نشریه علمی فناوری و گیاهان دارویی ایران
دوره۶- شماره ۱- پیاپند ۱۱-پائیز و زمستان ۱۴۰۲

توسعه مکانیزاسیون زعفران با کارنده ویژه مزارع تولید بنه بذری

Development of saffron mechanization with a special planter for corm production farms

محمد حسین سعیدی راد [۱*]، عباس مهدی نیا[۲]، سعید ظریف نشاط[۱]

۱. دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران ، (نگارنده مسئول)
۲. مربی آموزش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/mpt.2025.367606.1173

چکیده

سعیدی راد، م.ح.، مهدی نیا، ع.، ظریف نشاط، س.، . توسعه مکانیزاسیون زعفران با کارنده ویژه مزارع تولید بنه بذری
نشریه علمی فناوری وگیاهان دارویی ایران، دوره ۶ - شماره ۲- پیاپند ۱۱-پائیز و زمستان ۱۴۰۲ صفحه: ۱۲-۲۲

در مزارع تولید زعفران توصیه براین است که با کشت بنه های ریز در مدت یک سال، بنه را به وزن دلخواه رسانده و سپس در مزرعه کشت نمایند. کارنده های زعفران مختلفی که تاکنون در کشور ساخته شده است برای کشت مزارع چند ساله بوده و بنه‌های زعفران را به صورت ردیفی و با تراکم‌های ۷ تا ۱۰ تن در هکتار کشت می‌کنند. در این تحقیق دستگاهی طراحی و ساخته شد که قابلیت کشت نواری و متراکم (تا ۲۰ تن در هکتار) را داشته باشد. عرض هر نوار کشت ۱۱۰۰ میلی متر بود و برای عبور چرخ‌های تراکتور (چرخ باریک)،۴۰ سانتی‌متر نکاشت در فاصله بین نوارهای کشت در نظر گرفته شد. به منظور ارزیابی مزرعه‌ای دستگاه، تاثیر سرعت کاشت در دو سطح (۳ و ۵ کیلومتر بر ساعت) و تراکم کاشت در سه سطح (۱۰ و۱۵و۲۰ تن بنه در هکتار) بر ظرفیت مزرعه‌ای، میزان صدمه به بنه‌های زعفران و یکنواختی توزیع بنه‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد با افزایش سرعت کاشت، از ۳ به ۵ کیلومتر بر ساعت، آسیب دیدگی بنه‌ها، ۱۱/۴ درصد افزایش یافته است. با افزایش تراکم کاشت از ۱۰ به ۲۰ تن درهکتار، ظرفیت مزرعه‌ای نیز از ۰/۶۲ به ۰/۳۸ هکتار در ساعت کاهش و میزان صدمه به بنه افزایش یافت. همچنین توزیع بنه‌ها نسبت به تراکم‌های ۱۰، ۱۵و۲۰ تن بنه در هکتار مناسب بوده و سیستم موزع کارنده عملکرد مناسبی داشت.

واژه های کلیدی: بنه استاندارد زعفران، کاشت، مکانیزاسیون.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Saiedirad@yahoo.com

مقدمه

زعفران به‌عنوان گرانترین محصول کشاورزی و دارویی جایگاه ویژه‌ای بین محصولات صادراتی ایران دارد. سطح زیر کشت زعفران در سه دهه اخیر از حدود ۱۰ هزار هکتار در سال ۱۳۶۵ به بیش از ۱۲۵ هزار هکتار در سال ۱۴۰۱ افزایش یافته است. از مجموع ۱۲۵ هزار هکتار سطح زیر کشت زعفران در کشور، استان‌های خراسان رضوی و جنوبی هر کدام با سطح زیر کشت ۹۰۰۰۰ و ۱۶۰۰۰ هکتار مقام اول و دوم در کشور را دارند (Anonymous, 2022).

