

## طرح و توسعه راهکاری نوین در آشکار سازی لحظه ای عملکرد ذرت علوفه ای (۲۳۹)

محمد مهدی مهارلویی<sup>۱</sup>، محمد لغوی<sup>۲</sup>، سعادت کامگار<sup>۳</sup>

### چکیده

امروزه با توجه به قیمت بالای نهاده های کشاورزی و همچنین تلاشی که باید تولید کننده برای تولید یک محصول صرف نماید، رسیدن به عملکرد بالا در محصول تولیدی از اهمیت زیادی برخوردار است. در محصولات کشاورزی عملکرد از رابطه مقدار جرمی محصول تولیدی بر واحد سطح به دست می آید. عملکرد به دست آمده از این رابطه به دلیل عدم یکنواختی مقدار محصول تولیدی در جای جای مزرعه، معیار چندان دقیقی نیست و بیشتر به صورت مقدار متوسط تولید در واحد سطح مزرعه است. برای بالا بردن دقت میزان عملکرد محصول به دست آمده لازم است که عملکرد محصول به صورت لحظه ای در هر نقطه از مزرعه اندازه گیری شود. آشکار سازی عملکرد لحظه ای محصول به تولید کننده امکان می دهد تا با شناخت دقیق نقاطی از مزرعه که دارای عملکرد پایین هستند و شناسایی علل کاهش محصول در این نقاط، به بر طرف نمودن این علت ها پردازد که این امر نهایتاً باعث افزایش میزان عملکرد محصول در واحد سطح و در نتیجه افزایش سود عاید شده برای تولید کننده می گردد. تلاش برای تعیین عملکرد لحظه ای محصولات کشاورزی از دو دهه قبل آغاز گردیده که عموماً غلات مورد توجه بوده است. در مورد محصولات غیر دانه ای به عنوان مثال در زمینه محصول گوجه فرنگی، نیشکر و کتان تحقیقاتی اجراء گردیده است. در مورد محصولات علوفه ای به دلیل اهمیت بالایی که دارند نیز تحقیقات وسیعی آغاز گردیده است. هدف از ارائه تحقیق حاضر، طرح و توسعه یک روش جدید در تعیین عملکرد محصول ذرت علوفه ای بر مبنای مومنتم حاصل از برخورد مواد خرد شده، به یک دریچه لولایی مجهز به حسگر نصب شده در دهانه خروجی چاپر می باشد. به منظور ثبت لحظه ای میزان دوران صفحه در رایانه از یک حسگر اندازه گیری جابه جایی دورانی (پتانسیومتر) و یک مدار قابل برنامه ریزی واسط جهت اتصال به رایانه استفاده شده است. با توجه به سازوکار مکانیکی طراحی شده، ابتدا فنر برگردان بر اساس محاسبه بیشینه نیروی حاصل از مومنتوم طراحی گردید و سپس بر اساس میزان باز شدن مورد نیاز دریچه گردان، سختی فنر محاسبه گردید. در طراحی مدار الکترونیکی از حسگر پتانسیومتر با دقت بالا استفاده شد و به منظور ارسال و ذخیره داده های مربوط به دوران صفحه از یک میکرو کنترلر مربوط به خانواده AVR استفاده شد و داده ها جهت پردازش نهایی از طریق کانال سریال به رایانه ارسال گردید. نتایج حاصل از واسنجی سیستم در شرایط مختلف دبی جرمی نشان داد که همبستگی مناسبی بین دوران صفحه حسگر و دبی لحظه ای محصول وجود دارد. پیش بینی می شود با تکمیل آزمون های مزرعه ای، این روش بتواند جایگزینی مناسب برای سایر روش های آشکار سازی عملکرد محصول ذرت علوفه ای باشد.

