استفاده از فناوری نوین حسگر التراسونیک جهت تشخیص ارتفاع محصول در کمباین برداشت دقیق

پژمان عالی‌قلعه[۱]، ترحم مصری گندشمین[۲]، سعید عالی‌قلعه[۳]، ابراهیم عبداللهی[۱]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه محقق اردبیل pejman.alighaleh@gmail.com

۲- استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

۳- کارشناسی ارشد برق- مخابرات سیستم (استاد مدعو دانشگاه علوم و فناوری مازندران)

چکیده:

افزایش جمعیت و رقابت شدید جهانی در امر تولید محصولات کشاورزی، پیشرفت سریع تکنولوژی‌های فضایی و علوم وابسته، سبب افزایش چشمگیری در پیشرفت فناوری کشاورزی دقیق و شیوه‌های مدیریتی شده است. یکی از شیوه‌های مفید مدیریت محصول، آزمون‌های غیرمخرب ویژگی‌های مختلف در مراحل مختلف رشد گیاه (به طور مثال ارتفاع محصول) می‌باشد. ارتفاع محصول و به تبع آن مقدار تغذیه MOG به ویژه در کمباین‌های برداشت عامل تعیین کننده در ظرفیت کمباین است. برای اندازه گیری ارتفاع محصول در این پژوهش از تکنولوژی التراسونیک استفاده شد. برای این منظور سنسور مربوطه طراحی و ساخته شد. ارتفاع محصول ذرت با استفاده از فن‌آوری التراسونیک اندازه‌گیری شد. آزمایشات در محیط آزمایشگاهی با جمع‌آوری داده‌های مربوط به فاصله حسگر تا محصول انجام شد و با استفاده از تحلیل داده ها در نرم افزار متلب و اکسل ارتفاع گیاه محاسبه شد. در ادامه ارتفاع گیاه به صورت دستی و عملی اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از حسگر التراسونیک با داده‌های اندازه‌گیری شده با متر دستی تطابق خوبی داشت. استفاده از فناوری حسگر التراسونیک به عنوان روشی مناسب جهت تعیین ارتفاع محصولات مختلف در کشاورزی دقیق از لحاظ تکنیکی و هزینه اقتصادی کمتر توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: ارتفاع گیاه، حسگر التراسونیک، کشاورزی دقیق، ذرت

مقدمه:

کشاورزی دقیق[1] جدیدترین مجموعه فناوری در عرصه مهندسی کشاورزی می‌باشد که هم اکنون در اکثر کشورهای پیشرفته بصورت جدی بکار مورد توجه قرار گرفته است. یکی از جنبه‌های اساسی در کشاورزی دقیق، تکنولوژی و مجموعه‌های الکترونیکی در ابزار کشاورزی می‌باشد. بهینه‌سازی تولید و تیمار محصولات در یک پیکسل کوچک زراعی اساس افزایش دقت در تولید محصولات کشاورزی است. بهینه‌سازی تیمارها با استفاده از اطلاعات مربوط به محصول، تکنولوژی پیشرفته و شیوه های مناسب مدیریتی می باشد. بسیاری از فن‌آوری های بکار رفته در کشاورزی دقیق مثل رصد عملکرد، نرخ متغیر و تعامل بین منابع موجود، در مزرعه صورت می‌گیرد.(Johnson and Raun, 2000).

حسگر التراسونیک تکنولوژی مناسبی برای اندازه‌گیری ارتفاع محصول می‌باشد. اصوات همانند نور به صورت موج منتشر می‌شوند و البته بر خلاف نور برای آنکه بتوانند دیده شوند نیاز به محیط مادی دارند. هر موج یک آشفتگی مکانیکی در یک محیط گاز، مایع یا جامد است که به طرف خارج از چشمه صوتی و با سرعت یکنواخت و معین حرکت می‌کند. امواج صوتی دارای فرکانس های مختلفی می‌باشد که امواج با فرکانس بیشتر از ۲۰ کیلوهرتز را امواج ماوراء صوت یا الترا سوند[2] می‌نامند(Sudduth *et al*, 1998).

