

استفاده از سامانه پاشنده مایه تلقیح سویا در ردیف‌کار نیوماتیک

محمود صفری^{۱*}، الیاس دهقان^۱، محمد رضائیان^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۸

۱- بخش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، کرج، ایران

۲- شرکت تراشکده، کرج، ایران

* مسئول مکاتبه E-mail: email2safari@yahoo.com

چکیده

کشت سویا در بین دانه‌های روغنی به دلیل تثبیت بیولوژیک نیتروژن از طریق ایجاد همزیستی با باکتری‌های ریزوبیوم و افزایش حاصلخیزی خاک از جایگاه مهمی برخوردار و یکی از منابع مهم تأمین پروتئین و روغن است. در روش سنتی، آغشته کردن بذر به مایه تلقیح به صورت دستی انجام می‌شود که باعث بالا بردن مصرف انرژی و هزینه‌های کارگری و طولانی شدن فاصله آغشته‌سازی بذر تا کاشت می‌شود که در این فاصله زمانی بخصوص در مناطق گرم، اکثر باکتری‌های تولیدکننده ریزوبیوم از بین خواهند رفت. در این تحقیق، سامانه‌ای برای پاشش مستقیم محلول مایه تلقیح روی ردیف‌کار نیوماتیک چهار ردیفه (۸ خط کشت) طراحی و ساخته شد و در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت فاکتوریل دو عامل سرعت پیشروی (سه سطح ۳/۶، ۵/۲ و ۷/۲ کیلومتر بر ساعت) و دبی نازل (سه سطح ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه) در سه تکرار بود. نتایج نشان داد که متوسط درصد پوشش دهی بذور ۸۸/۱۱ درصد است؛ سرعت‌های پیشروی ۳/۶ و ۵/۲ کیلومتر در ساعت با ۸۹/۷ و ۸۸/۷ درصد نسبت به سرعت ۷/۲ کیلومتر در ساعت با درصد پوشش دهی ۸۴/۸ درصد ارجحیت داشت. دبی خروجی نازل‌ها بر درصد نکاشت و چند کاشت بذور اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ولی اثر سرعت‌های پیشروی ۷/۲ و ۵/۲ نسبت به ۳/۶ کیلومتر بر ساعت این درصدها را افزایش داد. یکنواختی طولی کاشت بذر در دو سرعت ۳/۶ و ۵/۲ کیلومتر بر ساعت به ترتیب با ۹۰/۹ و ۸۸/۵ درصد از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ولی با سرعت ۷/۲ کیلومتر بر ساعت در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. در کل، با افزایش سرعت پیشروی میزان یکنواختی کاشت طولی بذر کاهش یافت؛ بنابراین استفاده از ردیف‌کار نیوماتیک مجهز به سامانه پاششی مایه تلقیح به دلیل کاهش درصد نکاشت و چند کاشت پائین، پوشش دهی مناسب مایه تلقیح و یکنواختی پاشش قابل توصیه است. واژه‌های کلیدی: دبی نازل، درصد خیس شدگی، پوشش دهی، ریزوبیوم

Using of Soybean Inoculation Spraying System in Pneumatic Row Crop Planter

Mahmoud Safari^{1*}, Elias Dehghan¹, Mohammad Rezaeean²

Received: 30 Aug 2022 Accepted: 24 Jan 2023

1- Department of research on agricultural machinery and mechanization, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

2- Tarashkadeh Company, Karaj, Iran

*Corresponding author: email2safari@yahoo.com

Abstract

Soybean cultivation has an important among oilseeds due to the biological fixation of nitrogen by creating symbiosis with rhizobium bacteria. It is one of the important plants as sources of protein and oil supply. In the traditional methods, seed impregnation is done manually, which increases energy consumption and labor costs, and wastes the time between seed impregnation and planting. In hot regions, by time waste also most rhizobium-producing bacteria might be lost. In this research, a system for direct spraying of inoculum solution on a four-row pneumatic crop planter (8 lines) was designed and constructed and evaluated in laboratory conditions. The experiments were in the form of a randomized complete block design and in factorial form. Two factors were forward speed (with three levels of 3.6, 5.2 and 7.2 km/h) and nozzle flow rate (with three levels of 200, 300 and 400 ml/min) in three replications. The results showed that the average seed coverage percentage was 88.11%; the forward speeds of 3.6 and 5.2 km/h with 89.7% and 88.7% were preferable to the forward speed of 7.2 km/h with a coverage percentage of 84.8 percent. The output flow rate of the nozzles did not show a significant difference on the percentage of unplanted and few planted seeds. However, the effect of forward speeds of 7.2 and 5.2 compared to 3.6 km/h increased these percentages. Uniformity of seed planting at two speeds of 3.6 and 5.2 km/h, did not show a statistically significant difference with 90.9 and 88.5%, respectively, but with 7.2 km/h was significant at the level of 5%. In general, with increasing forward speed, the uniformity of seed planting was decreased. Therefore, the use of a pneumatic row crop planter equipped with an inoculum spraying system was recommended due to the reduction in the percentage of no-planting and low multiple plantings, and also proper coverage of the inoculum and uniformity of spraying.

Keywords: Nozzle discharge, Wetting percentage, Coverage, Rhizobium

How to cite:

Safari, M., Dehghan, E., Rezaeean, N. 2023. Using of Soybean Inoculation System in Pneumatic Row Crop Planter. *Journal of Agricultural Mechanization* 7 (3): 55-64.

۱- مقدمه

امروزه یکی از مشکلات مهم آلودگی محیط زیست، استفاده نادرست از کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنی در بخش کشاورزی است؛ این امر باعث افزایش تجدیدنظر در روش های افزایش تولید شده است. در این راستا تلقیح بذر گیاهان لگومینوز مثل سویا و استفاده از مقادیر مناسب کود نیتروژنی (در مراحل اولیه رشد) می تواند ضمن کمک به بهبود عملکرد، در کاهش آلودگی محیط زیست نیز مؤثر واقع شود (Seyedi & Seyed Sharifi, 2013). سویا از نظر اقتصادی از اهمیت ویژه ای برخوردار است، در این محصول در هر فصل برداشت، بیش از ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، تثبیت و به خاک تحویل داده می شود و حدود ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار برای محصولات بعد از آن قابل دسترس است (Hungria & Mendes, 2014). سطح زیر کشت سویا در ایران و در سال زراعی ۹۵-۹۴ حدود ۵۲۴۰۶ هکتار بوده است که متعلق به استان های اردبیل، خوزستان، گلستان، گیلان، لرستان و مازندران می باشد که حدود ۸۷ درصد آبی و ۱۳ درصد دیم بوده است. میزان تولید سویای کشور حدود ۱۳۹۳۲۵ تن بوده است که ۸۹ درصد آن آبی و مابقی از کشت دیم به دست آمده است، عملکرد در هکتار سویای آبی ۲۷۱۵ کیلوگرم و عملکرد دیم ۲۲۸۷ کیلوگرم است (Agricultural Statistics, 2015).

