بررسی و تحلیل روش‌های ارزیابی عملکرد سیستم تغذیه بذر در ردیف‌کارها

رضا عبدی ؛حمیدرضا قاسم‌زاده، ایرج رنجبر و یحیی عجب‌شیرچی[1]

چکیده

کم و کیف بذر کاشته شده موضوع بسیار مهمی در هر بذر کار می‌باشد، چراکه این امر تعیین کننده تراکم بوته-هاست و تراکم بوته‌ها از نظر رشد کمی و کیفی گیاه بسیار مهم می‌باشد. بنابراین در این مقاله تحلیلی ابتدا روش-های مختلف ارزیابی عملکرد سیستم تغذیه بذر ردیف‌کارها بررسی شده و از بین آنها مناسب‌ترین روش انتخاب شد. بررسی نتایج حاصل از تحقیقات پژوهشگران مختلف نشان داد که روش استفاده از سیستم حسگرهای نوری-الکترونیکی با قابلیت تشخیص و تعیین Front-to-Back-Location بذر نسبت به کارنده از مزیت نسبی بیشتری برخوردار است. سپس روابط ریاضی حاکم در این روش و همچنین روابط ریاضی حاکم در ارزیابی عملکرد سیستم تغذیه بذر ردیف‌کارها استخراج و تحلیل گردیده و نیازهای سیستم جهت طراحی و ساخت مشخص شدند.

واژه‌های کلیدی: ردیف‌کار، سیستم تغذیه بذر، عملکرد، ارزیابی، حسگرهای نوری-الکترونیکی.

مقدمه و بررسی منابع

امروزه صنعت کشاورزی به سرعت در حال پیشرفت است و با توجه به عدم امکان کنترل متغیرهای محیطی در اغلب موارد، نیاز شدیدی به استفاده از الکترونیک و کامپیوتر احساس می‌شود. تا بسیاری از کارهای سخت و طاقت‌فرسا براحتی و با دقت قابل قبول انجام پذیرد. در حال حاضر ورود ابزارهای اتوماسیون و تئوری‌های کنترل به سیستم-های کشاورزی اجتناب ناپذیر می‌نماید (بخصوص برای غلبه به عدم قطعیت‌ها و متغیرهای متعدد زیست محیطی اتوماتیک نمودن سیستم‌ها ضروری است).

سیستم تغذیه بذر در کارنده‌ها

سیستم تغذیه بذر در کارنده‌ها شامل موزع و لوله سقوط می‌باشد. موزع یا مقسم مهمترین و حساسترین نقش را در میان قسمت‌های مختلف یک کارنده برعهده دارد. بطوریکه بیشترین کار طراحی مهندسی، ساخت و ارزیابی روی آن انجام می‌گیرد و وجه تمایز یک بذرکار از دیگری می‌باشد(۲).

موزع[2] وسیله‌ایست که بذرها را به صورت انفرادی یا گروهی از مخزن بذر گرفته و تا رسیدن به بیرون انداز[3] حمل می‌کند(۲).

۱- گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- Seed Metering Mechanism

3- Ejector

در واقع موزع‌ها دستگاه‌های اندازه بندی بذر هستند. منظور از اندازه‌گیری بذر دوچیز است، **میزان بذر؛** یعنی تعداد بذری که در واحد زمان باید از مخزن بیرون بریزد و **تک دانه‌ای** خارج شدن آن در دقیق‌کارها[1].

لوله سقوط وسیله‌ایست که در خطی‌کارها و ردیف‌کارها برای انتقال بذر از موزع به سطح خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند. کم و کیف بذر کاشته شده موضوع بسیار مهمی در هر بذر کار می‌باشد، چراکه این امر تعیین کننده تراکم بوته‌هاست و تراکم بوته‌ها از نظر رشد کمی و کیفی گیاه بسیار مهم می‌باشد(۱و۱۳).

