طراحی و ساخت حسگر خازنی رطوبت غلات و تاثیر دمای هوا بر عملکرد آن

هادی دهقان[۱]، محمد لغوی[۲]، سعادت کامگار[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز، پست الکترونیک:
Hadi.dehghan1367@gmail.com

۲- استاد گروه ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳- استادیار گروه ماشین های کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

پیشرفته ترین قسمت از کشاورزی دقیق سیستم آشکارسازی لحظه ای عملکرد محصول می باشد که شامل تعدادی حسگر (سنسور) است که هر کدام با سنجش و ارسال یک سری اطلاعات از محصول در حال برداشت به ریز پردازنده و یا رایانه در نهایت عملکرد محصول در واحد سطح در هر لحظه از برداشت محاسبه می گردد. در برداشت محصولات کشاورزی، میزان محتوای رطوبتی محصول یکی از فاکتورهای مهم در محاسبه ماده خشک محصول برداشت شده و تعیین بهترین زمان برداشت می باشد. در هنگام داد و ستد مقدار متوسط رطوبت محصولی که خرید و فروش می شود بسیار مهم است. در این تحقیق یک دستگاه حسگر رطوبت سنج از نوع خازنی ساخته و عملکرد آن مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی حسگر از گندم رقم شیراز و ذرت رقم ۷۰۴ استفاده شد. دقت دستگاه با RMSE=0.156 رضایت بخش بود. آزمایشات تاثیر دما با دو سطح رطوبتی (۱۰ و ۱۷ درصد بر پایه خشک برای گندم و رطوبت ۷ و ۱۸ درصد بر پایه خشک برای ذرت) در پنج سطح دمایی (۲۶،۳۰،۳۲،۴۳،۵۰ درجه سانتیگراد) انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش دما ظرفیت خازنی افزایش می یابد.

کلید واژه: رطوبت، دما، حسگر خازنی، کشاورزی دقیق

مقدمه

در برداشت محصولات کشاورزی، میزان سطح رطوبتی یکی از فاکتورهای مهم در تعیین بهترین زمان برداشت می باشد. زمان مناسب باید به گونه ای انتخاب شود که کمترین آسیب به محصول، کمترین میزان تلفات و بیشترین راندمان را به همراه داشته باشد. برداشت زود هنگام بعضی از محصولات به دلیل سبز بودن دانه و افزایش میزان کلروفیل، هزینه های رنگ بری را افزایش داده و به دلیل رطوبت بالا، ضمن بالا رفتن هزینه خشک کردن، زمینه فعالیت و رشد کپک ها را به وجود می آورد. از طرفی برداشت دیرتر از موعد نیز، به دلیل خشک شدن، خسارت ناشی از ریزش دانه ها را به همراه خواهد داشت.

عثمان[1] و همکاران(۲۰۰۳) که یک حسگر رطوبت خازنی برای علوفه در شرایط ثابت ساختند و مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که حسگر به صورت مستقیم نمی تواند مقدار رطوبت را نشان دهد. همبستگی خوبی بین خروجی حسگر و مقدار آب(g) درون محفظه خازن مشاهده شد. ضریب تعیین(R^2) ۰/۹۲ برای ذرت شماره ۱ ، ۰/۸۷ برای ذرت شماره ۲ و ۰/۶۷ برای یونجه بدست آمد.

بربرت[2] و همکاران (۲۰۰۴) خواص دی الکتریک و محتوای رطوبتی بذر لوبیا را اندازه گیری کردند. آنها سه مدل پیش بینی رطوبت بذر را پیشنهاد دادند. آنها گزارش دادند که مدل پیشنهادی با انحراف معیار ۱٪-۱/۳٪ رطوبت و ماکزیمم خطای ۱/۹٪-۳/۵٪ رطوبت قادر به تخمین رطوبت بذر لوبیا می باشد. افضل[3] و همکاران (۲۰۱۰) محتوای رطوبت برگ ها را با اندازه گیری ثابت دی الکتریک برگ ها برای پنج نوع مختلف محصول برآورد نمودند. آنها از دو صفحه مسی نیم بیضوی به عنوان الکترود و آنالیزور Keithly 590 C-V به عنوان ابزار اندازه گیر ظرفیت خازن که توانایی اندازه گیری ظرفیت خازن در دو فرکانس 100 KHz و 1MHz را داشتند، استفاده کردند. آنها گزارش دادند که مقدار ظریب تعیین برای فرکانس 100KHz نسبت به فرکانس 1MHz بیشتر است.

