مقایسه شاخص های ارزیابی نایکنواختی ریزش بذر از موزع های یک خطی کار به منظور استفاده از آن در بذرکاری دقیق(۳۰۸)

مهرنوش جعفری[۱] ، عباس همت[۲] ، مرتضی صادقی[۳]

چکیده

در بذرکاری نرخ متغیر (دقیق)، توزیع عرضی (نرخ بذرکاری توسط خروجی های متوالی) و طولی بذر (توزیع خروجی بذر از هر موزع در بازه های زمانی کوتاه متوالی) خطی کارها ضروری است. استفاده از ضریب تغییرات (CV) برای ارزیابی توزیع طولی بذر در خطی کارها متداول می باشد. اخیراً ضریب نایکنواختی برای این منظور نیز پیشنهاد شده است. در این تحقیق، ضریب تغییرات و ضریب نایکنواختی برای ارزیابی یکنواختی توزیع طولی دانه در موزع های خطی کار هاسیا با هم مقایسه شدند. اول خود همبستگی داده های هر موزع خطی کار تعیین شد. تحلیل خود همبستگی داده ها نشان داد که داده های اکثر خروجی ها دارای خود همبستگی نبود و انتخاب تصادفی داده های متوالی از هر خروجی، لزوماً تصادفی نمی‌باشد. با افزایش سرعت دورانی محور موزع ضریب نایکنواختی همه خروجی‌ها به طور معنی داری کاهش یافت. روند تغییرات ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات مشابه بود. جهت استفاده از ضریب تغییرات باید خود همبستگی داده ها بررسی شود و در صورت وجود خود همبستگی، انتخاب تصادفی داده ها ضروری می‌باشد. خطی کار با ضریب نایکنواختی کمتر از ۰/۱۲ جهت استفاده در بذرکاری دقیق توصیه می‌شود.

کلیدواژه: ضریب تغییرات، خطی کار، ضریب نایکنواختی، خودهمبستگی

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه ماشین های کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، پست الکترونیک: mehr361@yahoo.com
۲- استاد گروه ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- استادیار گروه ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

کشت یک محصول با کاشت بذر یا نشاکاری شروع می شود. یک بذرکار بر رشد اولیه گیاهچه و سرعت سبز شدن از طریق تاثیر بر یکنواختی عمق کاشت و ریزش بذر در شیار، و مقدار فشردگی اطراف بذر می تواند تاثیر گذار باشد. چهار روش اصلی بذر کاری شامل بذرافشانی، خطی کاری، دقیق کاری وکپه کاری می باشد که نسبت به الگوی پاشش یا کشت با هم تفاوت دارند. خطی کاری که به طور گسترده در کشت غلات دانه ریز بکار می رود، عبارت است از اندازه گیری و ریختن بذر در داخل شیار و پوشاندن آن. در این روش، بذر روی خطوط با فاصله معین کاشته می شود ولی فاصله بین بذور کاشته شده در هر شار کشت یکنواخت نیست [۳].

یکنواختی فاصله دانه روی خطوط کشت به طور کلی بستگی به ویژگی های موزع، روش انتقال بذر از لوله سقوط به داخل شیار کاشت، روش برخورد بذر با کف شیار و سرعت حرکت دستگاه دارد. معیار نهایی برای ارزیابی عملکرد دستگاه کاشت، بوته های سبز شده و استقرار یافته در زمین می باشد. بوته های استقرار یافته علاوه بر فراسنجه های بستر بذر، به فراسنجه‌های کاری ماشین کاشت نیز بستگی دارند. استاندارد مشخصی برای تعیین یکنواختی ریزش بذر از خروجی های مختلف یک خطی کار وجود ندارد. موسسه ماشین های کشاورزی پرایری (PAMI) در کانادا بیشینه ضریب تغییرات[1] (CV) ۱۵٪ را برای خطی کارها پذیرفته است [۱]. برای مشاهده تغییرات در هر خروجی موزع، این تغییرات باید در بازه زمانی کوتاهی مشاهده گردند. این طریقه داده برداری برای استفاده از خطی‌کارها در کشاورزی خاص مکانی[2] تطبیق پذیری بیشتری دارد [۱]. ضریب تغییرات از حاصل تقسیم انحراف معیار بر میانگین بدست می آید و به صورت گسترده برای ارزیابی کودپاش ها و بذر پاش ها مورد استفاده قرار می گیرد [۱]. ضریب تغییرات بوسیله خطا های آماری تحت تاثیر قرار می‌گیرد و نسبت به مقادیر خیلی زیاد و کم (داده های پرت) بسیار حساس می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که ضریب تغییرات برای ارزیابی عملکرد خطی کارها مناسب نمی‌باشد [۲]. در نتیجه شاخص جدیدی به اسم ضریب یکنواختی توسط مالکی و همکاران (۲۰۰۶) برای ارزیابی یکنواختی تعداد دانه خارج شده از هر موزع معرفی شده است [۲]. آنها گزارش کردند که ضریب تغییرات در ارزیابی عملکرد خطی کارها ناکارآمد می‌باشد؛ چرا که خروجی هر موزع در بازه زمانی کوتاه مستقل نبوده و مانند یک سری زمانی احتمالا همبسته هستند. آنها شاخص جدیدی را به عنوان ضریب یکنواختی معرفی کردند. هدف آنها ارزیابی عملکرد یک خطی کار با دو شاخص ضریب نایکنواختی و ضریب تغییرات و تعیین شرایط بکارگیری ضریب تغییرات جهت ارزیابی عملکرد خطی کارها بود. آنها در کلیه آزمایش‌ها تنها یک عدد موزع مورد ارزیابی قرار دادند و لوله سقوط نیز در زیر خروجی موزع وجود نداشت. آنها گزارش نمودند که داده های خروجی خطی کار خودهمبسته می‌باشند. هدف از این تحقیق بررسی خودهمبستگی خروجی های یک خطی کار در شرایطی که لوله های سقوط در زیر خروجی ها وجود داشته و مقایسه ضرایب یکنواختی و تغییرات تحت فراسنجه های متفاوت کاری ماشین بود.