روش‌های برآورد و تعیین عملکرد سیستم تغذیه بذر ردیف‌کارها[2]

۱- روش اندازه‌گیری توزیع بذر در سطح افقی ؛ در مورد بذر پاشی دستی یا با استفاده از خطی‌کارها و یا بذرکارهای پراکنشی نیاز به اندازه‌گیری توزیع بذر در تمامی جهات می‌باشد. یک معیار مناسب تعیین فاصله هر بذر از نزدیک‌ترین بذر مجاور است. برای اینکار به مرکز بذری که می‌خواهیم فاصله نزدیک‌ترین بذر را تا آن مشخص نماییم دوایری رسم می‌کنیم تا بذرهای مجاور بر روی محیط این دوایر قرارگیرند. شعاع کوچکترین دایره، فاصله تا بذر مجاور می‌باشد(۸).

۲- روش اندازه‌گیری مزرعه‌ای؛ در این روش ردیف‌کار را مطابق معمول در مزرعه بکارمی‌گیرند. پس از اتمام عملیات بذرکاری منتظر می‌مانند تا بذرها جوانه زده و بوته‌ها سر از خاک در آورند. در این موقع فواصل بین بوته‌ها را با خط کش ویا انواع وسایل و ابزارها اندازه می‌گیرند و عملکرد سیستم تغذیه بذر را عملاً مشاهده می‌نمایند. از معایب این روش عدم امکان تفکیک اثرات فاکتورهای کیفیت آماده سازی بستر بذر، شرایط آب و هوایی پس از کاشت، بازده جوانه زنی گیاه و علف‌های هرزمی‌باشد(۱۰، ۱۱ و ۱۲).

۳- بستر شنی ؛ آزمون بستر شنی مطابق استاندارد BS 6978 انجام می‌پذیرد. طبق این استاندارد پوشاننده‌ها از بذرکار جدا شده و بذرکار در سرعت‌های مشخصی در بستر شنی بکار گرفته می‌شود. از آنجاییکه در این روش روی بذرها پوشانده نمی‌شوند فواصل بین بذرها را می‌توان بطور مستقیم اندازه گرفت(۲ و ۵).

٤- استفاده از پارافین مایع[3]، در این روش ابتدا کارنده بطور معمول جهت عملیات کاشت بکار گرفته می‌شود. پس از کاشت بخش‌هایی از خاک ردیف‌های کشت را با پارافین مایع می‌پوشانند. پارافین مایع اندکی بعد منعقد شده و بذرها را در جایگاه خود تثبیت می‌کند و بعد از انعقاد خاک تکه‌هایی از ردیف کاشت را جدا نموده و آنها را در زیر میکروسکوپ مورد مطالعه قرار میدهند (۱۲).

۵- حفاری ردیف کشت[4] ؛ در این روش پس از اتمام عملیات کاشت خاک روی بذرهای ردیف کاشت را برداشته یا کنار می‌زنند. در این روش با نمایان شدن بذرها فواصل بین بذور و چگونگی

[1]-Precision Planter
[2]-Row Crop Planters
[3] - Melted Paraffin
[4] - Digging Up

پراکنش آنها را بررسی می‌نمایند(۳، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

٦- استفاده از تسمه گریس‌اندود [1] ؛ استفاده از تسمه آغشته به مواد چسبنده (عموماً گریس) یکی از روش‌های استاندارد بوده و متداول‌ترین روش آزمایشگاهی جهت برآورد و ارزیابی معیارهای عملکردی ردیف‌کارها می‌باشد که به علت سهولت و دقت آن در سطح وسیعی توسط محققان بکار برده می‌شود. در این روش کارنده بر روی یک شاسی ثابت در آزمایشگاه جاسازی می‌شود سپس یک تسمه گریس‌اندود در زیر کارنده قرار داده می‌شود. این تسمه مطابق توصیه‌های انستیتو مهندسی کشاورزی مرکز ولکانی (Volcani Center) دارای ابعادی به عرض ٤٠ سانتی‌متر و به طول ٦٠٠ سانتی‌متر می‌باشد که بوسیله یک موتور الکتریکی AC به حرکت در آورده می‌شود(۳، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

۷- تکنولوژی اشعه X؛ در این روش ابتدا بذرها را با پودر مواد فلزی سنگین عموماً اکسید سرب(Pb_3O_4) پوشش‌داده و سپس می‌کارند. حداکثر تا ۹ روز پس از کاشت، از ردیف‌های کشت نمونه برداری کرده و عملیات رادیوگرافی روی آنها انجام می‌دهند(٤).

