Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Effect of intercropping with barley (*Hordeum vulgare* L.) on dryland chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield, land use efficiency and weed control

Seyed Mohsen Seyedi[1*], Mahdi Eftekhari[2], Adel Ghadiri[3]

[1] Crop and Horticultural Science Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center Research and Education Center (AREEO), Arak, Iran, Email: mohsensayyedi@yahoo.com
[2] Expert of Organization of Agriculture-Jahad-Markazi, Arak, Iran, Email: m.53eftekhari@gmail.com
[3] Crop and Horticultural Science Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center Research and Education Center (AREEO), Arak, Iran, Email: adelgh_m@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2020/01/05
Revised: 2021/06/15
Accepted: 2021/07/03

Keywords:
Competition
Land equivalent ratio
Legumes
Relative value
Yield

ABSTRACT

Background and objectives: Intercropping is an important strategy for enhancing the sustainability of agriculture in the world by increasing food production and land use per unit area. Intercropping, which is defined as growing two or more species simultaneously in the same field during a growing season, is considered as an important strategy in developing sustainable production systems. In most cases, one of the plants introduced in intercropping is a plant from the legumes family. Chickpea is a plant that plays an important role in sustainable agriculture and soil fertility.

Materials and methods: In order to evaluation the effect of chickpea-barley intercropping on yield component, grain yield and weed control, an experiment was conducted at the Jahad Keshavarzi Shazand Research Station during 2019-2020 growing season. Experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications. Different experimental treatment were: 1- chickpea sole cropping without weeding, 2- chickpea sole cropping with weeding, 3- barley sole cropping (normal weed control by farmers), 4- additive intercropping of 100% chickpea + 15% barley, 5- additive intercropping of 100% chickpea + 30% barley, 6- additive intercropping of 100% chickpea + 45% barley, 7- additive intercropping of 100% chickpea + 60% barley and 8- additive intercropping of 100% chickpea + 75% barley. Intercropping systems was evaluated by using land equivalent ratio (LER) index.

Results: The results showed that most of the evaluated properties were affected by experimental treatments. The highest chickpea biological yield and grain yield (334 and 99 g m^{-2}, respectively) belonged to the chickpea sole cropping with weeding treatment. Also, the highest barley biological yield and grain yield (423 and 195 g m^{-2}, respectively) were obtained in its sole cropping treatment. In intercropping treatments, the highest grain yield of chickpea and barley (94 and 190 g m^{-2}, respectively) were obtained in additive intercropping of 100% chickpea + 15% barley and additive intercropping of 100% chickpea + 75% barley treatments, respectively. Also, intercropping treatments significantly reduced the weed density and total dry weight. Thus, all intercropping treatments had less weed density and biomass in comparison to chickpea sole cropping without weeding. The lowest weed density and biomass (7.3 plant per m^2 and 60 g m^{-2}, respectively) belonged to the additive intercropping of 100% chickpea +

75% barley treatment. In addition, in all intercropping treatments, the land equivalent ratio and relative value indices were higher than one, which indicates the usefulness of intercropping.

Conclusion: The results of this study showed that, chickpea-barley intercropping systems decreased chickpea grain yield in comparison with sole cropping with weeding treatment. In general, intercropping treatments was better than their sole cropping and associated with improving economic yield and land use efficiency. In general, it can be conuded that chickpea and barley intercropping controlling chickpea weeds better and higher than total yield than sole cropping of both chickpea and barley species and increases land use efficiency.

Cite this article: Seyedi, S.M., Eftekhari, M., Ghadiri, A. 2022. Effect of intercropping with barley (*Hordeum vulgare* L.) on dryland chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield, land use efficiency and weed control. *Crop Production*, 15 (1), 1-18.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJCP.2022.18676.2388
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۷۳۹x-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۳-۲۰۰۸
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

اثر کشت مخلوط با جو (*Hordeum vulgare* L.)، بر عملکرد، کارایی مصرف زمین و کنترل علف هرز نخود دیم (*Cicer arietinum* L.)

سیدمحسن سیدی[1*]، مهدی افتخاری[2]، عادل غدیری[3]

۱.بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران، رایانامه: mohsensayyedi@yahoo.com

۲.کارشناس جهاد کشاورزی استان مرکزی، اراک، ایران، رایانامه: m.53eftekhari@gmail.com

۳.بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران، رایانامه: adelgh_m@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۲

واژه‌های کلیدی:
ارزش نسبی
حبوبات
رقابت
عملکرد
نسبت برابری زمین

چکیده

سابقه و هدف: کشت مخلوط یک راهکار مهم برای افزایش پایداری کشاورزی با افزایش تولید غذا و استفاده از زمین در واحد سطح در جهان است. کشت مخلوط عبارت است از کشت هم‌زمان دو یا بیش از دو گونه در یک قطعه زمین در طول یک فصل زراعی، که یک روش مهم در توسعه سیستم تولید پایدار است. در بیش‌تر مواقع یکی از گیاهان وارد شده در کشت مخلوط گیاهی از خانوادهٔ حبوبات است. نخود گیاهی است که نقش مهمی در کشاورزی پایدار و حاصلخیزی خاک دارد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثر کشت مخلوط نخود و جو بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه و کنترل علف‌های هرز، آزمایشی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شازند انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- کشت خالص نخود بدون وجین علف‌هایهرز، ۲- کشت خالص نخود با وجین علف‌های هرز، ۳- کشت خالص جو (مبارزه معمول کشاورزان با علف هرز)، ٤- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۱۵ درصد جو بدون وجین، ۵- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۳۰ درصد جو بدون وجین، ٦- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ٤۵ درصد جو بدون وجین، ۷- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ٦۰ درصد جو بدون وجین و ۸- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو بدون وجین بودند. ارزیابی کشت مخلوط بر اساس شاخص نسبت برابری زمین صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اکثر صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه نخود (به‌ترتیب ۳۳٤ و ۹۹ گرم در متر مربع) به تیمار کشت خالص نخود با وجین علف‌هایهرز تعلق گرفت. بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک و دانه جو (به‌ترتیب ٤۲۳ و ۱۹۵ گرم در متر مربع) نیز در تیمار کشت خالص آن به‌دست آمد. در تیمارهای کشت مخلوط، بیش‌ترین عملکرد دانه نخود و جو (به‌ترتیب ۹٤ و ۱۹۰ گرم در متر مربع) به‌ترتیب در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۱۵ درصد جو و کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو به‌دست آمد. همچنین، تیمارهای کشت مخلوط تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز را به طور معنی‌داری کاهش دادند. به‌طوری که، کلیه تیمارهای کشت مخلوط دارای تراکم و بیوماس علف‌هرز

