طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه تعیین شاخص دوام پلت

احمد صادقی [۱*]، سیدمرتضی صداقت‌حسینی [۲]

۱. استادیار، مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
(a_msadeghi@yahoo.com)
۲. استادیار، مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(morteza.s.hosseini@gmail.com)

چکیده

یکی از مهمترین سنجه‌های کیفی پلت، شاخص دوام پلت (PDI) است. در واقع تست PDI آزمونی است که در آن جیره پلت به صورت معلق در جعبه‌ای مخصوص در زمانی معین قرار می‌گیرد، در طی این مدت معین، خوراک به چرخش در آمده، انتقال یافته و سپس مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از پایان حرکت، نسبت وزن پلت باقیمانده (بدون خاکه) به وزن اولیه پلت (وزن پلت‌های خرد نشده در آغاز آزمون)، به عنوان شاخص دوام پلت در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس هر چه خوراک پلت شاخص دوام بالاتری داشته باشد نشان دهنده این است که پلت بیشتر می‌تواند، قبل از تغذیه سالم باقی بماند. این شاخص معیار مناسبی برای کیفیت ماندگاری فیزیکی پلت می‌باشد. در این تحقیق دستگاه تعیین شاخص دوام پلت طراحی و ساخته شد. مشخصات این دستگاه شامل ابعاد، تعداد دوران در دقیقه (rpm) و زمان آزمایش با استاندارد انجمن امریکایی مهندسان زراعی و بیوسیستم مطابقت داشته و برای ارزیابی دستگاه پلت خوراک ماهی به عنوان نمونه مورد آزمایش قرار گرفت. در این پژوهش نمونه‌های پلت خوراک ماهی از نظر شاخص دوام با دستگاه ساخته شده مورد ارزیابی قرار گرفت.

کلمات کلیدی:
پلت، خواص فیزیکی، دستگاه اندازه‌گیری شاخص دوام، شاخص دوام

*a_msadeghi@yahoo.com

طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه تعیین شاخص دوام پلت

مقدمه

فرایند تولید پلت به دلیل مزایای فراوان آن روز به روز گسترش می‌یابد. بهبود بازده خوراک در اثر پلت شدن می‌تواند دراثر افزایش ارزش خوراک به دلیل مواردی چون ژلاتینه شدن، استریلیزه شدن، افزایش خوش‌خوراکی، بهبود قابلیت حمل و انبارداری و نیز بهبود قابلیت دسترسی مواد مغذی باشد. به علاوه فرآوری خوراک می‌تواند احتیاجات مواد مغذی را از طریق تاثیر بر فعالیت‌های مرتبط با مصرف خوراک تغییر دهد. فرآیند متراکم‌سازی و شکل دادن مواد بسیار حساس است. ویژگی محصول تولید شده به ترکیب فرمول، عملکرد هریک از عوامل فیزیکی، رطوبت و گرما، ترکیبات مواد هم‌بندی و خصوصیات قالب مورد استفاده بستگی دارد [۱]. خوراک آبزی که بصورت پلت تولید شده باشد باید در خارج از آب خرد نشده و به صورت پیوسته به هم باقی بماند. همچنین لازم است در برابر آبشویی مقاومت خوبی داشته باشد. امروزه تقریباً تمامی جیره‌های تجارتی آبزیان به شکل پلت تهیه می‌گردد [۲]. پلت‌ها را می‌توان به سه روش تولید نمود:

الف- روش تولید پلت با استفاده از دستگاه پرس پلت: اساس این روش افزودن بخار آب به مخلوط غذایی میکس شده تحت شرایط درجه حرارتی ۱۰۰-۹۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۶٪ (برای خوراک آبزیان) و گذراندن آن از سوراخ‌های قالب می‌باشد. این عمل با حرکت غلطک موجود در قالب صورت می‌گیرد پلت در اثر سه عامل گرما، رطوبت و فشار بصورت فشرده درآمده و در این حالت ضمن فشرده شدن، نشاسته ژلاتینه می‌گردد. همانطوریکه پلت‌ها از قالب بیرون می‌آید بوسیله‌ی یک تیغه بطول دلخواه بریده می شوند. پس از آن پلت‌ها باگذشتن از یک خشک‌کن سرد و خنک می‌شوند. خوراک های تولید شده در این روش دانسیته بالایی دارند و به سرعت در آب فرو می‌روند کاربرد این روش بیشتر در تولید خوراک میگو است [٤].