۸- تعیین یکنواختی فواصل بین بذرها با استفاده از تکنولوژی دید - ماشین [2] ؛ در سال ۲۰۰۲ Alchanatis یک سیستم نوری با وضوح خیلی زیاد را برای ارزیابی On–Line پارامترهای عملکردی کارنده‌های دقیق پنوماتیکی با استفاده از تکنولوژی پردازش تصویر [3] و دید-ماشین توسعه داد. نتایج حاصل از مقایسه این روش با تسمه گریس‌اندود نشان داد که همبستگی بسیار قوی بین این دو روش وجود دارد(۳).

۹- تعیین فواصل بین بذرها با استفاده از دوربین‌های Solid State ؛ در سال ۱۹۸۹ Chungian و همکارش برای تعیین فاصله بین بذرهای کاشته شده در طول ردیف‌های کشت از دوربین‌های Solid State استفاده نمودند. این سیستم شامل یک دوربین Solid State یک پردازشگر(مثل کامپیوتر و ...) و مدار واسط می‌باشد. اطلاعات حاصل از این سیستم، در برگیرنده فواصل زمانی بین سقوط و مختصات بذرهاست(۷).

۱۰- استفاده از تکنولوژی الکترونیک و حسگرهای نوری؛ حسگرهای نوری-الکترونیکی از قبیل آنهایی که توسط Dickey-john و یا توسط شرکت‌های S.I.Distributing و Meuleman Automation در هلند و یا آنکه دکتر Raheman و همکارانش در سال ۲۰۰۳ توسعه داده‌اند حسگرهایی هستند که عبور بذر را از لوله سقوط حس می‌نمایند. این حسگرها عموماً از فرستنده و گیرنده‌های نوری بهره می‌جویند. این سیستم‌ها تعداد تجمعی بذرها یا میانگین فواصل بین بذرها و یا زمان‌های سقوط بذرها را نشان می‌دهند. تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که تنها از روی تعداد تجمعی بذر در یک طول مشخص از ردیف کشت، و یا زمان‌های سقوط بذرها به همراه سرعت پیشروی کارنده، نمی‌توان یکنواختی فواصل بین

[1] - Grease Belt
[2] - Machine Vision
[3] - Image processing

بذرها را بطور دقیق تخمین زد و از نظر آماری بین اطلاعات حاصل از این نوع سیستم حسگر و تسمه گریس‌اندود اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد(۳، ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

Lan و Kocher در امریکا سیستم حسگرهای نوری با قابلیت تشخیص Front-To-Back Location بذر را نسبت به کارنده ارائه نموده و ارزیابی کرده‌ند. ایشان برای ارزیابی سیستم حسگر خود از چهار نوع بذر پوشش‌دار (سه نوع بذر چغندر قند کاملاً پوشش‌دار[1]، با پوشش متوسط[2] و با حداقل پوشش[3] به ترتیب با قطر ٤/٦ mm – ٣/٨ ، ٣/٦ mm – ٣/٢ و ٤/٠ mm – ٣/٢ و بذر پوشش-دار کاسنی تلخ اروپایی به قطر ٣/٣ mm – ٢/٨) و سیستم تسمه گریس‌اندود استفاده کردند. پس از جمع‌آوری داده‌ها خطای بین فواصل بذرها را برای هر چهار نوع بذر مورد آزمون، از طریق کم نمودن هر فاصله بدست آمده در روش تسمه گریس‌اندود از فاصله متناظر حاصل در روش استفاده از حسگر محاسبه نموده‌اند. سپس بر روی آنها تجزیه واریانس انجام دادند. نتایج حاصل نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین واریانس خطای بین فواصل وجود ندارد و حسگر به خوبی هر چهار نوع بذر را تشخیص داده است. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیونی نیز رابطه خطی بسیار قوی ($r^2 = 0.977$) بین روش تسمه گریس‌اندود و روش استفاده از حسگرهای با قابلیت تشخیص Front-To-Back Location بذر نسبت به کارنده نشان داد (۱۰ و ۱۱).