کاتوآکا و همکاران در سال ۲۰۰۲ طی تحقیقاتی نشان دادند حسگر التراسونیک نسبت به حسگر لیزر در اندازه گیری ارتفاع ذرت و سویا کارایی بیشتری دارد. آنها دریافتند که حسگر التراسونیک به دنبال تغییرات ارتفاع، خروجی قابل قبولی را نسبت به حسگر لیزر که بیش از حد حساس می باشد، می‌دهد.

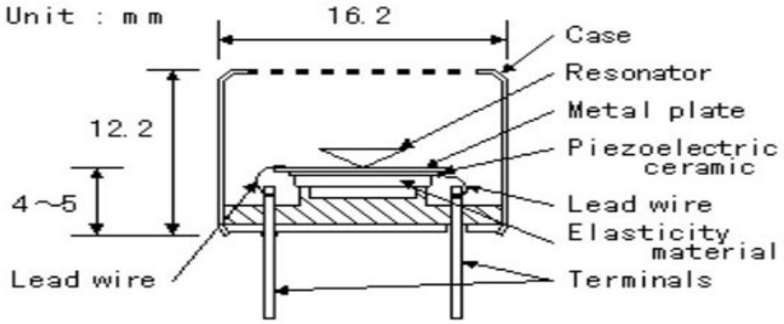
شیبایاما و همکاران در سال ۱۹۸۵ دریافتند که امواج ارسالی فراصوتی به ساختار تاج پوشش حساس بوده و در مقابل اجزای افقی تاج پوشش دارای حساسیت بیشتری است. شرستا و همکاران در سال ۲۰۰۲ در محیط آزمایشگاهی با استفاده از یک حسگر که به صورت عمود نصب شده بود توانستند تاج پوشش گیاه ذرت را بررسی کنند. آنها توانستند با دو اندازه گیری، ارتفاع طوقه گیاه و ارتفاع تاج، ارتفاع گیاه را بدست آورند که این اندازه گیری ارتباط نزدیکی با اندازه گیری دستی داشت. در سال ۲۰۰۴ سامسوزانا و همکاران توانستند تعداد برگ‌های ذرت را به صورت آزمایشگاهی و تک‌بوته‌ای توسط حسگر التراسونیک بدست آورند.

هدف از این تحقیق تعیین میزان ارتفاع محصول ذرت با استفاده از حسگر التراسونیک و مقایسه داده‌های بدست آمده با داده‌های عملی در مزرعه می‌باشد.

[1] - Precision agriculture
[2] - Ultra sound

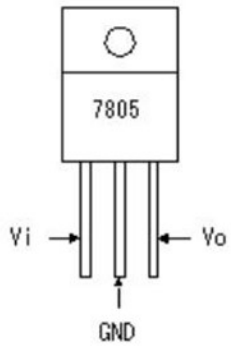
مواد و روش‌ها:

برای این منظور حسگر التراسونیک، شاسی دستگاه، برد الکترونیکی در آزمایشگاه ابزار دقیق گروه ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون دانشگاه محقق اردبیلی طراحی و ساخته شد. حسگر التراسونیک در دو بخش جداگانه فرستنده و گیرنده طراحی و ساخته شد. حسگر التراسونیک با فرکانس فرکانس کاری ۴۰ کیلوهرتز طراحی و ساخته شد. شماتیک اجزای سنسور در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل **۱**- شمای حسگر التراسونیک استفاده شده در شرایط آزمایش

امواج التراسونیک توسط دو آی‌سی LM833 و LM538 تقویت می‌شوند و در آی‌سی 4011 نگه‌داری شده و سپس وارد میکروکنترلر می‌شوند.برای تثبیت ولتاژ ورودی به میزان ۵ ولت از رگولاتور ۷۸۰۵ استفاده شد تا تغییرات ولتاژ به قطعات مدار آسیب نرساند. در شکل ۲ تصویری از رگولاتور استفاده شده نشان داده شده است. برای نمایش داده ها از LCD 16 × 4 استفاد شد (شکل ۳)



شکل **۲**- رگولاتور ۷۸۰۵ استفاده شده در شرایط آزمایش

شکل ۳- LCD استفاده شده در شرایط آزمایش

از کاربرد های ابتدایی حسگر التراسونیک تعیین فاصله می‌باشد به این صورت که یک موج صوتی از فرستنده حسگر التراسونیک ارسال می‌شود و مدت زمانی که نیاز است تا موج صوتی به هدف برخورد کند و به گیرنده برگردد محاسبه می‌شود، زمان بدست آمده را در سرعت صوت که ثابت در نظر می‌گیریم ضرب می‌کنیم و نتیجه بدست آمده را تقسیم بر دو می‌کنیم تا فاصله حسگر تا هدف بدست آید(رابطه ۱) (Upchurch *et al*, 1992).