به منظور بررسی تأثیر مایه تلقیح سویا و ازتوباکتر کروکوکوم بر ویژگی های گیاه سویا در شرایط تنش خشکی، تحقیقی در دو شرایط آزمایشگاهی و مزرعه ای انجام شد. نتایج آزمایش مزرعه ای نشان داد که گیاهچه حاصل از بذرهای شرایط مختلف رطوبتی در تلقیح با باکتری، وزن خشک گیاهچه و ارتفاع بیشتری نسبت به شاهد دارد. گیاه حاصل از بذر شرایط تنش متوسط رقم ویلیامز تلقیح شده با مایه تلقیح سویا، ۴۶ درصد وزن خشک گیاه بیشتری نسبت به عدم تلقیح داشت (Hadi et al., 2010). به منظور بررسی تأثیر تلقیح بذر سویا با ریزوبیوم و کاربرد کود نیتروژن بر عملکرد و خصوصیات زراعی جاپونیکوم تحقیقی انجام شد. با افزایش مصرف نیتروژن تا ۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار به همراه تلقیح بذر با باکتری، تعداد و وزن خشک گره در هر بوته به طور معنی داری افزایش یافت و کمترین آن در حالت عدم تلقیح بذر با باکتری و عدم مصرف کود برآورد گردید. به نظر می رسد که به منظور افزایش عملکرد دانه در شرایط اقلیمی اردبیل می توان پیشنهاد نمود که ۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار به همراه تلقیح بذر با باکتری به کار برده شود (Seyedi & Seyed Sharifi, 2013). در بررسی تأثیر کود نیتروژن و تلقیح با باکتری ریزوبیوم بر ارقام مختلف سویا مشخص شد که تلقیح، محتوای نیتروژن، ماده خشک دانه و اجزای رویشی و عملکرد دانه سویا را در مقایسه با کاربرد ۷۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش داده است (Sogut, 2006).

بررسی اثر تلقیح با باکتری ریزوبیوم بر روی سویا نشان داد که

تلقیح با ریزوبیوم سبب افزایش ۸/۶ درصدی عملکرد سویا در مقایسه با کاربرد معمول کود شده است (Srivastava, 2000). هر عاملی که باکتری های ریزوبیوم را کاهش دهد باعث کاهش سوددهی محصول می شود. لذا محققین باید فناوری هایی را توسعه دهند که اثرات منفی بر بذور کاشته شده و باکتری های ریزوبیوم را کاهش دهند. یکی از این فناوری ها، تزریق مایه تلقیح در داخل مسیر کاشت محصول است. این فناوری مدت هاست که پیشنهاد شده است (Brockwell et al., 1988). نتایج این فناوری در مزارع موفقیت آمیز بوده است؛ هرچند تعدادی از کشاورزان از غلظت بالاتری از مایه تلقیح نسبت به مقدار توصیه شده استفاده می نمایند (Campo et al., 2009). یکی از راه های مؤثر برای حفظ باکتری های ریزوبیوم، پاشیدن محلول مایه تلقیح در مسیر کاشت محصول است (Zilli et al., 2008). این عملیات بخصوص بعد از جوانه زنی بذر می بایست با دقت انجام شود. تأخیر تماس بین باکتری ها و ریشه گیاه باعث غده زایی ضعیف ریشه می شود، بنابراین در زمینه مقدار دز مایه تلقیح و زمان پاشش اطلاعات موثقی مورد نیاز است. اعمال مایه تلقیح با فناوری های مختلفی نظیر پاشش روی بذر یا خاک صورت می گیرد. پاشش روی بذر به طور وسیعی (در مقایسه با روش تلقیح خاک) مورد استفاده قرار می گیرد؛ هرکدام از این روش ها دارای مزایا و معایبی هستند که تابعی از نیاز، نوع مایه تلقیح، نوع بذر و مقدار مایه تلقیح است. روش تلقیح بذر درشت و در سطح وسیع با روش تلقیح بذر کوچک و سطح کوچک متفاوت است. روش ها می بایست دربرگیرنده شرایط نامساعد جوی، درجه حرارت بالای هوای ناشی از کارنده و خشک شدن سریع بذر باشد؛ همچنین زمانی که بذر در شرایط خشک و گرم کاشته می شوند و یا زمانی که بذر در معرض قارچ کش و علف کش قرار می گیرند می بایست مدنظر قرار گیرد (Date, 2001).

رایج ترین روش تلقیح گیاه، تلقیح بذر است. دلیل اصلی آن راحتی عملیات و مصرف پائین مایه تلقیح است؛ در این روش که طی سالیان متمادی مورد استفاده قرار گرفته، روی بذر پوشش داده می شود و تغییرات بسیار کمی در ماشین اعمال می شود (Deaker et al., 2004). قبل از عملیات کاشت، بذر با پودر تلقیح (با و یا بدون ماده چسبنده) آغشته می شود. کاشت بذرهای تلقیح شده با باکتری و استفاده از فاصله ردیف های مختلف برای رقم، دو روش شناخته شده کشاورزی در تولید سویا است. با این حال، ارتباط بین بذور تلقیح شده مختلف و فاصله ردیف در یک تحقیق سه ساله نشان داد بین فاصله بوته و تلقیح اثر متقابلی وجود ندارد. با این حال، تیمارهای تلقیح شده محتوای پروتئین دانه ها را به میزان ۱/۷-۱/۲ درصد افزایش داد و عملکرد دانه، پروتئین و روغن را به ترتیب حداکثر ۶/۸، ۸/۳ و ۵/۹ درصد در مقایسه با شاهد تلقیح نشده افزایش داد. میانگین عملکرد دانه ۴۰۹۸ کیلوگرم در هکتار بود. فاصله ردیف ها تأثیر مشخصی بر عملکرد دانه، پروتئین و روغن داشت، به طوری که گیاهان در فواصل ردیف های ۱۲/۵ و ۲۵ سانتی متر عملکرد بالاتری

بیشتر بود (Waclaw, 2022). در تحقیقی با عنوان مقایسه عملکرد ردیف کارهای نیوماتیک تراشکده و یونیسیم در کاشت ذرت، عملکرد دو ردیف کار نیوماتیک تراشکده و یونیسیم در شرایط مزرعای مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. اثر متقابل نوع ردیف کار و سرعت پیشروی بر شاخص چندکاشت و نکاشت اثر معنی داری در سطح احتمال ۵٪ داشت. با افزایش سرعت پیشروی در هر دو کارنده در سطح احتمال ۱٪ شاخص چندکاشت کاهش و نکاشت افزایش یافت. همچنین با افزایش فاصله کاشت در هر دو کارنده، در سطح احتمال ۱٪ شاخص دقت افزایش یافت.

نتایج آزمایش‌های مزرعای نشان داد که ردیف کار تراشکده دارای شاخص چند کاشت کمتر، دقت بیشتر، یکنواختی توزیع عمودی بیشتر و پراکندگی جانبی بذر بیشتر در سطح احتمال ۵٪ نسبت به ردیف کار یونیسیم بود. همچنین اثر متقابل نوع ردیف کار و سرعت پیشروی بر شاخص چند کاشت و نکاشت اثر معنی داری در سطح احتمال ۵٪ داشت. در هر دو کارنده افزایش سرعت پیشروی در سطح احتمال ۱٪ باعث افزایش ظرفیت مزرعای و شاخص نکاشت، همچنین باعث کاهش بازده مزرعای، شاخص چندکاشت، دقت، یکنواختی عمودی بذر حول فاصله تنظیمی و درصد سبز شدن شد (Gholami, 2014).

