ارائه مدل ریاضی برخی خصوصیات مکانیکی خوراک پودری طیور جهت استفاده در طراحی ماشین های پلت ساز

مهدی غلامی و امین الله معصومی

چکیده

به منظور طراحی و ساخت یک دستگاه پلت ساز خوراک طیور، تعیین برخی خصوصیات خوراک پودری طیور ضروری می باشد. در این تحقیق اثر محتوای رطوبتی بر ضریب اصطکاک داخلی خوراک و نیروی عمودی لازم برای متراکم سازی خوراک پودری طیوردر دای دستگاه بررسی گردید. نمونه ها در دامنهٔ رطوبتی ۱۶ الی ۱۸ در صد بر مبنای وزن ماده تر تهیه شدند. برای استفاده از نتایج آزمایشات در طراحی یک دستگاه پلت ساز، سوراخ استوانه ای شبیه و هم جنس سوراخ های دای ساخته و در آزمایش ها بکار گرفته شد. آزمایشات در سه تکرار توسط دستگاه های برش مستقیم و آزمون کشش- فشار جامع انجام شد. از نرم افزار MS EXCEL برای تحلیل و تعیین روابط ریاضی بین پارامترهای اندازه گیری شده استفاده گردید. تحلیل ها نشان داد که در این دامنه رطوبتی، ضریب اصطکاک داخلی متأثر از محتوای رطوبتی نمونه ها نیست، ولی نیروی عمودی لازم متراکم سازی خوراک بطور معنی دار متأثر از محتوای رطوبتی نمونه ها بود ($P<0.5$) .

واژه های کلیدی: خوراک طیور، پلت ساز، دای، اصطکاک داخلی، نیروی عمودی.

مقدمه

حدود ۷۰ درصد هزینه پرورش طیور را خوراک در بر می گیرد. لذا مهمترین بخش صنعت مرغداری را باید خوراک دانست. ۶۰ درصد غذاهایی که در مرغداری ها مصرف می شوند به شکل پلت است [۳]. با مصرف غذای پلت ماکیان قدرت انتخاب قسمت های مشخص از جیره غذایی را از دست می دهند و غذا را بطور کامل مصرف می کنند. این مسئله مزیت مهمی برای پرندگان جوان که مصرف آنها کم است می باشد. همچنین وقتی غذا حاوی دارو و مواد تقویت کننده باشد مصرف دان بصورت پلت پر اهمیت می گردد [۱].

امروزه کیفیت پلت و تأثیر آن بر روی عملکرد طیور اهمیت روزافزونی پیدا کرده است. تحقیقاتی نیزروی عوامل موثر بر کیفیت پلت صورت گرفته است. از جمله عوامل موثر بر کیفیت پلت ها عبارتند از، رطوبت، ساختمان و دانه بندی، اصطکاک داخلی خوراک و فراوری خوراک قبل و بعد از پلت شدن [۴].

در پروسه طراحی وساخت ماشین ها وتجهیزات کشاورزی اندازه گیری برخی خواص فیزیکی ومکانیکی مواد مربوطه ضروری می باشد. محتویات رطوبتی محصولات و دانه های کشاورزی نقش قابل توجه ای در خصوصیات فیزیکی و مکانیکی آنها دارد که بنوبه خود درعملکرد دستگاه های مربوط به صنایع

غذایی و کیفیت محصولات نهـایی آنها اثر دارد. تراکم پذیری محصـولات با رطوبت های متفاوت با یکدیگر فرق دارد، همچنین دوام و پایداری محصـول نهایی نیز به میزان محتـوای رطوبتی آن بستگی دارد [۴].

در زمینه تأثیر رطوبت خـوراک بر عـملکرد فـرایند پلت سازی مطالعـــاتی صـورت گـــرفته که مشخص شده بیشترین عملکرد فرایند پلت سازی در دامنه رطوبتی ۱۵ تا ۱۸ در صد بر مبنای وزن ماده تر می باشد [۶]. با توجه به نوع خـــــوراک استفـــاده شده در جیـــره مـربوطه از یکی از رطوبت های این دامنـــــه رطـــوبتی استفاده می شود.

