

## Investigation of some Growth Characteristics and Yield of Safflower in Intercropping With lentils under Weed Management Conditions

Zahra Ahmadizad<sup>1</sup>, Nosrat Abbasi<sup>2\*</sup>; Somayeh hajinia<sup>3</sup>

Received: 19 February 2022 Accepted: 22 September 2022

1-MSc. Student, Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

2-Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

3-lecturer, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

\*Corresponding Author Email: abbasinosrat@gmail.com

### Abstract

**Objectives:** One of the ways to sustainable agriculture is increasing the diversity in the agriculecosystem of by using intercropping of crops. The aim of this study was to control and manage weeds, evaluate the growth characteristics and yield of safflower mixed with lentils.

**Materials and Methods:** The experiment was conducted in the form of split plots in a randomized complete block design with three replications in the research farm of the Faculty of Agriculture, Ilam University, in the 2019-2020. Main plots include weed control at two levels (weed control and non-weed control) and sub-plots include different intercropping patterns (monoculture safflower, monoculture lentil, additive intercropping 100% safflower + 25% lentils, 100% safflower + 50% lentils, 100% safflower + 75% lentils, 100% safflower + 100% lentils and replacement pattern 50% safflower + 50% lentils).

**Results:** The results showed the lowest number of species (3.5 and 6.2 species per m<sup>2</sup>, respectively), density (32 and 26 plants per m<sup>2</sup>, respectively) and weed dry matter (64.2 and 76.6 g. m<sup>-2</sup>, respectively) in additive intercropping 100% safflower + 75% lentils and 100% safflower + 100 lentils. Monoculture safflower and lentils had the highest density and dry matter of weeds. The highest radiation use efficiency in safflower and lentils (4.44 and 4.67 mj .m<sup>-2</sup>, respectively) was obtained in the additive intercropping 100% safflower + 100% lentils under weed control conditions. The highest level of safflower leaf area index in the incremental cultivation model (100% safflower + 75% lentil) in the conditions of weed control was 4.5. The maximum leaf area index in lentil in pure lentil cultivation model under weed control conditions was observed as 3.6. The lowest radiation use efficiency of safflower (2.57 mI. m<sup>-2</sup>) in monoculture safflower under non-weed control conditions and the lowest radiation use efficiency in lentils (2.574 mI.m<sup>-2</sup>) in the additive intercropping of 100% safflower + 25% lentils and replacement pattern of 50% safflower + 50% lentils (2.57 mim<sup>-2</sup>) was obtained. Weed competition decreased plant height, leaf area index, number of bolls per plant, number of seeds per boll, biological and grain yield of safflower. The highest LER (1.75) was observed in the additive intercropping pattern of 100% safflower + 75% lentils under weed control conditions. The relative yield of safflower and lentil seeds was 0.86 and 0.90, respectively. LER in the additive intercropping pattern was 100% safflower + 100% lentils under weed control conditions and the share of lentils and safflower was 0.74 and 0.75, respectively.

**Conclusion:** The results showed that the growing patterns of lentils with safflower increased the growth, yield and yield components of safflower under weed control conditions compared to the monoculture this plant by reducing the density and dry matter of weeds.

**Keywords:** Planting Pattern, Lentils, Weeds, Radiation Use Efficiency, Safflower

## بررسی برخی خصوصیات رشدی و عملکرد گلرنگ در کشت مخلوط با عدس تحت مدیریت علف‌های هرز

زهرا احمدی زاد<sup>۱</sup>، نصرت اله عباسی<sup>۲\*</sup>، سمیه حاجی‌نیا<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۳۱

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۳- استاد مدعو گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

\*مسئول مکاتبه: Email: abbasinosrat@gmail.com

### چکیده

اهداف: یکی از راه‌ها به سمت کشاورزی پایدار افزایش تنوع در بوم نظام‌های کشاورزی با استفاده از کشت مخلوط گیاهان زراعی است. این پژوهش با هدف کنترل و مدیریت علف‌های هرز، ارزیابی خصوصیات رشد و عملکرد گلرنگ در کشت مخلوط با عدس اجرا شده است.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل کنترل علف‌های هرز در دو سطح (کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز) و کرت‌های فرعی شامل الگوهای مختلف کشت مخلوط (کشت خالص گلرنگ، کشت خالص عدس، کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۲۵ درصد عدس، ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس، ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس، ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس و الگوی کشت جایگزینی ۵۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس) بودند.

نتایج: نتایج نشان داد کمترین تعداد گونه (به‌ترتیب ۵/۳ و ۶/۲ گونه در مترمربع)، تراکم (به‌ترتیب ۳۲ و ۲۶ بوته در مترمربع) و ماده خشک علف‌های هرز (به‌ترتیب ۶۴/۲ و ۷۶/۶ گرم در مترمربع) در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس و ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس به‌دست آمد. کشت خالص گلرنگ و عدس بیشترین تراکم و ماده خشک علف‌های هرز را به خود اختصاص دادند. بیشترین میزان کارایی مصرف نور در گلرنگ و عدس (به‌ترتیب ۴/۴۴ و ۴/۶۷ مگاژول بر مترمربع) در کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس تحت شرایط کنترل علف‌های هرز به‌دست آمد. بیشترین میزان شاخص سطح برگ گلرنگ در الگوی کشت افزایشی (۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس) در شرایط کنترل علف‌های هرز بیشترین میزان ۴/۵ به‌دست آمد. بیشینه شاخص سطح برگ در عدس در الگوی کشت خالص عدس تحت شرایط کنترل علف‌های هرز به‌میزان ۳/۶ مشاهده شد. کمترین کارایی مصرف نور گلرنگ (۲/۵۷ مگا ژول بر مترمربع) در کشت خالص گلرنگ تحت شرایط عدم کنترل علف‌های هرز و کمترین کارایی مصرف نور در عدس (۲/۵۷۴ مگا ژول بر مترمربع) در الگوی کشت مخلوط ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۲۵ درصد عدس و الگوی کشت جایگزین ۵۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس (۲/۵۷ مگا ژول بر مترمربع) حاصل شد. رقابت علف‌های هرز ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد بیولوژیکی و دانه گلرنگ کاهش داد. بیشترین نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه (۱/۷۵) در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ +

۷۵ درصد عدس تحت شرایط عدم کنترل علف‌های هرز مشاهده شد که سهم عملکرد دانه گلرنگ و عدس به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۹۰ بود. میزان نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس تحت شرایط کنترل علف‌های هرز ۱/۵۰ بود و سهم عدس و گلرنگ به ترتیب ۰/۷۴ و ۰/۷۵ بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که الگوهای کشت مخلوط افزایشی عدس با گلرنگ با کاهش تراکم و ماده خشک علف‌های هرز رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت شرایط عدم کنترل علف‌های هرز نسبت به کشت خالص این گیاه بهبود دادند.

**واژه‌های کلیدی:** الگوی کاشت، عدس، علف‌هرز، کارایی مصرف نور، گلرنگ

#### مقدمه

امروزه روند افزایش تخریب منابع آب، خاک و محیط‌زیست بر اثر کاربرد بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی در کشاورزی رایج موجب توجه محققان به کشاورزی پایدار گردیده است. بهبود حاصلخیزی و کنترل فرسایش خاک، کاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، تثبیت عملکرد در شرایط نامطلوب و افزایش عملکرد در شرایط مطلوب محیطی، افزایش کارایی استفاده از منابع محیطی و ایجاد تنوع و ثبات در اکوسیستم زراعی از اهداف عمده کشاورزی پایدار می‌باشند (یانگ و همکاران ۲۰۱۴). بنابراین، پژوهشگران سعی دارند تا با طراحی و اجرای سامانه‌های برخوردار از پایداری، امنیت غذایی را تأمین نمایند. از نکته‌های حائز اهمیت در نظام‌های کشاورزی پایدار، افزایش تولید محصولات کشاورزی در زمان و مکان است که در آن به‌شکل بهتری از عوامل محیطی بهره‌برداری می‌شود (استولز و نادو ۲۰۱۴).

تولید گیاهان به روش مخلوط در بسیاری از کشورهای در حال توسعه متداول بوده و کاربرد آن خسارت احتمالی ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز را کاهش داده و موجب استفاده حداکثر از منابع محیطی می‌شود و ضمن بهبود ویژگی‌های بوم‌شناختی و افزایش تنوع زیستی پایداری عملکرد را افزایش داده و بازده بالاتری در مقایسه با کشت خالص به‌دنبال دارد (میک و همکاران ۲۰۱۵). کشت مخلوط به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار با کشت دو یا چند محصول به‌طور همزمان یا غیرهمزمان در یک

قطعه زمین شکل گرفته و اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیشتر از منابع در دسترس، افزایش کمیت و کیفیت علوفه، افزایش تنوع زیستی و کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی را دنبال می‌نماید (استولز و نادو ۲۰۱۴). استفاده کارآمدتر از منابع موجود و افزایش بهره‌وری در مقایسه با سیستم تک‌کشتی مهمترین ویژگی کشت مخلوط می‌باشد (مباشر و همکاران ۲۰۱۴).

کشت مخلوط زمانی موفقیت‌آمیز است که گونه‌های گیاهی به شکل متفاوت از منابع استفاده کنند. اگر اجزای کشت مخلوط مکمل هم باشند، جذب عناصر غذایی به‌عنوان یکی از منابع محیطی در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بوده و در نتیجه محصول بیشتری تولید می‌کنند (میک و همکاران ۲۰۱۵).

