دانشکده کشاورزی

گروه علوم دامی

رساله دکتری

بهینه‌سازی پاسخ جوجه‌های گوشتی به پروتئین و اسیدهای آمینه محدود کننده با استفاده از مدلهای رویه‌ی پاسخ و شبکه‌های عصبی مصنوعی

حامد احمدی

آذر ۱۳۹۱

دانشکده کشاورزی

رساله دکتری رشته علوم دامی

بهینه‌سازی پاسخ جوجه‌های گوشتی به پروتئین و اسیدهای آمینه محدود کننده با استفاده از مدلهای رویه‌ی پاسخ و شبکه‌های عصبی مصنوعی

حامد احمدی

استاد راهنما

دکتر ابوالقاسم گلیان

استاد مشاور

دکتر علیرضا هروی موسوی

آذر ۱۳۹۱

دانشکده کشاورزی، گروه علوم دامی

از این رساله دکتری توسط حامد احمدی دانشجوی مقطع دکتری رشته تغذیه طیور در تاریخ

در حضور هیات داوران دفاع گردید. پس از بررسی های لازم، هیات داوران این پایان نامه را با نمره عدد حروف

و با درجه مورد تایید قرار داد / نداد.

عنوان رساله : بهینه سازی پاسخ جوجه های گوشتی به پروتئین و اسیدهای آمینه محدود کننده با استفاده از مدلهای رویه پاسخ و شبکه های عصبی مصنوعی

سمت در هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	گروه	موسسه / دانشگاه	امضاء
داور خارجی					
داور					
داور					
نماینده تحصیلات تکمیلی					
استاد راهنما					
استاد مشاور					

تعهدنامه

عنوان رساله: *بهینه‌سازی پاسخ جوجه‌های گوشتی به پروتئین و اسیدهای آمینه محدود کننده با استفاده از مدلهای رویه پاسخ و شبکه های عصبی مصنوعی*

اینجانب **حامد احمدی** دانشجوی دوره دکتری رشته علوم دامی- تغذیه طیور دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی آقای **دکتر ابوالقاسم گلیان** متعهد می شوم:

نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد یگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد است. این مطالب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
استفاده از اطلاعات و نتایج این رساله بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

پژوهش حاضر برای بررسی امکان به‌کارگیری روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی در مدلسازی پاسخ جوجه‌های گوشتی به میزان پروتئین و ترئونین جیره‌ای و انجام آزمایش برای بررسی پاسخ جوجه‌های گوشتی به سطوح پروتئین، لایزین، اسیدهای آمینه گوگرددار، و ترئونین قابل هضم جیره به منظور تعیین احتیاجات جوجه‌ها به این مواد مغذی انجام شده است. در بخش اول این پژوهش از مدلهایی برپایه شبکه‌های عصبی مصنوعی برای آنالیز داده‌های منتشر شده‌ی مستخرج از مقالات قبلی در زمینه‌ی پاسخ جوجه‌های گوشتی (سن ۲۱ تا ۴۲ روز) به میزان پروتئین و ترئونین جیره استفاده گردید. داده‌های مربوط به ۹۲ تیمار از مقالات منتشر شده قبلی برای گسترش مدلهای شبکه‌ی عصبی به‌کار رفت. نتایج این بخش نشان‌داد مجموعه‌ی الگوریتمهای شبکه‌های عصبی مصنوعی و بهینه‌سازی می‌تواند به عنوان ابزار مناسب برای آنالیز و جمع‌بندی داده‌های جمع آوری شده (پیمایش شده) از مطالعات مختلف در زمینه‌ی پاسخ جوجه‌ها به اسید آمینه و پروتئین مورد استفاده قرار گیرد. آنالیز مدلهای گسترش یافته نشان داد که عملکرد مطلوب جوجه‌ها با جیره‌ای حاوی ۱۸/۷٪ پروتئین و ۰/۷۵٪ ترئونین قابل دستیابی است. در بخش بعدی این پژوهش از طرح مرکب مرکزی (با ۴ فاکتور هرکدام در ۵ سطح)، روش رویه‌ی پاسخ و روش ترکیبی شبکه‌ی عصبی مصنوعی-الگوریتم ژنتیک برای ارزیابی و مدلسازی پاسخ جوجه‌های گوشتی به مقادیر پروتئین، لایزین، اسیدهای آمینه‌ی گوگرددار، و ترئونین قابل هضم استاندارد شده‌ی ایلئومی استفاده گردید. پرندگان در قالب دو آزمایش به ۲۸ جیره‌ی حاوی ۵ سطح پروتئین، لایزین، اسیدهای آمینه گوگرددار، و ترئونین قابل هضم استانداردشده ایلئومی، در قالب آرایش طرح مرکب مرکزی از سن ۱۱ تا ۱۷ روزگی و سن ۲۵ تا ۳۱ روزگی اختصاص یافتند. آنالیز مدلهای ساخته شده پیشنهاد داد که برای دستیابی به بهترین عملکرد جوجه‌های گوشتی، جیره‌هایی حاوی ۱۹/۶٪ پروتئین، ۱/۰۸٪ لایزین، ۰/۹۱٪ اسیدهای آمینه گوگرددار، و ۰/۷۶٪ ترئونین قابل هضم (برای جوجه‌های سن ۱۱ تا ۱۷ روز)، و جیره‌هایی حاوی ۱۶/۹٪ پروتئین، ۱/۰۰٪ لایزین، ۰/۷۶٪ اسیدهای آمینه گوگرددار، و ۰/۶۵٪ ترئونین قابل هضم (برای جوجه‌های سن ۲۵ تا ۳۱ روز) مورد نیاز می‌باشد. نتایج نشان داد که استفاده از مجموعه روشهای مبتنی بر طراحی آزمایشات (برای انجام آزمایشات رشدی با کمترین تیمار)، مدل رویه پاسخ و روش شبکه عصبی-الگوریتم ژنتیک (برای مدل کردن و بهینه‌سازی داده‌های بدست آمده از طرح آزمایشی) می‌تواند به عنوان روش‌های مناسب برای تشریح ارتباط بین سطوح مواد مغذی جیره‌ای و عملکرد جوجه‌های گوشتی برای رسیدن به یک هدف بهینه (بیشترین رشد یا بیشترین بازدهی غذایی) مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: طراحی آزمایش، روش رویه‌ی پاسخ، مدل شبکه‌ی عصبی، پروتئین و اسیدآمینه قابل هضم، عملکرد جوجه گوشتی