زعفران زراعی گیاهی عقیم و فاقد تولید مثل جنسی بوده و از طریق رویشی تکثیر می‌شود. بنه زعفران در حقیقت یک عضو ذخیره‌ای متشکل از یک ساقه زیرزمینی کاملا فشرده است (شکل ۱). بنه زعفران را از موقع خزان بوته زعفران (اوایل خرداد) تا اواسط مهر می‌توان کشت نمود. تراکم بنه در و احد سطح رابطه مستقیم با عملکرد محصول و رابطه عکس با تعداد سال‌های گلدهی (عمر) مزرعه زعفران دارد. کشاورزان زعفران کار در مناطق مختلف استان خراسان با توجه به الگوهای کشت سنتی خود از ۳ تا ۷ تن بنه در هکتار کشت می نمایند، به همین دلیل عمر مزارع زعفران نیز براساس تراکم کاشت اولیه از ۴ تا ۱۰ سال متغیر می باشد. افزایش تراکم بنه در واحد سطح تا میزان ۷ تن در هکتار (تعداد ۱ میلیون بنه با وزن متوسط ۷ گرم)، عملکرد مزرعه را به میزان سه برابر افزایش می دهد. این در حالی است که سال‌های گلدهی از ۱۰ سال به ۴ سال کاهش پیدا می کند. لذا می‌توان با افزایش تراکم کاشت، محصول تولیدی ۱۰

شکل ۱- بنه های زعفران

ساله را در ۴ سال برداشت کرده و موجب صرفه جویی در مصرف نهاده‌های تولیدگردید. در تراکم ۷ تن در هکتار، بنه‌های زعفران بصورت پیوسته در ردیف‌هایی به فاصله ۳۰-۲۵ سانتی متر از یکدیگر کشت می‌شوند (Saeidirad e al., 2014).

بررسی الگوی کشت در اروپا نشان داد که در منطقه کستیل لامانچا[1] اسپانیا، عمق کشت بین ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر متفاوت است. کاشت بصورت جوی پشته‌ای بوده و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی متر و تراکم کاشت ۶۰ بنه در مترمربع می باشد. در این مناطق تعدادی از کشاورزان از ماشین‌های کاشت پیازهای گل تزئینی استفاده می نمایند(Diaz and Luis, 2003) .

مقایسه فنی و اقتصادی کاشت سیر به دو روش دستی و ماشینی نشان داد که اثر روش‌های مختلف کاشت بر عملکرد سیر و فاکتورهای تعداد بوته در مترمربع و ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. از نظر عملکرد سیر، تیمار کاشت سیر با کارنده با فاصله سیرچه روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر، با میانگین عملکرد

۱- Castilla–La Mancha

۱۴۵۲۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد را نسبت به بقیه تیمارها داشت (Haidari et al., 2013).

محققین یک دستگاه سیرکار سه ردیفه با قابلیت کاشت در فاصله های ۱۵×۱۰ سانتی متر و کاشت ۶ میلیون سیرچه در هکتار را طراحی، ساخته و ارزیابی کردند. نتایج ارزیابی نشان داد که ظرفیت مزرعه‌ای موثر دستگاه با سرعت ۱/۸ کیلومتر بر ساعت، ۰/۰۶۵ هکتار در ساعت و بازده آن ۷۹/۸۴ درصد می‌باشد. شاخص نکاشت، شاخص کاشت چندتایی و درصد وزنی سیرهای آسیب دیده به ترتیب ۲/۶۷، ۸ و ۱/۴۶درصد بدست آمد (Nare et al., 2014).

به منظور افزایش دقت کاشت، یک دستگاه سیب زمینی کار بهینه سازی شد. در این تحقیق از یک سیستم مکانیکی الکتریکی جهت کنترل سرعت زنجیر حامل پیاله های موزع استفاده گردید و پس از بهینه سازی، تاثیر دو تیمار (سرعت زنجیر و زاویه قرارگیری پیاله بر روی زنجیر) بر دو شاخص نکاشت و کاشت چندتایی بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت زنجیر شاخص نکاشت افزایش و شاخص کاشت چندتایی کاهش می یابد. مقادیر بهینه شاخص های نکاشت و کاشت چندتایی در سرعت خطی ۰/۳۲ متر بر ثانیه زنجیر به ترتیب ۴/۳۹ درصد و ۸/۷۸ درصد بدست آمدند (Niu et al., 2017).

