

اثر کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد علوفه و دانه ارزن (*Panicum miliaceum*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در کشت مخلوط

ابوالفضل توسلی^{۱*} - احمد قنبری^۲ - ملک مسعود احمدی^۳ - مصطفی حیدری^۴

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۲۷

تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۳۰

چکیده

این آزمایش در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات شهرستان شیروان انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای کرت اصلی شامل عدم کود دهی (A₁)، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (A₂)، ۱۰۰ درصد کود دامی (A₃)، و ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی (A₄) و تیمارهای کرت فرعی شامل نسبت های کاشت: کشت خالص ارزن (B₁)، ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد لوبیا (B₂)، ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد لوبیا (B₃)، ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد لوبیا (B₄) و کشت خالص لوبیا (B₅) بودند. عملکرد علوفه خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، نسبت برابری زمین (LER)، جذب نور فعال فتوسنتزی (PAR) در دو مرحله (۶۲ و ۷۲ روز بعد از کاشت) و درصد رطوبت وزنی و دمای خاک در دو مرحله (۹۲ و ۷۲ روز بعد از کاشت) برای هر دو گونه محاسبه شد. نتایج نشان داد که مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی اثر معنی داری بر عملکرد علوفه خشک و دانه دو گیاه ارزن و لوبیا دارند ($P < 0.05$). ولی تأثیر آن بر وزن هزار دانه هر دو گونه معنی دار نبود. کشت مخلوط اثر معنی داری بر عملکرد علوفه خشک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هزار دانه دو گونه داشت. میزان LER در اغلب تیمارهای مخلوط بزرگتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است. همچنین، کشت‌های مخلوط نسبت به تک کشتی دارای بالاترین میزان جذب تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) بودند. کمترین میزان دما و کمترین مقدار محتوی رطوبت خاک از الگوهای مختلف کشت مخلوط حاصل شد. علاوه بر این بالاترین میزان محتوی رطوبت خاک و کمترین میزان دمای اندازه گیری شده نیز از تیمار کودی ۱۰۰٪ کود دامی به دست آمد.

واژه های کلیدی: کشت مخلوط، ارزن، لوبیا، کود شیمیایی، کود دامی، عملکرد، نسبت برابری زمین

مقدمه

است که به دلیل ویژگی‌های مطلوب آن نظیر ارتفاع نسبتاً بلند، داشتن سیستم فتوسنتزی C₄، خوش خوراکی زیاد در زمان گلدهی، نسبت بالای برگ به ساقه، کیفیت مطلوب علوفه به دلیل قابلیت هضم مناسب، درصد بالای پروتئین (۱۶ تا ۳۰ درصد) و عدم برخورداری از ترکیبات سمی، مقاومت به کم آبی و رشد سریع، آن را به عنوان گیاهی مطلوب برای تولید علوفه و دانه به خصوص در شرایط کشت مخلوط مطرح نموده است (۲۲). ارزن در مناطق گرمسیری نیمه خشک غرب آفریقا به طور سنتی به صورت مخلوط کاشته می‌شود. در نیجریه بیشتر از ۸۷ درصد از اراضی به صورت مخلوط کاشته می‌شوند. در بسیاری از موارد کشت مخلوط ارزن با لوبیا چشم بلبلی، سورگرم، ذرت و بادام زمینی صورت می‌گیرد (۱۳). در هند ارزن به ندرت به صورت خالص کاشته می‌شود (۱۴). غله و لگوم یکی از مرسوم‌ترین انواع کشت مخلوط است که به صورت

کشت مخلوط دو یا چند گونه زراعی با یکدیگر در مناطق گرمسیری جهان به طور گسترده‌ای متداول است و در حال حاضر این نظام کشت در مناطق معتدله نیز به سرعت در حال گسترش است. از مزایای کشت مخلوط، مواردی مانند استفاده کارآمد از منابع محیطی، تبادل مواد غذایی، کاهش رقابت علف‌های هرز، کاهش عوامل بیماری‌زا و حاصلخیزی خاک را می‌توان برشمرد (۴). ارزن محصولی

۱ و ۲ - به ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی و دانشیار دانشکده

کشاورزی، دانشگاه زابل

(*) - نویسنده مسئول: (Email: Tavassoli_abolfazl@yahoo.com)

۳- مربی مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان شیروان

۴- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

طول ۴ متر و به فواصل ۴۰ سانتیمتر تشکیل گردید. پس از حذف اثر حاشیه ۴ خط میانی برای محاسبه عملکرد نهایی در نظر گرفته شد. از این چهار خط میانی تعداد ردیف‌های ارزن و لوبیا تعیین گردید، به طوری که در نسبت اختلاط ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد لوبیا، یک ردیف ارزن و یک ردیف لوبیا (در مجموع دو ردیف ارزن و دو ردیف لوبیا) و یا در اختلاط ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد لوبیا سه ردیف ارزن و یک ردیف لوبیا و در نسبت ۱۰۰-۰ هر چهار ردیف به ارزن اختصاص داده شد.

به هنگام آماده سازی زمین مقدار ۶۰ تن در هکتار کود دامی (مقدار ۱۰۰ درصد کود دامی) (جدول ۲، تجزیه شیمیایی کود دامی) و همچنین مقادیر ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترژن از منبع اوره به کرت‌های آزمایشی مربوطه داده شد. کود سرک در دو مرحله هر بار به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت نواری پای بوته‌ها در داخل شیار احداثی به کرت‌های آزمایشی مربوطه اضافه شد (مقدار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی).

کشت محصولات همزمان و در تاریخ ۱۹ اردیبهشت انجام گرفت. بلافاصله پس از کاشت محصولات، زمین آبیاری گردید و به دنبال آن به فاصله هر ۱۰ روز، آبیاری صورت گرفت.