ب- روش تولید پلت با استفاده از اکسترودر: این روش مشابه روش تولید پلت فشرده می‌باشد با این تفاوت که در مرحله پرس کردن از دستگاه اکسترودر استفاده می‌شود. در مرحله کاندیشنیگ شرایط درجه حرارت، رطوبت و فشار مورد استفاده از روش پلت فشرده (پرس پلت) بالاتر می‌باشد. در این روش مخلوط غذایی میکس شده بصورت خمیر درآمده و درجه حرارت ۱۵۰-۱۲۵درجه سانتی گراد و با رطوبت ۲۰-۲٤ درصد تحت شرایط فشار بالا و تحت کنترل خمیر از قالب ها خارج می‌شود [۵]. در لحظه خروج خمیر از قالب فشار کاهش می‌یابد و باعث انبساط سریع بخار آب در پلت و در نتیجه ایجاد حالت اسفنجی در خوراک می‌گردد. پس از آن پلت‌ها توسط خشک‌کن سرد و خنک می‌گردد.

با این روش می‌توان از طریق تنظیم فاکتورهایی مانند: رطوبت، میزان چربی، درجه حرارت در اکسترودر خوراک آبزیان شناور یا فروروند تولید کرد. از مزایای تولید با این روش می توان به موارد زیر اشاره نمود [۱۲].

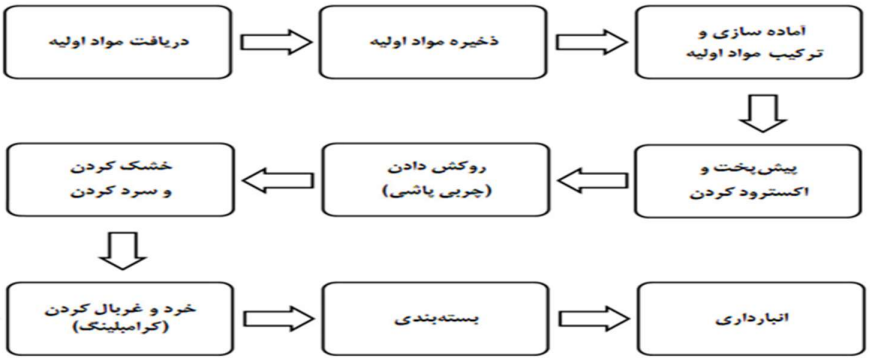
۱- حفظ ارزش غذایی خوراک و بهبود ضریب تبدیل
۲- امکان تولید انواع غذا با توجه به نوع و گونه آبزیان
۳- کاهش احتمال آلودگی خوراک بعلت استفاده از درجه حرارت بالا در مرحله تولید
٤- جلوگیری از خرد شدن غذای تولید شده
۵- آلودگی کمتر استخرها و محیط زیست

در مقایسه با روش پرس پلت (روش قبلی) هزینه سرمایه‌گذاری اولیه در این روش بالاتر بوده و نیاز به استفاده از اپراتورهای با مهارت بیشتری می‌باشد.

ج- روش تولید پلت با استفاده از اکسپندر: سیستم تولید به روش اکسپندر تقریباً شبیه اکسترودر می باشد. با این تفاوت که بازده ظرفیتی اکسپندرها بالاتر بوده (۲۰-۴۰ تن در ساعت) این روش تمام مزایای روش اکسترودر را دارد و علاوه بر آن بعلت اینکه تقریباً تمام نشاسته تبدیل به ژلاتین می‌شود. قابلیت هضم خوراک بسیار بالاست و مدت ماندگاری خوراک در آب هم بالاتر می‌باشد. معایب این روش هم مانند روش اکسترودر هزینه سرمایه‌گذاری بالا و نیاز به استفاده از اپراتورهای ماهر می‌باشد.

