ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲۴ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

اندازه گیری رطوبت ذرت دانه شده با استفاده از دستگاه رطوبت سنج صوتی- روی خط

فرشاد نصری
دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه ایلام

چکیده
طراحی و ساخت دستگاه‌های رطوبت سنجی که بتوانند به صورت پیوسته و روی خط فرآیند انجام شده برروی غلات رطوبت را با سرعت بالا و دقت کافی اندازه گیری کنند از نیازهای صنایع غلات از جمله ذرت می باشد.روشهای اندازه گیری رطوبت به صورت روی خط عبارتند از:روش مقاومتی،روش خازنی،روش صوتی، روش امواج نزدیک مادون قرمز،روش رزونانس مغناطیسی هسته، روش میکروویو.در این تحقیق به بررسی روش صوتی با ساخت دستگاه مربوطه و کالیبره کردن آن برای ذرت پرداخته ایم.با انجام آزمایشات در ۵ سطح رطوبتی متفاوت با ۳ تکرار برای هر سطح رطوبتی میزان توان صوت تولیدی را بدست آورده ایم و با میانگین گیری و رسم نمودار رگرسیونی معادله ای با ضریب همبستگی ۸۷ درصد بین رطوبت و میزان صدای تولیدی بدست آورده ایم. می توان سایر پارامترهای قابل اندازه گیری در ذرت از جمله خواص فیزیکی و مکانیکی آن را اندازه گیری کرد و با توجه به توان صوت تولیدی آنها را کالیبره کرد و معادلات مربوط به آنها را بدست آورد. توان صوت به دلیل اینکه با سرعت بالاتری نسبت به رطوبت و سایر خصوصیات فیزیکی قابل اندازه گیری است برای استفاده در خطوط تولید به صورت روی خط بسیار مناسب است.

کلید واژه: ذرت، رطوبت، رطوبت سنج صوتی، رطوبت روی خط

مقدمه

رطوبت یک فاکتور اساسی و مهم در برداشت و انبار داری محصولات کشاورزی است،به همین خاطر رطوبت را با شیوه های مختلف و به دوصورت رطوبت بر پایه تر و خشک بدست می آورند.رطوبت عاملی است که بر اکثر خصوصیات مواد غذایی و محصولات کشاورزی از جمله اصطکاک،زاویه ریپوز تخلیه و پرشدن،هدایت حرارتی و الکتریکی،و...تاثیر می گذارد.

در صنایع غلات از جله ذرت دانه ای تعیین سریع میزان رطوبت برای کنترل فرآیندهای انجام شده بر ذرت دانه ای امری حیاتی است از این رو دستگاههای رطوبت سنج از اهمیت ویژه ای برای صاحبان صنایع غلات برخوردارند.

طراحی و ساخت دستگاههای رطوبت سنجی که بتوانند به صورت پیوسته و روی خط فرآیند انجام شده بروی غلات رطوبت را با سرعت بالا و دقت کافی اندازه گیری کنند از نیازهای صنایع غلات از جمله ذرت می باشد.

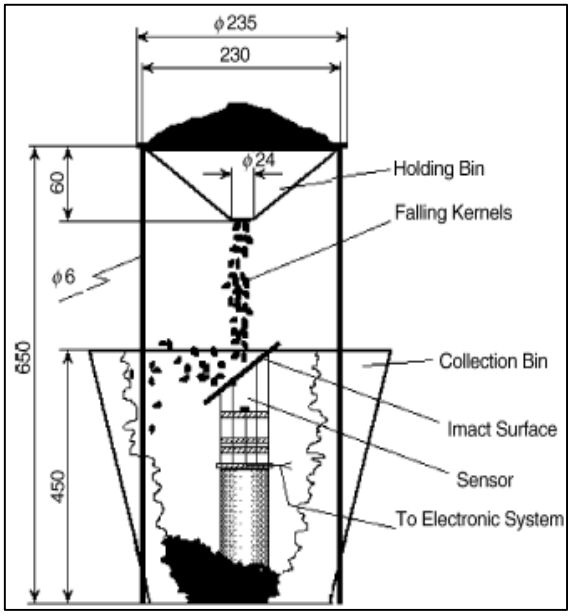
این در حالی است که دکتر محمد هادی خوش تقاضا و همکارانش اقدام به طراحی و ساخت دستگاه رطوبت سنج صوتی غلات روی خط در سال ۱۳۸۱ نموده اند که این دستگاه به کمک یک مدار مدار الکتریکی ولتاژ را اندازه گیری می کند که نمایانگر رطوبت مربوبطه می باشد.