قابلیت گذر دهی طبق رابطه ۲ بدست می آید:

ظرفیت یک خازن با دو صفحه موازی طبق رابطه زیر محاسبه می شود:

(۱)
$$C=\varepsilon_{\circ}k\frac{A}{d}$$

که درآن: C: ظرفیت خازن[4] (f)، A: سطح موثر خازن (m^2)، d: فاصله صفحات (m)، k ثابت دی الکتریک[5] و$\varepsilon_{\circ}=8.854\times10^{-12}$ قابلیت گذردهی خلاء[6] می باشد. ثابت دی الکتریک آب۸۰ و هوا تقریبا ۱ است. ثابت دی الکتریک پروتئین و نشاسته موجود در اغلب مواد کشاورزی در حدود ۴ است. بنابراین ثابت دی الکتریک به طور قابل ملاحظه ای با مقدار آب متناسب خواهد بود که با درجه پرشوندگی داخل خازن از مواد مرتبط است.

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon'' \qquad (۲)$$

که در آن 'ε ثابت دی الکتریک و "ε ضریب اتلاف می باشد. تانژانت زاویه اتلاف نیز طبق رابطه (۳) محاسبه می شود:

[1] .Osman
[2] .Berbert
[3] .Afzal
[4] .Capacitance
[5] .Dielectric Constant
[6] .permittivity of Free Space

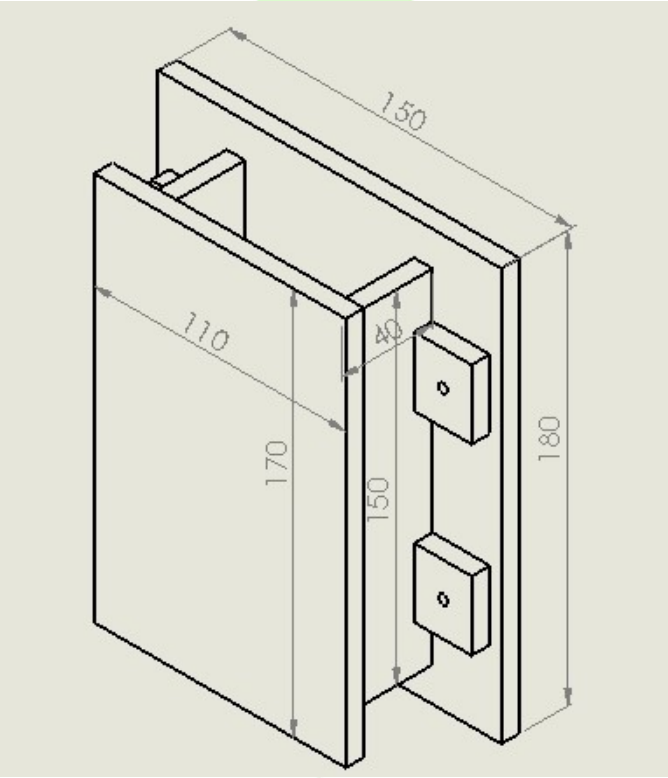
$$tan\ \delta = {\varepsilon''}/{\varepsilon'} \qquad (۳)$$

که در آن δ زاویه اتلاف می باشد.

مواد و روش ها

چهار چوب حسگر

در ساخت دستگاه از ورق هایی از جنس پلکسی گلاس استفاده شد. پلکسی گلاس نوعی پلاستیک می باشد که ظاهری بسیار شفاف و شبیه به شیشه دارد.جنس پلکسی گلاس از نوعی پلی کربنات شفاف می باشد که نوعی پلیمر است. از دیگر ویژگی های پلکسی، مقاومت زیاد آن نسبت به شیشه است. ابتدا ورق ها به اندازه مشخص برش زده شد و سپس به وسیله کلرفوم به هم متصل شدند. ابعاد دستگاه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل۱. ابعاد دستگاه بر حسب میلیمتر

مدار الکترونیک

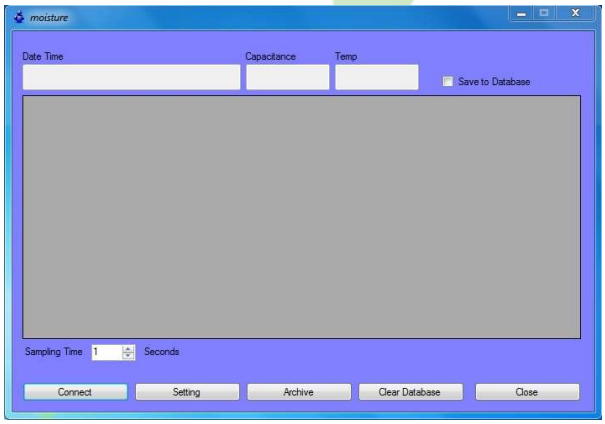
در ساخت مدار حسگر از قطعاتی که در جدول ۱ آمده استفاده شده است.