از مهمتـرین خـواص مکـانیکی محـصولات کشاورزی، وجود مقاومت اصطکاکی است کـه بـه دو صورت اصطکاک داخلی (اصطکاک بین اجزاء مواد) و خارجی (اصطکاک مواد نسبت به سطوح خارجی) می باشد.

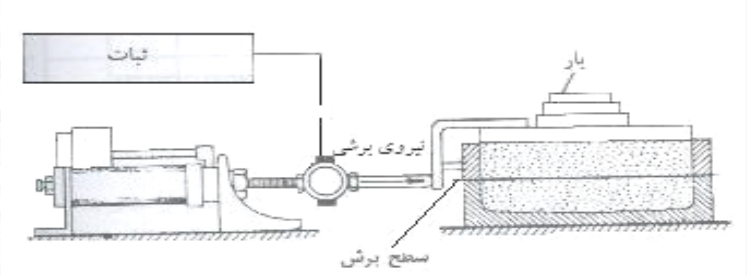
تأثیر مقـــاومت اصطکاکی اجـزای ســـازنده خـــوراک در فـرآیند پلت سازی ارتباط مستقیم با عملکـــرد دســتگاه پلـــت ســـاز دارد. مقاومـــت اصـطکاک داخلی، متنـــاسب بـا تـنش عمـــــودی عمل کننده روی سطـــح لغزش بـوده و بـا زاویـه اصطکاک بـین ذرات مـــــواد موسـوم بـه زاویـه اصـطکاک داخلی(φ) ارزیابی می گردد. بنابراین مقاومت برشی مـــواد بصورت مجموع مقـــاومت حاصل از چسبندگی (c) و مقـــاومت حاصـل از اصـــــطکاک بیان می گردد:

$$\tau = c + \sigma_n \tan\varphi \quad (۱)$$

معـــادله فوق رابطه یک خط مستقیم موســـوم به پوش گسیختگی در مختصات $\tau - \sigma$ است که شیب آن نسبت به امتداد افقی تانژانت زاویه اصطکاک داخلی (φ) (ضریب اصطکاک داخلی) و عرض از مبدا چسبندگی (c) می باشد.

ضـریب اصـــطکاک داخلـی بـا جعبـه بـرش مستقیم اندازه گیـــری می شـود(شـکل 1). ذرات تـوده خـــوراک داخل جعبه برش تحت دو نیروی عمودی وبرشی قرا رگرفته و رویهم مـی لغـــزند. بارگذاری عمـودی بوسـیله وزنـه هـایی کـه روی قسمت بالائی جعبه هم قرار گرفته انـد انجـام مـی گیرد. حلقـه پایینی در حین آزمـایش تغییـر مکـان مـی دهـد و نیـروی لازم در سـطح بـرش بوسـیله سلول های نیرو سنج اندازه گیری می شود.

در ابتدا نیروی برشی بر حسب تغییر مکان به سرعت افزایش مـی یابـد و بعـد از تغییـر مکـانی مـشخص، ثابـت مـی مانـد. آزمـایش در سـطوح مختلف نیروهـای عمـودی(حاصـل از بارگـذاری) انجام می گردد ودر هـر آزمـایش مقـــدار بیـشینه نیروی برشی که قـسمت ثابـت شـده منحنـی مـی باشد، بدست می آید.



شکل 1- طرحواره دستگاه برش مستقیم

با تعیین مقادیرتنش برشی درمقابل تنش عمودی (که با معلوم بودن سطح تحت تنش محاسبه می گردد) می توان مدل خطی مشابه رابطه (۱) را برداده ها برازش نمود وضرایب معادله(چسبندگی وزاویه اصطکاک داخلی) را بدست آورد[۷].

