نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، ص. ۲۱۵-۲۰۹

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 4, No. 3, Fall 2012, p. 209-215

تعیین شاخص های آزمایشگاهی کیفیت دانه های سویای پرچرب اکسترود شده در سه دما و همبستگی آنها با عملکرد رشد جوجه های گوشتی

سیدعلی میرقلنج[1*]- ابوالقاسم گلیان[2]- حسن کرمانشاهی[3]

تاریخ دریافت:۹۰/۱۱/۲۶
تاریخ پذیرش:۹۱/۳/۷

چکیده

به منظور تعیین شاخص های آزمایشگاهی کیفیت دانه های سویای پرچرب اکسترود شده در سه دمای ۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد و ارزیابی همبستگی آنها با عملکرد رشد جوجه های گوشتی، دو آزمایش طراحی گردید. در آزمایش بیولوژیکی، تعداد ۱۴۴ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه به ۱۲ گروه شامل ۳ تیمار در ۴ تکرار ۱۲ قطعه ای، تقسیم شدند و از روز صفر تا ۲۱ روزگی دانه های سویای اکسترود شده در سه دما به میزان ۱۵ درصد جایگزین بخشی از جیره های آغازین و رشد جوجه ها گردید. عملکرد رشد جوجه ها از صفر تا ۲۱ روزگی، تحت تاثیر دمای اکستروژن دانه های سویا قرار نگرفت. برای تعیین شاخص های کیفی آزمایشگاهی نیز، میزان شاخص اوره برای نمونه های اکسترود شده در دماهای ۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد، به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۰۹ و ۰/۰۵ بدست آمد که میزان ضریب همبستگی این شاخص با افزایش وزن جوجه ها ۸۸ و با ضریب تبدیل غذایی ۸۵ درصد بود. شاخص حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم نمونه ها به ترتیب۸۰/۲، ۷۸/۱ و ۷۲/۴ درصد بدست آمد که ضریب همبستگی آن با افزایش وزن جوجه ها ۸۱ و با ضریب تبدیل غذایی ۸۸ درصد بود. شاخص تفرق پروتئین نمونه ها نیز به ترتیب ۲۱/۵، ۲۰/۸ و ۱۶/۵درصد بدست آمد که ضریب همبستگی این شاخص نیزبا افزایش وزن جوجه ها ۹۲ و با ضریب تبدیل غذایی ۸۹ درصد بود. نتیجه گیری کلی این بود که شاخص های آزمایشگاهی کیفیت برای دانه های سویای پرچرب اکسترود شده درمحدوده بین ۱۴۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد، در دامنه قابل قبول جهت تغذیه جوجه‌های گوشتی بود. همچنین در میان شاخص های آزمایشگاهی، شاخص تفرق پروتئین نسبت به شاخص های دیگر، ضریب همبستگی بالاتری با عملکرد رشد جوجه ها نشان داد و به عنوان بهترین شاخص آزمایشگاهی برای پیش بینی رشد جوجه های تغذیه شده با دانه های سویای اکسترود شده گزارش گردید.

واژه های کلیدی :دانه سویای پرچرب، دمای اکستروژن، شاخص های آزمایشگاهی، جوجه های گوشتی، عملکرد رشد

مقدمه

دانه سویای پرچرب، به دلیل پروتئین خام بالا با اسیدهای آمینه ضروری و همچنین روغن بالا و اسیدهای چرب ضروری موردنیاز طیور، به عنوان یک ماده خوراکی با ارزش در جیره غذایی جوجه های گوشتی استفاده می‌شود. دانه سویای خام به دلیل اینکه حاوی مواد ضدمغذی متنوعی مانند بازدارنده های تریپسین، لکتین ها، ساپونین ها و غیره می‌باشد، باعث کاهش رشد طیور می شود، بنابراین استفاده آن در جیره طیور، خصوصا طیور جوان محدود بوده (۹) و بایستی تحت فرآوری حرارتی قرار گیرد. یکی از فرآیندهای حرارتی موثر دانه سویا، اکستروژن مرطوب می‌باشد در این فرآیند دانه های سویا بوسیله سیستم تغذیه مارپیچی به صورت یکنواخت وارد کاندیشنر می‌شود و سپس با بخار داغ، مرطوب و گرم شده و داخل اکسترودر، باحرکت چرخشی مارپیچ درون سیلندر به سمت جلو حرکت می‌کنند. به وسیله این روش، دانه ها تحت افزایش پیوسته فشار، فرآوری، اکسترود و پخته می‌شوند. کنترل دما و مدت زمان اعمال آن بسیار مهم بوده و باید بین غیرفعال شدن مواد ضدمغذی سویا و حفظ قابلیت فراهمی بالای اسیدهای آمینه دانه تعادل مناسبی برقرار باشد زیرا ایجاد واکنش میلارد در دمای بالا باعث کاهش قابلیت فراهمی اسیدهای آمینه ضروری سویا و کاهش رشد می گردد (۷). روش های بیولوژیکی تعیین کیفیت فرآوری سویا زمان بر و پرهزینه می باشد بنابراین روش های مختلف کاربردی و قابل اعتمادی جهت تعیین کیفیت سویای فرآوری شده در شرایط آزمایشگاهی پیشنهاد شده است

