Archive of SID

Iranian Journal of Animal Science
Vol 50, No 2, Summer 2019 (149-157)
DOI: 10.22059/ijas.2019.280911.653701

علوم دامی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸ (ص ۱۵۷-۱۴۹)

تعیین سطح بهینه جرم ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی بر مبنای روش مدیریت تصمیم‌گیری چندشاخصی و حداکثرسازی سود اقتصادی

امیرحسین علیزاده قمصری[1*]، سید عبداله حسینی[2]، فرید شریعتمداری[3]، مجید توکلی[4] و هوشنگ لطف‌الهیان[1]
۱ و ۲. استادیار و دانشیار، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان آموزش، تحقیقات و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳ و ۴. استاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم طیور، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۴)

چکیده

آزمایشی به‌منظور تعیین سطح بهینه جرم ذرت (حاوی روغن زیاد) در جیره جوجه‌های گوشتی انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج گروه آزمایشی، پنج تکرار و ۳۰ قطعه پرنده در هر واحد آزمایشی از سن ۱۵ تا ۴۲ روزگی صورت گرفت. گروه‌های آزمایشی شامل پرندگان دریافت‌کننده سطوح صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد جرم ذرت بودند. در طول دوره آزمایش صفات مربوط به عملکرد، شاخص تولید، هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده، پاسخ‌های ایمنی هومورال و ریخت‌شناسی بافت روده مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین سطح بهینه جرم ذرت در جیره از روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی (TOPSIS یا Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) و روش حداکثرسازی سود اقتصادی استفاده شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، سطح بهینه افزودن جرم ذرت به جیره با استفاده از روش مدیریتی TOPSIS و روش حداکثرسازی سود اقتصادی به‌ترتیب ۶/۵۹ و ۶/۹۸ درصد تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: تصمیم‌گیری چند شاخصی، جرم ذرت، جوجه گوشتی، روش اقتصادی.

Determination the optimum level of corn germ in broilers diet based on multiple attribute decision making method and maximizing economic profit

Amir Hossein Alizadeh-Ghamsari[1*], Seyed Abdullah Hosseini[2], Farid Shariatmadari[3], Majid Tavakkoli[4] and Houshang Lotfollahian[1]
1, 2. Assistant Professor and Associate Professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3, 4. Professor and Former M.Sc. Student, Department of Poultry Science, College of Agriculture, Tarbiat Madres University, Tehran, Iran
(Received: May 12, 2019 - Accepted: Sep. 15, 2019)

ABSTRACT

An experiment was undertaken to determine the optimum level of corn germ (high-oil content) in broilers diet. This experiment was conducted in a completely randomized design with 5 experimental groups, 5 replicates and 30 birds per each experimental unit from 15 to 42 days of age. Experimental groups were included birds received levels of zero (control), 5, 10, 15 and 20 percentage of corn germ in diet. During the experiment performance traits, productive index, feed cost per kilogram of live body weight, humoral immune responses and intestinal histomorphology were evaluated. To determine the optimum level of corn germ in diet, technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) and maximizing economic profit method were applied. According to the results, optimum level of dietary corn germ inclusion based on TOPSIS and economic methods were 6.59 and 6.98 percent, respectively.

Keywords: Broiler chicken, corn germ, economic method, multiple attribute decision making.

* Corresponding author E-mail: amir3279@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت پرورش طیور، هزینه‌های خوراک است. به‌طوری‌که حدود ۷۰ درصد از هزینه پرورش به این حوزه اختصاص دارد (Leeson & Summers, 2005). در این میان ذرت و فرآورده‌های جانبی آن از جمله مهم‌ترین محصولاتی هستند که به‌منظور تأمین انرژی موردنیاز طیور استفاده می‌شوند. جرم ذرت یکی از فرآورده‌های فرعی حاصل از آسیاب مرطوب ذرت است. آسیاب مرطوب شامل خیساندن ذرت در محلول آب، گوگرد و اسید سولفوریک (به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت) با هدف شکستن هسته مرکزی دانه ذرت (corn kernel) بوده و در ادامه به کمک فرآیندهای شستن، غربال کردن، فیلتراسیون و سانتریفیوژ به تولید یک محصول اصلی (نشاسته ذرت) و چندین محصول فرعی (سبوس ذرت، خوراک گلوتن ذرت، کنجاله گلوتن ذرت، جرم ذرت و کنجاله جرم ذرت) می‌انجامد (Loy & Wright, 2003).

میانگین پروتئین خام و چربی خام جرم ذرت بر اساس ماده خشک به‌ترتیب بین ۱۰ تا ۱۶ و ۴۰ تا ۵۰ درصد بوده (Miller *et al.*, 2009) و انرژی قابل متابولیسم ظاهری آن برای جوجه‌های گوشتی بین ۳۱۰۰ تا ۵۶۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم گزارش شده است (Rochell *et al.*, 2011). بر اساس نتایج پژوهشگران، انرژی قابل متابولیسم حقیقی و قابلیت هضم اسیدهای آمینه جرم ذرت به دلیل عدم آسیب حرارتی در فرآیند تولید بالاتر از پس‌ماند خشک تقطیر الکلی ذرت (distiller's dried corn with soluble) بوده اما قابلیت دسترسی فسفر آن کمتر است (Kim *et al.*, 2008). در پژوهشی دیگر، مقدار انرژی قابل متابولیسم حقیقی تصحیح‌شده برای ازت در جرم ذرت برای جوجه‌های گوشتی در سنین ۵، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ روزگی به ترتیب ۴۰۹۳، ۴۱۷۹، ۴۲۵۱ و ۴۷۰۱ کیلوکالری در کیلوگرم گزارش شد (Lima, 2008).