کم‌تری نسبت به تک کشتی بدون وجین نخود بودند. کم‌ترین میزان تعداد و بیوماس علف‌های هرز (به‌ترتیب ۷/۳ بوته در متر مربع و ٦۰ گرم در مترمربع) به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو تعلق گرفت. علاوه بر این، در کلیه تیمارهای مخلوط شاخص‌های نسبت برابری زمین و ارزش نسبی بالاتر از یک بودند که نشان از سودمندی کشت مخلوط دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که، سیستم کشت مخلوط نخود- جو باعث کاهش عملکرد دانه نخود در مقایسه با تیمار تک کشتی با وجین می‌شود، اما به‌طورکلی، در تیمارهای کشت مخلوط از لحاظ بهبود عملکرد اقتصادی و کارایی استفاده از زمین بهتر از تک کشتی آن‌ها بودند. به‌طورکلی، می‌توان اظهار داشت که کشت مخلوط نخود و جو، ضمن مهار بهتر علف‌های هرز مزرعه نخود، دارای عملکرد کل بیشتری نسبت به کشت خالص هر دو گونه نخود و جو بوده و کارایی استفاده از زمین را افزایش می‌دهد.

استناد: سیدی، س.م.، افتخاری، م.، غدیری، ع. (۱٤۰۱). اثر کشت مخلوط با جو (*Hordeum vulgare* L.)، بر عملکرد، کارایی مصرف زمین و کنترل علف هرز نخود دیم (*Cicer arietinum* L.). *تولید گیاهان زراعی*، ۱۵ (۱)، ۱۸-۱.

DOI: 10.22069/EJCP.2022.18676.2388

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

کشت مخلوط الگوی اقتباس شده از سیستم‌های پایدار طبیعی گیاهان از جمله مراتع و جنگل‌های بکر و دست نخورده می‌باشد که نشان می‌دهد طبیعت همواره ترکیب گونه‌ها را بر حالت تک گونه‌ای ترجیح می‌دهد (۲۵). رویش گیاهان زراعی به صورت توام، سابقه طولانی داشته و احتمالاً تاریخ آن به نخستین دوره‌هایی که بشر با کشاورزی آشنا گردیده بر می‌گردد. کشت گیاهان زراعی به صورت توام از مناطق استوایی شروع شده است و با افزایش ارتفاع از سطح دریا در مناطق استوایی تعداد گونه‌های ترکیب شونده در مخلوط کاهش می‌یابد. در کشاورزی سنتی ایران بر پایه استفاده حداکثر از عوامل محیطی و استفاده از روابط بین گیاهان به کشت مخلوط مبادرت می‌ورزیدند (۹، ۲۵). در بیش‌تر مواقع آزمایشات کشت مخلوط شامل گیاهان خانواده حبوبات و غلات هستند. کشت مخلوط حبوبات و غلات علاوه بر مزایایی مانند سودآوری بیش‌تر نسبت به تک کشتی و افزایش کیفیت محصولات باعث حاصلخیزی خاک می‌گردد (٦، ١٤، ٢٠، ٢٣، ٢٨، ٣٧).

علف‌های هرز گیاهان ناخواسته‌ای هستند که در اثر اعمال روش‌های مدیریتی اشتباه در مزرعه ظاهر می‌شوند. این گیاهان به عنوان عناصر نامطلوب و ناخواسته در کشاورزی شناخته شده‌اند که باعث افزایش هزینه‌ها و نیروی انسانی مورد نیاز و کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌شوند. رشد سریع و عادت تهاجمی علف‌های هرز باعث جذب مواد غذایی مورد نیاز گیاهان زراعی توسط آن‌ها می‌شود. کنترل علف‌های هرز اغلب به‌عنوان یکی از فواید کشت مخلوط شمرده می‌شود، که در آن یک گیاه در حین رقابت با علف‌های هرز، محیطی از زیست توده کم‌تر از علف‌هرز برای محصول دیگر فراهم می‌کند (۷، ۲۱، ٢٦، ٢٨، ٣٧). شاید شناخته شده‌ترین مثال، استفاده از گیاهان پوششی در بین ردیف‌های یک گیاه تک کشتی است. با حضور علف‌های هرز در یک مزرعه کشت مخلوط شامل دو گونه، بر پیچیدگی روابط افزوده می‌شود.

کنترل علف‌های هرز و کاهش رشد آن‌ها به‌دلیل رقابت گیاهان با علف‌های هرز باعث افزایش تولید در کشت مخلوط می‌شود، که از این قابلیت برای کاهش مصرف علف‌کش‌ها در مدیریت علف‌های هرز استفاده می‌کنند (٣٦). کشت مخلوط نقش با اهمیتی را در مدیریت تلفیقی آفات بازی می‌کند، کشت مخلوط برای کاهش جمعیت علف‌های هرز و آفات ضروری به نظر می‌رسد. لذا یکی از راهکارهای عملی برای کنترل علف‌های هرز و افزایش محصولات کشاورزی استفاده از کشت مخلوط است (۳، ۷). تفاوت فیزیولوژیکی و فنولوژیکی گونه‌های مختلف گیاهی عامل مهمی در کنترل علف‌های هرز می‌باشد و کشت مخلوط راهبردی موفق در کنترل علف‌های هرز است. در کشت مخلوط به دلایل مختلف از جمله پوشش دادن بهتر زمین، رقابت، سرعت رشد اولیه بیش‌تر، میزان و هجوم علف‌های هرز به نحو بارزی کاهش می‌یابد و به طور قابل توجهی از مصرف بیش از حد علف‌کش‌ها می‌کاهد (۲۵).