رابطه ۱

$$X = \frac{V \times t}{2}$$

X: فاصله حسگر تا هدف

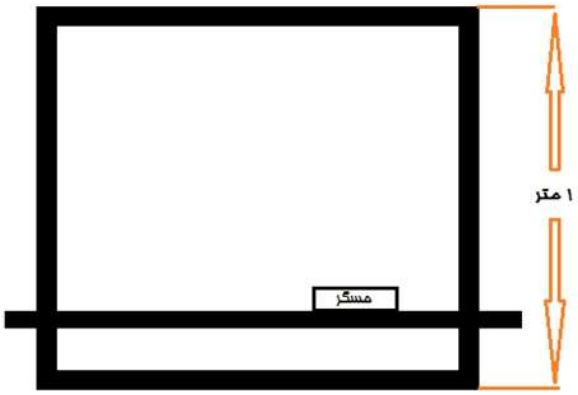
v: سرعت صوت

t: مدت زمان ارسال صوت از فرستنده و دریافت موج با گیرنده

به منظور انجام اندازه‌گیری در محیط آزمایشگاهی، از یک قاب با ابعاد ۱ متر در ۱ متر، با ارتفاع ۱۵۰سانتیمتر استفاده شد. هدف از این کار، شبیه‌سازی دماغه کمباین برداشت ذرت علوفه‌ای به منظور نصب حسگر در یک ارتفاع مشخص نسبت به سطح زمین می‌باشد. ارتفاع حسگر از سطح زمین به عنوان ارتفاع مبنا در نظر گرفته می‌شود. برای اندازه‌گیری ارتفاع محصول حسگر به صورت عمود بر گیاه روی یک تیر چوبی نصب شد (شکل۴).

شکل۴- محل قرار گیری حسگر

برای هر اندازه گیری، تیر چوبی که حسگر روی آن نصب شده است را به اندازه ۱۰سانتیمتر در طول قاب از یک سمت به سمت دیگر حرکت داده شد که در مجموع برای هر ردیف ارتفاع ۱۰ نقطه اندازه گیری شد. بعد از اتمام اندازه گیری یک ردیف، حسگر به اندازه ۱۰ سانتیمتر روی تیر چوبی در عرض حرکت داده شده و ردیف بعدی اندازه گیری گردید. مجموع خروجی‌های جمع‌آوری شده به کمک دستگاه التراسونیک ۱۰۰ نقطه است. دید از بالای قاب استفاده شده برای انجام این آزمایش به صورت شماتیک در شکل ۵ آورده شده است.