با توجه به مطالعات انجام شده دستگاه رطوبت سنجی یافت نشده که باتوجه به دسیبل یا قدرت صوت تولیدی از برخورد محصول با دستگاه کالیبره شده باشد.در تحقیق پیش رو خواهید دید که دستگاه طراحی شده توسط اینجانب ساخته شده و به جای مدارهای الکتریکی از یک صوت سنج که برای اندازه گیری دسیبل صوت استفاده شده.

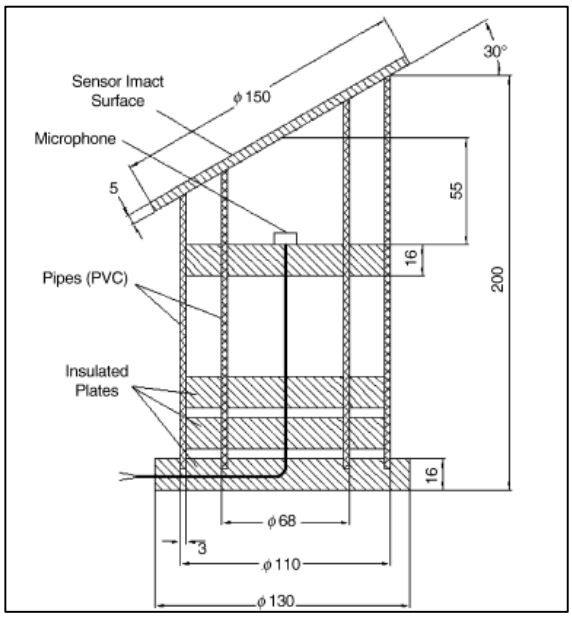
مواد و روشها

دستگاه صوت سنج طراحی شده در ایتدا ساخته شد.طرح دستگاه به گونه ای است که بتوان از طریق قیف واقع در بالای دستگاه آن را یه صورت پیوسته برای یک حجم مشخص که حجم قیف است تغذیه کرد.باید توجه داشت اتاقک صوتی دستگاه طوری عایق گردد که به جز صدای برخورد دانه های محصول با شیشه صدای دیگری از محیط اطراف بر داده های بدست آمده از دستگاه تاثیر نگذارد.جنس لوله ها برای اتاقک صوتی از (pvc)، شیشه محل برخورد دانه ها با ضخامت ۲ میلیمتر انتخاب و همچنین از یک سطل برای جمع آوری محصول ریخته شده روی شیشه استفاده می گردد.(شکل شماره ۱)

در ساخت دستگاه از دو لوله (pvc) با قطرهای ۱۱۰و۶۸ میلیمتر برای اتاقک صوتی استفاده گردیده و بین این دو لوله که به صورت هم مرکز قرار گرفته اند با یونولیت پر گردیده تا کاملا عایق صوتی باشد. دو لوله را از ابتدا با زاویه ۳۰ درجه برش می زنیم تا محصول روی صفحه برخورد جمع نگردد. (شکل شماره ۲)



شکل ۱: نمای کلی دستگاه



شکل ۲: اتاقک صوتی

شکل ۳: انتقال داده از صوت سنج به رایانه

صفحه برخورد یک شیشه صاف با ضخامت ۲ میلیمتر و شعاع ۱۵۰میلیمتر می باشد که بر روی سطح برش خورده با زاویه ۳۰ درجه قرار می گیرد و میکروفن صوت سنج را در فاصله ۵۵ میلیمتری مرکز صفحه برخورد درون یونولیت قرار می دهیم حال از یک لوله قطر با ۲۳۰ میلیمتر برای پایه قیف استفاده می کنیم که ارتفاع آن ٦۵۰ میلیمتر است. (شکل شماره ۱)

قیف ریزش را طوری انتخاب می کنیم که دارای دهانه خروجی با شعاع ۲٤ میلیمتر و روی لوله بیرونی قرار گیرد البته باید در نظر داشت که ارتفاع ریزش در فاصله ۱۰ سانتیمری از مر کز سطح برخورد بهترین حالت برای ریزش دانه های ذرت می باشد.

داده های بدست آمده از دستگاه صوت سنج که متصل به کامپیوتر می باشد در فایل Excel ذخیره می گردد. (شکل شماره ۳)برای ذرت دانه ای که رطوبت آن بر پایه تر(۱) ٦٦ درصد می باشد ابتدا ۵ نمونه ۱۰۰ گرمی در گرم کن برقی نگه داری شدند تا به رطوبت های متفاوتی در فاصله های زمانی متفاوت برسند. (شکل شماره ۳)

$$W = \frac{M_w}{M_t} \times 100 \qquad (۱)$$

M_w وزن آب موجود

M_t وزن کل (آب و ماده خشک محصول)