مواد و روشها

۱- مشخصات بذر استفاده شده

از بذر گندم به عنوان نماینده بذور دانه متوسط در این تحقیق استفاده شد. درصد خلوص و قوه نامیه گندم قبل از آزمون به ترتیب ۹۹٪ و ۹۵٪ بود. با وزن کردن ۴ نمونه صد دانه‌ای وزن هزار دانه گندم ۴۳/۵ گرم بدست آمد. با استفاده از دستگاه هکتولیتر (ساخت شرکت اوگاوا سیکی[3]) چگالی حجمی ظاهری گندم در سه تکرار محاسبه گردید. چگالی حجمی ظاهری گندم ۰/۸۰ کیلوگرم بر لیتر بدست آمد. درصد رطوبت برای گندم در زمان آزمایش ۷/۸ درصد بر اساس وزن تر بدست آمد.

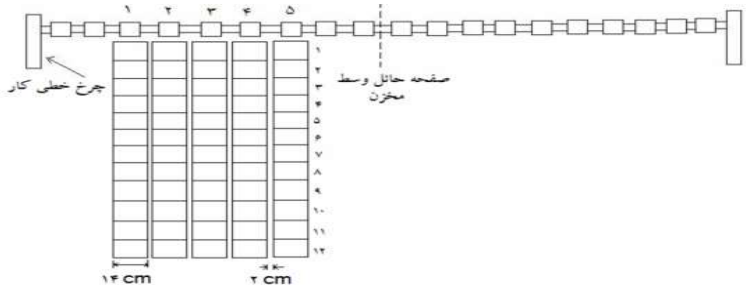
1- Coefficient of variation
2 - Site-specific
3 - OGAWA Seiki

۲- مشخصات خطی کار

خطی کار هاسیا با ۱۹ ردیف کاشت یکی از مرسوم ترین خطی کارهای مورد استفاده در ایران می باشد. موزع این خطی کار از نوع استوانه ای شیاردار بوده که توان خود را از چرخ حامل دستگاه توسط چرخ زنجیر و جعبه دنده می گیرد. جعبه دنده با مکانیزم بادامک و پیرو و به کمک بلبرینگ یک طرفه امکان داشتن نرخ های متفاوت کاشت در یک سرعت پیشروی ثابت را به موزع می دهد.

۳- ارزیابی آزمایشگاهی خطی کار

به منظور بررسی چگونگی توزیع بذردر موزع های خطی کار یک سری آزمون آزمایشگاهی با استفاده از تسمه نقاله متحرک[1] انجام شد. تسمه نقاله متحرک با عرض و طول به ترتیب ۱ و ۸ متر برای شبیه سازی سرعت پیشروی[2] خطی کار استفاده شد. چرخ تسمه محرک این تسمه نقاله توسط یک موتور و جعبه دنده با توان ۱۰ اسب بخار به حرکت در می آمد. دور موتور توسط یک اینورتر [3] سه فاز تنظیم می‌شد. چرخ خطی کار توسط یک موتور الکتریکی و جعبه دنده با توان ۲ اسب بخار به حرکت درآمده و دور این موتور نیز توسط یک اینورتر تنظیم می شد. در روز آزمون نصف مخزن خطی کار با بذر مورد نظر (گندم) پر شد و حداقل ۱۰ دقیقه زمان به بذور داده شد تا در درون مخزن خطی کار نشست کنند. با توجه به عرض تسمه نقاله متحرک تنها ۵ موزع خطی کار مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل۱). در امتداد هر ردیف ۱۲ جعبه مقوایی به ابعاد ۱۰ ۰ ۱۴ ۰ ۱۴ سانتی متر روی تسمه نقاله متحرک قرارداده شد. با این ارتفاع و فاصله کم بین بالای جعبه ها و انتهای لوله سقوط، بذری ازجعبه ها به بیرون پرتاپ نمی شد و ۱۰۰٪ بذور خروجی از لوله سقوط درون جعبه ها جمع آوری می گردید.