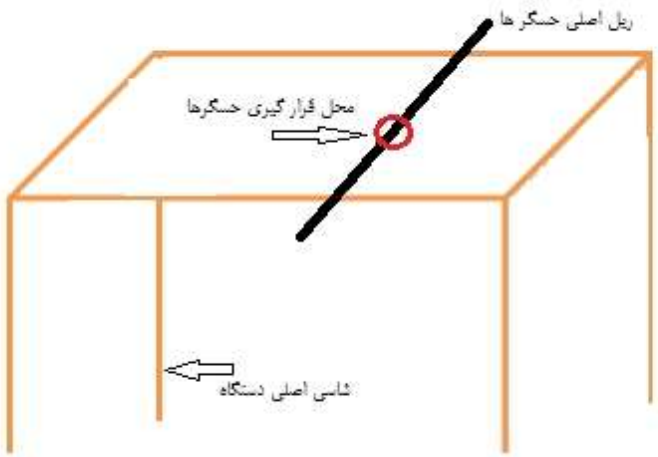


شکل ۵- نمای بالای قاب چوبی

خروجی حسگر در هر نقطه نشان‌دهنده فاصله گیاه از حسگر می‌باشد. با کسر کردن عدد بدست آمده از دستگاه از فاصله مبنا که همان فاصله حسگر از سطح زمین می باشد ارتفاع محصول در نقطه مورد نظر بدست می‌آید. اندازه گیری دوم به روش دستی انجام شد تا میزان دقت اندازه‌گیری حسگر مشخص شود. این کار با اندازه‌گیری فاصله گیاه در هر نقطه از حسگر بوسیله متر انجام شد. تمام آزمایش ها در سه تکرار انجام شد و جهت تجزیه و تحلیل داده های آزمایشی از نرم افزار متلب ورژن ۲۰۱۱ و نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده گردید.

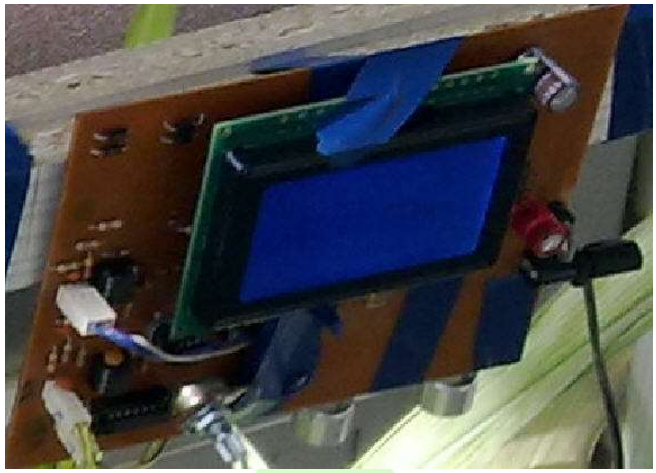
بحث و نتیجه‌گیری:

شکل ۶ نمایی شماتیک از شاسی اصلی سیستم اندزه گیری ارتفاع ذرت و محل قرار گیری حسگرهای التراسونیک می باشد.



شکل ۶ – نمای شماتیک شاسی اصلی سیستم

جهت تبدیل داده های آنالوگ به دیجیتال، محافظت از مدار الکترونیکی، تقویت سیگنالهای دریافتی و . . . از برد الکترونیکی ساخته شده بدین منظور استفاده شد(شکل۷).

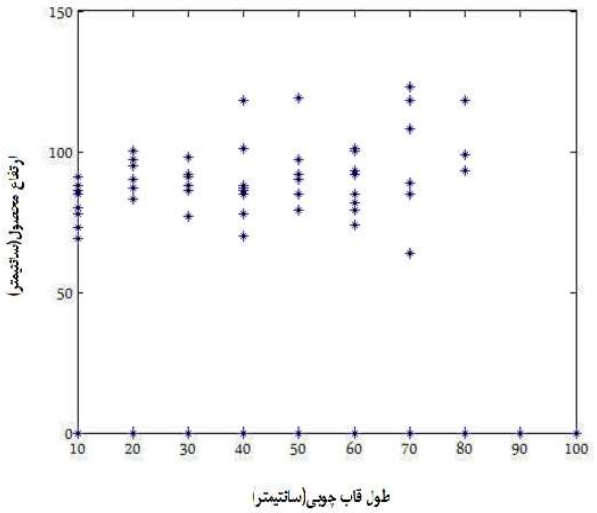


شکل**۷**- برد الکترونیکی دستگاه

محصول گیاه ذرت استفاده شده در شرایط واقعی و آزمایشگاهی به صورت شکل ۸ است.

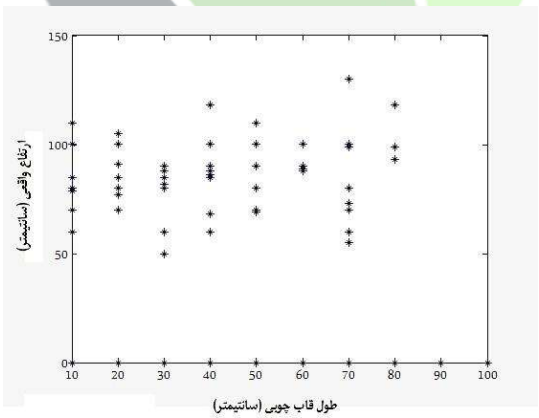
شکل **۸**- گیاه ذرت استفاده شده در شرایط آزمایش

میانگین داده های حاصل از شرایط آزمایش با حسگر التراسونیک (در ۳ تکرار) به عنوان ارتفاع هر نقطه از محصول ذرت، در شکل ۹ بیان شده است.