با این‌که تاکنون پژوهش‌هایی درباره اثرات استفاده از کنجاله جرم ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی (Brito *et al.*, 2005) و مرغان تخم‌گذار (Brunelli *et al.*, 2010) انجام شده، کمبود تحقیقات درباره کاربرد جرم ذرت (روغن‌کشی نشده) در تغذیه طیور محسوس است. در یکی از معدود پژوهش‌های صورت گرفته درباره استفاده جرم ذرت (حاوی ۴۵ درصد روغن) در جیره جوجه‌های گوشتی گزارش شد که استفاده از ۵ تا ۱۵ درصد جرم ذرت در جیره دوره رشد و پایانی، اثر منفی بر خصوصیات لاشه نداشت (Sahib *et al.*, 2014). از سوی دیگر، در سال‌های اخیر کارخانجات فرآوری غلات در کشور توسعه یافته‌اند. در این کارخانجات روزانه بیش از ۱۰۰۰ تن دانه ذرت پالایش شده و محصولات اصلی و فرعی از آن تولید می شوند. جرم ذرت یکی از محصولات فرعی آسیاب مرطوب است که حدود ۴ درصد وزن دانه را به خود اختصاص می‌دهد (Hosseini *et al.*, 2017). بنابراین با یک محاسبه ساده، میزان جرم ذرت تولیدی کشور در سال بیش از ۱۴۰۰۰ تن خواهد بود.

امروزه استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصی (Multi attribute decision making) [MADM] مورد توجه زیادی قرار گرفته است (Momeni, 2014). براساس نظر پژوهشگران تعداد ۱۷ روش تصمیم‌گیری چند شاخصی را می‌توان بر اساس نوع و اهمیت آن‌ها و با توجه به نوع اطلاعات به‌دست‌آمده، طبقه‌بندی نمود (Hwang & Yong, 1981). از این روش‌ها برای انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین راهکار(تیمار)های مورد بررسی در پژوهش‌های علوم دامی نیز استفاده شده است (Hosseini *et al.*, 2012a; Meimandipour *et al.*, 2012). یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری در این خصوص، مدل TOPSIS Technique for Order Preference by (Similarity to Ideal Solution) است (Momeni, 2014). اساس مدل بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کم‌ترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیش‌ترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن)، داشته باشد. نقطه ایده‌آل به‌عنوان مناسب‌ترین، وزین‌ترین و قابل تصورترین نقطه، تعریف می‌شود. بهترین گزینه، نزدیک‌ترین گزینه به نقطه ایده‌آل خواهد بود (Malczewski, 1997). فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص، به‌طور یکنواخت، افزایشی یا کاهشی است. لذا در این پژوهش با تمرکز بر عملکرد، شاخص‌های

www.SID.ir

Archive of SID

اقتصادی، پاسخ‌های ایمنی، ویژگی‌های ریخت‌شناختی روده و با بهره‌گیری از مدل تصمیم‌گیری چند شاخصی و روش حداکثرسازی سود اقتصادی، سطح بهینه استفاده از جرم ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جرم ذرت مورد استفاده در این تحقیق از کارخانه فروکتوز ناب تهیه شد. این فرآورده بر اساس آنالیز انجام شده توسط شرکت تولیدکننده دارای ۹۶/۱۵ درصد ماده خشک، ۱۰/۴۵ درصد پروتئین خام، ۴۷/۵ درصد چربی خام، ۱۱ درصد فیبر خام، ۰/۰۵ درصد کلسیم و ۰/۱۸ درصد فسفر قابل دسترس بوده و مقدار اسیدهای آمینه آن به قرار ذیل بود: لیزین ۰/۵۲۸ درصد، متیونین+ سیستین ۰/۴۳۸ درصد، ترئونین ۰/۳۹۴ درصد، آرژنین ۰/۶۷۹ درصد، گلیسین ۰/۵۱۳ درصد، سرین ۰/۴۷۱ درصد، هیستیدین ۰/۳۲۴ درصد، ایزولوسین ۰/۳۵۱ درصد، لوسین ۰/۸۱۵ درصد و فنیل‌آلانین ۰/۴۲۸ درصد. مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری این ترکیب براساس معادله ارائه‌شده توسط پژوهشگران قبلی (Rochell *et al.*, 2011)، معادل ۵۵۰۰ کیلوکالری بر کیلوگرم برآورد شد.

در این آزمایش از ۷۵۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ (مخلوط نر و ماده با نسبت مساوی) با پنج تیمار، پنج تکرار و ۲۵ قطعه جوجه در هر تکرار (پن) استفاده شد. جوجه‌ها پس از ورود به سالن در ۲۵ جایگاه بستری (پن) قرار گرفته و در دو هفته اول (تا سن ۱۴ روزگی) با جیره یکسان مطابق با پیشنهادهای کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ تغذیه شدند (Aviagen, 2014). آزمایش از سن ۱۵ روزگی شروع و تا پایان دوره پرورش (۴۲ روزگی) ادامه یافت. گروه‌های آزمایشی شامل پرندگان دریافت‌کننده سطوح صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد جرم ذرت در جیره بر پایه ذرت- کنجاله سویا بود. تمامی تیمارهای خوراکی که بر اساس پیشنهادهای کاتالوگ سویه راس ۳۰۸ تنظیم شده، از نظر انرژی و پروتئین مشابه بوده و به صورت آزادانه در کل دوره در اختیار پرندگان قرار گرفتند (جدول ۱). دما، نور و رطوبت سالن در طول دوره پرورش براساس پیشنهادهای کاتالوگ سویه مورد استفاده تأمین و تنظیم شد.