W رطوبت بر پایه تر

برای هر نمونه ۱۰۰ گرمی ابتدا رطوبت را بدست می آوریم و سپس سه بار نمونه را روی دستگاه می ریزیم تا سه ستون داده در ذخیره گردد و سپس میانگین سه ستون را به عنوان دسیبل یا توان صوت ایجاد شده در رطوبت بدست آمده را به عنوان داده اصلی دستگاه برای کالیبره کردن آن در نظر می گیریم. تعداد ۱۵ آزمایش برای میزان های مختلف رطوبتی انجام می شود.داده های بدست امده، جداول (A,B,C,D,E) برای رطوبت های مختلف در زیر ارائه شده(شکل شماره ٤)

هر کدام از جداول A,B,C,D,E داده های صوت سنج بر حسب دسیبل برای سه بار ریزش نمونه با رطوبت معلوم روی سطح برخورد دستگاه می باشند.که میانگین دسیبل سه بار آزمایش به صورت زیر است:

شماره جدول	درصد رطوبت	میانگین توان صوت
A	٦٦/٦	۸۱/۰۵
B	٦۲/۸۰	۸٤/٤٤
C	٤۳/۱۰	۸۵/۱٤
D	۱۰/٦۹	۸۷/۵۲
E	۰	۹۰/٤۹

A		
آزمایش ۳	آزمایش ۲	آزمایش ۱
٦٦	٦٩.٧	٧٦.٥
٦٦	٦١.١	٩٠.١
٦٠.٥	٤٨.٧	٩٨.١
٥٩	٨٣.٤	٩٩.٤
٧٣.٧	٩٥.١	٩٠
٧٦.٤	٩٨	٩٧.٢
٩٠.٦	٩٢	٧٧.٨
١٢٤.٥	٩٣	٥٢.٤
٩٣.٩	٩٦.٨	٤٩.٨
	٩١.٨	

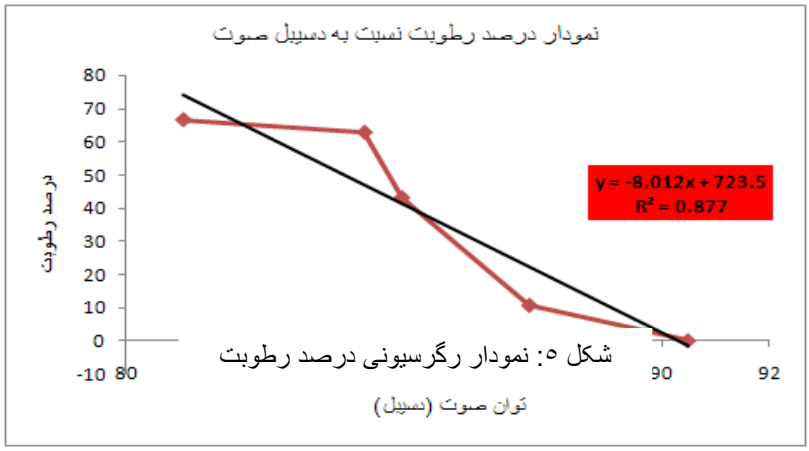
B		
آزمایش ۳	آزمایش ۲	آزمایش ۱
٦١.٢	٨٠	٦٥.٢
٧٠	٨٢.٣	٨٠.٤
٧٧.٥	٩٠.٧	٨٢.٦
٩٣.٢	٩٤.٤	٩٢.٨
٩٦.٤	٩٢.٨	٩٣.٦
٧٧		٩١.٣
		٩٢.٩
		٨٩.٩

C		
آزمایش ۳	آزمایش ۲	آزمایش ۱
٧٠	٥٦.٢	٨٩.٤
٧٠	٦٠.٧	٩٣
٨٠	٧١.١	٩٦.٨
٩٢.٤	٧٦.٥	٨٢.٣
٩٤	٩٠.٩	٩٠
٩٢	٩٩.٤	
٩٤	٩٩.٣	
	٩٠	

D		
آزمایش ۳	آزمایش ۲	آزمایش ۱
٦٩.٤	٦٣	٩٥
٦٧	٧٠.٣	٩٣
٧٥.٤	٦٦.٦	٨٢.٩
٨١.٩	٧٨.٤	٩٧.٢
٩٦.٦	٧٠	١٠١.٨
٩٨.٢	٧٢	١٠٥.٧
١٠١.٧	٩٠	٩٤
	٩٧.٧	

E		
آزمایش ۳	آزمایش ۲	آزمایش ۱
٦٠.٩	٦٣.٥	٩٠.٤
٨٨.٣	٦٤.٨	٩٩.٤
٩٢.١	٨٧.٦	٩٦.٤
٨٩.٤	٨٤.٥	٩٣.٥
٩٤.٩	٩١.٨	٩٧
٩٩.٥	٨٩.٧	١٠٢
٩٩.٧	٩٢	
	٩٥.٤	
	٩٤.٨	
	٩٣.٦	

شکل ٤: داده های دستگاه بر حسب دسیبل



شکل ٥: نمودار رگرسیونی درصد رطوبت

نتایج و بحث:

بعد از داده گیری از

دستگاه و رسم نمودار رگرسیونی داده ها به این نتیجه رسیدیم که با خشک شدن دانه های ذرت،صدای تولید شده دارای توان بیشتری است به گونه ای که میانگین صوتی دستگاه زمانی که محصول کاملا خشک است در بالاترین مقدار خود قرار دارد.