یک دستگاه کارنده هفت ردیفه با قابلیت کاشت ۵ تا ۱۰ تن بنه زعفران در هکتار با فاصله ردیف های ۳۰-۲۵ سانتیمتر طراحی و ساخته شد. این ماشین دارای موزع استوانه‌ای جریان پیوسته در کف مخزن بوده و توسط ۷ مجرای خروجی، بنه ها را به سمت شیاربازکن های دستگاه هدایت می کند. این دستگاه با عرض کار ۲۱۰ سانتیمتر و سرعت پیشروی ۴ کیلومتر در ساعت قابلیت کشت ۰/۸ هکتار در ساعت را دارا می باشد. ارزیابی مزرعه ای دستگاه نشان داد که با افزایش سرعت و تراکم کاشت، دقت کاشت کاهش می یابد ولی به منظور دستیابی به حداکثر مطلوب ظرفیت مزرعه ای، مناسب ترین سرعت کاشت در محدوده ۵ کیلومتر برساعت با تراکم ۷ تن در هکتار بدست آمد (Saeidirad & Zarifneshat, 2020).

گرچه تاکنون کارنده‌های مختلفی برای کاشت بنه زعفران در کشور ساخته شده است اما در همه این نوع کارنده ها ردیف‌های کاشت و تراکم بنه مناسب کشت مزارع چند ساله بنه است. به عبارت دیگر در استفاده از همه این ماشین ها، بنه برای مزارع تولید گل کشت شده و الگوی کاشت نیز بر اساس همان تکامل یافته است. دستگاه‌های موجود برای کشت مزارع چند ساله بوده و بنه‌های زعفران را به صورت ردیفی و با تراکم‌های ۷ تا ۱۰ تن در هکتار کشت می کنند. هدف از این تحقیق طراحی و ساخت دستگاهی است که قابلیت کشت نواری و متراکم (تا ۲۰ تن درهکتار) برای مزرعه تولید بنه بذری را داشته باشد.

مواد و روش ها

این پژوهش طی سه مرحله و به شرح ذیل انجام شد:

۱-تعیین مشخصات فنی دستگاه براساس الگوی کشت :

جدول ۱- مشخصات فیزیکی بنه های زعفران (Bakhtiari et al., 2013)

خصوصیات فیزیکی	کمترین	بیشترین	میانگین
وزن (گرم)	۳/۸۵	۱۱/۸۲	۷/۷۷
قطر هندسی (میلی متر)	۱۸/۳۴	۲۷/۱۷	۲۲/۹۶
قطر حسابی (میلی متر)	۱۸/۴۲	۲۷/۴۹	۲۳/۲۰
کرویت (بدون بعد)	۰/۸۳	۰/۹۱	۰/۸۶
جرم مخصوص حقیقی (گرم بر سانتیمتر مکعب)	۱/۰۴	۱/۲۲	۱/۱۹
جرم مخصوص ظاهری توده (گرم برسانتیمتر مکعب)	۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۴۸
ضریب اصطکاک استاتیکی	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۷۰

به‌منظور طراحی و ساخت دستگاهی با قابلیت کشت نواری و متراکم (تا ۲۰ تن در هکتار) برای مزرعه تولید بنه بذری، عرض هر نوار کشت ۱۱۰۰ میلی متر بوده و برای عبور چرخ‌های تراکتور (چرخ باریک)، ۴۰ سانتی‌متر نکاشت در فاصله بین نوارهای کشت در نظر گرفته شد. در این نوع کشت ردیفی، در حدود ۴ میلیون بنه در هکتار کشت می شود که با فرض وزن ۶ گرم برای هر بنه، در مجموع ۲۴ تن بنه در هکتار می‌تواند کشت شود. در صورت اختصاص ۲۰ درصد سطح مزرعه به فاصله بین نوارها می‌توان بیش از ۱۹ تن بنه را در هکتار کشت نمود.

