Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۳۰ شماره ۲ / سال ۱۳۹۹

تعیین مناسب‌ترین آرایش کشت لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris*) با تأکید بر کاهش بذر مصرفی و بهبود شاخص‌های انرژی به روش آبیاری قطره‌ای

ابوالفضل هدایتی پور، عباس عساکره*

تاریخ دریافت: ۹۸/۷/۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲۰

۱-بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران
۲-استادیار گروه بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران، اهواز
*مسول مکاتبه: Email: A.asakereh@scu.ac.ir

چکیده

اهداف: هدف از این مطالعه بررسی اثر روش‌های مختلف کاشت لوبیا روی پشته همراه با آبیاری قطره‌ای و مقادیر مختلف مصرف بذر بر عملکرد دانه و شاخص‌های انرژی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثر روش کاشت و مقادیر مختلف مصرف بذر بر عملکرد و شاخص‌های مصرف انرژی در لوبیا چیتی لاین COS-16، آزمایشی به صورت طرح کرت خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۵ و ۹۶ در ایستگاه تحقیقات لوبیای خمین انجام شد. کرت اصلی شامل چهار روش کشت مسطح، کشت یک، دو و سه ردیف روی پشته و کرت فرعی شامل سه مقدار مصرف بذر ۷۰، ۱۲۰ و ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار بود. فاصله بین پشته‌ها ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و آبیاری به روش قطره‌ای انجام شد.

یافته‌ها: تیمارهای الگوی کشت دو ردیف روی پشته با ۱۲۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار و یک ردیف روی پشته با ۷۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار به ترتیب با عملکرد ۲۳۰۰ و ۲۲۲۵ کیلوگرم در هکتار از سایر تیمارها بهتر بودند. کمترین شدت انرژی با مقدار ۳۴ مگاژول بر کیلوگرم و بیشترین نسبت انرژی با مقدار ۰/۹۹ نیز مربوط به این دو تیمار می‌باشد. شدت انرژی در روش مرسوم، برابر با ۵۳/۷ مگاژول بر کیلوگرم و نسبت انرژی آن برابر با ۰/۶۳ به دست آمد.

نتیجه‌گیری: روش کشت یک و دو ردیف روی پشته به ترتیب با ۷۰ و ۱۲۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار توصیه می‌شوند و روش کشت سه ردیف روی پشته و کشت مسطح توصیه نمی‌شوند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، شدت انرژی، کشت روی پشته، کشت مسطح، لوبیا

www.SID.ir

Archive of SID

Determination of the Best Planting Pattern of Bean (*Phaseolus vulgaris*) with Emphasis on Reduing of Seed Consumption and Improving Energy Indices in Microirrigation Method

Abolfazl Hedayatipour[1], Abbas Asakereh[2*]

Received: September 24, 2019 Accepted: March 10, 2020
1-Agricultural and Natural Researches Resources Center of Markazi Province
2-Assic, Prof., Dept. of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahwaz, Iran.
*Corresponding Author Email: A.asakereh@scu.ac.ir

Abstract

Objective & Background: The aims of this study were to investigate the effects of planting methods on riased bed with microirrigation and seed density on grain yeild and energy indicators of bean production.

Materials & Methods: In order to compare the effect of planting methods and seed density on bean line of COS-16 (Straight Type), a split plot experiment in randomized complete block design was carried out in Khomein Bean Research Station during 2016 and 2017 with 3 replications. The main plots were flat planting, single row on a ridge, double rows on a ridge and three rows on a ridges. Sub plots were seed consumption of 70, 120 and 170 $kg.ha^{-1}$. The space between ridges was 75 Cm. Irrigation type was microirrigation (tape irrigation).

Results: Experiment results showed that the treatments of two rows on a ridge with seed consumption of 120 $kg.ha^{-1}$ and single row on a ridge with seed consumption of 70 $kg.ha^{-1}$ with yields of 2300 and 2225 $kg.ha^{-1}$, respectively are beter than other methods. The lowest energy intensity with 34 $MJ.kg^{-1}$ and the high energy ratio with 0.99 were related to these treatments. Energy intensity and energy ratio of conventional method were 53.7 $MJ.kg^{-1}$ and 0.63 respectively.

Conclusion: The treatments of two rows on a ridge with seed consumption of 120 $kg.ha^{-1}$ and single row on a ridge with seed consumption of 70 $kg.ha^{-1}$ are recommended and the flat and three rows on a ridge planting methods does not recommended.

Keywords: Bean, Flat Planting, Energy Intensity, Energy Ratio, Raised bed Planting

مقدمه

لوبیا از نظر اقتصادی و تغذیه‌ای، یکی از مهم‌ترین گونه‌های حبوبات است. سطح زیر کشت لوبیا در ایران بالغ بر ۱۰۷ هزار هکتار و دارای تولیدی بیش از ۲۰۰ هزار تن می‌باشد. استان‌های زنجان (۳۱ هزار هکتار)، خوزستان (۲۵ هزار هکتار) لرستان (۱۸ هزار هکتار) و مرکزی (۱۲ هزار هکتار) از مهم‌ترین مناطق کشت لوبیا در ایران محسوب می‌شود (بی‌نام ۲۰۱۶). لوبیا به طور متوسط حاوی ۲۰ تا ۲۳ درصد پروتئین می‌باشد، لذا ارزش غذایی بالایی در جیره غذایی دارد و می‌تواند