میزان تشعشع فعال فتوسنتزی^۱ (PAR) دو مرتبه در طول فصل رشد (در مرتبه اول نمونه گیری ارزن و لوبیا به ترتیب در ابتدای مرحله خوشه دهی و گلدهی و در مرتبه دوم نمونه گیری به ترتیب در مرحله شیری بودن دانه و تشکیل غلاف قرار داشتند) اندازه گیری شد. اندازه گیری نور در فاصله ساعات ۱۴-۱۲ انجام شد (۱۵). جهت این کار میزان نور در بالای تاج پوشش و سطح خاک در چهار نقطه درون هر کرت به طور تصادفی اندازه گیری و میانگین گرفته شد. درصد تابش فعال فتوسنتزی بر اساس فرمول ذیل محاسبه گردید:

$$PAR\% = [1 - (PAR_b / PAR_a)] \times 100$$

PAR_b = نور فعال فتوسنتزی در پایین تاج پوشش

PAR_a = نور فعال فتوسنتزی در سطح تاج پوشش

جهت بررسی رطوبت خاک از روش اندازه‌گیری رطوبت به روش وزنی استفاده شد. در طی دوره کاشت دو مرتبه (ارزن و لوبیا در مرتبه اول نمونه گیری به ترتیب در مرحله شیری بودن دانه و تشکیل غلاف و در مرتبه دوم نمونه گیری هر دو محصول تقریباً در زمان رسیدگی کامل قرار داشتند) از کرت‌های مختلف از عمق ۳۰ سانتی‌متری، نمونه‌ای به وزن تقریبی ۱۰۰ گرم برداشته و توزین و سپس به مدت ۲۴ ساعت در آن با درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از خشک شدن و توزین مجدد، درصد رطوبت وزنی با استفاده از فرمول زیر به دست آمد:

کشت ذرت با سویا (۲۱) و لوبیا (۷)، گندم با باقلا (۱۵) و همچنین به صورت ارزن با لوبیا چشم بلبلی (۲) و ماشک (۴) اجرا می‌شود. تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در زمینه کشت مخلوط غلات با لگوم ها صورت گرفته است.

قنبری و لی (۱۶) با مطالعه کشت مخلوط گندم و باقلا نشان دادند که از نظر تولید ماده خشک کشت‌های مخلوط به دلیل استفاده بهتر از منابع برتر از کشت خالص باقلا و گندم بوده است. حسینی و همکاران (۲) در بررسی کشت مخلوط ارزن و لوبیا چشم بلبلی به این نتیجه رسیدند که با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره در مخلوط ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد لوبیا چشم بلبلی میزان عملکرد محصول ۳۷ درصد بیشتر از تک کشتی می‌شود. سیروس مهر و همکاران (۴) در سیستم کشت مخلوط ارزن نوتریفید با ماشک نتیجه گرفتند که عملکرد مخلوط در مقایسه با کشت خالص LER بالاتری دارد. این امر را می‌توان به بهره‌گیری ارزن از بقایای نیترژن ماشک و به کاهش رقابت درون گونه‌ای نسبت داد.

هدف اصلی از انجام این آزمایش، کشت مخلوط ارزن و لوبیا در مقایسه با کشت خالص آنها و پاسخ به افزایش احتمالی عملکرد علوفه و دانه ارزن و لوبیا تحت تأثیر مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در مزرعه ایستگاه تحقیقات شهرستان شیروان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۷ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۳۱ متر از سطح دریا انجام شد. خاک محل آزمایش لوم رسی و سال قبل از آزمایش تحت آیش قرار داشت. نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. عامل اصلی را مقادیر مختلف کودی (عدم کاربرد کود شیمیایی و دامی (A_1))، ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (A_2) ، ۱۰۰ درصد کود دامی (A_3) ، ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی (A_4)) و عامل فرعی را نسبت‌های مختلف کاشت (کشت خالص ارزن (B_1) ، ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد لوبیا (B_2) ، ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد لوبیا (B_3) ، ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد لوبیا (B_4)) و کشت خالص لوبیا (B_5)) تشکیل می‌دادند. آزمایش از طریق روش جایگزینی اعمال شد. در این آزمایش تراکم ۲۵۰ هزار بوته در هکتار برای هر دو گیاه به طور یکسان در نظر گرفته شد. فواصل بوته‌ها از یکدیگر بر روی هر ردیف ۱۰ سانتیمتر (۲)، فواصل کرت‌های اصلی از یکدیگر ۸۰ سانتیمتر و فواصل کرت‌های فرعی از یکدیگر ۴۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. هر کرت فرعی از ۸ ردیف به

جدول ۱- تجزیه شیمیایی خاک مکان آزمایش

pH	EC (ds.m ⁻¹)	نیترژن کل (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	کلسیم (meq.lit ⁻¹)
۷/۹	۴/۱۴	۰/۰۱۹	۱/۷۶	۲۶۸	۱۴/۴

جدول ۲- تجزیه شیمیایی کود دامی (بر حسب کیلوگرم در هزار کیلوگرم کود دامی)

آب (%)	نیترژن (%)	فسفر (P ₂ O ₅)	پتاسیم (K ₂ O)	کلسیم
۴۷	۴/۵۲	۱/۹۶	۳/۹۲	۳/۳۷

در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

$$\theta_m \% = \frac{W1 - W2}{W2} \times 100$$

نتایج و بحث

عملکرد دانه و علوفه خشک ارزن

اثر کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد دانه و علوفه خشک ارزن معنی دار بود ($P < 0.05$). بیشترین مقدار عملکرد دانه و علوفه خشک ارزن از تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به ترتیب به میزان ۱۲۸۳/۲ و ۴۸۰۲/۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. با کاهش میزان نسبت‌های کودهای شیمیایی از عملکرد دانه و علوفه خشک ارزن کاسته شد و در تیمار عدم کود دهی به کمترین میزان خود (۸۷۸/۱ کیلوگرم در هکتار برای دانه و ۳۰۱۷/۲ کیلوگرم در هکتار برای علوفه خشک) رسید (جدول ۳). لازم به ذکر است که عملکرد دانه ارزن در ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و ۱۰۰ درصد کود دامی با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند. از نظر عملکرد علوفه خشک ارزن نیز با اینکه عملکرد حاصل از ۱۰۰ درصد کود شیمیایی با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار دارد، ولی در بقیه تیمارها اختلاف معنی دار وجود ندارد. علت بالاتر بودن عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک ارزن در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی را می‌توان به اثرات مثبت عناصر ماکرو (K و P، N) بر رشد رویشی و زایشی گیاه ارزن و به قابلیت جذب بالای این گیاه برای این عناصر نسبت داد. نتایج حاصل از این آزمایش با تحقیق حسینی و همکاران (۱۳۸۲) در بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیترژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن علوفه‌ای و لوبیا چشم بلبلی مطابقت دارد (۲).

اثر نسبت‌های مختلف کاشت نیز بر عملکرد دانه و علوفه خشک ارزن معنی دار بود ($P < 0.05$). بالاترین عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک ارزن در کشت خالص آن بدست آمد و سایر نسبت‌های کاشت با کشت خالص آن تفاوت معنی دار داشت (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد که عملکرد دانه و علوفه خشک ارزن در سیستم‌های مختلف کاشت به طور کامل تحت تأثیر نسبت کاشت ارزن قرار داشته است و با افزایش سهم ارزن در سیستم‌های کاشت مختلف عملکرد دانه و علوفه خشک آن نیز افزایش یافته است.