سپاسگزاری

با سپاس به درگاه خداوند لازم است در اینجا از بزرگوارانی که در انجام این پژوهش یاری رسانده‌اند سپاسگزاری کنم. استاد گرامی جناب آقای دکتر ابوالقاسم گلیان، استاد راهنما، که با علاقه‌مندی‌ها، راهنمایی‌ها و حمایتهایشان محور اصلی انجام پژوهش بودند. جناب آقای دکتر علیرضا هروی موسوی، که مشاوره رساله را به‌عهده داشتند. استادان بزرگوار جناب آقای دکتر نادر نریمان‌زاده و دکتر فرهاد کلاهان، دکتر مهدی نصیری محلاتی و دکتر حسن کرمانشاهی که زحمت مطالعه و داوری رساله را بر عهده داشتند و حضورشان در جلسه دفاع باعث افتخار بود. شرکت ایوانیک دگوسای آلمان و نماینده‌ی محترمشان جناب آقای مهندس علی افسر که تامین اسیدهای آمینه مورد نیاز و آنالیز مواد خوراکی را انجام دادند. از مسئولین و پرسنل ایستگاه تحقیقات دام و طیور دانشگاه فردوسی مشهد بویژه آقایان مهندس مدائنی و سالمی و هم‌چنین از دوستان و همکاران گرامی، خانمها و آقایان مهندس علیپور، فریدی، ریتس و سلر سپاسگذاری می‌شود.

از پیشگاه خداوند خرد برای همه این بزرگواران آرزوی سربلندی و پیروزی دارم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل ۱. مقدمه ۱

فصل ۲. بررسی منابع ۵

۲-۱. اهمیت استفاده از ضرایب قابل هضم پروتئین و اسیدهای آمینه محدود کننده در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی..... ۵