در پایان هر هفته، وزن‌کشی جوجه‌های هر تکرار به‌صورت گروهی و دو ساعت بعد از قطع دان، با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰± گرم انجام گرفته و مقدار خوراک مصرفی هر تکرار نیز به‌طور هفتگی اندازه‌گیری شد. تلفات به‌صورت روزانه جمع‌آوری و توزین شد و برای محاسبه روزمرغ، ضریب تبدیل غذایی و درصد ماندگاری مورد استفاده قرار گرفت. شاخص تولید از رابطه (۱) محاسبه شد:

شاخص تولید = (۱)

۱۰۰× (سن کشتار (روز) × ضریب تبدیل غذایی (گرم/گرم) / (ماندگاری (درصد) × میانگین وزن زنده (کیلوگرم))

در پایان دوره پرورش از حاصل‌ضرب مقدار خوراک مصرفی هر گروه آزمایشی در قیمت هر کیلوگرم خوراک، هزینه خوراک مصرفی در آن گروه محاسبه شد. سپس از تقسیم این عدد به میانگین وزن زنده به دست آمده، هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده برای هر گروه آزمایشی محاسبه شد.

جهت تعیین عیار آنتی‌بادی تولیدشده علیه گلبول قرمز گوسفندی (Sheep Red Blood Cell یا SRBC)، سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفندی پنج درصد تهیه و در سنین ۲۸ و ۳۵ روزگی به سه قطعه پرنده از هر تکرار (واحد آزمایشی)، هر یک به میزان یک میلی‌لیتر از طریق عضله سینه تزریق شد. پس از گذشت هفت روز از تزریق دوم (۴۲ روزگی) نسبت به خون‌گیری و جداسازی سرم و تعیین عیار آنتی بادی اقدام شد (Peterson *et al.*, 1999).

به‌منظور شمارش گلبول‌های سفید، در پایان دوره پرورش از هر تکرار دو پرنده به طور تصادفی انتخاب و دو میلی‌لیتر خون از ورید بال گرفته شد. نمونه خون با ماده ضد انعقاد اتیلن دی آمید ترا استیک اسید (Ethylene diamine tetra acetic acid یا EDTA) که قبل از نمونه‌گیری به میزان ۰/۲ میلی‌لیتر در سرنگ‌ها موجود بود، به آرامی مخلوط شد تا لخته ایجاد نشود. سپس نمونه داخل میکروتیوب ریخته شده و برای شمارش تفریقی گلبول‌های سفید به آزمایشگاه ارسال شد (Stedman *et al.*, 2001).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب جیره‌های آزمایشی در دوره‌های مختلف پرورش

Table 1. Feed ingredients and nutrient composition of experimental diets in different period of production

	Days 15 to 28					Days 29 to 42				
	Corn germ level (g/ kg of diet)					Corn germ level (g/ kg of diet)				
	0	50	100	150	200	0	50	100	150	200
Ingredients (g/kg)										
Maize grain	536.9	518.9	462	444.5	356.6	580	535.7	528.4	440	385
Soybean meal (44% crude protein)	370	360	383	350.5	358.9	330	330	320	323.7	323
Soybean oil	53	31	16	-	-	48	34	9	10	-
Limestone	13	13	13	14	14	13	13	13	14	14
Dicalcium phosphate	13.8	13.8	13.5	13.5	13.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Common salt	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3	3	3	3	3
Bicarbonate sodium	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Vitamin-mineral premix*	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
DL- Methionine	2.5	2.5	2.2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.8
L- Lysine HCL	1	1	0.5	1.2	1	1	1	1	1	1.2
Washed sand	-	-	-	14	43.7	3.5	11.8	4.1	36.7	52
Nutrient composition (calculated)										
Metabolizable energy (kcal/kg)	3098	3093	3091	3096	3095	3109	3110	3114	3112	3112
Crude protein (%)	20.84	20.79	20.86	20.84	20.85	19.61	19.63	19.62	19.63	19.69
Digestible lysine (%)	1.14	1.13	1.16	1.14	1.14	1.05	1.06	1.05	1.08	1.08
Digestible methionine + cystine (%)	0.86	0.87	0.86	0.86	0.85	0.83	0.83	0.84	0.84	0.86
Digestible threonine (%)	0.81	0.80	0.80	0.79	0.79	0.75	0.75	0.74	0.75	0.75
Digestible arginine (%)	1.36	1.35	1.38	1.36	1.37	1.24	1.26	1.26	1.27	1.28
Digestible Isoleucine (%)	1.77	1.76	1.79	1.74	1.72	1.68	1.67	1.68	1.65	1.63
Calcium (%)	1.01	1.00	1.00	1.04	1.04	0.97	0.97	0.97	1.02	1.02
Available phosphorus (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.47	0.47	0.47	0.51	0.52
Sodium (%)	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Potassium (%)	0.89	0.92	0.96	0.92	0.94	0.82	0.84	0.85	0.86	0.88
Chlorine (%)	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23
Dietary cation anion balance (meq/kg)	242	243	254	248	251	228	229	230	234	237
Crude fiber (%)	3.77	4.21	4.79	5.07	5.49	3.58	4.04	4.50	4.88	5.31
Feed cost (toman/kg of diet)	1426	1391	1398	1354	1375	1229	1226	1187	1225	1233

