

## ارزیابی عملکرد و سودمندی کشت مخلوط ردیفی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) در شرایط کم‌نهاد

اسماعیل رضائی چیانه<sup>۱</sup>، علیرضا پیرزاد<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

\*مسئول مکاتبه: [Ismaeil.rezaei@gmail.com](mailto:Ismaeil.rezaei@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۲۲

### چکیده

به منظور بررسی سودمندی کشت مخلوط لوبیا و بادرشبی در شرایط کم‌نهاد، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار در استان آذربایجان غربی- شهرستان نقده در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت مخلوط به صورت یک ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا، دو ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا، سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا، سه ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا، چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا و کشت خالص لوبیا و بادرشبی بود. صفات مورد مطالعه برای گیاه لوبیا شامل ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک و برای گیاه بادرشبی شامل ارتفاع بوته، عملکرد زیست توده، درصد اسانس و عملکرد اسانس بود. نتایج نشان داد که الگوهای مختلف کشت اثر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه دو گیاه لوبیا و بادرشبی (به جز درصد اسانس بادرشبی) داشتند. بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک لوبیا از تیمار کشت خالص به ترتیب برابر با ۲۹۳۳/۳۳ و ۹۵۳۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقادیر آن از الگوی کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا به ترتیب برابر با ۱۸۱۶/۶۷ و ۴۹۳۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. نتایج در مورد گیاه بادرشبی نشان داد که بیشترین عملکرد زیست توده و عملکرد اسانس بادرشبی از کشت خالص و کمترین مقادیر آن‌ها از کشت مخلوط تک ردیفی به دست آمد. بالاترین مقدار نسبت برابری زمین (۱/۶۷) متعلق به الگوی کشت مخلوط چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا بود. بر اساس نتایج می‌توان استنباط کرد که کشت مخلوط چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا به عنوان بهترین الگوی کشت مخلوط برای افزایش درآمد اقتصادی و بهره‌وری استفاده از زمین قابل توصیه است.

**واژه‌های کلیدی:** اسانس، الگوی کشت، گیاه دارویی، نسبت برابری زمین

هزینه‌های رو به افزایش تولید بر ضرورت تجدید نظر و استفاده از شیوه‌های جدید مدیریتی تولید محصول تاکید دارد (آموسی و همکاران، ۲۰۱۳؛ وریگتون-بریناس و همکاران، ۲۰۱۵). کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش مدیریت است که می‌تواند در بلند مدت از نظر بیولوژیکی، زیست

### مقدمه

امروزه در نظام‌های کشاورزی در راستای پایین آوردن استفاده از نهاده‌های خارجی، اصلاح روش‌های مدیریتی با رویکرد کاهش آثار مخرب زیست‌محیطی ناشی از مصرف بیش از حد مواد شیمیایی، حفظ حاصلخیزی خاک و جبران

محیطی و اقتصادی ارزش افزوده مطلوبی به همراه داشته باشد (واندرمیر، ۱۹۸۹).

نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که برتری اکولوژیک کشت مخلوط، نتیجه استفاده کارآمد از منابع محیطی است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۵). در صورتی که اجزای کشت مخلوط از نظر استفاده از منابع محیطی رشد تفاوت داشته باشند، استفاده موثرتری از نور، آب و مواد غذایی نسبت به کشت جداگانه خواهند داشت، به عبارت دیگر برتری بیولوژیک زراعت مخلوط به کشت خالص وقتی است که رقابت بین گونه‌ای برای منابع رشد نسبت به رقابت درون گونه‌ای کمتر باشد (بانیک و همکاران، ۲۰۰۶). به علاوه، امکان کنترل علف‌های هرز، کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها و افزایش تنوع زیستی، کاهش ریسک تولید، موازنه در امر تغذیه، حاصلخیزی خاک و نیز افزایش مقدار تولید در واحد سطح نسبت به کشت خالص، ویژگی‌های کارکردی منحصر به فردی را فراهم می‌سازد (ماو و همکاران، ۲۰۱۴؛ نصیری محلاتی و همکاران، ۲۰۱۴؛ وریگنون-بریناس و همکاران، ۲۰۱۵) که موجب شده است تا این نوع نظام‌های زراعی قرن‌ها در کشاورزی معیشتی نقش مهمی در تامین مواد غذایی داشته باشند و در حال حاضر نیز جایگاه خاصی را در طراحی بوم نظام‌های زراعی پایدار به خود اختصاص دهند (میکیک و همکاران، ۲۰۱۴).

در بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا مشخص شد که بیشترین عملکرد اقتصادی لوبیا و گاوزبان اروپایی از کشت خالص و کمترین مقدار آن‌ها از الگوی چهار ردیف لوبیا و گاوزبان (۴:۴) به دست آمد، ولی بالاترین نسبت برابری زمین<sup>۱</sup> (LER) در الگوی کشت نواری ۲:۲ مشاهده گردید (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۱). دانشنیا و همکاران (۲۰۱۵) در

بررسی کشت مخلوط ریحان و شبدر برسیم بیان داشتند که وزن خشک اندام‌های رویشی ریحان در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود، ولی درصد اسانس ریحان در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص حاصل شد. منصوری و همکاران (۱۳۹۲) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا دریافتند که عملکرد دانه و بیولوژیک لوبیا در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش یافت، ولی در کلیه تیمارهای کشت مخلوط نسبت برابری زمین بزرگتر از یک بود و بر کشت خالص برتری داشتند.

گیاه بادرشبی با نام علمی *Dracocephalum moldavica* L. گیاهی علفی و یکساله از تیره نعناعیان است. تمام اندام‌های رویشی این گیاه حاوی اسانس است. مقدار اسانس در قسمت‌های مختلف گیاه متفاوت است، به طوری که گل و پیکر رویشی بادرشبی (برگ‌ها و ساقه‌های جوان) بیشترین اسانس را دارد. اسانس دارای خاصیت ضد میکروبی و باکتریایی و التیام دهنده زخم و جراحات است. عرق بادرشبی به عنوان نیروودهنده و ضد تشنج، تقویت کننده معده، تسهیل کننده عمل هضم، ضد دل پیچه و برطرف کننده تپش قلب، کاربرد دارد (مجنون حسینی و دوازده امامی، ۱۳۸۶).