۲-۲. برآورد احتیاجات پروتئین و اسیدهای آمینه‌ی قابل هضم در جوجه‌های گوشتی..... ۶

۲-۳. مدلسازی سیستم‌های تغذیه‌ای..... ۸

۲-۴. روش رویه‌ی پاسخ..... ۹

۲-۴-۲. آنالیز داده‌های به دست آمده از طرح آزمایشی در قالب رویه‌ی پاسخ..... ۱۱

۲-۴-۳. بهینه‌سازی مدل‌های به دست آمده از روش رویه‌ی پاسخ..... ۱۳

۲-۵. شبکه های عصبی مصنوعی..... ۱۴

۲-۵-۱. مدلسازی ریاضی یک نرون زیستی..... ۱۵

۲-۵-۲. ویژگیهای شبکه‌های عصبی..... ۱۷

۲-۵-۳. شبکه های عصبی از نوع پرسپترون چند لایه..... ۱۸

۲-۶. الگوریتم ژنتیک..... ۱۹

۲-۶-۱. تعریف الگوریتم ژنتیک..... ۲۰

۲-۶-۲. ویژگی‌های الگوریتم ژنتیک..... ۲۱

۲-۶-۳. بهینه‌سازی مدلهای شبکه‌ی عصبی مصنوعی توسط الگوریتم ژنتیک..... ۲۲

۲-۷. پیشینه کاربرد انواع شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک در پژوهشهای جوجه‌ی گوشتی ۲۴

فصل ۳. مواد و روشها ۲۹

۳-۱. محل اجرای طرح ۲۹

۳-۲ آنالیز مواد خوراکی تشکیل دهنده جیره‌های آزمایشی ۲۹

۳-۳. جیره های آزمایشی ۳۳

۳-۴. آزمایشات مزرعه‌ای، اندازه گیری‌ها، و آنالیز داده‌ها ۳۳

فصل ٤. آنالیز داده‌های مربوط به پاسخ جوجه‌های گوشتی به میزان پروتئین و ترئونین جیره توسط مدل‌های شبکه عصبی ۳۷

۴-۱. چکیده ۳۷

۴-۲. مقدمه ۳۸

۴-۳. مواد و روشها ۴۰

۴-۳-۱. تشریح داده‌های مورد استفاده ۴۰

۴-۳-۲. گسترش و ارزیابی مدلها ۴۱

۴-۳-۳. آنالیز حساسیت ۴۳

۴-۳-۴. بهینه‌سازی مدلها ۴۴

۴-۴. نتایج و بحث ۴۵

۴-۴-۱. مدلسازی و ارزیابی ۴۵

۴-۴-۲. آنالیز حساسیت مدلها ۵۰

۴-۴-۳. بهینه‌سازی مدلها ۵۳

۴-۵. جمع بندی ۵۵

فصل ۵. مدلهای رویه‌ی پاسخ و شبکه‌ی عصبی برای عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی مقادیر مختلف پروتئین و اسیدهای آمینه قابل هضم از سن ۱۱ تا ۱۷روز ۵۷

۵-۱. چکیده ۵۷

۵-۲. مقدمه ۵۹

۵-۳. مواد و روشها ۶۲

۵-۳-۱. طرح آزمایشی ۶۲

۵-۳-۲. پرندگان و جیره‌ها ۶۳

۵-۳-۳. اندازه گیریهای رشد و ضریب تبدیل غذایی ۶۵

۵-۳-۴. آنالیزهای آماری و محاسباتی ۶۶

۵-۳-۴-۱. مدل رویه‌ی پاسخ ۶۶

۵-۳-۴-۲. مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی-الگوریتم ژنتیک ۶۸

۵-۴. نتایج و بحث ۷۰

۵-۴-۱. مدلسازی، بهینه‌سازی و آنالیز حساسیت با استفاده از روش رویه‌ی پاسخ ۷۰

۵-۴-۲. مدلسازی، بهینه‌سازی و آنالیز حساسیت به‌وسیله شبکه‌ی عصبی-الگوریتم ژنتیک ۸۰

۵-۴-۳. مقایسه مدلهای رویه‌ی پاسخ و شبکه‌ی عصبی مصنوعی-الگوریتم ژنتیک ۸۸

۵-۵. جمع بندی ۸۹

فصل ٦. آنالیز عملکرد جوجه‌های گوشتی در پاسخ به پروتئین و اسیدهای آمینه محدودکننده قابل هضم جیره‌ای با استفاده از مدلهای رویه‌ی پاسخ و شبکه‌ی عصبی ۹۱