www.SID.ir

Archive of SID

جایگزین مناسبی برای گوشت به ویژه در مناطق کم‌درآمد باشد (دری و همکاران ۲۰۰۸). با توجه به اهمیت و جایگاه خاص این محصول، افزایش تولید در واحد سطح از طریق ترویج روش‌های مناسب کاشت و آبیاری ضروری می‌باشد. اصولاً لوبیا یک گیاه وجینی محسوب می‌شود که می‌بایست امکان وجین مکانیکی آن وجود داشته باشد. با این حال روش کشت مرسوم در ایران روش مسطح می‌باشد و آبیاری آن عمدتاً به روش غرقابی انجام می‌شود. ترویج و توسعه آبیاری قطره‌ای، گام مهمی در راستای مبارزه با کم‌آبی می‌باشد. یکی از موضوعات مهم و مطرح در بین کشاورزان و کارشناسان در روش کشت روی پشته، مقدار ترکم بذر (در هکتار) و همچنین تعداد ردیف روی پشته است. یکی دیگر از فواید کشت روی پشته در لوبیا، مصرف کمتر بذر در مرحله کاشت می‌باشد (هدایتی‌پور ۲۰۰۹). مطالعات انجام شده در خصوص تأثیر روش‌های کشت لوبیا بر روی عملکرد در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی اراک نشان می‌دهد، در روش کشت روی پشته، می‌توان مصرف بذر را بدون کاهش عملکرد تا ٦٠ درصد کاهش داد. ضمن اینکه حتی افزایش عملکرد دانه نیز مشاهده شده است (هدایتی‌پور ۲۰۰۹). در خطی‌کارهای مخصوص لوبیا، امکان کشت روی پشته با نصب فاروئر و تغییر آرایش واحدهای کاشت، به راحتی وجود دارد. نکته مهم دیگر که می‌بایست در نظر گرفته شود این است که امکان جایگذاری و پخش نوارهای آبیاری در روش کشت روی پشته آسان‌تر است. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد با افزایش فاصله بذور بر روی ردیف کشت، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در هر غلاف افزایش می‌یابد (ایدریس ۲۰۰۸). بر اساس نتایج پژوهش‌هایی که در خصوص تاثیر فاصله ردیف کشت بر روی عملکرد در اردن انجام شده است، با افزایش فاصله ردیف‌ها از ۳۰ به ۷۰ سانتی‌متر، تعداد غدد ریزوبیوم و در نتیجه عملکرد دانه افزایش می‌یابد (تالجی ۲۰۰٦). نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد فاصله بین ردیف‌های کشت بر روی شدت بیماری کپک سفید[1] در محصول سویا تاثیر دارد و با افزایش فاصله بین ردیف‌ها، شدت این بیماری کاهش می‌یابد (فیلهو و همکاران ۲۰۱٦). همچنین نتایج آزمایشاتی که در منطقه خمین انجام شده حاکی از آن است که خاک‌دهی پای بوته لوبیا (که همزمان با وجین مکانیکی انجام می‌شود) باعث کاهش شدت این بیماری می‌شود (لک و همکاران ۲۰۱۱). آیدار و همکاران (۲۰۰۱) سه فاصله بین ردیف‌های کشت ٤٥، ٦٠ و ٧٥ سانتی‌متر را از نظر تأثیر بر روی عملکرد ارقام مختلف لوبیا، مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیقات نشان داد، افزایش فاصله بین ردیف‌های کشت از ٤٥ سانتی‌متر به ٦٠ سانتی‌متر باعث کاهش ۲۵ درصد در میزان بذر مصرفی در هر هکتار می‌شود. گیلیگوو و همکاران (۲۰۱٦) عملکرد محصول سویا با دو الگوی یک و دو ردیف کشت روی پشته به ترتیب با تراکم ۳۸ و ٦۳ بوته در هر مترمربع را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد عملکرد دو ردیف روی پشته در مقایسه با الگوی یک ردیف روی پشته ٢٤ درصد بیشتر می‌باشد. برنوس (۲۰۱۱) نیز دو الگوی کشت یک و دو ردیف روی پشته را در محصول سویا در منطقه‌ای در جنوب آمریکا مورد ارزیابی قرار داد. تراکم بوته در این دو روش به ترتیب ۵۰ و ۳۰ بوته در مترمربع بوده است. نتایج تحقیقات این محقق نشان داد اختلاف معنی‌داری بین دو روش وجود ندارد، و لذا از نظر اقتصادی الگوی یک ردیف روی پشته را توصیه کرد. با این حال برخی محققین اظهار کرده‌اند فاصله کمتر باعث افزایش عملکرد می‌شود. این محققین دلیل این موضوع را کمتر شدن جمعیت علف‌های هرز در فاصله کمتر بین ردیف‌های کشت، عنوان کرده‌اند (کبده و همکاران ۲۰۱۵ و یاکوب و همکاران ۲۰۱۵). نتایج مطالعات انجام شده در خصوص مصرف انرژی در دو روش هیرم‌کاری و خشکه‌کاری در منطقه خمین نشان

1-White Mold

www.SID.ir

Archive of SID

داد بیشترین سهم انرژی نهاده‌ها با مقدار ۵۹ تا ٦١ درصد کل انرژی مصرفی، مربوط به عملیات آبیاری می‌باشد. سهم مصرف انرژی کود با مقدار ۱۸ الی ۲۰ درصد در رده بعدی قرار داشت. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد نسبت انرژی در روش خشکه‌کاری کمتر از یک می‌باشد (رضایی و هدایتی‌پور ۲۰۱۲). قاسمی کردخیلی و همکاران (۲۰۱۳) میزان مصرف انرژی محصول سویا در استان مازندران را مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌های این محققین نشان داد مصرف انرژی نهاده‌ها برای سویا در حدود ۳۸ گیگاژول در هر هکتار می‌باشد. نتایج مطالعاتی که بر روی مصرف انرژی در منطقه خمین انجام شده است نشان داد مقدار مصرف انرژی ورودی و خروجی ارقام مختلف لوبیا در منطقه خمین را به ترتیب ۵۷۰۹۰ و ٦٠١٤٢ مگاژول در هکتار می‌باشد (اصغری‌پور و همکاران ۲۰۱۸)،

از آنجایی که در روش کشت مرسوم لوبیا در ایران که به صورت مسطح و آبیاری غرقابی انجام می‌شود میزان مصرف آب و بذر زیاد است، به کارگیری کشت ردیفی ضروری می‌باشد. در این مطالعه اثرات روش‌های کاشت روی پشته که به صورت قطره‌ای (نواری) آبیاری می‌شود و همچنین میزان مصرف بذر در هکتار بر عملکرد دانه و شاخص‌های انرژی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه ایستگاه تحقیقاتی لوبیای خمین در ٦٠ کیلومتری اراک و در ارتفاع ۱۸۳۰ متری از سطح دریا انجام شد. متوسط سالیانه بارش باران و متوسط دمای سالیانه در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۲۹۳ میلی‌متر و ۱۳/۸ درجه سلسیوس می‌باشد. بالاترین درجه دمای ماهیانه ۳۸/٦ درجه سلسیوس در تیرماه و کمترین درجه دمای ماهیانه برابر با ۱۲/٤- درجه سلسیوس در بهمن‌ماه می‌باشد. آزمایش به صورت طرح آماری کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی لوبیای خمین در دو سال زرعی ۹۵ و ۹٦ انجام شد (تجزیه واریانس به صورت تجزیه مرکب انجام شد). در این آزمایش لاین COS-16 (تیپ ایستاده) لوبیا چیتی به روش خشکه‌کاری و آبیاری قطره‌ای کشت گردید. ابعاد هر کرت ۳۵ در ٤ متر بود. چهار روش کاشت به عنوان کرت اصلی در نظر گرفته شد که شامل کشت به روش مسطح، کشت روی پشته با آرایش یک ردیف روی پشته، کشت روی پشته با آرایش دو ردیف روی پشته و کشت روی پشته با آرایش سه ردیف روی پشته بود. سه مقدار مصرف بذر ۷۰، ۱۲۰ و ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد (جدول ۱). بر اساس وزن صد دانه این رقم، تعداد بوته در هر مترمربع در مقادیر مختلف بذر به ترتیب ۲۰، ۳۵ و ۵۰ بوته در هر مترمربع می‌باشد.

جدول ۱- تیمارهای اصلی و فرعی آزمایش کرت‌های دو بار خرد شده

عامل اصلی (روش کشت)	عامل فرعی (مقدار مصرف بذر)
کشت مسطح	۷۰ کیلوگرم در هکتار
کشت روی پشته با آرایش یک ردیف روی پشته،	۱۲۰ کیلوگرم در هکتار
کشت روی پشته با آرایش دو ردیف روی پشته	۱۷۰ کیلوگرم در هکتار
سه ردیف روی پشته	

www.SID.ir

Archive of SID

جهت تسهیل در اجرای وجین مکانیکی با تراکتورهای متداول، فاصله بین ردیف‌ها، ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین خطوط کشت در آرایش دو ردیف و سه ردیف روی پشته به ترتیب ۲۰ و ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در اوایل خرداد، آماده‌سازی زمین با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک به طور یکسان برای همه تیمارها انجام شد. در اواسط خرداد نیز عملیات کشت مطابق تیمارهای آزمایش انجام شد. مشخصات تراکتور و ماشین‌های مورد استفاده، در جدول ۲ آورده شده است. فاصله بین دو آبیاری بر اساس عرف منطقه ٤ روز برای همه تیمارها در نظر گرفته شد. قبل از مرحله گل‌دهی در هر دو سال آزمایش، عملیات خاک‌دهی و مبارزه با علف‌های هرز با استفاده از وجین‌کن پنجه‌غازی انجام شد.

