تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۵/ شماره ۹۰/تابستان ۱۴۰۳/ص ۱۴-۱
سایت مجله: https://www.amsr.areeo.ac.ir

مقاله پژوهشی

اثرهای فنی و اقتصادی عرض بستر بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در روش کاشت روی بستر غیردائم

ابوالفضل هدایتی‌پور[1*]، مصطفی گودرزی[2]، محمود صفری[3]، منا طهماسبی[4] و محسن سیدی[5]

۱، ۲، ۴ و ۵- به ترتیب: مربی پژوهشی؛ استادیاران بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛ و استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران
۳- استادیار، بخش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۱۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر عرض بستر، بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ و ۱۴۰۳-۱۴۰۲، در ایستگاه تحقیقات لوبیای خمین اجرا شد. عامل‌های اصلی آزمایش عبارت بودند از: کاشت بر روی بستر با عرض ۸۰ سانتی‌متر (P1) ،کاشت روی بستر با عرض ۳۰ سانتی‌متر (P2) و کاشت مسطح (P3). عامل‌های فرعی عبارت بودند از: لاین ۴۹۲، تیپ یک و ایستاده(v1))، رقم کوشا، تیپ دو و نیمه‌رونده (v2) و رقم صالح، تیپ سه و رونده (v3). ظرفیت مؤثر مزرعه‌ای کارنده) هکتار در ساعت)، عملکرد بیولوژیک و دانه خشک) کیلوگرم در هکتار)، وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد، بیشترین عملکرد دانه در روش کاشت روی بستر با عرض ۳۰ و ۸۰ سانتی‌متر، به ترتیب با مقادیر ۲۳۴۹ و ۲۲۶۱ کیلوگرم در هکتار، به دست می‌آید. کمترین عملکرد در روش مسطح (مرسوم)، با مقدار ۱۴۸۹ کیلو گرم در هکتار به دست آمد که اختلاف آن با دو تیمار دیگر در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار است. در هر سه تیپ ایستاده، رونده و نیمه‌رونده، بیشترین عملکرد مربوط به روش کاشت روی بستر بود. تحلیل اقتصادی تیمارها نشان داد که روش کاشت روی بسترهای با عرض ۳۰ و ۸۰ سانتی‌متر، اقتصادی‌ترین روش کاشت است. مقدار نوار تیپ مصرفی در روش مسطح و دو تیمار روی بستر، به ترتیب ۲۰۰۰۰ و ۱۳۵۰۰ متر در هکتار بود. با توجه به مزایای کاشت روی بستر، کشت مسطح (روش متداول) در لوبیا، توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی

بستر بلند غیردائم، کاشت روی پشته، کاشت مسطح، لوبیا

مقدمه

لوبیا یکی از محصولات مهم استان مرکزی است. ارزش غذایی این محصول به واسطه بالا بودن درصد پروتئین گیاهی آن، یکی از دلایل مهم توجه به بهینه‌سازی روش‌های به زراعی به منظور کاهش

*نگارنده مسئول: Email: ahedayatypoor@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-2808-1618
https://doi.org/10.22092/amsr.2025.368798.1514

هزینه‌های تولید و کاهش مصرف‌آب در این محصول است. سطح زیر کشت لوبیا در کشور در سال ۱۴۰۲ در حدود ۱۱۴۰۰۰ هکتار بوده است. استان مرکزی با سطح زیر کشت ۱۴۵۰۰ هکتار، رتبه سوم کشور را در این زمینه دارد (Anon, 2023). روش کاشت مرسوم در استان مرکزی عمدتا به صورت مسطح و روش هیرم‌کاری (نم‌کاری) است. روش اجرای آن نیز به این شکل است که چهار الی پنج روز قبل از کاشت، مزرعه به صورت غرقابی آبیاری می‌شود. بعد از گاورو شدن زمین، با استفاده از دستگاه خطی‌کار مجهز به شیاربازکن بیلچه‌ای لوبیا کاشت می‌شود. گاهی پیش از کاشت، برای خرد کردن بیشتر خاک، از دستگاه کولتیواتور، استفاده می‌شود. این روش، به رغم این‌که جمعیت علف‌های‌هرز را کاهش می‌دهد، معایب زیادی نیز دارد. مصرف آب در روش کرتی به شدت افزایش می‌یابد (Akbari *et al.*, 2018). مقدار بذر مصرفی در این روش از ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار است. با ورود تراکتور و ادوات سنگین روی خاک نسبتا مرطوب، فشردگی سطحی و عمقی خاک افزایش می‌یابد. افزایش فشردگی، ضمن کاستن از عملکرد دانه، هزینهٔ آماده‌سازی زمین را در کشت بعدی به شدت افزایش می‌دهد (Hedayatipour, 2021). در روش کرتی، به دلیل تماس مستقیم ساقه با آب، شرایط برای به بروز بیماری‌ها افزایش می‌یابد (Lak *et al.*, 2021). در روش مسطح، امکان ورود تراکتور برای عملیات داشت وجود ندارد. در نتیجه هزینه عملیات مبارزه با آفات و کوددهی افزایش می‌یابد. در روش کرتی، قسمتی از زمین برای آبیاری، به عنوان مرز (پشته) در نظر گرفته می‌شود. عرض این پشته از ۵۵ تا ۶۰ سانتی‌متر متغیر است. با توجه به این‌که روی پشته کاشتی صورت نمی‌گیرد، عملاً ۲۰ تا ۲۵ درصد زمین غیرقابل استفاده باقی می‌ماند. کشت روی پشته، چند سالی است که در استان مرکزی مورد توجه کشاورزان است. توصیهٔ کارشناسی استفاده از ردیف‌کار (کاشت دقیق) است. با این‌حال، با نصب فاروئر در قسمت جلو خطی‌کار و تنظیم فاصله بین کارنده‌ها، می‌توان کاشت روی پشته را عملی کرد.