* مکمل ویتامینی و معدنی مقادیر ذیل را برای هر کیلوگرم جیره تأمین نمود: ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۴۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۶۵ میلی‌گرم ویتامین E، ۵ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۱/۶ میلی‌گرم کوبالامین، ۲/۹۷ میلی‌گرم تیامین، ۷/۵ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۵۷ میلی‌گرم نیاسین، ۴/۴۵ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۰/۱۸ میلی‌گرم بیوتین، ۱/۹ میلی‌گرم اسید فولیک، ۱۷/۸ گرم اسید پانتوتنیک، ۰/۱۲۵ میلی‌گرم اِتوکسی‌کوئین، ۴۸۷/۵ میلی‌گرم کولین کلراید، ۴۰/۵ میلی‌گرم آهن (سولفات)، ۸۴ میلی‌گرم روی (سولفات)، ۱۶۰ میلی‌گرم منگنز (سولفات)، ۱/۲۶ میلی‌گرم ید (کلسیم یدات)، ۲۰ میلی‌گرم مس (سولفات) و ۰/۳۱ میلی‌گرم سلنیوم (سدیم سلنیت) بود.

* To provide vitamins and minerals per kilogram of diet: vitamin A, 10000 IU; vitamin D3,4500 IU; vitamin E, 65 mg; vitamin K_3, 5 mg; vitamin B_{12}, 1.6 mg; thiamine, 2.97 mg; riboflavin, 7.5 mg; niacin, 57 mg; pyridoxine, 4.45 mg; biotin, 0.18 mg; folic acid, 1.9 mg; pantothenic acid, 17.8 mg; ethoxyquin, 0.125 mg; choline chloride, 487.5 mg; Fe-sulfate, 40.5 mg; Zn-sulfate, 84 mg; Mn-sulfate, 160 mg; iodine (calcium iodate), 1.26 mg; Cu-sulfate, 20 mg; and selenium (sodium selenite), 0.31 mg.

برای بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناختی روده، در سن ۴۲ روزگی دو قطعه پرنده به ازای هر تکرار، ذبح و محتویات لاشه تخلیه شد. در ادامه تقریباً دو سانتی‌متر از بافت ناحیه میانی ژژنوم و ایلئوم هر یک از پرندگان ذبح شده برداشته شده و پس از شستشو و خارج کردن محتویات آن با سرنگ حاوی سرم نمکی ۰/۹ درصد، برای آزمایش بافت‌شناسی در محلول بافر فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شد. در آزمایشگاه، ویژگی‌های ریخت‌شناختی شامل: طول پرز (از نوک پرز تا محل اتصال پرز و کریپت) و عمق کریپت (از محل اتصال پرز و کریپت تا کف کریپت) اندازه‌گیری و سپس نسبت طول پرز به عمق کریپت محاسبه شد (Uni *et al.*, 2003).

برای تعیین سطح بهینه جرم ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی از روش مدیریتی TOPSIS استفاده شد (Momeni, 2014). در این روش برای انتخاب بهترین تیمار از صفاتی چون وزن انتهای دوره، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی، درصد ماندگاری، شاخص تولید، هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده، نسبت هتروفیل به لنفوسیت، تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق SRBC و نسبت طول پرز به عمق کریپت استفاده شد.

برای استفاده از این مدل، باید مراحل زیر باید طی شود:

۱- کمّی‌کردن و بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم

www.SID.ir

Archive of SID

(N): برای بی‌مقیاس‌سازی، از بی‌مقیاس‌سازی نرمال استفاده می‌شود.

۲- به‌دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون (V): ماتریس بی‌مقیاس شده (N) در ماتریس قطری وزن‌ها (w_n)، با استفاده از رابطه (۲) ضرب می‌شود:

$$V = N \times W_n \quad (۲)$$

تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی: راه حل ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به صورت زیر تعریف می‌شوند:

= راه حل ایده‌آل مثبت (V_{j+})

[بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V]

= راه حل ایده‌آل منفی (V_{j-})

[بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس V]

بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگ‌ترین و برای شاخص‌های منفی، کوچک‌ترین مقادیر بوده و بدترین برای شاخص‌های مثبت، کوچک‌ترین و برای شاخص‌های منفی، بزرگ‌ترین مقادیر هستند. به دست آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی: فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده‌آل مثبت (V_{j+}) و ایده‌آل منفی (V_{j-}) بر اساس روابط (۳) و (۴) محاسبه می‌شود.

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (۳)$$

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (۴)$$

V_{ij}= مقدار هر گزینه

V_j^+= مقدار در گزینه‌ای که حداکثر مقدار را دارد و در این گزینه مقادیر بالاتر، مطلوب‌تر است.