در میان گیاهان زراعی، حبوبات توانایی و قابلیت سازگاری زیادی در الگوهای کاشت مختلف دارند و کشت مخلوط حبوبات به دلیل برخورداری از ساز و کار تثبیت نیتروژن اتمسفری با گیاهان دارویی ضمن افزایش حاصل-خیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، می‌تواند منجر به بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان تولید شده نیز شود (قلی‌نژاد و رضائی چیان، ۱۳۹۳). لوبیا (*Phseolus vulgaris* L.) یکی از حبوبات مهم است که به صورت مستقیم مورد استفاده انسان قرار می‌گیرد و حدود ۵۰ درصد از تولید حبوبات جهان را شامل می‌شود. دانه لوبیا دارای ۲۵-۶۰ درصد پروتئین و ۵۰-۶۰ درصد کربوهیدرات است،

1- Land equivalent ratio

کشت خالص بادرشبی بود. در هر دو گیاه مورد مطالعه فاصله بین ردیف‌های کاشت ۴۰ سانتی‌متر و طول هر ردیف کاشت پنج متر بود. فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف‌های کاشت برای بذور لوبیا و بادرشبی به ترتیب ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (رضائی چپانه و همکاران، ۱۳۹۲). کاشت لوبیا و بادرشبی به صورت همزمان در ۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ به صورت جوی و پشته انجام شد. بذر لوبیا (رقم COS16) که رقمی سازگار به مناطق خشک و نیمه خشک با فرم بوته‌ای، رشد محدود، بالا بودن تعداد دانه در بوته و عملکرد بالا است، از مرکز تحقیقات ملی لوبیای خمین و بذر بادرشبی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذور لوبیا قبل از کاشت با باکتری راینزوبیوم فائزئولی آغشته گردید. جهت عمل تلقیح بذرها در یک محیط تاریک، ابتدا بذور لوبیا درون کیسه پلاستیکی قرار داده شدند و سپس، به آن محلول شکر ۲۰ درصد اضافه گردید. پس از اضافه کردن پودر باکتری به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار محتویات کیسه به خوبی تکان داده شد. سپس، بذرها در سایه خشک شدند و بلافاصله پس از خشک شدن عملیات کاشت صورت گرفت. به منظور تسهیل در سبز شدن گیاهان، اولین آبیاری بلافاصله در روز بعد از کاشت به صورت نشتی انجام شد و آبیاری‌های بعدی بر حسب شرایط اقلیمی و نیاز زراعی منطقه برای این گیاهان به طور متوسط هر هفت روز یک‌بار صورت گرفت.

به طوری که مقدار پروتئین آن ۲ تا ۳ برابر غلات و ۱۰ تا ۲۰ برابر گیاهان نشاسته‌ای است (مجنون حسینی، ۱۳۷۵). تولید گیاهان دارویی در شرایط کم‌نهاد در کشت مخلوط یکی از راه‌کارهای مناسب برای دسترسی به عملکرد مطلوب با حداقل مصرف نهاده‌های خارجی است که در بلند مدت می‌تواند منجر به کاهش نیاز سیستم‌های زراعی به این نهاده‌ها شود. این آزمایش با هدف تعیین بهترین تیمار کشت مخلوط لوبیا و بادرشبی در مقایسه با تک‌کشتی از لحاظ حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی دو گونه و بررسی امتیازات احتمالی کشت مخلوط در شرایط آب و هوایی نقره اجرا گردید.

#### مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه‌ای واقع در استان آذربایجان غربی - شهرستان نقره با ۴۵° و ۲۴° طول جغرافیایی و ۳۸° و ۵۲° عرض جغرافیایی و ارتفاع ۱۳۱۸ متر از سطح آب‌های آزاد در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. متوسط میانگین-های دما و بارندگی سالیانه طی یک دوره ده ساله به ترتیب برابر ۱۲/۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۳۲۳ میلی‌متر گزارش شده است. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. الگوی کاشت در هفت سطح شامل کشت مخلوط به صورت یک ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا، دو ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا، سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا، چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا و

جدول ۱ - ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش

عمق نمونه برداری خاک	بافت خاک	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	pH	هدایت الکتریکی $EC \times 10^3$ ( $dS.m^{-1}$ )	نیترژن کل (درصد)	درصد کربن آلی	فسفر قابل دسترس ( $mg\ kg^{-1}$ )	پتاسیم قابل دسترس ( $mg\ kg^{-1}$ )
۰-۳۰ سانتی‌متر	رس-سیلتی	۵	۴۵	۵۰	۷/۵	۱/۳۴	۰/۱۱	۱/۲۷	۱۴/۱	۴۶۷

$$LER = \frac{Y_1}{B_1} + \frac{Y_2}{M_2} \quad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله،  $Y_1$  و  $Y_2$  به ترتیب عملکرد گونه‌های اول و دوم در مخلوط و  $B_1$  و  $M_2$  نیز عملکرد خالص گونه اول و دوم است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS 16 استفاده شد. مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

### نتایج و بحث

#### ویژگی‌های رشد، اجزای عملکرد و عملکرد لوبیا

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر الگوی کشت بر ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی لوبیا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین (۵۲/۳۳ سانتیمتر) و کمترین (۳۴ سانتیمتر) ارتفاع بوته لوبیا به ترتیب به کشت خالص لوبیا و الگوی کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا تعلق داشت (جدول ۳)، به طوری که ارتفاع بوته لوبیا در این الگوی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ۳۵ درصد کاهش یافت. در بین الگوهای کشت مخلوط نیز بالاترین ارتفاع بوته از کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا به دست آمد که این الگوی کاشت نسبت به کشت خالص تنها ۱۶/۵ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳).

علف‌های هرز در طول فصل رشد بنا به ضرورت از طریق وجین دستی کنترل شدند. به منظور بررسی آزمایش در شرایط کم نهاده و نمود پیدا کردن تاثیر تثبیت نیتروژن گیاه لوبیا، در زمان آماده سازی زمین و در طول دوره رشد از هیچگونه کود (اعم از شیمیایی و غیر شیمیایی) استفاده نشد. برداشت زیست توده بادرشبی در ۲۸ تیرماه در زمان ۵۰ درصد گلدهی و برداشت لوبیا در ۳۰ مرداد ماه زمانی که رنگ نیام‌ها زرد شده بود، صورت گرفت.