مشخص شده است که توانایی کشت مخلوط برای رقابت با علف‌های هرز به عواملی مانند ترکیب گیاهان زراعی، ارقام انتخابی، تراکم گیاهی، سهم هر یک از گیاهان زراعی در کشت مخلوط، ترتیب و فاصله قرار گرفتن آن‌ها از یکدیگر، حاصلخیزی خاک و وضعیت رطوبتی خاک بستگی دارد. قدرت رقابتی مخلوط از طریق فشار تراکم زیاد گیاهی که توسط ترکیب گونه‌های تشکیل‌دهنده مخلوط فراهم می‌شود، افزایش می‌یابد. در کشت‌های درهم به دلیل وجود چند گیاه و چند لایه‌ای بودن سیستم، مشکل علف‌های هرز کم‌تر از سیستم‌های تک کشتی گزارش

شده است (۳۶). در واقع کشت مخلوط افزایشی شرایطی را فراهم می‌کند که خسارت علف‌های هرز در این شرایط به حداقل ممکن می‌رسد (۲۸، ۳۵، ۳۷). در گزارشی اعلام شد کشت مخلوط افزایشی ذرت و ارزن دم روباهی در کنترل علف‌های هرز موفق عمل کرده است (۳۶). در مطالعه این محققین کلیه تیمارهای مخلوط توانستند زیست توده و تراکم علف‌های هرز را کاهش دهند. در پژوهشی روی کشت مخلوط افزایشی سورگوم و لوبیا چشم‌بلبلی اعلام شد که با افزایش نسبت لوبیا چشم‌بلبلی در مخلوط با سورگوم، زیست توده علف‌هرز به طور معنی‌داری نسبت به سورگوم خالص (بدون وجین) کاهش یافت (۳۵). در مطالعه‌ای اعلام شد کشت مخلوط جو با نخود توانست علف‌های هرز را به‌طور معنی‌داری کاهش داده و از خسارات آن‌ها بکاهد (۲۸). همین طور محققین دیگر اظهار داشتند کشت مخلوط غلات با برخی حبوبات مانند باقلا و نخود فرنگی سبب سرکوب هجوم علف‌های هرز شد (۳۷).

با توجه به سطح بالای کشت نخود و جو در ایران که مصرف نهاده‌های کشاورزی را بیش از گذشته ساخته است، به نظر می‌رسد که یافتن راه‌هایی برای کاهش مصرف فراورده‌های شیمیایی می‌تواند از آلوده شدن محیط زیست جلوگیری نموده و گامی مناسب در جهت پایداری کشاورزی در جهان برداشته شود. همان‌طور که ذکر شد یکی از مهم‌ترین روش‌های پایداری محیط زیست و کشاورزی، استفاده از کشت مخلوط گیاهان به جای تک کشتی آن‌ها است. با انجام کشت مخلوط و به خصوص کشت مخلوط گیاهان خانواده حبوبات نیاز به مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنه کاهش چشم‌گیری یافته و استفاده از سموم آفت‌کش و علف‌کش در این نوع کشت برطرف شده و یا به حداقل ممکن می‌رسد. مهم‌ترین اهداف اجرای این طرح علاوه بر رسیدن به پایداری بیش‌تر در محیط زیست و کشاورزی، بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دو گیاه نخود و جو در تک کشتی آن‌ها و کشت مخلوط با یکدیگر بود. بررسی شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص نیز از اهداف مهم این طرح بود. همچنین، بررسی نقش کشت مخلوط نخود با جو در مهار علف‌های هرز مزرعه نخود از دیگر اهداف اجرای این طرح بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شازند انجام گرفت. محل اجرای آزمایش در ٤٩ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی، ۳۳ درجه و ٤٦ دقیقه عرض شمالی و ۱۹۸۰ متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. نتایج آزمون خاک، بافت خاک را لومی رسی و pH آن را ۷/٤٦ نشان داد. در این آزمایش نخود به عنوان کشت اصلی و جو به‌عنوان محصول ثانویه در نظر گرفته شد. بذور نخود، رقم عادل از مرکز تحقیقات استان مرکزی و بذور جو آبیدر از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد.

زمین محل آزمایش که سال قبل به‌صورت نکاشت بود در اسفند ۱۳۹۸ تا عمق ۳۰ سانتی‌متری شخم زده شد. عملیات کاشت نخود و جو به‌طور هم‌زمان و در اواسط اسفند ماه با دست انجام گرفت. فاصله ردیف‌های کاشت برای نخود ۵۰ سانتی‌متر و برای جو ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بنابراین، در کشت خالص نخود، در هر کرت آزمایشی ۱۲ ردیف کاشت و در کشت خالص جو، در هر کرت آزمایشی ٢٤ ردیف کاشت قرار داشت. بین هر کرت فرعی نیم متر و هر کرت اصلی یک متر فاصله در نظر گرفته شد. در کشت مخلوط ردیف‌های کشت دو گیاه به‌صورت یک در میان بود و ردیف‌های کشت جو بنابر تراکم مورد نظر در بین ردیف‌های کشت نخود قرار گرفت.

تراکم کشت دو گیاه نخود و جو در حالت کشت ۱۰۰ درصد آن‌ها به‌ترتیب ٤٠ و ۳۵۰ بوته در مترمربع بود. ابعاد کرت‌های آزمایشی نیز به طول ٤/٥ و عرض ٦ متر بود. کنترل علف‌های هرز در کرت های دارای وجین ٦ مرتبه و به‌صورت دستی در طول فصل رشد انجام گرفت.

آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- کشت خالص نخود بدون وجین علف‌های‌هرز (NW-C100)، ۲- کشت خالص نخود با وجین علف‌های‌هرز (W-C100)، ۳- کشت خالص جو (مبارزه معمول کشاورزان با علف هرز که به‌صورت استفاده از علف‌کش توفوردی است) (B100)، ٤- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۱۵ درصد جو بدون وجین (C100B15)، ۵- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۳۰ درصد جو بدون وجین (C100B30)، ٦- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ٤٥ درصد جو بدون وجین (C100B45)، ۷- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ٦۰ درصد جو بدون وجین (C100B60) و ۸- کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو بدون وجین (C100B75) بودند. با توجه به رسیدگی هم‌زمان دو محصول، عملیات برداشت نخود و جو در ۳۰ تیر ماه ۹۹ انجام گرفت. بدین صورت که بعد از حذف دو ردیف از هرطرف و نیم متر از ابتدا و انتهای تمام ردیف‌ها به عنوان حاشیه، نمونه‌برداری از واحدهای آزمایشی به‌عمل آمد. برای سنجش اجزای عملکرد دانه، ۲۰ بوته جو و ۵ بوته نخود از هر کرت، و برای تعیین عملکرد نهایی دانه و عملکرد بیولوژیک هر دو گونه گیاهی، ۲ مترمربع از هر کرت برداشت شد. اجزای عملکرد مورد بررسی در گیاه جو شامل تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه و برای نخود تعداد تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه بود.