۲- طراحی و ساخت قسمت‌های مختلف دستگاه

- طراحی و ساخت سیستم کنار زننده خاک

با توجه به عمق کشت بنه‌ها و عرض نوارهای کشت طراحی و ساخت انجام شد.

طراحی و ساخت مخزن و موزع

شکل و اندازه مخزن براساس عوامل و فاکتورهای طراحی مخزن بذرکارها شامل، ابعاد دستگاه، نوع موزع، خصوصیات فیزیکی بنه‌های زعفران و تعداد دفعات بارگیری برای کاشت یک هکتار محاسبه و ساخته شد. خصوصیات فیزیکی بنه‌های زعفران به‌منظور استفاده در طراحی و ساخت مخزن از نتایج تحقیقات گذشته استخراج شد (جدول ۱).

سیستم انتقال نیرو

نیروی مورد نیاز برای موزع از چرخ زمین گرد تامین گردید تا تغییرات سرعت پیشروی تاثیری بر میزان کاشت تنظیم شده نداشته باشد.

۳ - ارزیابی دستگاه:

پس از ساخت دستگاه کارنده بنه زعفران، کاشت بنه زعفران با دستگاه ساخته شده در دو سرعت کاشت ۳ و ۵ کیلومتر بر ساعت و تراکم ۱۰ و۱۵و۲۰ تن در هکتار انجام شده و ارزیابی عملکرد دستگاه با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. برای ارزیابی دستگاه میزان آسیب‌های مکانیکی وارده به بنه (درصد بنه‌های شکسته) و وزن و تعداد بنه‌های کشت شده در هر مترمربع اندازه‌گیری شد.

برای اندازه گیری درصد شکستگی، پیازهای

خارج شده از لوله سقوط جمع‌آوری گردیده و تعداد کل بنه‌ها و بنه های شکسته یا له شده (تشخیص چشمی) شمارش گردیده و با استفاده از رابطه (۱) درصد شکستگی بنه محاسبه شد (*Senapati*, et al., 1988) .

فرمول یک $$D = \frac{N_D}{N_T} \times 100$$

که در آن D، ND و NT به ترتیب عبارت از شکستگی بنه ها برحسب درصد، تعداد بنه‌های شکسته یا له شده و تعداد کل بنه‌ها می‌باشد.

یکنواختی توزیع بنه‌ها با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید. (*Senapati*, et al., 1988)

فرمول ۲ $$S_e = (1 - \frac{Y}{D}) \times 100$$

که در آن Se، D و Y به ترتیب عبارت از ضریب یکنواختی توزیع بنه برحسب درصد، میانگین فاصله های بدست آمده بین بنه ها بر حسب سانتی متر و میانگین قدر مطلق تفاضل داده ها از میانگین آن ها است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excell انجام گردید.

نتایج و بحث

تعیین مشخصات فنی دستگاه بر اساس الگوی کشت

اساس کار ماشین طراحی و ساخته شده، کاشت درهم نواری بنه زعفران با عرض نوار ۱۱۰ سانتی متر(فاصله داخلی بین چرخ‌های عقب تراکتور در تراکتورهای چرخ باریک) می باشد. بین هر ردیف نوار ۱۰۱ سانتیمتری، ۴۰ سانتیمتر بصورت نکاشت در نظر گرفته شده که محل عبور چرخ تراکتور است بطوریکه عرض کار دستگاه ۱/۵ متر خواهد بود. به علاوه، وجود این فضای خالی ۴۰ سانتیمتری در بین هر دو نوار کاشت ضمن کنترل ترافیک تراکتور و جلوگیری از فشردگی خاک، امکان انجام عملیات داشت و برداشت مکانیزه بنه‌ها را بدون صدمه زدن به آنها میسر می سازد.