شکل۱ . شماره گذاری خروجی های مورد استفاده در آزمون آزمایشگاهی خطی کار.

۴- انتخاب سرعت های حرکت و نرخ بذرکاری

در این ارزیابی دو سرعت دورانی ۱۶ و ۲۳ دور در دقیقه برای دوران محور موزع و دو سرعت ۲/۵ و ۳/۶ کیلومتر بر ساعت برای حرکت تسمه نقاله که معادل سرعت پیشروی است (با توجه به محدودیت های کنترلی تسمه نقاله) انتخاب گردید. قبل از حرکت تسمه از زیر خطی کار، چرخ خطی کار را به حرکت در آورده تا ریزش بذر از موزع خطی کار به نرخ مطلوب برسد.

۵- شاخص های ارزیابی خروجی موزع ها

ضریب تغییرات از حاصل تقسیم انحراف معیار بر میانگین بدست می آید و به صورت درصد بیان می شود:

$$CV = \frac{\sigma}{\alpha} \cdot 100$$

ضریب یکنواختی U_c توسط رابطه های ۱ تا ۳ محاسبه می‌گردد:

$$S_{pf} = \frac{T_s}{F_n} \qquad (۱)$$

1 - Test rig
2 - Ground speed
3 - Inverter

که T_s تعداد دانه جمع آوری شده از هر مجرای خروجی در یک بازه زمانی معین؛ F_n تعداد جعبه در مسیر هر مجرای خروجی و S_{pf} میانگین تعداد دانه درهر جعبه می باشند.

$$F_c = 1 - \left| \frac{S_f}{S_{pf}} - 1 \right| \quad (۲)$$

که F_c ضریب جعبه و S_f تعداد دانه های جمع آوری شده در جعبه مورد نظر می باشند.

$$U_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} F_{ci} \quad (۳)$$

که U_c ، ضریب یکنواختی و F_{ci} ، ضریب جعبه i ام می باشد. بنابراین ضریب نایکنواختی برابر است با $1-U_c$.

۶- روش ارزیابی مستقل بودن داده ها

برای اینکه به توان از معیار ضریب تغییرات برای مقایسه نایکنواختی خروجی های مختلف موزع در یک خطی کار استفاده نمود باید تعداد دانه های خارج شده از هر خروجی در بازه های زمانی کوتاه، مستقل باشند. در غیر این صورت داده ها خود همبسته[1] بوده و در این صورت میانگین و واریانس آنها از هم مستقل نمی‌باشند و از ضریب تغییرات نمی‌توان استفاده نمود. خودهمبستگی نمایانگر درجه شباهت بین یک سری زمانی می باشد. به خودهمبستگی، همبستگی سری[2] هم گفته می شود. هنگام مقایسه یک سری زمانی اعداد بدست آمده بین ۱- تا ۱ می باشند. عدد ۱ نشان دهنده همبستگی کاملا مثبت است، بدان معنی که افزایش یک سری زمانی منجر به افزایش متناسبی در سری زمانی دیگر خواهد شد. در حالی که عدد ۱- نشان دهنده همبستگی کاملا منفی می باشد که افزایش در یک سری زمانی منجر به کاهش در سری زمانی دیگر خواهد شد [۴]. برای تعیین درجه استقلال یا همبستگی داده ها از تابع خودهمبستگی[3] استفاده می شود. با فرض همبستگی داده ها، خروجی های خطی کار از نوع ایستایی در میانگین می‌باشند. برای یک فرآیند ایستایی، میانگین و واریانس ثابتند و کوواریانس ها توابعی از اختلافات زمانی می-باشند. درحالیکه در فرآیند تصادفی محض واریانس ثابت و کوواریانس صفر می‌باشد. در این ارزیابی مستقل یا خودهمبسته بودن تعداد یا وزن بذر خارج شده از هر خروجی به وسیله داده برداری در بازه زمانی کوتاهی مورد بررسی قرار گرفت. هر آزمایش سه بار تکرار شد. 12 داده از هر تکرار آزمایش برای هر خروجی بدست آمد. بنابراین،۳۶ داده حاصل از سه تکرار آزمایش برای هر خروجی بدست آمد. برای هر تکرار آزمایش یک ضریب نایکنواختی برای هر خروجی محاسبه گردید و برای هر ۱۲ داده تصادفی از ۳۶ داده هر آزمایش هم یک ضریب تغییرات محاسبه شد.

طرح آزمایش

تاثیر فراسنجه های زیر بر میانگین وزن بذور خارج شده گندم از هر موزع با بکارگیری آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی مطالعه شد: الف) سرعت محور موزع (سرعت چرخ نیرو دهنده)، ب) سرعت پیشروی (سرعت تسمه نا اله) و ج) فاصله بین جعبه های جمع آوری کننده بذور. در صورت معنی دار بودن عامل آزمایش، میانگین ها با آزمون چند دمنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با هم مقایسه شدند.