**کلیدواژه:** کشاورزی دقیق، آشکار سازی لحظه ای، چاپر، ذرت علوفه ای، حسگر دریچه دوران کننده

۱- دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲- دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳- استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه شیراز

## مقدمه:

امروزه برای اندازه گیری عملکرد محصولات دانه ای مانند غلات که با کمباین برداشت می شوند روش های متفاوتی توسط پژوهشگران مختلف پیشنهاد شده است که برخی از این روش ها از حالت تحقیقاتی خارج شده و به صورت تجاری در اختیار تولید کنندگان قرار گرفته است. از جمله عمده ترین روش ها، بهره گیری از حسگر های شدت جریان جرمی در مسیر دانه تمیز شده و تلفیق آن با داده های مربوط به سیستم مکان یابی و سایر حسگر ها اعم از حسگر رطوبت، حسگر سرعت پیشروی و... و در نهایت تهیه نقشه های عملکرد محصول می باشد [۱۳]. اما تعیین عملکرد محصولات غیر دانه ای به دلیل مشکلاتی که در تعیین جریان جرمی مواد وجود دارد عموماً پیچیده بوده و روش های ارائه شده توسط پژوهشگران هنوز جنبه تحقیقاتی دارد [۱۲].

## مروری بر پژوهش های پیشین:

تلاش برای تعیین عملکرد محصولات کشاورزی از سال ها قبل آغاز گردیده است. در مورد محصولات دانه ای مانند گندم و ذرت دانه ای پژوهش های مختلفی به منظور تعیین دبی جرمی مواد صورت گرفته است که از جمله این پژوهش ها می توان به طراحی حسگر های فتو الکتریک، چرخ پره ای<sup>۱</sup> و حسگر نیروی ضربه ای<sup>۲</sup> اشاره نمود [۳، ۴، ۵، ۶، ۱۳، ۱۵]. در مورد محصولات غیر دانه ای نیز پژوهش هایی صورت گرفت به عنوان مثال در زمینه محصول گوجه فرنگی پلتیر و آپادهیایا (Pelletier & Upadhyaya, 1999) از لود سل های نصب شده در زیر تسمه نقاله انتقال گوجه فرنگی تمیز شده برای اندازه گیری جریان جرمی مواد استفاده کردند و پس از آزمایشات به ضریب همبستگی ۹۹/۷٪ دست یافتند. در مورد سایر محصولات مانند نیشکر [۹] و در مورد محصول کتان [۱۷، ۱۸] نیز تحقیقات مشابهی صورت گرفت. در مورد محصولات علوفه ای به دلیل اهمیت بالایی که دارند نیز تحقیقات گسترده ای صورت گرفته است که در ادامه به بررسی برخی از آن ها پرداخته می شود.

وانسیچن و دی بائردمیگر (Vanisschen & De Baerdemaeker, 1993) راهکاری را برای اندازه گیری عملکرد ذرت علوفه ای ابداع نمودند. این پژوهشگران با بهره گیری از یک گشتاورسنج نصب شده بر روی محور توان دهی تراکتور و تعیین رابطه بین گشتاور و دبی جرمی مواد به اندازه گیری عملکرد محصول پرداختند. این محققین دریافتند که در ۱/۲ هکتار از مزرعه علوفه سیلویی نایکتواختی از ۱/۲ تا ۴/۸ کیلوگرم بر مترمربع و با انحراف معیار ۰/۶۴ از میانگین ۳/۲ کیلوگرم بر مترمربع وجود داشت. ابعاد مربع هایی که کوچکترین سلول نقشه عملکرد را تشکیل می داد ۳×۳ مترمربع بود. بعد از نمونه گیری از خاک محل آزمایش مشاهده شد ۶۷٪ از تغییرات در عملکرد با تغییرات در نمونه های جمع آوری شده خاک در سطح مزرعه قابل توضیح است.

آئرنامر (Auernhammer et al., 1995) با بهره گیری از یک منبع تولید رادیو اکتیو و یک گیرنده، رابطه ای را بین تغییرات اشعه دریافتی توسط گیرنده و جریان جرمی علوفه خشک سیلویی پیدا کردند. این تکنیک به دلیل قوانین رایج در ایالات متحده در مورد مواد غذایی غیر قانونی اعلام شد.