با توجه به تحقیقات انجام شده روی محصولات مختلف و از جمله سویا، استفاده از مایه تلقیح باعث افزایش سطح سبز و عملکرد محصول شده است. در این تحقیق، به منظور فراهم نمودن شرایط دسترسی مناسب بذر به باکتری‌های ریزوبیوم، سامانه پاشش محلول ترکیب مایه تلقیح با آب ساخته شد. در این سامانه هم‌زمان با کاشت بذر، پاشش محلول انجام شد. در نهایت، شرایط بهینه پاشش از نظر دبی و سرعت پیشروی تعیین گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- طراحی مدار پاشش

روش بذر مالی دارای معایبی از جمله ظرفیت مزرعای پائین، هزینه‌های کارگری بالا، از بین رفت باکتری‌های ریزوبیوم در اثر صدمات ناشی از تنش‌های خشکی و بلوکه شدن در مقسم بذر اشاره نمود (شکل ۱). با توجه به تحقیقات انجام شده، مناسب‌ترین روش برای در دسترس قرار دادن باکتری‌های ریزوبیوم، استفاده از روش‌های پیت و یا تزریق محلول مایه تلقیح در داخل شیار خاک (که توسط کارنده ایجاد شده است) می‌باشد. لذا می‌بایست سامانه‌ای طراحی می‌شد که اولاً تا حد امکان، پاشش روی بذر (در مسیر سقوط از موزع) انجام شود، ثانیاً در صورت عدم برخورد به بذر، محلول مایه تلقیح به داخل شیار ایجاد شده جهت کاشت بذر تزریق گردد. به منظور آغشته نمودن بذر و مسیر بذر کاشته شده به مدار پاشش نیاز بود. این مدار ترکیبی از مخزن، پمپ، شیر کنترل جریان،

نسبت به گیاهان در فاصله ردیف‌های ۳۷/۵ سانتی متری داشتند (Flajesman et al., 2019). در مزارع بزرگ، به‌طور متناوب از بذر کارهای مجهز به تانکر و پمپ و استوانه مخلوط‌کن استفاده می‌شود. در این شرایط، احتمال گرفتگی مسیر بذر وجود دارد. مواد چسبنده شامل صمغ عربی، سلولز متیل کربواکسید، محلول قند و روغن سبزیجات است (Bashan et al., 2002). در روش آغشته شدن بذر (با یا بدون ماده چسبنده)، مایه تلقیح به‌صورت مستقیم به‌طرف بذر پاشیده می‌شود. بعد از خشک شدن، بذر توسط کارنده کاشته می‌شود. انتخاب روش، تابعی از دسترس بودن ادوات، اندازه بذر، تردی پوشش بذر، لپه‌ای بودن بذر، وجود قارچ‌کش بر روی بذر، راحتی کار تولیدکننده و هزینه‌ای که برای مایه تلقیح می‌خواهد پرداخت کند، است (Deaker et al., 2004).

تلقیح ریزوبیوم مناسب، تثبیت نیتروژن بیولوژیکی در تولید سویا را افزایش می‌دهد و به دلیل قیمت پایین آن نسبت به مخلوط کودهای غیر آلی تجاری برای استفاده در میان کشاورزان خرده‌مالک از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. در موزامبیک، تلقیح‌ها به‌صورت مایع یا جامد (پودر/پیت یا گرانول) موجود است. مطالعات مزرعای برای ارزیابی عملکرد تلقیح کننده‌ها هنگام اعمال مستقیم به خاک و روی بذر قبل از کاشت انجام شد. داده‌های مربوط به گره زایی، رشد گیاه، نیتروژن ثابت، بازده مصرف آب و عملکرد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. گره‌سازی، عملکرد و اجزای عملکرد برای روش‌های مختلف کاربرد معنی دار بود و شکل جامد بهتر از شکل مایع بود. نیتروژن حاصل از اتمسفر در سه مایه تلقیح بکار برده شده به‌ترتیب ۴۵/۳، ۴۴/۲ و ۴۳/۶ درصد با عملکرد ۲۶۷۲، ۱۷۵۲ و ۲۲۴۶ کیلوگرم در هکتار بود به‌طور کلی، تلقیح‌های اعمال شده بر روی خاک یا بذر، مقدار نیتروژن ثابت بیولوژیکی را افزایش داد (Canon et al., 2022). طی تحقیقی در کشور برزیل، هفت تیمار در کاشت محصول سویا، شامل عدم استفاده از مایه تلقیح، شاهد (اعمال ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته)، تلقیح بذر با روش پیت، تلقیح بذر با روش پیت + تیمار آن با قارچ‌کش، استفاده از مایه تلقیح در داخل شیار کشت با دزهای ۳۰۰، ۶۰۰ و ۱۲۰۰ میلی‌لیتر به همراه تیمار بذر با قارچ‌کش مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد روش تلقیح در داخل شیار کاشت در هر دو روش تیمار بذر و بدون تیمار بذر با قارچ‌کش، روشی مؤثر در افزایش ازت خاک و عملکرد محصول است. در همه تیمارها، استفاده از مایه تلقیح نسبت به روش استفاده از کود شیمیائی، میزان ازت و عملکرد محصول افزایش بیشتری را نشان داد (Campo et al., 2010).

در تحقیقی اثر پوشش‌دهی و آغشته شدن بذر سویا به مایه تلقیح مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بهترین گزینه استفاده ترکیبی از پوشش و تلقیح بود. تعداد بذرهای جوانه‌زده، گره‌زایی، توده علوفه سبز، محتوای پروتئین علوفه سبز و برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی گیاهان به‌طور معنی داری در مقایسه با شاهد

تلقیح در هکتار). میزان محلول آب مورد نیاز در هکتار ۴۵ لیتر بود که با مایه تلقیح به حجم رسید منبع تأمین توان پمپ برای جابجایی محلول، باطری ۱۲ ولت تراکتور در نظر گرفته شد. از طرفی پمپ انتخاب شده می‌بایست میزان دبی مورد نیاز کلیه نازل‌ها را تأمین نماید. برای در نظر گرفتن شرایط یکسان از نظر مسیر طی شده از پمپ به نازل، طول مسیرها یکسان و ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. در این شرایط افت مسیر برای کلیه نازل‌ها یکسان بود؛ حجم مخزن ۱۰۰ لیتر و از جنس فایبرگلاس خشک در نظر گرفته شد، بعد از مخزن، پمپ ۱۲ ولت قرار دارد که محلول را از مخزن مکش و به شیر قطع و وصل جریان تحویل می‌دهد. مشخصات پمپ به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- مشخصات پمپ برقی

Table 1. Specifications of electric pump

مقدار Mount	مشخصه Specification
12 volt	ولتاژ (Voltage)
4.5Amp	جریان (Current)
3.1 Bar	فشار اسمی (Nominal Pressure)
1.5 Lit.min ⁻¹	دبی (Flow rate)