۶-۱. چکیده ۹۱

۶-۲. مقدمه ۹۳

۶-۳. مواد و روشها ۹۶
۶-۳-۱. طرح آزمایشی ۹۶
۶-۳-۲. پرندگان و جیره‌ها ۹۷
۶-۳-۳. اندازه گیریهای رشد و ضریب تبدیل غذایی ۱۰۰
۶-۳-۴. آنالیزهای آماری و محاسباتی ۱۰۰
۶-۳-۴-۱. مدل رویه‌ی پاسخ ۱۰۰
۶-۳-۴-۲. مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی-الگوریتم ژنتیک ۱۰۲
۶-۴. نتایج و بحث ۱۰۴
۶-۴-۱. مدلسازی، بهینه‌سازی و آنالیز حساسیت با استفاده از روش رویه‌ی پاسخ ۱۰۵
۶-۴-۲. مدلسازی، بهینه‌سازی و آنالیز حساسیت به‌وسیله شبکه‌ی عصبی-الگوریتم ژنتیک ۱۱۵
۶-۴-۳. مقایسه مدلهای رویه‌ی پاسخ و شبکه‌ی عصبی مصنوعی-الگوریتم ژنتیک ۱۲۲
۶-۵. جمع بندی ۱۲۴
فصل ۷. نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات ۱۲۵
۷-۱. نتیجه‌گیری ۱۲۵
۷-۲. پیشنهادات ۱۲۷
منابع ۱۲۷
فهرست اسامی لاتین ۱۲۷

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل **صفحه**

شکل ۲-۱. نمایش شماتیکی یک نرون زیستی ۱۵

شکل ۲-۲. مدل نرون ارایه شده توسط مک کالوک و پیتس..... ۱۶

شکل ۲-۳. نمونه هایی از توابع کنترل شبکه عصبی مصنوعی..... ۱۷

شکل ۲-۴. نمونه ای از ماتریس جمعیت آغازین ۲۰

شکل ۲-۵. شمای کلی الگوریتم ژنتیک..... ۲۱

شکل ۳-۱. نتایج آنالیز نمونه ذرت مورد استفاده در آزمایش رشدی جوجه‌های گوشتی از نظر محتوای ماده خشک، پروتئین، و اسیدهای آمینه..... ۳۰

شکل ۳-۲. نتایج آنالیز نمونه کنجاله سویای مورد استفاده در آزمایش رشدی جوجه‌های گوشتی از نظر محتوای ماده خشک، پروتئین، و اسیدهای آمینه ۳۱

شکل ۳-۳. نتایج آنالیز نمونه کنجاله گلوتن ذرت مورد استفاده در آزمایش رشدی جوجه‌های گوشتی از نظر محتوای ماده خشک، پروتئین، و اسیدهای آمینه ۳۲

شکل ۴-۱. نمودار پراکنش مقادیر واقعی افزایش وزن روزانه در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل. a: دسته‌ی داده‌های آموزش شبکه (تعداد=۶۶)؛ b: دسته‌ی داده‌های تست مدل (تعداد=۲۶). خط تیره‌ی میان نقاط نماینده مدل رگرسیون خطی برازش شده است. ۴۷

شکل ۴-۲. نمودار پراکنش مقادیر واقعی ضریب تبدیل غذایی در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده توسط مدل. a: دسته‌ی داده‌های آموزش شبکه (تعداد=۶۶)؛ b: دسته‌ی داده‌های تست مدل (تعداد=۲۶). خط تیره‌ی میان نقاط نماینده مدل رگرسیون خطی برازش شده است. ۴۸

شکل ۴-۳. برازش کمترین مربعات فواصل وزن دارشده برای نشان دادن تغییرات افزایش وزن روزانه جوجه‌ها براساس تغییرات در میزان پروتئین و ترئونین جیره..... ۵۱

شکل ۴-۴. برازش کمترین مربعات فواصل وزن دارشده برای نشان دادن تغییرات ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها براساس تغییرات در میزان پروتئین و ترئونین جیره..... ۵۱

شکل ۵-۱. مقایسه‌ی مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل رویه‌ی پاسخ برای افزایش وزن روزانه (ADG) جوجه‌های گوشتی ۷۴

شکل ۵-2. مقایسه‌ی مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل رویه‌ی پاسخ برای ضریب تبدیل غذایی (FCR) جوجه‌های گوشتی ۷۴

شکل ۵-۳. نمودار قدرمطلق مقادیر تی-محاسبه شده، نشانگر میزان مشارکت هرکدام از اجزاء مدل رویه‌ی پاسخ در برازش نهایی مدل افزایش وزن روزانه..... ۷۹