W_1 = وزن خاک تر

W_2 = وزن خاک خشک

دمای خاک نیز دو بار در طول فصل رشد (همزمان با نمونه گیری برای تعیین رطوبت خاک)، در عمق ۱۰-۰ سانتی متری، توسط دماسنج خاک اندازه گیری شد. برای اندازه گیری دمای خاک در سه نقطه هر کرت در عمق ۱۰-۰ سانتی متری دما اندازه گیری و سپس میانگین گرفته شد. دمای خاک نیز در فاصله ساعت ۱۴-۱۲ اندازه گیری شد (۱۵).

در نمونه برداری به منظور تعیین عملکرد علوفه (در مرحله‌ای که دانه‌های ارزن به مرحله خمیری رسیدند) از کرت‌های آزمایشی یک متر طولی و در مجموع ۱/۶ متر مربع از هر کرت فرعی برداشت شد. جهت تعیین عملکرد دانه و وزن هزار دانه نیز مشابه حالت قبل و از همان مساحت نمونه برداری شد. جهت محاسبه شاخص برداشت^۱ (HI) از فرمول:

$$HI = 100 \times (\text{عملکرد بیولوژیک} / \text{عملکرد دانه})$$

استفاده شد. برای ارزیابی کشت مخلوط از شاخص نسبت برابری زمین^۲ (LER) استفاده گردید. برای محاسبه نسبت برابری زمین از رابطه زیر استفاده شد:

$$LER = Y_{IM}/Y_{SM} + Y_{IB}/Y_{SB}$$

Y_{SM} و Y_{IM} : به ترتیب عملکرد ارزن در مخلوط و تک کشتی

Y_{SB} و Y_{IB} : به ترتیب عملکرد لوبیا در مخلوط و تک کشتی

در صورتی که $LER = 1$ باشد کشت مخلوط نسبت به تک کشتی برتری ندارد. در موقعی که $LER > 1$ باشد کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دارای برتری می‌باشد. در حالتی که $LER < 1$ باشد کشت مخلوط در مقایسه با سیستم تک کشتی از عملکرد کمتری برخوردار است (۱۲ و ۲۳).

برای تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن

1 - Harvest Index

2 - Land Equivalent Ratio

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمار مقادیر مختلف کودی و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه و علوفه ارزن و لوبیا (kg/ha)

تیمارها	عملکرد دانه ارزن	عملکرد دانه لوبیا	عملکرد علوفه ارزن	عملکرد علوفه لوبیا
مقادیر مختلف کودی				
عدم کود دهی	۸۷۸ / ۱۷ c	۵۷۸ / ۲۳۵ c	۳۰۱۷ / ۲۰ b	۲۴۶۵ / ۱۰ b
۱۰۰٪ کود شیمیایی	۱۲۸۳ / ۲۰ a	۶۲۳ / ۶۰ c	۴۸۰۲ / ۳۹ a	۲۹۲۰ / ۸۳ ab
۱۰۰٪ کود دامی	۱۰۹۷ / ۴۳ ab	۹۰۴ / ۳۷ a	۲۵۵۲ / ۶۰ b	۳۴۸۲ / ۸۹ a
۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی	۱۰۶۶ / ۱۰ b	۷۰۱ / ۴۸ b	۳۲۴۴ / ۲۷ b	۳۱۷۱ / ۱۴ ab
نسبت‌های اختلاط				
	ارزن	لوبیا		
۱۰۰	۱۶۳۸ / ۸۴ a	-	۵۹۳۱ / ۲۶ a	-
۷۵	۱۳۷۰ / ۹۳ b	۲۷۳ / ۵۶ d	۴۳۶۱ / ۹۷ b	۱۳۰۹ / ۰۴ d
۵۰	۸۱۲ / ۰۴ c	۶۰۷ / ۷۰ c	۲۵۷۷ / ۳۹ c	۲۹۶۳ / ۳۳ c
۲۵	۵۰۳ / ۳۳ d	۸۴۸ / ۱۸ b	۱۷۵۴ / ۸۳ d	۳۵۴۴ / ۲۶ b
۰	-	۱۱۰۸ / ۲۳ a	-	۴۲۳۳ / ۳۲ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین آنهاست

جدول ۵ مشاهده می‌شود شاخص برداشت گیاه ارزن به شدت تحت تأثیر رقابت بین گونه‌ای قرار گرفته است. بدین ترتیب که با افزایش سهم لوبیا در کشت‌های مخلوط از میزان شاخص برداشت گیاه ارزن کاسته شده است. هریوندی و همکاران (۶) در بررسی اثر تراکم چاودار بر صفات زایشی و عملکرد گندم نشان دادند که با افزایش تراکم چاودار در مخلوط با گندم از شاخص برداشت گندم به شدت کاسته می‌شود.

وزن هزار دانه ارزن

مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی اثر معنی داری بر وزن هزار دانه ارزن نداشت. زیرا این جزء از عملکرد دانه به دلیل این که یک صفت ژنتیکی است، تا حدودی از پایداری بالایی برخوردار است و کمتر تحت تأثیر این قبیل صفات قرار می‌گیرد. ولی نسبت‌های مختلف کاشت بر وزن هزار دانه گیاه ارزن اثر معنی داری ($P < 0.05$) داشت. بالاترین میزان وزن هزار دانه ارزن از کشت خالص آن بدست آمد (۶/۲۱g) و اختلاف معنی داری بین این تیمار با سایر تیمارها وجود داشت (جدول ۵). کمترین میزان وزن هزار دانه نیز از تیمار ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد لوبیا و ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد لوبیا حاصل شد. همان طوری که در جدول ۵ نیز مشاهده می‌شود با افزایش درصد تراکم لوبیا در کشت مخلوط به دلیل افزایش رقابت بین گونه‌ای از وزن هزار دانه گیاه ارزن کاسته شده است.

توجیدی نژاد و همکاران (۱) در بررسی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان نتایج مشابهی را گزارش کردند. اثرات متقابل مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و نسبت‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه و علوفه خشک ارزن نیز معنی‌دار شد ($P < 0.05$). به طوری که بالاترین عملکرد دانه و علوفه خشک ارزن از تیمار A_2B_1 حاصل شد (جدول ۴).

شاخص برداشت ارزن

اثر مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و همچنین نسبت‌های مختلف کاشت بر شاخص برداشت گیاه ارزن معنی دار بود ($P < 0.05$). بالاترین مقدار شاخص برداشت گیاه ارزن از تیمار مصرف کود شیمیایی کامل بدست آمد و بین این تیمار با تیمار ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی و ۱۰۰ درصد کود دامی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۵).