در این پژوهش با بررسی منابع جامعی که انجام پذیرفت از بین روش‌های مختلف که مختصراً در فوق اشاره شد. دو روش استفاده از دید-ماشین و حسگرهای نوری-الکترونیکی با قابلیت تعیین Front-to-Back-Location بذر نسبت به کارنده این توانایی را دارند که بطور خودکار فرایند ارزیابی عملکرد سیستم تغذیه بذر ردیف‌کارها را سنجش نمایند. ولی به دلیل هزینه‌بر بودن استفاده از دید-ماشین در این پژوهش حسگرهای نوری-الکترونیکی با قابلیت تعیین Front-to-Back-Location بذر نسبت به کارنده مناسب‌تر تشخیص داده شد و روابط ریاضی حاکم برای پیاده سازی این روش استخراج شده و تحلیل گردید.

استخراج روابط ریاضی حاکم برای پیاده سازی سیستم حسگرهای نوری-الکترونیکی با قابلیت تعیین Front-to-Back-Location بذر نسبت به کارنده

مطابق استاندارد سال ١٩٨٤ ISO شماره ٧٢٥٦/١؛ و استاندارد سال ١٩٨٨ BS، شماره ٦٩٧٨؛ پارامترهایی که نمایانگر عملکرد سیستم تغذیه بذر در ردیف-کارها می‌باشد، عبارتند از:

شاخص کپه‌کاری؛ زمانی اتفاق می‌افتد که بیش از یک بذر در یک سلول موزع جایگیری نماید(١،٥،٦و١٠).

[1] - Regular-Pelleted
[2] - Medium-Encrusted
[3] - Mini-pelleted

شاخص نکاشت؛ نکاشت موقعی است که سلول موزع نتوانسته باشد بذری را به خود بگیرد(۱،۵،٦و۱۰).

دقت؛ دقت یک کارنده را براساس فاصله نظری کاشت تعریف می‌کنند. فاصله نظری زمانی حاصل می‌شود که کارنده مطابق با توصیه‌های کارخانه سازنده تنظیم شده و شاخص‌های کپه‌کاری، نکاشت و ضریب تغییرات (C.V) صفر باشند(۱و۱۳).

بر پایه فاصله نظری کاشت، دقت یک کارنده عبارت خواهد بود از نسبت تعداد بذرهایی که به صورت نرمال کاشته شده‌اند به تعداد نظری بذرها(۱۰و۱۱).

طبق تعریف استاندارد ISO ، بذرهای کاشته شده نرمال بذرهایی هستند که در دامنه ۰/۵ تا ۱/۵ برابر فاصله نظری کاشته شده‌اند(۱۰).

در کاشت بستر شنی مطابق استاندارد BS 6978 معیارهای عملکردی ماشین‌های کاشت را بر پایه فاصله نظری کاشت بدین صورت تعیین می‌نمایند که ابتدا بذرکار برای کاشت در فواصل مشخصی مطابق با توصیه‌های کارخانه سازنده تنظیم می‌شود. به عنوان مثال فرض می‌کنیم فاصله کاشت بذر کار برای ۱۰ سانتی‌متر تنظیم شود. این فاصله ۱۰ سانتی‌متری را X_{ref} یا فاصله نظری کاشت در نظر می‌گیرند. فواصل اندازه‌گیری شده بین بذرها در روی ردیف مقادیر مختلف x را به دست خواهد داد. بنابراین متغیر $X_i = x_i / X_{ref}$ تعریف شده و در کلاس‌هایی به فاصله یک (بجز اولین و آخرین کلاس) قرارمی‌گیرند. در هر کلاس تعداد نمونه‌ها بصورت n_i و فراوانی نسبی آنها بصورت $F_i = n_i / N$ تعریف می‌گردد که N تعداد کل نمونه‌ها در هر کرت می‌باشد. سپس متغیرهای X_i به پنج دامنه کلی زیر تقسیم می‌شوند:

۱-

$$n'_1 = (\sum n_i \in \{0 \le X_i \le 0.5\})$$

$$\{0 \le X_i \le 0.5\}$$

۲-

$$n'_2 = (\sum n_i \in \{0.5 < X_i \le 1.5\})$$

$$\{0.5 < X_i \le 1.5\}$$

۳-

$$n'_3 = (\sum X_i \in \{1.5 < X_i \le 2.5\})$$

$$\{1.5 < X_i \le 2.5\}$$

٤-

$$n'_4 = (\sum X_i \in \{2.5 < X_i \le 3.5\})$$

$$\{2.5 < X_i \le 3.5\}$$

۵-

$$n'_5 = (\sum X_i \in \{3.5 < X_i \le \infty\})$$

$$\{3.5 < X_i \le \infty\}$$

تعداد کل داده‌ها بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$N = n'_1 + n'_2 + n'_3 + n'_4 + n'_5$$

و بعد، پارامترهای عملکردی زیر با توجه به مطالب فوق تعریف می‌گردند:

- تعداد کپه‌ها:

$$n_2 = n'_1$$

- تعداد بذرهایی که بصورت نرمال کاشته شده‌اند: $n_1 = N - 2n_2$
- تعداد نکاشت‌ها:

$$n_0 = n'_3 + 2n'_4 + 3n'_5$$

- تعداد فواصل نظری[1]:

$$N' = n'_2 + n'_3 + 3n'_4 + 4n'_5$$

و در نهایت با توجه به مطالب مذکور در فوق معیارهای ارزیابی عملکرد کارنده‌های ردیفی بصورت زیر محاسبه می‌شوند:

- میانگین :

میاتگین X_iها در دامنه ۲ بصورت معادله زیر خواهد شد

$$\overline{X} = \frac{\sum n_i X_i}{n'_2}$$

برای بدست آوردن میانگین فاصله بذرها باید $\overline{X}$ را در X_{ref} ضرب کرد.

- شاخص کیفیت تغذیه :

$$A = \frac{n_1 \times 100}{N'}$$

- شاخص کپه‌کاری:

$$D = \frac{n_2 \times 100}{N'}$$

- شاخص نکاشت:

$$M = \frac{n_0 \times 100}{N'}$$

- انحراف معیار:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\sum n_i {X_i}^2)}{n'_2} - \overline{X}^2}$$

- ضریب تغییرات:

$$C.V = \frac{s}{\overline{X}} \times 100$$

- شاخص دقت:

$$P = \frac{S^2}{X_{ref}}$$

[1] - intervals

تعیین Front- to- Back Location بذر نسبت به کارنده با استفاده از سیستم حسگرهای نوری-الکترونیکی با قابلیت تعیین Front-to-Back-Location (۱) بت به کارنده

سیستم حسگر از هر بذری که از بین حسگرها عبور می‌کند زمان حس شدن و موقعیت عبور بذر از بین حسگرها را در صفحه نمایش کامپیوتر به نمایش می‌گذارد. برای تعیین Front to Back Location بذر نسبت به کارنده به صورت زیر عمل می‌شود:

فرض می‌شود که کارنده در بالای حسگرها مطابق شکل (۱) مستقر شود در این صورت به مقدار x، Front to Back Location بذر نسبت به کارنده گفته می‌شود که هدف تعیین مقدار آن (x) می‌باشد. با توجه به انرژی پتانسیل بذر در نقطه سقوط و تبدیل آن به انرژی جنبشی در موقع رهاسازی، در انتهای لوله سقوط بذر دارای سرعت v_0 خواهد شد:

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

که در آن:

v_0= سرعت بذر در لحظه خروج از لوله سقوط برحسب متر بر ثانیه

g = شتاب ثقل برحسب متر بر مجذور ثانیه

h = ارتفاع سقوط که برابر ارتفاع لوله سقوط بوده و ۵۸ سانتی‌متر منظور شده است.