در پایان فصل رشد، ابتدا از هر کرت به طور تصادفی تعداد ۱۰ بوته انتخاب و صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن هزار دانه برای گیاه لوبیا و محاسبه عملکرد زیست توده برای بادرشبی اندازه گیری شدند. اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی لوبیا و عملکرد زیست توده بادرشبی با حذف اثر حاشیه و برداشت از سطح ۴/۸ مترمربع انجام شد. سپس، نمونه‌های هر دو گیاه در دمای اتاق و تحت شرایط سایه خشک شدند و هنگامی که تغییرات وزن طی ۲۴ ساعت مشاهده نگردید، اعداد حاصل از توزین به عنوان وزن خشک نمونه‌ها ثبت شد. در مورد لوبیا علاوه بر تعیین وزن خشک نمونه‌ها، بذرها جدا و برای محاسبه عملکرد دانه وزن شد.

استخراج اسانس بادرشبی به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام شد. بدین منظور، ۳۰ گرم سرشاخه هوایی بادرشبی از هر کرت وزن گردید و در داخل دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت جوشانده شد تا اسانس آن استخراج گردد (کلونجر، ۱۹۲۸). پس از تعیین درصد اسانس، عملکرد اسانس بر اساس عملکرد زیست توده  $\times$  درصد اسانس محاسبه شد.

برای ارزیابی کشت مخلوط لوبیا و بادرشبی در مقایسه با کشت خالص از شاخص نسبت برابری زمین با استفاده از معادله (۱) استفاده گردید (واندرمیر، ۱۹۸۹):

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی با بادرشبی

میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی
تکرار	۲	۴/۲۲ <sup>ns</sup>	۲/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۶ <sup>ns</sup>	۱/۰۵ <sup>ns</sup>	۱۲۶۵۷۲/۲۲ <sup>ns</sup>	۹۴۵۵۳۱/۱۶ <sup>ns</sup>
الگوی کشت مخلوط ردیفی	۵	۱۲۵/۰۲ <sup>**</sup>	۳۲/۶ <sup>**</sup>	۱/۳۷ <sup>**</sup>	۱۳۷۲/۲۲ <sup>**</sup>	۵۷۳۴۰۵/۵۵ <sup>**</sup>	۷۶۴۱۶۲۰/۵۰ <sup>**</sup>
خطا	۱۰	۱۹/۹۵	۴/۱۲	۰/۱	۲۱۶/۰۵	۴۴۹۹۸/۸۸	۴۴۹۲۲۷/۱۶
ضریب تغییر (درصد)		۱۰/۸۳	۹/۴۶	۹/۸۸	۷/۴۲	۹/۵۰	۱۰/۱۱

n.s و \*\* به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار و وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی با بادرشبی

الگوهای کشت	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)
یک ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا	۴۲ bc	۲۰/۶۷ bc	۳/۰۳ bc	۲۴۸/۳۳ bc	۱۲۶۳/۳۳ c	۵۱۳۳/۳۳ bc
دو ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا	۳۷ bc	۱۹/۳۳ bc	۲/۷۳ cd	۲۵۰ bc	۱۱۵۰ c	۴۶۴۰ c
سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا	۳۴ c	۱۷/۳۳ c	۲/۳۶ d	۲۲۶/۶۷ c	۱۱۱۶/۶۷ c	۳۹۳۳/۳۳ c
سه ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا	۴۳/۶۷ b	۲۲/۶ b	۳/۵۶ b	۲۵۸/۳۳ b	۱۷۶۶/۶۷ b	۶۰۰۰ b
چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا	۳۸/۳۳ bc	۲۱/۶۷ b	۳/۲۰ bc	۲۶۹/۳۳ ab	۱۶۶۶/۶۷ b	۵۹۳۳/۳۳ b
کشت خالص لوبیا	۵۲/۳۳ a	۲۷ a	۴/۳۰ a	۲۹۰ a	۲۲۳۳/۳۳ a	۸۵۳۳ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

رقابت برون گونه‌ای در کشت مخلوط با بادرشبی به دلیل سایه‌اندازی بوته‌های این گیاه و جذب عناصر غذایی بیشتر بادرشبی از خاک، انرژی کمتری برای رشد رویشی و تشکیل نیام‌ها باقی مانده است که با نتایج جهانی و همکاران (۱۳۸۷) در کشت مخلوط زیره سبز و عدس و رضوانی مقدم و مرادی (۱۳۹۱) در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله مطابقت دارد. آندایی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی کشت مخلوط ذرت و سویا علت کاهش تعداد نیام در بوته را در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص به سبب کاهش منابع محیطی در دسترس گیاهان گزارش کردند.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه (۴/۳۰ عدد) و کمترین تعداد دانه در نیام (۲/۳۶ عدد) به ترتیب از الگوهای کشت خالص و کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا بدون تفاوت معنی‌دار با الگوی دو ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا به دست آمد (جدول ۳). در بین الگوهای کشت مخلوط نیز بالاترین تعداد دانه در نیام لوبیا از کشت مخلوط چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا به دست آمد که این الگوی کشت با کشت مخلوط یک ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا و کشت مخلوط دو ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳). تعداد دانه در نیام، در حقیقت ظرفیت مخزن گیاه را تعیین می‌کند و هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن بزرگتری برای دریافت مواد فتوسنتزی است و در نهایت افزایش این صفت منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد (بانیک و همکاران، ۲۰۰۶؛ رضایی چپانه و همکاران، ۱۳۹۴). در تحقیق حاضر، در بین الگو-های کشت نیز هر چقدر بر تعداد ردیف بادرشبی در کشت مخلوط افزوده شد، رقابت برای کسب منابع افزایش یافت و در نتیجه کمبود منابع محیطی موثر بر رشد و در نتیجه کمبود مواد فتوسنتزی و اختصاص این مواد به رشد رویشی به منظور باقی ماندن در رقابت موجب کاهش اجزای

به نظر می‌رسد که علت کاهش ارتفاع بوته لوبیا در کشت مخلوط به دلیل رقابت بین بوته‌ها بر سر آب، مواد غذایی و فضای زیستی بود که سبب کاهش جذب نور، کاهش رشد و فتوسنتز لوبیا شد و به دنبال آن ارتفاع آن را در کشت مخلوط کاهش داد. در این راستا آگگنهو و همکاران (۲۰۰۶) در کشت مخلوط جو با باقلا و رضائی چپانه و همکاران (۱۳۹۳) در کشت مخلوط زنیان و شنبلیله نشان دادند که به ترتیب ارتفاع بوته باقلا و شنبلیله در کشت مخلوط به دلیل رقابت برون گونه‌ای به طور معنی‌داری کاهش یافتند.