افزایش شاخص برداشت ارزن تحت شرایط مصرف کود شیمیایی کامل می‌تواند به دلیل اثر کودهای شیمیایی (خصوصاً نیتروژن) بر عملکرد دانه این گیاه باشد. آیولا و همکاران (۱۰) در بررسی اثر کودهای دامی و شیمیایی (NPK) بر عملکرد و اجزای عملکرد محصولات ذرت، کاساوا و خربزه تحت سیستم‌های مختلف کشت نشان دادند که بالاترین میزان شاخص برداشت گیاه ذرت از تیمار کود شیمیایی خالص بدست می‌آید.

در بین نسبت‌های مختلف کاشت بالاترین مقدار شاخص برداشت ارزن از کشت خالص و کمترین میزان آن از تیمار ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد لوبیا بدست آمد (جدول ۵). همان طوری که در

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل (مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی × نسبت اختلاط) بر عملکرد دانه و علوفه ارزن و لوبیا

تیمار	عملکرد دانه ارزن (kg/ha)	عملکرد دانه لوبیا (kg/ha)	عملکرد علوفه ارزن (kg/ha)	عملکرد علوفه لوبیا (kg/ha)
A ₁ B ₁	۱۳۳۴ / ۳۲ d	-	۴۶۷۰ / ۵۰ c	-
A ₁ B ₂	۱۰۹۰ / ۴۵ e	۲۳۸ / ۰۲ i	۳۴۷۵ / ۰۰ d	۱۱۵۲ / ۰۸ ef
A ₁ B ₃	۶۲۸ / ۵۴ h	۳۶۱ / ۷۵ h	۲۳۰۸ / ۲۳ e	۲۲۲۲ / ۹۱ e
A ₁ B ₄	۴۵۹ / ۳۷ i	۷۳۲ / ۲۷ f	۱۵۲۵ / ۰۰ f	۲۹۳۷ / ۵۰ de
A ₁ B ₅	-	۹۸۰ / ۰۹ cd	-	۳۵۴۷ / ۹۱ bc
A ₂ B ₁	۱۹۶۷ / ۹۱ a	-	۷۶۶۶ / ۶۶ a	-
A ₂ B ₂	۱۶۳۸ / ۰۰ b	۲۲۹ / ۸۵ i	۵۷۵۰ / ۰۰ b	۱۸۵۲ / ۰۸ ef
A ₂ B ₃	۹۷۰ / ۷۷ ef	۶۳۱ / ۴۳ g	۳۴۶۳ / ۷۵ d	۳۰۸۲ / ۵۰ cd
A ₂ B ₄	۵۵۷ / ۱۳ i	۷۹۱ / ۴۴ e	۲۹۲۳ / ۱۶۶ de	۳۴۳۳ / ۳۳ c
A ₂ B ₅	-	۹۶۱ / ۶۸ d	-	۴۳۱۶ / ۶۶ b
A ₃ B ₁	۱۷۰۱ / ۴۶ b	-	۶۰۴۵ / ۸۳ b	-
A ₃ B ₂	۱۴۰۳ / ۶۳ cd	۳۶۷ / ۵۰ h	۴۲۱۸ / ۷۵ cd	۱۰۹۲ / ۴۱ f
A ₃ B ₃	۷۵۴ / ۶۸ g	۶۳۹ / ۱۰ g	۲۲۱۸ / ۷۵ e	۳۵۱۶ / ۶۶ bc
A ₃ B ₄	۵۲۹ / ۹۶ i	۷۷۰ / ۳۲ ef	۱۷۲۷ / ۰۸ ef	۴۲۶۴ / ۵۸ b
A ₃ B ₅	-	۱۰۲۹ / ۰۱ c	-	۵۰۹۷ / ۹۱ a
A ₄ B ₁	۱۵۵۱ / ۷۰ bc	-	۵۲۵۲ / ۰۸ bc	-
A ₄ B ₂	۱۳۵۱ / ۶۶ d	۲۸۵ / ۹۰ i	۴۰۰۴ / ۱۶۶ cd	۱۱۳۹ / ۵۸ f
A ₄ B ₃	۸۹۴ / ۱۹ f	۷۹۸ / ۵۴ e	۲۳۱۸ / ۷۵ e	۳۰۳۱ / ۲۵ d
A ₄ B ₄	۴۶۶ / ۸۷ i	۱۰۹۸ / ۷۰ b	۱۴۰۲ / ۰۸۳ f	۳۵۴۱ / ۶۶ bc
A ₄ B ₅	-	۱۴۶۱ / ۳۵ a	-	۳۹۷۰ / ۸۳ bc

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین آنهاست

- A₁: عدم کود دهی
 A₂: ۱۰۰ درصد کود شیمیایی
 A₃: ۱۰۰ درصد کود دامی
 A₄: ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود دامی
 B₁: کشت خالص ارزن
 B₂: ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد لوبیا
 B₃: ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد لوبیا
 B₄: ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد لوبیا
 B₅: کشت خالص لوبیا

کمترین عملکرد دانه و علوفه خشک لوبیا از تیمار عدم کود دهی حاصل شد که برای عملکرد دانه ۵۷۸/۲۳ کیلوگرم و برای عملکرد علوفه خشک ۲۴۶۵/۱ کیلوگرم بدست آمد (جدول ۳). با توجه به جدول ۳ و نتایج حاصل از آن مشاهده می شود که با افزایش مقادیر کود دامی، عملکرد دانه و علوفه لوبیا افزوده شده است. کودهای دامی به دلیل اثرات مثبت بر ساختمان خاک از طریق گسترش و رشد بیشتر ریشه های لوبیا آن را جزء غالب و رقابت کننده قویتر در مقایسه با گیاه ارزن در جذب منابع از خاک کرده است. آبر و همکاران (۷) در بررسی اثر کودهای آلی و معدنی بر عملکرد دانه و علوفه ذرت - لوبیا زراعی و حاصلخیزی خاک نتایج مشابهی را گزارش کردند. از نظر نسبت های مختلف کاشت نیز همانند گیاه ارزن بالاترین عملکرد دانه و علوفه خشک لوبیا از کشت خالص آن بدست آمد و بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی دار وجود داشت (جدول ۳).

موریشیتا و همکاران (۱۸) در آزمایش خود بر روی یولاف و گندم نتیجه گرفتند که وزن هزار دانه گندم بر اثر رقابت با یولاف به شدت کاهش می یابد. هریوندی و همکاران (۶) در بررسی اثر تراکم چاودار بر صفات زایشی گندم نتایج مشابهی را گزارش کردند.