میسوتن و همکاران (Missoten et al., 1997) به منظور اندازه گیری دبی جرمی محصول در یک چاپر کشی، نوعی حسگر ضربه ای ساختند. این حسگر ضربه ای که صفحه آن منحنی شکل بود، در واقع از اصطکاک ایجاد شده در اثر تماس و نیروی گریز از مرکز مواد پرتاب شده توسط استوانه برش چاپر، با صفحه حسگر، برای تولید سیگنال بهره می گرفت. یک ص حه راهنما نیز برای هدایت مواد به سمت صفحه منحنی در دهانه خروجی چاپر کار گذاشته شد. نیروی وارده به صفحه منحنی علاوه بر نرخ عبور مواد، به سرعت آن هم بستگی داشت. بنابراین حسگر سرعتسنج راداری در دهانه خروجی چاپر در دو وضعیت کار گذاشته شد. آزمایشها نشان داد نوع محصول اثری در عملکرد حسگر ندارد. آنان همچنین با بررسی اثر تغییرات سرعت خروج مواد و تغییرات در خروجی حسگر نیرو ضریبی برای اصلاح خروجی حسگر نیرو بکار بردند و در نهایت به یک رابطه خطی بین نرخ تغذیه مواد و سیگنال خروجی از حسگر با ضریب همبستگی ۰/۹۸۵ دست یافتند.

1- Paddle Wheels

2 - Force Impact Sensor

ویلد و آرنهامر (Wild & Auernhammer 1999) با قرار دادن کرنش سنج هایی روی اکسل یک بسته بند استوانه ای<sup>۱</sup> و همچنین نصب بار سنج<sup>۲</sup> بروی مالبند بسته بند به اندازه گیری عملکرد محصول پرداختند. این تحقیق در دو موقعیت ثابت و در حال حرکت انجام شد. در وضعیت ثابت (Stationary) اندازه گیری جرم با دقت ۱٪ انجام گرفت ولی در وضعیت در حال حرکت به دلیل لرزش های موجود علیرغم استفاده از فیلترها برای حذف سیگنال های مزاحم، اختلاف ۱۰٪ بین سیستم مورد پژوهش و میزان محصول واقعی بدست آمد.

لی و همکاران (Lee et al., 2002) در دانشگاه فلوریدا تحقیقاتی را در زمینه سیستم آشکار سازی عملکرد در محصولات علوفه ای انجام دادند. آنان با ساخت تریلری که به لودسل مجهز بود و به همراه چاپر جابجا می شد اندازه گیری های مورد نظرشان را انجام دادند. حسگر اطلاعات را از طریق سیستم بلوتوس به کامپیوتر قابل حملی می فرستاد. کلیه اطلاعات به همراه خروجی حاصل از سیستم مکان یابی در کامپیوتر قابل حملی ذخیره می شد و بدین ترتیب نقشه عملکرد محصول ترسیم گردید.

کومهاالا و پروسک (Kumhala & Prosek, 2003) از یک گشتاور سنج و یک حسگر نیروی ضربه ای به طور همزمان بر روی یک دستگاه موور مدرن مجهز به کاندیشنر استفاده نمودند. هدف این محققان بررسی نتایج حاصل از تعیین دبی محصول با استفاده از گشتاور محور دهی تراکتور و دبی محصول حاصل از حسگر نیرو ضربه ای بود. پس از انجام آزمایشات در شرایط آزمایشگاهی این محققان رابطه ای خطی در هر دو حالت بین دبی محصول ورودی به ماشین و داده های حاصل از گشتاور و حسگر بدست آوردند. روابط خطی بدست آمده با ضریب همبستگی مناسب ۰/۸۹ برای داده های گشتاور سنج و ۰/۹۶ برای داده های حسگر یافتند و دریافتند استفاده از روش حسگر نیروی ضربه ای روشی دقیق کم هزینه و با حساسیت کم نسبت به نوع محصول ورودی است و نسبت به روش گشتاور ارجحیت دارد.