بیشترین (۲۷ عدد) و کمترین تعداد نیام در بوته لوبیا (۱۷/۳۳ عدد) به ترتیب از الگوهای کشت خالص و کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا بدون تفاوت معنی‌دار با الگوهای یک ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا و دو ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا به دست آمد (جدول ۳). همچنین، اختلاف معنی‌دار بین الگوهای مختلف کشت مخلوط از نظر تعداد نیام در بوته لوبیا وجود داشت، به طوری که میزان تعداد نیام در بوته لوبیا در کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا به طور میانگین ۲۳/۳ درصد بالاتر از کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا به دست آمد، ولی نسبت به کشت خالص ۱۶/۳ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳).

در سیستم‌های کشت مخلوط ممکن است که بین گیاهانی که از نظر ویژگی‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک تا حدودی یکسان هستند، جهت استفاده از منابع محیطی رقابت به وجود بیاید. اگر چه اثرات متقابلی بین رقابت جهت کسب نور و عناصر غذایی وجود دارد، ولی رقابت برای عناصر غذایی از رقابت برای نور مهم‌تر است. رقابت برای عناصر غذایی بسیار مهم و ممکن است که بین اجزای کشت مخلوط در مراحل اولیه رشد آغاز شود (اسکندری و قنبری، ۱۳۹۰). چنین به نظر می‌رسد که به دلیل افزایش

عملکرد از جمله تعداد دانه در نیام لوبیا شد. در تحقیقی دیگر مشخص شد که رقابت برون گونه‌ای در کشت مخلوط زیره سبز و عدس سبب کاهش تعداد دانه نیام در عدس شد (جهانی و همکاران، ۱۳۸۷).

بیشترین وزن هزار دانه در کشت خالص لوبیا با میانگین ۲۹۰ گرم و کمترین آن در الگوی کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا با میانگین ۲۲۶/۶۷ گرم مشاهده شد (جدول ۳)، به طوری که وزن هزار دانه لوبیا در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا به طور میانگین ۲۱ درصد بالاتر به دست آمد. هر چند که تفاوت معنی داری از نظر وزن هزار دانه در تیمار کشت خالص لوبیا با الگوی کاشت چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا وجود نداشت. وزن هزار دانه تابع توانایی گیاه در تامین مواد پرورده برای مخزن‌ها و شرایط محیطی در زمان پر شدن دانه است. در تیمارهای مذکور به احتمال زیاد به دلیل افزایش جذب نور کانوپی و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی بالاتر گیاه لوبیا توانسته است که مواد فتوسنتزی بیشتری را به مخازن (دانه‌ها) خود اختصاص دهد و در تولید بیشتر وزن دانه موفق‌تر عمل کند (بانیک و همکاران، ۲۰۰۶؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۵). پور امیر و همکاران (۱۳۸۹) و کوچکی و همکاران (۱۳۹۳) نتایج مشابهی را گزارش کردند.

بیشترین عملکرد دانه (۲۲۳۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیکی لوبیا (۸۵۳۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کشت خالص لوبیا و کمترین مقادیر عملکرد دانه (۱۱۱۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیکی (۳۹۳۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کاشت سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا به دست آمد. بین الگوهای کاشت سه ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا و چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا از نظر مقادیر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۳).

بررسی‌های مختلف نشان داده است که در صورت انتخاب آرایش کاشت و تراکم مناسب در کشت مخلوط، جذب آب و مواد غذایی به دلیل تفاوت در توانایی رقابت بین گیاهان مختلف افزایش می‌یابد (ظریف پور و همکاران، ۱۳۹۳؛ کوچکی و همکاران، ۱۳۹۳). افزایش عملکرد لوبیا در تیمارهای سه ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا و چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا نسبت به سایر الگوهای کشت مخلوط می‌تواند ناشی از الگوهای مکمل<sup>۲</sup> استفاده از منابع و اثرات متقابل تسهیل‌کنندگی<sup>۳</sup> بین دو گونه باشد. بنابراین، به نظر می‌رسد که در این آرایش‌های کشت به دلیل ایجاد ساختار کانوپی و آرایش مطلوب، شرایط مطلوبی برای بوته‌های لوبیا در دستیابی به شرایط و منابع محیطی فراهم شده است (ماو و همکاران، ۲۰۱۴).

در تحقیق دیگر در کشت مخلوط نواری شبدر سفید و گندم مشاهده شد که عملکرد دانه گندم ۲۵-۱۰ درصد در کشت مخلوط به دلیل افزایش رقابت برای جذب نور، نیتروژن در مرحله رویشی و آب در مرحله پر شدن دانه کاهش یافت (تورستد و همکاران، ۲۰۰۶). در بررسی عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه در کشت مخلوط با نخود و لوبیا مشخص شد که عملکرد دانه هر سه گیاه تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت و میانگین این صفت در کشت خالص نسبت به کشت مخلوط بالاتر بود (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۳). قلی‌نژاد و رضائی چپانه (۱۳۹۳) در کشت مخلوط نخود و سیاهدانه نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

#### عملکرد کمی و کیفی بادرشبی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته، عملکرد زیست توده و عملکرد اسانس بادرشبی تحت تاثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفتند، ولی تاثیر الگوهای

2 - Complementary pattern

3 - Facilitative interaction

مختلف کشت بر درصد اسانس از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴).