همانگونه که در بالا اشاره گردید پخت توسط سیستم اکستروژن، مطلوب ترین فناوری جهت تولید انواع خوراک آبزیان می‌باشد. در این روش بر اثر فشار، دما و عملیات مکانیکی مواد پروتئینه و کربوهیدرات‌ها مرطوب و الاستیکی شده و شکل خمیری به خود می‌گیرد. خمیر تولید شده که به آن مش گفته می‌شود در یک ساختار لوله‌ای به نام کاندیشنر پخت شده و در این فرایند بطور همزمان فشار، رطوبت (بخار) و دما نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. تولید و فرآوری پلت‌های اکسترود در بخش کاندیشنر به شکل مشابهی با پلت‌های فشرده انجام می‌شود با این تفاوت که در فرایند تولید پلت اکسترود مخلوط خروجی از کاندیشنر با فشار زیاد و تحت دمای بالا از از دای عبور کرده و پس از ترک قالب، فشار به صورت سریع کاهش یافته و در نتیجه منبسط شده و محصول نهایی پس از سرد و خشک کردن می‌تواند روی آب شناور شده و سپس به آهستگی به زیر آب فرو رود. به عبارت دیگر خمیر تولیدی بعد از کاندیشنر وارد بارل اکستروژن شده و تحت فشار مکانیکی مارپیچ‌های درون آن به شدت ترکیب می‌شود. در این بارل فشار بسیار زیادی به خمیر تولیدی وارد می‌شود. بعد از زمان مشخص، خمیر از سوراخ‌های دای خارج شده و توسط تیغه‌ها به اندازه مطلوب برش داده می‌شود. اختلاف فشار بین بارل اکستروژن و محیط بیرون، سبب میگردد تا پلت‌های تولیدی حالت پفکی به خود گرفته و متخلل گردد. این تخلل‌ها در ادامه فرایند تولید، قابلیت جذب روغن توسط پلت را تا ۲۵٪ افزایش می‌دهد [۶].

به طور خلاصه مراحل فرآیند تولید خوراک آبزیان به روش اکسترود را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود: دریافت مواد اولیه- انتقال به منابع ذخیره مواد اولیه - آماده سازی و ترکیب مواد اولیه - پیش‌پخت و اکسترود کردن - خشک کردن و سرد کردن - روکش دادن (چربی پاشی) - خرد و غربال کردن (کرامبلینگ) - بسته‌بندی - انبار کردن (شکل ۱).

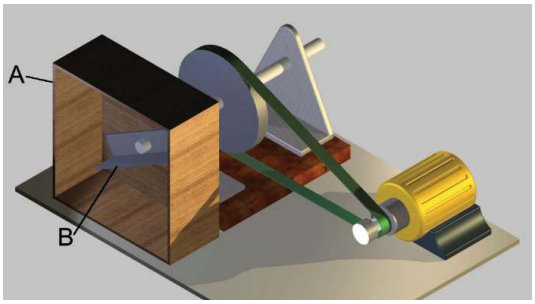


شکل ۱. مراحل فرآیند تولید خوراک آبزیان به روش اکسترودر

هدف از انجام این پژوهش، طراحی و ساخت دستگاه تعیین شاخص دام پلت بود. ضمنا ارزیابی کیفی خوراک فراوری شده بر اساس شاخص دوام (Durability Index) بر اساس استاندارد ASABE و بررسی تاثیر عامل‌های مدت زمان انبارداری، دمای انبار و رطوبت نگهداری بر خواص فیزیکی و کیفی غذای اکسترود شده ماهی پس از طراحی و ساخت دستگاه مد نظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

یکی از استانداردهای رایج در تعیین کیفیت فیزیکی پلت‌های مورد استفاده در صنعت خوراک دام، طیور و آبزیان استاندارد شماره S269.4 مربوط به "انجمن مهندسان کشاورزی و بیوسیستم آمریکا " می‌باشد [۳]. این استاندارد دستورالعمل‌هایی برای اندازه‌گیری متغیرهای مختلف ارائه می‌دهد. به عنوان مثال، در روش جعبه غلتشی (دستگاه تست دوام پلت)، برای تعیین کیفیت پلت‌ها از نظر شاخص دوام پلت (PDI) یا صرفاً درصد دوام استفاده شد. این تست حمل و نقل مکانیکی پلت‌ها را شبیه‌سازی می‌کند و میزان احتمالی خرد شدن پلت‌ها در اثر جابجایی مکانیکی را پیش‌بینی می‌کند. در طی غلتش (داخل دستگاه تست دوام پلت)، پلت‌ها به علت ضربه و بریده شدن پلت‌ها در اثر تماس با یکدیگر و تماس با دیواره محفظه آزمایشی خرد شده و تولید خاکه می‌کنند. در این آزمایش ۵۰۰ گرم پلت به مدت ۱۰ دقیقه و در سرعت ۵۰ دور در دقیقه مورد آزمایش قرار می‌گیرند، پس از انجام آزمون، نمونه‌ها با استفاده از یک غربال با قطر سوراخ حدوداً ۰/۸ برابر قطر پلت الک می‌شوند. شاخص دوام (PDI) به عنوان نسبت وزن پس از خرد شدن (مواد باقیمانده روی الک) به وزن مواد اولیه (قبل از تست) ضرب‌در ۱۰۰ محاسبه می‌شود. جزئیات این روش در استاندارد ASABE (S269.4) یافت می‌شود [۷]. روش جعبه غلتشی متداول ترین روش در صنایع تولید خوراک در ایالات متحده و اروپا می‌باشد(شکل ۲).