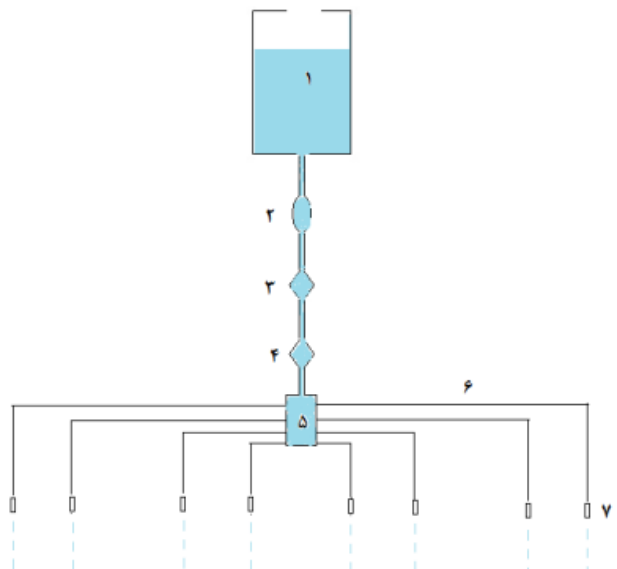
با توجه به نوع پمپ (۱۲ ولت، ۴/۵ آمپر ساعت ساخت شرکت مهندسی نوآوران سویاب صنعت با فشار ۳/۱ بار و دبی ۹۰-۱۱۰ لیتر بر ساعت) که جابجایی متغیر است، بسته شدن مسیر توسط شیر قطع و وصل جریان، باعث اعمال فشار به پمپ نمی‌شود. بعد از شیر قطع وصل جریان، شیر کنترل جریان قرار دارد که این شیر از نوع دروازه‌ای است و با بسته یا باز کردن آن، میزان دبی خروجی نازل‌ها تغییر می‌کند. بعد از شیر کنترل جریان، مقسم جریان قرار دارد که محلول تحویلی را به هشت شیلنگ به قطر پنج میلی‌متر تحویل می‌دهد. قطر شیلنگ ورودی به مقسم طوری انتخاب شده است که بتواند دبی مورد نیاز هشت شیلنگ با قطر کمتر را تأمین نماید. شیلنگ‌های پنج میلی‌متری از طریق لوله رابط و پایه مناسب به نازل‌های پاشش هدایت می‌شوند. نازل پاشش طوری انتخاب شده است که جریان محلول را به‌طور خطی به سمت شیار ایجاد شده توسط شیار بازکن هدایت نماید. نازل انتخابی از نوع نازل‌های مه‌پاش اصلاح شده بود که با تغییراتی بجای پاشش به‌صورت پودر قطرات، عملیات پاشش به‌صورت خطی انجام شد (با توجه به آزمون‌های مزرعه‌ای انجام شده، روش مه پاشی باعث تجمع گل‌ولای در داخل شیار بازکن می‌شد و امکان مه پاشی به دلیل گرد و غبار زیاد در حین عملیات وجود نداشت). قطر خروجی نازل یک میلی‌متر بود که به‌طور مناسب با توجه به فشار اعمال شده به محلول، جریان را به‌صورت خطی به سمت شیار ایجاد شده در بستر بذر هدایت می‌کرد.

شیر قطع و وصل جریان، مقسم جریان، شیلنگ‌های رابط و نازل بود (شکل ۲).



شکل ۱- روش بذر مالی (محلول پاشی مایه تلقیح)

Fig 1. Financial seed method (Inoculum spraying)



شکل ۲- طرح‌واره‌ای از مدار پاشش شامل:

- ۱- مخزن ۲- پمپ ۳- شیر قطع و وصل جریان ۴- شیر کنترل جریان ۵- مقسم ۶- شیلنگ رابط ۷- نازل

Fig 2. Schematic of the spray circuit including:
1-Tank 2- Pump 3- Shut-off valve 4- Flow control valve 5- Divider 6- Interface pipe 7- Nozzle

برای هر ردیف کاشت، دو خط کشت بر روی پشته به فاصله ۲۰ سانتی‌متر وجود دارد، بنابراین برای هر ردیف کشت دو نازل پاشش در نظر گرفته شد. برای این سامانه با توجه به چهار ردیفه بودن کارنده نیوماتیک ساخت شرکت تراشکده و وجود دو خط کشت بر روی هر پشته، هشت نازل می‌بایست طراحی و در نظر گرفته می‌شد. هزینه ساخت سامانه شامل مخزن، شیرهای کنترل، شیلنگ‌های رابط و نازل‌ها در سال ۱۳۹۹ حدود یک میلیون تومان بوده است که نشان‌دهنده هزینه پائین ساخت این سامانه است. به دلیل نیاز به صرفه‌جویی در مصرف مایه تلقیح، نوع نازل و پمپ طوری انتخاب شد تا میزان محلول مصرفی در هکتار حداقل باشد (۲/۲۸ لیتر مایه

در شرایط آزمایشگاهی در سرعت‌های پیشروی و دبی‌های مختلف درصد پوشش دهی بذر، درصد نکاشت، درصد چند کاشت و یکنواختی پاشش در سه تکرار و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و آزمایش فاکتوریل بررسی گردید. ابعاد پلات‌های آزمایشی دو متر طولی در ۷۵ سانتی‌متر (یک ردیف کاشت) بود.

۲-۲- کالیبراسیون دبی و سرعت سامانه پاشش

به‌منظور اندازه‌گیری میزان دبی خروجی نازل‌ها در سه وضعیت مختلف حداقل، حداکثر و متوسط، در قسمت خروجی نازل، ظروفی به‌منظور اندازه‌گیری میزان محلول خروجی در دقیقه در سه تکرار قرار داده شد؛ و میزان لیتر بر دقیقه تعیین گردید (شکل ۵). با داشتن میزان دبی برحسب لیتر بر ساعت، میزان محلول مصرفی در هکتار با توجه به ظرفیت مزرعه‌ای دستگاه قابل محاسبه است. با توجه به دبی‌های مختلف در سه سطح (۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه برای هر نازل) و سرعت‌های پیشروی در سه سطح مختلف (۳/۶، ۵/۲ و ۷/۲ کیلومتر در ساعت) مناسب‌ترین ترکیب از نظر پوشش دهی دانه، درصد نکاشت، درصد چند کاشت و یکنواختی پاشش تعیین گردید.

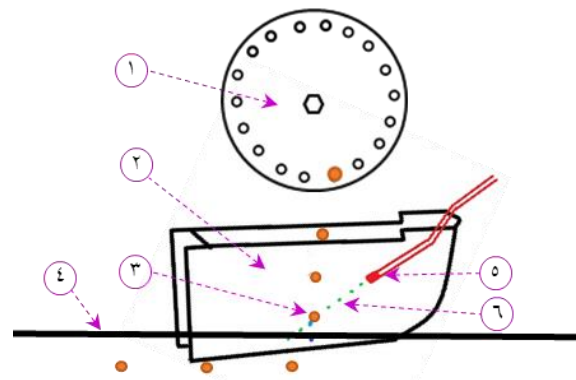
بذر مورد استفاده از رقم پارسا با وزن هزار دانه ۱۸۰/۲ گرم بود. با تنظیم جعبه‌دنده ردیف‌کار (دنده فوقانی ۲۱ و دنده تحتانی ۲۳) و استفاده از موزع با ۳۶ سوراخ، فاصله بذر روی ردیف ۷/۱ سانتی‌متر تنظیم شد. فاصله خطوط روی کشت ۲۰ سانتی‌متر، فاصله ردیف‌های کشت ۷۵ سانتی‌متر بود. با این تنظیمات تراکم بذر در هکتار ۳۸۰۹۵۲/۳ بذر و مقدار بذر مصرفی ۶۸/۶۴ کیلوگرم در هکتار است (شکل ۶).