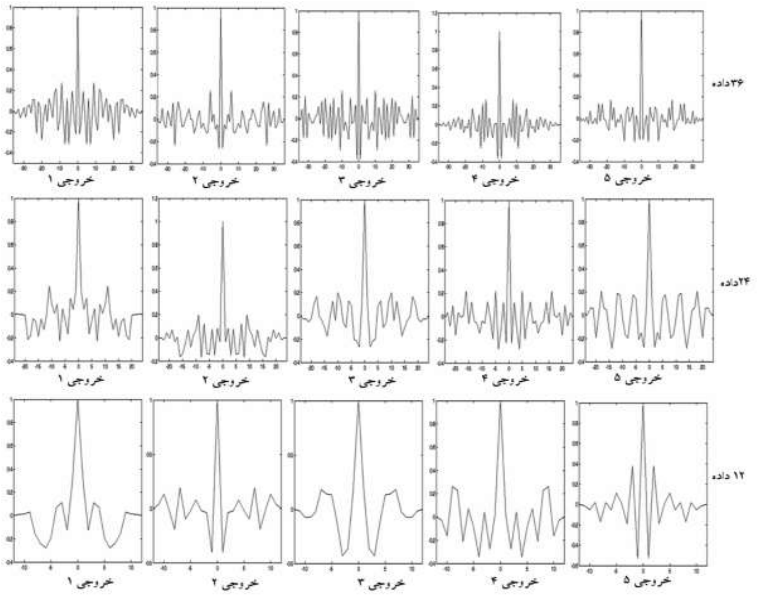
1 -Autocorrelated
2 - Serial correlation
3 -Autocorrelation function

نتایج و بحث

۱- خودهمبستگی در داده های خروجی ها

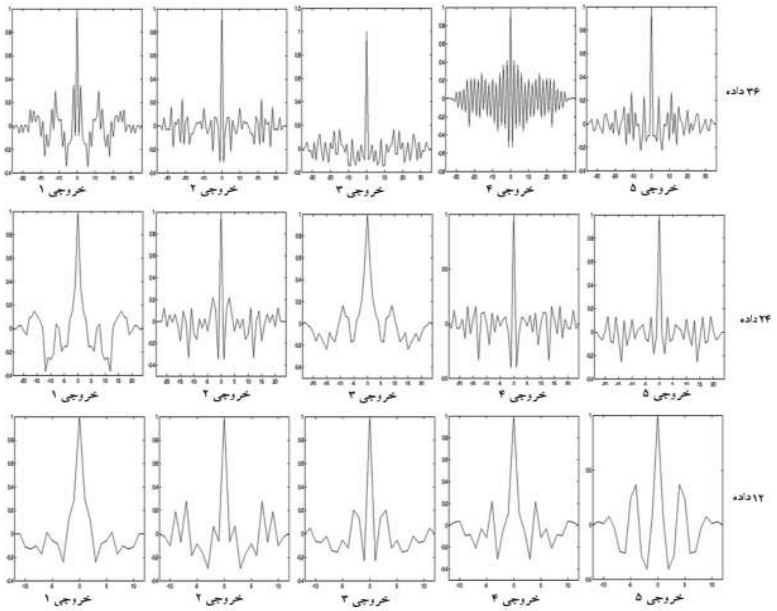
خودهمبستگی بین داده های حاصل از چهار آزمایش بررسی شد:

آزمایش اول – محور موزع خطی کار با سرعت ۱۶ دور در دقیقه می چرخید و سرعت حرکت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر بر ساعت بود و جعبه ها از هم فاصله نداشتند، در حالی که ۳۶ داده حاصل از سه تکرار آزمایش برای هر خروجی در نظر گرفته شوند، خروجی ۳ و ۴ در سطح احتمال ۵ درصد خودهمبسته می‌باشند. این در حالی است که سایر خروجی ها خودهمبستگی ندارند. در حالی که ۲۴ داده تصادفی از ۳۶ داده انتخاب گردد هیچکدام از خروجی ها خودهمبسته نمی‌باشند. انتخاب تصادفی ۱۲ داده تصادفی از ۳۶ داده نیز نشان می دهد که، هیچکدام از خروجی ها خودهمبسته نمی باشند (شکل۲).