برای تعیین تراکم نهایی علف‌های هرز نیز از یک کوادرات یک متر مربعی استفاده شد و نمونه برداری از آن‌ها قبل از برداشت گیاهان زراعی صورت گرفت و پس از خشک کردن توزین شدند. در نهایت تراکم و وزن خشک علف‌های هرز محاسبه شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. کارایی کنترل علف‌های هرز و شاخص‌های ارزیابی سودمندی کشت مخلوط مطابق معادلات ارائه شده در جدول ۱ محاسبه شدند.

جدول ۱- معادلات مورد ارزیابی در پژوهش حاضر.

Table 1- Evaluated equations of this research.

شاخص Index	معادله Equation	منبع Reference
کارایی کنترل علف‌های هرز Weed control efficient	$((W_{SC}-W_{IC}) / W_{SC}) \times 100$	۳
نسبت برابری زمین Land equivalent ratio	$LER = \sum_{n=1}^{m} Yi/Yii$	۲۵
مجموع ارزش نسبی Relative value total	$RVT = (P_1Y_1 + P_2Y_2) / P_1Y_3$	

در روابط بالا W_{SC}, W_{IC}: به‌ترتیب وزن خشک علف‌هرز در کشت خالص نخود بدون وجین علف‌هرز و کشت‌های مخلوط نخود با جو، Yi: عملکرد یک گونه زراعی در کشت مخلوط و Yii: عملکرد همان گونه زراعی در زراعت تک کشتی، P_1 و P_2: قیمت محصول اصلی و همراه، Y_1 و Y_2: عملکرد محصول اصلی و همراه در کشت مخلوط و Y_3: عملکرد محصول اصلی در کشت خالص می‌باشند.

In above equations W_{SC} and W_{IC} are : weed dry weight in chickpea sole cropping without weeding and chickpea-barley intercropping, respectively, Y_i: intercropping yield of a crop, Y_{ii}: sole cropping yield of same crop, P_1 and P_2: price of main crop and compeer crop, Y_1 and Y_2: yield of main crop and compeer crop in intercropping Y_3: yield of main crop in sole cropping.

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح آماری پنج درصد توسط نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد و بیوماس کل علف‌های هرز: تعداد و بیوماس کل علف‌های هرز در این آزمایش محاسبه شد و مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت (جدول ۲). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تراکم و بیوماس کل علف‌های هرز به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد تحت تاثیر الگوی کشت قرار گرفتند (جدول ۲). به‌طوری که، تیمار تک کشتی نخود به فاصله زیادی از سایر تیمارها در بالاترین وضعیت از نظر تعداد و بیوماس کل علف‌های هرز بود (به‌ترتیب ۲۰/۳ بوته در مترمربع و ۲۲۲ گرم در مترمربع). تک کشتی جو و تمامی الگوهای کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری دارای تعداد و بیوماس علف‌هرز پایین‌تری نسبت به تیمار کشت خالص نخود بودند (جدول ۳). با انجام کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری از میزان تراکم علف‌های‌هرز مختلف کاسته شد. کم‌ترین میزان تعداد و بیوماس علف‌های‌هرز در تیمار کشت مخلوط ۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو به‌دست آمد (جدول ۳). همچنین، بیش‌ترین میزان کارایی کنترل علف‌های هرز (حدود ۷۳ درصد) متعلق به تیمار کشت مخلوط ۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد بود (شکل ۱). عمده‌ترین دلیل این موضوع به فرونشانی و سرکوب علف‌های هرز توسط کشت مخلوط افزایشی باز می‌گردد. محققین در پژوهشی گزارش نمودند که در کشت مخلوط گیاهان پوششی و گوجه فرنگی، گیاه چاودار تراکم و بیوماس علف‌های هرز را نسبت به تیمار تک کشتی گوجه‌فرنگی کاهش داد (۳٤). در بررسی کشت مخلوط نخود و گندم، اظهار شد که کشت مخلوط نخود و گندم به‌طور معنی‌داری تراکم و بیوماس علف‌های هرز را نسبت به کشت خالص این گیاهان کاهش داد (۳). در پژوهشی روی کشت مخلوط شوید–لوبیا اعلام شد که کشت مخلوط باعث کاهش تراکم علف‌های‌هرز شد. همچنین، کشت مخلوط ذرت با سه گونه مختلف لوبیا چشم بلبلی موجب کاهش وزن خشک علف‌هرز نسبت به کشت خالص ذرت گردید (۳۸). قدرت رقابتی سیستم کشت مخلوط با توجه به افزایش تراکم گونه‌های زراعی نسبت به کشت خالص هر گونه بیش‌تر خواهد بود که این عامل مهار مناسب علف‌های هرز را در پی دارد (۲، ۷، ۱۵، ۲۱، ۲٦، ۳۷).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر الگوی کشت بر تراکم و بیوماس علف های هرز.

Table 2- Analysis variance of effect of planting pattern on weed density and biomass.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تراکم Density	بیوماس Biomass
تکرار Repetition	2	6.33^{ns}	231.76^{ns}
الگوی کشت Planting pattern	6	82.74^{**}	11242.31^{*}
خطای آزمایش Error	12	4.38	354.15
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		17.81	16.92

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

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

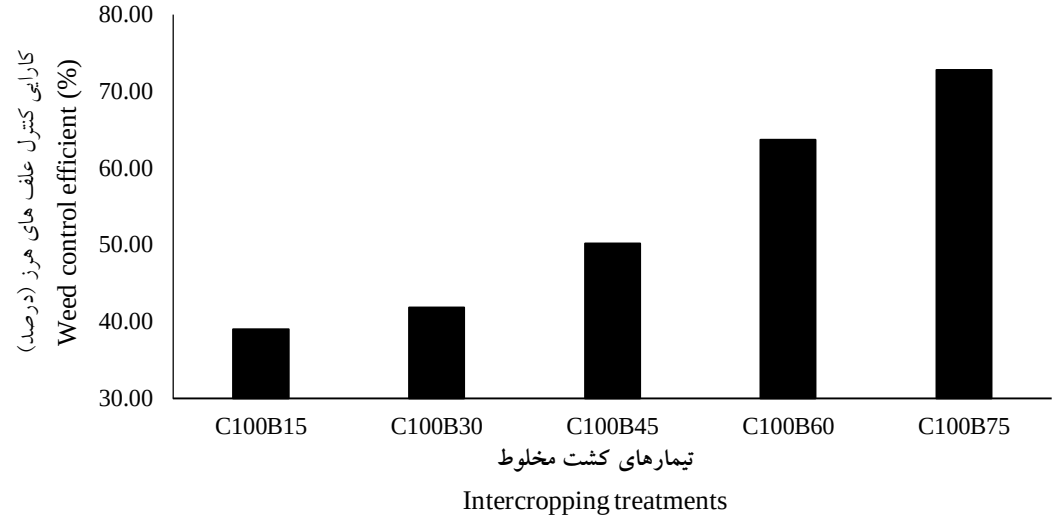
جدول ۳- مقایسه میانگین اثر الگوی کشت بر تراکم و بیوماس علف‌های هرز.