شکل ۵-۴. نمودار قدرمطلق مقادیر تی-محاسبه شده، نشانگر میزان مشارکت هرکدام از اجزاء مدل رویه‌ی پاسخ در برازش نهایی مدل ضریب تبدیل غذایی ۷۹

شکل ۵-۵. مقایسه‌ی مقادیر واقعی و پیش‌بینی‌شده توسط مدل شبکه‌ی عصبی‌مصنوعی برای افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی: (a) دسته‌ی داده‌های آموزش، تعداد= ۵۰؛ (b) دسته‌ی داده‌های تست، تعداد= ۳۴ ..... ۸۵

شکل ۵-۶. مقایسه‌ی مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی: (a) دسته‌ی داده‌های آموزش، تعداد= ۵۰؛ (b) دسته‌ی داده‌های تست، تعداد= ۳۴ .۸۶

شکل ۶-۱. مقایسه‌ی مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل رویه‌ی پاسخ برای افزایش وزن روزانه (ADG) جوجه‌های گوشتی ۱۰۹

شکل ۶-2. مقایسه‌ی مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل رویه‌ی پاسخ برای ضریب تبدیل غذایی (FCR) جوجه‌های گوشتی ۱۰۹

شکل ۶-۳. نمودار قدرمطلق مقادیر تی-محاسبه شده، نشانگر میزان مشارکت هرکدام از اجزاء مدل رویه‌ی پاسخ در برازش نهایی مدل افزایش وزن روزانه..... ۱۱۴

شکل ۶-۴. نمودار قدرمطلق مقادیر تی-محاسبه شده، نشانگر میزان مشارکت هرکدام از اجزاء مدل رویه‌ی پاسخ در برازش نهایی مدل ضریب تبدیل غذایی ۱۱۴

شکل ۶-۵. مقایسه‌ی مقادیر واقعی و پیش‌بینی‌شده توسط مدل شبکه‌ی عصبی‌مصنوعی برای افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی: (a) دسته‌ی داده‌های آموزش، تعداد= ۵۰؛ (b) دسته‌ی داده‌های تست، تعداد= ۳۴..... ۱۲۰

شکل ۶-۶. مقایسه‌ی مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل شبکه‌ی عصبی مصنوعی برای ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی: (a) دسته‌ی داده‌های آموزش، تعداد= ۵۰؛(b) دسته‌ی داده‌های تست، تعداد= ۳۴. ۱۲۱

فهرست جدول‌ها

عنوان جدول **صفحه**

جدول ۳-۱. جیره‌های آماده شده بر اساس آرایش طرح مرکب مرکزی برای تغذیه‌ی جوجه‌ها از سن ۱۱ تا ۱۷ روز (آزمایش دوم) ۳۴

جدول ۳-۲. جیره‌های آماده شده بر اساس آرایش طرح مرکب مرکزی برای تغذیه‌ی جوجه‌ها از سن ۲۵ تا ۳۱ روز (آزمایش سوم) ۳۵

جدول ۴-۱. اطلاعات و آماره‌های مربوط به داده‌های مورد استفاده در مدلسازی ۴۲

جدول ۴-۲. خلاصه‌ی آماره‌های مربوط به داده‌های مدلسازی به تفکیک دسته‌های آموزش و تست..... ۴۳

جدول ۴-۳. اطلاعات . آماره های مربوط به مدلهای شبکه ی عصبی گسترش یافته برای افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ تا ۴۲..... ۴۹

جدول ۴-۴. آنالیز حساسیت مدلهای شبکه‌ی عصبی مصنوعی بر اساس متغیرهای ورودی برای خروجی‌های افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی..... ۵۲

جدول ۴-۵. بهینه‌سازی مدلهای شبکه‌ی عصبی مصنوعی در تعیین احتیاجات پروتئین و ترئونین مورد نیاز برای رسیدن به بیشترین افزایش وزن و کمترین ضریب تبدیل غذایی ۵۴

جدول ۵-۱. سطوح موادمغذی مورد مطالعه به وسیله‌ی آزمایش طرح مرکب مرکزی در جیره‌های آزمایشی رشد جوجه‌های گوشتی از سن ۱۱ تا ۱۷ روزگی..... ۶۳

جدول ۵-۲. مقادیر جیره‌ای پروتئین (dP)، لایزین(dLys)، اسیدهای آمینه گوگرددار(dTSAA)، و ترئونین (dThr) قابل هضم استاندارد شده ایلئومی در جیره‌های آزمایشی ۶۵