۱،۲و۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: a_mirghelenj@yahoo.com)

که در میان آنها آزمایشات شاخص فعالیت اوره‌آز، حلالیت‌پروتئین در هیدروکسیدپتاسیم و شاخص تفرق پروتئین مطمئن تر و رایجتر از بقیه روش‌ها می باشند (۱۰). آزمون فعالیت اوره‌آز یکی از روش های مطمئن برای تعیین کیفیت سویای حرارت دیده می‌باشد. در واقع در این روش، فعالیت بازدارنده تریپسین در سویا بطور غیر مستقیم اندازه‌گیری می شود. فعالیت بازدارنده تریپسین مشابه آنزیم اوره آز به حرارت حساس می‌باشد و می‌تواند در حرارت های بالا غیرفعال شود. این تست که میزان تغییرات pH حاصل از تبدیل اوره به آمونیاک را نشان می‌دهد، شاخصه ای غیرمستقیم برای ارزیابی سطح بازدارنده‌های تریپسین و سایر ضدمغذی ها در سویا بعد از فرآوری است. شاخص فعالیت اوره آز در سویایی که خوب فرآوری شده باشد بین ۰/۰۵ و ۰/۲ می‌باشد و شاخص فعالیت اوره آز بیش از ۰/۲ می تواند رشد جوجه ها را تحت تاثیر قرار دهد (۱۸). اوره آز تنها برای تشخیص سویایی استفاده می‌شودکه حرارت ناکافی دیده باشد ولی برای دانه هایی که بیش از حد حرارت دیده اند، مناسب نیست. برای تشخیص اینکه دانه سویا بیش از حد حرارت دیده یا نه، روش های مناسبی وجود دارند یکی از آنها، حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم است. میزان حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم، برای تشخیص دانه های سویای بیش از حد حرارت دیده بکار می‌رود. این تست بر اساس حلالیت پروتئین های سویا در یک محلول رقیق شده هیدروکسید پتاسیم است که با افزایش حرارت، مقدار این شاخص کاهش می یابد. میزان حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم ۷۰ الی ۸۵ درصد نشانگر فرآوری خوب دانه های سویای اکسترود شده می باشد وشاخص پایین تر از ۷۰ درصد نشانگر حرارت بیش ازحد دانه سویا می باشد که باعث کاهش رشدجوجه ها می گردد (۲). یکی دیگراز روش های ارزیابی سویای فرآوری شده، شاخص تفرق پروتئین است که براساس حلالیت پروتئین های سویا در آب است که نمونه هایی از سویا در آب با دور بالامخلوط شده و در نهایت، میزان پروتئین محلول تعیین می شود. نتایج تحقیقات نشان می دهد که شاخص تفرق پروتئین بین ۱۵ الی ۳۰ درصد، بیانگر حرارت مناسب دانه سویای فرآوری شده می باشد (۹). تحقیقات محدودی جهت ارزیابی همبستگی بین شاخص‌های آزمایشگاهی دانه‌های سویای حرارت دیده و عملکرد رشد جوجه ها انجام گرفته بود (۴) بنابراین ارزیابی همبستگی بین شاخص‌های آزمایشگاهی دانه‌های سویای اکسترود شده و عملکرد رشد جوجه ها ضروری به نظر می‌رسید. این پژوهش به منظور تعیین کیفیت نمونه دانه های سویای اکسترود شده در سه دمای مختلف با روش آزمایشگاهی و تعیین میزان همبستگی آنها با عملکرد رشدجوجه ها انجام شده است.

مواد و روش ها

اکستروژن دانه های کامل سویا

دانه های کامل سویا از یک محموله یکنواخت تهیه و در یک خط اکسترودر تک مارپیچه (محصول شرکت یماک، ترکیه) در کارخانه خوراک دام و طیور صالح کاشمر در سه دمای۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ ثانیه اکسترود مرطوب شدند. از هر یک از نمونه ها، تعداد ۴ زیر نمونه تهیه و برای ارزیابی کیفیت به آزمایشگاه منتقل شدند.