جدول ۲- مشخصات ماشین‌های مورد استفاده

نوع ماشین	سازنده شرکت	وزن دستگاه (kg)	عرض دستگاه (m)
تراکتور MF285	تراکتورسازی ایران	۲۸۵۰	
گاوآهن برگردان‌دار	آهنگری خراسان		
دیسک دوزانویی	تاکا	٤٥۰	۲/٥
کارنده	شرکت جیران صنعت	٤٥۰	۲/٥
کودپاش گریز از مرکز	-	۱۸٥	-
وجین‌کن نوع پنجه غازی	-	۱٦۰	۲/۸
سم‌پاش بوم‌دار	قدیمی (ساخت ایتالیا)	۱۹٥	۸
کمباین غلات	کمباین‌سازی ایران	۷۰٥۰	٤

عملیات کوددهی و مبارزه با کنه دونقطه‌ای و مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز باقی‌مانده برای تمام تیمارها به صورت یکسان و همزمان انجام شد. بر اساس نتایج آزمایش خاک (جدول ۳)، مقادیر ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره، ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم به زمین داده شد.

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک	نیتروژن (%)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی (%)	کل مواد خنثی شونده (%)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	بافت خاک	PH
۳۰-۰	۰/۰٦	۲۲۰	۹/۲	۰/٥۷	۲۳/٦	۱/۲	لومی	۷/۹

شیاربازکن مورد استفاده در آزمایش، از نوع کفشکی بود. به منظور به دست آوردن اطلاعات بیشتر و داشتن دیدگاه کلی، تیمارهای آزمایشی با روش مرسوم منطقه مقایسه گردیدند. در روش مرسوم، کشت به صورت مسطح و آبیاری عمدتاً به صورت غرقابی انجام می‌شود. میزان بذر مصرفی کشاورزان حداقل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. عملکرد رقم مورد آزمایش در منطقه و محل آزمایش به طور میانگین ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. روش برداشت لوبیا با غلات متفاوت می‌باشد. برداشت لوبیا به صورت دو مرحله‌ای می‌باشد. مرحله اول برداشت به صورت دستی و با استفاده از نیروی کارگری انجام می‌شود. با توجه به بالا بودن رطوبت لوبیا، محصول برداشت شده به صورت بافه، دو الی سه روز در مزرعه باقی می‌ماند و پس از آن، عملیات خرمن‌کوبی انجام می‌شود. در سال‌های اخیر برای خرمن‌کوبی لوبیا از کمباین‌های

www.SID.ir

Archive of SID

غلات استفاده می‌شود. برای این منظور چرخ و فلک کمباین جدا شده و تنظیمات مربوط به واحد کوبنده و الک‌ها انجام می‌شود. با حرکت کمباین به سمت جلو، بافه‌های خشک شده لوبیا توسط کارگر به داخل قسمت تغذیه کمباین ریخته می‌شود. برای برداشت بوته‌ها به روش دستی، برای هر هکتار در حدود ۱۵ نفر روز (۱۲۰ نفر ساعت) نیروی کار لازم است. خرمن‌کوبی بافه‌های خشک شده با استفاده از کمباین غلات توسط سه کارگر انجام می‌شود که در حدود دو ساعت طول می‌کشد. در این مطالعه، از کمباین غلات اصلاح شده، جهت خرمن‌کوبی استفاده گردید. کل نهاده‌های مصرفی که شامل بذر، آب آبیاری، تجهیزات آبیاری (نوارهای آبیاری)، ماشین‌ها، کود، سموم، سوخت گازوئیل، انرژی برق و نیروی کار بود برای همه کرت‌ها اندازه‌گیری شد. برای به حداقل رساندن اثر حاشیه، حاشیه‌های طولی و عرضی هر کرت حذف گردید. لوبیا در داخل هر کرت برداشت و نمونه‌برداری گردید و میزان عملکرد دانه و کاه لوبیا اندازه‌گیری گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز، در روش کشت بر روی پشته، ۰/٦۷ لیتر بنتازون (بازاگران[1]، ٤۸٪ =SL، با فرمولاسیون مایع قابل حل در آب، ساخت شرکت مهان) و یک لیتر علف‌کش سیتوکسیدیم (نابواس[2]، ۱۲/۵٪ =OEC، با فرمولاسیون امولسیون روغنی، ساخت شرکت مهان) استفاده شد. در روش کشت مسطح، دو لیتر بازاگران و سه لیتر نابواس استفاده گردید. در روش کشت روی پشته نسبت به روش مرسوم منطقه (کشت مسطح)، به دلیل امکان عملیات وجین مکانیکی و ماشینی، بیش از ۷۰ درصد علف‌های هرز نابود می‌شود و مصرف علف‌کش به میزان یک‌سوم کاهش می‌یابد. همچنین دو لیتر کنه‌کش هگزی تیازوکس[3] با ماده موثره ۱۰۰ گرم در لیتر (با فورمولاسیون امولسیون، ساخت شرکت آریاشیمی) به میزان یک لیتر در هکتار برای هر دو روش کشت (مسطح و روی پشته) استفاده شد. ظرفیت همه ماشین‌های کشاورزی به صورت میدانی اندازه‌گیری شد. نیروی انسانی به صورت مجزا برای هر عملیاتهای مختلف بر حسب نفر-ساعت در هکتار محاسبه گردید. مقدار انرژی نهاده‌های مصرفی در همه کرت‌های آزمایشی با استفاده از هم‌ارز انرژی و مقادیر اندازه‌گیری شده محاسبه گردید. هم‌ارز انرژی نهاده‌های مختلف در جدول ٤ نشان داده شده است.

انرژی مورد نیاز جهت آبیاری محصولات کشاورزی شامل دو نوع انرژی مستقیم و غیرمستقیم می‌باشد. نوع مستقیم انرژی شامل انرژی لازم برای استحصال، پمپاژ و تحت فشار قرار دادن آب از منبع آب (چاه، رودخانه و ...) است. نوع غیرمستقیم آن شامل انرژی صرف شده جهت کانال‌کشی، زهکشی، تسطیح زمین، تجهیزات و تأسیسات آبیاری است. عمق چاه آبیاری و میزان مصرف آب در کرت‌های مختلف اندازه‌گیری شد و با استفاده از رابطه ۱ انرژی مستقیم محاسبه گردید (کیتانی ۱۹۹۹).

$$DE=\frac{fgHQ}{\mu_1.\mu_2} \qquad [۱]$$

که در آن DE انرژی مستقیم برق برای استحصال آب برحسب ژول در هر هکتار، Q میزان کل آب مصرفی محصول در یک فصل زراعی شامل آب مورد نیاز گیاه و افت (مترمکعب در هکتار)، H هد کل پمپ به متر (شامل عمق چاه به اضافه هد افت)، f جرم حجمی آب معادل ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، μ_2 راندمان پمپ (۷۰ تا ۹۰ درصد) و μ_1 بازدهی کل تبدیل انرژی و توان، که برای پمپ‌های برقی معمولاً برابر ۰/۲-۰/۱۸ در نظر گرفته می‌شود. همچنین برای محاسبه هم‌ارز انرژی مصرفی آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای، انرژی مصرف شده بر تولید هر کیلوگرم نوار پلاستیک بر اساس داده‌های موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی شماره ۹٦٤۸ و انرژی معادل نیروی کارگری برای توزیع نوارها محاسبه شد.