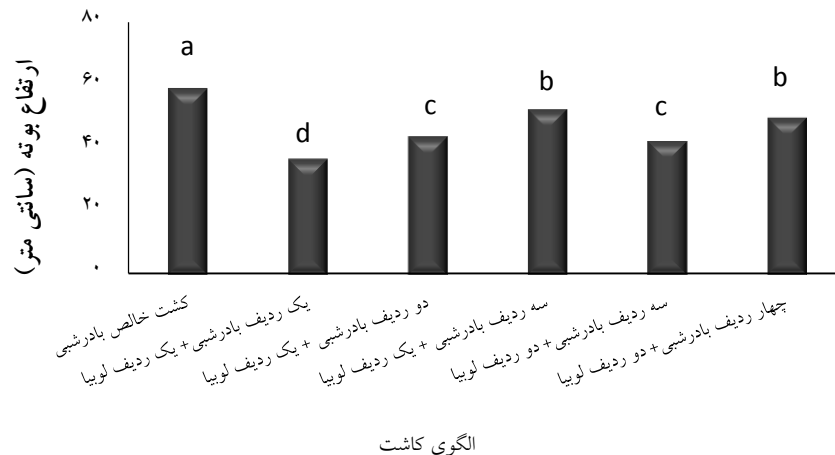
نتیجه برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که اختلاف ارتفاع گیاه در کشت خالص در مقایسه با کشت مخلوط می‌تواند به دلیل رقابت برای نور، آب، مواد غذایی و فضای زیستی باشد که اغلب از ارتفاع کمتری برخوردار هستند (هوگارد-نیلسون، ۲۰۰۱؛ اسکالیس و همکاران، ۲۰۱۵). در تحقیق حاضر مشخص شد که در الگوهای مختلف کشت مخلوط هر چه تعداد ردیف بادرشبی نسبت به لوبیا افزایش یافت، ارتفاع بادرشبی نیز افزایش پیدا کرد که این امر می‌تواند به کمتر بودن رقابت درون گونه‌ای نسبت به رقابت بین

بیشترین ارتفاع بوته از کشت خالص به میزان ۵۹ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته از کشت مخلوط تک ردیفی به میزان ۳۶/۶۷ سانتی‌متر حاصل شد. از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین الگوهای کشت مخلوط چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا با سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا مشاهده نشد (شکل ۱). همچنین، بین الگوهای کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا با دو ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس عملکرد کمی و کیفی بادرشبی در الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی با لوبیا

میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	عملکرد زیست توده	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۲/۷۲ <sup>NS</sup>	۵۵۰۳۶۸/۲۲*	۰/۰۰۱ <sup>NS</sup>	۱۱/۱۰**
الگوی کشت	۵	۱۹۱/۲۵**	۶۹۵۷۴۵/۹۵**	۰/۰۰۱ <sup>NS</sup>	۸/۵۳**
خطا	۱۰	۸/۱۸	۸۷۲۲۴/۴۸	۰/۰۰۱	۰/۶۰
ضریب تغییر (درصد)		۶/۱۴	۷/۱۱	۹/۳۵	۵/۳۳

NS، \*، \*\* به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد است.



شکل ۱- اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و بادرشبی بر ارتفاع بوته بادرشبی

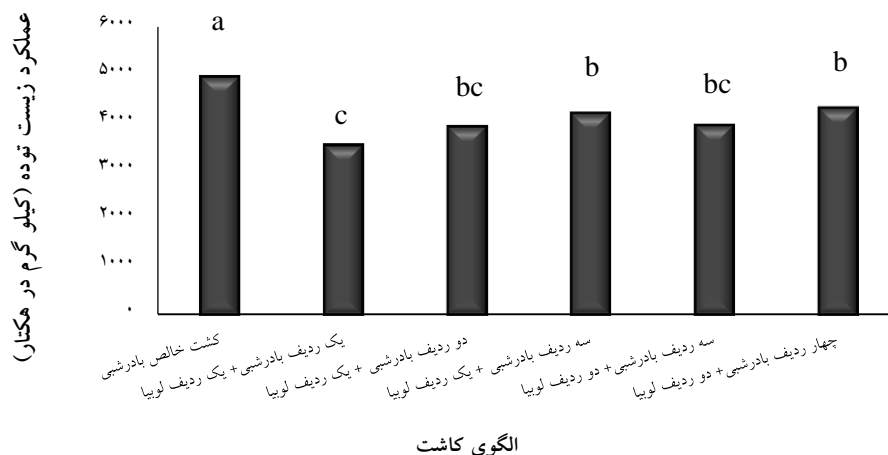


منابع محیطی شد و در نتیجه میزان فتوسنتز و به تبع آن عملکرد زیست توده بادرشبی در کشت خالص نسبت به تیمارهای مختلف کشت مخلوط افزایش یافته است (دانشنا و همکاران، ۲۰۱۵). مشاهده شده است که در سیستم‌های کشت مخلوط لگوم با گیاه غیر لگوم، مصرف نیتروژن توسط غیر لگوم، به علت کاهش نیتروژن خاک منجر به تحریک فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن می‌شود و در نتیجه میزان تثبیت نیتروژن توسط گونه لگوم در سیستم‌های کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی افزایش می‌یابد (میکیک و همکاران، ۲۰۱۴؛ اسکالیس و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین، چنین می‌توان استنباط کرد که کشت بادرشبی به همراه گیاه تثبیت کننده نیتروژن از جمله دلایل مهم بهبود عملکرد این گیاه در کشت مخلوط است، ولی در کشت مخلوط تک ردیفی عملکرد زیست توده بادرشبی کاهش پیدا کرد که دلیل کاهش عملکرد زیست توده در تیمار تک ردیفی را می‌توان به افزایش رقابت برون گونه‌ای به دلیل نزدیکتر بودن بوته‌های گیاه بادرشبی به بوته‌های گیاه لوبیا نسبت داد. در بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاو زبان اروپایی و لوبیا مشخص شد که بیشترین عملکرد اقتصادی گاو زبان اروپایی از کشت خالص و کمترین

گونه‌ای ارتباط داشته باشد. همچنین، در چنین شرایطی فضای زیستی لازم برای رشد بادرشبی به دلیل جذب منابع محیطی فراهم‌تر بود. رضائی چپانه و همکاران (۱۳۹۳) در کشت مخلوط زنیان و شنبلیله گزارش کردند که شنبلیله در کشت مخلوط با زنیان فشار رقابتی بیشتری را متحمل می‌شود و محدودیت تولید مواد فتوسنتزی موجب کاهش رشد رویشی و در نتیجه ارتفاع آن شده است.

بالاترین عملکرد زیست توده بادرشبی مربوط به کشت خالص با میانگین ۴۹۶۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقادیر آن متعلق به کشت مخلوط ردیفی با میانگین ۳۵۴۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲). بیشترین عملکرد زیست توده در بین الگوهای مختلف کشت مخلوط از تیمار چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا حاصل شد که این تیمار ۱۵ درصد نسبت به کشت خالص کاهش عملکرد نشان داد. هر چند اختلاف معنی‌داری بین الگوی کشت مخلوط چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا با سایر الگوهای کشت مخلوط به جز تیمار کشت مخلوط تک ردیفی از نظر آماری وجود نداشت.