عملکرد دانه و علوفه خشک لوبیا

هم اثر مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و هم نسبت های مختلف کاشت بر عملکرد دانه و علوفه خشک لوبیا معنی دار بود ($P < 0.05$). بالاترین عملکرد دانه و علوفه خشک لوبیا از تیمار ۱۰۰ درصد کود دامی حاصل شد که به ترتیب برابر با ۹۰۴/۳۷ کیلوگرم و ۳۴۸۲/۸۹ کیلوگرم بود. بین این تیمار با سایر تیمارها از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری وجود داشت، ولی از نظر علوفه خشک فقط با تیمار عدم کاربرد کود شیمیایی اختلاف معنی دار بود (جدول ۳).

وزن هزار دانه لوبیا

مشابه با گیاه ارزن مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی اثر معنی داری بر وزن هزار دانه لوبیا نداشت، ولی نسبت‌های مختلف کاشت بر وزن هزار دانه لوبیا اثر معنی داری ($P < 0.05$) داشت. بالاترین مقدار وزن هزار دانه لوبیا از کشت خالص لوبیا (۲۸۲/۷g) و کمترین مقدار آن از تیمار ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد لوبیا (۲۷۳/۴g) بدست آمد (جدول ۵). کمتر بودن وزن هزاردانه لوبیا را در شرایط‌های مختلف کشت مخلوط می‌توان به اسیملاسیون کمتر ناشی از رقابت برون گونه‌ای و سایه‌اندازی گیاه ارزن بر روی گیاه لوبیا دانست. نتایج این آزمایش با تحقیق سینگ و همکاران (۲۱) در بررسی کشت مخلوط سویا با ذرت و سورگرم مطابقت دارد.

مقایسه LER براساس عملکرد علوفه خشک ارزن و لوبیا

اثر مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و نسبت‌های مختلف کاشت بر LER عملکرد علوفه خشک دو گونه معنی دار بود ($P < 0.05$). جدول ۶ مقادیر محاسبه شده نسبت برابری زمین (LER) را بر اساس مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و نسبت‌های مختلف کاشت نشان می‌دهد. همان طوری که مشاهده می‌شود LER در اکثر مخلوط‌ها بیشتر از یک است. بیشترین LER عملکرد علوفه خشک ارزن و لوبیا برابر ۱/۴۶ از تیمار ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی بدست آمد که حدود ۰/۴۶ از لحاظ عملکرد علوفه خشک نسبت به کشت خالص افزایش نشان می‌دهد. چون در این تیمار کود دامی با افزودن مواد آلی به خاک سبب بهبود ساختمان خاک و محتوی رطوبت خاک و همچنین کودهای شیمیایی نیز از طریق قابل دسترس ساختن عناصر غذایی برای گیاه سبب افزایش عملکرد در این تیمار نسبت به سایر تیمارها شده است.

در بین نسبت‌های اختلاط نیز بالاترین میزان LER از نسبت‌های اختلاط ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد لوبیا (۱/۲۳۷) و ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد لوبیا (۱/۲۰۲) حاصل شد و بین این دو تیمار از لحاظ آماری ($P < 0.05$) اختلاف معنی دار وجود نداشت (جدول ۶). دلیل بالاتر بودن LER در این تیمارها این است که گیاه لوبیا به دلیل قدرت تثبیت نیتروژن در خاک محیط مناسبی را برای رشد و عملکرد جزء دیگر مخلوط فراهم آورده است. همچنین، نتایج حاصل نشان می‌دهد که با افزایش ردیف‌های ارزن و کاهش نور در کانوپی محصولات میزان فتوسنتز و رشد محصول و در نهایت عملکرد کاهش می‌یابد. سایر محققین نیز در رابطه با اثر کودهای دامی و شیمیایی و نسبت‌های مختلف کاشت بر افزایش LER علوفه گیاهان تحت سیستم‌های کشت مخلوط و کشت خالص نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند (۷، ۸، ۱۹ و ۲۰).

همانند ارزن در لوبیا نیز عملکرد دانه و علوفه خشک به طور کامل تحت تأثیر نسبت کاشت لوبیا قرار داشته است و با افزایش سهم لوبیا در نسبت‌های مختلف کاشت، بر میزان عملکرد دانه و علوفه خشک این گیاه افزوده شده است. توحیدی نژاد و همکاران (۱) در تحقیقی بر روی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان نتایجی مشابهی را گزارش کردند.

اثرات متقابل مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و نسبت‌های مختلف کاشت نیز بر عملکرد دانه و علوفه خشک لوبیا معنی دار شد. بالاترین عملکرد دانه و علوفه خشک لوبیا به ترتیب از تیمارهای A_3B_5 و A_4B_5 بدست آمد (جدول ۴).

شاخص برداشت لوبیا

اثر مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و همچنین نسبت‌های مختلف کاشت بر شاخص برداشت لوبیا معنی دار بود ($P < 0.05$). بالاترین مقدار شاخص برداشت گیاه لوبیا از تیمار ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی (۲۵/۲۵) حاصل شد که با تیمار ۱۰۰ درصد کود دامی اختلاف معنی دار ندارد، ولی این تیمار اختلاف معنی داری با سایر تیمارها در بر داشت. کمترین مقدار شاخص برداشت لوبیا نیز از تیمار عدم کود دهی (۲۱/۹۶) حاصل گردید که با تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اختلاف معنی دار ندارد (جدول ۵). دلیل بالاتر بودن شاخص برداشت لوبیا را در این شرایط می‌توان به اثرات مطلوب کود دامی بر روی خاک همانند افزایش مواد آلی، بهبود ساختمان خاک و ظرفیت بالای نگهداری آب در خاک ذکر کرد. وجود کود شیمیایی نیز با فراهم سازی و بهبود جذب عناصر غذایی و کاهش رقابت برون گونه‌ای در بین اجزای تشکیل دهنده کشت مخلوط، بر شاخص برداشت لوبیا تأثیر گذاشته است. نتایج این تحقیق با تحقیق آبرا و همکاران (۷) در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیای زراعی تحت تأثیر کودهای آلی و معدنی بر عملکرد دانه ذرت و لوبیا و حاصلخیزی خاک مطابقت دارد.