بر اساس نتایج تحقیقات هدایتی‌پور و همکاران (Hedayatipour *et al.*, 2017) در روش کاشت روی پشته، در مقایسه با روش مسطح مرسوم، تراکم بذر به مقداریک سوم تا نصف کاهش می‌یابد. مقدار بذر مصرفی در این روش بین ۹۰ تا ۱۱۰ کیلوگرم در هر هکتار، توصیه شده است. بر اساس نتایج پژوهش‌های این محققان، اگر یک ردیف روی پشته کشت شود، تراکم بذر در حدود ۶۰ تا ۷۰ کیلوگرم مناسب است. بر اساس یافته‌های پژوهشی در ایستگاه تحقیقاتی اراک در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۹۱، خاک‌دهی پای بوته حتی اگر علف‌هرزی در مزرعه نباشد، باعث افزایش عملکرد تا ۱۰ درصد می‌شود (Hedayatipour *et al.*, 2009; 2012). هدایتی‌پور و همکاران (Hedayatipour *et al.*, 2017) تأثیر تعداد ردیف روی پشته (دو و سه ردیف روی پشته) را بر عملکرد دانه در ایستگاه تحقیقاتی اراک ارزیابی کردند و نشان دادند بهترین عملکرد دانه در روش دو ردیف روی پشته به دست می‌آید. آیدار و همکاران (Aidar *et al.*, 2000) با مطالعه روی روش‌های مختلف کاشت لوبیا می‌گویند عملکرد پایین لوبیا در مناطق لوبیاکاری کشور برزیل، به دلیل فقدان دانش در مدیریت کاشت است. این محققان تأثیر سه فاصلهٔ ردیف کشت ۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر را بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف لوبیا بررسی و گزارش کردند در ارقام مورد مطالعه، افزایش فاصله ردیف از ۴۵ سانتی‌متر به ۶۰ سانتی‌متر، باعث

کاهش ۲۵ درصد در میزان مصرف سوخت و بذر در هر هکتار می‌شود. بر اساس نتایج پژوهش‌ها در خصوص تأثیر فاصلهٔ ردیف کاشت بر عملکرد لوبیا در اردن، با افزایش فاصلهٔ ردیف‌ها از ۳۰ به ۷۰ سانتی‌متر، تعداد غدد ریزوبیومی و در نتیجه عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Talji, 2006).

اسولن و همکاران (Swelem *et al.*, 2015) تأثیر عرض پشته روی جذب نیتروژن و عملکرد دانه را ارزیابی کردند و نشان دادند مناسب‌ترین عرض روی پشته از نظر عملکرد دانه و جذب نیتروژن ۱۰۰ سانتی‌متر است. نتایج تحقیقات ورما و همکاران (Verma *et al.*, 2018) در هند نشان می‌دهد عملکرد دانهٔ سویا در روش کاشت روی پشته‌های عریض در مقایسه با روش مرسوم بیشتر است. توابه و همکاران (Tewabe *et al.*, 2020) در اتیوپی با بررسی تأثیر عرض پشته بر عملکرد گندم گزارش می‌دهند با افزایش عرض پشته از ۶۰ به ۸۰ سانتی‌متر، عملکرد دانهٔ گندم افزایش می‌یابد. کشت گندم یا حبوبات به روش مسطح، باعث کاهش راندمان آبیاری، افزایش خوابیدگی و تشدید سلهٔ خاک می‌شود (Majeed *et al.*, 2015). صالحی و حقیقتی بروجنی (Salehi & Haghighati-Boroujeni, 2020) عملکرد لوبیا را در دو روش مسطح و کشت روی بستر با استفاده از آبیاری قطره‌ای مقایسه کردند و نشان دادند کاشت روی پشته‌های با فاصلهٔ ۷۵ سانتی‌متر (سه ردیف لوبیا)، باعث افزایش عملکرد دانه و وزن ۱۰۰ دانهٔ لوبیا می‌شود. نتایج تحقیقات در مصر نشان می‌دهد کشت گندم به صورت پخشی بر بسترهای غیردائم، در مقایسه با روش مسطح منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود. مقدار مصرف آب نیز در مقایسه با روش مسطح تا ۲۳ درصد کاهش می‌یابد (El-Henawy, 2019). محققان گزارش داده‌اند کشت روی بستر، مدت زمان آبیاری را تا ۳۶ درصد کاهش می‌دهد (Ahmad & Mahmoud, 2005).