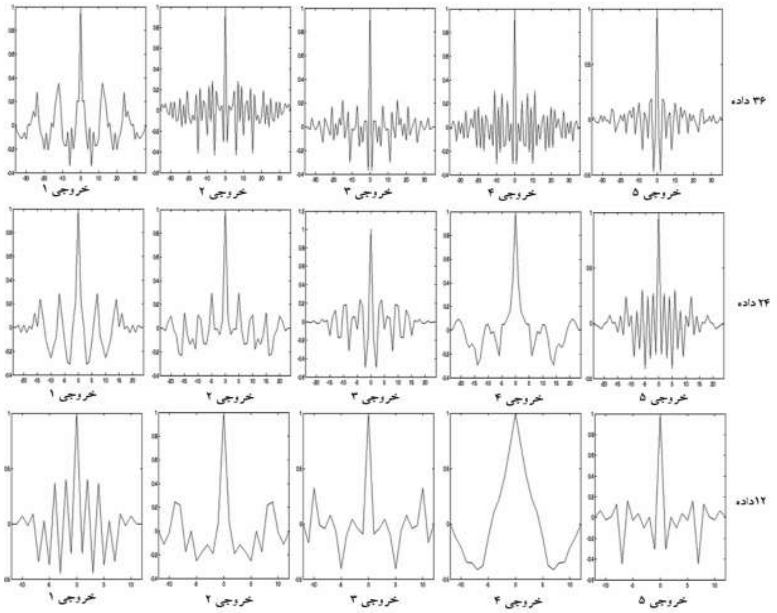
شکل ۲- نمودار خودهمبستگی داده های خروجی در شرایطی که سرعت چرخش محور موزع ۱۶ دور در دقیقه و سرعت حرکت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر در ساعت و جعبه ها از هم فاصله نداشتند.

آزمایش دوم– محور موزع خطی کار با سرعت ۱۶ دور در دقیقه می چرخید و سرعت حرکت تسمه نقاله ۲/۵ کیلومتر بر ساعت بود و جعبه ها از هم فاصله نداشتند، در حالی که ۳۶ داده متوالی در نظر گرفته شوند، خروجی ۴ درسطح احتمال ۱ درصد و خروجی ۵ در سطح احتمال ۵ درصد خودهمبسته می‌باشند. این در حالی است که سایر خروجی ها خودهمبستگی ندارند. در حالی که ۲۴ داده تصادفی از ۳۶ داده انتخاب گردد خروجی ۱ و ۴ در سطح احتمال ۵ درصد و خروجی ۳ در سطح احتمال ۱ درصد خودهمبسته می باشند و سایر خروجی ها خودهمبسته نمی باشند. در حالی که ۱۲ داده تصادفی از ۳۶ داده انتخاب گردد، هیچک ام از خروجی ها خودهمبسته نمی باشند (شکل۳).



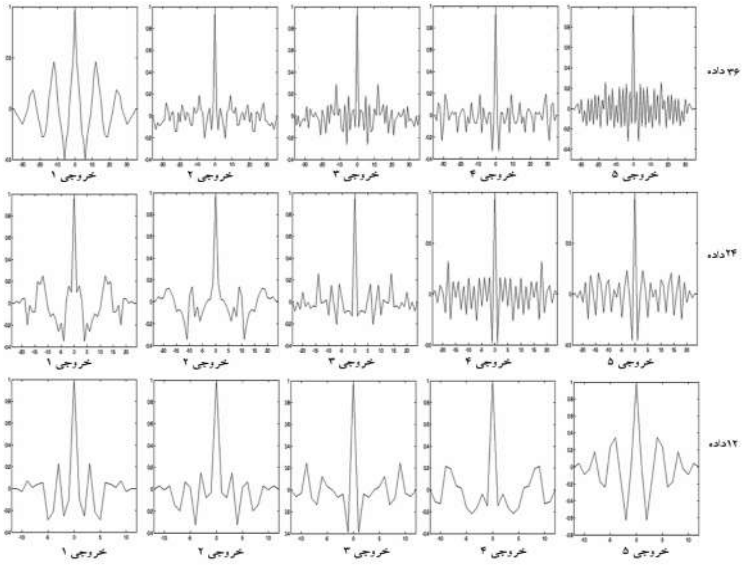
شکل ۳- نمودار خودهمبستگی داده های خروجی در شرایطی که سرعت چرخش محور موزع ۱۶ دور در دقیقه و سرعت حرکت تسمه نقاله ۲/۵ کیلومتر در ساعت و جعبه ها از هم فاصله نداشتند.

آزمایش سوم- محور موزع خطی کار با سرعت ۱۶ دور در دقیقه می چرخید و سرعت حرکت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر بر ساعت بود و جعبه ها از هم ۱۰ سانتی متر فاصله داشتند، در حالی که ۳۶ داده متوالی در نظر گرفته شوند، خروجی ۲ در سطح احتمال ۵ درصد خودهمبسته می باشد. این در حالی است که سایر خروجی ها خودهمبستگی ندارند. در حالی که ۲۴ داده تصادفی از ۳۶ داده انتخاب گردد هیچکدام از خروجی ها خودهمبسته نمی باشند. در حالی که ۱۲ داده تصادفی از ۳۶ داده انتخاب گردد، خروجی ۴ در سطح احتمال ۱ درصد خود همبسته می باشد و سایر خروجی ها خود همبستگی ندارند (شکل ۴).