شکل ۲. طرحواره دستگاه تست دوام در استاندارد ASABE S269.4 A: جعبه غلتشی B: صفحه ضربه زن

طراحی و روش ساخت دستگاه تست دوام پلت

همانگونه که پیشتر گفته شد طراحی دستگاه تست دوام پلت منطبق بر ابعاد و مشخصات استاندارد شده از سوی انجمن آمریکایی مهندسان زراعی و بیوسیستم مدنظر قرار گرفت. دستگاه شامل قسمت‌های زیر می‌باشد: ۱) بخش محرک شامل موتور الکتریکی القایی دور متغیر، جعبه دنده، تسمه انتقال توان، محور و کوپلینگ اتصال هد دستگاه، ۲) بخش کنترلی شامل کلیدها، واحد کنترل سرعت و شمارنده زمان، ۳) هد یا محفظه آزمایش که یک مخزن دوار است و محل قرار گرفتن نمونه و انجام عملیات شبیه سازی تولید خاکه، ٤) قاب و ٥) درپوش دستگاه.

موتور الکتریکی مورد استفاده از نوع القایی بوده (شکل۳) و ساخت شرکت SPG (کره جنوبی) و با کدینگ SPG-S9I90GXH می‌باشد. مشخصات فنی موتور فوق بدین شرح می‌باشد:

جدول ۱. مشخصات موتور الکتریکی مورد استفاده

توان (وات)	ولتاژ (ولت)	فاز	بسامد (هرتز)	تعداد قطب	دور موتور (RPM)	اندازه قاب (میلیمتر)	طول (میلیمتر)	کارکرد	استاندارد ایمنی
۹۰	۲۲۰~۲۴۰	۱	۵۰	٤	۱۵۰۰/۱۸۰۰	۹۰	۲۰۳	پیوسته	cULus/CE

جعبه دنده دستگاه نیز ساخت شرکت SPG (کره جنوبی) با کدینگ SPG-S9KC30BH می‌باشد. مشخصات فنی جعبه دنده فوق بدین شرح می‌باشد:

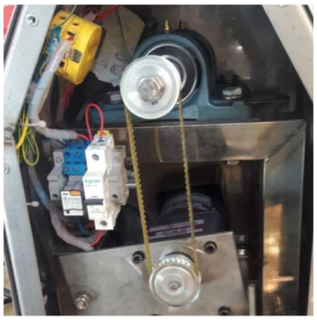
جدول ۲. مشخصات جعبه دنده مورد استفاده

نوع	دور نامی (RPM)	دور بدون بار (RPM)	گشتاور نامی (N.m)	قطر محور خروجی (میلیمتر)	طول محور خروجی (میلیمتر)	نسبت دنده
تمام بلبرینگ	٤٤	۵۰	۱٤/۹	۱۵	۳۸	۳۰:۱

شکل ۳. موتور القایی الکتریکی و جعبه دنده مورد استفاده در دستگاه

تسمه مورد استفاده برای انتقال توان از نوع تسمه تایم می‌باشد. بنابراین تعداد دوران ثابت و دقیقی در خروجی بخش محرک دستگاه مورد انتظار می‌باشد (شکل ٤). محور خروجی و کوپلینگ اتصال در قسمت انتهایی بخش محرک قرار داشته و در واقع محلی برای اتصال محفظه آزمایش به دستگاه می‌باشند(شکل ۵).

شکل ٤. تسمه تایم انتقال توان



شکل ٥. محور خروجی توان

بخش کنترلی شامل کلیدهای قطع و وصل برق، کلیدهای روشن و خاموش دستگاه، واحد کنترل سرعت و شمارنده زمان می‌باشد. واحد کنترل سرعت نیز ساخت شرکت SPG کره جنوبی می‌باشد (شکل٦).