بر اساس نتایج تحقیقات هونگ (Hung, 2023)، جرم مخصوص ظاهری خاک در روش کشت روی بسترهای‌دائم، در مقایسه با کشت روی بسترهای غیردائم، حدود ۱۵ درصد بیشتر است. با این حال، اگر عمر بسترهای بلند بیش از حد باشد، ساختمان خاک تخریب می‌شود و روند تغییر مقدار مادهٔ آلی خاک سیر نزولی پیدا می‌کند و درصد خلل و فرج خاک کاهش می‌یابد. مشابه چنین نتایجی توسط لی و ان‌جی‌او (Le & Ngo, 2022) نیز به دست آمده است. روش کاشت عرف در استان مرکزی، کاشت مسطح به روش هیرم‌کاری است در این روش، آبیاری به روش غرقابی است و مصرف آب به شدت افزایش می‌یابد. با توسعهٔ آبیاری قطره‌ای در منطقه، کاشت لوبیا به صورت خشکه‌کاری (کاشت مسطح) خواهد بود. با توجه به اهمیت کشت ردیفی، در این آزمایش تأثیر عرض پشته بر عملکرد سه نوع تیپ لوبیا بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسهٔ اثر عرض پشته در روش کشت روی بسترهای غیردائم (با تاکید بر امکان تردد تراکتوردر عملیات داشت و کاهش مصرف تیپ) در تناوب گندم و لوبیا، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل‌ت صادفی در ۳ تکرار در دو سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ و ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در ایستگاه تحقیقات لوبیای خمین به اجرا در آمد. پیش از تشکیل بستر (پشته)، زمین با استفاده از گاوآهن چیزل پکر آماده شد. برای تشکیل

پشته و کاشت لوبیا از خطی‌کار متداول در منطقه استفاده شد. در روش مسطح هیچ‌گونه پشته‌ای ایجاد نشد و لوبیا روی زمین مسطح کاشته شد. عامل‌های اصلی آزمایش به شرح زیر بود:

P_1 -کاشت روی بستر، با عرض ۸۰ سانتی‌متر

P_2 -کاشت روی بستر، با عرض ۳۰ سانتی‌متر

p_4 -کاشت مسطح (شاهد)

کرت‌های فرعی نیز، سه رقم و لاین لوبیا چیتی (سه تیپ) به شرح زیر در نظر گرفته شد

P_1- لاین ۴۹۲ (تیپیک، ایستاده)

P_2- رقم کوشا (تیپ دو، نیمه‌رونده)

P_3- رقم صالح (تیپ سه، رونده)

آزمایش در تاریخ ۲۰ خرداد ماه به اجرا در آمد. طول و عرض هر تیمار فرعی، ۱۵۰ و ۲/۵۰ متر و تناوب زراعی مطابق عرف منطقه در نظر گرفته شد. بر این اساس، تقویم زمانی مراحل اجرای آزمایش مطابق جدول شماره یک تنظیم گردید. بافت خاک محل آزمایش از نوع لومی رسی بود (میزان رس، شن و سیلت به ترتیب ۲۹، ۲۳ و ۵۲ درصد به دست آمد).

جدول ۱- برنامه زمانی مراحل اجرای آزمایش

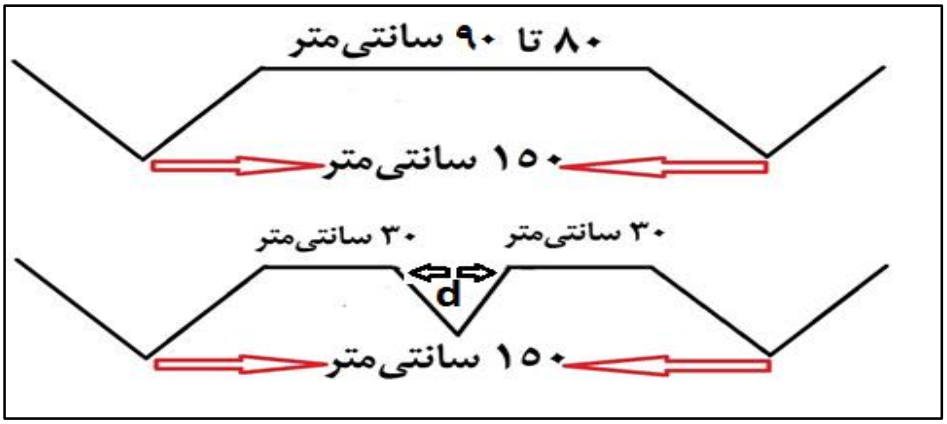
Table 1- Experiment implementation schedule

زمان Time	شرح عملیات زراعی Description of agricultural operations
بهار ۱۴۰۱	کاشت لوبیا در سال اول
Spring, 2022	Bean planting in the first year
پاییز ۱۴۰۱	کاشت گندم
Autumn, 2022	Wheat planting
تابستان ۱۴۰۲	برداشت گندم
Summer, 2023	Wheat harvesting
پاییز ۱۴۰۲	هیچ‌گونه عملیات کاشتی اجرا نشد (مطابق با تناوب عرف منطقه)
Autumn, 2023	No operations were carried out in accordance with the customary rotation of the region.
بهار ۱۴۰۳	کاشت لوبیا در سال دوم
Spring, 2023	Bean planting in the second year
پاییز ۱۴۰۳	برداشت لوبیا
Autumn, 2023	Bean harvesting