در بسیاری از فرآیندهای کشاورزی مواد باید فشرده شوند تا حجم آنها کاهش پیدا کند و یا شکل خاصی برای تسهیل جابجایی به خود بگیرد و یا اینکه در اثر فشار آب آنها گرفته شود. برای محاسبه فرایند فشردن و تعیین قدرت لازم جهت این نیروی فشاری، دانستن برخی خواص فیزیکی و مکانیکی مواد و عوامل مؤثر در تجهیزات فشارش ضروری است. محاسبات مربوط به فشردن را می توان به کمک یک استوانه فشاری مورد بررسی قرار داد. موادی را که باید فشرده شوند، بدون تراکم قبلی در استوانه قرار می دهند و با پیستونی به آرامی آن را می فشارند. وزن حجمی مواد، با کم شدن حجم، افزایش پیدا می کند. با بزرگتر شدن وزن حجمی، فشاری که باید بر پیستون وارد شود افزایش می یابد. این رابطه به صورت لگاریتمی می باشد [۶].

اهداف این تحقیق عبارتند از:

۱- تعیین اصطکاک داخلی خوراک پودری طیور که در مقدار نیروی برشی لازم بین غلتک و دای دستگاه پلت سازجهت فشردن مواد به داخل سوراخ های دای اهمیت دارد.

۲- تعیین حداقل نیروی عمودی مورد نیاز جهت فشار مواد به داخل سوراخ دای برای رسیدن به وزن مخصوص مورد نظرنمونه که ناشی از نیروی اصطکاک داخل سوراخ دای می باشد.

۳- تعین مدل های ریاضی بین پارامترهای اندازه گیری شده و محتوای رطوبتی مواد مورد آزمایش.

مواد و روش ها

۱- تهیه نمونه های آزمایشی

در این آزمایش از خوراک طیور که در واحد تولید خوراک مجتمع مرغ مادر آرین شهرستان صنعتی بابل کنار تهیه شده، استفاده شده است. محتوی رطوبتی نمونه ها بر اساس استاندارد AACC به روش 44-15A تعیین گردید. این روش برای خوراک دام و طیور وقتی چربی در نمونه خشک موجود نمی باشد مورد استفاده قرار می گیرد[۵]. میانگین رطوبت اولیه خوراک موردنظر ۱۰/۹۵ درصد بر مبنای وزن ماده تر بود. با توجه به گزارشات قبلی، برای انجام آزمایش سه سطح رطوبت نهایی ۱۶/۰۵، ۱۷/۰۶ و ۱۸/۰۵ درصد بر مبنای وزن ماده تر تهیه شدند.

برای افزایش رطوبت، آب مقطر مورد نیاز بصورت اسپری و یکنواخت به نمونه ها اضافه گردید و در حین پاشش آب، نمونه به خوبی با همزن شیشه ای مخلوط شده است. بعد از افزودن تدریجی و یکنواخت آب، نمونه های مرطوب شده در پلاستیک های زیپ دار و به مدت حداقل ۲۴ ساعت درون یخچال (۵ درجه سانتیگراد) نگهداری گردید [۷].

۲- تعیین ضریب اصطکاک داخلی

برای بدست آوردن نیروی برشی لازم خوراک بین غلتک و دای و نیز اصطکاک داخلی ذرات خوراک پودری از دستگاه برش مستقیم،

مدل (10×10) ELE ساخت کشور انگلیس با حداکثر بار عمودی ۸۰۰ کیلو گرم استفاده شد.

این دستگاه دارای قالب برشی دو تکه با سطح مقطع ۷/۷۴ سانتی متر مربع می باشند. با توجه به مشخص بودن وزن مخصوص ظاهری خوراک پلت شده و نیز مشخص بودن مشخصات قالب برش، مقدار خوراک ریخته شده به داخل آن مشخص گردید. از نکات مهم، ارتفاع ریزش و میزان تراکم خوراک داخل قالب می باشد. ارتفاع ریزش با توجه به موارد مشابه ثابت و در حدود ۷ تا ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. میزان تراکم در حدی است که با توجه به مقدار وزن مشخص شده مورد نیاز، خوراک به طور کامل و لب به لب داخل قالب دستگاه ریخته شد. در این صورت مقدار خوراک ریخته شده مورد نیاز ۲۲/۴ گرم است.