بیشتر مطالعه‌های صورت گرفته در زمینه کشت مخلوط تاکنون بیانگر برتری عملکرد زراعت مخلوط نتیجه استفاده کارآمدتر از منابع رشد است (دهمرد و کشتکار ۲۰۱۴). یکی از دلایل چنین برتری تفاوت‌های ریخت‌شناختی و فیزیولوژیکی گیاهان در کشت مخلوط است که موجب استفاده بهتر از منابع، به‌ویژه عناصر غذایی از افق‌های مختلف خاک می‌شود (کوندا ۲۰۰۴). در همین راستا، بهبود استفاده از انرژی خورشیدی در تاج پوشش، کارایی مصرف آب و عملکرد دانه در کشت مخلوط از مزایای دیگر، گزارش شده است (کوباتا و همکاران ۲۰۱۵؛ آریل و همکاران ۲۰۱۳).

در میان گیاهان زراعی، بقولات توانایی و قابلیت سازگاری زیادی در الگوهای کشت مخلوط دارند و

می‌گردد (روهلمان و اسمشیدس ۲۰۱۵). جمعیت علف‌های‌هرز ممکن است به‌وسیله تنوع گونه‌ای در سیستم‌های زراعی نیز کاهش یابد (کروز هال و همکاران ۲۰۱۱) و یکی از راهکارهای ایجاد تنوع استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط است. کشت مخلوط که رشد همزمان دو یا چندگونه گیاه زراعی در یک قطعه زمین در طول یک سال زراعی است (آریل و همکاران ۲۰۱۳) که می‌تواند منجر به بهبود استفاده از منابع قابل‌دسترس توسط گیاه زراعی و کاهش فرصت استقرار و رشد علف‌های‌هرز شود (کروز هال و همکاران ۲۰۱۱). اسماعیلیان و بهزاد امیری (۲۰۲۱) در بررسی ارزیابی زراعی و اقتصادی کشت مخلوط گلرنگ و نخود بیان کردند که بیشترین میزان عملکرد دانه گلرنگ در کشت خالص این گیاه بوده است اما بیشترین میزان تعداد شاخه جانبی و طبق در بوته در کشت مخلوط حاصل شده است. سوری و همکاران (۲۰۲۰) در ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد در کشت مخلوط باقلا و تریتیکاله بیان نمودند که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه و اجزای عملکرد در هر دو گیاه مورد بررسی در کشت مخلوط به‌دست آمده است. به نظر می‌رسد گیاه گلرنگ با افزایش پوشش سطح مزرعه و جذب نور می‌تواند برای مدیریت جمعیت علف‌های‌هرز مزارع عدس مفید بوده و از طرفی گیاه عدس به دلیل تثبیت نیتروژن می‌تواند باعث بهبود عملکرد در گیاه گلرنگ گردد. با توجه به مطالب بیان شده هدف از انجام این آزمایش، بهره‌گیری از سیستم کشت مخلوط و یافتن الگوی کشت مناسب جهت بهبود رشد گیاه گلرنگ می‌باشد

#### مواد و روش

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۷ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۴ متر طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ اجرا گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد.

می‌توانند ظرفیت تولید را افزایش دهند. از طرفی، کشت مخلوط بقولات با دانه‌های روغنی می‌تواند علاوه بر افزایش عملکرد، موجب تثبیت بیولوژیکی نیتروژن شود که این امر مصرف کود شیمیایی نیتروژنه را کاهش داده و از آلودگی‌های زیست‌محیطی جلوگیری می‌کند.

گیاهان تیره بقولات از جمله عدس (*Lens culinaris Medik*) به دلیل تثبیت نیتروژن موجود در هوا نقش مؤثری در افزایش حاصلخیزی خاک دارد. به همین دلیل در تناوب با گیاهان روغنی کشت می‌شود (سینگ راجسک و همکاران ۲۰۱۰). علاوه بر تثبیت بیولوژیکی نیتروژن عدس به‌عنوان منبع غنی در تغذیه انسان و دام و نیز به‌عنوان گیاه اصلاح‌کننده خاک به‌کار می‌رود (کوپکه و نمیک ۲۰۱۰).

گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) به‌عنوان یک گیاه دانه روغنی در مناطق مختلف جهان مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. این گیاه بومی ایران بوده و به دلیل ویژگی‌های مطلوب و خاص نظیر مقاومت نسبتاً زیاد آن به تنش‌های محیطی نظیر خشکی، شوری، گرما و سرمای زمستانه، داشتن تیپ‌های بهاره و پاییزه، استفاده‌های دارویی و غذایی از گل‌های آن، تولید روغن نباتی با کیفیت بالا (به دلیل بیش از ۷۱ درصد اسیدهای چرب غیراشباع خصوصاً لینولئیک و اولئیک) و تولید کنجاله به‌عنوان مکمل غذایی برای دام از اهمیت خاصی برای تأمین دانه‌های روغنی مورد نیاز کشور برخوردار است (باقری و همکاران ۲۰۱۲).

کشت مخلوط گیاهان روغنی با بقولات کارایی استفاده از منابع را در مقایسه با کشت خالص افزایش می‌دهد و منجر به بهبود عملکرد می‌شود (سینگ راجسک و همکاران ۲۰۱۰).

کشت مخلوط افزایش توان رقابتی گیاه در مقابل آفات، بیماری‌ها و علف‌های‌هرز است (ریوندی و همکاران ۲۰۱۲). امروزه استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط یا تغییر در آن‌ها یکی از روش‌های اکولوژیکی کنترل علف‌های‌هرز محسوب می‌شود. در این سیستم‌ها به حداکثر رساندن پوشش سطح خاک و تنوع گیاهان دو اصل مهم می‌باشند که باعث کنترل بهتر و مؤثرتر علف‌های‌هرز در زراعت‌های مخلوط نسبت به تک‌کشتی

علف‌های‌هرز (شقایق، شاخ به سر، کله گنجشکی، پیچک صحرايي، خلر، ازمک، کیسه کشیش، ماشک معمولی، ماشک پهن برگ، آجیل مزرعه، گندم، جودره، یولاف وحشی، گلرنگ وحشی، جفجفک، آژیلوپس تائوشی، گل قاصدک، آلاله وحشی، سوزن چوپان) به صورت دستی در طول دوره رشد وجین شدند. برای مبارزه با آفات از سم دیازینون استفاده شد. قبل از کاشت ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۴۵ کیلوگرم فسفر در هکتار به ترتیب از منبع اوره و سوپرفسفات تریپل تامین شد. با توجه به پاییزه بودن کشت و وقوع بارندگی، فقط یک آبیاری بعد از کاشت برای سبز شدن در مزرعه انجام شد و یک آبیاری نیز در بهار صورت گرفت.

تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز در کرت‌های عدم کنترل علف‌های‌هرز در مرحله گلدهی گلرنگ با استفاده از کودرات‌های  $0/5 \times 0/5$  انجام گرفت و وزن خشک، تراکم و نوع گونه‌های علف‌هرز اندازه‌گیری و ثبت گردید. میزان تشعشع روزانه خورشیدی برای عرض جغرافیایی ایلام به روش ارائه شده توسط خودریان و فان‌لار (۱۹۹۴) محاسبه گردید (تسوبو و همکاران ۲۰۰۵). سپس این مقادیر بر اساس تعداد ساعات آفتابی استخراج شده از داده‌های ایستگاه هواشناسی مرکز اقلیم‌شناسی استان اصلاح و نور جذب شده روزانه برای هر دو گونه محاسبه شد و نهایتاً کارایی مصرف نور از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون بین ماده خشک (گرم بر مترمربع) و میزان تشعشع تجمعی (مگاژول بر مترمربع) محاسبه شد (تسوبو و همکاران ۲۰۰۵).

در پایان فصل رشد (برداشت عدس در ۳۰ اردیبهشت ماه و برداشت گلرنگ در ۲۰ تیر ماه سال ۱۳۹۹ انجام شد) به منظور ارزیابی عملکرد و اجزاء عملکرد، برداشت گلرنگ و عدس انجام گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد پس از حذف اثر حاشیه یک مترمربع از هر گیاه برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردیدند و سپس عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، وزن صد دانه و شاخص برداشت برای هر گیاه تعیین گردید. قبل از برداشت نهایی از هر کرت ۱۰ بوته برداشت برای گیاه عدس صفاتی مانند: ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته

کرت‌های اصلی شامل کنترل علف‌های‌هرز در دو سطح (کنترل و عدم کنترل) و کرت‌های فرعی شامل الگوهای مختلف کشت، کشت خالص (کشت خالص گلرنگ، کشت خالص عدس)، کشت مخلوط افزایشی (۱۰۰ درصد گلرنگ، ۲۵ درصد عدس)، (۱۰۰ درصد گلرنگ، ۵۰ درصد عدس)، (۱۰۰ گلرنگ، ۷۵ درصد عدس) و (۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس) و الگوی کشت جایگزینی (۵۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس) بود.