V_j^-= مقدار در گزینه‌ای که حداقل مقدار را دارد و در این گزینه مقادیر کمتر، مطلوب‌تر است.

d_i^+ = فاصله هر تیمار تا ایده‌آل مثبت

d_i^- = فاصله هر تیمار تا ایده‌آل منفی

نزدیکی نسبی (CL) یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل با استفاده از رابطه (۵) تعیین می‌شود:

$$CL = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (۵)$$

در رتبه‌بندی گزینه‌ها، هر گزینه‌ای که CL آن بزرگ‌ترین عدد باشد، از بقیه گزینه‌ها بهتر است. در این تحقیق، برای به دست آوردن سطح بهینه جرم ذرت، علاوه بر مقایسه امتیاز به دست آمده با مدل TOPSIS، تابعیت امتیاز مدیریتی از سطح جرم ذرت نیز محاسبه و با استفاده از مشتق‌گیری، سطح مطلوب جرم ذرت به‌دست آمد (Hosseini *et al.*, 2012b).

همچنین برای تعیین سطح بهینه با روش حداکثرسازی سود اقتصادی، تابعیت هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم افزایش وزن از درصد جرم ذرت جیره محاسبه و با مشتق‌گیری، سطح بهینه جرم ذرت در این روش نیز محاسبه شد (Cerrate & Waldroup, 2009).

نتایج و بحث

جدول ۲، ماتریس تصمیم‌گیری جهت تعیین بهترین گروه آزمایشی (تیمار خوراکی) را نشان می‌دهد. در جدول مذکور، معیار مثبت برای صفاتی که عدد بالاتر آنها مطلوب بوده و معیار منفی برای صفاتی که مقدار کمتر آنها مطلوب است، به‌کار برده شده است. همچنین برای تعیین تیمار مطلوب، به صفات اقتصادی، ضریب بالاتری داده شد. برای مثال در مورد هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده، وزن ۰/۳۰ و برای شاخص تولید که برخی صفات عملکرد نیز در آن دیده شده است، وزن ۰/۱۵ داده شد. در مورد صفات عملکرد مانند وزن انتهای دوره، خوراک مصرفی، ماندگاری و ضریب تبدل غذایی، وزن ۰/۱۰ و درمورد سایر صفات که در درجات بعدی اهمیت قرار داشته یا به‌نحوی خود را در عملکرد بروز داده بودند، وزن ۰/۰۵ لحاظ شد.

جدول ۳ نشان‌دهنده ماتریس بی‌مقیاس است. این بی‌مقیاس‌سازی به‌منظور حذف بُعد منفی و مثبت شاخص‌های کمّی مورد نظر جهت جمع‌پذیری صفات بوده و برای این کار از بی‌مقیاس‌سازی نرمال، استفاده شد. ازآنجاکه داده‌های به‌کاررفته از این جدول به بعد، با روش بی‌مقیاس‌سازی به‌دست آمده‌اند، در دامنه صفر تا یک قرار داشته و فاقد واحد هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به اهمیت نسبی شاخص‌ها، اوزان نسبی در نظر گرفته شده در جدول ۲، در مورد هر شاخص لحاظ و داده‌های به دست آمده جهت ارزیابی اوزان شاخص‌ها به روش آنتروپی، در جدول ۴ نشان داده شده است.

سپس با توجه به ماتریس تصمیم‌گیری، مثبت و منفی بودن راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی برای هر شاخص، تعیین شد (جدول ۵). در ادامه برای به‌دست‌آوردن میزان فاصله هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی، از فرمول‌های بیان شده در بخش مواد و روش‌ها استفاده شد که نتایج آن در جدول ۶ آمده است.

جدول ۷ نشان‌دهنده نزدیکی نسبی یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل است. در این جدول، هر گزینه‌ای که عدد مربوط به آن بزرگ‌تر باشد، از بقیه گزینه‌ها (تیمارها) مطلوب‌تر است. امروزه در تحقیقات علوم دامی، برای انتخاب مناسب‌ترین تیمار آزمایشی معمولاً از مقایسه میانگین‌ها استفاده می‌شود (Li *et al.*, 2019). در این روش معمولاً تنها یک صفت مورد مقایسه قرار گرفته و توانایی تصمیم‌گیری بر اساس تمامی صفات مورد بررسی وجود ندارد. درحالی‌که در علم مدیریت، امکان تصمیم‌گیری چند شاخصی (MCDM) وجود دارد. در این روش که برای تجزیه و تحلیل چند گزینه (در اینجا تیمار) به‌کار می‌رود، چند شاخص (صفت) وجود دارد که تصمیم‌گیرنده (مدیر) باید آنها را مشخص و وزن‌دهی نماید (Momeni, 2014). صفات مورد آزمایش در ارتباط با هر یک از تیمارها بررسی و نتیجه در جدول ۷ ارائه شده است. مطابق نتایج این جدول، پرندگان دریافت‌کننده ۱۰ و ۵ درصد جرم ذرت بالاترین نمره را از نظر صفات مورد بررسی در بین تیمارهای آزمایشی کسب نموده و گروه‌های شاهد، دریافت‌کننده ۱۵ و ۲۰ درصد جرم ذرت به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. نویسندگان به منبعی که بیش از این، سطح بهینه جرم ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی را بررسی کرده باشد، دست نیافتند تا مقایسه نتایج امکان‌پذیر باشد.

در این تحقیق، برای به‌دست‌آوردن سطح بهینه جرم ذرت که سبب حداکثر امتیاز مدیریتی می‌شود، علاوه بر مقایسه امتیازهای به‌دست‌آمده با مدل TOPSIS، تابعیت امتیاز مدیریتی از سطح جرم ذرت جیره برآورد شد (شکل ۱).