آزمایش بیولوژیکی

این آزمایش با ۱۴۴ قطعه جوجه گوشتی یک روزه نژاد راس ۳۰۸ (میانگین وزن اولیه ۴۲ گرم) در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تیمار و ۴ تکرار و ۱۲ جوجه در هر تکرار انجام شد. دانه سویای اکسترود شده در سه دمای ۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد در قالب سه تیمار، به مقدار ۱۵ درصد در جیره های آغازین و رشد جوجه های گوشتی از روز صفر تا ۲۱ روزگی استفاده شدند. جیره های آزمایشی نیز با توجه به جداول احتیاجات راس ۳۰۸ برای جوجه های گوشتی راس ۳۰۸ با انرژی و پروتئین مشابه فرموله شدند (جدول ۱). در طول دوره پرورش، یک دانخوری آویز و یک آبخوری در هرپن قرار داده شد و پرندگان در تمام طول دوره آزمایش به آب و غذا دسترسی آزاد داشتند. روشنایی سالن ۲۴ ساعته بود و دمای اولیه سالن نیز ۳۲ درجه سانتیگراد بودکه بر اساس راهنمای شرکت راس دمای سالن طی روزهای بعدی کاهش یافت. میانگین مصرف خوراک روزانه، اضافه وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی برای هر گروه از جوجه ها از روز اول تا ۲۱ روزگی، برای هر هفته محاسبه و بصورت کل دوره گزارش شد. تلفات روزانه وزن شد و برای تصحیح ضریب تبدیل غذایی مورد استفاده قرار گرفت.

شاخص فعالیت اوره آز

برای این منظور، ابتدا محلول های بافر اوره و بافر فسفات تهیه می‌گردد. در ابتدا برای تهیه محلول بافر فسفات، ۳/۴۰۳ گرم از فسفات پتاسیم تک ظرفیتی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۴/۳۵۵ گرم نیز از فسفات پتاسیم دو ظرفیتی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل گردید و سپس این دو محلول با هم مخلوط شده و به حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد تا pH در عدد ۷/۰۰ ثابت شود. برای تهیه محلول بافر اوره نیز، ۱۵ گرم از اوره خالص در ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول بافر فسفات حل شد و pH محلول بافر اوره نیز با یک اسید یا باز قوی در عدد ۷/۰۰ ثابت گردید. بعداز تهیه محلول‌های بافر، ۰/۲ گرم (±۰/۰۰۱) از دانه های سویای اکسترود شده (با ۴ تکرار) به داخل

لوله تست (test tube) ریخته و ۱۰ میلی لیتر از محلول بافر اوره به آن اضافه گردید. این محلول به نام نمونه تست یا (tets sample) شناخته می‌شود. بعد از ۵ دقیقه، ۰/۲ گرم (±۰/۰۰۱) از دانه های سویای اکسترود شده (با ۴ تکرار) به داخل لوله دیگری به لوله خالی (blank tube) ریخته و۱۰ میلی لیتر از محلول بافرفسفات به آن اضافه شد این محلول نیز به نام نمونه خالی (blank sample) شناخته می شود. این محلول ها، به مدت ۳۰ دقیقه در بن ماری (۳۰ درجه سانتیگراد) قرار داده شدند. بعد از ۳۰ دقیقه لوله ها از بن ماری درآورده شده و خوب به هم زده شدند. اختلاف بین pH محلول بافر فسفات و pH محلول بافر اوره اندازه گیری شد و به عنوان شاخص فعالیت اوره آزمحاسبه گردید (۱).

شاخص حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم

در این‌آزمایش، ۱/۵ گرم (±۰/۰۰۱) از دانه سویای اکسترود شده (در ۴ تکرار) به ۷۵ میلی لیتر محلول ۰/۲ درصد هیدروکسید پتاسیم افزوده و برای ۲۰ دقیقه در دمای ۲۲درجه سانتی‌گراد به آرامی تکان داده شد. پس از ۲۰ دقیقه، حدود ۵۰ میلی‌لیتر از محلول داخل لوله‌های سانتریفوژ انتقال یافت. ترکیب فوق به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۲۵۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. بعد از این مرحله، ۱۵ میلی‌لیتر از این مایع فیلترشده و نیتروژن این مایع (معرف پروتئین محلول) از طریق روش کجلدال تعیین و در ۶/۲۵ ضرب شد تا میزان پروتئین خام بدست آید. میزان پروتئین خام نمونه سویای اولیه نیز از طریق روش کجلدال بدست آورده و حاصل تقسیم پروتئین خام نمونه سویای ترکیب شده با هیدروکسیدپتاسیم به پروتئین خام سویای اولیه، به عنوان شاخص حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم گزارش شد (۲).