برای کاشت لوبیا از دستگاه خطی‌کار شرکت جیران‌صنعت با عرض کار ۲/۲۵ متر استفاده شد. برای تشکیل بستر با عرض ۳۰ سانتی‌متر، ۴ فاروئر و برای تشکیل بستر با عرض ۸۰ سانتی‌متر ۲ فاروئر روی دستگاه خطی کار نصب شد (شکل ۱). در هر تیمار، با توجه به عرض بستر، چیدمان شیاربازکن‌ها (واحدهای کارنده) تغییر می‌کرد. برای تیمار با عرض بستر ۳۰ سانتی‌متر، دستگاه خطی‌کار، طوری تنظیم شد که فاصلهٔ وسط به وسط پشته ها ۷۵ سانتی‌متر باشد و روی هر پشته دو شیاربازکن به فاصله ۱۵ سانتی‌متر قرار می‌گرفت. در مورد تیمار عریض، یک بستر با عرض ۸۰ الی ۹۰ سانتی‌متر طوری ایجاد شد که بستر (پشته)، بین دو چرخ تراکتور قرار گیرد. به نحوی‌که چرخ‌های تراکتور در داخل جوی قرار گیرند. تعداد کارنده در این روش ۶ واحد (شیار بازکن) در نظر گرفته شد (شکل ۲).

رعایت چند نکته در خصوص استفاده از خطی‌کار در کشت ردیفی لوبیا الزامی است. اول این

که فاروئر در قسمت جلوی دستگاه نصب شود به طوری‌که قبل از قرارگیری بذر داخل بستر، پشته شکل گرفته باشد. دوم این‌که سطح پشته کاملا صاف باشد. به بیان دیگر، پشته، شکل کله‌قندی نداشته باشد. سوم اینکه عرض‌کار ماشین، ضریب صحیحی از فاصله بین دو ردیف کشت باشد. با توجه به این‌که بیشتر کشاورزان، تراکتور با چرخ رینگ‌باریک در اختیار ندارند، فاصلهٔ ردیف ۷۵ سانتی‌متر برای تردد تراکتورهای مرسوم، توصیه می‌شود. بنابراین برای تشکیل ۳ پشته با فاصله ۷۵ سانتی‌متر، عرض کارنده باید ۲/۲۵ متر باشد. روش دیگر این است که عرض روی پشته بین ۸۰ تا ۹۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود به طوری‌که لاستیک تراکتور داخل فارو قرار گیرد. در این حالت عرض فارو (جوی) حداقل ۵۰ سانتی‌متر می‌شود.



شکل ۱- طرح‌واره شکل بسترهای آزمایش

Fig. 1- Schematic of the shape of the experiment beds

بر اساس نتایج تحقیقات هدایتی‌پور و همکاران (Hedayatipour *et al.*, 2017)، تراکم بذر برای روش مسطح و عرض بستر ۸۰ سانتی‌متر، ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و برای عرض بستر ۳۰ سانتی‌متر، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد و بر اساس این مقادیر، دستگاه برای هر روش کشت واسنجی شد. ارتفاع پشته‌ها ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری برای همهٔ تیمارها به روش قطره‌ای (آبیاری تیپ) برنامه‌ریزی گردید. مقدار کود مصرفی نیز برای همهٔ تیمارها یکسان در نظر گرفته شد.

ظرفیت مزرعه‌ای ماشین: ظرفیت مزرعه‌ای ماشین کاشت در هر تیمار، مطابق رابطهٔ ۱ محاسبه شد (Shafiee, 1991).

$$C_a=\frac{W\times S}{10}\times e_f \qquad (۱)$$

که در آن،

C_a= ظرفیت مزرعه‌ای ماشین (هکتار در ساعت)؛ W= عرض ماشین (متر)؛ S= سرعت ماشین (کیلومتر بر ساعت)؛ و e_f= راندمان زمانی (درصد).

شکل ۲- اصلاح خطی‌کار برای دو حالت بستر با عرض ۳۰ سانتی‌متر (سمت‌چپ) و بستر با عرض ۸۰ سانتی‌متر (سمت راست)

Fig. 2- Modification of the grain driller for two bed situations with a width of 30 cm (left side) and a bed with a width of 80 cm (right side)

تحلیل اقتصادی: برای تجزیه و تحلیل اقتصادی این پروژه، سود اقتصادی (درآمد) و هزینه‌های هر روش کشت برای سطح یک هکتار در سال پایه ۱۴۰۳ تعمیم داده شد. سود حاصل از هر روش معین شد تا بتوان اقتصادی‌ترین آنها را انتخاب کرد. هزینه‌ها و درآمدهای جاری حاصل از تولید لوبیا در سه روش کشت، ارزیابی گردید. هزینه‌های مذکور اعم از هزینهٔ ماشین و هزینه‌های کارگری هر مرحله و هزینهٔ به‌کارگیری نهاده‌ها (بذر، کودهای مختلف مصرفی در زمان‌های کاشت و داشت، سموم موردنیاز مصرفی در زمان کاشت، کیسه برای برداشت محصول و ...) برای هر روش محاسبه گردید. مقادیر شاخص منفعت به هزینه برای روش‌های کشت محاسبه گردید. مقدار این شاخص اگر بزرگ‌تر از یک باشد، می‌توان از اقتصادی بودن آن روش مطمئن بود، اما هرچه مقدار این شاخص بزرگ‌تر باشد، می‌توان در اقتصادی بودن پروژه، با قاطعیت بیشتری اظهارنظر کرد. در اواخر شهریورماه، ۱۰ بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب شد. تعداد دانه در هر غلاف و تعداد غلاف در هر بوته شمارش و میانگین آن‌ها محاسبه گردید. در هر کرت سه پلات به ابعاد یک در یک متر به صورت تصادفی انتخاب و لوبیا به روش دستی برداشت شد. چهار تا پنج روز بعد از برداشت و کاهش رطوبت دانه در حد ۱۲ تا ۱۳ درصد، با استفاده از خرمن‌کوب آزمایشگاهی، دانه‌ها جدا شدند. با تقسیم وزن خشک دانه به کل وزن بوته، شاخص برداشت برای هر کرت محاسبه گردید. برای تحلیل داده‌های آزمایش: تجزیهٔ واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه‌گیری شده و مقایسهٔ میانگین صفات به روش آزمون دانکن، از نرم‌افزارهای mstatc و اکسل ۲۰۱۶ استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۲ تجزیهٔ واریانس مرکب اثر عامل‌های اصلی و فرعی آزمایش را بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، اثر روش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار است. بر اساس داده‌های این جدول، اثر برهم‌کنش روش کشت و تیپ (رقم) بر عملکرد دانه معنی‌دار نیست (Hedayatipour *et al.*, 2017). به عبارت