شاه میرزایی و کامگار (۱۳۸۵) با طراحی و ساخت یک گشتاور سنج با حسگر لیزری نقشه عملکرد را برای محصول ذرت علوفه ای ترسیم نمودند. آزمایش های انجام شده توسط این محققین نشان داد که رابطه ای بین دبی جرمی مواد و توان مصرفی در دنده های مختلف رابطه ای خطی با ضرایب همبستگی ( $R^2$ ) ۰/۹۵ برای دنده ۱ و ۰/۹۸ برای دنده های ۲ و ۳ داشته است.

## مواد و روش ها:

### تئوری تحقیق پیشنهادی:

هدف این پژوهش طراحی و ساخت یک حسگر دریچه ای صفحه لولایی بود به گونه ای که با انجام کمترین تغییرات در سیستم کاری چاپر و تنها در اثر مومنتوم حاصل از برخورد لحظه ای توده مواد در حال خروج از دهانه خروجی چاپر با صفحه، دبی جرمی مواد با استفاده از تغییرات موقعیت زاویه ای صفحه حسگر در هر لحظه سنجیده شود. به منظور تعیین موقعیت زاویه ای صفحه حسگر، در محور لولای اتصال صفحه جابجایی به دهانه خروجی چاپر از یک پتانسیومتر دورانی با دقت بالا ساخت کارخانه بوش آلمان استفاده گردید. پتانسیومتر در واقع یک مقاومت متغیر دورانی است که نسبت به میزان دوران محور آن مقدار مقاومت آن تغییر می نماید. با ایجاد یک ولتاژ دقیق به عنوان ولتاژ ورودی، تغییرات ولتاژ در اثر تغییر مقاومت پتانسیومتر بر اساس رابطه  $V=R \times I$ ، ابتدا به وسیله یک مبدل آنالوگ به دیجیتال، قابل استفاده در کامپیوتر شده و به صورت لحظه ای توسط یک واحد ثبت کننده، ذخیره می گردد. پس از انجام عملیات واسنجی نسبت به دبی های جرمی مختلف و تعیین رابطه رگرسیونی بین دبی جرمی مواد و میزان ولتاژ خروجی سنسور، می توان با ثبت داده های مربوط به تغییرات ولتاژ، دبی جرمی محصول را تعیین نمود.

1 -Round Baler

2 - Load cell

### طراحی و ساخت اجزاء مکانیکی:

به منظور ساخت دریچه ابتدا قطعات در نرم افزار Solid works طراحی گردید و براساس نقشه های تهیه شده قطعات ماشین کاری گردید. در ساخت دریچه از ورق آهن گالوانیزه به ضخامت ۱/۵ میلیمتر استفاده گردید. با توجه به الگوی حرکت مواد در دهانه خروجی و تغییرات دائمی آهنک خروج مواد، جهت جلوگیری از نوسانات دریچه که در نهایت تاثیر نامطلوبی بر داده برداری خواهد داشت لذا دریچه ساخت شده به وسیله رولر به گونه ای انحنای داده شد که در اثر برخورد مواد با دریچه، نوسانات وارده به حداقل برسد. محور دریچه به منظور سادگی مونتاژ دستگاه برروی چاپر به صورت دو قسمتی مانند آنچه در شکل های ۱-الف و ب مشاهده می گردد ماشینکاری و آماده گردید.



شکل-۱-ب. محور دریچه پس از تکمیل ماشینکاری



شکل-۱-الف. نحوه ماشینکاری محور دو قسمتی با دستگاه فرز

به منظور کنترل موقعیت و برگشت سریع دریچه از یک فنر لاله<sup>۱</sup>، مانند آنچه در شکل ۲ مشاهده می گردد، استفاده گردید. برای محاسبه سختی فنر ابتدا نیروی حاصل از مومنتوم برخورد مواد با دریچه به کمک روابط زیر محاسبه گردید، سپس بر اساس میزان باز شدن مورد تمایل دریچه بیشینه سختی محاسبه و فنر و دریچه به صورتی که در تصویر مشاهده می گردد برروی چاپر نصب گردید.