شاخص تفرق پروتئین

در این آزمایش، ۸ گرم (±۰/۰۰۱) از نمونه های سویای اکسترود شده (۴ تکرار) در ۱۵۰ میلی لیتر آب مخلوط شده و به اندازه ۱۰ دقیقه با دور بالای مخلوط کن (۸۵۰۰ دور در دقیقه) مخلوط شدند. بعد از این مرحله، مایع فوقانی موجود در بشر فیلترشده و نیتروژن این مایع (معرف پروتئین محلول) از طریق روش کجلدال تعیین و در ۶/۲۵ ضرب شد تا میزان پروتئین خام بدست آید. میزان پروتئین خام نمونه سویای اولیه را نیز از طریق روش کجلدال بدست آورده و از تقسیم پروتئین خام محلول فیلتر شده به پروتئین خام دانه سویای اولیه، شاخص تفرق پروتئین به دست آمد (۱).

تجزیه و تحلیل آماری

تمام داده های آزمایش توسط نرم افزارآماری SAS (۱۴) تجزیه واریانس (ANOVA) شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای تعیین تفاوت های معنی دار بین میانگین تیمارها از آزمون توکی استفاده شد (P<۰/۰۵). داده های عملکرد همچنین با استفاده از نرم افزار SAS (۲۰۰۸) مورد آنالیز ارتوگونال پلی نومیال نیز قرار گرفتند و روند خطی متغیرها با افزایش دمای اکستروژن مورد بررسی قرار گرفت. همچنین ضریب همبستگی بین داده های شاخص های کیفی و عملکرد رشد نیز توسط نرم افزار SAS (۱۴) محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج اثرات استفاده از ۱۵ درصد دانه سویای اکسترود شده در سه دمای ۱۴۵، ۱۵۵ و۱۶۵ درجه سانتیگراد بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی در طول دوره آزمایشی (صفر الی۲۱ روزگی) در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی جوجه ها در طول دوره (صفر تا ۲۱ روزگی) تحت تاثیر دمای اکستروژن دانه سویا قرار نگرفت (P>0.05). تجزیه ارتوگونال پلی نومیال داده ها نیز نشان داد روند خطی معنی داری بین داده ها با افزایش دمای اکستروژن دانه های سویا وجود ندارد. این نتایج مشابه نتایج وانگ و همکارانش (۱۸) بودکه نشان دادند دانه سویای پرچرب اکسترود شده، تا سطح ۱۵ درصد اثر منفی معنی داری بر عملکرد رشد جوجه ها تا ۲۱روزگی نداشت. روش های بیولوژیکی تعیین کیفیت فرآوری سویا زمان بر و پرهزینه می باشد بنابراین روش های مختلف کاربردی و قابل اعتمادی جهت تعیین کیفیت سویای فرآوری شده در شرایط آزمایشگاهی پیشنهاد شده است (۱۰) که در میان آنها آزمایشات شاخص فعالیت اوره‌آز، شاخص حلالیت‌پروتئین در هیدروکسیدپتاسیم و شاخص تفرق پروتئین مطمئن تر و رایجتر از بقیه روش‌ها می‌باشند که ضریب همبستگی بالای آنها با عملکرد رشد جوجه ها، می‌تواند اعتبار آنها را نشان دهد. میانگین شاخص‌های کیفیت دانه های سویای اکسترود شده در سه دمای ۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد در جدول ۳ و میزان همبستگی آنها با عملکرد رشد جوجه ها در جدول ۴ نشان داده شده است. رایت (۱۸) گزارش کرد که شاخص فعالیت اوره آز در سویایی که خوب فرآوری شده باشد بین ۰/۰۵ و ۰/۲ می‌باشد. میانگین این شاخص در این پژوهش، برای دانه‌های سویایی که به مدت ۱۵ ثانیه در دماهای ۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد اکسترود شده بودند، به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۰۹ و ۰/۰۵ بدست آمد که رقمی کمتر از ۰/۲ گزارش شده توسط رایت (۱۸) می باشد. رایت، همبستگی خوبی بین شاخص اوره آز و رشد جوجه ها گزارش کرد که مشابه نتایج آزمایش ما می‌باشدکه همبستگی نسبتا خوبی بین شاخص اوره آز با افزایش وزن (۸۸ درصد) و ضریب تبدیل غذایی (۸۵ درصد) جوجه ها نشان داد. اگرچه نتایج عملکرد رشد، تفاوت معنی داری بین جوجه هایی که از ۱۵ درصد دانه سویای اکسترود شده در سه دمای مختلف استفاده کرده بودند، نشان نداد (P>0/05) ولی شاخص اوره آز در دانه های سویایی که در دمای