کاهش رقابت برون گونه‌ای و عدم وجود رقابت بین گونه‌ای در کشت خالص بادرشبی موجب بهره‌گیری بهتر از



شکل ۲- اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و بادرشبی بر عملکرد زیست توده بادرشبی

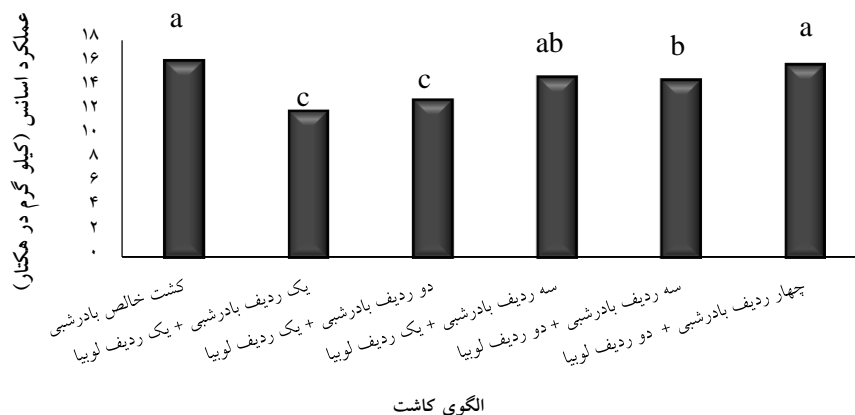
خالص بادرشبی از نظر عملکرد اسانس وجود نداشت، به طوری که میزان عملکرد اسانس بادرشبی در تیمارهای مذکور به ترتیب ۲ و ۸/۳۳ درصد کمتر از کشت خالص بود (جدول ۳).

از آن جا که عملکرد اسانس تابعی از عملکرد اقتصادی و درصد اسانس است، هر گونه تغییر در عملکرد زیست توده و درصد اسانس بادرشبی، عملکرد اسانس را تحت تاثیر قرار می‌دهد (پوریوسف و همکاران، ۲۰۱۵). در آزمایش حاضر، بیشترین عملکرد زیست توده بادرشبی در تیمار کشت خالص به دست آمد. بنابراین، بالا بودن عملکرد اسانس در این تیمارها دور از انتظار نبود. همچنین، کاهش عملکرد اسانس در کشت مخلوط تک ردیفی نیز به دلیل کاهش عملکرد زیست توده در این تیمار است. مردانی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی الگوهای کشت مخلوط ردیفی سنبله و انیسون مشاهده کردند که بالاترین عملکرد اسانس از کشت خالص انیسون به دست آمد. قلی نژاد و رضائی چیانه (۱۳۹۳) در کشت مخلوط سیاهدانه و نخود و دانشنیا و همکاران (۲۰۱۵) در کشت مخلوط شبدر برسیم و ریحان و خرم دل و همکاران (۱۳۹۴) در کشت مخلوط زنیان و لوبیا دریافتند که بالاترین عملکرد اسانس سیاهدانه،

مقدار آن از الگوی چهار ردیف لوبیا و گاوزبان (۴:۴) به دست آمد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۱). در تحقیق دیگر مشخص شد که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی زنیان در کشت خالص بالاتر از الگوهای مختلف کشت مخلوط بود (خرم دل و همکاران، ۱۳۹۴). دانشنیا و همکاران (۲۰۱۵) در کشت مخلوط شبدر برسیم و ریحان دریافتند که عملکرد زیست توده ریحان در کشت خالص بالاتر از کشت مخلوط بود که با نتیجه آرایش حاضر مطابقت دارد.

### عملکرد اسانس

تاثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط بر درصد اسانس بادرشبی معنی‌دار نبود، ولی بر عملکرد اسانس بادرشبی در سطح احتمال ۱ درصد تاثیر معنی‌دار داشت (جدول ۴). بالاترین عملکرد اسانس در تیمار کشت خالص به مقدار ۱۶/۳۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد و الگوی کشت مخلوط تک ردیفی کمترین مقدار عملکرد اسانس یعنی به مقدار ۱۲/۱۴ کیلوگرم در هکتار را به خود اختصاص داد (شکل ۳). از نظر آماری اختلاف معنی‌دار بین الگوهای مختلف کشت مخلوط چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا و سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا با کشت



شکل ۳- اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و بادرشبی بر عملکرد اسانس بادرشبی

همکاران (۱۳۹۲) در کشت مخلوط زیره سبز و عدس گزارش کردند که LER جزیی در زیره سبز در تمام تیمارها بالاتر از عدس بود، چرا که زیره سبز از کشت مخلوط با عدس اثر مثبت بیشتری پذیرفته بود. خرم دل و همکاران (۱۳۹۴) در کشت مخلوط زنیان و لوبیا گزارش کردند که نسبت برابری زمین جزیی لوبیا در بیشتر نسبت‌های کشت مخلوط افزایشی و جایگزینی بالاتر از نسبت برابری زمین جزیی زنیان بود. این محققان، چنین استنباط کردند که در الگوهای کشت مخلوط، لوبیا تاثیر بیشتری از همراهی زنیان پذیرفته است که این امر موجب بهبود بیشتر نسبت برابری زمین جزیی آن در مقایسه با زنیان شده است که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد.

نسبت برابری زمین کل در کلیه الگوهای کشت مخلوط لوبیا و بادرشبی بالاتر از یک بود و این موضوع نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن‌ها دارد. الگوی کاشت چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا دارای بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۶۷) در بین الگوهای مختلف کاشت بود که معادل ۶۷ درصد افزایش در بهره‌وری استفاده از زمین نسبت به کشت خالص دو گونه داشت (جدول ۵).

ریحان و زنیان از کشت خالص این گیاهان حاصل شد که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد. در آزمایش حاضر، هر چند عملکرد اسانس در کشت خالص بالاتر از الگوهای کشت مخلوط به دست آمد، ولی عملکرد اسانس در کشت خالص تنها ۲ درصد بیشتر از الگوی کشت مخلوط چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا بود. به نظر می‌رسد که در این الگوی کشت مخلوط شرایط مطلوبی برای بوته‌های بادرشبو در دستیابی به منابع محیطی فراهم شده است و با بهره برداری مطلوب‌تر از این منابع، توانست عملکرد اسانس خود را به طور معنی‌داری افزایش دهد.