این روش دارای مزایا و ویژگی‌های زیر است:

-سیستم کاشت متراکم بوده و امکان قرار گیری تعداد زیادی بنه در واحد سطح بدون ردیف کاشت مشخص وجود دارد. در این روش، آبیاری به صورت غرقابی در کرت‌هایی به عرض نوار کشت (۱۱۰ سانتی‌متر) انجام خواهد شد.

-با کنترل ترافیک تراکتورها در مزرعه از فشردگی خاک در محدوده کشت بنه‌ها جلوگیری شده و امکان ورود تراکتورهای معمولی نیمه سنگین برای مراحل بعدی فراهم می گردد.

-امکان داشت و برداشت بنه‌ها بدون آسیب زدن به بنه‌های داخل خاک فراهم می گردد.

-الگو و بستر مناسبی برای طراحی و ساخت ماشین برداشت بنه زعفران فراهم می‌گردد.

با عنایت به موارد یاد شده دستگاه دارای یک کنار زننده خاک تا عمق مورد نظر، مخزن و سیستم موزع بنه و پوشاننده است.

طراحی و ساخت مزرعه ای سیستم کنار زننده خاک

در این الگوی کشت عمق کشت بدلیل وزن و ابعاد کوچک بنه بین ۱۵-۱۰ سانتی‌متر در

الف ب

شکل ۲- مخزن و موزع (الف) انتقال بنه های زعفران در کف مخزن (ب)

نظر گرفته شد. برای ایجاد عمق مناسب کاشت مکانیزم آن شبیه یک نهر کن (با تیغه‌هایی موازی سطح خاک) و V شکل است. این سیستم خاک را تا عمق مورد نظر و عرض ۱۱۰ سانتی‌متر به دو طرف کنار می‌زند.

ساخت مخزن و موزع

به‌دلیل تراکم بالای مورد نیاز و جرم مخصوص ظاهری پایین توده بنه زعفران (حدود ۳۵۰ کیلوگرم در مترمکعب) مخزن از نوع تریلر بوده که کف آن دارای یک نوار نقاله‌ای جهت انتقال بنه به قسمت موزع یا پخش‌کن است. موزع یا پخش کن تنها وظیفه هدایت و توزیع یکنواخت بنه در عرض کار(۱۱۰ سانتی‌متر) را دارد و از نوع غلطکی زائده دار می‌باشد (شکل ۲). نوار نقاله‌ای حرکت خود را از چرخ زمین گرد می‌گیرد. تنظیم میزان ریزش بنه‌ها توسط تغییر سرعت خطی نقاله انجام می‌شود. با تغییر چرخ دنده سر پولی نوار نقاله، سرعت نوار نقاله قابل تغییر بوده و بنابراین میزان ریزش بنه‌ها در واحد سطح را می‌توان تغییر داد.

به‌منظور جلوگیری از وارونه قرارگرفتن پیازها در حین کاشت، از زمان خروج بنه‌ها از انتهای نوار نقاله تا رسیدن به کف شیار کشت، بنه‌ها در وضعیت سقوط آزاد قرار گرفتند. این امر باعث می‌شود که بنه‌هایی که وارونه از انتهای موزع خارج می‌شوند در حین سقوط آزاد چرخیده و به طور صحیح در کف شیار قرار گیرند (Saeidirad & Zarifneshat, 2020).

ساخت پوشاننده و تسطیح کننده خاک

پوشاننده از دو تیغه بزرگ در طرفین ماشین تشکیل شده که خاک کنار زده توسط شیار باز کن را به محل خود بر می‌گردانند. جهت پوشاندن روی بنه‌ها از دو عدد صفحه پوشاننده استفاده گردید. محل استقرار پوشاننده‌ها بر روی شاسی ثابت بوده و عمق کار با تغییر وضعیت چرخ‌های عقب دستگاه و نیز از طریق تغییر وضعیت نقاط اثر ابتدایی و انتهایی کورس جک قابل تنظیم می باشد.