۱۶۵ درجه سانتیگراد اکسترود شده بودند بیشتر از دماهای ۱۴۵ و ۱۵۵ درجه سانتیگراد بود وبین میانگین شاخص اوره آز در دانه های سویایی که در دمای ۱۴۵ و ۱۵۵ درجه سانتیگراد اکسترود شده بودند، تفاوت معنی داری وجود نداشت (P>0/05). پریلا و همکارانش (۱۳) نمونه‌هایی از دانه سویا را در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ ثانیه اکسترود کردند و نشان داد که شاخص فعالیت اوره آز از میانگین ۲/۰۳ در سویای خام به ۰/۰۵ در سویای اکسترود شده رسید. در آزمایش دیگری نیز (۱۲)، محققان نمونه هایی از دانه سویا را در۵ دمای ۱۱۵، ۱۲۵، ۱۳۵، ۱۴۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد اکسترود کردند و شاخص فعالیت اوره آز را در آنها به ترتیب ۲/۱۶، ۰/۴۳، ۰/۰۷۳، ۰/۰۳۰ و ۰/۰۲۸ گزارش کردند. نتایج نشان می دهد که شاخص فعالیت اوره آز در پژوهش حاضر و آزمایش پالیک تفاوت اندکی دارد و این تفاوت های جزئی به دلیل تفاوت ها در مدت زمان اکستروژن، واریته سویا و یا شرایط و خطا های آزمایشگاه می‌باشد. لیسون و آته (۸) نمونه هایی از دانه سویا را در دماهای ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه سانتیگراد اکسترود کردند و نشان دادند که دماهای مذکور تا ۱۴۰ درجه، نتوانست غلظت بازدارنده تریپسین را به حد قابل قبول (۴ میلی گرم بر گرم) برساند و رشد جوجه ها نیز در سطح ۲۰ درصد دانه سویای حرارت دیده، تحت تاثیر قرار گرفت. کلارک و وایزمن (۵) نمونه های سویا را در دماهای ۹۰، ۱۱۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ درجه سانتیگراد اکسترود کردند و نشان دادند که میزان بازدارنده تریپسین در دانه‌هایی که در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد اکسترود شده بودند به حد قابل قبول رسید. وارگا ویسی و همکاران (۱۶) گزارش کردند که اگرچه دمای اکستروژن ۱۸۰ درجه سانتیگراد می تواند شاخص فعالیت اوره آز را به حد مجاز برساند ولی برای رساندن غلظت بازدارنده تریپسین در سویا به حد قابل قبول (۴ میلیگرم بر گرم) باید تا دمای ۲۲۰ درجه سانتیگراد حرارت دیده باشد. شاخص اوره آز تنها برای تشخیص سویایی استفاده می‌شودکه حرارت ناکافی دیده است ولی برای دانه هایی که بیش از حد حرارت دیده اند مناسب نیست (۱۱)، به دلیل اینکه حرارت بیش از حد باعث کاهش قابلیت فراهمی برخی از اسیدهای آمینه خصوصا لایزین توسط واکنش میلارد می شود (۶). برای تشخیص اینکه دانه سویا بیش از حد حرارت دیده یا نه، روش‌های مناسبی وجود دارد که یکی از آنها، حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم است. این تست بر اساس حلالیت پروتئین های سویا در یک محلول رقیق شده هیدروکسید پتاسیم است که با افزایش حرارت فرآوری، مقدار این شاخص نیز افزایش می یابد. در حالت عادی فرض بر این است که حلالیت پروتئین سویای خام در حدود ۱۰۰ درصد است ولی در سویایی که حرارت دیده و رنگ آن متمایل به قهوه‌ای تیره می شود به حدود ۳۰ الی ۴۰ درصد می‌رسد یعنی با افزایش حرارت، حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم کاهش می‌یابد. انجمن تولیدکنندگان سویا (۱۵) پیشنهاد می‌کند که میزان قابل قبول حلالیت پروتئین سویای فرآوری شده در هیدروکسیدپتاسیم باید بین ۷۴ و ۷۸ درصد باشد ولی آرابا و دیل (۲) گزارش کردند که میزان حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم ۷۰ الی ۸۵ درصد نشانگر فرآوری خوب دانه های سویا ست و حلالیت پروتئین کمتر از ۷۰ درصد می تواند رشد جوجه ها را کاهش دهد. پریلا و همکاران (۱۳) نمونه هایی از دانه سویا را در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ ثانیه اکسترود کردند و نشان دادند که حلالیت پروتئین سویا در هیدروکسیدپتاسیم از ۹۰ درصد در سویای خام به ۶۷ درصد در سویای اکسترود شده رسید. در این پژوهش، میزان حلالیت پروتئین در هیدروکسیدپتاسیم دانه سویای اکسترود شده در دماهای ۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد به ترتیب ۸۰/۱۷، ۷۸/۱۲ و ۷۲/۴۱ درصد بدست آمدکه در محدوده یک فرآوری مناسب گزارش شده توسط آرابا و دیل (۲) می‌باشد اگرچه مقدار ۷۲/۴۱ درصد کمتر از میزان ۷۴ درصد گزارش شده توسط انجمن تولیدکنندگان سویا (۱۵) می‌باشد. همبستگی نسبتا خوبی نیز بین میزان حلالیت پروتئین در هیدروکسیدپتاسیم با افزایش وزن (۸۱ درصد) و ضریب تبدیل غذایی (۸۸ درصد) جوجه ها وجود داشت. تجزیه آماری داده های حلالیت پروتئین در هیدروکسیدپتاسیم نیز نشان داد که تفاوت معنی داری بین میانگین حلالیت پروتئین در هیدروکسیدپتاسیم در دانه های سویایی که در دمای ۱۴۵ و ۱۵۵ درجه سانتیگراد اکسترود شده بودند، وجود نداشت ولی در دانه های سویایی که در دمای ۱۶۵ درجه سانتیگراد اکسترود شده بودند کمتر از دماهای ۱۴۵ و ۱۵۵ درجه سانتیگراد بود (P>0/05). یکی دیگراز روش های ارزیابی دمای مناسب فرآوری حرارتی، شاخص تفرق پروتئین است که براساس حلالیت پروتئین‌های سویا در آب در اثر مخلوط بادور بسیار بالا می‌باشد. باتال و همکاران (۴) نشان دادند که شاخص تفرق پروتئین بین ۴۰ – ۴۵درصد و کمتر بیانگر حرارت کافی دانه سویای فرآوری شده می باشد که معادل شاخص اوره آز کمتر از ۰/۳ می باشد. بالون نیز (۳) گزارش کرد که شاخص تفرق پروتئین دانه سویای خوب فرآوری شده بین ۱۵ الی ۳۰ درصد بوده و همبستگی بالایی با رشد جوجه ها نشان می‌دهد که ارقام بالاتر از ۳۰ و کمتر از ۱۵ می تواند رشد جوجه ها را به‌طور معنی داری‌کاهش دهد. مونواری (۹) نیز شاخص تفرق پروتئین دانه سویای خوب فرآوری شده را برای جوجه های گوشتی بین ۱۵ و ۲۸ درصد گزارش کرد. باتال و همکاران (۴) نشان دادند که اتوکلاو کردن دانه سویا از مدت زمان صفر تا ۳۶ دقیقه، میزان تفرق پروتئین دانه های سویا را از ۷۱ به ۱۴ درصد رسانید. در پژوهش حاضر، میزان تفرق پروتئین دانه سویای اکسترود شده در دماهای ۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد به ترتیب ۲۱/۵۵، ۲۰/۸۰ و ۱۶/۵۱ درصد به دست آمد که همانند دو شاخص قبلی، تفاوت معنی داری بین این شاخص در دانه‌های سویایی که در دمای ۱۴۵ و ۱۵۵ درجه سانتیگراد اکسترود شده بودند، وجود نداشت ولی در دانه های سویایی که در دمای ۱۶۵ درجه سانتیگراد اکسترود شده بودند کمتر از دماهای ۱۴۵ و ۱۵۵ درجه سانتیگراد بود (P>0/05). نتایج همبستگی با عملکرد رشد نشان داد که شاخص تفرق پروتئین، همبستگی بالاتری با افزایش وزن جوجه ها (۹۲ درصد) و ضریب تبدیل غذایی (۸۹ درصد) جوجه ها