نسبت‌های مختلف کاشت نیز اثر معنی داری بر شاخص برداشت گیاه لوبیا داشت ($P < 0.05$). همانند ارزن در لوبیا نیز بالاترین شاخص برداشت از کشت خالص آن بدست آمد که با تیمار ۷۵ درصد لوبیا + ۲۵ درصد لوبیا اختلاف معنی دار ندارد (جدول ۵). همان طوری که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، شاخص برداشت لوبیا همانند ارزن به شدت تحت تأثیر تراکم قرار گرفته است، به طوری که با افزایش سهم ارزن در کشت‌های مخلوط از میزان شاخص برداشت لوبیا کاسته شده است. این امر می‌تواند از افزایش رقابت برون گونه‌ای در بین دو گونه لوبیا و ارزن ناشی شده باشد. سینگ و همکاران (۲۱) در بررسی کشت مخلوط سویا با ذرت و سورگوم نشان دادند که با افزایش تراکم ذرت و سورگوم از شاخص برداشت سویا کاسته می‌شود.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارهای مقادیر مختلف کودی و نسبت اختلاط بر وزن هزاردانه و شاخص برداشت ارزن و لوبیا

تیمارها	وزن هزار دانه ارزن (g)	وزن هزار دانه لوبیا (g)	شاخص برداشت ارزن	شاخص برداشت لوبیا
مقادیر مختلف کودی				
عدم کود دهی	۵ / ۷۹ a	۲۸۰ / ۰۶ a	۲۶ / ۲۲ b	۲۱ / ۹۶ b
۱۰۰٪ کود شیمیایی	۵ / ۸۲ a	۲۸۳ / ۴۷ a	۳۱ / ۷۲ a	۲۲ / ۱۵ b
۱۰۰٪ کود دامی	۵ / ۹۹ a	۲۸۵ / ۹۲ a	۲۹ / ۲۶ ab	۲۴ / ۴۵ ab
۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی	۶ / ۰۷ a	۲۸۵ / ۸۴ a	۳۱ / ۲ a	۲۵ / ۲۵ a
نسبت‌های اختلاط				
ارزن	لوبیا			
۱۰۰	۰	۶ / ۲۱ a	۳۱ / ۷۷ a	-
۷۵	۲۵	۵ / ۹۱ b	۲۹ / ۹۸ b	۲۱ / ۲ b
۵۰	۵۰	۵ / ۶۶ bc	۲۹ / ۶۵ b	۲۲ / ۱۶ b
۲۵	۷۵	۵ / ۳۷ c	۲۶ / ۹۹ c	۲۴ / ۶۴ a
۰	۱۰۰	-	-	۲۵ / ۸۲ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین آنهاست

مقایسه LER بر اساس عملکرد دانه ارزن و لوبیا

اثر مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و نسبت‌های مختلف کاشت بر LER عملکرد دانه دو گونه نیز معنی‌دار بود ($P < 0.05$). در جدول ۷ مقادیر LER محاسبه شده برای عملکرد دانه ارزن و لوبیا بر اساس مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و نسبت‌های مختلف کاشت آورده شده است. همان طوری که مشاهده می‌شود LER در اکثر مخلوط‌ها بیشتر از یک است. همانند عملکرد علوفه خشک بالاترین میزان LER عملکرد دانه این دو گیاه از تیمار ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی حاصل شد. این امر نشان دهنده اثر مثبت کود دامی بر خاک و قابل دسترس بودن عناصر غذایی در شرایط کاربرد کودهای شیمیایی به خاک است. در نتیجه، این عوامل به افزایش عملکرد دانه این دو گونه در این تیمار منجر شده است. در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نیز بالاترین LER از تیمار ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد لوبیا بدست آمده است (جدول ۷). دلیل بالاتر بودن عملکرد این تیمار را می‌توان به نقش بالقوه گیاه لگوم (لوبیا) در مخلوط در رابطه با ایجاد شرایطی مناسب برای جزء غله (دسترسی به نیتروژن خاک) نسبت داد. اثر مصرف کودهای دامی و شیمیایی بر افزایش LER دانه گیاهان تحت سیستم‌های کشت مخلوط و کشت خالص توسط محققان زیادی گزارش شده است (۷ و ۸).

جذب تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR)

جذب تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) فقط تحت تأثیر سیستم‌های کشت قرار گرفت و اثر مقادیر مختلف کودهای دامی و

شیمیایی و همچنین اثر متقابل این دو فاکتور بر جذب PAR معنی‌دار نشد ($P < 0.05$). تابش فعال فتوسنتزی جذب شده در تاریخ اول نمونه‌گیری در کشت خالص لوبیا در بالاترین میزان خود بود. البته این تیمار با تیمارهای کشت مخلوط ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد لوبیا و ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد لوبیا تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۸). این روند نشان می‌دهد که در مراحل اولیه رشد، کانوپی گیاه لوبیا قادر است PAR را به طور مؤثرتری نسبت به کشت خالص ارزن و کشت مخلوط جذب نماید اما در مرحله دوم اندازه‌گیری (که گیاه در مراحل انتهایی رشد خود قرار دارد و کانوپی گیاهان تقریباً بسته شده است) کشت‌های مخلوط در مقایسه با کشت‌های خالص لوبیا و ارزن PAR را بطور معنی‌داری بیشتر جذب می‌نمایند. بنتیلان و همکاران (۱۱)، در کشت‌های مخلوط ذرت و بادام زمینی، ذرت و سیب زمینی شیرین، ذرت و ماش سبز و آبراهام و سینگ (۹) در کشت مخلوط سورگوم با چهار لگوم مشاهده کردند که جذب نور در زراعت‌های مخلوط بیشتر از تک کشتی‌های هر یک از اجزای مخلوط بود. بالا بودن جذب تشعشع فعال فتوسنتزی در کانوپی کشت‌های مخلوط نسبت به تک کشتی‌ها می‌تواند به دلیل اختلاف در آرایش شاخ و برگ و شکل کانوپی در گیاه ارزن و لوبیا باشد. نوری که توسط ارزن جذب نمی‌شود، در پایین کانوپی توسط لوبیا جذب و موجب افزایش راندمان جذب PAR می‌شود. قنبری (۱۵) در کشت مخلوط گندم و باقلا مشاهده کرد که کشت مخلوط نور فعال فتوسنتزی را با کارایی بیشتری نسبت به کشت خالص جذب می‌نماید. نتایج مشابهی در مورد افزایش جذب بیشتر PAR در کشت مخلوط، توسط محققین دیگر

گزارش شده است (۵).