Table 3- Mean comparison of effect of planting pattern on weed density and biomass.

الگوی کشت Planting pattern	تراکم (تعداد در مترمربع) Density (No. per m^2)	بیوماس (گرم در مترمربع) Biomass (g m^{-2})
کشت خالص نخود بدون وجین Chickpea sole cropping without weeding	20.3[a]	222[a]
کشت خالص جو Barley sole cropping	5.0[d]	30[f]
۱۰۰ درصد نخود + ۱۵ درصد جو 100% Chickpea + 15% barley	16.3[a]	135[b]
۱۰۰ درصد نخود + ۳۰ درصد جو 100% Chickpea + 30% barley	12.6[a]	129[bc]
۱۰۰ درصد نخود + ٤٥ درصد جو 100% Chickpea + 45% barley	11.0[ab]	110[cd]
۱۰۰ درصد نخود + ٦۰ درصد جو 100% Chickpea + 60% barley	9.6[bc]	80[de]
۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو 100% Chickpea + 75% barley	7.3[d]	60[ef]

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

Means in a common letter are lacking in each group significant difference (LSD) test based on the level of five percent.



شکل ۱- کارایی کنترل علف‌های هرز در تیمارهای مختلف کشت مخلوط نخود و جو (C: نخود و B: جو و اعداد نشان‌دهنده درصد گیاه زراعی در تیمار کشت مخلوط است).

Figure 1- Weed control efficient in different chickpea-barley intercropping treatment (C: chickpea and B: barley and numbers indicated crop percent in intercropping treatment).

نخود: همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس (جدول ٤) مشاهده می‌شود الگوی کشت در سطح احتمال یک درصد بر ویژگی تعداد دانه در بوته معنی دار شد. بیش‌ترین تعداد دانه در بوته (١٤ دانه در بوته) به تیمار کشت خالص نخود با کنترل علف هرز تعلق گرفت با انجام کشت مخلوط نخود و جو، افزایش رقابت میان گیاهان زراعی به کاهش تعداد دانه در بوته منجر شد. تداخل بین اجزای مخلوط به مراتب ضعیف‌تر از تداخل بین این اجزا با علف‌های هرز است و بنابراین، تصور می‌شود که کشت مخلوط،

رشد علف‌های هرز را بیش از کشت‌های خالص کاهش می‌دهد (۱۷). در کشت مخلوط لوبیا و ریحان اظهار شد که کشت مخلوط و کنترل علف‌هرز تعداد غلاف و دانه را در هر دو گونه زراعی تحت تاثیر قرار داد، به‌طوری که تیمارهای عدم کنترل علف‌هرز به‌طور معنی‌داری دارای تعداد غلاف و دانه دانه کم‌تری در بوته بودند (۱). در کشت مخلوط نخود و جو بهاره کاهش اجزای عملکرد از جمله تعداد غلاف و دانه در بوته نخود را گزارش شد (۱۷). البته در مطالعه آن‌ها همانند تحقیق حاضر الگوهای کشت مخلوط دارای تعداد دانه بیش‌تری از کشت خالص بدون کنترل علف‌هرز بودند. قدرت رقابتی سیستم کشت مخلوط به واسطه افزایش تراکم گونه‌های زراعی نسبت به کشت خالص هر گونه بیشتر خواهد بود که این عامل مهار مناسب علف‌های‌هرز و در نتیجه آن بهبود عملکرد و اجزای عملکرد را در پی دارد (۲، ۲۶).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر الگوی کشت بر صفت وزن صد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. (جدول ٤). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌طور کلی، مقدار وزن صد دانه در تیمارهای مخلوط کم‌تر از خالص است (جدول ۵). بیش‌ترین و کم‌ترین وزن صد دانه (به‌ترتیب ۱۹/۱ و ۱۶/۵ گرم) به‌ترتیب در تیمارهای کشت خالص نخود با کنترل علف هرز و کشت خالص نخود بدون کنترل علف هرز مشاهده شد. با انجام کشت مخلوط نخود و جو، افزایش رقابت میان گیاهان زراعی به کاهش تعداد دانه در بوته نسبت به تک کشتی با وجین منجر شد. به نظر می‌رسد بر اثر افزایش رقابت در کشت مخلوط و کاهش منابع محیطی در دسترس وزن دانه در کشت مخلوط کاهش یافته که در این مطالعه نیز این موضوع تحقق یافت. در واقع احتمالاً دلیل کاهش وزن صد دانه در الگوهای کشت مخلوط رقابت شدید بین گونه‌های زراعی با یکدیگر و همچنین، با علف‌های هرز بوده است که سبب کاهش سهم مواد پرورده رسیده به این دانه‌ها می‌شود. پژوهش‌گرانی اعلام کردند وزن صد دانه گیاهان در سیستم کشت مخلوط نسبت به کشت خالص تا حدودی کاهش می‌یابد (۱۶، ۱۷). در تحقیقی نیز وزن صد دانه نخود در کشت مخلوط نخود-کنجد، از کشت خالص به سمت کشت مخلوط دارای شیب کاهشی بود (۳۱).