جهت کاشت دو گیاه گلرنگ و عدس، در آبان ماه ۱۳۹۸ عملیات زراعی به شرح زیر انجام گرفت. با استفاده از گاواهن قلمی زمین مورد نظر شخم زده شد. سپس با استفاده از فارور ردیف‌های کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. هر کرت فرعی به ابعاد  $3 \times 3$  بوده که در هر کرت شش ردیف کاشت ایجاد شد. تراکم نهایی در تیمارهای کشت خالص برای گلرنگ و عدس ۴۰ بوته در مترمربع بود که برای کشت مخلوط بر اساس درصدهای ذکر شده تراکم تعیین می‌گردد. در کشت خالص گلرنگ و عدس نیز شش ردیف به کشت خالص هر کدام از آن‌ها اختصاص یافت. در الگوی کشت مخلوط جایگزینی الگوهای کشت به صورت یک در میان به کشت گلرنگ و عدس اختصاص یافت. در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی ردیف‌های کشت با فاصله ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد و گیاه دوم روی ردیف‌های اضافه در بین ردیف‌های کشت، اضافه شد. نسبت‌های کاشت با افزایش تعداد بوته عدس در بین ردیف‌های کشت گلرنگ تنظیم گردید. در الگوهای مختلف کشت مخلوط افزایشی، ابتدا گلرنگ مشابه کشت خالص در ردیف‌های ۵۰ سانتی‌متری کشت شد و سپس مطابق الگوهای کشت مخلوط، بذور عدس با نسبت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تراکم آن در کشت خالص در بین ردیف‌های گلرنگ کشت شد.

کشت دو گیاه در اواخر آبان سال ۱۳۹۸ به روش دستی انجام شد بذر گلرنگ رقم صفا از پاکان بذر اصفهان و بذر عدس رقم گچساران از مرکز تحقیقات کشاورزی ایوان تهیه شد. پس از سبز شدن در مرحله سه یا چهار برگی تنک کردن صورت گرفت تا تراکم مورد نظر به دست آید. در تیمارهای کنترل،

در این معادله‌ها  $Y_{ss}$  و  $Y_{sl}$  به ترتیب عملکرد گلرنگ در کشت مخلوط و خالص و  $Y_{ll}$  و  $Y_{ls}$  به ترتیب عملکرد عدس در کشت مخلوط و خالص،  $Z_{sl}$  نسبت مخلوط گیاه گلرنگ و  $Z_{ls}$  نسبت مخلوط گیاه عدس است. داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار SAS آنالیز و مقایسه میانگین آن‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام پذیرفت. برای رسم شکل از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

### نتایج و بحث

تراکم، ماده خشک و تعداد گونه علف‌های هرز بر اساس جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر الگوی کاشت بر میزان تراکم بوته و وزن خشک علف‌های هرز در سطح یک درصد و بر تعداد گونه علف‌های هرز در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱).

و تعداد دانه در نیام اندازه‌گیری و محاسبه شد. برای گیاه گلرنگ نیز ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق و تعداد طبق در بوته اندازه‌گیری و محاسبه شد. سطح برگ هر دو گیاه در مرحله گلدهی با استفاده از دستگاه ATTACHMENT CI\_203 Ca CONVEYOR اندازه‌گیری گردید. برای محاسبه میزان سودمندی کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی و همچنین بررسی اثرات رقابتی بین گیاهان گلرنگ و عدس در کشت مخلوط، از شاخص‌های مختلف ارزیابی کشت مخلوط و رقابت، به شرح ذیل استفاده شد (دهیما و همکاران ۲۰۰۷ و وایلی ۱۹۹۰).

معادله (۱) نسبت برابری زمین (LER)

$$LER = \frac{Y_{ls}}{Y_{ss}} + \frac{Y_{ls}}{Y_{ll}}$$

معادله (۲) ضرایب ازدحام نسبی (RCC)

$$RCC (l) = \frac{Y_{ls} \times Z_{sl}}{(Y_{ll} - Y_{ls}) \times Z_{ls}} \quad RCC (s) = \frac{Y_{sl} \times Z_{ls}}{(Y_{ss} - Y_{sl}) \times Z_{ls}}$$

جدول ۱- تجزیه واریانس تعداد گونه، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط گلرنگ و عدس تحت شرایط عدم کنترل علف‌های هرز

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد گونه	تراکم بوته	وزن خشک
بلوک	۲	۹/۳۳ <sup>ns</sup>	۲۰۳/۶۲ <sup>ns</sup>	۲۵۶۶/۶۹ <sup>ns</sup>
الگوی کاشت	۶	۳۰/۱۶*	۱۳۸۷/۳۰**	۸۵۹۶/۵۷**
خطای آزمایشی	۱۲	۶/۴۴	۱۳۴/۷۳	۱۰۵۷/۱۲
ضریب تغییرات (%)	-	۲۸/۳۵	۲۱/۲۰	۲۲/۸۳

\*\*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد؛ ns: غیرمعنی‌داری باشد.

درصد عدس و ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس به‌دست آمد (جدول ۲). بیشترین وزن خشک علف‌های هرز در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز در الگوی کشت خالص عدس به‌میزان ۲۰۷ گرم در مترمربع حاصل شد و کمترین میزان وزن خشک علف‌های هرز (به ترتیب ۶۴/۲ و ۷۶/۶ گرم در مترمربع) در الگوهای کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس و ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس حاصل شد (جدول ۲).

بیشترین تعداد گونه علف‌های هرز (۱۳ گونه در مترمربع) در کشت خالص عدس و کمترین تعداد گونه علف‌های هرز (به ترتیب ۵/۳ و ۶/۲ گونه در مترمربع) در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس و ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس به‌دست آمد (جدول ۲). بیشترین میزان تراکم بوته علف‌های هرز در کشت خالص عدس به‌میزان ۸۲ بوته در مترمربع مشاهده شد و کمترین میزان تراکم علف‌های هرز (به ترتیب ۳۲ و ۲۶ بوته در مترمربع) در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰

جدول ۲- تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط عدس و گلرنگ بر تراکم، تعداد و ماده خشک علف‌های هرز

الگوی کاشت	تعداد گونه علف‌های هرز (گونه در مترمربع)	تراکم علف‌های هرز (بوته در مترمربع)	وزن خشک علف‌های هرز (گرم در مترمربع)
۱۰۰ گلرنگ+۰ عدس	۱۲/۷ <sup>ab</sup>	۷۸/۰ <sup>ab</sup>	۱۶۲/۶ <sup>ab</sup>
۱۰۰ گلرنگ+۲۵ عدس	۸/۰ <sup>bc</sup>	۵۸/۷ <sup>bc</sup>	۱۶۳/۲ <sup>ab</sup>
۱۰۰ گلرنگ+۵۰ عدس	۸/۷ <sup>abc</sup>	۴۵/۳ <sup>cd</sup>	۱۸۳/۲ <sup>ab</sup>
۱۰۰ گلرنگ+۷۵ عدس	۵/۳ <sup>c</sup>	۳۲/۰ <sup>d</sup>	۶۴/۳ <sup>c</sup>
۱۰۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	۶/۱ <sup>c</sup>	۲۶/۰ <sup>d</sup>	۷۶/۶ <sup>c</sup>
۵۰ گلرنگ+۵۰ عدس	۹/۳ <sup>abc</sup>	۶۱/۳ <sup>abc</sup>	۱۳۹/۵ <sup>b</sup>
۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	۱۳/۳ <sup>a</sup>	۸۲/۰ <sup>a</sup>	۲۰۷/۴ <sup>a</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

### کارایی مصرف نور

در تمام الگوهای کاشت تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز ارتباط بین کل ماده خشک گلرنگ و مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده ارتباطی خطی و ضریب همبستگی بالاتر از ۰/۷۵ بود. الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۱۰۰ درصد عدس تحت شرایط کنترل علف‌های هرز دارای بالاترین کارایی مصرف نور در گلرنگ (۴/۴۴ مگا ژول بر مترمربع) بود و کشت خالص گلرنگ تحت شرایط عدم کنترل علف‌های هرز کمترین کارایی مصرف نور (۲/۵۷ مگا ژول بر مترمربع) را دارا بود (جدول ۳).

در تمام الگوهای کاشت تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز ارتباط بین کل ماده خشک عدس و مجموع تابش فعال فتوسنتزی جذب شده در تمام الگوهای کاشت ضریب همبستگی بالاتر از ۰/۸ بود. الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۱۰۰ درصد عدس تحت شرایط کنترل علف‌های هرز بالاترین کارایی مصرف نور عدس (۴/۶۷ مگا ژول بر مترمربع) را دارا بود و کمترین مصرف کارایی نور در عدس (۲/۵۷۴ مگا ژول بر مترمربع) در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۲۵ درصد عدس بود که با الگوی کشت جایگزینی ۵۰ درصد گلرنگ+ ۵۰ درصد عدس (۲/۵۷ مگا ژول بر مترمربع) تفاوت نداشت (جدول ۳). شاخص سطح برگ گلرنگ در الگوی کشت افزایشی (۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس) در شرایط کنترل علف‌های هرز بیشترین میزان ۴ / ۵ را داشته

به‌نظر می‌رسد که کشت افزایشی عدس با گلرنگ نتیجه مطلوبی در کنترل علف‌های هرز گلرنگ داشت. پس می‌توان نتیجه گرفت در صورت انتخاب صحیح اجزای مخلوط و تراکم مناسب برای هر یک از آن‌ها، می‌توان از این شیوه برای مدیریت علف‌های هرز با تکیه بر اصول کشاورزی پایدار بهره برد. رونالد و چارلز (۲۰۱۲) عنوان کردند که در کشت مخلوط ذرت و کدو، با اضافه شدن بوته‌های کدو زیست‌توده علف‌های هرز کاهش یافت و سایه‌اندازی کدو بر علف‌های هرز را دلیل اصلی کنترل آن‌ها دانستند. منصور و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کمترین میزان ماده خشک علف‌های هرز در کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا حاصل شده است. کشت مخلوط گندم و شبدر زیرزمینی باعث کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در مقایسه با کشت خالص گندم شد (کامپالیکا و همکاران، ۲۰۱۴). ساماراجیو و همکاران (۲۰۰۶) کاهش جمعیت علف‌های هرز در کشت مخلوط سویا و ارزن را قدرت بالای پنجه‌زنی گیاه ارزن گزارش کردند. جمشیدی و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر کشت مخلوط لوبیا و ذرت بر کاهش علف‌های هرز گزارش کردند که کشت مخلوط افزایشی باعث کاهش علف‌های هرز و افزایش میزان عملکرد و زیست‌توده بیشتر در ذرت در مقایسه با کشت خالص می‌شود.