نسبت به بقیه شاخص ها نشان داد. این نتایج مشابه نتایج باتال و همکاران (۴) بود که گزارش کرد شاخص تفرق پروتئین، نسبت به دو شاخص فعالیت اوره‌آز و حلالیت پروتئین در هیدروکسیدپتاسیم شاخص قابل اعتمادتری برای ارزیابی کیفیت دانه سویای حرارت دیده بوده و همبستگی بهتری با رشد جوجه ها نشان می دهد. پالیک و همکارانش نیز (۱۱) گزارش کردند که شاخص تفرق پروتئین همبستگی بالاتری را با رشد جوجه ها داشته و دانه های سویایی که در محدوده ۱۳۶ الی ۱۴۵ درجه سانتیگراد اکسترود شده بودند، بهترین عملکرد رشد را در جوجه های گوشتی نشان دادند. اگرچه این ارقام شاخص کیفی دانه های کیفی اکسترود شده در دماهای مختلف، از نظر آماری با هم متفاوت می باشند ولی کلیه ارقام شاخص کیفی در دامنه های قابل قبول کیفیت مناسب دانه های فرآوری شده می‌باشد که همبستگی بالای شاخص ها با عملکرد رشد جوجه ها و عدم اختلاف معنی دار بین عملکرد رشد جوجه ها، تائیدکننده این موضوع می باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، می توان چنین نتیجه گیری نمودکه اولا شاخص های آزمایشگاهی تعیین کیفیت برای دانه های سویای اکسترود شده درمحدوده دمای بین ۱۴۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد، در دامنه قابل قبولی برای تغذیه جوجه‌های گوشتی بود و ثانیا در میان شاخص های‌کیفی، شاخص تفرق پروتئین نسبت به فعالیت اوره آز و حلالیت پروتئین در هیدروکسید پتاسیم، همبستگی بالاتری با عملکرد رشد جوجه ها نشان دادند.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده و مواد مغذی جیره های مورد استفاده