جدول ۱. نام قطعه و مشخصات قطعات

نام قطعه	مشخصات
میکروکنترلر	ATmega 8
Crystal	14.7456
MAX	232
خازن	10 uF
خازن	100 uF
خازن	0.1 nF
خازن	33 pF
خازن	PF 18
دیود	1N 4148
مقاومت	33 kΩ
مقاومت	10 kΩ
مقاومت	5110 kΩ
سلف	10 uH
آی سی	7805
حسگر دمای	LM 35

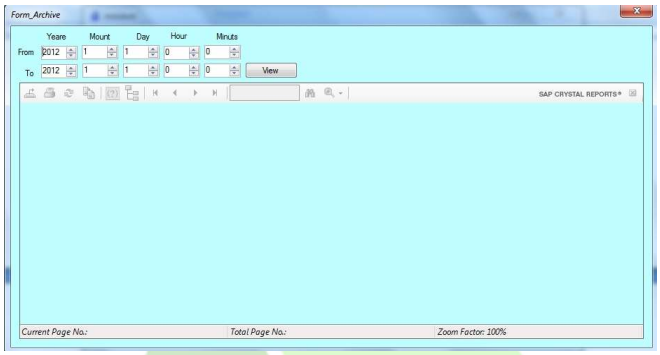
نرم افزار کامپیوتری

نرم افزار قابلیت مانیتورینگ و ذخیره مقادیر اندازه گیری را دارد. این نرم افزار قابلیت بازیابی مقادیر ذخیره شده با وارد کردن محدوده تاریخ و ساعت را دارا می باشد همچنین قادر است مقادیر ثبت شده را چاپ و با فرمت های pdf و docx و ... ذخیره نماید (شکل ۲).



شکل ۲. تصویر نرم افزار

- در قسمت Setting، تنظیمات مربوط به پورت سریال قرار دارد.
- در قسمت Connect نرم افزار با دستگاه ارتباط برقرار می کند.
- در قسمت Sampling Time می توان فواصل زمانی ارتباط و دریافت اطلاعات را تعیین کرد.
- دکمه Clear Database بانک اطلاعاتی را پاک می کند.
- دکمه Save to Database مقادیر را در بانک اطلاعاتی ذخیره می کند.
- دکمه Archive شکل ۳ نمایش داده می شود.



شکل ۳. تصویر صفحه Archive

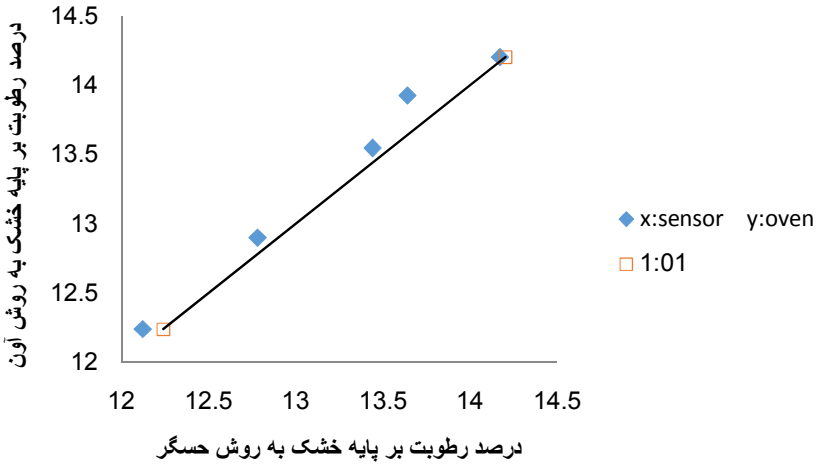
در این صفحه با تنظیم تاریخ و ساعت، مقادیر بازیابی می گردند و می توان آنها را چاپ و ذخیره کرد.

شکل۴. شکل واقعی حسگر

نتایج و بحث

دقت دستگاه

برای تعیین دقت دستگاه رطوبت محصول به روش حسگر و روش آون تعیین شد. در روش آون رطوبت غلات در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت، تعیین شد (شکل ۵).