کشت خالص عدس و در دو شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز به ترتیب به میزان ۳ / ۶ و ۲ / ۷ مشاهده شده است (جدول ۷).

است در حالی که بیشینه شاخص سطح برگ در الگوی کشت مخلوط افزایشی (۱۰۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس) و شرایط عدم کنترل علف‌های هرز ۲ / ۹ بوده است. بیشینه شاخص سطح برگ در عدس در الگوی

جدول ۳- کارایی مصرف نور عدس و گلرنگ تحت تأثیر کشت مخلوط و علف‌های هرز

عدس		گلرنگ		الگوی کاشت	علف‌های هرز
R <sup>2</sup>	کارایی مصرف نور	R <sup>2</sup>	کارایی مصرف نور		
-	-	۰/۷۸۷	۲/۵۷۵	۱۰۰ گلرنگ+۰ عدس	عدم کنترل علف‌های هرز
۰/۹۵۶	۲/۵۷۵	۰/۸۸۰	۳/۳۵۴	۱۰۰ گلرنگ+۲۵ عدس	
۰/۹۶۷	۲/۷۷۴	۰/۸۷۲	۳/۸۴۹	۱۰۰ گلرنگ+۵۰ عدس	
۰/۸۶۸	۳/۲۷۸	۰/۸۵۵	۴/۳۳۷	۱۰۰ گلرنگ+۷۵ عدس	
۰/۸۹۳	۳/۱۶۵	۰/۸۵۶	۴/۱۵۴	۱۰۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	
۰/۹۷۴	۲/۵۷۷	۰/۸۰۳	۲/۸۵۳	۵۰ گلرنگ+۵۰ عدس	
۰/۸۶۳	۲/۶۷۴	-	-	۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	
-	-	۰/۸۶۴	۲/۹۸۰	۱۰۰ گلرنگ+۰ عدس	
۰/۹۶۵	۲/۹۱۶	۰/۸۵۳	۳/۵۸۰	۱۰۰ گلرنگ+۲۵ عدس	
۰/۹۴۵	۳/۶۳۸	۰/۹۴۱	۳/۳۵۱	۱۰۰ گلرنگ+۵۰ عدس	
۰/۹۷۸	۴/۴۳۳	۰/۸۸۵	۴/۱۶۴	۱۰۰ گلرنگ+۷۵ عدس	کنترل علف‌های هرز
۰/۹۳۲	۴/۶۷۷	۰/۹۵۲	۴/۴۴۲	۱۰۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	
۰/۸۹۸	۲/۶۴۷	۰/۹۴۳	۳/۲۰۴	۵۰ گلرنگ+۵۰ عدس	
۰/۹۳۱	۲/۷۳۱	-	-	۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	

کشت مخلوط ذرت و کدوی پوست کاغذی میزان کارایی مصرف نور در حالت مخلوط برای ذرت ۲۵ درصد و برای کدوی پوست کاغذی ۷۵ درصد افزایش نسبت به کشت خالص این گیاهان داشته است. دهمرده و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی شاخص‌های کارایی مصرف نور در کشت مخلوط ارزن و بادام‌زمینی گزارش نمودند که در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص این دو گیاه افزایش کارایی مصرف نور داشته است. نوریانی (۲۰۲۰) بیان داشت که در کشت مخلوط ذرت و ماش هر چه میزان تراکم ماش در کشت افزایش یافته است کارایی مصرف نور نیز افزایش پیدا می‌کند. خرمی‌وفا و همکاران (۲۰۱۹) بیان داشتند که در کشت مخلوط سیب‌زمینی و ذرت شیرین با افزایش تراکم ذرت میزان کارایی مصرف نور نیز افزایش داشته است و دلیل افزایش کارایی مصرف نور در کشت مخلوط برای این است که توزیع نور در کانوپی مخلوط بهتر

با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که کشت مخلوط باعث بهبود کارایی مصرف نور گلرنگ نسبت به کشت خالص آن‌ها شده است. احتمالاً افزایش کارایی مصرف نور از طریق اثرات تکمیل‌کنندگی کشت مخلوط به‌دست می‌آید، به گونه‌ای که فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن عدس نیز منجر به بهبود میزان فتوسنتز گلرنگ و در نتیجه تجمع ماده خشک نسبت به تابش جذب شده می‌شود که این موضوع منجر به افزایش کارایی مصرف نور گلرنگ در کشت مخلوط شد. افزایش کارایی مصرف نور در کشت مخلوط توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (رضوانی‌مقدم و همکاران، ۲۰۲۰؛ دهمرده و همکاران، ۲۰۱۹) آن‌ها بیان کردند که استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط یک راهکار اکولوژیک ضروری برای بهبود کارایی جذب و مصرف منابع برای توسعه پایدار تولید محصولات می‌باشد. سوری و همکاران (۲۰۲۰) بیان داشتند در



لوبیا در کلیه تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ذرت و لوبیا بیشتر بوده است.

### خصوصیات رشدی گلرنگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌های گلرنگ نشان داد اثر کنترل علف‌های هرز، الگوی کاشت و اثر متقابل آن‌ها بر حداکثر شاخص سطح برگ گلرنگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. ارتفاع بوته گلرنگ تحت تأثیر کنترل علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت. تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گلرنگ تحت تأثیر کنترل علف‌های هرز و الگوی کاشت قرار گرفتند (جدول ۴).

است. نصیری‌مطلاتی و همکاران (۲۰۱۴) در ارزیابی و کارایی مصرف نور در کشت مخلوط رازیانه و ماریتیغال گزارش کردند که استفاده از کشت مخلوط باعث افزایش کارایی مصرف نور می‌شود. یوسفی‌نیا و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی کارایی و جذب نور در کشت مخلوط شنبليله و شوید بیان کردند که شاخص سطح برگ، میزان جذب نور، تجمع ماده خشک و کارایی مصرف نور شنبليله و شوید در تمام تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی افزایش پیدا کرده است. مرادی و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که میزان جذب تشعشع توسط سایه‌انداز مخلوط ذرت-

جدول ۴- تجزیه واریانس خصوصیات زراعی گلرنگ تحت تأثیر کشت مخلوط و علف‌های هرز

منابع تغییر	درجه آزادی	حداکثر شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی برداشت	شاخص
بلوک	۲	۰/۰۹۶ <sup>NS</sup>	۱۰۶۸/۵۲ <sup>NS</sup>	۱/۵۱ <sup>NS</sup>	۲۷/۳۵ <sup>NS</sup>	۵/۱۴۶ <sup>NS</sup>	۳۷۴۲ <sup>NS</sup>	۳۱۳۳ <sup>NS</sup>	۱۲۰/۸۳ <sup>NS</sup>
کنترل علف‌های هرز	۱	۲۱/۵۷۶ <sup>**</sup>	۳۹۵۰/۱۲*	۱۱۹/۱۷ <sup>**</sup>	۷۸۱/۷۶ <sup>**</sup>	۰/۰۵۹ <sup>NS</sup>	۷۰۱۰*	۴۳۴۱۶۸*	۱۶/۳۹ <sup>NS</sup>
خطای اصلی	۲	۰/۰۲۷	۹۵/۵۳	۰/۷۲	۲/۹۷	۴/۴۰۱	۱۱۷۲	۵۰۱۵	۴۵/۱۸
الگوی کاشت	۵	۲/۳۵۱ <sup>**</sup>	۲۶/۶۶ <sup>NS</sup>	۲۶/۰۷ <sup>**</sup>	۱۲۵/۳۶ <sup>**</sup>	۳/۷۴۲ <sup>NS</sup>	۲۶۶۱۸ <sup>**</sup>	۱۶۵۰۸۳ <sup>**</sup>	۱۳۳/۷۵ <sup>NS</sup>
کنترل علف‌های هرز × الگوی کاشت	۵	۰/۲۵۹ <sup>**</sup>	۶۵/۰۷ <sup>NS</sup>	۱/۰۷ <sup>NS</sup>	۱۲/۲۷ <sup>NS</sup>	۱/۵۴۴ <sup>NS</sup>	۲۰۹۹ <sup>NS</sup>	۱۳۸ <sup>NS</sup>	۱۸/۱۵ <sup>NS</sup>
خطای فرعی	۲۰	۰/۰۰۸۶	۶۷/۱۰	۱/۵۹	۱/۵۹	۸/۹۶۹	۱۴۸۷	۲۰۸۶	۷۵/۴۸
ضریب تغییرات (%)	۳/۰۰	۹/۹۲	۸/۵۶	۱۲/۳۸	۱۰/۵۱	۱۲/۹۲	۵/۷۵	۲۴/۷۲	

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد، NS: غیرمعنی‌داری باشد.