جدول ۲. ماتریس تصمیم‌گیری (نتایج خام حاصل از افزودن جرم ذرت به جیره در جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی)
Table 2. Decision-making matrix (Crude results of dietary inclusion of corn germ in 42 day-old broilers)

Matrix	Evaluated indices on day 42								
Corn germ level (%)	Body weight (g)	Feed intake (g)	Feed conversion ratio (g/g)	Livability (%)	Production index	feed cost per kg of body weight (toman)	Antibody titer against SRBC injection (log_2)	Heterophile to lymphocyte ratio	Villus height to crypth depth ratio
0	2520	4510	1.79	99.3	337	2120	6	0.197	8.49
5	2435	4363	1.79	99.3	321	2109	5.8	0.194	10.45
10	2459	4318	1.76	98.7	320	2055	6.4	0.161	10.53
15	2388	4396	1.84	98.7	305	2151	6.4	0.199	10.89
20	2304	4450	1.93	98.7	280	2308	6.2	0.182	9.81
Criteria type	positive	negative	negative	positive	positive	negative	positive	negative	positive
Criteria weight	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.30	0.05	0.05	0.05

جدول ۳. نرمال‌سازی داده‌های ماتریس تصمیم‌گیری به منظور بررسی سطح بهینه استفاده از جرم ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی
Table 3. Normalization the data of decision-making matrix to evaluate optimum level of dietary corn germ inclusion in broiler chickens

Matrix	Evaluated indices on day 42								
Corn germ level (%)	Body weight (g)	Feed intake (g)	Feed conversion ratio (g/g)	Livability (%)	Production index	feed cost per kg of body weight (toman)	Antibody titer against SRBC injection (log_2)	Heterophile to lymphocyte ratio	Villus height to crypth depth ratio
0	0.4653	0.4576	0.4391	0.4488	0.4812	0.4409	0.4353	0.4708	0.3771
5	0.4496	0.4427	0.4391	0.4488	0.4584	0.4386	0.4208	0.4636	0.4641
10	0.454	0.4381	0.4318	0.4461	0.4569	0.4274	0.4643	0.3848	0.4677
15	0.4409	0.446	0.4514	0.4461	0.4355	0.4474	0.4643	0.4756	0.4836
20	0.4254	0.4515	0.4735	0.4461	0.3998	0.48	0.4498	0.435	0.4357

جدول ۴. وزن‌دهی به داده‌های ماتریس نرمال شده به‌منظور بررسی سطح بهینه استفاده از جرم ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی
Table 4. weighting the data of normalized decision-making matrix to evaluate optimum level of dietary corn germ inclusion in broiler chickens

Matrix	Evaluated indices on day 42								
Corn germ level (%)	Body weight (g)	Feed intake (g)	Feed conversion ratio (g/g)	Livability (%)	Production index	feed cost per kg of body weight (toman)	Antibody titer against SRBC injection (log_2)	Heterophile to lymphocyte ratio	Villus height to crypth depth ratio
0	0.0465	0.0458	0.0439	0.0449	0.0722	0.1323	0.0218	0.0235	0.0189
5	0.045	0.0443	0.0439	0.0449	0.0688	0.1316	0.021	0.0232	0.0232
10	0.0454	0.0438	0.0432	0.0446	0.0685	0.1282	0.0232	0.0192	0.0234
15	0.0441	0.0446	0.0451	0.0446	0.0653	0.1342	0.0232	0.0238	0.0242
20	0.0425	0.0451	0.0473	0.0446	0.06	0.144	0.0225	0.0217	0.0218

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. تعیین راه حل ایده‌آل مثبت و منفی به منظور بررسی سطح بهینه استفاده از جرم ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی

Table 5. Determination of positive and negative ideal solutions to evaluate optimum level of dietary corn germ inclusion in broiler chickens

Best solution	Body weight (g)	Feed intake (g)	Feed conversion ratio (g/g)	Livability (%)	Production index	feed cost per kg of body weight (toman)	Antibody titer against SRBC injection (log_2)	Heterophile to lymphocyte ratio	Villus height to crypth depth ratio
Positive ideal	0.0465	0.0458	0.0439	0.0449	0.0722	0.1323	0.0218	0.0235	0.0189
Negative ideal	0.0450	0.0443	0.0439	0.0449	0.0688	0.1316	0.021	0.0232	0.0232

جدول ۶. تعیین اندازه فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی به‌منظور بررسی سطح بهینه افزودن جرم ذرت به جیره جوجه‌های گوشتی

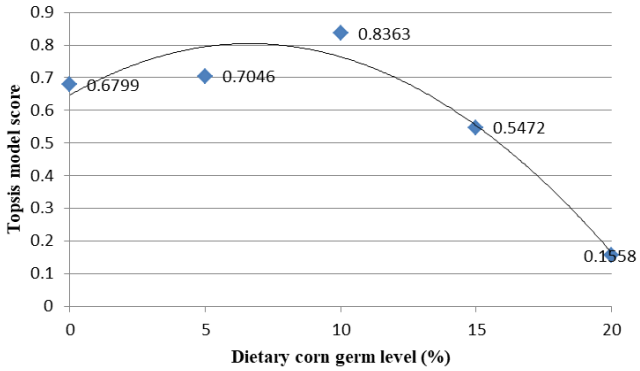
Table 6. Determination the distance between the values and positive and negative ideal solutions to evaluate optimum level of dietary corn germ inclusion in broiler chickens