دیگر، تأثیر روش‌های کاشت (آرایش کاشت) بر عملکرد و اجزای آن در هر سه رقم، روند مشابهی داشته است و مستقل از رقم است. مشابه چنین نتیجه‌ای را هدایتی‌پور و همکاران (Hedayatipour *et al.*, 2017) در ایستگاه تحقیقات لوبیای خمین به دست آورده‌اند.

جدول ۲- تجزیهٔ واریانس اثر تیمارهای‌آزمایش بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا

Table 1- ANOVA of the effect of experiment treatments on yild and yield components of bean

منابع تغییر S.O.V	درجهٔ آزادی Freedom Degree	میانگین مربعات Mean of Squres				
		غلاف در بوته (کیلوگرم در هکتار) Number of pods per plant (kg/ha)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 grains weigh (g)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index
سال year	1	27.1*	44.7*	951485*	92008ns	0.001ns
تکرار× سال Rep×Year	4	2**	083ns	287273ns	26822ns	0.001ns
روش کاشت Planting method	2	27.4*	2.8*	119799394*	4026632*	0.021*
روش کاشت× سال Planting method×year	2	0.15ns	2.0ns	3308268**	333402ns	0.001ns
خطای آزمایش Error	8	0.33	0.67	217270	39448	0.002
رقم Variety	2	11.2**	236*	4214488**	1379738*	0.007ns
رقم× سال variety×year	2	0.23ns	0.58ns	3494904**	4144789*	0.001ns
رقم× روش کاشت Planting method×variety	4	0.2ns	2.0ns	1273528ns	40467ns	0.004ns
رقم × روش کاشت×سال variety× Planting method×year	4	0.039s	0.1ns	423968n	126541n	0.001ns
خطای آزمایش Error	24	0.21	1.1	631692	48128	0.004
ضریب تغییرات (٪) C.V		6.7	3.4	15.1	10.8	15.4

** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد؛ *اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد، ns نبود اختلاف معنی‌دار

ns, * and **, non-significant and significant difference at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳ مقایسهٔ میانگین صفات اندازه‌گیری شدهٔ متأثر از عامل‌های اصلی آزمایش را نشان می‌دهد. با توجه به جدول مذکور، بیشترین عملکرد دانهٔ لوبیا مربوط به روش کاشت روی بستر با عرض

۳۰ سانتی‌متر است (Hedayatipour *et al*., 2017; Talji, 2006). با این حال، اختلاف عملکرد دانه در این روش با روش کاشت روی بستر با عرض ۸۰ سانتی‌متر در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار نیست. به بیان دیگر، صرف‌نظر از عرض بستر (پشته)، عملکرد دانه و شاخص‌های زراعی در روش کاشت روی پشته بهبود می‌یابد (Tewabe *et al*., 2020).

در دو روش کاشت روی بستر، عملکرد دانه بیشتر از عملکرد دانه در روش شاهد (مسطح) است و اختلاف مشاهده شده در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار است. با توجه به نتایج ارائه شده در این جدول، افزایش عملکرد دانه در روش کاشت روی پشته با عرض ۳۰ سانتی‌متر، به واسطهٔ افزایش وزن ۱۰۰ دانه و تعداد غلاف در بوته در این تیمار است. مشابه چنین نتایجی را محققان دیگر (Swelem *et al*., 2015; Verma *et al*., 2018) به دست آورده‌اند. در هر سه روش کشت اگرچه نوع آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) بوده است، عملکرد روش کشت روی پشته بیشتر است. زیرا رطوبت در خاک و فضای کافی بین پشته‌ها یکنواخت‌تر است (Hedayatipour *et al*., 2017; Salehi & Haghighati-Boroujeni, 2020).