شکل ۵- کالیبراسیون سامانه پاششی
Fig5. Spraying system calibration

با توجه به توصیه کارشناسان موسسه خاک و آب، میزان محلول مایه تلقیح برای ۶۰ کیلوگرم بذر در هکتار ۴۵ لیتر است که ترکیبی از مایه تلقیح و آب است (۴۳ لیتر آب + ۲ لیتر مایه تلقیح)؛ بنابراین

مطابق شکل ۳، در حین سقوط بذر از موزع در داخل شیار بازکن، مایه تلقیح به سمت بذر به‌صورت خطی اسپری می‌شود. در این شرایط میزان بده خروجی نازل و سرعت پیشروی از عوامل مهم در هدف قرار گرفتن بذر و بستر بذر است. بذر از موزع به سمت شیار ایجادشده توسط شیار بازکن هدایت می‌شوند و همزمان نازل‌های پاشش باعث پاشیدن مایه تلقیح به سمت بذر می‌گردد و در نهایت بذر آغشته به مایه تلقیح در داخل شیار بازشده سقوط می‌نماید. در صورت عدم برخورد با بذر، مایه تلقیح به سمت شیار ایجادشده هدایت می‌شود و در مسیر بستر بذر قرار می‌گیرد که پس از ریشه‌زنی بذر، در دسترس ریشه قرار می‌گیرد.



شکل ۳- موقعیت سقوط بذر و پاشش نازل ۱- موزع ۲- شیار بازکن ۳- بذر ۴- سطح زمین ۵- نازل ۶- مایه تلقیح

Fig 3. Position of seed fall and nozzle spraying 1-Metering system 2- Furrow opener 3- Seed 4-Ground surface 5- Nozzle 6- Inoculum

به‌منظور ردیابی وضعیت پاشش محلول از ماده رنگ اکلیلی استفاده گردید. ماده رنگ در داخل مخزن ریخته شد و در مسافت ۲۰ متری، وضعیت پاشش نازل‌ها در سرعت و دبی‌های مختلف بررسی گردید (شکل ۴).



شکل ۴- بررسی آزمایشگاهی سامانه پاشنده مایه تلقیح
Fig4. Laboratory study of inoculum sprayer system

توجه به این فاصله و اندازه‌گیری فاصله بذور کاشته شده و قسمت‌های نکاشت، درصد نکاشت محاسبه گردید.

۲-۴- درصد چند کاشت

برای یک بذرکار تک‌دانه کار دقیق کار، چند کاشتی عبارت است از وجود دو یا چند بذر، درجایی که فقط یک بذر باید وجود داشته باشد. در عمل و بر اساس ارزیابی نتایج آماری، کلیه فواصل کاشتی که طول آنها کمتر از نصف فاصله کاشت اسمی است چند کاشت محسوب می‌گردد (National Standard of Iran, 2010).

۲-۵- یکنواختی توزیع و ریزش بذر

پس از حرکت کارنده و کاشت بذر در انباره خاک، در مسافت ۲۰ متری، فاصله بوته‌ها روی دو ردیف موازی اندازه‌گیری و از معادله (۱) برای محاسبه یکنواختی توزیع بذرها استفاده گردید (Senapati et al., 1988, Karayel & Ozmerzi, 2012).

$$S_l = (1 - \frac{Y}{D_l}) \times 100 \quad (1)$$

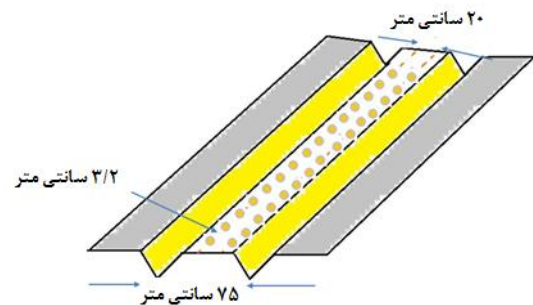
که در آن S_l ضریب یکنواختی توزیع بذر برحسب درصد، Y میانگین قدر مطلق تفاضل داده‌ها از میانگین آنها یا میزان فاصله تنظیمی سانتی‌متر، D_l میانگین فاصله تنظیمی بین بذرها بر روی ردیف (سانتی‌متر) می‌باشند. پس از اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و جمع‌آوری داده‌ها، به کمک نرم‌افزار MSTAT C و آزمون چند دامنه‌ای دانکن، نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و تیمار مناسب معرفی گردید.

۲-۳- نتایج و بحث

۳-۱- درصد پوشش دهی

اثرات تغییرات دبی و سرعت پیشروی بر میزان پوشش دهی بذور از نظر پاشش مایه تلقیح نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود دارد (جدول ۳). مطابق جدول ۳ بیشترین درصد پوشش دهی با ۸۹/۲۸ و ۸۸/۹۴ درصد به ترتیب به دبی‌های ۴۰۰ و ۳۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه تعلق داشت و بین این دو دبی از نظر میزان پوشش دهی اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود ندارد (شکل ۷). میزان پوشش دهی دبی ۲۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه ۸۶/۱۱ درصد بود که با دبی‌های ۴۰۰ و ۳۰۰ میلی‌لیتر اختلاف معنی‌داری را نشان داد، بنابراین با افزایش میزان دبی خروجی نازل‌ها، درصد پوشش دهی بذور افزایش یافت. از نظر سرعت پیشروی، بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود داشت و سرعت‌های پیشروی ۳/۶ و ۵/۲ کیلومتر در ساعت با ۸۹/۷ و ۸۸/۷ درصد نسبت به سرعت ۷/۲ کیلومتر در ساعت با درصد پوشش دهی ۸۴/۸ درصد ارجحیت داشت.

برای ۶۸/۶۴ کیلوگرم در هکتار ۲/۲۸ لیتر مایه تلقیح و ۴۲/۷۱ لیتر آب نیاز بود (Afshari et al., 2012). سطوح متغیرهای آزمایش به شرح جدول ۲ می‌باشد.