Distance	Positive (+)	Negative (-)
Diet without corn germ (control)	0.0084	0.0177
Diet contained 5% corn germ	0.0069	0.0164
Diet contained 10% corn germ	0.0039	0.0199
Diet contained 15% corn germ	0.0107	0.0129
Diet contained 20% corn germ	0.0211	0.0039

جدول ۷. محاسبه ضریب نزدیکی به راه حل ایده‌آل مثبت و منفی و رتبه‌بندی تیمارها به‌منظور بررسی سطح بهینه افزودن جرم ذرت به جیره جوجه‌های گوشتی

Table 7. calculation the closeness coefficient to positive and negative ideal solutions and ranking the treatments to evaluate optimum level of dietary corn germ inclusion in broiler chickens

Results	Closeness coefficient
Diet contained 10% corn germ	0.8363
Diet contained 5% corn germ	0.7046
Diet without corn germ (control)	0.6799
Diet contained 15% corn germ	0.5472
Diet contained 20% corn germ	0.1558



شکل ۱. تابعیت امتیاز مدل TOPSIS از سطح جرم ذرت جیره

Figure 1. Dependence of TOPSIS model score form dietary corn germ level

معادله نمودار ۱:

$y_{TOPSIS} = -۰/۰۰۳۶ x^2 + ۰/۰۴۷۵ x + ۰/۶۴۶۹$

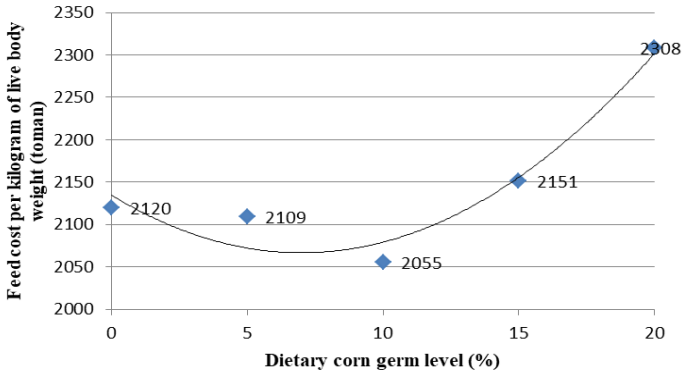
$R^2 = ۰/۹۴۶$

اگر از معادله فوق مشتق‌گیری نماییم، حاصل $x = ۶/۵۹$ است، در نتیجه مقدار بهینه استفاده از جرم ذرت در جیره برای کسب حداکثر امتیاز مدیریتی ۶/۵۹ درصد خواهد بود.

هزینه خوراک در صنعت طیور برای بررسی شرایط اقتصادی پرورش تعیین‌کننده است، لذا تعیین سطح مطلوب مواد خوراکی در جیره بدون توجه به در نظر گرفتن هزینه یا سود اقتصادی آن معقول نیست. گاهی اوقات افزایش تولید حاصل از مصرف یک واحد بیشتر از یک ماده، هزینه‌های ناشی از افزایش سطح آن در جیره را جبران نمی‌کند (Hosseini *et al.*, 2012b). در این آزمایش، برای به‌دست‌آوردن سطح بهینه جرم ذرت که سبب کسب حداکثر سود اقتصادی می‌شود، تابعیت شاخص هزینه خوراک به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده از سطح جرم ذرت جیره برآورد شد (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. تابعیت هزینه خوراک به ازای هر کیلوگرم وزن زنده از سطح جرم ذرت جیره

Figure 2. dependence of feed cost per kilogram of live body weight form dietary corn germ level

معادله نمودار :۲

y_{cost} =۱/۳۸۸۸ x^2 – ۱۹/۴۱۱ x + ۲۱۳۴/۴

R^2 = ۰/۹۳۹

اگر از معادله فوق مشتق‌گیری نماییم، حاصل x = ۶/۹۸ است، در نتیجه مقدار بهینه استفاده از جرم ذرت در جیره برای رسیدن به کمترین هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده ۶/۹۸ درصد خواهد بود.

نتیجه‌گیری

استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصی می‌تواند روش مفیدی برای تعیین سطح بهینه مواد خوراکی در جیره طیور باشد. سطح بهینه استفاده از جرم ذرت در جیره جوجه‌های گوشتی با روش مدیریت تصمیم‌گیری چند شاخصی (مدل TOPSIS) و روش حداکثرسازی سود اقتصادی به‌ترتیب ۶/۵۹ و ۶/۹۸ درصد برآورد شد. پیشنهاد می‌شود از این ماده خوراکی در جیره دوره رشد و پایانی جوجه‌های گوشتی در سطح ۶/۵ تا ۷ درصد استفاده شود.