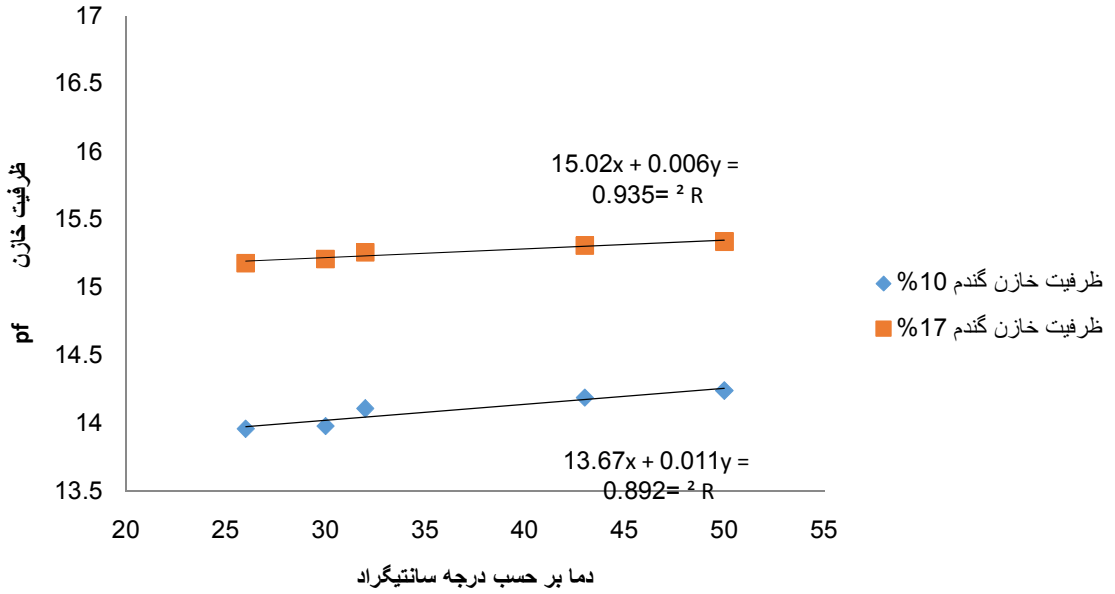
شکل ۵. نمودار بیانگر اختلاف محتوای رطوبتی بین روش حسگر و مقدار واقعی به روش آون

همان طور که از نمودار پیداست خط y=x برابر مقدار واقعی رطوبت و اختلاف بین خط و نقاط بیانگر عدم دقت حسگر می باشد. مقدار RMSE[1] برابر۰/۱۵۶ است که بیانگر دقت بالای حسگر می باشد.