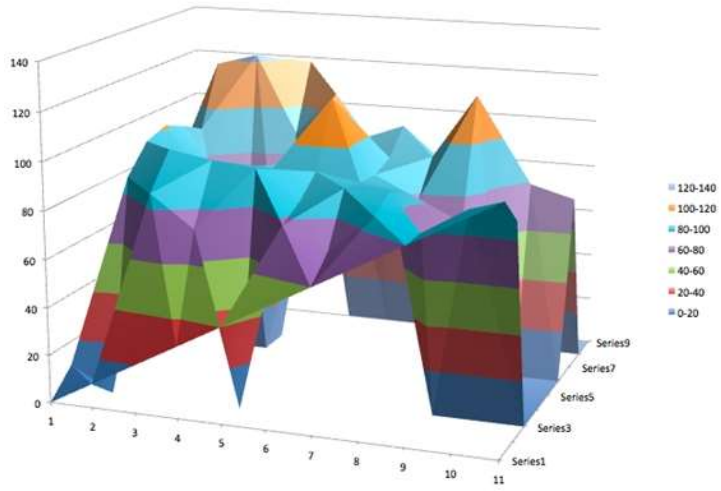
شکل **۹**- نمودار ارتفاع محصول با حسگر التراسونیک در نرم‌افزار متلب

داده های حاصل از اندازه گیری شرایط واقعی برای محصول ذرت در شکل ۱۰ بیان شده است.



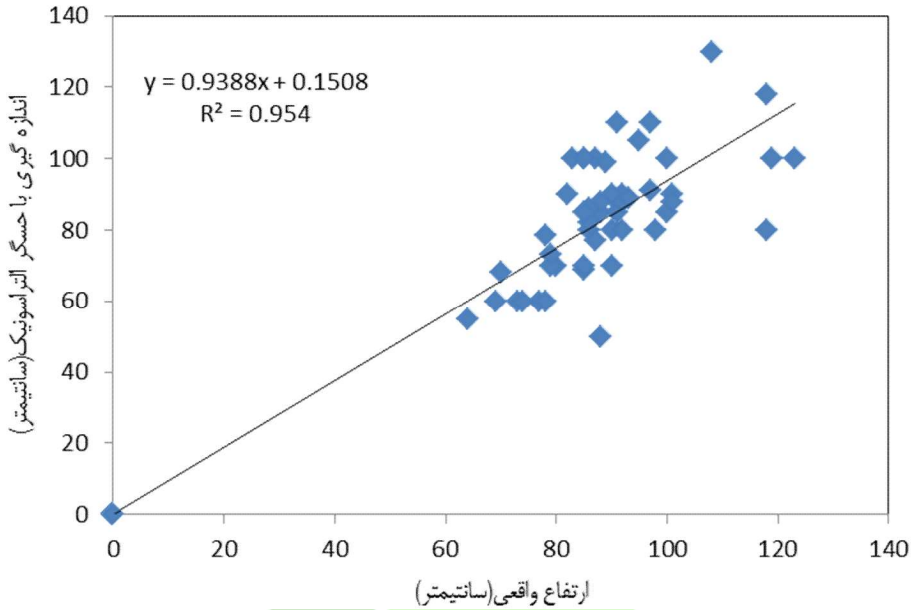
شکل **۱۰**- نمودار ارتفاع واقعی محصول در نرم‌افزار متلب

داده های حاصل از شرایط آزمایش به صورت ۳ بعدی در شکل ۱۱ نشان داده شد.



شکل **۱۱**- نمودار ۳ بعدی ارتفاع محصول با حسگر التراسونیک در نرم‌افزار اکسل

مقایسه داده های حاصل از شرایط واقعی و شرایط آزمایشی در شکل ۱۲ نشان داده شده است



شکل **۱۲**- مقایسه داده های حاصل از شرایط واقعی و شرایط آزمایشی در نرم‌افزار اکسل

همانطور که شکل ۱۲ نشان می‌دهد داده های حاصل از حسگر التراسونیک و داده های واقعی تطابق بالایی دارند ($R^2 = 0.95$) و به عبارتی می‌توان از حسگر التراسونیک به عنوان جایگزینی مناسب جهت تعیین ارتفاع محصولات مختلف در کشاورزی دقیق استفاده نمود.