شکل ۶- الگوی کشت سویا

Fig6. Soybean cultivation pattern

جدول ۲- متغیرهای آزمایشی و سطوح آنها

Table2. Experimental variables and their levels

تیمار Treatment	پارامتر Item
200	دبی Flow (ml.min ⁻¹)
300	
400	
3.6	سرعت Speed (Km.h ⁻¹)
5.2	
7.2	
200×3.6	دبی×سرعت Speed×flow
200×5.2	
200×7.2	
300×3.6	
300×5.2	
300×7.2	
400×3.6	
400×5.2	
400×7.2	

۲-۳- درصد نکاشت

به‌منظور تعیین درصد نکاشت، تعداد بذوری که در فاصله ۲ متری و به‌صورت نظری می‌بایست کاشته شود محاسبه گردید. برای بذرکارهای تک‌دانه کار یا دقیق کار، نکاشت عبارت است از فقدان بذر درجایی که از نظر تئوری یک عدد بذر باید در آن نقطه وجود داشته باشد. در عمل و بر اساس ارزیابی نتایج آماری، کلیه فواصل کاشتی که طول آنها بیش از ۱/۵ برابر فاصله اسمی باشد نکاشت محسوب می‌گردد (National Standard of Iran, 2010). در این تحقیق با توجه به تعداد سوراخ موزع (۳۶ سوراخ) و چرخ‌دنده‌های رابط، فاصله اسمی بذرها روی پشته ۳/۲ سانتی‌متر بود بنابراین با

۱۳/۵، ۱۲/۸ و ۱۳/۱ درصد نکاشت دارای بیشترین درصد و ترکیب $۲۰۰ \times ۳/۶$ با ۷/۶ درصد نکاشت دارای کمترین درصد بود. سایر ترکیبات تیماری در بین این دو محدوده قرار گرفت. بنابراین با کاهش سرعت پیشروی و دبی نازل‌ها، میزان درصد نکاشت کاهش یافته است.

این نتایج نشان داد میزان دبی‌های مختلف بر درصد نکاشت محصول اثر معنی‌داری ندارد ولی سرعت پیشروی روی آن تأثیرگذار است و با افزایش سرعت پیشروی درصد نکاشت افزایش می‌یابد. از طرفی اثرات متقابل سرعت پیشروی و دبی در ترکیبات مختلف دارای نتایج مختلفی است ولی در کل با کاهش میزان دبی و سرعت پیشروی درصد نکاشت محصول کاهش می‌یابد. در تحقیق انجام یافته در منطقه خوزستان، با افزایش سرعت پیشروی کارنده نیوماتیک تراشکده، شاخص نکاشت افزایش یافت که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد (Gholami, 2014).

۳-۳- درصد چند کاشت

مطابق جدول ۱، اثرات دبی‌های مختلف بر روی میزان چند کاشت محصول در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. میزان درصد چند کاشت در دبی‌های ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه به ترتیب ۱۱/۴، ۱۱/۷ و ۹/۵ درصد بوده است و بین این دبی‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. سرعت پیشروی بر روی درصد چند کاشت محصول اثر معنی‌داری را نشان داد و در سرعت‌های پیشروی ۳/۶، ۵/۲ و ۷/۲ کیلومتر بر ساعت، میزان درصد چند کاشت به ترتیب ۵/۲، ۷/۸ و ۱۴ درصد بوده است که نشان می‌دهد با افزایش سرعت پیشروی میزان چند کاشت بذور افزایش یافته است. اثرات متقابل سرعت پیشروی و دبی نشان داد که در ترکیبات مختلف، درصد‌های چند کاشت مختلفی ایجاد می‌شود. در ترکیب سرعت-دبی $۲۰۰ \times ۷/۲$ بیشترین میزان درصد چند کاشت و کمترین در ترکیب $۲۰۰ \times ۳/۶$ ایجاد شده است. بنابراین در این ترکیبات دبی و سرعت پیشروی نیز اثرات سرعت پیشروی معنی‌دار است، هر چند افزایش دبی روند مشخصی را نشان نمی‌دهد. سایر تیمارها در محدوده بین این دو ترکیب تیماری قرار گرفته‌اند. در تحقیقی با افزایش سرعت پیشروی کارنده نیوماتیک تراشکده، شاخص چند کاشت کاهش یافت که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد (Gholami, 2014).

۴-۳- یکنواختی کاشت

یکی از معیارهای مهم ارزیابی کارنده‌ها، یکنواختی پاشش است. مطابق جدول ۳ بین تیمارها از نظر یکنواختی کاشت بذور در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها در جدول ۴ نشان داد که دبی‌های مختلف از نظر درصد یکنواختی کاشت بذور اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند و همگی در یک گروه قرار دارند.



شکل ۷- تعیین درصد پوشش دهی، درصد نکاشت، درصد چند

کاشت و یکنواختی کاشت طولی در شرایط سوبل بین

Fig7. Determining the percentage of coverage, percentage of un sowing, percentage of multiple plantings and uniformity of longitudinal planting in Soil bin conditions

از نظر اثرات متقابل دبی و سرعت پیشروی، بیشترین درصد پوشش‌دهی با ۸۲/۹۱ درصد به ترکیب سرعت-دبی $۳۰۰ \times ۳/۶$ تعلق داشت و کمترین درصد پوشش‌دهی با ۸۲/۵ درصد مربوط به ترکیب $۲۰۰ \times ۷/۲$ بود. این ترکیب تیماری نشان می‌دهد با افزایش سرعت پیشروی و کاهش دبی، درصد پوشش‌دهی کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که میزان دبی، سرعت پیشروی و اثرات متقابل آنها روی درصد پوشش‌دهی بذور در سطح ۵٪ معنی‌دار است. متوسط درصد پوشش‌دهی در کلیه تیمارها ۸۸/۱۱ درصد بوده است، هر چند ۱۱/۸۹ درصد از بذور تحت پاشش مایه تلقیح قرار نمی‌گیرند، ولی پاشیدن این مقدار از محلول مایه تلقیح در داخل شیار خاک باعث می‌شود که این مقدار نیز توسط ریشه گیاه و در داخل خاک مورد استفاده قرار گیرد. در منابع مختلف یکی از روش‌های مناسب اعمال مایه تلقیح برای کشت محصولات لگومینوز، پاشش در داخل شیار خاک معرفی شده است (Deaker et al., 2004). مطابق جداول ۳ و ۴، اثر دبی بر روی پوشش‌دهی بذور معنی‌دار و اثر سرعت پیشروی و اثر متقابل دبی-سرعت پیشروی نیز معنی‌دار شده است.