1- Bentazone sodium (Basagran)
2- Sethoxydim (Nabu S)
3- Hexythiazox(Nissorun)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- هم‌ارز انرژی (سینگ و همکاران ۲۰۱۹، وانگ و همکاران ۲۰۱۹، کالتساس ۲۰۰۷ و کیتانی ۱۹۹۹)

نهاده	هم‌ارز انرژی	نهاده	هم‌ارز انرژی
تراکتور	۱۳۸ (MJ/kg)	کود N	۷۸/۱ (MJ/kg)
گاوآهن	۱۸۰ (MJ/kg)	کود P_2O_5	۱۷/٤ (MJ/kg)
دیسک بشقابی	۱٤۹ (MJ/kg)	کود K_2O	۱۳/۷ (MJ/kg)
بذرکار	۱۳۳ (MJ/kg)	علف‌کش بازاگران	۳۵۰ (MJ/li)
کودپاش	۱۲۹ (MJ/kg)	علف‌کش نابو اس	٤۰۰ (MJ/li)
کمباین	۱۱٦ (MJ/kg)	کنه‌کش نیزورون (هگزی تیازوکس)	۲۳۰ (MJ/li)
وجین‌کن	۱٤۸ MJ/kg)	بذر لوبیا	۱۳ (MJ/kg)
نیروی کار	۱/۹٦ (MJ/h)	کاه لوبیا	۱۲/۵ (MJ/kg)
سوخت دیزل	٤۷/۸ (MJ/li)	سم‌پاش	۱۳۰ (MJ/kg)

صفات عملکرد و شاخص‌های انرژی

قبل از برداشت، ارتفاع بوته اندازه‌گیری شد. همچنین به منظور اندازه‌گیری تعداد دانه در نیام و تعداد نیام در هر بوته، تعداد پنج بوته از هر کرت برداشت شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، با حذف حواشی، سطح برداشت شده از هر کرت ۳۰ مترمربع در نظر گرفته شد. در نهایت، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار، وزن صد دانه و شاخص برداشت (تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد) اندازه‌گیری شد. انرژی ناخالص ستانده، شدت انرژی و نسبت انرژی به عنوان شاخص‌های انرژی محاسبه شدند. انرژی ناخالص ستاده برابر است با انرژی تولید شده حاصل از کاه و دانه است و از حاصل‌ضرب مقدار تولید در هم‌ارز انرژی آن محاسبه شد. شدت انرژی یا انرژی ویژه مقدار انرژی مصرفی به جرم محصول تولیدی را نشان می‌دهد و نشان‌دهنده مصرف انرژی برای تولید یک واحد از محصول است. در این مطالعه بر اساس مگاژول بر هر کیلوگرم محصول محاسبه شد. نسبت انرژی از تقسیم کل انرژی خروجی به کل انرژی ورودی به دست می‌آید. بدین منظور مجموع انرژی خروجی از یک هکتار کشت لوبیا (در تیمارهای مختلف) بر انرژی‌های ورودی جهت تولید در یک هکتار تقسیم می‌گردد (وانگ و همکاران ۲۰۱۹، هاتریلی و همکاران ۲۰۰٦ و سینگ و همکاران ۲۰۰۷).

نتایج و بحث

جدول ۵ اثر تیمارهای آزمایش و همچنین اثر متقابل تیمارهای آزمایش بر روی صفات اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد. با توجه به جدول مذکور اثر روش کشت بر روی عملکرد دانه در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. همچنین اثر متقابل روش کشت و مقدار مصرف بذر و اثرات متقابل روش کشت و مقدار مصرف بذر در سطح یک درصد بر مقدار عملکرد دانه معنی‌دار شد. مقدار مصرف بذر، روش کشت و اثر متقابل روش کشت و مقدار مصرف بذر در سطح آماری ۵٪ اثر معنی‌داری بر وزن ۱۰۰ دانه دارد. جدول ٦ مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری در تیمارهای آزمایش، بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد را نشان می‌دهد. بیشترین عملکرد دانه با ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار با مصرف بذر ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و روش کشت دو ردیف بر روی پشته بود. با این حال مقدار عملکرد دانه در این روش و روش کشت یک ردیف روی پشته، سه ردیف روی پشته و روش مسطح به ترتیب با مصرف بذر ۷۰، ۱۲۰ و ۱۷۰ کیلوگرم در هر هکتار در یک گروه قرار دارند. ولی با توجه به مصرف کم‌تر بذر، روش‌های دو ردیف روی

www.SID.ir

Archive of SID

پشته با ۱۲۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار و بعد از آن روش کشت یک ردیف روی پشته با ۷۰ کیلوگرم مصرف بذر در هکتار توصیه می‌شود. در مطالعه گیلیگوو و همکاران (۲۰۱٦) بیان شد که کشت سویا به صورت دو ردیف روی پشته موجب افزایش عملکرد نسبت به کشت سنتی می‌شود. نادم و همکاران (۲۰۰٤) نیز نتایج مشابهی را در کشت حبوبات بیان کردند. برنوس (۲۰۱۱) عملکرد سویا در روش کشت دو ردیف روی پشته را بیشتر از یک ردیف روی پشته بیان کرد. آیدار و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی فواصل مختلف کشت بر عملکرد باقلا بیان کردند که فاصله ۱۵ سانتی‌متر مناسب‌ترین فاصله است. آسودار و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که کشت به صورت جوی و پشته می‌تواند عملکرد محصولات را افزایش دهد. آنان در مطالعه خود بیان کردند که کشت گندم به صورت جوی و پشته با افزایش عملکرد همراه است. لی و همکاران (۲۰۱۰) نیز نتایج مشابهی را بیان کردند.

در روش مسطح، بیشترین عملکرد دانه در ۱۷۰ کیلوگرم مصرف بذر در هر هکتار به دست می‌آید که به دلیل مصرف بالای بذر و عدم امکان وجین مکانیکی توصیه نمی‌شود. در روش‌های کشت روی پشته با الگوی یک و دو ردیف روی پشته، با افزایش بذر مصرفی عملکرد دانه کاهش می‌یابد که با نتایج مکی (۲۰۱٤) مشابه است.

جدول ۵ – تجزیه مرکب واریانس اثر تیمارها بر روی صفات عملکردی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد دانه	وزن صد دانه	تعداد دانه در نیام	تعداد نیام در بوته	ارتفاع بوته	شاخص برداشت
سال	۱	۵۲۱۱۰ ns	۱٤/۰ ns	۲/٤ns	۰/۸۵ns	۳٤/۵ ns	۳۷/۱ns
تکرار×سال	٤	۵۹۲۹۲ns	۳/۱ns	۰/۳۲ns	۱۹/۵**	۱٤۱/٦**	٦/ ۰*
روش کشت	۲	۳۵۸۹۳۱*	۲/۷**	۰/٤۱ns	٤/۰ns	۳٤/۷ns	۳۹/۰ns
سال×روش کشت	۳	٤٤۸۱۵ns	٤/۹ ns	/۱۸ns	۱٦/۳*	۳/۳ns	۱۷/٦ns
خطای آزمایش	۱۲	٦۹۱۵٤	۲/۷	۰/٦۸	۲/٤	۲۱/۷	۳۸/۲
مصرف بذر	۲	۸۲۸٤۸۲**	۱۹/۱**	۰/۱۵ns	۱٦/۹**	٦/۲ns	۱۱۷/۳ **
مصرف بذر×سال	۲	۵۹۳۸۹ ns	۹/٦*	۰/۲۳ ns	۱۳/۸**	۱/٤ns	۱۷/۸ ns
مصرف بذر × روش کشت	٦	۱۱٦٦۲۹٤**	۱۸/٦**	۰/۳۷ns	۹/۳**	۳/۱ns	۵٤/۰ *
مصرف بذر× روش کشت×سال	٦	۱۰٤۹۲٦**	٦/٤*	۰/۰٦ns	۲/۰ns	۱۵/۰ ns	۱۰/۰ ns
خطای آزمایش	۳۲	۲۳۷۲۱	۱/۲	۰/۲۳ns	۱/٦۳	۸/۵	۱٦/۲
ضریب تغییرات (٪)		۹	۵	۱۳	۱۳	٦	۱۳

** و *: نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار اثر تیمار بر روی صفت مربوطه به ترتیب در سطوح آماری یک و پنج درصد می‌باشد.

ns: نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار اثر تیمار بر روی صفت مربوطه می‌باشد.

اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه در غلاف در بین تیمارها مشاهده نشد که نشان می‌دهد مقدار مصرف بذر و روش کشت اثری بر تعداد دانه در غلاف ندارد. این موضوع با نتیجه مطالعه برنوس (۲۰۱۱) مشابه است. ولی مقدار بذر مصرفی و اثر متقابل بذر مصرفی و روش کشت بر تعداد غلاف در بوته اثر معنی‌داری دارد. تنها اثر مقدار بذر مصرفی و اثر متقابل مقدار بذر مصرفی و روش کشت بر شاخص برداشت معنی‌دار شد (سطح یک درصد) و مقدار مصرف بذر اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت. بیشترین مقدار

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص برداشت با ۳۸/۱ درصد در کرت با روش کشت یک ردیف روی پشته با ۱۲۰ کیلوگرم مصرف بذر در هکتار به دست آمد ولی اختلاف معنی‌داری با سطوح دو ردیف روی پشته با ۱۲۰ کیلوگرم مصرف بذر در هکتار و همه مقادیر مصرف بذر در روش مرسوم و روش کشت سه ردیف روی پشته ندارد.

جدول ۶ - مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده اثر متقابل نوع تیپ و روش کشت

روش کشت	بذر مصرفی ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ($kg.ha^{-1}$)	وزن ۱۰۰ دانه (g)	تعداد دانه در نیام	تعداد نیام در بوته	شاخص برداشت (%)
مسطح	۷۰	۱۵۵۶f	۲۹bcd	۳/۲a	۱۰/۳abc	۳٤/۳abc
	۱۲۰	۲۰۹۷bc	۳۱/۵ab	۳/٤a	۱۰/۱abc	۳٤/۸abc
	۱۷۰	۲۲۷۱ab	۳۲/٤a	۳/۱a	۱۱/۰ab	۳۱/۹bc
یک ردیف روی پشته	۷۰	۲۲۲۵ab	۳۱/۹a	۲/۹a	۱۲/۱a	۲٦/۸d
	۱۲۰	۱۸٦۰de	۳۱/٤ab	۳/a	۱۰/۷abc	۳۸/۱a
	۱۷۰	۹۸۷g	۲۷/٤d	۲/۷a	۷/۲d	۳۰/۷cd
دو ردیف روی پشته	۷۰	۲۰۰۹cd	۳۰/٤abc	۲/۹a	۱۰/۷abc	۳۲/۲bc
	۱۲۰	۲۳۰۰۵a	۳۱/۷a	۳/۲a	۱۰/۱abc	۳٦/۱ab
	۱۷۰	۱٦۹۵ef	۳۹/۹abc	۳/۱a	۹/۲bcd	۳۲/۰bc
سه ردیف روی پشته	۷۰	۱۵۷۷f	۲۸/٤cd	۳/۰a	۹/۵bc	۳٦/٤abc
	۱۲۰	۲۱۳۵abc	۳۱/٤ab	۲/۹a	/۹/۸bc	۳٤/۸ab
	۱۷۰	۲۰۰۱cd	۳۰/۵abc	۲/۸a	۸/٦cd	۳۳/٦abc

انرژی مصرفی مستقیم

مجموع انرژی سوخت و نیروی کارگری بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده و هم‌ارز انرژی برای عملیات‌های خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت محاسبه و در جدول ۷ نشان داده شده است (انرژی مستقیم). بیشترین مصرف انرژی سوخت مربوط به عملیات خاک‌ورزی اولیه می‌باشد که با گاواهن برگردان‌دار انجام می‌شود. شخم با گاوآهن برگردان‌دار سنگین‌ترین عملیات ماشینی در زراعت لوبیا است. در بسیاری از مطالعات بیان شده است که خاک‌ورزی اولیه بیشترین مصرف سوخت در بین عملیات‌های ماشینی را به خود اختصاص می‌دهد (عساکره و همکاران ۲۰۱۰، اسکندری و همکاران ۲۰۱۱ و صفایی‌نژاد ۲۰۱۱).

عملیات برداشت در رده بعدی قرار دارد. بیشترین نیروی کارگری در مرحله برداشت است که شامل چیدن بوته‌ها و خرمن‌کوبی است. مصرف انرژی انسانی در این مرحله در حدود ۲٤۷ مگاژول در هکتار می‌باشد. کل انرژی مستقیم مصرفی در روش کشت روی پشته و مسطح به ترتیب برابر با ٦۹۲٦ و ٦۳٤۵ مگاژول بر هکتار به دست آمد. تفاوت مصرف انرژی مستقیم در دو روش کشت مربوط به عملیات کاشت و مبارزه با علف‌های هرز است. در کشت مسطح عملیات مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز انجام نمی‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقادیر انرژی سوخت مصرفی و نیروی کارگری

نوع عملیات	ظرفیت مزرعه‌ای ($ha.h^{-1}$)	مصرف سوخت در هکتار ($li.ha^{-1}$)	انرژی سوخت ($MJ.ha^{-1}$)	انرژی کارگری ($MJ.ha^{-1}$)	مجموع سوخت و کارگری ($MJ.ha^{-1}$)
گاوآهن برگردان‌دار	۰/۳۵	٦٤	۳۰۵۹	۵/۵	۳۰٦۵
دیسک زنی	۱/٤٤	۸	۳۸۲	۱/۱	۳۸۳
کشت مسطح	۰/۸	٦/۵	۳۱۱	۵	٤۰۹
کشت ردیفی	۰/۵	۸	۳۸۳	۸	۵۸۱
کنترل شیمیایی علف‌های هرز	۳	۳/۵	۱٦۷	۰/٦۵	۱٦۸
کنترل مکانیکی علف‌های هرز	۰/۷	۸/۵	٤۰٦	۲/۷	٤۰۹
کود دهی	۳/۵	۲/۹	۱٦۰	۰/۵۵	۱٦۱
برداشت دستی	–	–	–	۲۳۵	۲۳۵
خرمن‌کوبی	۰/۵۰	٤۰	۱۹۱۲	۱۲	۱۹۲٤

انرژی مصرفی غیرمستقیم

عمق چاه‌های آب در منطقه خمین بالغ بر ۱۲۰ متر می‌باشد. مقدار حجم آب مصرفی در آبیاری قطره‌ای و غرقابی حدود ۷۰۰۰ و ۱٤۰۰۰ مترمکعب برآورد گردید (هدایتی‌پور و اکبری ۲۰۱۸). با استفاده از رابطه ۱ انرژی جهت پمپاژ آب محاسبه و در جدول۸ بیان شد. در روش آبیاری قطره‌ای معمولاً جنس نوارهای آبیاری پلی‌اتیلن سبک می‌باشد. بر اساس منابع، مقدار مصرف انرژی تقریباً در حدود ۱۱ گیگاژول به ازای هر تن پلاستیک (۱۱ مگاژول به ازای هر کیلوگرم) تولید شده می‌باشد. به طور متوسط زمان آبیاری هر هکتار در روش غرقابی با دبی ۱۵ تا ۲۰ لیتر بر ثانیه در حدود ۱۲ ساعت طول می‌کشد. تعداد دفعات آبیاری ۱۷ دوره فرض شد که بر اساس آن ۲۰٤ نفر ساعت نیروی کارگری برای آبیاری غرقابی لازم است. در روش قطره‌ای هر نوبت آبیاری به طور متوسط ۵ ساعت طول می‌کشد و لذا نیروی کارگری در حدود ۸۵ نفر ساعت مورد نیاز می‌باشد.