REFERENCES

1. Aviagen. (2014). *Nutrition Specifications: ROSS 308 Broiler*. Aviagen Ltd., Newbridge, UK.
2. Brito, A. B., Stringhini, J. H., Cruz, C. P., Xavier, S. A. G., Leandro, N. S. M. & Cafe, M. B. (2005). Effects of corn germ meal on broiler performance and carcass yield. *Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science*, 57(2), 241-249.
3. Brunelli, S. R., Pinheiro, J. W., Fonseca, N. A. N., Oba A. & da Silva, C. A. (2010). Defatted corn germ meal in diets for laying hens from 28 to 44 weeks of age. *Brazilian Journal of Animal Science*, 39(5), 1068-1073.
4. Cerrate, S. & Waldroup, P. (2009). Maximum Profit Feed Formulation of Broilers: 2. Comparison among Different Nutritional Models. *International Journal of Poultry Science*, 8(3), 216-228.
5. Hosseini, S. A., Mahdavi, A., Lotfollahian, H., Mohiti-Asli, M., Rezapourian, E., Meimandipour, A. & Alemi, F. (2012a). Determination of energy equivalent value of Natuzyme P in corn and soybean based diet by multi attribute decision making. In: proceeding of *the 1st International Conference on Animal Nutrition and Environment.* Khon Kaen, Thailand, p. 799-802.
6. Hosseini, S. A., Nadalian, M., Hosseini, S. H., Shamaei, S. & Soleimani, M. R. (2017). *Corn and its wet- milling by-products in human and livestock nutrition*. (1st ed.). Kaj-e-Talaei Publications, Qom, Iran. (in Farsi)
7. Hosseini, S. A., Zaghari, M., Lotfollahian, H., Shivazad, M. & Morravej, H. (2012b). Optimization of Methionine Level in Broiler Breeder Diets, Using of Maximized Economic Profit and Multi-Criteria Decision Making Methods. *Iranian Journal of Animal Science*, 42(4), 329-336. (in Farsi)
8. Hwang, C. L. & Yoon, K. (1981). *Multi Attribute Decision Making: Methods and Applications.* (1st ed.). Springer-Verlag, Berlin, Germany.
9. Kim, E. J., Amezcua, C. M., Utterback, P. L. & Parsons, C. M. (2008). Phosphorus bioavailability, true metabolizable energy, and amino acid digestibilities of high protein corn distillers dried grains and dehydrated corn germ. *Poultry Science*, 87(4), 700-705.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Leeson, S. & Summers, J. D. (2005). *Commercial Poultry Nutrition*. (3rd ed.). Nottingham University Press, Nottingham.
11. Li, J. Y., Liu, W., Ma, R. Y., Li, Y., Liu, Y., Qi, R. R. & Zhan, K. (2019). Effects of cage size on growth performance, blood biochemistry, and antibody response in layer breeder males during rearing stage. *Poultry Science*, Retrieved January 10, 2009. From: http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez102
12. Lima, R. B. (2008). *Nutritional assessment of corn grinding byproducts for broilers*. Master of Science Dissertation. Federal Rural University of Pernambuco, Recife, Brazil.
13. Lopez, N., Claudio, F., Chicco, Y. & Godoy, S. (2003). Nutritive value of bran and defatted corn germ meal in swine feeding. *Zootecnia Tropical*, 21(3), 219-235.
14. Loy, D. D. & Wright, K. N. (2003). Nutritional properties and feeding value of corn and its by-products. In: P. J. White & L. A. Johnson (Eds.) *Corn Chemistry and Technology*. (pp. 571-603). American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA.
15. Malczewski, J. (1997). Propagation of errors in multicriteria location analysis: a case study, In: G. Fandel, & T. Gal (Eds.) *Multiple Criteria Decision Making*. (pp. 154-155) Springer-Verlag, Berlin, Germany.
16. Meimandipour, A., Hosseini, S. A., Lotfollahian, H., Hosseini, S. J., Hosseini, S. H. & Sadeghipanah, H. (2012). Multi attribute decision-making: use of scoring methods to compare the performance of laying hen fed with different levels of yeast. *Italian Journal of Animal Science*, 11(1), 82-86.
17. Miller, W. F., Shirley, J. E., Titgemeyer, E. C. & Brouk, M. J. (2009). Comparison of full-fat corn germ, whole cottonseed, and tallow as fat sources for lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92 (7), 3386-3391.
18. Momeni, M. (2014). *New Topics in Operations Research*. (6th ed.). Moallef Publications, Tehran, Iran. (in Farsi)
19. Peterson, A. L., Qureshi, M. A., Ferket, P. R. & Fuller, J. C. Jr. (1999). Enhancement of cellular and humoral immunity in young broilers by the dietary supplementation of β-hydroxy- β-methylbutyrate. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 21(2), 307-330.
20. Rochell, S. J., Kerr, B. J. & Dozier, W. A. (2011.) Energy determination of corn co-products fed to broiler chicks from 15 to 24 days of age, and use of composition analysis to predict nitrogen-corrected apparent metabolizable energy. *Poultry Science*, 90(9), 1999-2007.
21. Sahib, L., Purushothaman, M. R. & Chandrasekaran, D. (2014). Effect of dietary inclusion of full fat maize germ on carcass characteristics of broilers. *Indian Journal of Animal Science*, 84(7), 779-782.
22. Stedman, N. L., Brown, T. P., Brooks, R. L. & Bounous, D. I. (2001). Heterophil function and resistance to staphylococcal challenge in broiler chickens naturally infected with avian leucosis virus subgroup. *Journal of Veterinary Pathology*, 38, 519-527.
23. Uni, Z., Smirnov, A. & Sklan, D. (2003) Pre- and posthatch development of goblet cells in the broiler small intestine: Effect of delayed access to feed. *Poultry Science*, 82(2), 320-327.

www.SID.ir