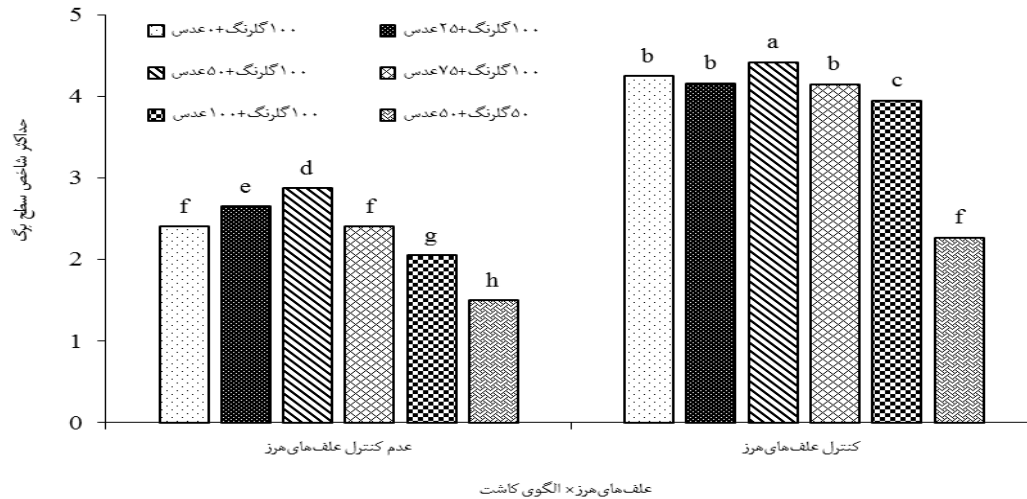
ارتفاع بوته را دارا بوده است (جدول ۵). عدم کنترل علف‌های هرز تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه گلرنگ به ترتیب ۳/۲۶، ۲۴/۶، ۲۷/۵ و ۲۴/۲ درصد در مقایسه با کنترل علف‌های هرز کاهش داد (جدول ۵). الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۲۵ درصد عدس بیشترین تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق را به خود اختصاص داد؛ که با الگوهای کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس و کشت مخلوط جایگزینی ۵۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس تفاوت معنی‌داری نداشتند و الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس و ۱۰۰ درصد گلرنگ +

حداکثر شاخص سطح برگ در شرایط کنترل علف‌های هرز در الگوی کشت افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس به میزان ۴/۵ مشاهده شد. این شاخص در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز در الگوی کشت افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس به میزان ۲/۹ مشاهده شد. در این شرایط شاخص سطح برگ در الگوی کشت خالص گلرنگ با الگوی کشت افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل ۱).

ارتفاع بوته گلرنگ تحت تأثیر کنترل علف‌های هرز بیشترین میزان ۹۳ سانتی‌متر را داشته است در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز به میزان ۲۲/۵ درصد کاهش

دانه گلرنگ نداشتند؛ اما کشت مخلوط جایگزینی و الگوهای کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۷۵ درصد عدس و ۱۰۰ درصد عدس و ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۱۰۰ درصد عدس باعث کاهش عملکرد گلرنگ شدند (جدول ۵).

۱۰۰ درصد عدس کمترین میزان این صفات را داشتند (جدول ۵). الگوهای کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۲۵ درصد عدس و ۱۰۰ درصد عدس و ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۵۰ درصد عدس تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیکی و



شکل ۱- حداکثر شاخس سطح برگ گلرنگ در الگوهای مختلف کشت مخلوط تحت تأثیر علف‌های هرز

جدول ۵- خصوصیات زراعی گلرنگ تحت تأثیر کشت مخلوط و علف‌های هرز

علف‌های هرز	ارتفاع بوته (cm)	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (g.m <sup>-2</sup> )	عملکرد بیولوژیکی (g.m <sup>-2</sup> )
کنترل	۹۳/۰۱ <sup>a</sup>	۱۶/۵۵ab	۳۷/۸۹ <sup>a</sup>	۲۸/۵۵ <sup>a</sup>	۳۲۱/۱۵ <sup>a</sup>	۹۰۳/۹۴ <sup>a</sup>
عدم کنترل	۷۲/۰۶ <sup>b</sup>	۱۲/۲۰de	۲۸/۵۷ <sup>b</sup>	۲۸/۴۷ <sup>a</sup>	۲۳۲/۸۹ <sup>b</sup>	۶۸۴/۳۱ <sup>b</sup>
الگوی کاشت						
۱۰۰ گلرنگ+۰ عدس	-	۱۴/۶۷c	۳۴/۱۴ <sup>b</sup>	۲۹/۳۵ <sup>a</sup>	۳۱۰/۲۵ <sup>a</sup>	۸۵۵/۵۸ <sup>ab</sup>
۱۰۰ گلرنگ+۲۵ عدس	-	۱۶/۹۲a	۳۷/۲۹ <sup>a</sup>	۲۹/۲۳ <sup>a</sup>	۳۳۱/۳۷ <sup>a</sup>	۸۹۷/۰۶ <sup>a</sup>
۱۰۰ گلرنگ+۵۰ عدس	-	۱۲/۷۵d	۲۷/۳۹ <sup>a</sup>	۲۷/۶۱ <sup>a</sup>	۲۳۷/۵۳ <sup>a</sup>	۸۴۳/۹۶ <sup>a</sup>
۱۰۰ گلرنگ+۷۵ عدس	-	۱۱/۷۵e	۲۷/۶۳ <sup>c</sup>	۲۷/۹۲ <sup>a</sup>	۲۴۷/۵۰ <sup>b</sup>	۸۲۰/۱۱ <sup>ab</sup>
۱۰۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	-	۱۶/۲۵ab	۳۵/۸۳ <sup>c</sup>	۲۷/۸۶ <sup>a</sup>	۱۷۹/۶۴ <sup>b</sup>	۴۶۰/۴۹ <sup>b</sup>
۵۰ گلرنگ+۵۰ عدس	-	۱۶/۰۸b	۳۷/۱۰ <sup>a</sup>	۲۹/۰۷ <sup>a</sup>	۳۵۵/۸۴ <sup>c</sup>	۸۸۷/۵۵ <sup>c</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

درصد معنی‌دار بود. تعداد نیام در بوته عدس تحت تأثیر الگوی کاشت و کنترل علف‌های هرز قرار گرفته است. عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی عدس تحت تأثیر کنترل علف‌های هرز و الگوی کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۶).

### خصوصیات رشدی عدس

بر اساس تجزیه واریانس داده‌های عدس حداکثر شاخس سطح برگ تحت تأثیر کنترل علف‌های هرز و الگوی کاشت در سطح یک درصد قرار گرفت. ارتفاع بوته عدس تحت تأثیر اثر متقابل کنترل علف‌های هرز و الگوی کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود. وزن صد دانه عدس تحت تأثیر الگوی کاشت و اثر متقابل کنترل علف‌های هرز و الگوی کاشت در سطح یک

جدول ۶- تجزیه واریانس خصوصیات زراعی عدس تحت تأثیر کشت مخلوط و علف‌های‌هرز

منابع تغییر	درجه آزادی	حداکثر شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی برداشت	شاخص
بلوک	۲	۰/۲۸۲۷ <sup>NS</sup>	۱۴/۸۰۸ <sup>NS</sup>	۳۲/۰۸۴ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۰۷ <sup>NS</sup>	۰/۲۷۳۷ <sup>NS</sup>	۱۷۳ <sup>NS</sup>	۳۵۸ <sup>NS</sup>	۱۰/۰۱ <sup>NS</sup>
کنترل علف‌های‌هرز	۱	۱/۴۰۴۲ <sup>**</sup>	۱۲۵/۶۶۴ <sup>NS</sup>	۷۷۴/۶۹۴ <sup>*</sup>	۰/۰۵۱۳ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۳۴ <sup>NS</sup>	۴۵۷۳۵ <sup>**</sup>	۱۷۳۰۸۷ <sup>**</sup>	۲۱۲/۹۶ <sup>NS</sup>
خطای اصلی	۲	۰/۰۱۰۴	۱۲/۱۳۳	۳۵/۳۶۴	۰/۱۱۴۴	۰/۲۱۵۳	۲۳۴	۲۷۴	۲۲/۰۵
الگوی کاشت	۵	۴/۳۳۲۶ <sup>**</sup>	۱۵۱/۵۵۰ <sup>**</sup>	۳۲۰/۱۱۰ <sup>**</sup>	۰/۱۴۹۶ <sup>NS</sup>	۰/۸۵۶۹ <sup>**</sup>	۲۷۳۳۳ <sup>**</sup>	۲۱۱۹۰ <sup>**</sup>	۳/۴۲۸ <sup>NS</sup>
کنترل علف‌های‌هرز × الگوی کاشت	۵	۰/۱۸۰۵ <sup>NS</sup>	۳۱/۹۹۶ <sup>**</sup>	۱۸/۳۵۰ <sup>NS</sup>	۰/۰۳۸۰ <sup>NS</sup>	۰/۳۴۶۸ <sup>**</sup>	۱۲۳۱ <sup>*</sup>	۳۹۶۱ <sup>**</sup>	۲۱/۹۸ <sup>NS</sup>
خطای فرعی	۲۰	۰/۰۹۳۲	۶/۱۶۱	۲۲/۸۳۱	۰/۱۱۵۸	۰/۰۶۸۵	۴۵۳	۶۶۳	۲۴/۸۶
ضریب تغییرات (%)		۱۴/۳۷	۷/۷۵	۱۲/۶۰	۲۸/۵۱	۵/۹۲	۱۲/۸۳	۵/۷۸	۱۳/۴۳

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد، NS: غیرمعنی‌دار می‌باشد.