۲-۳- درصد نکاشت

میزان دبی خروجی نازل‌ها بر روی درصد نکاشت بذور اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ نشان نداد و کلیه تیمارها با دبی‌های مختلف در یک گروه قرار گرفتند. درصد نکاشت دبی‌های ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه به ترتیب ۱۲، ۹/۸ و ۱۰/۴ درصد بود و اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ولی اثر سرعت‌های پیشروی ۷/۲ و ۵/۲ نسبت به ۳/۶ کیلومتر بر ساعت اختلاف معنی‌داری را نشان داد و میزان نکاشت بذور در سرعت‌های پیشروی بالاتر نسبت به سرعت پیشروی پائین‌تر مقادیر بیشتری را نشان داد. این نتایج نشان داد که با افزایش سرعت پیشروی احتمال نکاشت محصول افزایش می‌یابد (جدول ۳). از نظر اثرات متقابل سرعت پیشروی و دبی بر درصد نکاشت بذور، بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. ترکیب‌های تیماری $۲۰۰ \times ۷/۲$ ، $۴۰۰ \times ۵/۲$ و $۲۰۰ \times ۳/۶$ به ترتیب با

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر سطوح دبی و سرعت

Table3. Analysis of the variance of flow and speed levels

یکنواختی Uniformity (%)	چند کاشت Multiple plantings (%)	نکاشت Unsovn (%)	پوشش دهی Coverage (%)	درجه آزادی Degrees of freedom	منبع تغییرات Source of changes
175.61**	33.13 ^{ns}	22.83 ^{ns}	181.68**	2	تکرار Replication
9.83 ^{ns}	52.54 ^{ns}	11.88 ^{ns}	27.25 ^{ns}	2	دبی Flow
93.82**	185.25**	42.61**	79.08**	2	سرعت Speed
1.18 ^{ns}	10.15 ^{ns}	1.69 ^{ns}	0.79 ^{ns}	4	دبی×سرعت Speed×flow
6.17	3.73	5.05	5.64	16	خطا Error
2.82	21.3	20.8	2.7	C.V	ضریب تغییرات Coefficient of Variation

*: تفاوت معنی دار در سطح ۵٪، **: تفاوت معنی دار در سطح ۱٪ و ns: تفاوت معنی دار نیست

*: Significant difference at 5% level, **: Significant difference at 1% level and ns: No significant difference

جدول ۴- مقایسه و کلاس بندی میانگین صفات مورد بررسی در روش های گوناگون پاشش (در سطح ۵٪)

Table4. Comparison and classification of the mean of studied traits in different spraying methods (at 5% level)

یکنواختی (%) Uniformity (%)	چند کاشت (%) Multiple sowing (%)	نکاشت (%) Un sowing (%)	پوشش دهی (%) Coverage (%)	تیمار Treatment	پارامتر Item
88.28 ^a	7.42 ^a	10.42 ^a	86.11 ^b	200	دبی
86.88 ^a	11.17 ^a	9.86 ^a	88.94 ^a	300	Flow
88.92 ^a	9.58 ^a	12.08 ^a	89.28 ^a	400	(ml.min ⁻¹)
90.98 ^a	5.22 ^c	8.55 ^b	89.72 ^a	3.6	سرعت
88.52 ^a	7.88 ^b	10.92 ^a	88.72 ^a	5.2	Speed
84.58 ^b	14.07 ^a	12.90 ^a	84.89 ^b	7.2	(Km.h ⁻¹)
91.33 ^a	1.00 ^f	7.63 ^c	88.67 ^{abc}	200×3.6	دبی×سرعت Speed×flow w
89.07 ^{abc}	4.90 ^b	10.53 ^{abc}	87.17 ^{bc}	200×5.2	
84.43 ^{cd}	13.37 ^{ab}	13.1 ^a	82.5 ^d	200×7.2	
90.17 ^{ab}	7.36 ^{de}	8.16 ^{bc}	91.83 ^a	300×3.6	
87.47 ^{abcd}	9.80 ^{cd}	9.34 ^{abc}	89.5 ^{abc}	300×5.2	
83.00 ^d	6.33 ^a	12.1 ^{ab}	85.5 ^{cd}	300×7.2	
91.43 ^a	7.30 ^{de}	9.86 ^{abc}	91.67 ^{ab}	400×3.6	
89.03 ^{abc}	8.96 ^d	12.87 ^a	89.5 ^{abc}	400×5.2	
86.30 ^{bcd}	12.50 ^{bc}	13.50 ^a	86.67 ^{cd}	400×7.2	

*: در هر ستون تفاوت بین میانگین هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، معنی دار نیست.

*: In each column, the difference between the means that have at least one common letter is not significant.

گرفت. اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین درصد یکنواختی به تیمارهای ۲۰۰×۳/۶ و ۴۰۰×۳/۶ تعلق دارد. سایر ترکیبات تیماری مطابق جدول ۲ می باشد. این نتایج نشان می دهد در ترکیباتی که سرعت پیشروی پائین تر بوده است یکنواختی کاشت افزایش یافته است ولی تغییرات دبی روند مشخصی را نشان نمی دهند.

دبی های ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی لیتر بر دقیقه به ترتیب دارای یکنواختی ۸۸/۲، ۸۶/۸ و ۸۸/۹ درصد بوده اند که نتایج قابل قبولی را نشان می دهند. سرعت های پیشروی ۳/۶، ۵/۲ و ۷/۲ دارای درصد یکنواختی ۸۸/۹، ۸۴/۵ و ۸۸/۹ درصد بودند که دو سرعت اول در یک گروه قرار گرفتند و سرعت ۷/۲ کیلومتر بر ساعت در گروه بعدی قرار

۴- نتیجه گیری نهایی

۱- متوسط درصد پوشش دهی بذور به کمک سامانه پاششی ۸۸/۱۱ درصد بود که به نحو مؤثری بذور تحت تأثیر مایه تلقیح قرار می گیرند. با افزایش میزان دبی خروجی نازل ها، درصد پوشش دهی بذور افزایش یافت.

۲- دبی خروجی نازل ها بر روی درصد نکاشت بذور اختلاف معنی داری را نشان نداد ولی اثر سرعت های پیشروی ۷/۲ و ۵/۲ نسبت به ۳/۶ کیلومتر بر ساعت، میزان نکاشت بذور را افزایش داد.

۳- با افزایش سرعت پیشروی درصد چند کاشت بذور افزایش یافت ولی افزایش دبی بر روی میزان آن بی تأثیر بود.

۴- یکنواختی طولی کاشت بذور در دو سرعت ۳/۶ و ۵/۲ کیلومتر بر ساعت از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری را نشان نداد ولی با سرعت ۷/۲ کیلومتر بر ساعت این اختلاف در سطح ۵٪ معنی دار بود؛ بنابراین با افزایش سرعت پیشروی میزان یکنواختی کاشت طولی بذور کاهش می یابد.

به طور کلی، دبی ۴۰۰ میلی لیتر بر دقیقه و سرعت ۳/۶ کیلومتر بر ساعت دارای مناسب ترین پوششی دهی بود و استفاده از ردیف کار نیوماتیک مجهز به سامانه پاششی مایه تلقیح به دلیل پائین بودن درصد نکاشت و چند کاشت، پوشش دهی مناسب مایه تلقیح و یکنواختی پاشش قابل توصیه است.

سپاس گذاری

از شرکت تراشکده به دلیل همکاری لازم در تمامی مراحل اجرای پروژه تشکر و قدردانی می شود.