عامل ایجاد Front to Back Location بذر نسبت به کارنده، خروج بذر از لوله سقوط با زاویه θ می‌باشد. با استفاده از رابطه‌های مربوط به حرکت پرتابی داریم:

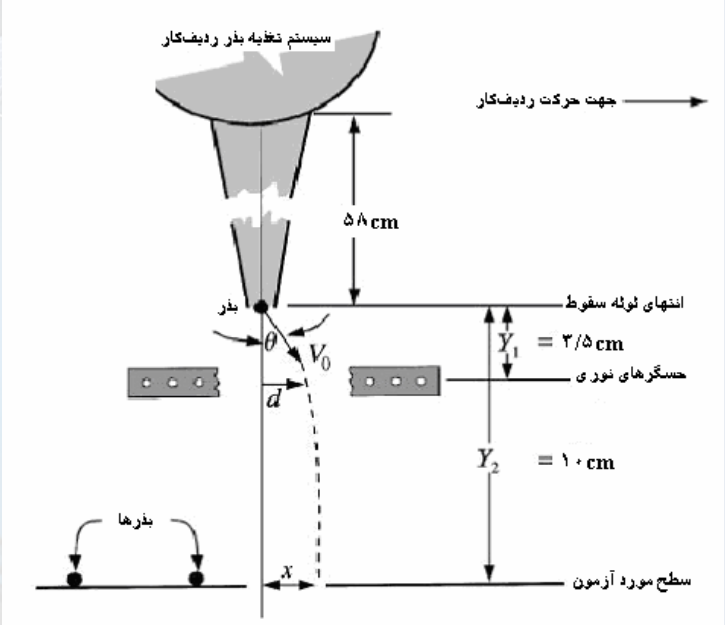
$$y_1 = v_0(\cos\theta)t_1 + 0.5gt_1^2 \Longrightarrow t_1 = \frac{-v_0\cos\theta}{g} + \sqrt{\left(\frac{v_0\cos\theta}{g}\right)^2 + \frac{2y_1}{g}} \qquad (۲)$$

$$d = v_0(\sin\theta)t_1 \Longrightarrow t_1 = \frac{d}{v_0\sin\theta} \qquad (۳)$$

و چنانچه روابط (۲) و (۳) با هم ادغام شوند رابطه زیر حاصل می‌شود

$$\frac{2y_1}{g} = \frac{2d\cos\theta}{g\sin\theta} + \frac{d^2}{v_0^2\sin^2\theta}$$

از حل این رابطه نسبت به θ مقدار آن بدست می‌آید.



شکل ۱- طرحواره سیستم تغذیه ردیف‌کار، حسگرها و سطح مورد آزمون جهت

پس از بدست آوردن θ، با جایگذاری در رابطه زیر زمانی که طول می‌کشد تا بذر فاصله y_2 را طی نماید (t_2) محاسبه می‌شود.

$$t_2 = \frac{-v_0 \cos\theta}{g} + \sqrt{(\frac{v_0 \cos\theta}{g})^2 + \frac{2y_2}{g}}$$

سپس با جایگذاری مقدار t_2 و θ در رابطه زیر x را می‌توان بدست آورد.

$$x = v_0(\sin\theta)t_2$$

با دخالت دادن سرعت پیشروی کارنده و زمانی که عبو (۸) سط سیستم حس شد می‌توان رابطه زیر را نوشت.

$$s_o = v.t$$

که در آن:

s_o = فاصله بذر بدون در نظر گرفتن Front to Back Location بذر نسبت به کارنده برحسب سانتی‌متر

v = سرعت پیشروی کارنده برحسب متر بر ثانیه

t = زمان حس شدن بذر بوسیله سیستم بر حسب ثانیه

و با دخالت دادن Front to Back Location بذر نسبت به کارنده فاصله واقعی بذر از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$s_a = s_o + (x - d)$$

که در آن، s_a فاصله واقعی بذر بر حسب سانتی-متر می‌باشد.