شکل ۴- نمودار خودهمبستگی داده های خروجی در شرایطی که سرعت چرخش محور موزع ۱۶ دور در دقیقه و سرعت حرکت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر در ساعت و جعبه ها از هم ۱۰ سانتی متر فاصله داشتند.

آزمایش چهارم- محور موزع خطی کار با سرعت ۲۳ دور در دقیقه می چرخید و سرعت حرکت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر بر ساعت بود و جعبه ها از هم۱۰ سانتی متر فاصله داشتند، در حالی که ۳۶ داده متوالی در نظر گرفته شوند، خروجی ۱ در سطح احتمال ۱ درصد خودهمبسته می باشد. این در حالی است که سایر خروجی ها خودهمبستگی ندارند. در حالی که ۲۴ داده تصادفی از ۳۶ داده انتخاب گردد خروجی ۴ و ۵ در سطح احتمال ۱ درصد خودهمبسته می‌باشند. در الی که ۱۲ داده تصادفی از ۳۶ داده انتخاب گردد، هیچکدام از خروجی ها خودهمبسته نمی‌باشند (شکل ۵).



شکل ۵- نمودار خودهمبستگی داده های خروجی در شرایطی که سرعت چرخش محور موزع ۲۳ دور در دقیقه و سرعت حرکت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر در ساعت و جعبه ها از هم ۱۰ سانتی متر فاصله داشتند.

نتایج حاصله از ارزیابی خطی کار هاسیا نشان می‌دهد که داده های متوالی ت ام خروجی ها در شرایطی که لوله سقوط وجود داشته باشد لزوما خودهمبسته نمی‌باشند و در صورت وجود خودهمبستگی انتخاب تصادفی داده ها عامل از بین رفتن خودهمبستگی نمی باشد.

۲- ضریب نایکنواختی خروجی ها

جدول ۱ آماره های توصیفی ضریب نایکنواختی برای دو سرعت دورانی موزع (۱۶ و ۲۳ دور در دقیقه) را نشان مـی دهـد. تاثیر سرعت چرخشی محور موزع و موقعیت خروجی ها بر میانگین ضریب نایکنواختی معنی دار مـی‌باشـد (جـدول۲). بـا افـزایش سرعت محور موزع ضریب نایکنواختی کاهش می‌یابد (شکل۶). بیشینه نایکنواختی مربوط بـه خروجـی اول کـه در منتهـی علیـه سمت چپ خطی کار قرار گرفته بود، می‌باشد (شکل۷).

جدول ۳ آماره های توصیفی ضریب نایکنواختی برای دو سرعت حرکت تسمه ن اله (۲/۵ و ۳/۶ کیلومتر در ساعت) را نشان می دهد. جدول ۴ نشان می دهد که اثر سرعت حرکت تسمه نقاله بر ضریب نایکنواختی معنی دار نمی باشد، ولی اثر موقعیت خروجی ها بر ضریب نایکنواختی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار می‌باشد. خروجی ۱ بیشینه ضریب نایکنواختی را دارا می‌باشد (شکل۸).

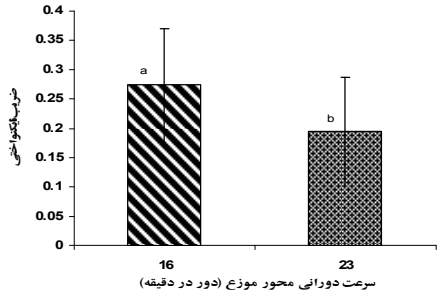
جدول ۱- آماره های توصیفی شاخص نایکنواختی تعداد بذور خارج شده با انتخاب ۱۲ داده متوالی (در شرایطی که سرعت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر در ساعت و جعبه ها از هم ۱۰ سانتی متر فاصله داشتند)

خروجی	سرعت دورانی محور موزع (دور در دقیقه)								
	۱۶				۲۳				
	میانگین	انحراف معیار	مقدار بیشینه	مقدار کمینه	دامنه	میانگین	انحراف معیار	مقدار بیشینه	مقدار کمینه	دامنه
۱	۰/۴۴	۰/۰۶	۰/۴۹	۰/۳۸	۰/۱۱	۰/۳۴	۰/۱	۰/۴۳	۲۳/۰	۰/۲
۲	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۱۹	۱۴/۰	۰/۰۵
۳	۰/۲۳	۰/۰۹	۳۳/۰	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۲۲	۱۱/۰	۰/۱۱
۴	۰/۲۱	۰/۰۲	۲۳/۰	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۲۳	۰۹/۰	۰/۱۴
۵	۰/۲	۰/۰۵	۲۶/۰	۰/۱۶	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۰۳

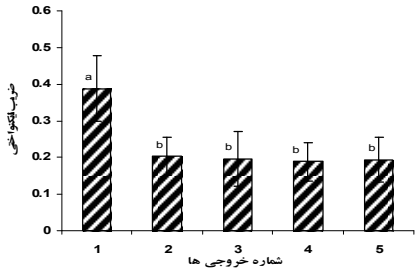
جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای ضریب نایکنواختی

عوامل آزمایش	درجه آزادی	میانگین مربعات
)aسرعت دورانی محور موزع (	۱	۰/۰۵**
موقعیت خروجی ها (b)	۴	۰/۰۵**
a × b	۴	۰/۰۰ns
خطای آزمایش	۲۰	۰/۰۰

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.
ns فاقد معنی دار بودن.