شکل-۲. تصویر دریچه نصب شده در دهانه خروجی چاپر



شکل-۳. تصویر فنر نصب شده برروی دریچه

### محاسبات مومنتوم حاصل از برخورد توده مواد با دریچه:

$$F = ma \Rightarrow F = m \frac{dv}{dt} \Rightarrow F = m(v_2 - v_1) \quad (1)$$

با توجه به رابطه ۱-، این نیرو متناسب با نرخ تغذیه مواد به چاپر در تغییر سرعت حاصل از برخورد توده مواد با دریچه دوران کننده می باشد. با توجه به پیچیدگی محاسبه سرعت نهایی مواد پس از برخورد، لذا با فرض اینکه فنر نصب شده دارای باعث می شود تا سرعت مواد پس از برخورد با دریچه به ۰/۶۶ مقدار اولیه کاهش می یابد، بیشینه نیروی ممکن را به صورت زیر محاسبه می نماییم [۱۰ و ۱۴].

1-Coil spring

$$\dot{m}_f = \frac{\rho_f \cdot A_t \cdot L_c \cdot \lambda_k \cdot n_c}{6 \cdot 10^8} = \frac{320 \cdot (16 \cdot 50) \cdot 15 \cdot 6 \cdot 950}{6 \cdot 10^8} = 36.48(\text{kg/s}) \quad (2)$$

که در این رابطه:

$\dot{m}_f$ : بیشینه دبی جرمی توری

$\rho_f$ : دانسیته علوفه بین غلتک های تغذیه

$A_t$ : بیشینه مساحت گلو گاه

$L_c$ : طول قطعات بریده شده

$\lambda_k$ : تعداد تیغه برش روی استوانه برش

$n_c$ : سرعت دورانی استوانه برش

ولی با توجه به سرعت پیشروی تراکتور و تراکم محصول در مزرعه مقدار عملی حداکثر دبی جرمی مواد ورودی به چاپر برابر ۹ کیلوگرم بر ثانیه می باشد [۱].

به منظور محاسبه سرعت  $V_p$  با توجه به سرعت دورانی استوانه برش و شعاع آن از رابطه ۳ می توان این پارامتر را محاسبه نمود. سرعت دورانی استوانه برش ۹۵۰ دور در دقیقه و شعاع آن ۳۵ سانتیمتر می باشد.

$$v_p = \frac{2\pi n_c r_c}{60} = \frac{2\pi \cdot 950 \cdot 0.35}{60} = 34.82(\text{m/s}) \quad (3)$$

با توجه به فاصله و مسیری که مواد جهت رسیدن به دریچه طی می نماید با استفاده از رابطه کار و انرژی افت سرعت حاصل را محاسبه می نماییم:

$$\frac{1}{2} \dot{m} v_p^2 = \dot{m} g h + \alpha \dot{m} g + \frac{1}{2} \dot{m} v_{bl}^2 + F_D \quad (4)$$

در این رابطه :

$g$ = شتاب جاذبه

$h$ = فاصله عمودی بین محل پرتاب مواد از استوانه برش و دریچه خروجی

$\alpha$  = ضریب اصطکاک توده مواد و فلز

$F_D$ = نیروی پسا سرعت مواد قبل از برخورد با دریچه  $v_{bl}$

به منظور محاسبه نیروی بیشینه پسا<sup>۱</sup> با توجه به قانون استوک و رابطه نیروی شناوری در وضعیت سرعت حد مواد

خواهیم داشت:

$$F_D = C \cdot \frac{A \cdot V_t^2 \cdot \rho_f}{2} = \dot{m} g \left[ \frac{(\rho_p - \rho_f)}{\rho_p} \right] \quad (5)$$

در این رابطه:

$C$ : ضریب پسا

$A$ : سطح مقطع عمود بر مسیر حرکت مواد

$V_t$ : سرعت حد مواد

$\rho_p$ : دانسیته مواد چگالی هوا:  $\rho_f$

$$F_D = 9 \cdot 9.81 \left[ \frac{(75 - 1.165)}{75} \right] = 86.92$$

$$\Rightarrow v_{bl} = \sqrt{(34.82)^2 - 2 \cdot 9.81 \cdot 1.85 - 2 \cdot 0.49 \cdot 9.81 - 86.92} = 32.71(\text{m/s})$$

حال با توجه به سرعت محاسبه شده و نرخ تغذیه عملی و فرض در نظر گرفته شده مقدار نیروی بیشینه وارد بر دریچه بر اساس رابطه ۱- به صورت ذیل محاسبه می گردد.

$$F = 9 \times (0.66 \times 32.71 - 32.71) \cong 97.15 \text{ N}$$

برای محاسبه سختی فنر مورد نیاز با استفاده از رابطه ۶- می توان بر اساس میزان تغییر طول فنر که بر اساس میزان باز شدن درپچه تعیین می گردد، فنر مورد نیاز را طراحی نمود. لازم به ذکر است که نیروی محاسبه در رابطه بالا بیشینه نیروی ممکن است که خود بر اساس تغییرات نرخ تغذیه تغییر می نماید.

$$F=k \times x \quad (6)$$

با توجه به وضعیت زاویه حرکتی مورد انتظار از درپچه در حالت حداکثر نرخ تغذیه و تغییر طول مورد نظر فنر ناشی از آن که معادل ۱۵ سانتیمتر به دست آمد سختی فنر مورد نیاز تعیین گردید که بر اساس رابطه ۶- این سختی ۶۴۷/۸۸ نیوتن بر متر بود. فنر مورد نظر بر اساس این میزان سختی و طول اولیه که بر اساس وضعیت بازو ها مد نظر بود، انتخاب و نصب گردید (شکل ۲-).

### مدار الکترونیکی دستگاه:

به منظور اندازه گیری لحظه ای موقعیت زاویه ای درپچه از یک مقاومت متغیر دورانی در محور درپچه استفاده گردید. مقاومت مورد استفاده ساخت کارخانه بوش آلمان و تغییرات ولتاژ ۰-۵ ولت آن در ۹۰ درجه دوران صورت می پذیرفت. با توجه به اینکه این حسگر به منظور استفاده در موتور خودروها ساخته شده است لذا در شرایط سخت کاری دستگاه دارای عملکرد مناسب از لحاظ خط واری<sup>۱</sup> و تکرار پذیری<sup>۲</sup> می باشد. به منظور کنترل سنسور و همچنین ثبت و ذخیره داده های حاصل از آن، از میکرو کنترلر خانواده AVR مدل ATMEGA استفاده گردید. برنامه کاری میکرو در قالب یک برنامه کامپیوتری تحت زبان C نوشته شد و دستورات به کمک نرم افزار Code Vision به عنوان نرم افزار کامپایلر به میکرو منتقل گردید. برنامه نوشته شده به گونه ای بود که داده های حاصل از حسگر را در هر ثانیه دریافت و با گرفتن میانگین حسابی از ۵ داده (هر ۵ ثانیه یکبار) اخذ شده، آن را در حافظه میکروکنترلر ذخیره نماید. پس از داده برداری در شرایط آزمایشگاهی داده ها جهت پردازش نهایی و همچنین تجزیه و تحلیل نتایج از طریق ریز تراشه MAX232 از میکرو کنترلر به رایانه منتقل گردید.

### واسنجی اولیه دستگاه:

در این آزمایش با تثبیت نمودن موقعیت چاپر و تراکتور و استفاده از یک ریل واسنجی جهت قرار گرفتن محصول سر پا در داخل آن و حرکت با سرعت ثابت به طرف چاپر، ابتدا با نرخ های تغذیه مشخص محصول را به غلتک های تغذیه وارد نموده و خروجی حسگر را اندازه گیری کرده و براساس آن رابطه همبستگی بین میزان محصول تغذیه شده و خروجی حسگر را به دست آورده و بر اساس این واسنجی مراحل بعدی آزمایشات انجام گرفت.