	صفر الی ۱۰ روزگی	۱۱ الی ۲۱ روزگی
دانه ذرت	۵۱/۰۰	۵۳/۹۹
کنجاله سویا	۲۸/۷۰	۲۵/۴۰
دانه سویای پرچرب اکسترود شده	۱۵	۱۵
روغن سویا	۱	۱/۷۰
نمک	۰/۳۹	۰/۳۹
دی کلسیم فسفات	۱/۸۳	۱/۵۹
پودر سنگ آهک	۱/۲۳	۱/۱۲
دی ال–متیونین	۰/۱۵	۰/۲۷
ال–لیزین	۰/۱۹	۰/۰۳
مکمل مواد معدنی+ویتامین[۱]	۰/۵	۰/۵
مقدار مواد مغذی محاسبه شده		
انرژی‌قابل‌سوخت‌وساز(کیلوکالری‌برکیلوگرم)	۳۰۰۰	۳۰۵۰
پروتئین خام(درصد)	۲۲/۵	۲۱/۵
چربی خام (درصد)	۵/۶	۶/۵
فیبرخام (درصد)	۳/۷۶	۳/۷۶
کلسیم (درصد)	۱	۰/۹
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۵	۰/۴۵
سدیم (درصد)	۰/۱۸	۰/۱۸
بالانس آنیون کاتیون	۲۴۲	۲۴۱
لیزین(درصد)	۱/۴۳	۱/۲۵
متیونین + سیستین (درصد)	۰/۸۷	۰/۹۵
ترئونین (درصد)	۰/۹۴	۰/۸۹

۱- هرکیلوگرم جیره حاوی: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۳۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۲۱ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K3، ۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B12، ۰/۰۲ میلی‌گرم؛ تیامین، ۴ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین؛ ۴ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۱ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی‌گرم؛ پیرودوکسین، ۴ میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۸۴۰ میلی‌گرم؛ اتوکسی کوئین، ۰/۱۲۵ میلی‌گرم؛ سولفات منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سلنات سدیم)، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۱ میلی‌گرم؛ سولفات مس، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰ میلی‌گرم می باشد.

جدول ۲- اثرات استفاده از ۱۵ درصد دانه سویای اکسترود شده در جیره بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی از صفر تا ۲۱ روزگی

دمای اکستروژن (درجه سانتیگراد)	مصرف خوراک (گرم/ پرنده/ روز)	افزایش وزن (گرم/پرنده/روز)	ضریب تبدیل غذایی (گرم/گرم)
۱۴۵	۳۹/۳۲	۲۲/۴۴	۱/۷۵
۱۵۵	۴۰/۳۷	۲۳/۴۸	۱/۷۲
۱۶۵	۳۹/۴۳	۲۴/۶۸	۱/۶۰
P-value	۰/۹۰۵	۰/۵۸۰	۰/۱۹۶
SEM	۱/۷۷۶	۱/۴۵۲	۰/۰۵۶
	مقایسه ارتوگونال پلی نومیال		
خطی	۰/۹۴۷	۰/۳۱۷	۰/۰۹۴

جدول۳- مقایسه میانگین شاخص های کیفیت اکستروژن دانه سویای پرچرب در سه دمای ۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵ درجه سانتیگراد