نتایج و بحث

روشهای مزرعه‌ای و آزمایشگاهی سنتی و نیمه مکانیزه آزمون و ارزیابی دقت کار دقیق‌کارها به دلیل مشکلات محدودیت زمانی، مکانی، هزینه بر بودن، سختی انجام آزمون و ... نمی‌تواند جوابگوی نیازهای کشاورزی دقیق باشد. بنابراین محققان برای ارزیابی معیارهای عملکردی کارنده‌ها به استفاده از تکنولوژی الکترونیک در ماشین‌های کاشت روی آورده‌اند تا با بکارگیری حسگرها (بهمراه مدارات الکترونیکی) با قابلیت ثبت بازه‌های زمانی سقوط بذر بتوانند کم و کیف بذرکاری و همچنین یکنواختی و غیر یکنواختی فواصل بذرهای کشت شده را به آسانی و در حداقل زمان تعیین نمایند. از آنجاییکه بین روش تسمه گریس اندود و سیستم حسگر با قابلیت ثبت بازه‌های زمانی سقوط بذر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد بنابراین این روش نیز نمی‌تواند به عنوان یک روش مناسب در ارزیابی کارنده‌ها بکار گرفته شود. روش‌های دیگر مانند استفاده از تکنولوژی اشعه x ، Solid State Camera و دید- ماشین نیز به دلیل پیچیدگی و هزینه زیاد صرفاً جنبه آزمایشگاهی برای کارخانه‌های سازنده پیدا کرده‌اند و توجیه اقتصادی برای کاربر کارنده‌ها ندارد. بنابراین از سال ۱۹۹۸ محققان به استفاده از سیستم حسگرهای نوری با قابلیت تشخیص و تعیین Front-To-Back Location بذر نسبت به کارنده روی آورده‌اند. بین روش اخیر و تسمه گریس‌اندود همبستگی بسیار قوی وجود داشته ($r^2 = 0.977$) و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین آن دو وجود ندارد و مناسب‌ترین روش برای ارزیابی خودکار فرایند سیستم تغذیه بذر کارنده‌ها بوده وحتی این توانایی را دارد که جایگزین تسمه گریس‌اندود شود(۳، ٤، ٦، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

نیازهای طراحی و ساخت سیستم

پس از استخراج روابط ریاضی حاکم بر ارزیابی فرایند سیستم تغذیه بذر ردیف‌کارها و همچنین روابط ریاضی حاکم بر سیستم حسگرهای نوری با قابلیت تشخیص و تعیین Front-To-Back Location بذر نسبت به کارنده، بایستی الگوریتم-های سیستم طراحی شده و سپس برنامه نویسی‌های لازم برای قسمت‌های مختلف سیستم نوشته شود. برای پیاده سازی سیستم لازم است که عملیات طراحی و شبیه سازی سیستم با قابلیت‌های زیر با استفاده از نرم افزار orcad نسخه ۹/۱ انجام پذیرد:

۱- عبور بذر از بین فرستنده و گیرنده باعث تغییر در چگالی نور دریافتی گیرنده می‌شود پس بایستی به تغییرات شدت نور بسیار حساس بوده و تغییرات چگالی نور را به یک سیگنال الکتریکی قابل پردازش با مدارات الکترونیکی منطبق بر منطق دیجیتالی تبدیل نماید.

۲- سیستم بایستی خروجی تک تک گیرنده‌های نوری را جداگانه بررسی نماید.

۳- مدارات واسطی که بتوانند با پردازش سیگنال الکتریکی حاصل، شماره حسگر و زمان حس بذر را در داخل سیستم، تشخیص و ثبت نماید.

۴- امکان برقراری ارتباط با کامپیوتر را داشته باشد تا داده‌ها را پس از ثبت به کامپیوتر منتقل نماید.