عملکرد دانه و بیولوژیک، در سطح احتمال پنج درصد تحت تاثیر الگوی کشت قرار گرفت (جدول ٤). بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک و دانه نخود (به‌ترتیب ۳۳٤ و ۹۹ گرم در مترمربع) در تیمارهای کشت خالص با وجین به‌دست آمد. همچنین، کم‌ترین عملکرد بیولوژیک و دانه نخود (به‌ترتیب ۱٦۱ و ٤۱ گرم در متر مربع) در تیمار کشت خالص بدون وجین مشاهده شد (جدول ۵). قابل ذکر است که در این دو ویژگی تیمار تک کشتی نخود با کنترل علف هرز با تیمارهای کشت مخلوط نخود با ۱۵ و ۳۰ درصد جو در یک سطح آماری قرار داشتند. در دیگر تیمارهای کشت مخلوط به همراه عدم کنترل علف هرز، عملکرد بیولوژیک و دانه نخود بطور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری که کم‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک و دانه نخود (به‌ترتیب ۱۸۵ و ٤۸ گرم در متر مربع) در تیمار ۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو به‌دست آمد. در تیمار تک کشتی نخود بدون وجین مشاهده شد که با توجه به تعداد و بیوماس کل علف‌های هرز که بیش‌ترین مقدار را داراست (به‌ترتیب ۲۰/۳ بوته در متر مربع و ۲۲۲ گرم در مترمربع) مشخص می‌شود که با افزایش هجوم علف‌های هرز کاهش عملکرد دانه نخود بسیار معنی‌دار و چشم‌گیر بود. این در حالی است که در تیمارهای کشت مخلوط کاهش عملکرد دانه نخود روند ملایم‌تری نشان داد (جدول ۵). این موضوع بیان‌گر موفقیت گیاه جو در کنترل علف‌های هرز

مزرعه نخود در حالت کشت مخلوط است. در واقع، علف‌های هرز دارای قدرت رقابت بالاتری با نخود بوده و توانسته‌اند عملکرد نخود را در کشت خالص بیش‌تر کاهش دهند، ولی در مورد جو این موضوع عینیت نداشته است که به نظر می‌رسد به دلیل ویژگی‌های این گیاه از جمله تراکم کاشت و ارتفاع بیشتر و ئسایه‌اندازی باشد (۲۵). در مطالعات دیگر نیز کاهش عملکرد بیولوژیک گیاهان مختلف در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی گزارش شده است (۱٦، ۱۸). ممکن است به‌دلیل افزایش رقابت در کشت مخلوط و کاهش منابع محیطی در دسترس، عملکرد هر یک از گونه‌ها در کشت مخلوط کاهش یابد. با این حال، افزایش عملکرد بیولوژیک در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی بدون کنترل علف‌هرز نشان از نقش مثبت کشت مخلوط در کنترل علف‌های‌هرز دارد (۲٦)، ضمن اینکه مجموع تولید گونه‌های زراعی جبران کاهش عملکرد را خواهد نمود (۱۰، ۳۰). در تحقیقی بر روی کشت مخلوط سورگوم و لوبیا چشم بلبلی اظهار شد که تک کشتی سورگوم عملکرد کم‌تری نسبت به مخلوط افزایشی این دو گیاه داشته است که علت این کاهش عملکرد دانه سورگوم همانند تحقیق حاضر خسارت شدیدتر علف‌هرز به تک کشتی سورگوم نسبت به کشت مخلوط آن اعلام شد (۳۵). پژوهش‌گران بسیاری به نقش موثر کشت مخلوط در کاهش خسارات علف‌های هرز اشاره کرده‌اند (۲، ۲۱، ۲٦). در تیمارهای کشت مخلوط جایگزینی با کاهش تراکم نخود در واحد سطح به طور طبیعی از عملکرد دانه نخود کاسته شد. محققین دیگری نیز در مطالعه‌ی خود روی ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی اظهار کردند که کشت مخلوط کنجد نسبت به کشت خالص آن دارای عملکرد دانه کم‌تری بود، همچنین، با کاهش تراکم کنجد در کشت مخلوط، عملکرد دانه آن به میزان بیش‌تری کاهش یافت (۳۱). در گیاه نخود نیز کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی قابل مشاهده بود. در مطالعاتی اظهار شد افزایش تراکم گونه‌های زراعی در کشت مخلوط هرچند باعث مهار بهتر علف‌های هرز شده ولی کاهش معنی‌دار عملکرد دانه را در پی دارد (۳، ۱٦، ۱۷). با اینکه کاهش عملکرد دانه در اکثر مطالعات کشت مخلوط گزارش شده (۲، ۳، ۳۳) ولی مجموع تولید گونه‌های زراعی جبران کاهش عملکرد را نسبت به کشت خالص گونه‌ها خواهد نمود (٤، ۵، ۱۰، ۱۲، ۱۵)، ضمن اینکه نباید نقش این سیستم را در کنترل غیر شیمیایی علف‌های‌هرز که راهی مناسب در جهت حفظ محیط زیست است فراموش کرد (۱۸، ۲٦).

جدول تجزیه واریانس (جدول ٤) نشان داد که الگوی کشت در سطح احتمال یک درصد بر ویژگی شاخص برداشت معنی‌دار است. بیش‌ترین میزان شاخص برداشت (۲۹/۸ درصد) به تیمار کشت خالص نخود با کنترل علف هرز تعلق گرفت. دلیل این امر می‌تواند افزایش رقابت به علت حضور سایر گونه‌ها در حالت‌های کشت مخلوط و عدم کنترل علف‌هرز باشد که سبب کاهش منابع محیطی در دسترس گیاه زراعی می‌گردد. نتایج تحقیقی در مورد پتانسیل کنترل علف‌هرز دو گیاه لوبیا و ریحان بذری در شرایط کشت مخلوط حاکی از این بود که شاخص برداشت هر دو گیاه در تیمارهای کشت مخلوط و بدون کنترل علف هرز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۱) که این نتایج با یافته های تحقیق حاضر هماهنگ است. همچنین، شاخص برداشت بیش‌تری در کشت خالص نخود نسبت به تیمارهای کشت مخلوط آن با کنجد گزارش شده است (۳۱).

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر الگوی کشت بر اجزای عملکرد و عملکرد نخود.

Table 4- Analysis variance of effect of planting pattern on yield component and chickpea yield.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد دانه در بوته No. grain per plant	وزن صد دانه Grain-100-weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Repetition	2	1.33^{ns}	0.24^{ns}	1585.71^{ns}	138.47^{ns}	0.42^{ns}
الگوی کشت Planting pattern	6	24.26^{**}	2.53^{*}	15322.31^{**}	1563.31^{**}	6.62^{*}
خطای آزمایش Error	12	1.72	0.86	1497.93	108.19	1.75
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		12.64	5.19	14.54	14.21	12.64

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

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

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر الگوی کشت بر اجزای عملکرد و عملکرد نخود.

Table 5- Mean comparison of effect of planting pattern on yield component and chickpea yield.