ارزیابی دستگاه

در این مرحله از تحقیق عملکرد دستگاه در سرعت‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که سرعت کاشت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر ظرفیت مزرعه‌ای، و در سطح احتمال ۵ درصد بر بنه‌های آسیب دیده

شکل ۳- دستگاه ساخته شده

جدول ۲- تجزیه واریانس و میانگین مربعات

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		یکنواختی توزیع بنه ها (درصد)	درصد بنه های آسیب دیده	ظرفیت مزرعه ای (هکتار بر ساعت)
سرعت کاشت	۱	۱۵۰۲۲*	۰/۱۵۵*	۰/۰۸۶**
تراکم کاشت	۲	۲۲۶۴۷۷۳*	۱/۲۷۳**	۰/۰۰۷۶*
سرعت کاشت × تراکم کاشت	۲	۳۴۱۲۳*	۰/۳۱۹*	۰/۰۰۷۱**
خطا		۲۰۳۴۶	۰/۰۲۹	۰/۰۰۶۶
% CV		۱۸/۲۲	۱۵/۹۰	۱۴/۳۰

* و ** به ترتیب اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

و یکنواختی توزیع پیازها داشت. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که تاثیر متغیر تراکم کاشت بر بنه‌های آسیب دیده و یکنواختی توزیع پیازها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده و تاثیر آن برظرفیت مزرعه‌ای نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌داراست (جدول ۲).

نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها که با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد در جدول ۳ نشان داده شده است. همانگونه که انتظار می‌رفت ظرفیت مزرعه‌ای با افزایش سرعت افزایش یافته و از ۰/۳۵ هکتار در ساعت به ۰/۶۵ هکتار در ساعت رسیده است. از طرف دیگر با افزایش تراکم کاشت، ظرفیت مزرعه‌ای کاهش یافته است. کاهش ظرفیت مزرعه‌ای تحت تاثیر تراکم کاشت ناشی از افزایش دفعات بارگیری و پرکردن مخزن می‌باشد که با افزایش تراکم کاشت از ۱۰ به ۲۰ تن درهکتار، ظرفیت مزرعه‌ای نیز از ۰/۶۲ به ۰/۳۸ هکتار در ساعت کاهش یافت. در تحقیق مشابه نیز نتایج ارزیابی عملکرد کارنده هفت ردیفه زعفران نشان داد با افزایش تراکم کاشت ظرفیت مزرعه ای کاهش می یابد (Saeidirad & Zarifneshat, 2020).

یکنواختی توزیع پیازها نشان داد که با افزایش سرعت کاشت و تراکم کاشت یکنواختی توزیع پیازها کاهش می‌یابد که نتایج مشابه در ماشین‌های کاشت سیر و سیب زمینی نیز گزارش شده است (Nare et al., 2014; Niu et al., 2017). همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، بالاترین درصد یکنواختی توزیع پیازها، در سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت و به مقدار ۹۱/۴۵ درصد اندازه‌گیری شد.

نتایج جدول ۳ نشان می دهد که با افزایش سرعت کاشت، از ۳ به ۵ کیلومتر بر ساعت،

جدول ۳- نتایج آزمون مقایسه میانگین ها در سطوح مختلف متغیرها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪

متغیرها	سطوح	یکنواختی توزیع بنه ها (درصد)	بنه های آسیب دیده (درصد)	ظرفیت مزرعه ای (هکتار بر ساعت)
سرعت کاشت (کیلومتر بر ساعت)	۳	۹۱/۴۵ a	۱/۴۸a	۰/۳۵a
	۵	۸۳/۸۷ b	۱/۶۷b	۰/۶۵b
تراکم کاشت (تن در هکتار)	۱۰	۹۳/۹۴ a	۱/۰۹a	۰/۶۲a
	۱۵	۸۴/۵۳ b	۱/۶۴b	۰/۵۵b
	۲۰	۸۰/۱۳ c	۲/۰۱c	۰/۳۸c

اعداد با حروف مشابه برای هر تیمار در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است .