ریل واسنجی مورد استفاده در این تحقیق از سه قسمت اصلی تشکیل شده است. این قسمتها عبارتند از:

#### ۱- محمل اصلی:

این قسمت محل نصب زنجیرهای حرکت دهنده موتور محرک و ریل اصلی حرکت محمل متحرک است

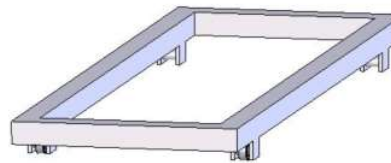
#### ۲- محل متحرک فرعی:

این قسمت دارای چرخ های کوچکی در محل اتصال با محمل اصلی است و به واسطه اتصال زنجیرهای حرکت دهنده می تواند روی ریل محمل اصلی حرکت نماید.

#### ۳- واحد تثبیت کننده گیاه:

این واحد به واسطه حالت گیره ای شکلی که دارد قادر است گیاه را به صورت ایستاده همچون وضعیتی که گیاه در مزرعه دارد در خود تثبیت سازد و به صورت کاملاً کنترل شده به چاپر تغذیه نماید.

- 1- Linearity
- 2- Repeatability



شکل-۴ الف. اجزاء ریل واسنجی شامل محمل اصلی و زنجیر ها شکل-۴ ب. محمل فرعی ریل واسنجی

### ارزیابی آزمایشگاهی ابزار نصب شده بر روی چاپر:

پس از انجام واسنجی اولیه حسگر ساخته شده، لازم است در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی دقت عملکرد سیستم، سنجش گردد. بدین منظور داده های حاصل از حسگر دریاچه دورانی را به کمک یک سکوی وزن کشی<sup>۱</sup> که بر روی یک تریلر نصب شده است ارزیابی نماییم. با محاسبه اختلاف جرم تجمعی محصول وارد شده به سکوی وزن کشی و خروجی حسگر دریاچه دورانی، می توان صحت عملکرد این سیستم را مقایسه نمود. پس از پایان این مرحله دستگاه به طور کامل از لحاظ خط واری و تکرار پذیری واسنجی گردیده است و آماده انجام آزمایش های مزرعه ای می باشد



شکل-۵. دماغه چاپر تثبیت شده و چگونگی حرکت محصول به سمت چاپر با استفاده از ریل واسنجی

### ابزار و ادوات اصلی مورد استفاده در تحقیق:

نوع وسیله	نوع و مدل دستگاه
چاپر	مدل Jaguar 62 مدل CLAAS چاپر کششی دوردیفه ساخت شرکت
تراکتور کشنده	مدل John Deere 3140
میکروکنترلر	AVR, ATME16
حسگر پتانسیومتر	Bosch, 0-5v, 90°

1 -Platform Scale weighing system

### نتایج:

نتایج آزمون های اولیه به عمل آمده از دستگاه، در شرایط آزمایشگاهی رابطه همبستگی مناسبی را بین دبی جرمی محصول و میزان باز شدن دریچه نشان می دهد و پیش بینی می شود پس از تکمیل مراحل آزمون دستگاه در شرایط واقعی مزرعه، این دستگاه بتواند جایگزین مناسبی برای سایر روش های اندازه گیری عملکرد لحظه ای باشد. به عنوان مثال استفاده از روش گشتاور سنچ [۱] تنها در مورد چاپر های کششی قابل استفاده است و در چاپر های خود کششی<sup>۱</sup> نوین امروزی قابل استفاده نمی باشد اما طرح دستگاه ارائه شده در این مقاله قابلیت استفاده با هر نوع چاپر را دارا می باشد.