جدول ۵-۳. پارامترهای تخمین زده شده در مدلهای چندجمله‌ای توان دوم به روش رویه‌ی پاسخ برای خروجی افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی از سن ۱۱ تا ۱۷ روزگی..... ۷۳

جدول ۵-۴. آماره‌ها و اطلاعات مربوط به مدلهای رویه‌ی پاسخ برای افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها از سن ۱۱ تا ۱۷ روزگی..... ۷۵

جدول ۵-۵. آنالیز واریانس نتایج آزمایشی بدست آمده از مدلهای رویه‌ی پاسخ برای افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها..... ۷۶

جدول ۵-۶. نتایج بهینه‌سازی مدلهای رویه‌ی پاسخ (RSM) و شبکه‌ی عصبی مصنوعی- الگوریتم ژنتیک (ANN-GA) با هدف دستیابی به بیشترین افزایش وزن روزانه و کمترین ضریب تبدیل غذایی ۷۷

جدول ۵-۷. آماره‌ها و اطلاعات مربوط به مدلهای شبکه‌ی عصبی مصنوعی- الگوریتم ژنتیک (ANN-GA) برای افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها از سن ۱۱ تا ۱۷ روزگی..... ۸۱

جدول ۵-۸. آنالیز حساسیت مدلهای شبکه‌ی عصبی مصنوعی- الگوریتم ژنتیک (ANN-GA) برای افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی بر اساس ورودیهای تغذیه‌ای ۸۳

جدول ۶-۱. سطوح موادمغذی مورد مطالعه به وسیله‌ی آزمایش طرح مرکب مرکزی در جیره‌های آزمایشی رشد جوجه‌های گوشتی از سن ۲۵ تا ۳۱ روزگی..... ۹۷

جدول ۶-۲. مقادیر جیره‌ای پروتئین (dP)، لایزین(dLys)، اسیدهای آمینه گوگرددار(dTSAA)، و ترئونین (dThr) قابل هضم استاندارد شده ایلئومی در جیره‌های آزمایشی ۹۹

جدول ۶-۳. پارامترهای تخمین زده شده در مدلهای چندجمله‌ای توان دوم به روش رویه‌ی پاسخ برای خروجی افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی از سن ۲۵ تا ۳۱ روزگی.....۱۰۸

جدول ۶-۴. آماره‌ها و اطلاعات مربوط به مدلهای رویه‌ی پاسخ برای افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها از سن ۲۵ تا ۳۱ روزگی.....۱۱۰

جدول ۶-۵. آنالیز واریانس نتایج آزمایشی بدست آمده از مدلهای رویه‌ی پاسخ برای افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها.....۱۱۱

جدول ۶-۶. نتایج بهینه‌سازی مدلهای رویه‌ی پاسخ (RSM) و شبکه‌ی عصبی مصنوعی- الگوریتم ژنتیک (ANN-GA) با هدف دستیابی به بیشترین افزایش وزن روزانه و کمترین ضریب تبدیل غذایی ۱۱۲

جدول ۶-۷. آماره‌ها و اطلاعات مربوط به مدلهای شبکه‌ی عصبی مصنوعی- الگوریتم ژنتیک (ANN-GA) برای افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها از سن ۲۵ تا ۳۱ روزگی.....۱۱۶

جدول ۶-۸. آنالیز حساسیت مدلهای شبکه‌ی عصبی مصنوعی- الگوریتم ژنتیک (ANN-GA) برای افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی بر اساس ورودیهای تغذیه‌ای ۱۱۸

فهرست علامت ها و اختصارها

معادل فارسی	معادل انگلیسی	علامت
شبکه‌ی عصبی مصنوعی	Artificial neural network	ANN
طرح مرکب مرکزی	Central composite design	CCD
لایزین قابل هضم	Digestible lysine	dLys
پروتئین قابل هضم	Digestible protein	dP
ترئونین قابل هضم	Digestible threonine	dThr
اسیدهای آمینه گوگرددار	Digestible total sulphur amino acid	dTSAA
الگوریتم ژنتیک	Genetic algorithm	GA
روش رویه‌ی پاسخ	Response surface methodology	RSM
خطای حساسیت متغیر	Variable sensitivity error	VSE
نسبت حساسیت متغیر	Variable sensitivity ratio	VSR