لازم به ذکر است که با استفاده از نتایج حاصل از این مقاله تحلیلی، سیستم توسط نوسیندگان همین مقاله طراحی، ساخت و ارزیابی گردید که فرایند طراحی، شبیه‌سازی، برنامه‌نویسی، ساخت و نتایج با جرئیات در پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان "اتوماسیون فرایند ارزیابی عملکرد سیستم تغذیه بذر در کارنده‌ها با استفاده از حسگرهای OPTO-Electronic: طراحی، ساخت و ارزیابی" با نگارندگی رضا عبدی در دانشگاه تبریز و به ویژه در گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی وجود دارد. و همچنین در طی مقاله‌ای با عنوان "طراحی، شبیه-سازی، ساخت و ارزیابی حسگر تعیین موقعیت بذر با قابلیت تشخیص Front-to-Back Location بذر نسبت به کارنده در دقیق‌کارها" توسط نویسندگان همین مقاله به دبیرخانه چهارمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی ارسال شده است.

منابع

۱- بهروزی‌لار، م. ۱۳۷۹. اصول طراحی ماشین‌های کشاورزی(ترجمه). چاپ اول. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی.

۲- قاسم‌زاده، ح. ر؛ ب، مسرت بخش؛ ر، عادل‌زاده، س، مسیحا؛ م، مقدم و ی، عجب‌شیرچی. ۱۳۸۰. طراحی، ساخت و ارزیابی ماشین ریزدانه‌کار مناسب مزارع کوچک. دانش کشاورزی، ۱۱ (۳)،صفحات ۱۷ تا ۳۰.

3- Alchanatis, V., Kashti, Y., and Brikman, R. 2002. A machine vision system for evaluation of planter seed spatial distribution. The CIGR Journal of Scientific Research and Development., Vol. IV

4- Allan, J., Campbell, A.J., and Baker, C.J. 1989. An X-Ray technique for determining three-dimensional seed placement in soil. Transactions of the ASAE,. 32(2): 379-384.

5- Anonymous. 1988. Methods of test for single seed drills. BS 6978: Part 1. British Standards Institution.

6- Anonymous. 1984. Sowing equipment- Test methods. Part I: Single Seed Drills (Precision Drills). ISO Standard 7256/1(E).

7- Chungian, J.I., and Feng, Y.U. 1989. An application of solid state cameras to testing the uniformity of seed feeding. Land and Water Use, D0dd & Grace.

8- Heege, H.J. 1993. Seeding methods performance for cereals, rape and beans. Transactions of the ASAE., 36(3): 653-661.

9- Kachman, S.D., and Smith, J.A. 1995. Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. Transactions of the ASAE. 38(2): 379-387.

10- Kocher, M.F., Lan, Y., Chen, C., and Smith, J.A. 1998. OPTO-Electronic sensor system for rapid evaluation of planter seed spacing uniformity. Transactons of the ASAE., 41(1): 237-245.

11- Lan, Y., Kocher, M.F., and Smith, J.A. 1999. OPTO-Electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds. J. Agric. Engng. Res., 72: 119-127.

12- Raheman, H., and Singh, U. 2003. A sensor for seed flow from seed metering mechanisms. IE(I) Journal-AG.

13- Srivastavaa, A.K., C.E. Goering. and R.P. Rohrbach., 1993. Engineering principles of agricultural machines. ASAE Text book.

Review and Analysis of Evaluation Methods of Seed Metering System Performance in the Row Planter

SUMMARY

Uniform seed spacing is very important, particularly to those crops such as sugar beet; because it has been demonstrated to be a significant factor in affecting production costs and yield.

A wide variety of criteria have been used to quantify planter performance with regard to plant spacing. Some tests have considered distance between plants in the field. Other tests have used distance between seeds on a grease belt test stand. A few tests have involved in distance between seeds planted into the soil.

Electronic sensors detect when a seed drops but not where it drops. As a result no information on the front-to-back location of the seed relative to the planter is obtained. The time intervals multiplied by the planter travel speed gives an estimate of the seed spacing. The information on the front-to-back location of seed drop events relative to the planter significantly improved the electronic seed spacing measurements in all cases. As a result an opto-electronic seed spacing evaluation system that measured time intervals between seeds as well as fron-to-back location seed drop events relative to the planter may be the best.

In this research mathematical relations was written and analysed for opto-electronic seed spacing evaluation system.

Key words: Row Planter, Seed Metering System, Performance, Evaluation, OPTO-Electronic Sensor.