همچنین حداقل فشار وارد بر خوراک در واحد پلت ساز ۷۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد [۸]. بنابراین با توجه به ظرفیت حداکثری دستگاه و شرایط آزمایش، سه بار عمودی وارد بر سطح خوراک در هنگام آزمایش ۶۰۰ ، ۷۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم در نظر گرفته شده است.

با وارد کردن هر یک از نیروهای عمودی و روشن کردن دستگاه، در فاصله زمانی مساوی ۳۰ ثانیه اعداد روی گیج نیرو قرائت شد و این قرائت تا جایی که نیروسنج عدد ثابتی را نشان دهد ادامه یافت. سپس با توجه به ضریب ثابت دستگاه، نیروی برشی لازم به دست آمد. با بدست آمدن نیروی برشی لازم، تنش برشی بدست آمده و با استفاده از داده های به دست آمده در این آزمایش نمودار تنش عمودی- تنش برشی رسم گردید. ضریب زاویه خط مستقیم عبور کرده از نقاط ، به عنوان ضریب اصطکاک داخلی خوراک مورد آزمایش گزارش گردید. این آزمایش برای هر سطح رطوبتی و هر بار عمودی در سه تکرار انجام شد.

۳- بدست آوردن حداقل نیرو عمودی لازم جهت متراکم سازی خوراک

برای متراکم کردن مقدار معینی از مواد در سوراخ هایی شبیه سوراخ های دای (نیروی لازم جهت غلبه بر اصطکاک داخل سوراخ دای) یک سوراخ دای شبیه سازی شده، از جنس فولاد بکار رفته در ساخت دای استفاده شد (شکل ۲). آزمایش با یک دستگاه آزمون کشش- فشار جامع اینستران مدل Instron 1140 ساخت کشور انگلیس انجام شد.

با ریختن مقداری معین خوراک به داخل سوراخ، بوسیله اینستران آزمایش را تا رسیدن به وزن مخصوص معین ادامه داده و حداقل نیروی لازمه بدست آمد. نیرویی که در این نقطه ثبت گردید بعنوان حداقل نیروی فشارش تراکمی جهت غلبه بر اصطکاک داخل سوراخ برای رسیدن به وزن مخصوص نهایی نمونه بود. این ارتفاع با یک میکروسویچ که در نقطه مناسبی باعث قطع شدن دستگاه می گردید، تنظیم شد. تغییرات نیرویی نیز در حین انجام آزمایش به وسیله ثبات بر روی کاغذ شطرنجی ثبت گردید.

با توجه به این که در واحد پلت ساز، خوراک بین غلتک و دای درفشار ماکزیمم برش خورده و به شکل پلت در می آید، وزن مخصوص ظاهری خوراک پلت شده مبنا قرار گرفت. وزن مخصوص ظاهری پلت نهایی ۱/۲۸گرم بر سانتیمتر مکعب بود. بر اساس این وزن مخصوص ظاهری مقدار خوراک لازم برای

انجام آزمایش برش با توجه به ابعاد قالب ساخته شده تعیین گردید.

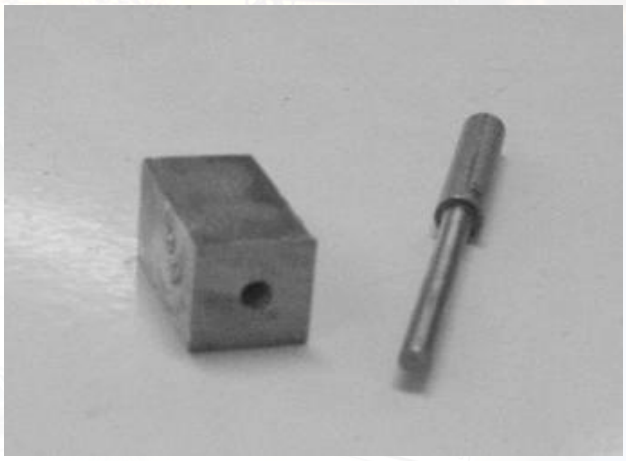
کلیه آزمایشات در سه سطح رطوبتی انجام شدند. بعد از به دست آمدن داده ها، تحلیل داده ها و رسم نمودارها توسط نرم افزار اکسل انجام شد و مدل ریاضی بین پارامتر تعین شده ومحتوای رطوبتی بدست آمد.

