵-۴۲۵ میلی گرم بر لیتر تغییر کرد.



شکل ۶- منحنی تغییرات مقادیر پیش بینی شده در برابر مقادیر اندازه گیری شده برای پارامتر کل جامدات محلول (TDS)

کدورت (Turb)

کدورت به میزان نفوذ نور در آب (عمق دید) گفته می‌شود که افزایش شفافیت در مزارع سرد آبی مناسب‌تر است. مقدار متوسط کدورت آب با توجه به میزان فعالیت آبزیان در مزارع پرورش ماهی دارای نوسان می‌باشد و در محدوده ۷۶-۶ NTU گزارش شده است (Boyd, 1990). بر اساس نتایج تحقیق حاضر مقدار کدورت برای سه سطح مورد مطالعه در محدوده ۰/۳۰۸-۱/۶ NTU می‌باشد که در مقایسه با استخرهای مورد مطالعه میزان کدورت در سطح مناسبی قرار داشت. همانطور که مشخص است ضریب تبیین مدل در پیش‌بینی پارامتر کدورت به کمک مؤلفه‌های استخراج شده از تصاویر، ۰/۹۵۸ می‌باشد (شکل ۷).

REFERENCES

- Abdanan Mehdizadeh, S. Nouri, M. Soltani Kazemi, M. and Amraie, S. (2017). None-destructive investigation of the quality factors in citrus juice during storage using digital image processing. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 13(2), 362-272.
- Askari Sari, A. and Velayatzadeh, M. (2010). Applied Hydrochemicals in Aquatic: Azad Islamic University. Ahvaz: 224. (In Farsi).
- Bosma, R., Thi, A. A. and Jose, P. (2011). Life cycle assessment of intensive striped catfish farming in the Mekong Delta for screening hotspots as input to environmental policy and research agenda. The International Journal of Life Cycle Assessment, 16(9), 903-915.
- Boyd, C. E. (1990). Water quality in ponds for aquaculture. Agriculture Experiment Station, Auburn University, Alabama, 482 p.
- Chen, X. D. and Mujumdar, A. (2008). Drying Technologies in Food Processing. Blackwell Publishing Ltd. 9600 Road, Oxford, OX4 2DQ, United Kingdom. 350 p.

- Delince, G. (1992). The ecology of fish pond ecosystem. Springer_Siece. 205 p.
- Esmailisari, A. (2004). Hayderochemistry and aquaculture. Aslani Publishers. (In Farsi).
- Farzanfar, A. (2005). Duplication and breeding of free fish Tehran. Iranian Fisheries Research Institute. (In Farsi).
- Gonzalez RC, Woods RE. (2008). Digital Image Processing (3rd ed.), Prentice Hall.
- Kalbasi, M. and Mousavi, F. (1996). Seven-year study of mineral nitrogen changes, phosphorus, electrical conductivity and pH in Zayandehrood water. International Conference on Water Resources. Isfahan: 75-86. (In Farsi).
- Keremah, R.I., Davies O. A. and Abezi, I. D. (2014). Physico-Chemical Analysis of Fish Pond Water in Freshwater Areas of Bayelsa State. Nigeria.Greener Journal of Biological Sciences. 4(2): 33-38.
- Khalaji, M., Ebrahimi, E., Hashemenejad, H., Motaghe, E. and Asadola, S. (2016). Water quality assessment of the Zayandehrood Lake using WQI index. Iranian Scientific Fisheries Journal. 25(5): 51-64. (In Farsi).
- Maier, H. R., Morgan, N. and Chow, W. K. (2004). Use of Artificial Neural Networks for Predicting Optimal Alum Doses and Treated Water Quality Parameters. Environmental Modeling & Software, 19, 485-494.
- Omid, M., Teimuri, N., Mollazadeh, K. and Rajabi Pour, A. (2016). Isolation of interconnected almonds and their qualitative classification by combining image processing techniques and artificial neural networks. Iranian Journal of Biosystems Engineering. 46(4). 355-362.
- Roosen, J., Murette, S., Blanchemanche, S. and Verer, S. (2009). Dose Health Information Matter For Modifing Consumption Afield Expriment Measuring The Impact of Risk Information on Fish Consumption. Review of Agricultural Economics. 31(1): 2-20.
- Salari, M., Salami Shahid, E., Afzali, S. H., Ehteshami, M., Conti, G. O., Derakhshan, Z. and Sheibani, S. N. (2018). Quality assessment and artificial neural networks modeling for characterization of chemical and physical parameters of potable water. Food and Chemical Toxicology. 118, 212-219.
- Sandh, N., and Finch, R. (1995). Methodology for flow and salinity estimation in the Sacramento-San Joaquin Delta and Suisun Marsh. Chapter 7: Artificial neural networks and their applications, 16th Annual Progress Report. New York: pp: 85.
- Taheri Gravand, A., Fattahi, S. and Shahbazi, F. (2017). Estimation freshness of chicken meat Based on Image Processing Techniques and Artificial Intelligence. Iranian Journal of Biosystems Engineering. 48(4). 491-503.
- Toosi, A. (2007). The construction and operation of a closed circuit system for semi-dense and dense Trout fish. Faculty of new sciences and technologies. Islamic Azad University. North Tehran Branch. (In Farsi).
- Usman, D., Bingari, M., Danba, E. P., David, D. L., Tukur, K. U., Buba, U. N. and Wahedi, J. A. (2015). Physicochemical analysis and fish pond conservation in Kano State. Nigeria. Archives of Applied Science Research. 7(6): 28-34.
- Vanacker, M., Wezel, A., Payet, V. and Robin, J. (2015). Determining tipping points in aquatic ecosystems: The case of biodiversity and chlorophyll α relations in fish pond systems. Ecological Indicators. 52: 184-193.
- Velayatzadeh, M. and Hamidinejad, M. (2012). Importance and position of Indian carp grove in the Iranian fishery industry. First Aquatic Science Conference. Bushehr, 272-276. (In Farsi).
- Vesali, F., Omid, M., Kaleita, A. and Mobli, H. (2015). Development of an android app to estimate chlorophyll content of corn leaves based on contact imaging. Computers and Electronics in Agriculture. 116: 211-220.
- Vosoughi, A. R., Mahdavi, M. M., Salehi, M. and Golkari, M. A. (2012). Intelligent management of qualitative water conditions in the cultivation of common carp (*Cyprinus carpio*) in experimental tanks. Marine Science and Technology: 11-25. (In Farsi).
- Zhongneng, x. and Claude, E (2016). "Reducing the monitoring parameters of fish pond water quality." Aquaculture 465(Supplement C): 359-366.