### منابع:

- ۱- شاه میرزایی جشوقانی، ن. ۱۳۸۵، طراحی، ساخت و ارزیابی گشتاورسنج با حسگر لیزری به منظور پایش عملکرد ذرت علوفه ای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز
- ۲- لغوی، م، ۱۳۸۲، راهنمای کشاورزی دقیق برای متخصصین کشاورزی، چاپ اول، تهران، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی تهران.
- 3- Auerhammer, H. Demmel, M. Muhr, T. Rottmeier, J. and Wild, K. 1994. GPS for yield mapping on combines. Computer and Electronics in Agriculture, Vol. 11, No.1, Special issue. Elsevier Publisher,
- 4- Auerhammer, H. Demmel, M. and Pirro, P. J. M. 1995. Yield measurement on self propelled forage harvesters. ASAE Paper 95-1757, ASAE, St. Joseph, Michigan
- 5- Borgelt, S. C. and Suddath, K.A. 1992. Grain flow for in field yield mapping. ASAE Paper 92-1022, ASAE, St. Joseph, Michigan
- 6- Chaplin, J; Hemming, N; Hetchler, B. 2003. Comparison of an impact plate and torque based yield sensors. An ASAE Meeting Presentation. Paper No.0313034, ASAE, St. Joseph, Michigan.
- 7- Kumhala, P. and Prosek, V. 2003. Laboratory measurement of mowing machine material feed rate. Precision Agriculture, 4: 413-419.
- 8- Lee, W. S. Schueller, J.K. and Burks, T. F. 2002 Silage yield monitoring system. ASAE Annual International Meeting. Paper No. 021165. St. Joseph Mich.
- 9- Magalaeas, P. S. G. and Cerri, D. G. P. 2006 Yield monitoring of sugar cane. Precision Agriculture. Elsevier Publisher.
- 10- Meriyam, J. L. and L. G. Kraige. 2002. Engineering mechanics Dynamics. Fifth edition. New York. John Wiley & sons.
- 11- Missoten, B., Broos, B., Strubbe, G. and De Baerdemaeker, J. 1997. A yield sensor for forage harvesters. In: Stafford, J. Proceedings of the first European conference on Precision Agriculture, Warwick University, 7-10 September 1997. BIOS Scientific Publishers, Oxford, pp. 529-536
- 12- Pelletier, G. and Upadhyaya, S.K. 1999. Development of a tomato load/yield monitor. Computers and Electronics in Agriculture, vol. 23, special issue. Elsevier Publisher.
- 13- Perez-Munoz, F. and Colvin, T. S. 1996. Continuous grain yield monitoring. Trans. ASAE 39(3), 775-783.
- 14- Sirvastava, A. K., Georing G. E., and R. P. Rohrbach. 1993. Engineering Principle of agricultural machines. ASAE, textbox No.6, ASAE. 601p.

1 -Self propelled





- 15- Sudduth, K. A., Hummel, J. W. and Cahn, M. D. 1991. Soil organic matter sensing: a developing science. Automated Agriculture for the 21<sup>st</sup> Century. Proceeding of the 1991 Symposium, 307 pp.
- 16- Vansichen, R. and De Baerdemaeker, J. 1991. Continuous wheat yield measurements on a combine. In: Proceedings of the 1991 symposium 'Automated Agriculture for the 21<sup>st</sup> century' ASAE, St. Joseph. MI, pp 346-355
- 17- Wallace, T. P. 1999. Small plots evaluations of an electro-optical cotton yield monitor. Computers and Electronics in Agriculture, vol. 23, special issue. Elsevier Publisher.
- 18- Wild, K. and Auerhammer, H. 1999. A weighing system for local yield monitoring of forage crops in round balers. Computers and Electronics in Agriculture, Vol. 23, Special issue. Elsevier Publisher.
- 19- Wilkerson, J. B., Kirby, S., Hart, W. E. and Womac, A. R. 1994. Real-time cotton flow sensor. ASAE Paper No. 94-1054, ASAE, St. Joseph, Michigan.
- 20- [www.bae.uky.edu/precag/](http://www.bae.uky.edu/precag/)