نتایج وبحث

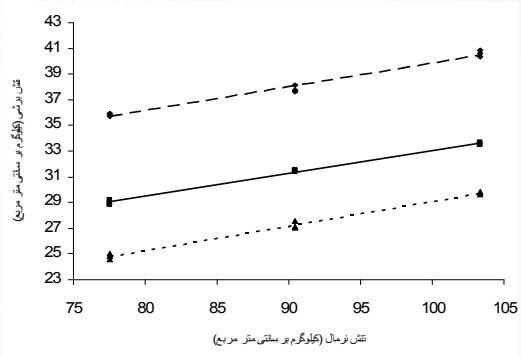
۱- نتایج بدست آمده از تست برش مستقیم:

این آزمایش جهت به دست آوردن ضریب اصطکاک داخلی خوراک انجام شد. با رسم نمودارهای مقـادیر تنش بـرشی در برابر تنش نـرمال، در سطـوح رطـوبتی مورد نظـر، معـادله خطـی بین آنها رسـم شد (شکل ۳). شیب خطوط بدست آمده، ضریب اصطکاک داخلی خوراک است.

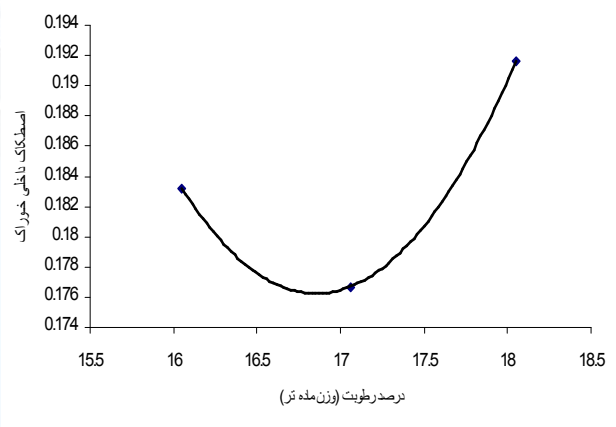
تحلیل داده ها نشان داد که در این دامنه رطوبتی، ضریب اصطکاک داخلی نمونه ها متأثر از محتوای رطوبتی آنها نمی باشد. مقایسه مقادیر میانگین ضرایب اصطکاک داخلی در سطوح مختلف رطوبت، آشکار ساخت که اختلاف معنی داری بین آنها در سطح ۵ درصد وجود نداشت، که علت آن تفاوت جزئی سطوح رطوبتی نمونه های آزمایش است. شکل ۴ نمودار اصطکاک داخلی خوراک در برابر رطوبت را نشان می دهد.



شکل ۲- سیلندر و پیستون ساخته شده جهت آزمایش با دستگاه اینسترات.



شکل ۳- نتایج حاصل از آزمایش برش مستقیم (♦ رطوبت ۱۶/۰۵ درصد ■ رطوبت ۱۷/۰۶ درصد ▲ رطوبت ۱۸/۰۵ درصد)



شکل ۴- تاثیر میزان رطوبت بر ضریب اصطکاک داخلی نمونه ها

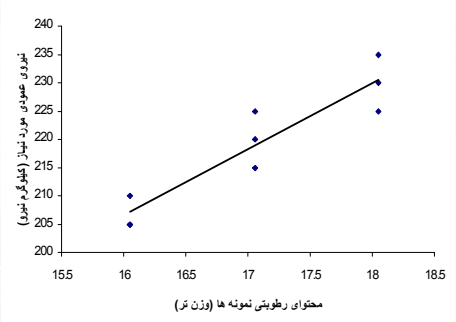
۲- نتایج بدست آمده از تست دستگاه آزمون فشار- کشش جامع

این آزمایش برای به دست آوردن حداقل نیروی عمودی جهت فشار دادن خوراک به داخل سوراخ های دای، برای غلبه بر اصطکاک داخل سوراخ ها انجام شد. تحلیل داده ها آشکار ساخت که مقدار نیروی عمودی لازم، جهت غلبه بر اصطکاک داخل سوراخ های دای و متراکم سازی خوراک متاثر از محتوای رطوبتی نمونه ها می باشد. مقایسه مقادیر میانگین نیروی عمودی، جهت متراکم سازی نمونه ها در سطوح مختلف رطوبت نشان داد که در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری بین آنها وجود داشت.