نیام در بوته در الگوهای کاشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس به‌میزان ۲۸ بود که با الگوی کشت افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۷).

الگوهای کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس و ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس باعث کاهش وزن صد دانه عدس تحت هر دو شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز شدند (جدول ۸). بیشترین میزان عملکرد دانه عدس (۶۳۲ گرم در مترمربع) در شرایط کنترل علف‌های‌هرز در الگوی کشت خالص عدس محاسبه شد و کمترین میزان عملکرد دانه به‌میزان ۸۸/۱۳ گرم در مترمربع در الگوی کشت مخلوط ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۲۵ درصد عدس حاصل شده است (جدول ۸). در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز بیشترین میزان عملکرد بیولوژیکی در الگوی کشت خالص عدس به‌ترتیب به‌میزان ۸۳۰/۲۱ گرم در مترمربع و ۶۲۴/۰۵ بوده است؛ کمترین میزان عملکرد بیولوژیکی نیز در هر دو شرایط در الگوی کشت مخلوط ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۲۵ درصد عدس به‌ترتیب به‌میزان ۲۱۰/۱۴ گرم در مترمربع و ۱۴۸/۴۹ گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۸).

عدم کنترل علف‌های‌هرز حداکثر شاخص سطح برگ عدس را به میزان ۱۶/۸ درصد کاهش داد. بیشترین میزان شاخص سطح برگ عدس (۳/۱۹) در کشت خالص عدس مشاهده شد که با الگوی کشت افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس تفاوت معنی‌داری نشان داد. کمترین میزان شاخص سطح برگ در الگوی کشت مخلوط ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۲۵ درصد عدس به‌میزان ۰/۸۸ مشاهده شد. الگوی کشت جایگزین ۵۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس و الگوی کشت ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس نیز کمترین میزان شاخص سطح برگ در عدس را دارا بودند (جدول ۷).

بیشترین ارتفاع بوته عدس (۴۱/۳۹ سانتی‌متر) در الگوی کشت جایگزینی ۵۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس تحت شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز مشاهده شد. کمترین ارتفاع بوته عدس در الگوهای کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۲۵ درصد عدس تحت شرایط عدم کنترل و کشت خالص عدس در شرایط کنترل علف‌های‌هرز مشاهده شد (جدول ۸).

بیشترین میزان تعداد نیام در بوته (۲۳ نیام در بوته) در الگوی کاشت مخلوط جایگزینی ۵۰ درصد گلرنگ + ۵۰ درصد عدس و با الگوی کشت خالص عدس تفاوت معنی‌داری نشان نداشت مشاهده شد و کمترین میزان

جدول ۷- حداکثر شاخص سطح برگ و تعداد نیام در بوته عدس تحت تأثیر کشت مخلوط و علف‌های هرز

تعداد نیام در بوته	حداکثر شاخص سطح برگ	علف‌های هرز
۴۲/۵۴ <sup>a</sup>	۲/۳۲ <sup>a</sup>	کنترل
۳۲/۲۷ <sup>b</sup>	۱/۹۳ <sup>b</sup>	عدم کنترل
الگوی کاشت		
۴۳/۳۳ <sup>ab</sup>	۳/۱۹ <sup>a</sup>	۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس
۴۰/۳۰ <sup>b</sup>	۰/۸۸ <sup>d</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۲۵ عدس
۳۷/۷۳ <sup>b</sup>	۱/۷۳ <sup>c</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۵۰ عدس
۲۹/۸۷ <sup>c</sup>	۲/۳۰ <sup>b</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۷۵ عدس
۲۸/۹۷ <sup>c</sup>	۲/۹۰ <sup>a</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس
۴۷/۲۳ <sup>a</sup>	۱/۷۴ <sup>c</sup>	۵۰ گلرنگ+۵۰ عدس

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۸- خصوصیات زراعی عدس تحت تأثیر کشت مخلوط و علف‌های هرز

عملکرد بیولوژیکی (g.m <sup>-2</sup> )	عملکرد دانه (g.m <sup>-2</sup> )	وزن صد دانه عدس (g)	ارتفاع بوته (cm)	الگوی کاشت	علف‌های هرز
۶۲۴/۱ <sup>b</sup>	۲۰۱/۶ <sup>c</sup>	۴/۷۴ <sup>a</sup>	۲۸/۰۴ <sup>e</sup>	۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	
۱۴۸/۵ <sup>i</sup>	۴۷/۰ <sup>g</sup>	۴/۷۵ <sup>a</sup>	۳۱/۴۰ <sup>cde</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۲۵ عدس	
۲۹۰/۷ <sup>g</sup>	۹۸/۹ <sup>ef</sup>	۴/۶۱ <sup>a</sup>	۳۱/۰۳۸ <sup>de</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۵۰ عدس	عدم کنترل
۳۵۹/۱ <sup>f</sup>	۱۳۲/۴ <sup>de</sup>	۳/۸۱ <sup>cd</sup>	۲۹/۲۲ <sup>ab</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۷۵ عدس	علف‌های هرز
۴۸۷/۷ <sup>cd</sup>	۱۸۰/۵ <sup>c</sup>	۴/۰۱ <sup>bc</sup>	۳۱/۸۱ <sup>cde</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	
۳۴۴/۴ <sup>f</sup>	۱۲۱/۶ <sup>ef</sup>	۴/۶۶ <sup>a</sup>	۴۱/۳۹ <sup>a</sup>	۵۰ گلرنگ+۵۰ عدس	
۸۳۰/۳ <sup>a</sup>	۳۲۷/۶ <sup>a</sup>	۴/۶۸ <sup>a</sup>	۲۲/۵۸ <sup>f</sup>	۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	
۲۱۰/۱۴ <sup>h</sup>	۸۸/۱ <sup>f</sup>	۴/۵۰ <sup>a</sup>	۲۳/۳۶ <sup>f</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۲۵ عدس	
۴۲۲/۷ <sup>c</sup>	۱۶۷/۶ <sup>cd</sup>	۴/۷۹ <sup>a</sup>	۳۰/۹۰ <sup>de</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۵۰ عدس	کنترل
۵۲۴/۷ <sup>c</sup>	۲۰۱/۵ <sup>c</sup>	۴/۶۴ <sup>a</sup>	۳۲/۸۳ <sup>cd</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۷۵ عدس	علف‌های هرز
۶۵۱/۸ <sup>b</sup>	۲۴۲/۹ <sup>b</sup>	۳/۴۸ <sup>d</sup>	۳۵/۹۳ <sup>bc</sup>	۱۰۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	
۴۴۶/۹ <sup>de</sup>	۱۸۲/۰ <sup>c</sup>	۴/۳۶ <sup>ab</sup>	۳۵/۲۲ <sup>bcd</sup>	۵۰ گلرنگ+۵۰ عدس	

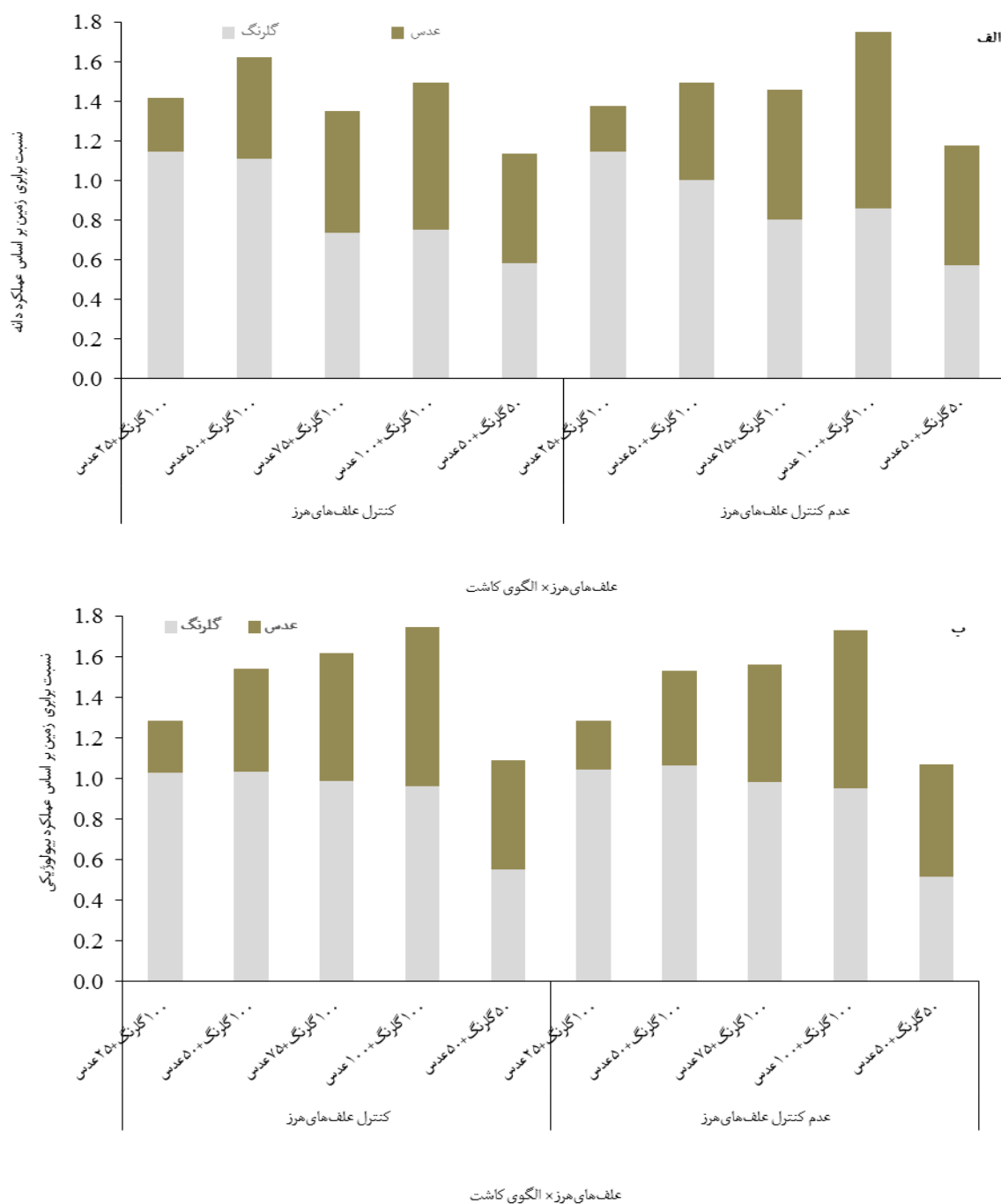
میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