در بیشترین رطوبت دانه های ذرت توان صدای تولیدی در پایین ترین مقدار خود خواهد بود،همانطور که در نمودار مشاهده می کنید(شکل شماره ۵)تغییرات توان صوت در ابتدا حتی با کاهش مقدار کم رطوبت، بسیار محسوس است اما با تغییر محسوس رطوبتی در میانه نمودار می بینیم که تغییرات توان صوت بسیار کم است اما با رسیدن درصد رطوبت محصول از ۱۰ به صفر دوباره تغییرات توان صوت تولیدی افزایش می یابد.

با رسم رگرسیون خطی معادله(۲) زیر بیانگر رابطه بین توان صدای تولیدی و رطوبت محصول می باشد که به ترتیب با X، Y در معادله زیر مشخص می گردند.که با ضریب همبستگی ۸۷ درصد(۳) قابل قبول است.

(۲) $y = -685.\ln(x) + 3086$

(۳) $R^2 = 0.873$

البته باید اشاره کنیم می توان سایر پارامترهای قابل اندازه گیری در ذرت از جمله خواص فیزیکی و مکانیکی آن را اندازه گیری کرد و با توجه به توان صوت تولیدی آنها را کالیبره کرد و معادلات مربوط به آنها را بدست آورد. توان صوت به دلیل اینکه با سرعت بالاتری نسبت به رطوبت و سایر خصوصیات فیزیکی قابل اندازه گیری است برای استفاده در خطوط تولید به صورت روی خط بسیار مناسب است.

منابع:

Amoodeh, M.T, Khoshtaghaza,M.H,Minaei ,S,2006, Acoustic on-line grain moisture meter, Computers and Electronics in Agriculture 52 (2006) 71–78

ASAE, 2001. ASAE Standard S352.2: Moisture measurement-unground grain and seeds. In: ASAE Standards 2001. ASAE, St. Joseph, MI.

Baldwin, E.K., 1992. On-line near infrared spectroscopy for measurement, control and quality assurance in the food processing industry. In:

Proceedings of Food Processing Automation II, Lexington, Kentucky, 4–6 May. ASAE, St. Joseph, MI, pp. 254–261.

Bowman, G.E., 1983. The NIAE moisture meter. In: Proceedings of the National Conference on Agricultural Electronics Applications, Chicago,

IL, 11–13 December. ASAE, St. Joseph, MI, pp. 787–794.

Brusewitz, G.H., Stone, M.L., 1987. Wheat moisture by NMR. Trans. ASAE 30 (3), 858–862.

Cox, S.W.R., 1997. Measurement and Control in Agriculture. Blackwell Science, Oxford, UK.

Foreman, J.E.K., 1990. Sound Analysis and Noise Control, second ed. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA.

Harrenstein, A., Brusewitz, G., 1986. Sound level measurements on flowing wheat. Trans. ASAE 29 (4), 1114–1117.

Henry, Z.A., Zoerb, G.C., Birth, G.S., 1991. Instrumentation and Measurement for Environmental Sciences. ASAE, St. Joseph, MI.

Kandala, C.V.K., Nelson, S.O., Lawrence, K.C., 1996. Determining moisture content in small wheat samples by dual-frequency RF impedance

sensing. Trans. ASAE 39 (3), 1185–1188.
King, R.J., 1997. On-line moisture and density measurement of foods with microwave sensors. Appl. Eng. Agric. 13 (3), 361–371.
Mexas, S., Brusewitz, G.H., 1987. Acoustic grain moisture meter. Trans. ASAE 30 (3), 853–857.
Nakra, B.C., Chaudhry, K.K., 1991. Instrumentation Measurement and Analysis. Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, India.
Nelson, S.O., Trabelsi, S., Kraszewski, A.W., 1998. Advances in sensing grain moisture content by microwave measurement. Trans. ASAE 41 (2),
483–487.
Zoerb, G.C., Moore, G.A., Burrow, R.P., 1993. Continuous measurement of grain moisture content during harvest. Trans. ASAE 36 (1), 5–9.