فصل ۱. مقدمه

پاسخ جوجه‌های گوشتی به مواد مغذی جیره مثل پروتئین و اسیدهای آمینه محدودکننده بستگی به سطح هرکدام از آنها، تعادل بین این مواد و سن پرنده دارد. در شرایط عملی اسیدهای آمینه گوگرددار، لایزین و ترئونین به عنوان سه اسید آمینه محدود کننده مطرح هستند که نقش بسیار مهمی در تجمع پروتئین، رشد و عملکرد جوجه‌های گوشتی دارند (اسکلان و پلاونیک، ۲۰۰۲؛ دوزیر و همکاران، ۲۰۰۸). مطالعات نشان داده که برهمکنش پروتئین و اسیدهای آمینه محدود کننده روی عملکرد جوجه‌های گوشتی تاثیر گذار است و این بر همکنش می تواند سطوح بهینه تعیین شده در یک آزمایش را تحت تاثیر قرار دهد(گوس، ۱۹۹۸). در دهه‌ی گذشته و در مطالعات گوناگون، متخصصان تغذیه اهمیت و ارزش فرموله‌کردن جیره‌ی جوجه‌های گوشتی بر اساس پروتئین و اسیدهای آمینه قابل هضم را گزارش نموده‌اند (لمه و همکاران، ۲۰۰۴). بیان احتیاجات بر اساس ضرایب قابل هضم پروتئین و اسیدهای آمینه شامل هر دو تنوع در مقدار کل و ضرایب قابلیت هضم مواد خوراکی می‌شود، در نتیجه احتمال تامین احتیاجات دقیق حیوان بیشتر می‌شود و عملکرد حیوان نیز بهینه می‌گردد (دوزیر و همکاران، ۲۰۰۸).

یکی از کارآمدترین روشها برای بیان سیستم های تغذیه ای، مدل کردن آن سیستم می باشد که نیاز به بیان واضح ریاضی ارتباط بین ورودی ها (سطوح هر ماده مغذی خاص) و خروجی(پاسخ جوجه‌های گوشتی) دارد. مدلهای (معادلات) بدست آمده از این روشها می تواند در بیان، پیش‌بینی و بهینه‌سازی احتیاجات غذایی جوجه‌های گوشتی مفید باشد. گستره روش های مدلسازی از تکنیک های کلاسیک ریاضی-آماری مثل طرح آزمایشی، رگرسیون خطی و RSM آغاز شده و با پیدایش هوش مصنوعی و گسترش رایانه های پرقدرت، تا روش های هوشمند مانند منطق فازی ، الگوریتم ژنتیک[1] و شبکه های عصبی مصنوعی[2] ادامه دارد. برای ارزیابی، مدلسازی، بهینه‌سازی و تحلیل حساسیت خروجی (پاسخ) سیستم های تغذیه بر اساس مواد مغذی جیره به روش های کاربردی مناسب مبتنی بر علوم آمار، ریاضی و کامپیوتر نیاز می باشد.

انواع مختلفی از روش های کمی به عنوان ابزار حل مسایل سیستمیک، کشف روابط علت و معلولی و شناسایی الگوهای داخلی یک سیستم، از گذشته تاکنون معرفی و به کارگرفته شده اند. در تمام این روشها می توان سیستم تحت مطالعه را به صورت ورودی-خروجی تعریف نمود بطوریکه خروجی، پاسخ سیستم (مثل اضافه وزن، ضریب تبدیل در جوجه‌های گوشتی) و ورودی ها شامل عوامل موثر بر خروجی (مثل سطوح پروتئین، لایزین، اسیدهای آمینه گوگرددار و ترئونین) درنظر گرفته می‌شوند. امروزه روش های مبتنی بر هوش مصنوعی و محاسبات نرم در مدلسازی سیستم های بیولوژیک به دلیل دینامیک بودن پدیده های موجود در آنها، بسیار مورد توجه قرار گرفته است که به عنوان یک جایگزین و یا مکمل در برابر روشهای کلاسیک مطرح می باشند. از انواع روش های محاسباتی نرم می توان به شبکه های عصبی مصنوعی (روش مدلسازی) و الگوریتم ژنتیک (روش تکاملی برای بهینه‌سازی) هستند که قابلیت بسیار خوبی در حل مسائل پیچیده غیر خطی دارند

[1] Genetic algorithm
[2] Artificial neural network