جدول ۴- نتایج آزمون اثر متقابل سرعت و ترکم کاشت بر صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪

سرعت کاشت (کیلومتر بر ساعت)	تراکم کاشت (تن در هکتار)	بنه های آسیب دیده (درصد)	یکنواختی توزیع (درصد)	ظرفیت مزرعهای (هکتار بر ساعت)
۳	۱۰	۱/۴۱a	۹۱/۶۶ a	۰/۳۸a
۳	۱۵	۱/۹۰b	۸۹/۵۵ a	۰/۳۶a
۳	۲۰	۲/۵۸c	۸۸/۸۴ b	۰/۳۳a
۵	۱۰	۱/۴۴a	۸۵/۲۷ b	۰/۶۶b
۵	۱۵	۲/۰۵b	۸۲/۶۷ c	۰/۵۹b
۵	۲۰	۲/۷۳c	۷۸/۳۰ c	۰/۵۲c

اعداد با حروف مشابه برای هر تیمار در هر ستون حاکی از عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد است .

آسیب دیدگی بنه ها، ۱۱/۴ درصد افزایش یافته و میانگین آسیب دیدگی پیازهای زعفران در دو سرعت، ۱/۵۳ درصد است.

مطابق جدول ۳ با افزایش سرعت زنجیر نقاله که به منظور افزایش تراکم کاشت انجام می‌شود، درصد شکستگی بنه افزایش می‌یابد. این کار ظاهرا به علت افزایش سرعت زنجیر نقاله کف مخزن و غلبه بر اصطکاک استاتیکی بنه در هر لحظه از توقف زنجیر می‌باشد. هرچند که حرکت منقطع زنجیر نقاله توسط چرخ جغجغه‌ای که در کودپاش‌های دامی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به حرکت انتقالی یکنواخت و جداشدن توده بنه‌ها از هم کمک می‌کند.

نتیجه گیری

نتایج ارزیابی کارنده ویژه مزارع تولید بنه بذری نشان داد که دستگاه طراحی و ساخته شده با ظرفیت مزرعه ای اسمی ۰/۷۵ هکتار در ساعت (سرعت پیشروی ۵ کیلومتر بر ساعت)، ظرفیت مزرعه‌ای موثر ۰/۴۸ هکتار در ساعت را دارا می‌باشد. از این مقادیر، بازده مزرعه‌ای آن ۶۴ درصد بدست می آید. با توجه به تراکم کاشت بنه‌های زعفران و محدویت ظرفیت مخزن بنه، تعدد بارگیری مخزن برای کاشت یک هکتار موجب صرف زمان در حین عملیات کاشت شده و بازده مزرعه‌ای دستگاه را پایین آورده است. بررسی عملکرد دستگاه در سرعت‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت نشان داد که با

افزایش سرعت و تراکم کاشت، دقت کاشت کاهش می‌یابد ولی به منظور دستیابی به حداکثر ظرفیت مزرعه‌ای، سرعت کاشت ۵ کیلومتر بر ساعت می‌باشد.

با توجه به اینکه شاخص سنجش یا اندازه‌گیری تراکم کاشت در این دستگاه حجمی است و تراکم وزنی تنها با دانستن حجم مخصوص توده بنه مورد کشت امکان‌پذیر است باید معیار کشت بصورت مترمکعب در هکتار باشد. این دستگاه در بحث حجم مخزن به دلیل نیمه سوار بودن دستگاه مشکل زیادی ندارد. بدلیل اینکه ماشین در خاک تهیه شده فعالیت می‌نماید بهتر است برای ایجاد کشش لازم لزوما از تراکتور دو دیفرانسیل استفاده گردد.

References

Anonymous. 2022. Agricultural statistics report. Ministry of Agriculture- Jahad publication. (In Persian)

Bakhtiari Konari, F., Saeidirad, M. H., Garazhian, H., Sahrayei, P. and Arianfar, A. 2013. Investigation and comparison some physical properties of saffron corms. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, No.2 , 69-81. (In Persian)

Diaz-Marta, A. and Luís, G. 2003. Saffron in Europe (white book). University of Castilla La Mancha (UCLM).