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در تیمارهای آزمایش

Table 3- Comparison of measured traits in Experiment treatments

روش کشت Planting method	غلاف در بوته (کیلوگرم در هکتار) Number of pods per plant (kg/ha)	وزن۱۰۰ دانه (گرم) 100 grains weigh (g)	عملکرد بیولوژی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index
کاشت روی بستر۸۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 80 cm	8.0a	30.8ab	5625a	2261a	0.40a
کاشت روی بستر۳۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 30 cm	8.3a	31.0a	5795a	2349a	0.41a
کاشت مسطح Flat Planting	6.0b	30.3b	4305b	1489b	0.35b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

The averages with common letters in each column do not have a significant difference at the 5% probability level

جدول ۴ مقادیر عملکرد و اجزای عملکرد روش‌های کاشت در سه رقم مورد آزمایش (سه تیپ) را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج این جدول، در هر سه تیپ لوبیا، عملکرد دانه در روش‌های کاشت روی بستر بیشتر از است تا در روش مسطح و اختلاف‌های مشاهده شده در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ٤- مقایسهٔ میانگین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در تیمارهای اثر متقابل روش کاشت و رقم (تیپ)

Table 4- Comparison of bean yield and yield componenets in interactionof planting method and variety (Type)

رقم Variety	روش کشت Planting method	غلاف در بوته (کیلوگرم در هکتار) Number of pods per plant (kg/ha)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 grains weigh (g)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index
لاین ۴۹۲ Line 492	کاشت روی بستر۸۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 80 cm	7.1bc	27.3c	5011cde	1935b	0.39ab
	کاشت روی بستر۳۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 30 cm	7.6b	26.4cd	5064cde	1973b	0.4a
	کاشت مسطح Flat Planting	5d	25.8d	4184e	1291c	0.31b
رقم کوشا Kousha variety	کاشت روی بستر۸۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 80 cm	8.4a	32.4ab	6530a	2519a	0.39ab
	کاشت روی بستر۳۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 30 cm	8.9a	33.2ab	6028abc	2611a	0.43a
	کاشت مسطح Flat Planting	6.5c	31.9b	4604de	1707bc	0.38ab
رقم صالح Saleh variety	کاشت روی بستر۸۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 80 cm	8.5a	32.7ab	5334bcd	2329a	0.44a
	کاشت روی بستر۳۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 30 cm	8.5a	33.5a	6293ab	2463a	0.40a
	کاشت مسطح Flat Planting	6.6c	33ab	4126e	1470cd	0.36ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

The averages with common letters in each column do not have significant difference at the 5% probability level

جدول ۵، ظرفیت مزرعه‌ای ماشین کاشت در سه الگوی کاشت را نشان می‌دهد. کمترین ظرفیت مزرعه‌ای مربوط به روش کشت روی بستر به عرض ۸۰ سانتی‌متر است. در روش کاشت روی بستر، به دلیل این‌که شکل‌گیری پشته و بذرکاری، هم‌زمان است، سرعت حرکت ماشین کمتر است تا در روش مسطح. افزایش نیروی‌کششی تراکتور در روش کاشت روی بستر عامل دیگر محدودکننده سرعت است. عرض‌کار دستگاه کاشت در حالت کاشت روی بستر با عرض ۸۰ سانتی‌متر حدود ۱۸۰ سانتی‌متر است. در این روش، پشته (بستر) می‌بایست بین دو چرخ تراکتور قرار گیرد. به نحوی‌که چرخ‌های تراکتور داخل شیار ایجاد شده حرکت کنند. به همین دلیل عرض مفید دستگاه نسبت به دو تیمار دیگر آزمایش، کمتر است.

جدول ۵- ظرفیت مزرعه‌ای ماشین در سه حالت (آرایش) کاشت

Table 5- Planter field capacity in three planting pattern

نوع آرایش کاشت Palnting method type	عرض کار ماشین (متر) Machine width (m)	راندمان ماشین Machine Efficiency	سرعت حرکت (کیلومتر در ساعت) Velocity (Km/h)	ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر Effective field capacity
کاشت روی بستر۸۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 80 cm	2.00	0.75	3.7	0.56
کاشت روی بستر۳۰ سانتی‌متر Planting on a bed of 30 cm	2.25	0.75	1.8	0.31
کاشت مسطح Flat Planting	1.80	0.75	1.8	0.24

تحلیل اقتصادی: خلاصه هزینه‌ها و درآمدهای جاری حاصل از تولید لوبیا در سه روش کاشت در جدول ۶ آورده شده است. کلیه هزینه‌های ماشینی و کارگری هر مرحله و همچنین هزینهٔ خرید نهاده‌ها (بذر، کودهای مختلف مصرفی در زمان‌های کاشت و داشت، سموم مورد نیاز مصرفی در زمان کاشت، کیسه برای برداشت محصول و ...) برای هر روش آورده شده است.

در انتهای این جدول، مقادیر شاخص منفعت به هزینه برای سه روش کاشت، ارائه شده است. در تعریف این شاخص گفته شده است، مادامی‌که مقدار این شاخص بزرگ‌تر از یک باشد، می‌توان از اقتصادی بودن آن مطمئن بود، اما هرچه مقدار این شاخص بزرگ‌تر باشد، می‌توان در اقتصادی بودن طرح با قاطعیت بیشتری اظهارنظر کرد. در جدول دیده می‌شود، که مقدار شاخص منفعت به هزینه برای روش کاشت روی بستر ۳۰ سانتی‌متر، از مقدار شاخص دو روش دیگر بیشتر است. مقدار این شاخص برای هر دو روش کاشت روی بستر با عرض ۸۰ و ۳۰ سانتی‌متر، تقریبا یکسان است و از این رو هر دو روش توصیه می‌شود. مقدار تیپ مصرفی در روش مسطح در حدود ۲۰۰۰۰ متر در هکتار است. در حالی‌که در روش‌های کاشت روی بستر، این مقدار بین ۱۳۵۰۰ تا ۱۴۵۰۰ متر در هکتار است (اختلاف هزینه خرید تیپ در دو روش کاشت روی بستر تقریباً ۵۰۰ هزار تومان است). با مشاهده هزینهٔ خرید نوار تیپ و اجرای آبیاری قطره‌ای (ردیف چهارم جدول۶)، می‌توان نتیجه‌گیری کرد هزینه خرید تیپ در روش کاشت روی ردیف، در حدود ۲۶ درصد در مقایسه با روش مسطح، کاهش می‌یابد. مدت زمان آبیاری در هر سه تیمار در این آزمایش یکسان در نظر گرفته شد.