جدول ۸- مقادیر مصرف انرژی برای استحصال آب و پخش نوارهای آبیاری

روش کشت	کشت روی پشته (آبیاری قطره‌ای)	کشت مسطح (غرقابی)
مصرف آب (مترمکعب در هکتار)	۷۰۰۰	۱٤۰۰۰
انرژی استحصال آب ($MJ.ha^{-1}$)	۵۱٤۵۰	۱۰۲۹۰۰
تعداد کارگر برای آبیاری و پخش نوار (نفر-ساعت در هکتار)	۱۲۵	۲۰٤
انرژی کارگری($MJ.ha^{-1}$)	۲٤۵	٤۰۰
انرژی ساخت نوار($MJ.ha^{-1}$)	۱۵٤۰	۰
مجموع انرژی مصرفی ($MJ.ha^{-1}$)	٦۰۳٦۰	۱۱۰۷۰۷

جهت پخش نوارها در حدود ۲۰ نفر ساعت برای هر هکتار لازم است. بنابراین کل نیروی کارگری ۱۰۵ نفر ساعت خواهد شد. وزن هر متر نوارهای آبیاری ۱۰/۵ گرم می‌باشد. وزن نوار آبیاری به کار برده شده در هر هکتار با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر در حدود ۱٤۰ کیلوگرم و انرژی معادل مصرفی در حدود ۱۵٤۰ مگاژول به ازای هر هکتار است (بی‌نام ۲۰۰۷). به جز عملیات مبارزه مکانیکی با علف هرز و روش کاشت که

www.SID.ir

Archive of SID

به دو صورت کشت روی پشته و مسطح انجام شد، سایر عملیات‌ها در کل کرت‌ها یکسان بود. با اطلاع از وزن، عمر مفید و ظرفیت زراعی ماشین‌ها و ادوات مورد استفاده، انرژی ماشین‌ها و ادوات محاسبه گردید. جدول ۹ انرژی مصرفی به تفکیک عملیات‌های مختلف تولید لوبیا را نشان می‌دهد. همان طور که بیان شد، مقدار مصرف کودهای شیمیایی برای همه تیمارها یکسان در نظر گرفته شد. مجموع انرژی کود برابر با ۷۰۱۱ مگاژول بر هکتار به دست آمد. مقادیر انرژی مصرفی در عملیات‌های مختلف در کل کرت‌های اصلی به دلیل یکی بودن عملیات‌ها، یکسان است و تنها در کرت‌های فرعی به دلیل اختلاف در مقدار بذر کشت شده، متفاوت است. به همین دلیل در جدول ۹ انرژی مصرفی بر اساس مقدار مصرف بذر و روش کشت روی پشته و مسطح بیان شده است. با توجه به نتایج جدول مذکور، روش مرسوم (شاهد) که شامل کشت به صورت کشت مسطح و آبیاری غرقابی است، بیشترین مصرف انرژی را با مقدار ۱۲۳٤۰۸ مگاژول بر هکتار به خود اختصاص داد. در این روش سهم مصرف انرژی آب ۸۳/۳۸ درصد کل انرژی ورودی می‌باشد. در صورتی که در روش روی پشته سهم درصد انرژی آب در تیمارها از ۷٤/۹۰ تا ۷۸/۲۰ درصد می‌باشد. در روش کشت روی پشته با ۷۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار، انرژی مصرف شده در مرحله کاشت ٤۲/۰۱ درصد معادل آن در روش مرسوم می‌باشد که دلیل اصلی این موضوع مصرف کمتر بذر در این روش می‌باشد. پس از آبیاری، عملیات کوددهی و کاشت بیشترین مقدار مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهند. مقدار انرژی نهاده‌های مصرفی در روش کشت روی پشته به طور متوسط ۷۹۰۰۰ مگاژول در هر هکتار می‌باشد که کمی بیشتر از مقدار انرژی نهاده محاسبه شده توسط اصغری‌پور و همکاران (۲۰۱۹) می‌باشد. مقدار انرژی نهاده در گندم آبی در منطقه در حدود ۵۷۰۰۰ مگاژول در هر هکتار می‌باشد (هدایتی‌پور و یونسی۲۰۱۸)، که این موضوع نشان می‌دهد مصرف انرژی نهاده در لوبیا بیشتر می‌باشد. ییلماز و همکاران (۲۰۰۵) سوخت، کودهای شیمیایی و ماشین‌ها را به عنوان منابع عمده مصرف‌کننده انرژی ورودی در کشت پنبه در ترکیه معرفی کردند. اردل و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند ٤۹/۳۲ درصد کل انرژی ورودی در تولید چغندرقند، کود و ۲٤/۱٦ درصد آن را انرژی سوخت دیزل تشکیل می‌دهد.

جدول ۹– مقادیر انرژی مصرفی در تولید لوبیا به تفکیک عملیات‌ها بر حسب مگاژول در هکتار

روش کشت	مصرف بذر ($kg.ha^{-1}$)	انرژی مصرفی در عملیات‌های مختلف ($MJ.ha^{-1}$)							
		خاک‌ورزی	آبیاری	کود دهی	کاشت	سم‌پاشی	وجین مکانیکی	برداشت	مجموع انرژی مصرفی
کشت روی پشته	۷۰	۳٦٥٤	٦۰۳٦۰	۷۱۸۳	۲۸٥۷	٥۸۱	٤۲٥	۲۱۲۸	۷۷۱۸۸
	۱۲۰	۳٦٥٤	٦۰۳٦۰	۷۱۸۳	٤٥٥۷	٥۸۱	٤۲٥	۲۱۲۸	۷۸۸۸۸
	۱۷۰	۳٦٥٤	٦۰۳٦۰	۷۱۸۳	٦۲٥۷	٥۸۱	٤۲٥	۲۱۲۸	۸۰٥۸۸
مسطح (آبیاری قطره‌ای)	۷۰	۳٦٥٤	٦۰۳٦۰	۷۱۸۳	۲۸٥۷	۷٤۳	۰	۲۱۲۸	۷٦۹۲٥
	۱۲۰	۳٦٥٤	٦۰۳٦۰	۷۱۸۳	٤٥٥۷	۷٤۳	۰	۲۱۲۸	۷۸٦۲٥
	۱۷۰	۳٦٥٤	٦۰۳٦۰	۷۱۸۳	٦۲٥۷	۷٤۳	۰	۲۱۲۸	۸۰۳۲٥
مسطح (آبیاری غرقابی)	۲۰۰	۳٦٥٤	۱۰۲۹۰۰	۷۱۸۳	٦۸۰۰	۷٤۳	۰	۲۱۲۸	۱۲۳٤۰۸