	دمای اکستروژن (درجه سانتیگراد)				
شاخص های کیفی	۱۴۵	۱۵۵	۱۶۵	P-value	SEM
شاخص فعالیت آنزیم اوره آز (تفاوت pH)	۰/۱۱^{a}	۰/۰۹^{a}	۰/۰۵^{b}	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
شاخص حلالیت‌پروتئین‌درهیدروکسیدپتاسیم (درصد)	۸۰/۱۸^{a}	۷۸/۰۲^{a}	۷۲/۳۳^{b}	۰/۰۱۴	۱/۲۶۳
شاخص تفرق پروتئین(درصد)	۲۱/۵۵^{a}	۲۰/۸۰^{a}	۱۶/۵۱^{b}	۰/۰۰۴	۰/۵۹۵

میانگین های هر ردیف با حروف غیرمشترک دارای اختلاف معنی دار می باشند ($P < ۰/۰۵$)

جدول ٤- ضرایب همبستگی (درصد) بین شاخص های آزمایشگاهی کیفیت اکستروژن و عملکرد رشد جوجه ها طی ۳ هفته اول پرورش

	ضریب همبستگی با افزایش وزن	ضریب همبستگی با ضریب تبدیل غذایی
شاخص فعالیت اوره آز	۸۸	۸۵
شاخص حلالیت‌پروتئین‌درهیدروکسیدپتاسیم	۸۱	۸۸
شاخص تفرق پروتئین	۹۲	۸۹

منابع

1- AOCS Official Methods. 1997. Sampling and Analysis of Oilseed By-products, method.
2- Araba, M., and N. M. Dale. 1990. Evaluation of KOH solubility as an indicator of overprocessing of soybean meal. Poult. Sci. 69:76-83.
3- Balloun, S. L. 1980. Soybean Meal in Poultry Nutrition. American Soybean Association, St. Louis, MO.
4- Batal, A. B., M. W. Douglas, A. E. Engram, and C. M. Parsons. 2000. Protein dispersibility index as an indicator of adequately processed soybean meal. Poult. Sci. 79:1592-1596.
5- Clarke, E., and J. Wiseman. 2007. Effects of extrusion conditions on trypsin inhibitor activity of full fat soybeans and subsequent effects on their nutritional value for young broilers. J. of British Poult. Sc. 48: 703-712.
6- Del Valle, F. R. 1981. Nutritional qualities of soya protein as affected by processing. J. Am. Oil. Chem. Soc. 58:419-425.
7- Kaankuka, F. G., T. F. Balogun, T. S. B. Tegbe. 1996. Effects of duration of cooking of full-fat soya beans on proximate analysis, levels of antinutritional factors, and digestibility by weanling pigs. Anim. Feed Sci. Technol. 62, 229–237.
8- Leeson, S., J. O. Atteh, and J. D. Summers. 1987. The replacement value of canola meal for soybean meal in poultry diets. Can. J. Anim. Sci. 67: 151-158.
9- Monary, S. 1989. Full-fat Soya Handbook, 2nded., American Soybean Association, Brussels, Belgium. pp. 22-28.
10- Monari, S. 1996. Full fat soya handbook, American Soybean Association, Brussels, Belgium.
11- Palic, D. V., J. D. Levic, S. A. Sredanovic and O. M. Duragic. 2008. Quality control of full-fat soybean using urease activity: critical assessment of the method. APTEFF. 39:1-212.

12- Palic, D., K. Y. Modika, A. Oelofse, L. Morey and S. E. Coetzee. 2011. The protein dispersibility index in the quality control of heat-treated full-fat soybeans: an inter-laboratory study. 41:413-419.
13- Perilla, N. S., M. P. Cruz, F. De belalacazar, and G. J. Diaz. 1997. Effect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full – fat soybeans for broiler chikens. Bri. Poult. Sci. 38:412- 416.
14- SAS Institute. 2008. SAS Stat User's Guide. Version 9.1 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
15- Soybean Growers for Feed Industry, Info Source. 2009. http://www. soymeal. Org / infosource / august 09 / 09augustinfosource.pdf.
16- Varga-Visi, E., Cs. Albert, K. Loki, and J. Csapo. 2009. Evaluation of the inactivation of heat sensitive antinutritive factors in fullfat soybean. Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria, 2: 111-117.
17- Wang , S., G. Qin, G. Qian, and Y. LianYu. 2000. Effect of antinutritional factors in full-fat soybean on the performance of broilers. J. Jilin Agric. Uni. 22, 81-86.
18- Wright, K. N. 1981. Soybean meal processing and quality control. J. Am. Oil Chem. Soc. 58:294– 300.