#### نسبت برابری زمین (LER)

نتایج نسبت برابری زمین جزیی لوبیا و بادرشبی بین الگوهای مختلف کشت مخلوط نشان داد که نسبت برابری زمین جزیی لوبیا نسبت به بادرشبی بالاتر بود که می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که لوبیا از کشت مخلوط با بادرشبی اثر مثبت بیشتری پذیرفته است. بالاترین LER جزیی لوبیا و بادرشبی به ترتیب از کاشت چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا و سه ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا به دست آمد (جدول ۵). با توجه به این که هر دو گونه در این تیمارها از عملکرد بیشتری برخوردار بودند، به همین دلیل توانستند که به LER بالاتری نیز برسند. رضائی چیانه و

جدول ۵- اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط بادرشبی و لوبیا بر نسبت برابری زمین جزیی و نسبت برابری زمین کل

نسبت برابری زمین کل (LER)	نسبت برابری زمین جزیی		الگوهای کشت مخلوط ردیفی
	لوبیا	بادرشبی	
۱/۳۸	۰/۷۱	۰/۶۷	یک ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا
۱/۴۲	۰/۷۹	۰/۶۳	دو ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا
۱/۴۷	۰/۸۵	۰/۶۲	سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا
۱/۶۴	۰/۸۰	۰/۸۴	سه ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا
۱/۶۷	۰/۸۷	۰/۸۰	چهار ردیف بادرشبی + دو ردیف لوبیا

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که عملکرد هر دو گونه تحت تاثیر الگوهای مختلف کاشت قرار گرفت. با افزایش سهم بادرشی، عملکرد لوبیا به دلیل کاهش اثرات تسهیل و تکمیل‌کنندگی دو گونه و افزایش رقابت برون گونه‌ای، کاهش یافت. در کشت مخلوط تک ردیفی عملکرد زیست توده بادرشی کاهش پیدا کرد، بنابراین دلیل کاهش عملکرد زیست توده در تیمار تک ردیفی را می‌توان به افزایش رقابت برون گونه‌ای به دلیل نزدیکتر بودن بوته‌های گیاه بادرشی به بوته‌های گیاه لوبیا نسبت داد. ارزیابی سودمندی کشت مخلوط نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک کشتی هر یک از آن‌ها داشت. در تمام تیمارهای مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود. بالاترین میزان LER (۱/۶۷) از الگوی کاشت چهار ردیف بادرشی + دو ردیف لوبیا به دست آمد که معادل ۶۷ درصد افزایش در بهره‌وری استفاده از زمین نسبت به کشت خالص دو گونه بود و این تیمار می‌تواند برای ایجاد پایداری و ثبات تولید در افزایش درآمد اقتصادی و بهره‌وری استفاده از زمین‌های کشاورزی به طور قابل ملاحظه‌ای موثر باشد.

نسبت برابری زمین بیشتر از یک معیاری از جذب نور بهتر و کارایی مصرف بالاتر آن و استفاده بهینه از منابع محیطی دیگر نظیر عناصر غذایی و آب در کشت مخلوط است که به دلیل وجود اختلاف در ساختار ریشه، توزیع کانوپی و احتیاجات غذایی متفاوت گیاهان در کشت مخلوط است (دی لا-فونیتیا و همکاران، ۲۰۱۴). ظریف پور و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه کشت مخلوط نخود و زیره سبز گزارش کردند که بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۲۳) در نسبت کاشت ۱:۱ به دست آمد. محققان دیگری در بررسی کشت مخلوط سیاهدانه با نخود و لوبیا (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۳) و کشت مخلوط آفتابگردان با باقلا (رضائی چپانه و همکاران، ۱۳۹۴) گزارش کردند که مقدار LER در تمام تیمارهای مخلوط بالاتر از یک بود که این امر نشان دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است.

## منابع

- اسکندری، ح.، قنبری، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی میزان رقابت و مکملی اجزای کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم بلبلی در مصرف عناصر غذایی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۱(۲): ۶۷-۷۵.
- پور امیر، ف.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، قربانی، ر. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنگد و نخود در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۸(۵): ۷۴۷-۷۵۷.
- جهانی، م.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۷. بررسی ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط زیره سبز در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاد. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۶(۱): ۶۷-۷۸.
- خرم دل، س.، سیاهمرگویی، آ.، محمودی، ق. ۱۳۹۴. اثر نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی زنیان و لوبیا بر عملکرد و اجزای عملکرد. مجله الکترونیک گیاهان زراعی. در نوبت چاپ.
- رضایی چپانه، ا.، خرمدل، س.، قره چالی، پ. ۱۳۹۴. ارزیابی اثر کشت مخلوط تاخیری آفتابگردان و باقلا بر عملکرد و کارایی استفاده از زمین. مجله به زراعی کشاورزی. ۱۷(۱): ۱۸۳-۱۹۶.