شکل ۶- اثر سرعت چرخش محور موزع بر ضریب نایکنواختی(در شرایطی که سرعت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر در ساعت و جعبه ها از هم ۱۰ سانتی متر فاصله داشتند).



شکل۷- اثر موقعیت خروجی ها بر ضریب نایکنواختی (در شرایطی که سرعت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر در ساعت و جعبه ها از هم ۱۰ سانتی متر فاصله داشتند).

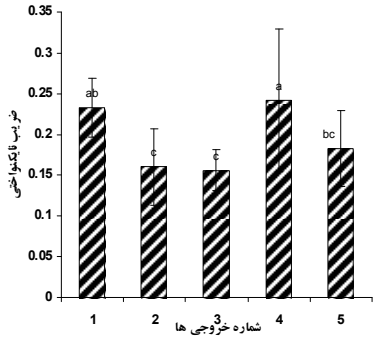
جدول۳- آماره های توصیفی شاخص نایکنواختی تعداد بذور خارج شده با انتخاب ۱۲ داده متوالی (در شرایطی که سرعت دوران محور موزع ۱۶ دور در دقیقه و جعبه ها از هم فاصله نداشتند)

خروجی	سرعت حرکت تسمه نقاله (کیلومتر در ساعت)								
	۲/۵					۳/۶			
	میانگین	انحراف معیار	مقدار بیشینه	مقدار کمینه	دامنه	میانگین	انحراف معیار	مقدار بیشینه	مقدار کمینه	دامنه
۱	۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۲۹	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۰۵
۲	۰/۱۶	۰/۰۴	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۰۱
۳	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۱۸	۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۰۱
۴	۰/۲۱	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۰۲	۰/۲۸	۰/۱۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۰/۲۴
۵	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۰۷

جدول ۴- خلاصه تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای ضریب نایکنواختی

عوامل آزمایش	درجه آزادی	میانگین مربعات
a)سرعت حرکت تسمه نقاله (	۱	۰/۰۰^{ns}
موقعیت خروجی ها (b)	۴	۰/۰۱*
a × b	۴	۰/۰۰^{ns}
خطای آزمایش	۲۰	۰/۰۰

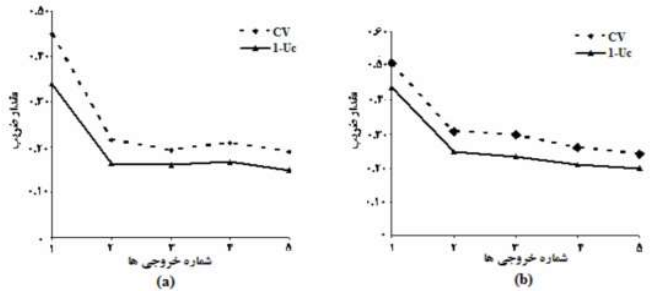
** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.
ns فاقد معنی دار بودن.



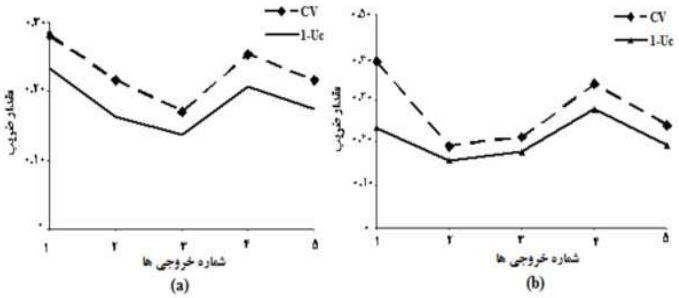
شکل۸- اثر موقعیت خروجی ها بر ضریب نایکنواختی (در شرایطی که سرعت دورانی محور موزع ۱۶ دور در دقیقه و جعبه ها در زیر خروجی ها از هم فاصله نداشتند)