شکل ٦. کلیدها، واحد کنترل سرعت و تایمر دستگاه

هد یا محفظه آزمایش بر اساس ابعاد منطبق بر استاندارد شماره ASABE S269.4 طراحی و ساخته شد. بر اساس این استاندارد دوام پلت‌ها و کرامبل‌ها باید با تکان دادن نمونه آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰ دور در دقیقه در یک محفظه بسته تعیین شود. محفظه آزمایش این دستگاه در شکل ۷ نشان داده شده شامل مکعب مستطیلی است که حول یک محور که عمود بر مرکز صفحه جانبی است می‌چرخد. صفحات قائده این محفظه ۳۰۰×۳۰۰ میلیمتر بوده و یک بافل به طول ۲۳۰ میلیمتر به صورت متقارن و قطری به یک قائده جعبه فیکس شده است. یک طرف از این بافل نبشی شکل، ۵۰ میلی متر در جعبه جلو آمده و پایه دیگر به عقب جعبه محکم بسته شده است. چهار صفحه کناری محفظه دارای ابعاد ۳۰۰×۱۲۵ میلیمتر بوده و درب محفظه در گوشه‌ی یکی از این جوانب قرار گرفته و امکان پرو خالی کردن نمونه را فراهم ساخته و مانع خروج گرد و غبار از محفظه می‌شود. برآمدگی‌ها، مانند پرچ‌ها و پیچ‌ها، حداقل بوده و به خوبی گرد شده‌اند. برای امکان مشاهده حرکت نمونه درون محفظه قائده دیگر محفظه از

جنسی شفاف ساخته شده است(شکل ۷). نهایتا قاب و درپوش انتهایی دستگاه تمام قسمت‌ها را در برگرفته و قسمت هد از طریق کوپلینگ با دستگاه یکپارچه می‌گردد.

شکل ۷. محفظه آزمایش یا هد دستگاه

روش تهیه و آماده سازی نمونه

برای انجام آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری کیفیت پلت‌ها از نظر شاخص دوام از خوراک اکسترود ماهی کپور معمولی (فرم شناور) تولید شرکت فرادانه استفاده گردید. براساس اعلام کارخانه تولید کننده مواد اولیه تشکیل دهنده این خوراک شامل انواع منابع پروتئینی حیوانی وگیاهی مانند انواع پودر ماهی، کنجاله سویا، کنجاله کلزا، کنسانتره‌های پروتئینی گیاهی، گلوتن گندم، گلوتن ذرت، ژلاتین، آرد گندم، سبوس گندم، روغن ماهی، روغن‌های گیاهی، مکمل‌های معدنی و ویتامینه، مواد محرک رشد و سیستم ایمنی است. برای انجام آزمایش، پلت اکسترود ماهی کپور پرواری با کد GFC2 تهیه شد. در جدول شماره ۳ مشخصات این پلت نشان داده شده است. همانگونه که در جدول دیده می‌شود اندازه این پلت ۰/۵ ±۶ میلیمتر بوده و برای ماهی‌های به وزن ۱۰۰ تا ۴۰۰ گرم طی سه مرتبه تغذیه روزانه مناسب می‌باشد. درصد مواد تشکیل دهنده‌ی این خوراک به ترتیب: پروتئین خام (۳۸٪-۳۵)، چربی خام (۳-۸٪)، فیبر خام (۴-۸٪)، خاکستر (۷-۱۱٪)، رطوبت (۵-۱۱٪) و فسفر (۵٪/۱-۱) می‌باشد.

جدول ۳. مشخصات خوراک اکسترود ماهی کپور معمولی (شرکت فرادانه)

ترکیب شیمیایی (درصد)	نوع خوراک				
	پیش آغازین	آغازین	پیش‌پرواری	پرواری	مولد
پروتئین خام	۴۳-۴۰	۴۱-۳۸	۳۸-۳۵	۳۸-۳۵	۴۱-۳۷
چربی خام	۸-۴	۸-۴	۸-۴	۸-۳	۱۲-۹
فیبر خام	۶-۳	۶-۳	۷-۴	۸-۴	۸-۴
خاکستر	۱۱-۷	۱۱-۷	۱۱-۷	۱۱-۷	۱۱-۷
رطوبت	۱۱-۵	۱۱-۵	۱۱-۵	۱۱-۵	۱۱-۵
فسفر	۱-۱/۵	۱-۱/۵	۱-۱/۵	۱-۱/۵	۱-۱/۵

نمونه‌ها به طور مستقیم از نمایندگی شرکت و از محصولات تازه تولید شده تهیه گردید. درصد رطوبت اولیهٔ نمونه‌های مورد نظر مطابق روش استاندارد و بر اساس وزن تر اندازه‌گیری شد. برای رسیدن محصول به سطوح رطوبتی ۵/۳٪ (بر پایه وزن تر)، که پایین‌تر از رطوبت بدو تهیه نمونه‌ها است؛ آنها درون خشک‌کن با دمای ۶۲