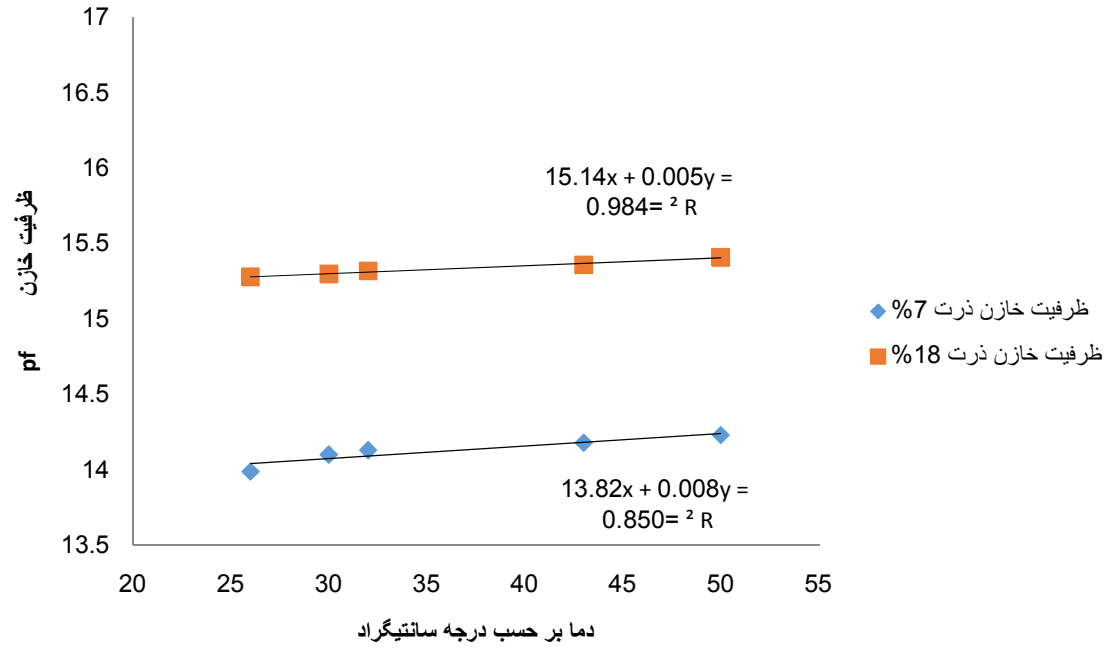
بررسی اثر دمای هوا بر خروجی حسگر

آزمایشات دما با دو سطح رطوبتی (رطوبت ۱۰ و ۱۷ درصد بر پایه خشک برای گندم و رطوبت ۷ و ۱۸ درصد بر پایه خشک برای ذرت) در پنج سطح دمایی (۲۶،۳۰،۳۲،۴۳،۵۰ بر حسب درجه سانتیگراد) انجام شد (شکل ۶ و ۷).

[1] .Root mean square error



شکل ۶. نمودار ظرفیت خازن بر حسب دمای هوا برای گندم با رطوبت ۱۰٪ و ۱۷٪ بر پایه خشک



شکل۷. نمودار ظرفیت خازن بر حسب دمای هوا برای ذرت با رطوبت ۷٪ و ۱۸٪ بر پایه خشک

از بررسی نمودار های ۶ و ۷ این مطلب بدست می آید که با افزایش دما ظرفیت خازن افزایش پیدا می کند. همچنین با افزایش دما در فرکانس های مختلف، ثابت دی الکتریک افزایش داشته است (Nelson, 2011). اگر چه اثر دما بر روی ثابت دی الکتریک تقریبا در تمامی پژوهش های انجام شده تایید شده است اما علت آن هنوز به اثبات نرسیده است.

نتیجه گیری کلی

براساس نمودارهای بدست آمده می توان به نتایج زیر اشاره کرد:

۱. با افزایش محتوای رطوبتی خروجی حسگر افزایش پیدا کرد.
۲. دقت حسگر در مقایسه با روش آون با RMSE=0.156 رضایت بخش بود.
۳. با افزایش دمای هوا، خروجی حسگر به صورت خطی افزایش پیدا کرد.

منابع

1- Afzal A., S.F. Mousavi, and M. Khademi. 2010. Estimation of Leaf moisture content by measuring the capacitance. Jornal of Agriculture Science Technology 12: 339-346.

2- Berbert P.A., A.P. Viana, R.G. Dionello, and V.O. Carlesso. 2004. Three dielectric models for estimating common bean moisture content. Drying Proceedings of the 14th International Drying Symposium . Sao Paulo, Brazil, 22-25 August vol. B, pp.1502-1509.

3- Nelson S.O., and D.S. Trabelsi. 2011. Sensing grain and seed moisture and density from dielectric properties. Int J Agric & Biol Eng, 4(1): 75-81.

4- Osman, A.M., P. Savoie, and D. Grenier. 2003. Measurement of moisture in hay and fora with a capacitan -type senso . Electronic-only Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing. 9-11 February 2003 (Louisville, Kentucky USA).

Design and development of a capacitor type grain moisture sensor and the effect of air temptature and its performance

Hadi dehghan[1] mohammad loghavi[2] and saadat kamgar[3]

1- MSc Student of Agricultural Machinery. Shiraz University, Shiraz, Iran

hadi.dehghan1367@gmail.com

2- Professor of Agricultural Engineering Department. Shiraz University, Shiraz, Iran

3- Assistant Professor of Agricultural Engineering Department. Shiraz University, Shiraz, Iran

Abstract

The most advanced part of precision farming cycle is the instantaneous yield monitoring system which includes a series of sensors that measure and send yield data to the harvester on-board microprocessor or computer. In harvesting of grain crops, moisture content is an important factor in calculator of product dry matter and determining the optimum harvesting time. The average amount of product moisture content in the business of buying and selling a product is very important and its performance was evaluated. In this study a capacitor type moisture content meter (sensor) was developed. To evaluate the sensor wheat (Shiraz cultivar) and maize (704 cultivar) were used. The accuracy of the sensor was satisfactory with RMSE = 0.156. The effect of air temperature on the sensor performance was investigated at two moisture content levels (10 and 17% dry basis) for wheat and (7 and 18% dry basis for maize) at five temperature levels (50,43,32,30,26 degrees C). The results showed increasing capacetor output with temprature.

Keywords: Moisture, Temperature, Capacitance sensor, Precision agriculture