در بین نسبت‌های مختلف کاشت نیز کمترین میزان دما و کمترین مقدار رطوبت خاک در هر دو مرحله اندازه‌گیری از سیستم‌های کشت مخلوط بدست آمد و بین سیستم‌های کشت مخلوط با سیستم‌های کشت خالص تفاوت معنی داری وجود داشت. از طرفی بالاترین میزان دما و بالاترین مقدار محتوی رطوبت خاک در هر دو مرحله اندازه‌گیری از کشت خالص ارزن حاصل شد (جدول ۸). پایین‌تر بودن دمای خاک در الگوهای مختلف کشت مخلوط نسبت به تک کشتی می‌تواند به خاطر جذب بیشتر نور بوسیله کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص محصولات در طی فصل رشد باشد، بنابراین جذب بیشتر نور توسط تاج پوشش باعث افزایش سایه و کاهش دمای خاک می‌شود. همچنین مقدار کمتر رطوبت خاک در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی‌ها نمی‌تواند به دلیل تبخیر رطوبت از سطح خاک باشد بلکه کشت‌های مخلوط به دلیل سیستم ریشه‌ای متفاوت و کانوپی فشرده‌تر قادرند آب بیشتری از لایه‌های خاک جذب کنند. قنبری و لی (۱۶) نیز در بررسی کشت مخلوط گندم و باقلا نتایج مشابهی را گزارش کردند.

دما و رطوبت وزنی خاک

هر دو مرحله اندازه‌گیری دما و رطوبت وزنی خاک تحت تأثیر مقادیر مختلف کودهای دامی و شیمیایی و نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفت ($P < 0.05$). در هر دو مرحله اندازه‌گیری، کمترین میزان دما و بالاترین میزان رطوبت خاک از تیمار مصرف کامل کود دامی بدست آمد و بین این تیمار با تیمار ۵۰ درصد کود دامی + ۵۰ درصد کود شیمیایی تفاوت معنی دار وجود نداشت اما با سایر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده شد (جدول ۸). کودهای دامی به سبب اثرات مثبت خود بر خصوصیات فیزیکی خاک همچون افزودن مواد آلی به خاک، بهبود ساختمان خاک و حفظ رطوبت بیشتر در خاک باعث افزایش میزان محتوی رطوبت در خاک شده است (۸). از طرفی می‌توان پایین‌تر بودن دمای خاک در این تیمار کودی را به محتوای رطوبت بالای خاک تحت این شرایط نسبت داد. رضایی نژاد و افیونی (۳) در آزمایش بر روی گیاه ذرت با استفاده از کودهای دامی و شیمیایی نتایج مشابهی را گزارش کردند.

جدول ۶- نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد علفه خشک

میانگین LER نسبت	A ₄ (+۵۰ درصد کود دامی)			A ₃ (+۱۰۰ درصد کود دامی)			A ₂ (+۱۰۰ درصد کود شیمیایی)			A ₁ (عدم کوددهی)			نسبت اختلاط
	LER	RY _b	RY _m	LER	RY _b	RY _m	LER	RY _b	RY _m	LER	RY _b	RY _m	
۱/۱۲۹b	۱/۳۷۳	۰/۴۷۶	۰/۸۹۷	۱/۱۹۷	۰/۸۹۶	۰/۳۰۱	۰/۸۹۰	۰/۲۳۸	۰/۶۵۲	۱/۰۵۹	۰/۳۵۲	۰/۷۰۷	B ₂
۱/۲۳۲a	۱/۴۸۵	۰/۸۴۶	۰/۶۳۹	۱/۲۳۸	۰/۷۶۵	۰/۴۷۳	۱/۱۱۴	۰/۵۱۷	۰/۵۹۷	۱/۱۰۴	۰/۶۲۶	۰/۴۷۸	B ₃
۱/۲۰۲a	۱/۵۲۲	۰/۹۰۱	۰/۶۲۱	۱/۰۳۰	۰/۲۹۳	۰/۷۳۷	۱/۱۱۰	۰/۷۰۷	۰/۴۰۳	۱/۱۴۸	۰/۸۲۷	۰/۳۲۱	B ₄
۱/۴۶۰a				۱/۱۵۵b			۱/۰۳۸b			۱/۱۰۳b			میانگین LER مقادیر مختلف کود

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین آنهاست

جدول ۷- نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه

میانگین LER نسبت	A ₄ (+۵۰ درصد کود دامی)			A ₃ (+۱۰۰ درصد کود دامی)			A ₂ (+۱۰۰ درصد کود شیمیایی)			A ₁ (عدم کوددهی)			نسبت اختلاط
	LER	RY _b	RY _m	LER	RY _b	RY _m	LER	RY _b	RY _m	LER	RY _b	RY _m	
۱/۰۸۹b	۱/۲۲۸	۰/۳۵۷	۰/۸۷۱	۱/۰۷۱	۰/۲۳۹	۰/۸۳۲	۱/۰۰۱	۰/۱۷۷	۰/۸۲۴	۱/۰۵۹	۰/۲۴۲	۰/۸۱۷	B ₂
۱/۰۳۰b	۱/۱۹۸	۰/۶۲۲	۰/۵۷۶	۱/۱۴۹	۰/۶۵۶	۰/۴۹۳	۱/۰۰۹	۰/۵۴۶	۰/۴۶۳	۰/۷۶۶	۰/۳۶۱	۰/۴۰۵	B ₃
۱/۱۸۴a	۱/۴۸۰	۰/۹۴۸	۰/۵۳۲	۱/۱۰۵	۰/۸۲۲	۰/۲۸۳	۱/۰۶۲	۰/۷۵۱	۰/۳۱۱	۱/۰۹۰	۰/۷۴۶	۰/۳۴۴	B ₄
۱/۳۰۲a				۱/۱۰۸b			۱/۰۲۴c			۰/۹۷۱d			میانگین LER مقادیر مختلف کود

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار بین آنهاست

B₂: مخلوط ۷۵ درصد ارزن + ۲۵ درصد لوبیا

B₃: مخلوط ۵۰ درصد ارزن + ۵۰ درصد لوبیا

B₄: مخلوط ۲۵ درصد ارزن + ۷۵ درصد لوبیا

RY_m: عملکرد نسبی ارزن

RY_b: عملکرد نسبی لوبیا

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمار مقادیر مختلف کودی و نسبت اختلاط برای جذب تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR)، درصد رطوبت وزنی خاک و دمای خاک