جدول ٦- مجموع هزینه‌های عملیاتی، خرید نهاده‌ها و درآمد ناخالص (بر اساس قیمت‌های نیمهٔ اول سال ۱۴۰۳ – تومان در هکتار) و شاخص منفعت به هزینه تیمارهای آزمایش

Table 6- Sum of operation costs, inputs purchase and gross income (on basis of prices of first half of 1403-Toman/ha) and benefit-cost ratio index

کشت روی بستر با عرض ۸۰ سانتی‌متر Planting on beds with 80cm width	کشت روی بستر با عرض ۳۰ سانتی‌متر Planting on beds with 30cm width	کشت مسطح Flat planting	شرح هزینهٔ نهاده‌ها و عملیات ماشینی و در آمد ناخالص Description of inputs and machine operationscosts and gross income
16500000	13200000	16500000	بذر Seed
4500000	4500000	4500000	آماده سازی زمین Bed preparation
1750000	1750000	1050000	ماشین کاشت Planting machine
11080000	10480000	14500000	هزینه های اجرای سیستم آبیاری قطره ای تیپ Irrigation equipment Costs
5500000	5500000	5500000	علف کش و کنه کش Herbicide and Pesticide
2000000	2000000	2000000	سم‌پاشی Sprying
2400000	2400000	2400000	کودهای اصلی Macro Fertilizers
4000000	4000000	4000000	ریز مغذی Micro Fertilizers
15000000	15000000	15000000	برداشت دستیی Manual Harvesting
5500000	5500000	5500000	کوبیدن دانه با کمباین Threshing with grain Combine
68230000	64330000	70950000	جمع هزینه‌ها Total Costs
6400000	6400000	6400000	تولید کاه Straw production
237000000	246000000	156000000	تولید محصول Grain production
243400000	252000000	162400000	درآمد ناخالص Gross income
3.5	3.9	2.3	نسبت منفعت به هزینه Benefit-cost ratio

نتیجه‌گیری

- در صورت استفاده از آبیاری قطره اینواری (تیپ)، بهترین حالت کاشت لوبیا، کاشت روی بستر است.

- اختلاف عملکرد دانه و بیولوژیک لوبیا در روش‌های کاشت روی بستر، در مقایسه با روش کاشت مسطح (متداول)، نسبتاً زیاد است.

- تجزیه و تحلیل اقتصادی روش‌های آزمایش نشان داد که اقتصادی‌ترین روش کاشت، کاشت روی بستر با عرض ۳۰ سانتی‌متر است.
- عملکرد دانه در روش مسطح کمتر است تا در دو روش دیگر، ضمن اینکه مصرف نوار تیپ آبیاری در روش مذکور در حدود ۲۰ هزار متر و تقریباً ۷ هزار متر نسبت به دو روش دیگر بیشتر است. با انتخاب کاشت روی بستر، هزینهٔ خرید تیپ و تجهیز آبیاری قطره‌ای، در مقایسه با روش مسطح، حدود ۲۶ درصد کاهش می‌یابد.

تعارض منافع

نویسندگان در خصوص مقالهٔ ارائه شده به طور کامل از سوء اخلاق نشر، سرقت ادبی و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافع تجاری در این راستا وجود ندارد.

مراجع

Aidar, H., Kluthcouki, J., Thung, M., Oliveria, I. P., & Zimerman, F. J. P. (2000). Effects of spacing number of plants in the row on Bean (*Phasesolus Vulgaris* L.) production in tropical low land of Brazil. Available at: http://naldc.nal.usda.gov.

Ahmad, R. N., & Mahmood, N. (2005). Impact of raised bed technology on water productivity and lodging of wheat. *Pakistan Journal of Water Resources*, *9*(2),29-32.

Akbari, M., Naseri, A., Khoramian, A., Ghadami Firozabadi, A., Hedayatipour, A., & Eslami, A. (2018). Determination of bean water consumption in Iran. *Research Report.* Research Institute of Agricultural Engineering, No. 54027. (in Persian)

Anon. (2023). Statistics of Ministry of Jihade-Agricultural. Ministry of Jihade-Agricultural. (in Persian)

El-Henawy, A. S. (2019). Effect of planting methods on some water relations and yield of wheat at North Nile Delta, Egypt. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, *7*(10), 389-392. https://dx.doi.org/10.21608/jssae.2019.53679.