۳- مقایسه ضریب تغییرات و ضریب نایکنواختی

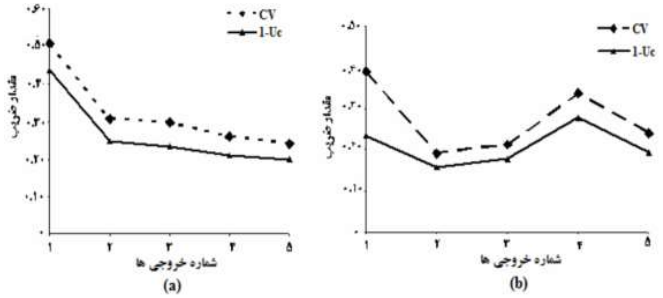
در شکل های ۹ تا ۱۱ ضریب تغییرات و ضریب نایکنواختی در شرایط مختلف آزمایش و برای بذر گندم در مقابل هم رسم شده اند. ضریب نایکنواختی برای هر ۱۲ داده متوالی از ۳۶ داده و ضریب تغییرات برای ۱۲ داده تصادفی انتخاب شده از ۳۶ داده محاسبه گردید. نمودارها براساس میانگین ضریب تغییرات و ضریب نایکنواختی برای هر خروجی رسم شده اند. به طور کلی برای یک خروجی، ضریب تغییرات بزرگتر از ضریب نایکنواختی می باشد. روند تغییرات دو ضریب مشابه می باشد، بدین معنی که بیشینه و کمینه ضرایب در خروجی‌های مشابه رخ می‌دهد.



شکل ۹- مقایسه ضریب تغییرات (CV) و ضریب نایکنواختی (1-Uc) (در شرایطی که سرعت حرکت تسمه نقاله ۳/۶ کیلا متر در ساعت بوده و جعبه ها از هم ۱۰ سانتی متر فاصله داشتند) در a) سرعت چرخش محور موزع ۲۳ دور در دقیقه و در b) سرعت چرخش محور موزع ۱۶ دور در دقیقه می باشد.



شکل ۱۰- مقایسه ضریب تغییرات(CV) و ضریب نایکنواختی (1-Uc) (در شرایطی که سرعت چرخش محور موزع ۱۶ دور در دقیقه بوده و جعبه ها از هم فاصله نداشتند) در a) سرعت حرکت تسمه نقاله ۲/۵ کیلومتر در ساعت و در b) سرعت حرکت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر در ساعت می باشد



شکل ۱۱- مقایسه ضریب تغییرات(CV) و ضریب نایکنواختی (1-Uc) (در شرایطی که سرعت چرخش محور موزع ۱۶ دور در دقیقه بوده و سرعت حرکت تسمه نقاله ۳/۶ کیلومتر در ساعت بود) در a) فاصله جعبه های جمع آوری از هم ۱۰ سانتی متر بود و در b) جعبه ها از هم فاصله نداشتند.

جهت استفاده از ضریب تغییرات در ارزیابی داده های خروجی از موزع های خطی کار، باید خودهمبستگی داده ها مورد بررسی قرار بگیرد، در صورت وجود خودهمبستگی انتخاب تصادفی داده ها ضروری می باشد، ولی در صورت استفاده از ضریب نایکنواختی چنین محدودیتی وجود ندارد. در شکل های ۹ تا ۱۱ می توان مشاهده کرد که نسبت ضریب نایکنواختی به ضریب تغییرات حدود ۰/۸ می‌باشد و از آنجا که PAMI ضریب تغییرات زیر ۱۵ درصد را برای خطی کارها پذیرفته است، می‌توان ضریب نایکنواختی زیر ۰/۱۲ را برای خطی کارها پذیرفت. جداول ۱ و ۳ نشان می‌دهند که میانگین ضریب نایکنواختی برای تمامی خروجی ها بیشتر از ۰/۱۲ می باشد. خطی کارها با موزع استوانه ای شیاردار احتمالا برای استفاده در کشاورزی دقیق به منظور کاشت بذور با اندازه متوسط مانند گندم مناسب نمی‌باشد.

نتیجه گیری

– با افزایش سرعت دورانی محور موزع ضریب نایکنواختی کاهش پیدا کرد.

– خروجی نزدیک دیواره کناری مخزن و خروجی نزدیک صفحه حائل وسط مخزن خطی کار به ترتیب بیشترین و کمترین ضریب نایکنواختی را داشتند.

– داده های خروجی تمام موزع خودهمبسته نبودند و انتخاب تصادفی از داده های خودهمبسته لزوما باعث عدم همبستگی داده ها نمی‌شوند.

– جهت استفاده از ضریب تغییرات در ارزیابی داده های خروجی از موزع های خطی کار باید خودهمبستگی داده ها مورد بررسی قرار بگیرد. در صورت وجود خودهمبستگی، انتخاب تصادفی داده ها ضروری می باشد؛ ولی در صورت استفاده از ضریب نایکنواختی چنین محدودیتی وجود ندارد.

– خطی کارها با ضریب نایکنواختی کمتر از ۰/۱۲ برای استفاده در کشاورزی دقیق توجیه می‌شود.

مراجع

1- Bashford, L.L. 1993. External flute seed metering evaluation related to site specific farming. ASAE International Winter Meeting. Paper No. 93-8517.

2- Maleki M.R, A.M. Mouazen, B. De Ketelaere, J. De Baerdemaker. 2006. A new index for seed distribution uniformity evaluation of grain drills. Biosystems Engineering, v(94):471-475.

3- Srivastava, A. K., C. E. Goering, and R. P. Rohrbach. 1993. Engineering Principles of Agricultural Machines. St. Joseph. Mich.: ASAE.

4- Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis, 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice-Hall