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۰ مقادیر انرژی تولید شده از دانه و کاه و کلش لوبیا را نشان می‌دهد. بیشترین خروجی انرژی دانه با ۷۸۳۷۰ مگاژول بر هکتار مربوط به تیمار به روش کشت دو ردیف بر روی پشته با ۱۲۰ کیلوگرم مصرف بذر در هکتار بود، ولی بیشترین انرژی ناخالص ستاده که شامل مجموع انرژی دانه و کاه است در روش یک ردیف روی پشته با ۷۰ کیلوگرم مصرف بذر در هکتار به دست آمد. در جدول ۱۱ شاخص‌های شدت و نسبت انرژی تیمارهای آزمایش و روش شاهد نشان شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، در همه تیمارها و شاهد نسبت انرژی کمتر از یک شده است و نشان می‌دهد انرژی خروجی کمتر از انرژی وردی است. بیشترین نسبت انرژی در تیمار دو ردیف کشت روی پشته با ۱۲۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار، یک ردیف روی پشته با ۷۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار و مسطح با ۱۷۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار به ترتیب با ۰/۹۹، ۰/۹۸ و ۰/۹۶ به دست آمد. کمترین مقدار نسبت انرژی مربوط به تیمار کشت یک ردیف روی پشته با مصرف ۱۷۰ کیلوگرم بذر در هکتار است که نشان می‌دهد افزایش مصرف بذر به صورت کشت یک ردیف روی پشته بازده مصرف انرژی را به شدت کاهش می‌دهد. کشت شاهد نیز از نظر کمترین مقدار نسبت انرژی در رتبه دوم قرار دارد و نشان می‌دهد از نظر انرژی مصرفی، کارایی کمتری نسبت به سایر تیمارها دارد. همچنین مشاهده می‌گردد با افزایش مصرف بذر به ۱۷۰ کیلوگرم در همه تیمارهای کشت بر روی پشته، نسبت انرژی کاهش می‌یابد که نشان می‌دهد با افزایش مصرف بذر به ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی انرژی مصرفی در این روش کشت کاهش می‌یابد. رضایی (۲۰۱۲) نسبت انرژی در تولید لوبیا چیتی به صورت خشکه‌کاری و هیرم‌کاری را کمتر از یک به دست آورد. خوشرو و جمشیدی (۲۰۱٤) کل انرژی مصرفی و نسبت انرژی در تولید لوبیا در منطقه آبپرده را به ترتیب ۱۲۰۸۰۰ مگاژول در هکتار و ۰/۲۷ محاسبه کردند. کاظمی و همکاران (۲۰۱۵) انرژی تولیدی در کشت محصول باقلا را ۷۸۸۹٤ مگاژول در هکتار بیان کرد.

جدول ۱۰- مقادیر هم‌ارز انرژی خروجی حاصل از دانه و کاه

روش کشت	بذر مصرفی ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	کاه ($kg.ha^{-1}$)	انرژی ($kg.ha^{-1}$)		
				دانه	کاه	مجموع ستاده
مسطح	۷۰	۱۵۵٦	۲۹۸۰	٥۲۹۰٤	۲۷٥۳۹	۸۰٤٤۳
	۱۲۰	۲۰۹۷	۳۹۲۸	۷۱۲۹۸	۳٦۳۰۲	۱۰۷٦۰۰
	۱۷۰	۲۲۷۱	٤۸٤۸	۷۷۲۱٤	٤٤۷۹٦	۱۲۲۰۲۰
یک ردیف بر روی پشته	۷۰	۲۲۲٥	٦۰۷۷	۷٥٦٥۰	٥٦۱٥۳	۱۳۱۸۰۳
	۱۲۰	۱۸٦۰	۳۰۲۱	٦۳۲٤۰	۲۷۹۲۲	۹۱۱٦۲
	۱۷۰	۹۸۷	۲۲۲۷	۳۳٥٥۸	۲۰٥۸٦	٥٤۱٤٤
دو ردیف بر روی پشته	۷۰	۲۰۰۹	٤۲۳۰	٦۸۳۰٦	۳۹۰۸٦	۱۰۷۳۹۲
	۱۲۰	۲۳۰٥	٤۰۸۰	۷۸۳۷۰	۳۷٦۹۹	۱۱٦۰٦۹
	۱۷۰	۱٦۹٥	۳٦۰۱	٥۷٦۳۰	۳۲۲۸۱	۹۰۹۱۱
سه ردیف بر روی پشته	۷۰	۱٥۷۷	۲۷٥٥	٥۳٦۱۸	۲٥٤٦۰	۷۹۰۷۸
	۱۲۰	۲۱۳٥	٤۰۰۰	۷۲٥۹۰	۳٦۹٦۰	۱۰۹٥٥۰
	۱۷۰	۲۰۰۱	۳۹٥٤	٦۸۰۳٤	۳٦٥۳۸	۱۰٤٥۷۲
روش شاهد	۲۰۰	۲۳۰۰	٤٤٦٤	۷۸۲۰۰	٤۱۰۷٥	۱۱۹۲۷٥

www.SID.ir

Archive of SID

کمترین میزان شدت انرژی تولید دانه مربوط به روش کشت روی پشته با آرایش دو ردیف روی پشته با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم بذر در هکتار و یک ردیف روی پشته با مصرف ۷۰ کیلوگرم بذر در هر هکتار به ترتیب با مقدار ۳٤/۲ و ۳٤/۷ مگاژول به ازای هر کیلوگرم می‌باشد. در روش شاهد شدت انرژی با مقدار ۵۳/۷ مگاژول به ازای تولید هر کیلوگرم دانه نشان می‌دهد که میزان مصرف انرژی جهت تولید هر واحد محصول بیشتر از تیمارهای دیگر است. روش کشت مسطح و به‌کارگیری آبیاری نواری در مقایسه با روش مرسوم (آبیاری غرقابی)، دارای شدت انرژی کمتری است که نشان می‌دهد آبیاری به روش نواری در کشت به صورت مسطح نیز باعث افزایش راندمان استفاده از انرژی می‌شود. میانگین شدت انرژی در حدود ٤۰ مگاژول برای هر کیلوگرم دانه می‌باشد که ۲/۵ برابر شدت انرژی در محصول گندم در منطقه مورد آزمایش می‌باشد (هدایتی‌پور و یونسی ۲۰۱۸). خوشرو و جمشیدی (۲۰۱٤) شدت انرژی تولید لوبیا در منطقه آبپرده را ٥٤/٤ مگاژول بر کیلوگرم محاسبه کردند. در همه تیمارها مقدار انرژی خالص به دست آمده، منفی شد که به علت این است که مقدار انرژی تولیدی کمتر از انرژی مصرفی است. این نتیجه با نتایج رضایی و همکاران (۲۰۱٤) مطابقت دارد.

جدول ۱۱- شاخص‌های انرژی در تیمارهای آزمایش به ازای عملکرد دانه

	بذر مصرفی ($kg.ha^{-1}$)	شدت انرژی ($MJ.kg^{-1}$)	نسبت انرژی	انرژی خالص($MJ.kg^{-1}$)
مسطح	۷۰	٤۹/٤	۰/٦۹	-۲٤۰۲۱
	۱۲۰	۳۷/٥	۰/۹۱	-۷۳۲۷
	۱۷۰	۳٥/٤	۰/۹٦	-۳۱۱۱
یک ردیف روی پشته	۷۰	۳٤/۷	۰/۹۸	-۱٥۳۸
	۱۲۰	٤۲/٤	۰/۸۰	-۱٥٦٤۸
	۱۷۰	۸۱/٦	۰/٤۲	-٤۷۰۳۰
دو ردیف روی پشته	۷۰	۳۸/٤	۰/۸۸	-۸۸۸۲
	۱۲۰	۳٤/۲	۰/۹۹	-٥۱۸
	۱۷۰	٤۷/٥	۰/۷۲	-۲۲۹٥۸
سه ردیف روی پشته	۷۰	٤۸/۹	۰/٦۹	-۲۳٥۷۰
	۱۲۰	۳٦/۹	۰/۹۲	-٦۲۹۸
	۱۷۰	٤۰/۳	۰/۸٤	-۱۲٥٥٤
روش شاهد	۲۰۰	٥۳/۷	۰/٦۳	-٤٥۲۰۸

نتیجه‌گیری کلی

مقدار مصرف بذر و روش کشت به ترتیب در سطح پنج و یک درصد اثر معنی‌داری بر عملکرد تولید دانه لوبیا دارند. بیشترین عملکرد تولید در تیمارهای دو ردیف روی پشته با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم بذر و یک ردیف روی پشته با مصرف ۷۰ کیلوگرم بذر در هکتار به دست آمد. کمترین شدت مصرف انرژی و بیشترین نسبت انرژی در این روش به دست آمد. روش مرسوم که به صورت کشت مسطح همراه با آبیاری غرقابی است شدت مصرف انرژی بیشتری نسبت به کشت به صورت پشته و آبیاری نواری دارد. روش سه ردیف روی پشته و روش مسطح به دلیل مصرف بالای بذر توصیه نمی‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

Aidar H, Kluthcouki J, Thung M, Oliveria IP and Zimerman FJP, 2001. Effects of spacing number of plants in the row on Bean (*Phasesolus Vulgaris* L.) production in Tropical low land of Brazil. East Lansing, 44: 63-64.