درجه سلسیوس بصورت لایه نازک مورد خشک کردن قرار گرفتند. خشک‌کن مورد استفاده از نوع صندوقی ساخت شرکت تکنوپخت کرمان بود. با انجام آزمایش‌های مقدماتی زمان مورد نیاز جهت رسیدن رطوبت محصول به سطوح رطوبتی مورد نظر تعیین و اعمال گردید. به این منظور حدود ۱۰۰۰ گرم خوراک اکسترود در حالی‌که درون پوشش‌های مشبک پلاستیکی قرار داشت بصورت تک‌لایه در درون خشک‌کن صندوقی با دمای ٦٢ درجه سلسیوس قرار گرفته، با توزین مرتب و با دانستن رطوبت اولیه، زمان لازم برای رسیدن به سطوح رطوبتی مورد نظر مشخص گردید (ASAE Standard S358.2). همچنین برای رساندن رطوبت به مقدار بالاتر از رطوبت اولیه بر اساس رطوبت نهایی مطلوب جرم آب مقطر مورد نیاز برای اضافه کردن به نمونه‌ها از رابطه (۱) محاسبه شد.

$$Q = Wi(Mf - Mi)/(100 - Mf) \qquad (۱)$$

که در این رابطه Q جرم آب مقطر مورد نیاز برای اضافه کردن به نمونه، Kg؛ Wi جرم اولیه نمونه، Kg؛ Mi محتوای رطوبتی اولیه نمونه بر حسب درصد (برپایه وزن خشک) و Mf محتوای رطوبتی نهایی مورد نظر نمونه بر حسب درصد (برپایه وزن خشک) می‌باشد.

در هر دو حالت (خشک کردن/ اضافه کردن رطوبت)؛ نمونه‌ها به منظور یکنواخت شدن رطوبت درونی پس از قرار گرفتن درون ظروف پلاستیکی دو جداره، به مدت ۲ تا ٥ روز بصورت در بسته در دمای ٤ درجه سلسیوس نگهداری شدند.

روش آزمایشگاهی اندازه‌گیری رطوبت

در تمام آزمایش‌های مربوط به اندازه‌گیری کیفیت پلت‌ها از نظر شاخص دوام نیاز بود که رطوبت اولیه و/یا رطوبت در هر مرحله از آزمایش مورد اندازه‌گیری قرار گیرد. به همین منظور ضمن مراجعه به دستورالعمل استاندارد اندازه‌گیری رطوبت محصولات کشاورزی ASAE، از روش استاندارد ASAE Standard S358.2[1] که برای اندازه‌گیری رطوبت علوفه در حالت‌های مختلف (ازجمله پلت) تدوین و ارائه گردیده است استفاده می‌شود. بر پایهٔ این روش نمونه‌ها باید به مدت ٢٤ ساعت درون اجاق در دمای ۳±۱۰۳ درجه سلسیوس یا به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳±٦۰ درجه سلسیوس خشک گردند.

با توجه به الزامات روش استاندارد، ظرفی که نمونه‌ها در آن ریخته می‌شد (جهت نگهداری درون آون) فلزی بوده و گنجایش آن در حدی بود که نمونه‌های درون آن بصورت تک‌لایه (تا حداکثر سه‌لایه روی هم) قرار گیرند. ظرف مورد اشاره قبل از شروع آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه در اجاق با دمای ۱۰۳ درجه سلسیوس قرار گرفته است و پس از خارج کردن ظرف از اجاق آن را وزن نموده و ترازو صفر گردید. سپس حدود ۲۵ گرم خوراک پلت اکسترود بصورت سالم در ظرف ریخته شده سپس درون اجاق با دمای ۳±۱۰۳ درجه سلسیوس قرار گرفت. پس از گذشت ٢٤ ساعت نمونه‌ها از اجاق بیرون آورده شده و بلافاصله وزن گردید. درصد رطوبت از رابطهٔ (۲) محاسبه شد:

$$M = 100\left(\frac{m_1 - m_2}{m_2}\right) \qquad (۲)$$

[1] (Anonymous,1998)

که در این رابطه، M محتوای رطوبتی بر پایهٔ وزن تر(به‌صورت درصد)، m_1 وزن اولیهٔ نمونه یا وزن تر (g) و m_2 وزن نهایی نمونه یا وزن خشک (g) می‌باشد. ترازوی الکترونیکی مورد استفاده از نوع Sartanius مدل A200S (ساخت کشور انگلستان) با حساسیت ۰/۰۱ گرم وزن نمونه‌ها را اندازه‌گیری نمود.