نتیجه گیری کلی:

بکارگیری فن‌آوری‌های دقیق در سیستم‌های تولید کشاورزی امری مسلم و اجتناب ناپذیرمی‌باشد و هم اکنون در بسیاری از کشورهای پیشرفته مجموعه‌های متنوعی از این فناوری‌ها بکار گرفته می‌شود. دسترسی سریع‌تر و بهره‌وری از فناوری‌های دقیق، هزینه‌های ناشی از وابستگی به آن را به حداقل خواهد رساند. یکی از شیوه های مفید مدیریت محصول، اندازه گیری‌های غیرمخرب بخش‌های مختلف گیاه در مراحل مختلف رشد می باشد. در این پژوهش ارتفاع محصول ذرت با استفاده از فن آوری التراسونیک با دقت مناسب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که حسگر التراسونیک به عنوان مدعی تکنولوژی مناسب جهت تعیین ارتفاع محصولات مختلف در ماشین‌های برداشت دقیق می‌باشد. امید است که محققان و پژوهشگران اندیشمند، این عرصه کاربردی از علم را مورد توجه قرار داده و تحقیقاتی را در زمینه‌های تطابق این فناوری با وضعیت مزارع برداشته و آنرا مطابق شرایط اقتصادی، اجتماعی و اجرایی کشور گسترش دهند.

منابع:

1- Johnson, G. and W.R. Raun. 2000. Precision Agriculture. Production Technology. Vol.12 (19) . Department of Plant and Soil Science at Oklahoma State University.

2- Kataoka, T., H. Okamoto, T. Kaneko, and S. Hata. 2002. Performance of Crop Height Sensing Using Ultra Sonic Sensor and Laser Beam Sensor. ASAE Paper No. 021184.Chicago, IL: ASAE.

3- Shibayama, M., T. Akiyama, and K. Munakata. 1985. A portable field ultrasonic sensor for crop canopy characterization. Remote Sensing of Environment18(3): 269-279.

4- Shrestha, D. S., B.L. Steward, S.J. Birrell, and T.C. Kaspar. 2002. Corn Plant Height Estimation Using Two Sensing Systems. ASAE Paper No. 021197.Chicago, IL: ASAE.

5- Sudduth, K. A., S. T. Dummond, W.W. Wang, and M.J. Krumpelman. 1998. Ultrasonic and GPS measurement of combine swath width. ASAE Paper No. 983096. St. Joseph, MI.

6- Upchurch, B.L., W.C. Anger, G. Vass, and D.M. Glenn. 1992. Ultrasonic tree caliper. Applied Eng. In Agric. Vol. 8(5): 711-714.

The use of ultrasonic sensor technology to detect the height product in precision agriculture

Pejman Alighaleh[1] ,Tarahom Mesri Gundoshmian[2], Saeed Alighaleh[3], Ebrahim Abdollahi[1]

1- MSc Student of Agricultural Mechanization of Mohaghegh Ardabili university
Pejman.alighaleh@gmail.com
2- assistant professor, Department of Mechanics of Agricultural Machinery and Mechanization of Mohaghegh Ardabili university
3 - Master Electrician - Telecommunications Systems

Abstract

Intense competition in the global population increases and agricultural production, sensory and spatial technologies development lead to progress in precision farming technology and management practices. Nondestructive analyzing method different and features measurement in different stages of plant growth is useful and essential for this purpose. For example combine capacity defined as MOG feed rate which and crop height may be help for managing combine harvester control. In this study, corn plant height was measured using ultrasonic technology. Sensory data measured in greenhouse condition and collected data were analyzed used excel and matlab software. The plant height was measured manually and the results of the ultrasonic sensor had a good agreement with practical data. The ultrasonic sensor technology can be recommended an appropriate method to determine the height of crop for precision farming practice.

Keywords: plant height , ultrasonic, precision agriculture, Corn plant