Anonymous, 2007. Criterias and technical specifications of energy consumption in production of plastic materials in the shape of primary and artificial lastic, Standard no 9648. Industrial research and standard Institute of Iran. (In Persian).

Anonymous, 2017. Statistics of Ministry of jihade-Agricultural in 2016. Ministry of jihade-Agricultural.

Asakereh A, Shiekhdavoodi MJ and Safaieenejad M, 2010. Energy consumption pattern of organic and conventional lentil in Iran, a case study: Kuhdasht County. Asian Journal of Agricultural Sciences, 2(3): 111-116.

Asgharipour MR, Shahgholi H, Khomri A and Ghadiri A, 2019. Evaluation of energy budget of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in different cropping systems. Iranian Journal of Pulses Research, 10(1): 126-140 (In Persian).

Asoodar MA, Marzban A and Afsharnia F, 2018. Effect of different planting methods on wheat yield in north of Ahvaz city. Journal of Agricultural Engineering, 41(3): 85-96. (In Persian).

Bruns HA, 2011. Planting dateT Rate and Twine- Row Vs single Row Soybean in the Midsouth. Agronomy Journal, 103: 1308-1311.

Dorri H, Ghanbari A, Lak MR and Banijamalin M, 2008. Manual of Bean Planting, Culturing and Harvesting. Agricultural Research, Education and Extention Organisation. (In Persian).

Erdal G, Esengun K, Erdal H and Gunduz O, 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy, 32: 35–41.

Eskandari F, Bahrami H and Asakereh A, 2011. Energy survey of mechanized and traditional rice production system in Mazandaran Province of Iran. African Journal of Agricultural Research, 6(11): 2565-2570

Filho D, Neto M, Vrisman C, Pierr M, Nerton A, Yullio H, Justino A, Fonseca A and Zonen S, 2016. Infuance of row spacing and plant population density on management of white mould in Soybean in Soughter Brazil. Australian Journal of Crop Science, 10(2): 161-168.

Gilugolv L, Bakal H and Ariogiu H, 2016. The effects of Twin Row planting pattern and plant population on seed yield and yield components of Soybean, at late double-cropped planting in Cukrov region. Yurk. Journal of Field Crops, 21(1): 59-65.

Hatirli SA, Ozkan B and Fert C, 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renew Energy, 31: 427-438.

Hedayatipor A and Akbari M, 2018. Measuring of bean water consumption in markazi province. Final repport of Agricultural Engineering Institute. (In Persian).

Hedayatipor A, and Younesi Alamoti M, 2018. The effect of tillage methods on energy consumption and yield of water wheat in Arak region. Agricultural Mechanization and Systems Researchs, 19(71):17- 28. (In Persian).

Hedayatipor A, Lak M, Kalaee A, Dorri HR, Rodbarani J and Rahmatti MH. 2009. Investigation of possibility of bean using row planter with emphasis on mechanical weeding. Final report of Agricultural Engineering Institute. (In Persian).

Hedayatipor A, Lak MR, Ghadiri A and Moradabadi Gh, 2012. Investigation of efficiency of bean mechanical weeding. Final repport of Agricultural Engineering Institute. (In Persian).

Idris AY, 2008. Effect of seed size and plant spacing on yield and yield components of faba bean (*Vicia faba L.*). Journal of Agricultural and Biological Science, (4)2: 146-148.

www.SID.ir

Archive of SID

Kaltsas AM, Mamolos AP, Tsatsarelis CA, Nanos, GD and Kalburtji KL, 2007. Energy budget in rganic and conventional olive groves. Agriculture, Ecosystems & Environment, 122: 243-251.

Kazemi H, Shahbyki M and Baghbani S, 2015. Energy analysis for faba bean production: A case study in Golestan province, Iran. Sustainable Production and Consumption, 3:15-20.

Kebede M, Sharar JJ, Tana T and Nigatu L, 2015. Effect of plant spacing and weeding frequency on weed infection, yield components and yield of common bean (*Phaseolus vulgari. L*) In Eastern Ethyopia, East African Journal of Science, 9(1): 1- 14.

Khoshroo A and Jamshidi A, 2014. Determination of energy consumption pattern of bean production in Fars province. 5th Iranaian Pulses Symposium, Tehran, Iran. Pp. 1-4. (In Persian).

Kitani O, 1999. CIGR Hand book of Agricultural Engineering.Vol. 5. Energy and Biomass Engineering. Published by the American Socity of Agricultural Engineers.

Lak MR, ghadiri A and Hedayatipor A, 2011. Investigation of the effect of planting methods and hilling up on root Fusarium in red bean lines. The fourth National conference of pulses, Arak. (In Persian).

Li QQ, Zhou XB, Chen YH and Yu SL, 2010. Grain yield and quality of winter wheat in different planting patterns under deficit irrigation regimes. Plant, Soil and Environment, 10: 482–487.

Mekki EM, 2014. Effect of intra-row spacing and seed size on yield and seed qualityof faba bean (*Vicia faba*). International Journal of Agriculture and Crop Science, 7: 665-670.

Nadeem MA, Ali A, Sohail R and Maqlub M, 2004. Effects of different planting pattern on growth, yield and quality of grain quality. Pakistan Journal of Life and Social Sciences: 2(2): 132-135.

Qasemi Kordkheili P, Nazemi N, Hemmati A and Taki M, 2013. Energy input-output and economic analysis for soybean production in Mazandaran province of Iran. Elixir Agriculture. 56: 13246-13251.

Rezaee MR, 2014. Investigation of energy consumption and comparison of economical productivity in wet planting and dry row planting pattern of Chitti Bean in Khomein region. MSc Thesis, University of Tehran.

Safaeenezhad M, 2011. Investigation of energy consumption and determination of economical productivity of corn in Kouhdasht. MSc thesis, University of Tehran.

Singh H, Singh AK, Kushwaha HL and Singh A. 2007. Energy consumption pattern of wheat production in India. Energy, 32: 1848-1854.

Singh P, Singh G and Sodhi GPS, 2019. Applying DEA optimization approach for energy auditing in wheat cultivation under rice-wheat and cotton-wheat cropping systems in north-western India. Energy, 181: 18-28.

Talji T, 2006. Impact of row spacing on Faba Bean growh under Mediterrian rain-fed conditions. Journal of Agronomy, 5(3): 527-532.

Wang D, Feng H, Li Y, Zhang T, Dyck M and Wu F, 2019. Energy input-output, water use efficiency and economics of winter wheat under gravel mulching in Northwest China. Agricultural Water Management, 222: 354-366.

Yacob A, Kaweti M and Boki A, 2015. Effect of Intera-Row spacing on Harricot Bean (*Phaseolus Vulgaris L.*) production in humid tropics of sougthern Ethiopia. Journal of Natural Science Research, 15(15): 79-84.

Yilmaz L, Akcaoz H and Ozkan B, 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy, 30: 145-155.

www.SID.ir