- رضایی چپانه، ا.، ولیزادگان، ا.، تاج بخش، م.، دباغ محمدی نسب، ع.، ریماز، و. ۱۳۹۱. بررسی عملکرد زراعی و تنوع حشرات در الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و شویده. مجله به زراعی کشاورزی. ۱۶ (۲): ۳۵۳-۳۶۸.
- رضائی چپانه، ا.، تاج بخش، م.، فتوحی چپانه، س. ۱۳۹۳. عملکرد و اجزای عملکرد شنبليله در کشت مخلوط نواری با زنیان تحت تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴ (۴): ۱-۱۵.
- رضائی چپانه، ا.، تاج بخش، م.، ولیزادگان، ا.، بنائی اصل، ف. ۱۳۹۲. بررسی الگوهای مختلف کشت مخلوط زیره سبز و عدس در کشت دوم. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۵ (۴): ۴۶۲-۴۷۳.
- رضائی چپانه، ا.، دباغ محمدی نسب، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی زنیان در کشت مخلوط نواری با شنبليله. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۶ (۳): ۵۸۲-۵۹۴.
- رضوانی مقدم، پ.، مرادی، ر. ۱۳۹۱. بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبليله. مجله علوم گیاهان زراعی. ۴۳ (۲): ۲۱۷-۲۳۰.
- ظریف پور، ن.، ناصری پوریزدی، م. ت.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۳. اثر ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط بر خصوصیات کمی و کیفی زیره سبز و نخود زراعی. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲ (۱): ۳۴-۴۳.
- قلی‌نژاد، ا.، رضائی چپانه، ا. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد دانه و کیفیت سیاهدانه در کشت مخلوط با نخود. مجله علوم زراعی ایران. ۱۶ (۳): ۲۳۶-۲۴۹.
- کوچکی، ع.، شباهنگ، ح.، خرم دل، س.، غفوری، ا. ۱۳۹۱. بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۴ (۱): ۱-۱۱.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، برومند رضازاده، ز.، جهانی، م.، جعفری، ل. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد گیاه دارویی سیاهدانه در کشت مخلوط با نخود و لوبیا. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲ (۱): ۸-۱.
- مجنون حسینی، ن.، داووده امامی، س. ۱۳۸۶. زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۰ ص.
- مردانی، ف.، بلوچی، ح. ر. ۱۳۹۴. تاثیر کشت مخلوط بر عملکرد و برخی صفات کمی و کیفی شنبليله و انیسون. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۵ (۲): ۱-۱۵.
- منصوری، ل.، جمشیدی، خ.، راستگو، م.، صبا، ح.، منصور، ح. ۱۳۹۲. تاثیر کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا بر عملکرد، اجزای عملکرد و کنترل علف-های هرز در شرایط اقلیمی زنجان. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱ (۳): ۴۹۲-۴۸۳.
- Agegnehu, G., Ghizaw, A., Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *Eur J Agron.* (22): 202-207.
- Amosséa, C., Jeuffroy, M. H., David, C. 2013. Relay intercropping of legume cover crops in organic winter wheat: Effects on performance and resource availability. *J Field Crops Res.* 145: 78-87.
- Banik, B., Midya, A., Sarkar, B. K., Ghose, S. S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. *Eur J Agron.* (24): 325-332.
- Clevenger, J. F. 1928. Apparatus for determination of essential oil. *J Am Pharm Assoc.* (17): 346-349.
- Daneshnia, F., Amini, A., Chaichi, M. R. 2015. Berseem clover quality and basil essential oil yield in intercropping system under limited irrigation treatments with surfactant. *J Agriculture water management.* 164: 331-339.
- De la Fuentea, E. B., Suárezb, S. A., Lenardisa, A. E., Poggioc, S. L. 2014. Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: Evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. *NJAS - Wageningen J Life Sci.* 165:42-52
- Haugaard-Nielsen, H., Ambus, P., Jensen, E. S. 2001. Inter-specific competition, N-use and interference with weed in pea – barley intercropping. *J Field Crop Res.* (70): 101-109.

- Maoa, L., Zhang, L., Zhaoc, X., Liuc, S., Werfd, W. V., Zhangc, S., Spiertzd, H., Lia, Z. 2014. Crop growth, light utilization and yield of relay intercropped cotton as affected by plant density and a plant growth regulator. *J Field Crops Res.* 155: 67-76.
- Mikic, A., Cupinax, B., Rubiales, D., Mihailovi, V., Sarunaitek, L., Fustec J., Antanasovicx, S., Krsticx, D., Bedoussac, L., Zoricx, L., DorCevic, V., Peric, V., Srebri, M. 2014. Models, Developments, and Perspectives of Mutual Legume Intercropping. *J Advances in Agron.* 130: 1-83.
- Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Mondani, F., Feizi, H., Amirmoradi, S. 2014. Determination of optimal strip width in strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Northeast Iran. *J Cleaner Production.* 106: 343-350.
- Pour yousef, M., Yousefi, A. L., Oveisi, M., Asadi, F. 2015. Intercropping of fenugreek as living mulch at different densities for weed suppression in coriander. *J Crop Protection.* 69: 60-64.
- Scalise, A., Tortorella, D., Pristeri, A., Petrovicov, B., Gelsomino, A., Lindstrom, K., Monti, M. 2015. Legume barley intercropping stimulates soil N supply and crop yield in the succeeding durum wheat in a rotation under rainfed conditions. *J Soil Biology & Biochemistry.* 89: 150-161
- Thorsted, M. D., Olesen, J. E., Weiner, S. 2006. Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. *J Field Crop Res.* (95): 280-290.
- Undie, U. L., Uwah, D. F., Attoe, E. E. 2012. Effect of intercropping and crop arrangement on yield and productivity of late season maize/soybean mixtures in the humid environment of South Southern Nigeria. *J Agric Sci.* 4 (4): 37-50.
- Vandermeer, J. H. 1989. *The Ecology of Intercropping.* Cambridge. University Press. 297.
- Vrignon-Brenasa, S., Celettea, F., Amosséc, C., David, C. 2015. Effect of spring fertilization on ecosystem services of organic wheat and clover relay intercrops. *E J Agron.* 1-10.
- Wang, Z., Zhao, x., Wu, P., He, J., Chen, X., Gao, Y., Cao, X. 2015. Radiation interception and utilization by wheat/maize strip intercropping systems. *J Agric Forest Meteor.* 204: 58-66.

## Evaluation of Yield and Advantages of Row Intercropping of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.) at Low Input Conditions

Esmail Rezaei chiyaneh<sup>1\*</sup>, Alireza Pirzad<sup>2</sup>

1. Assistant professor Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
2. Associate professor Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

\*For Correspondence: [ismaeil.rezaei@gmail.com](mailto:ismaeil.rezaei@gmail.com)

Received:14.10.15

Accepted: 06.12.15

### Abstract

In order to evaluate the advantages of different intercropping patterns of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica* L.), a field experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications and seven treatments at the farm located in Nagadeh, Iran during the growing season of 2011-2012. Treatments included intercropping (one row of Moldavian Balm + one row of bean, two rows of moldavian balm + one row of bean, three rows of moldavian balm + one row of bean, three rows of moldavian balm + two rows of bean, four rows of moldavian balm + two rows of bean) and sole cropping of bean and Moldavian Balm. The results showed that the different intercropping patterns had significant effect on all traits. The highest and the lowest seed and biological yield of bean were achieved in sole cropping with 2933.33 and 9533 kg.ha<sup>-1</sup> and three rows of moldavian balm + one row of bean with 1816.67 and 4933.33 kg ha<sup>-1</sup>, respectively. The maximum biological yield and essential oil yield of moldavian balm obtained under sole cropping, while the minimum biological yield and essential oil yield of moldavian balm were observed under row intercropping, respectively. The highest LER value (1.67) was obtained of four rows of moldavian balm + two rows of bean. According to the results, it seems that four rows of moldavian balm + two rows of bean is remarkably effective to increase the economic income and land use efficiency.

**Keywords:** Essential oil, Land equivalent ratio, Medicinal plant, Sustainable agriculture, Yield