تیمارها	PAR (%) (اندازه گیری اول)	PAR (%) (اندازه گیری دوم)	رطوبت وزنی خاک (%) (اندازه گیری اول)	رطوبت وزنی خاک (%) (اندازه گیری دوم)	دمای خاک (°C) (اندازه گیری اول)	دمای خاک (°C) (اندازه گیری دوم)
مقادیر مختلف کودی						
عدم کود دهی	۵۰/۹۲ a	۶۹/۴۱ a	۷/۸۰ b	۶/۵۴ b	۲۸/۲۴ a	۲۲/۹۲ a
۱۰۰٪ کود شیمیایی	۵۴/۹۰ a	۷۲/۲۸ a	۸/۰۶ b	۷/۰۸ b	۲۷/۹۱ a	۲۲/۱۰ a
۱۰۰٪ کود دامی	۵۱/۷۲ a	۷۱/۰۳ a	۹/۸۸ a	۹/۴۶ a	۲۵/۰۰ b	۱۹/۶۱ b
۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود دامی	۵۳/۴۴ a	۷۴/۶۲ a	۱۱/۲۱ a	۹/۹۱ a	۲۶/۳۰ b	۲۰/۳۱ b
نسبت‌های اختلاط						
ارزن	لویبا					
۱۰۰	۰	۴۳/۲۸ c	۱۱/۶۱ a	۱۰/۰۹ a	۲۸/۵۷ a	۲۳/۸۰ a
۷۵	۲۵	۴۹/۸۱ b	۹/۱۲ b	۷/۷۰ b	۲۳/۹۲ c	۲۱/۱۲ b
۵۰	۵۰	۵۶/۶۰ a	۸/۵۳ b	۷/۲۶ b	۲۲/۶۲ c	۲۰/۱۷ b
۲۵	۷۵	۵۷/۶۲ a	۸/۷۵ b	۶/۹۷ b	۲۳/۴۱ c	۲۰/۳۲ b
۰	۱۰۰	۶۰/۶۷ a	۱۰/۹۸ a	۹/۰۲ a	۲۶/۵۰ b	۲۲/۱۷ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین آنهاست

منابع

- ۱- توحیدی نژاد، ع.، د. مظاهری، ع. کوچکی. و ا. قلاوند. ۱۳۸۳. بررسی کشت مخلوط ذرت و آفتابگردان. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۶۴: ۳۴-۴۵.
- ۲- حسینی، م. ب.، د. مظاهری، م. ر. جهانسوز. و ب. یزدی صمدی. ۱۳۸۲. تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن علوفه- ای و لویبا چشم‌بلیلی در کشت مخلوط. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، جلد ۱۶، شماره ۵۹: ۶۷-۶۰.
- ۳- رضایی نژاد، ی. و م. افیونی. ۱۳۷۹. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر به وسیله ذرت و عملکرد آن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۴، شماره ۴: ۲۷-۱۹.
- ۴- سیروس مهر، ع.، ع. جوانشیر، ف. رحیم‌زاده‌خویی. و م. مقدم. ۱۳۸۲. بررسی کشت مخلوط ارزن نوتریفیت و ماشک گل‌خوشه‌ای تحت شرایط کود نیتروژن. مجله بیابان، جلد ۲: ۲۶۳-۲۵۰.
- ۵- قنبری، ا. ح. غدیری. و م. جوکار. ۱۳۸۵. بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و خیار بر کنترل علف‌های هرز. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۷۳: ۱۹۹-۱۹۳.
- ۶- هریوندی، م. ن.، لطیفی، ا.، زینلی، ا.، زارع فیض آبادی. و ک. شجاعی. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر تراکم چاودار بر صفات زایشی و عملکرد گندم. علوم کشاورزی ایران. شماره ۳۶: ۹۷-۸۷.
- 7- Abera, T., T. Tamado. and L. M. Pant. 2005. Grain yield and LER of maize-climbing bean intercropping as affected by inorganic, organic fertilizers and population density. Asian Journal of Plant Sciences.
- 8- Abera, T., D. Feyissa. and H. Yusuf. 2005. Effect of inorganic and organic fertilizer on grain yield of maize-climbing bean intercropping and soil fertility in Western Oromiya, Ethiopia. Conference on International Agriculture Research for Development. Stuttgart - Hohenheim. 1-9.
- 9- Abraham, C. T. and S. P. Sing. 1984. Weed management in sorghum-legume intercropping system. Journal of Agriculture Sciences. Cambridge. 103: 103-115.
- 10- Ayoola, O. T. and E. A. Makinde. 2007. Fertilizer treatment performance of cassava under two planting pattern in a cassava-based cropping system. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 3: 13-20.
- 11- Bantilan, R. T., M. Palada. and R. R. Harwood. 1974. Integrated weed management, I. Key factors effecting weed/crop balance, Philippine Weed Science. Bulletin, 1: 1-14.

- 12- Beets, W. C. 1982. Multiple cropping and tropical farming systems. West View Press, Boulder.
- 13- De, R. and R. C. Gautam. 1987. Management practices to increase and stabilize pearl millet production in India. In: J. R. Witcomb and S. R. Beckerman (eds). Proceedings of the international pearl millet workshop. ICRISAT. India.
- 14- Fussell, L. K., P. G. Serafini., A. Bationo. and M. C. Klaij. 1987. Management practices to increase yield and yield stability of pearl millet in Africa. J. R. Witcomb and S. R. Beckerman (eds): 255-268. Proceedings of the international pearl millet workshop. ICRISAT. India.
- 15- Ghanbari-Bonjar, A. 2000. Wheat -bean intercropping as a low -input forage. Ph.D Thesis, University of London.
- 16- Ghanbari-Bonjar, A. and H. C. Lee. 2003. Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Vicia faba* L.) as whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality. Grass and Forage Science. 58: 28-36.
- 17- Hiebsch, C. K. 1983. Principles of intercropping effects of nitrogen fertilization, plant population and crop duration on equivalency rations in intercrop versus monoculture comparisons. Field Crops Abstract. Vol. 36. N 70.
- 18- Morishita, D. W. and D. C. Till. 1988. Wild oat and spring barley growth and development in monoculture and mixed culture. Weed Science. 36: 43-48.
- 19- Roy, R. N. and H. Barun. 1983. Fertilizer use under multiple cropping systems: An overview. FAO fertilizer. Plant Nutrition. Bulletin. 6: 9-10.
- 20- Sharma, O. P. and A. K. Gupta. 2001. Comparing the feasibilities of pearl millet based intercropping systems supplied with varying levels of nitrogen and phosphorus. Journal of Agronomy and Crop Science. 186: 73- 144.
- 21- Singh, G. N. 1973. Study on the intercropping of soybean with maize and sorghum. Indian Journal Agronomy. 18: 75-78.
- 22- Stuart, P. N. 1990. The forage book. Pacific seeds. Toowoomba, Australia.
- 23- Willey, R. W. 1985. Evaluation and presentation of intercropping advantages. Experimental Agriculture. 21: 119-133.