الگوی کشت Planting pattern	تعداد دانه در بوته No. grain per plant	وزن صد دانه (گرم) Grain-100-weight (g)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield (g m^{-2})	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield (g m^{-2})	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
کشت خالص نخود با وجین Chickpea sole cropping with weeding	14.0^{a}	19.1^{a}	334^{a}	99^{a}	29.8^{a}
کشت خالص نخود بدون وجین Chickpea sole cropping without weeding	6.0^{d}	16.5^{c}	161^{d}	41^{e}	25.4^{c}
۱۰۰ درصد نخود + ۱۵ درصد جو 100% Chickpea + 15% barley	13.0^{a}	18.5^{ab}	323^{a}	94^{ab}	28.0^{ab}
۱۰۰ درصد نخود + ۳۰ درصد جو 100% Chickpea + 30% barley	12.0^{ab}	18.4^{ab}	314^{a}	89^{ab}	27.6^{abc}
۱۰۰ درصد نخود + ٤٥ درصد جو 100% Chickpea + 45% barley	10.3^{bc}	18.0^{bc}	276^{ab}	75^{bc}	27.4^{bc}
۱۰۰ درصد نخود + ٦٠ درصد جو 100% Chickpea + 60% barley	9.3^{c}	17.5^{bc}	246^{bc}	64^{cd}	26.3^{bc}
۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو 100% Chickpea + 75% barley	8.0^{cd}	17.0^{bc}	185^{cd}	48^{de}	26.0^{bc}

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

Means in a common letter are lacking in each group significant difference (LSD) test based on the level of five percent.

جو: نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفت تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه جو نشان داد اثر الگوی کشت بر این صفات معنیدار است (جدول ٦). بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه به ترتیب از تیمارهای تک کشتی جو و تیمار ۱۰۰ درصد نخود + ۱۵ درصد جو به‌دست آمد (جدول ۷). به نظر می‌رسد که رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی در این تیمارهای مخلوط باعث کاهش تعداد سنبله‌های جو و در نتیجه باعث کاهش تعداد دانه و وزن آن در بوته شده است. این یافته‌ها منطبق با یافته‌های پژوهش‌گران در مورد اثر علف‌های هرز بر کاهش تعداد دانه در بوته جو در متر مربع است

(١٦). در بررسی عملکرد دانه جو و رشد علف‌های هرز در سیستم تک کشتی و مخلوط با نخود اعلام شد که تعداد دانه در بوته تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای کشت خالص کاهش می‌یابد (١٧). این پژوهش‌گران در مطالعه خود اظهار داشتند که می‌توان نتیجه گرفت در شرایط کشت مخلوط و با اعمال کنترل بر علف‌هرز تعداد دانه در بوته در جو افزایش خواهد یافت، زیرا در این شرایط از بار رقابتی علف‌های هرز و در نتیجه خسارت ایجاد شده توسط آن‌ها کاسته شده و گیاه زراعی با استفاده بهتر از منابع محیطی به تولید بیش‌تری خواهد پرداخت. نتایج سایر پژوهش‌گران نیز از کاهش وزن هزار دانه جو در اثر رقابت با علف‌های هرز حکایت دارد (١٦). محققین مختلفی نیز بر کاهش وزن هزار دانه گیاهان مختلف زراعی در کشت مخلوط تاکید کرده‌اند (١٣، ٣٦).

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از این بود که عملکرد دانه و بیولوژیک جو در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر الگوی کشت قرار می‌گیرد (جدول ٦). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه و بیولوژیک جو (به‌ترتیب ٤٢٣ و ١٩٥ گرم در مترمربع) به تیمار تک کشتی این گیاه تعلق دارد (جدول ٧). کم‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک و دانه جو (به‌ترتیب ٥٩ و ٢٤ گرم در مترمربع) در تیمار کشت مخلوط ١٠٠ درصد نخود + ٣٠ درصد جو مشاهده شد. در تیمارهای کشت مخلوط، عملکرد دانه و بیولوژیک جو به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که این کاهش علاوه بر اینکه به‌دلیل کاهش میزان تراکم جو بود، می‌تواند به سبب رقابت درون گونه‌ای و برون گونه‌ای (رقابت جو با نخود و نیز رقابت جو با علف‌های هرز) در کشت مخلوط باشد. همان‌گونه که در مورد نخود نیز ذکر شد میزان کاهش عملکرد دانه جو نیز در الگوهای کشت مخلوط که رقابت علف‌های هرز در آن‌ها بسیار شدیدتر بود (تیمارهای ١٠٠ درصد نخود + ١٥ و ٣٠ درصد جو)، بیش‌تر نمایان بود.

جدول ٦- تجزیه واریانس اثر الگوی کشت بر اجزای عملکرد و عملکرد جو.

Table 6- Analysis variance of effect of planting pattern on yield component and barley yield.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد دانه در بوته No. grain per plant	وزن هزار دانه Grain-1000-weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Repetition	2	1.50^{ns}	22.6^{ns}	753.16^{ns}	618.50^{ns}	31.84^{ns}
الگوی کشت Planting pattern	5	10.53^{*}	8.48^{*}	49994.76^{**}	1089253^{**}	13.52^{ns}
خطای آزمایش Error	10	2.83	2.48	978.43	346.23	17.25
ضریب تغییرات(درصد) CV (%)		8.01	5.23	14.29	18.66	9.34

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

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

در واقع، علف‌های هرز که اجزای عملکرد جو را بر اثر ایجاد محدودیت در جذب منابع توسط این گیاه زراعی مورد نقصان قرار داده بودند، در نهایت نیز باعث کاهش عملکرد دانه شدند. بسیاری از پژوهش‌گران نیز در مطالعات خود این یافته ها را تایید کرده‌اند (٣، ١٣). در الگوهای کشتی که تراکم جو از حد معمول پایین‌تر آمده بود نیز کاهش عملکرد دانه آن طبیعی بود. در مطالعه روی ارزیابی عملکرد و

اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط سری های جایگزینی اظهار شد کـه کشـت مخلـوط کنجـد نسبت به کشت خالص آن عملکرد دانه کم‌تری داشت همچنین، با کاهش تراکم کنجد در کشـت مخلـوط از عملکردهای دانه به میزان بیش‌تری کاسـته شـد (۳۱). جدول تجزیه واریانس (جدول ٦) نشان داد که الگوی کشت بر ویژگی شاخص برداشت جو معنی نشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر الگوی کشت بر اجزای عملکرد و عملکرد جو.

Table 7- Mean comparison of effect of planting pattern on yield component and barley yield.