Haidari, A., Sayedan, S. M., and Bakhtiari, M. R. 2013. Technical and economical comparison of manual and mechanized garlic planting. The 8th National Congress on Agricultural Machinery and Mechanization, Mashhad, Iran. (In Persian)

Nare, B., Shrivastava, S. M., Naik, R.K. and Prakash, A. 2014. Design, Development and Evaluation of Self Propelled Garlic (Allium Sativum L.) Clove Planter. *Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America (AMA)*. 45(2): 74-79.

Niu, K., Fang, X.F., Liu, Y.C., Lu, C.X. and Yuan, Y.W. 2017. Optimized design and performance evaluation of an electric cup-chain potato metering device. *Internationa Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 10(2): 36-43.

Saeidirad, M.H. 2020. Mechanization of saffron production. In: Koocheki, A. and Khajeh-Hosseini, B. (Eds.), Saffron: Science, Technology and Health. 1st Edition. *Woodhead Publishing*, pp. 187-204.

Saeidirad, M.H. and Zarifneshat, S. 2020. Development and performance evaluation of an automatic saffron corm planter. *Iranian Journal of Biosystem engineering*, 51(4): 683-693.

Saeidirad, M.H., Zarifneshat, S., Mahdinia, A., Nazarzadeh, S., Mazhari, M., Mostafavand, H. and Mehrabi, E. 2014. Investigation on mechanization development possibility and providing the most optimum method to saffron harvesting mechanization. Final report, No. 44678, *Agricultural Engineering*

Research Institute. (In Persian)

Senapati, P. C., Mohapatra, P. K and Dikshit, U. N. 1992. Field evaluation of seeding devices for finger- millet. *A.M.A*. 23(3): 21-2.

Taghinezhad, J., Alimardani, R. and Jafary, A. 2014. Design and Evaluation of Three Metering Devices for Planting of Sugarcane Billets. *Tarim Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences*. 20(2): 164-174.

Development of saffron mechanization with a special planter for corm production farms

Mohammad Hossein Saeidirad*[1], Abbas Mahdinia[2], Saeed Zarifneshat[1]

1. Associate Professor, Department of Agricultural Engineering Institute, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran . (Corresponding author)
2. Department of Agricultural Engineering Institute, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

Received: November 2024 Accepted: January 2025 - DOI: 10.22092/mpt.2025.367606.1173

Abstract

Saeidirad, M. H., Mahdinia, A., Zarifneshat. **S.,** Development of saffron mechanization with a special planter for corm production farms
Iranian Medicinal Plants and Technology, Vol 6, No. 2, 2023,24 3-4: 12-22(in Persian)

Abstract

In saffron production farms, it is recommended to grow corms to the desired weight by growing small corms for one year and then plant them in the field. The various saffron corm planters that have been built in the country so far have been used to cultivate saffron corms for several years and corms are planted in rows with densities of 7 to 10 tons per hectare. In this research, a special corm planter was designed and built that had the capability of strip and corms dense cultivation (up to 20 tons per hectare). The width of each planting strip was 1100 mm, and for the passage of tractor wheels (narrow wheel), 40 cm of uncultivated space was considered in the distance between the planting strips. In order to evaluation of corm planter, the effects of planting speed at two levels (3 and 5 km/h) and plant density at three levels (10, 15 and 20 tons per hectare) on performance, percentage of damaged corms and distribution uniformity of corms were investigated. The results showed that by increasing the planting speed from 3 to 5 km/h, the damaged corm percentage increased by 11.4%. By increasing the planting density from

Email address of the corresponding author: Saiedirad@yahoo.com

10 to 20 tons/ha, the field capacity also decreased from 0.62 to 0.38 ha/h and the damaged corm percentage increased. Also, the distribution of the corms was appropriate compared to the selected density and the work distribution uniformity system had a good performance.

Keywords: Mechanization, Standard saffron corm, Planting