ارزیابی دستگاه تعیین شاخص دوام

به‌منظور ارزیابی دستگاه تعیین شاخص دوام آزمایش‌هایی روی شاخص دوام پلت‌های خوراک ماهی مد نظر قرار گرفت. آزمایش‌ها به صورت فاکتوریل و بر مبنای طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار اجرا گردید. استفاده از طرح فوق این مزیت را به‌همراه داشت که چنانچه به دلائلی مانند شرایط تولید (مواردی چون فشار یا دمای بخار در کاندیشنر، درصد مواد تشکیل دهنده و مشخصات دای)، تأخیر در ارسال محصول به بازار و سایر عوامل، محصول خروجی از کارخانه قبل از شروع آزمایش از نظر شاخص کیفی دوام داری شرایط متفاوتی باشد، طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی تغییرات ناشی از موارد فوق و سایر موارد ناشناخته بین بلوک‌ها را کنترل می‌نماید.

هر واحد آزمایشی شامل حدود ۱۰۰ گرم محصول خوراک پلت ماهی بود که از کیسه‌های تازه تولید شده خوراک کپور تهیه شده و در ظروف پلاستیکی (قابل وکیوم) با حجم تقریباً معادل حجم نمونه‌ها ریخته شده و طی کمترین زمان ممکن جهت اعمال تیمارهای زمان و دما به آزمایشگاه منتقل گردیدند. محتوای رطوبتی محصول ۹/۱٪ (بر پایهٔ وزن تر) اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها پس از رسیدن به رطوبت مورد نظر درون پلاستیک دربسته قرار گرفته و برای گذراندن دوره انبار مانی در یخچال (میانگین دمای ٤ درجه سلسیوس) و دمای اتاق (با میانگین دمای ۲۵ درجه) قرار گرفت. با گذشت زمان پس از هر ۲۰ روز نمونه‌های مربوطه از محیط نگهداری خارج و مورد بررسی کیفی از نظر شاخص دوام قرار می‌گرفتند.

برای اندازه‌گیری شاخص دوام ابتدا نمونه‌ها مجددا توزین شده و درون محفظه آزمایش دستگاه ریخته می‌شد. پس از گذشت ۱۰ دقیقه از چرخش دستگاه با سرعت ۵۰ دور در دقیقه (مطابق استاندارد) نمونه‌ها از دستگاه خارج و توسط غربال با اندازه سوراخ ۸۰ درصد کمتر از ابعاد اولیه پلت (الک سایز ٤ یا ۳/۱٦ با اندازه سوراخ ٤/۷٦ میلی‌متر یا ۰/۱۸۵ اینچ) الک شده و مقدار کسر شده از وزن اولیه به عنوان پلت خرد شده در نظر گرفته می‌شد.

جهت توزین دانه‌ها از یک‌دستگاه ترازوی الکترونیکی (Sartanius,A200S) استفاده گردید. داده‌های حاصل از آزمایش فوق توسط نرم افزار آماری Mstat-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

اندازه گیری محتوای رطوبتی پلت‌ها بر پایه وزن تر و مطابق روش توضیح داده شده در بالا نشان داد متوسط محتوای رطوبتی پلت‌ها معادل ۹/۱ درصد می‌باشد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری چگالی نشان داد که پلت‌های اکسترود با محتوای رطوبتی ۹/۱ درصد (بر مبنای وزن تر) داری چگالی ظاهری (چگالی توده) معادل ۹۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب و چگالی واقعی (چگالی ذره) معادل ۵۸۶ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد. براساس نتایج بدست آمده درصد تخلخل پلت اکسترود مورد آزمایش معادل ۳۹/۱۵ محاسبه گردید. این نسبت اهمیت زیادی در فرایندهای خشک کردن و هوادهی دارد چراکه حرکت هوا و مقاومت حاصل در یک لایه توده محصول در مقابل هوا بستگی به آن دارد[۱۰].