منابع

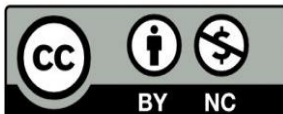
- Afshari, M., Asgharzadeh, A., Khavazi, K., Asadi Rahmani, H., Rejali, F., Ziaaeean, A.H., Iranipoor, A., Cherati, A., Ghalebi, S., Asadi, A., Kazemi, M., Rezaee, M., Javahrei, S., and Kalhor, M. (2012). *Investigating the effectiveness of some internal and external inoculants on increasing growth, yield and nitrogen fixation in soybean*. The 12th Iran Soil Science Congress-Tabriz (In Persian).
- Agricultural Statistics. (2015). *Field crops*. Information and Communication Technology Center, Deputy of Planning and Economy, Ministry of Jihad Agriculture.1 (In Persian).
- Bashan, Y., Hernandez, J.P., Leyva, L.A., and Bacilio, M. (2002). *Alginate micro beads as inoculant carrier for Plant growth- promoting bacteria*. Biol Fertil Soils, 35: 359-368.
- Brockwell, J., Gault, R.R., Herridge, D.F., Morthorpe, L.J., and Roughley, R.J. (1988). *Studies on alternative means of legume inoculation: microbiological and agronomic appraisals of commercial procedures for inoculating soybeans with Bradyrhizobium japonicum*. Aust. J. Agric. Res., 39: 965-972.

در تحقیق انجام شده برای کاشت بذر کلزا و به کمک بذور کار نیوماتیک گاسپاردو، فاصله طولی یکنواختی کاشت ۸۵/۳ درصد گزارش شده است. از طرفی سرعت های پیشروی ۴ و ۶ کیلومتر بر ساعت مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان داده است که با افزایش سرعت پیشروی از ۴ به ۶ کیلومتر بر ساعت کاهش معنی داری در ضریب یکنواختی فواصل طولی بذرها نداشته است، چراکه در ماشین مورد استفاده موزع نیروی محرکه خود را از چرخ زمین گرد می گیرد و سرعت دورانی چرخ زمین گرد با سرعت پیشروی بذور کار مناسب می باشد و هر چه سرعت زیاد می شود سرعت گردش موزع نیز زیادتر می شود.

با افزایش سرعت پیشروی ممکن است دو حالت پیش بیاید، اول آنکه متناسب با افزایش سرعت پیشروی، سرعت گردش موزع زیادتر شود و با افزایش سرعت گردش موزع، امکان دارد بازده پر شدن کمتر شود و دوم اینکه با افزایش سرعت، ممکن است سرش چرخ زمین گرد زیادتر شود که هر دو حالت در میزان بذور کاری تأثیر می گذارد. با افزایش سرعت پیشروی از ۴ به ۶ کیلومتر در ساعت میزان یکنواختی فواصل طولی بذور در ریز دانه کار نیوماتیک گاسپاردو از ۸۶/۸ درصد به ۸۴ درصد کاهش یافت (Nejad Maleki & Mohammad., 2018). در تحقیق جاری نیز با افزایش سرعت از ۳/۶ کیلومتر بر ساعت به ۵/۲ و ۷/۲ کیلومتر بر ساعت، میزان یکنواختی کاشت طولی از ۹۰/۹ درصد به ۸۸/۵ و ۸۴/۵ درصد کاهش یافت که با نتایج تحقیق انجام شده روی استفاده از بذور کار نیوماتیک گاسپاردو جهت کاشت کلزا هم خوانی دارد. به هر حال، درصد یکنواختی پاشش در دو سرعت ۳/۶ و ۵/۲ کیلومتر بر ساعت از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی داری را نشان نمی دهند ولی با سرعت ۷/۲ کیلومتر بر ساعت اختلاف معنی داری را در سطح ۵٪ نشان می دهد.

- Campo, R.J., Araujo, R.S., and Hungria, M. (2009). *Nitrogen fixation with the soybean crop in Brazil: compatibility between seed treatment with fungicides and bradyrhizobial inoculants*. Symbiosis, 48:154-163.
- Campo, R.J., Araujo, R.S., Mostasso, F.L., and Hungria, M. (2010). *In-furrow inoculation of soybean as alternative to fungicide and micronutrient seed treatment*. R. Bras.Ci. Solo., 34:1103-1112.
- Canon, E.N., David, C., and Stephen, K.B. (2022). *Inoculant Formulation and Application Determine Nitrogen Availability and Water Use Efficiency in Soybean Production*. Soybean - Recent Advances in Research and Applications. DOI: 10.5772/intechopen.102639.
- Date, R.A. (2001). *Advances in inoculant technology*, A brief review. Aust J Exp Agr., 41: 321-325.
- Deaker, R., Roughley, R.J., and Kennedy, I.R. (2004). *Legume seed inoculation technology - a review*. Soil Biol Biochem., 36: 1275-1288.
- Flajesman, M., Sntavec, I., and Kolmanic, A. (2019). *Bacterial Seed Inoculation and Row Spacing Affect the Nutritional Composition and Agronomic Performance of*

- Soybean. International Journal of Plant Production, 13(4): 1–10.
- Gholami, E. (2014). *A comparison of the performance of the row of pneumatic works of Taraskedeh and Unism in planting corn*. Master's thesis of Shahid Chamran University of Ahvaz (In Persian).
- Hadi, H., Asgharzadeh, A., Daneshian, J., and Hamidi, A. (2010). *The effect of soybean and azotobacter inoculation on plants obtained from soybean seeds produced under drought stress*. Journal of Soil Research, Soil and Water Sciences, 24(2) (In Persian).
- Hungria, M., and Mendes, I.C. (2014). *Nitrogen fixation with soybean: the perfect symbiosis?*. In: De Bruijn F (Ed) Biological nitrogen fixation. Wiley-Blackwell.
- Karaye, D., and Ozmerzi, A. (2002). *Effect of tillage methods on sowing uniformity of maize*. Canadian Bio-systems Engineering, 44(2): 29–2226.
- National standard of Iran (2010). *Agricultural Machinery, Planting Equipment, Test Methods, Part 1: Single Seed Workers (Precise Seeders)*. First edition, National Standard Organization of Iran, Publications. No. 1-8406 (In Persian).
- Nejad Maleki, H., and Mohammad, Q. (2018). *Field evaluation of mechanized rapeseed seeders in Shushtar region*. Bi-Quarterly Journal of Plant Science in the Eighth Year, (2): 196–183 (In Persian).
- Senapati, P.C., Mohapatra, P. K., and Setpathy, D. (1988). *Field performance of seeding devices in rainfed situation in Orissa, India*. A. M. A. 13(1): 95–98.
- Seyedi, M.N., and Seyed Sharifi, R. (2013). *The effect of seed inoculation with rhizobium and nitrogen fertilizer application on yield and agronomic characteristics of soybeans in Ardabil conditions*. Iranian Journal of Crop Research. 11 (4): 628–618. (In Persian).
- Sogut, T. (2006). *Rhizobium inoculation improves yield and nitrogen accumulation in soybean (Glycine max L.) cultivars better than fertilizer*. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 34: 115–120.
- Srivastava, U.K., Rajput, R.L., and Dwivedi, M.L. (2000). *Response of soybean-mustard cropping system to sulfur and bio-fertilizers on farmer's field*. Legume Research, 23: 277–278.
- Zilli, J.E., Marson, L.C., Marson, B.F., Gianluppi, V., Campo, R.J., and Hungria, M. (2008). *Inoculação da soja com Bradyrhizobium através de pulverização em cobertura*. Pesq. Agropec., Bras. 43: 541–544.
- Waclaw, J. (2022). *Physiological Response of Soybean Plants to Seed Coating and Inoculation under Pot Experiment Conditions*. Agronomy. 12:1095. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051095>.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)