شکل ۵، نمودار نیروی عمودی لازم در برابر رطوبت را نشان می دهد. همانطوری که در این شکل مشاهده می شود، نیروی عمودی مورد نیاز خوراک، جهت غلبه بر اصطکاک داخل سوراخ دای و متراکم سازی، نسبت به افزایش میزان رطوبت نمونه ها سیر صعودی دارد.

رابطه ریاضی بین محتوای رطوبتی (M_c) بر مبنا تر نمونه ها و نیروی عمودی لازم (Y) بر حسب کیلوگرم نیرو، با ضریب رگرسیون $R2=۰/۸۷$ ، به صورت رابطه (۱) می باشد.

$$Y = 11/67\ M_c + 19/78 \qquad (۱)$$



شکل ۵- تاثیر میزان رطوبت بر نیروی فشارش عمودی خوراک

منابع

[۱] فرخوی، م.، خلیقی، ت و نیک نفس، ف. ۱۳۸۱. راهنمای کامل پرورش طیور- نفس چاپ چهارم - انتشارات واحد آموزش و پژوهش معاونت کشاورزی صفحه ۶۱۷ تا ۶۲۲.

[۲] بی نام. ۱۳۸۳. تغذیه پلت در جوجه های گوشتی. مقاله گروه علمی شرکت صالح کاشمر. مجله صنایع دام و طیور ۱۳۸۳. شماره ۲۴- صفحه ۲۱ تا ۲۵.

[۳] شهاب، ع.۱۳۸۲.تأثیر دان پلت بر انرژی خوراک. واحد آموزش و پژوهش گروه کشاورزی سازمان اقتصادی کوثر- چکاوک- دوره دوازدهم- شماره ۴- صفحه ۴۹ تا ۵۸.

[۴] سیتکی، گ. ت.۱۳۸۲. مکانیک محصولات کشاورزی. ترجمه تیمور توکلی هشجین، ۴۲۷- ۴۵۷ ، ا نتشارات سالکان.

[۵] AACC. Methods 44-15A, Moisture – air – oven. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, The Association, St. Paul (1999).

[۶] Fairchild Fred, J., 1999. The Effect of Precise Moisture Control in the Mixer on Pellet Production, No.(9): pp: 32-35

[۷] Masoumi, A. A. and L. Tabil. 2003. Physical properties of chick pea. ASAE annual international meeting – July 27-30, 2003 – Las Vegas, NV. Paper No. 36

[۸] Thomas, T. Van Vliet, A. Van der Poel. 1998. Physical quality of Pelleted animal Feed: contribution of feedstuff components. Animal Feed Science Technology. No.(7): pp: 59-78.

Modeling some mechanical properties of poultry feed in order to design a press pellet machine

ABSTRACT

Some mechanical properties of poultry feed are used for designing and fabricating a press pellet machine. In this project, the relationship between the moisture content of feed samples and some mechanical properties included coefficient of internal friction and required normal force during the press of the feed in die, were studied. The samples were prepared at different levels of moisture content (16-18% w.b.).

A hole was made with the same size, shape and material of a commercial press pellet's die, and used during test. The shear-box and universal testing machine were used to determine some mechanical properties of samples. The test was done in three replicates and used Excel software to analyze the effect of moisture content on measured parameters. The results indicated that the moisture content of samples had no significant effect on the coefficient of internal friction, while the required normal force for pressing the feed sample in die was significantly affected by the moisture content of feed samples ($P<0.5$).

Keywords: Poultry feed; Pellet machine; Die; Internal friction; Normal force.