Hedayatipour, A. (2021). Practical solutions to reduce the harmful consequences of soil compaction. *Extension Report*, Agricultural Institute of Education and Extension, No. 60311. (in Persian)

Hedayatipour, A., Lak, M. R., Ghadiri, A., & Moradabadi, G. H. (2012). Investigation of efficiency of bean mechanical weeding. *Research Report.* Research Institute of Agricultural Engineering, No. 45924. (in Persian)

Hedayatipour, A., Kheikhaee, F., Sadeghi, S., & Ghadiri, A. (2017). Comparison of row planting methods of bean using micro-irrigation (tape). *Research Report.* Research Institute of Agricultural Engineering, No. 55473. (in Persian)

Hedayatipour, A., Lak, M., Kalaee, A., Dorri, H. R., Rodbarani, J., & Rahmatti M. H. (2009). Investigation of possibility of bean using row planter with emphasis on mechanical weeding. *Research Report.* Research Institute of Agricultural Engineering, No. 881604. (in Persian)

Hung, N. N. (2023). Effects of the age of raised beds on the physicochemical characteristics of fruit orchard soil in the Vietnamese Mekong Delta. *PeerJ*, *11*, e16178. https://doi.org/10.7717/peerj.16178.

Lak, M. R., Ghadiri, A., & Hedayatipour, A. (2011). Evaluation and feasibility of root rot damage reduction strategies in common bean farms through agronomic techniques. *Journal of Crops Improvements*, *(23)*1, 169-182. https://doi.org/10.22059/jci.2020.292930.2300.

Le, V. D., & Ngo, N. H. (2022). Assessment of the current cultivation of Edor longan variety grown on raised beds in Phong Dien district, Can Tho City. *Journal of Vietnam Agricultural Science and Technology, 6*, 68-73.

Majeed, A., Muhmood, A., Niaz, A., Javid, S., Ahmad, Z. A., Shah, S. S. H., & Shah, A. H. (2015). Bed planting of wheat (*Triticum aestivum* L.) improves nitrogen use efficiency and grain yield compared to flat planting. *The crop Journal, 2*(3), 118-124. https://doi.org/10.1016/j.cj.2015.01.003.

Salehi, F., & Haghighati-Boroujeni, B. (2020). Effects of plant arrangement on some agronomic traits of various common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars under drip tape irrigation conditions in Shahrekord region. *Applied Field Crops Research, 3*(33), 37-53. https://doi.org/10.22092/aj.2020.124862.1376.

Shfiee, A. (1991). Principles of farm machinery (Translation), Tehran University Press. (in Persian)

Swelem, A. A., Manal A. H,. &Osman, E. A. M. (2015). Effect of Raise bed width and nitrogen fertilization on productivity and nutrutional status of bread wheat. *Egypt Journal of Applied Science, 30*(3), 223-234.

Talji, T. (2006). Impact of row spacing on Faba bean growh under mediterrian rain-fed conditions. *Journal of Agronomy, 3*(5), 527-532. https://doi.org/10.3923/ja.2006.527.532.

Tewabe, D., Abebe, A., Enyew, A., & Tsige, A. (2020). Determination of bed width on raised bed irrigation technique of wheat at koga and rib irrigation projects, North West, Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture, 1*(6), 1712767. https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1712767.

Verma, P. D., Parmanand, V. J., & Rajput, A. S. (2018). Evaluation of sowing methods of soybean in bhatapara district of Chhattisgarh. *Journal of Krishi Vigyan, 6*(2), 109-112. http://dx.doi.org/10.5958/2349-4433.2018.00006.5.

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.25/No.90/Summer 2024/P:1-14
Journal Home Page: https://amsr.areeo.ac.ir

Original Paper

Technical and Economical Effects of Bed Width on Bean Yield and Yield Components in Planting on Non-Permanent Beds

A. Hedayatipour*, M. Goodarzi, M. Safari, M. Tahmasebi and M. Seyyedi

*Corresponding Author: Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural Engineering Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Arak, Iran. Email: ahedayatypoor@gmail.com. https://orcid.org/0000-0003-2808-1618.
Received: 4 March 2025, Accepted: 1 June 2025
https://doi.org/10.22092/amsr.2025.368798.1514

Abstract

To investigate the effect of bed width on yield and yield components of beans, an experiment was conducted using a split-plot arrangement in a randomized complete block design with three replications at the Khomein Bean Research Station during 2022–2023. The main plot treatments were: planting on beds with a width of 80 cm (P1), planting on beds with a width of 30 cm (P2), and flat planting (P3). The subplots consisted of three bean varieties: Line 492 (Type I, upright growth habit, V1), Kusha variety (Type II, semi-creeping, V2), and Saleh variety (Type III, creeping, V3). Measured variables included machine field working capacity (ha/h), biological and dry grain yield (kg/ha), 100-seed weight (g), and harvest index. The results showed that the highest grain yields were obtained with bed widths of 30 cm and 80 cm, yielding 2349 kg/ha and 2261 kg/ha, respectively. The lowest yield was recorded in the flat planting method (conventional treatment), at 1489 kg/ha, which was significantly lower (at the 5% level) than the other treatments. For both creeping and semi-creeping bean varieties, the highest yields were achieved using bed cultivation. Economic analysis revealed that cultivation on 30 cm and 80 cm wide beds was the most cost-effective method. The length of irrigation tape required for flat planting was 2000 m/ha, compared to 13,500 m/ha for bed planting methods. Given the advantages of bed cultivation, flat planting (conventional method) is not recommended for bean production.

Keywords: Bean, Flat Planting, Non Permanent Raised Bed, Ridge Planting

© 2024 Agricultural Mehanization and Systems Research, Karaj, Iran. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license)