## نسبت برابری زمین

بیشترین میزان نسبت برابری زمین کل بر اساس عملکرد دانه (۱/۷۵) در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۷۵ درصد عدس تحت شرایط عدم کنترل علف‌های هرز مشاهده شد که سهم عملکرد دانه گلرنگ و عدس به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۹۰ بود. میزان نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۱۰۰ درصد عدس تحت شرایط کنترل علف‌های هرز ۱/۵۰ بود و سهم عدس و گلرنگ به ترتیب ۰/۷۴ و ۰/۷۵ بود (شکل ۲ الف).

## بیشترین میزان نسبت برابری زمین بر اساس

عملکرد بیولوژیکی (۱/۷۳) در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۷۵ درصد عدس تحت شرایط عدم کنترل علف‌های هرز مشاهده شد که سهم عملکرد بیولوژیکی گلرنگ و عدس به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۷۸ بود. میزان نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد بیولوژیکی در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۱۰۰ درصد عدس تحت شرایط کنترل علف‌های هرز ۱/۷۵ بود و سهم عدس و گلرنگ به ترتیب ۰/۹۶ و ۰/۷۹ بود (شکل ۲ ب).



شکل ۲- نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه (الف) و عملکرد بیولوژیکی (ب) گلرنگ و عدس در الگوهای مختلف کشت مخلوط تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز

داد. در بین تیمارهای مختلف کشت گیاه گلرنگ نیز، نسبت ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۱۰۰ درصد عدس با ضریب ازدحام نسبی معادل ۶/۰۸۰ در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز برتری نشان دادند (جدول ۹). تحت

در بین تیمارهای مختلف کشت عدس، نسبت ۱۰۰ درصد گلرنگ+ ۱۰۰ درصد عدس در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز با ضریب ازدحام نسبی معادل ۸/۵۴۵ نسبت به سایر ترکیب‌های کشت مخلوط، برتری نشان

مزیت کشت مخلوط این نسبت در مقایسه با تک‌کشتی است (جدول ۹).

وایلی (۱۹۹۰) گزارش کرد، وقتی ضریب ازدحام نسبی یک گونه بیشتر از یک شود، آن گونه دارای عملکرد بیشتری است. با توجه به تفاوت مورفولوژیکی و خصوصیات فیزیولوژیکی این دو گونه، بروز چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نیست.

شرایط کنترل علف‌های‌هرز، در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط، گیاه گلرنگ از ضریب ازدحام نسبی بالاتری نسبت به گیاه عدس برخوردار بود، که نشان‌دهنده برتری گلرنگ از نظر رقابتی در مقابل عدس است. بیشترین مقدار این ضریب در نسبت ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۱۰۰ درصد عدس حاصل شد که نشان‌دهنده

جدول ۹- ضریب ازدحام نسبی و شاخص رقابت در الگوهای مختلف کشت مخلوط تحت شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های‌هرز

ضریب ازدحام نسبی		الگوی کاشت	علف‌های‌هرز
عدس	گلرنگ		
۱/۲۱۵	-۱/۹۷۵	۱۰۰ گلرنگ+۲۵ عدس	عدم کنترل علف‌های‌هرز
۱/۹۲۴	-۱/۹۹۷	۱۰۰ گلرنگ+۵۰ عدس	
۲/۵۴۹	۳/۰۶۷	۱۰۰ گلرنگ+۷۵ عدس	
۸/۵۴۵	۶/۰۸۰	۱۰۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	
-۱/۰۲۵	-۱/۰۲۱	۵۰ گلرنگ+۵۰ عدس	کنترل علف‌های‌هرز
۱/۴۷۲	-۱/۹۳۵	۱۰۰ گلرنگ+۲۵ عدس	
۲/۰۹۵	-۴/۹۰۴	۱۰۰ گلرنگ+۵۰ عدس	
۲/۱۳۱	۲/۱۱۷	۱۰۰ گلرنگ+۷۵ عدس	
۲/۸۶۷	۳/۰۶۴	۱۰۰ گلرنگ+۱۰۰ عدس	
-۱/۰۱۷	-۱/۰۱۴	۵۰ گلرنگ+۵۰ عدس	

لوبیا چشم بلبلی و ذرت باعث افزایش عملکرد، ثبات عناصر غذایی خاک، کاهش آفات و بیماری‌ها، کاهش ریسک، افزایش تنوع گونه‌ای و تولید علوفه در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بود. حمزه‌ئی و همکاران (۲۰۱۲) در ارزیابی تأثیر کشت مخلوط افزایشی خود و جو در شرایط کنترل علف‌های‌هرز گزارش کردند که وزن هزار دانه در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز به‌طور معنی‌داری بیشتر از شرایط کنترل علف‌های‌هرز بود. منصورى (۲۰۰۹) در کشت مخلوط ذرت و لوبیا بیان داشت که بیشترین میزان وزن صد دانه در کشت مخلوط جایگزین بوده است. حمزه‌ئی و همکاران (۲۰۱۲) در ارزیابی تأثیر کشت مخلوط افزایشی خود و جو در شرایط کنترل علف‌های‌هرز گزارش کردند که وزن هزار دانه در شرایط عدم کنترل علف‌های‌هرز به‌طور معنی‌داری بیشتر از شرایط کنترل علف‌های‌هرز بود. منیجت کومار و همکاران (۲۰۰۹) در ارزیابی

نتایج نشان دهنده افزایش عملکرد بیولوژیکی و دانه گلرنگ در شرایط کشت مخلوط و کنترل علف‌های‌هرز بود که مشابه نتایج سلیمانی‌پور و همکاران (۲۰۱۵) است. این محققان نشان دادند که تیمارهای تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز بالاترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت را تحت تأثیر تیمارهای آزمایش داشتند. با وجود این، تیمارهای کشت مخلوط از لحاظ عملکرد دانه و شاخص برداشت، مشابه یا برتر از تک‌کشتی‌های با علف‌هرز بودند. عملکرد دانه و شاخص برداشت در کشت مخلوط گندم+ باقلا در مقایسه با تک‌کشتی با علف‌هرز باقلا، به‌ترتیب ۱۰۲ و ۹۳ درصد بیشتر بود. Xu (۲۰۰۷) بیان داشت در کشت مخلوط ذرت و باقلا، عملکرد دانه ذرت تا ۴۳ درصد افزایش یافته است. این پژوهشگر بیان کرد که افزایش عملکرد دانه ذرت به خاطر تثبیت نیتروژن در ریشه‌های باقلا است. جودهن (۲۰۰۸) بیان داشت که کشت مخلوط

می‌شود به دلیل اینکه در کشت مخلوط گیاهان از عناصر غذایی، نور استفاده بیشتری می‌کنند که این عامل باعث کاهش رشد علف‌های هرز و افزایش راندمان مصرف منابع می‌شود.

#### نتیجه‌گیری کلی

رقابت علف‌های هرز شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه گلرنگ را کاهش دادند. همچنین شاخص سطح برگ، تعداد نیام در بوته و عملکرد عدس تحت شرایط رقابت علف‌های هرز کاهش یافتند. الگوهای مختلف کشت مخلوط افزایشی عدس و گلرنگ کارایی مصرف نور گلرنگ را افزایش دادند. بهترین الگوی کاشت برای به‌دست آوردن حداکثر عملکرد دانه گلرنگ و عدس الگوی کشت ۱۰۰ درصد گلرنگ + ۷۵ درصد عدس است. تفاوت در ساختار کانوپی عدس و گلرنگ می‌تواند دلیل بالا بودن عملکرد گلرنگ در الگوهای کشت مخلوط با عدس باشد و این موضوع نشان‌دهنده تأثیر مثبت عدس بر گلرنگ می‌باشد.

#### سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه ایلام در اجرای این پایان نامه تشکر می‌کنم.

سیستم‌های مختلف کشت مخلوط بیان داشتند که در بین الگوهای مختلف کشت، بیشترین تعداد شاخه فرعی، عملکرد، ارتفاع بوته و وزن خشک در نسبت‌های کاشت ۶۶:۳۳ و ۷۵:۲۵ (خردل- نخود) به‌دست آمد. محفوظ و میگور (۲۰۰۴) در بررسی کشت مخلوط کلزا و نخود گزارش کردند که کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن دانه، تعداد نیام کلزا و نخود داشت و در این بین کشت مخلوط به نسبت ۷۵:۲۵ (کلزا- نخود) دارای بیشترین عملکرد در بین الگوهای کشت را داشت. بر اساس نتایج آزمایش‌های مختلف انجام شده توسط محقق هنگامی که دو گونه مختلف با ارتفاع بوته، پوشش گیاهی و الگوی رشد متفاوت به صورت همزمان در کشت مخلوط قرار گیرند، کمترین رقابت را با یکدیگر ایجاد می‌کنند و این موضوع باعث افزایش عملکرد کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی می‌شود (خان و همکاران ۲۰۰۵، طهیر و همکاران ۲۰۰۳، اندرسون و همکاران ۲۰۰۷). کوچکی و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی کشت مخلوط نواری ذرت با لوبیا بر جذب و کارایی مصرف تشعشع را گزارش نمودند کارایی مصرف تشعشع در ذرت و لوبیا در تمامی الگوهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بوده است. ابدالی مشهدی (۲۰۰۶) در مقایسه کشت مخلوط و کشت خالص گزارش کرد که کشت مخلوط باعث افزایش عملکرد

#### منابع مورد استفاده

- Abdali Mashhadi A. 2006. The study of corn and sunflower intercropping in various rations and planting times. MSc. Dissertation, University of Tehran, Iran. (In Persian).
- Akunda EM. 2004. Improving food production by understanding the effects of intercropping and plant population on Soybean nitrogen fixing attributes. *Journal of Food Technology in Africa*, 6(4): 110-115.
- Ariel C E, Eduardo OA, Benito GE, and Lidia G. (2013). Effects of two plant arrangements in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merrill) intercropping on soil nitrogen and phosphorus status and growth of component crops at an Argentinean Argiudoll. *American Journal of Agriculture and Forestry*, 1(2): 22-31.
- Bagheri H, Andalibi B, and Azimi-Moghaddam R. (2012). Effect of atrazine anti transpiration application on improving physiological traits, yield and yield components of safflower under rain fed condition. *Journal of Crops Improvement*, 14(2): 1-16. (In Persian).

- Campiglia E, Mancinelli R, Radicetti E, and Baresel JP. 2014. Evaluating spatial arrangement for durum wheat (*Triticum durum Desf.*) and subclover (*Trifolium subterraneum L.*) intercropping systems. *Field Crops Research*, 169: 49-57.
- Corre-Hellou G, Dibet A, Hauggaard-Nielsen H, Crozat Y, Gooding M, Ambus P, & Jensen ES. 2011. The competitive ability of pea-barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. *Field Crops Research*, 122(3): 264-272.
- Dahmardeh M, and Keshtegar A. 2014. Evaluating yield and yield components of maize (*Zea mays L.*) in intercropping with peanut (*Arachis hypogaea L.*). *Journal Agricultural Ecological*, 6(2): 311-323.
- Dhima KV, Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, and Dordas CA. 2007. Competition indices of vetch and cereal intercrops in two ratio. *Field Crops Research*, 100: 249-256.
- Esmaelian Y, and Amiri, MB. 2021. Agronomic and economic evaluation of Safflower (*Carthamus tinctorius L.*) and Chickpea (*Cicer arietinum L.*) intercropping under micronutrient applications. *Journal of Crop Ecophysiology*, 15(57): 1-20. (In Persian).
- Goudriaan J, and Van Laar HH. 1994. *Modelling Potential Crop Growth Processes*. Kluwer Academic Press, 168 pp.
- Hamzei J, Seyedi M, Ahmadvand G, and Abutalebian MA. 2012. The effect of additive intercropping on weed suppression, yield and yield component of chickpea and barley. *Journal of Crop Production and Processing*, 2(3): 43-56. (In Persian)
- Jonathan DC. (2008). Intercropping with maize in sub-arid regions. Community planting and Analysis Definition and benefits of intercropping. Technical Brief. April, 16.
- Khan MR, Khan A, Wahab A, and Rashid A. 2005. Yield and yield components of wheat as influenced by intercropping of chickpea, lentil and rapeseed in different proportions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 42(3): 1-3.
- Klindt Andersen MH, Hauggaard-Nielsen J, Weiner A, and Steen Jensen E. 2007. Competitive dynamics in two- and three-component intercrops. *Journal of Applied Ecology*, 44: 545-551.
- Köpke U, & Nemecek T. 2010. Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*, 115(3): 217-233.
- Kubota A, Safina, SA, Shebl SM, Mohamed AEA, Ishikawa N, Shimizu K, Abdel Ghawad K, & Maruyama S. 2015. Evaluation of intercropping system of maize and leguminous crops in the Nile Delta of Egypt. *Tropical Agriculture and Development*, 59(1): 14-19.
- Mahfouz H, and Migawer, EA. 2004. Effect of intercropping, weed control treatment and their interaction on yield and its attributes of chickpea and canola. *Egyptian Journal of Applied Sciences*, 19(4): 84-101.
- Manjith Kumar BR, Chidenand M, Mansur PM, and Salimath S.C. 2009. Influence of different row proportions on yield components and yield of rabi crops under different intercropping systems. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 22(5): 1087-1089.
- Mansori A. 2009. Evaluate of corn and soybean intercroppiing in various planting dates. *Electronic Journal of Crop Production*, 3(1): 209-216.
- Mansouri M, Jamshidi K, Rastgoo M, and Saba J. 2013. H MansouriThe effect of additive Maize-bean intercropping on yield, yield components and weeds control in Zanjan climate conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 11(3), 31-43. (In Persian).
- Mikic A, Cupina B, Rubiales D, Mihailovic V, Sarunaite L, Fustec J, Antanasovic S, Krstic D, Bedoussac L, Zoric L, Dordevic V, Peric V, & Srebric M. 2015. Models, developments, and perspectives of mutual legume intercropping. In *Advances in Agronomy*, 130: 337-419.
- Mobasser HR, Vazirimehr MR, & Rigi K. 2014. Effect of intercropping on resources use, weed management and forage quality. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4: 706-713.



- Moradi R, Koocheki AR, and Nasiri Mahallati M. 2017. Evaluation of economical yield and radiation use efficiency of maize and cotton in sole and intercropping systems as affected by different levels of nitrogen. *Journal of Crop Production and Processing*, 7(2): 47-59. (In Persian).
- Ronald M, and Charles K. 2012. Weed suppression and component crops response in maize/pumpkin intercropping systems in Zimbabwe. *Journal of Agricultural Science*, 4(7): 231-236.
- Ruhlemann L, & Schmidtke K. (2015). Evaluation of monocropped and intercropped grain legumes for cover cropping in no-tillage and reduced tillage organic agriculture. *European Journal of Agronomy*, 65: 83-94.
- Samarajeewa KBPD, Takatsugu H, and Shinyo O. 2006. Finger millet (*Eleusine coracana L. Gearth*) as a cover crop on weed control, growth and yield of soybean under different tillage systems. *Soil and Tillage Research*, 90: 93-99.
- Singh Rajesh K, Kumar H, and Singh Amitesh K. 2010. Brassica based intercropping systems. *A Review Agriculture Sciences*, 31: 6-11.
- Soleimanpur L, Naderi RA, Bijanzadeh E, and Emam Y. 2015. Response of faba bean and pea yield and yield components to cereal-legume intercropping under weed competitions. *Journal of Cereals Research*, 8(1): 150- 163. (In Persian).
- Sori S, Amirnia R, Rezaei- chiyaneh E, Sheikh F. 2020. Evaluation of yield and yield components of different faba bean (*Vicia faba L.*) varieties in intercropping with triticale (*Triticum secale*). *Journal of Agroecology*, 12(1), 143-159. (In Persian).
- Stoltz E, and Nadeau E. 2014. Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize (*Zea mays L.*) and faba bean (*Vicia faba L.*). *Field Crops Research*, 169: 21-29.
- Tahir M, Malik MA, Tanveer A. and Ahmad, A. 2003. Competition functions of different canola-based intercropping systems. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(1): 9-11.
- Tsubo M, Walker S, and Ogindo HO. 2005. A simulation model of cereal legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. *Field Crops Research*, 93: 10-22.
- Undie UL, Uwah DF, and Attoe EE. 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. *Journal of Agricultural Science*, 4(4): 37-50.
- Willey RW. 1990. Resource use in intercropping systems. *Agriculture Water Management*, 17: 215-231.
- Xu J. 2007. Scientists Find why intercropping of faba bean with maize increases yields. [www. Horizoninternational tv. Org.](http://www.Horizoninternational.tv) 12-19.
- Yan S, Du X, Wu F, Li L, Li C, and Meng Z. (2014). Proteomics insights into the basis of interspecific facilitation for maize (*Zea mays*) in faba bean (*Vicia faba*)/maize intercropping. *Journal of Proteomics*, 109: 111-124.
- Yousefnia M, Bannayan M, and Khorramde S. 2014. Evaluation of radiation interception and use by fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) and dill (*Anethum graveolens L.*) intercropping canopy. *Journal of Agricultural Ecology*, 7(3): 412-424. (In Persian).