شاخص دوام پلت اکسترود

همانطور که در بالا بیان گردید به‌منظور ارزیابی دستگاه تعیین شاخص دوام پلت، آزمایش‌هایی روی شاخص دوام پلت‌های خوراک اکسترود ماهی کپور (نوع شناور) مد نظر قرار گرفت. همانگونه که از نتایج برمی‌آید با افزایش زمان نگهداری روند کاهش شاخص دوام پلت اکسترود به شدت افزایش می‌یابد. این امر را می‌توان به دو عامل نسبت داد: اول اینکه درصد خرد شدن پلت اکسترود ماهیتی تجمعی دارد و دوم اینکه با گذشت زمان و اثرات شیمیایی افزایش رطوبت، عملاً زمینه برای فعالیت‌های شیمیایی مساعد گردیده و این امر تشدید درصد خرد شدن پلت اکسترود را در پی‌خواهد داشت [۸] و [۹].گرچه نتایج این پژوهش با یافته‌های مک مولن و همکاران که گزارش افزایش دوام را از ۹۲ به ۹۵ درصد به دلیل افزایش مقدار رطوبت پلت‌های بستر مرغ از ٦ به ۱۰/٤ درصد (بر حسب وزن تر)، متفاوت است ولی در خصوص رطوبت‌های بالا نتایج به دست آمده با نتایج مک‌مولن و همکاران (کاهش دوام در اثر افزایش بیشتر مقدار رطوبت از ۱۰/٤ به ۲۲ درصد بر حسب وزن تر) هماهنگ است[۱۱].

منابع

۱. رضائی‌فر، ج. ۱۳۸۷. بررسی پارامترهای پلت کود گاوی جهت طراحی اکسترودر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.
۲. رفیعی تهرانی، م. ۱۳۷۷. قرص‌سازی، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۷-۹۰.
۳. زرکش یزدی، ا. ۱۳۹۷. بررسی خشک کردن پلت کمپوست تولید شده توسط دستگاه دای رولر در خشک‌کن بستر ثابت آزمایشگاهی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. رشته مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.
۴. صباحی،ن. و م.ر. وفادار. ۱۳۸۸. اصول تکنولوژی نوین صنایع خوراک دام، طیور و آبزیان. مرکز نشر سپهر. ۴۸۰ص.
۵. فلاحتکار، ب. ۱۳۹۴. تغذیه و جیره نویسی آبزیان، انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، تهران.
۶. قائدی، ع. ۱۳۹۶. اثر مواد اولیه بر کیفیت فیزیکی خوراک میگو و ماهی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور . سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.
7. Anonymous, 2003. ASABE Standards. S269.4: Cubes, pellets, and crumbles – definitions and methods for determining density, durability, and moisture content. St. Joseph, MI: ASABE.
8. Hill, B. and D. Pulkinen (1988). "study of factors affecting pellet durability and pelleting efficiency in the production of dehydrated alfalfa pellets."
9. Kaliyan, N. and R. V. Morey (2009). "Factors affecting strength and durability of densified biomass products." Biomass and bioenergy 33(3): 337-359.

10. Maier, D. and F. Bakker-Arkema (1992). "The counterflow cooling of feed pellets." Journal of agricultural engineering research 53: 305-319.

11. McMullen, J., O. Fasina, C. Wood and Y. Feng (2005). "Storage and handling characteristics of pellets from poultry litter." Applied Engineering in Agriculture 21(4): 645-651.

12. Thomas, M., T. Van Vliet and A. Van der Poel (1998). "Physical quality of pelleted animal feed 3. Contribution of feedstuff components." Animal Feed Science and Technology 70(1-2): 59-78.

Design, Construction and Evaluation of a Durability Tester Machine for Pellets

A. Sadeghi[1*], M. Sedaghat Hosseini [2]

1. Institute of Agricultural Education and Extension, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
2. Imam Khomeini Higher Education Center Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Abstract

One of the most important quality measures of pellets is durability index (PDI). In fact, the PDI test is an experiment in which the pellet diet is suspended in special boxes at a certain time, during which time the feed is rotated, transferred and then examined. At the end of the movement, the ratio of pellet weight (without fines) to the initial weight of the pellet (weight of unbroken pellets at the beginning of the test) is considered as an indicator of pellet durability. Accordingly, the higher the shelf life of the pellet feed index, the more pellets can remain healthy before feeding. This index is a good criteria for the quality of physical durability of pellets. In this research, a device for determining the durability index of pellets was designed and constructed. The specifications of this device, including dimensions, number of revolutions per minute (rpm) and test time, complied with the standard of the American Society of Agricultural Engineers and Biosystems, and was tested to evaluate the fish feed pellet as a sample. In this study, fish feed pellet samples were evaluated for durability index with the device.

Key words: Durability Index, Durability Tester, Pellet, Physical Properties

*Corresponding author
E-mail: a_msadeghi@yahoo.com