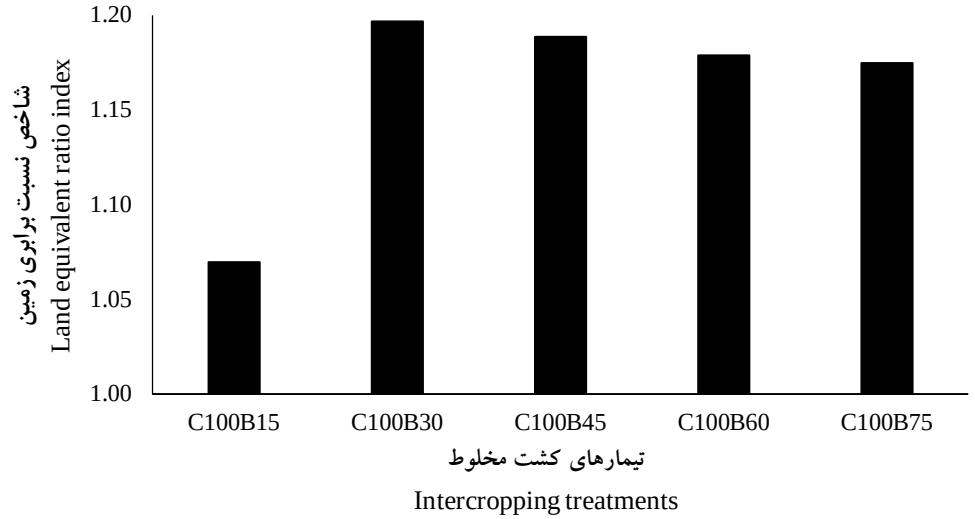
الگوی کشت Planting pattern	تعداد دانه در بوته No. grain per plant	وزن هزار دانه(گرم) Grain-1000-weight (g)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع) Biological yield ($g\ m^{-2}$)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield ($g\ m^{-2}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
کشت خالص جو Barley sole cropping	23.6^{a}	32.6^{a}	423^{a}	195^{a}	46.1^{a}
۱۰۰درصد نخود + ۱۵ درصد جو 100% Chickpea + 15% barley	18.3^{c}	6.27^{c}	59^{e}	24^{e}	40.6^{a}
۱۰۰ درصد نخود + ۳۰ درصد جو 100% Chickpea + 30% barley	19.6^{bc}	29.3^{bc}	125^{d}	57^{de}	44.0^{a}
۱۰۰ درصد نخود + ٤٥ درصد جو 100% Chickpea + 45% barley	20.6^{abc}	29.6^{bc}	183^{c}	83^{cd}	45.1^{a}
۱۰۰ درصد نخود + ٦۰ درصد جو 100% Chickpea + 60% barley	21.6^{ab}	30.3^{abc}	226^{c}	103^{bc}	45.4^{a}
۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو 100% Chickpea + 75% barley	22.0^{ab}	31.0^{ab}	295^{b}	190^{a}	45.6^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

Means in a common letter are lacking in each group significant difference (LSD) test based on the level of five percent.

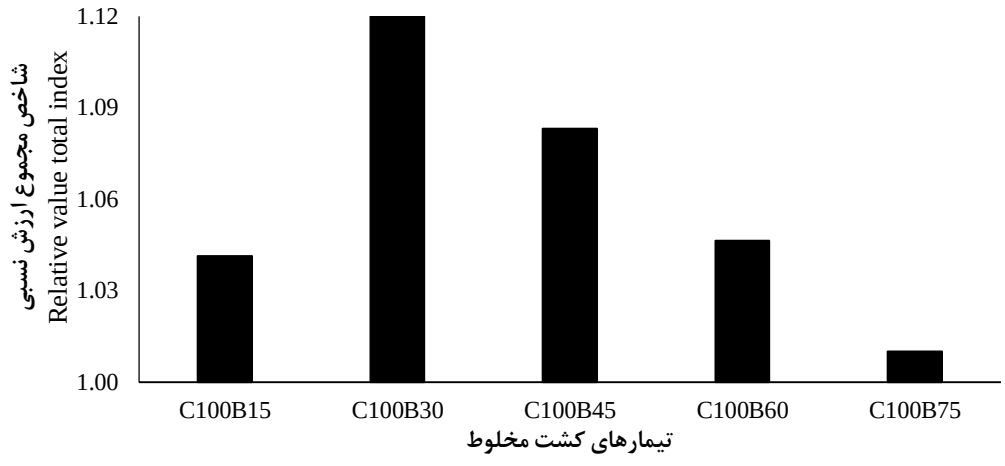
شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط: بررسی شاخص نسبت برابری زمین در این مطالعه نشان داد کـه کلیـه تیمارهای کشت مخلوط دارای شاخص نسبت برابری زمین بالاتر از یک بودند (شکل ۱) که نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک کشتی هر یک از دو گونه دارد. در میان الگوهای مختلف کشت مخلوط تیمار ۱۰۰ درصد نخود + ۳۰ درصد جو دارای نسبت برابری زمین بیش‌تری نسبت به الگوهای دیگـر بـود. باید عنوان کرد که جو بـا کـاهش خسـارت ناشـی از علف‌های هرز در کشـت مخلـوط بـا نخـود و بـدون کنترل علف‌هرز، باعث شد که این تیمارهـا عملکـرد دانه نسبتاً مناسبی نسبت به تک کشتی آن داشته باشند که موثرترین عامل در افزایش شاخص نسبت برابـری زمین کشت‌های مخلـوط مـی‌باشـد. در مطالعـه روی کشت مخلوط ذرت و خیار شـاخص نسـبت برابـری زمین در شرایط بدون کنتـرل علـف‌هـرز بـیش‌تـر از شرایط با کنترل علف‌هرز بود (۱۳). پژوهش‌گرانی در ارزیابی کشت مخلوط جو- ماشک در سطوح مختلف کود نیتروژن دریافتند که کشت مخلوط نسبت به تـک کشتی جو و ماشـک برتـری دارد (۲۷). همچنـین، در کشت مخلوط ذرت و ارزن دم روباهی اعلام شد کـه شاخص نسبت برابری زمین در کلیه تیمارهای کشت

مخلوط بیش‌تر از یک بود (۳۶). بسیاری از پژوهش‌گران نیز در مطالعات خود به چنین نتایجی دست یافته‌اند (۱۷، ۲٤، ۲۹). پژوهش‌گران بسیاری در مطالعات مختلف خود دریافتند که در سیستم‌های کشت مخلوط کارایی استفاده افزایش می‌یابد (٤، ۵، ۸، ۱۰، ۱۱، ۳۲).



شکل ۲- شاخص نسبت برابری زمین در تیمارهای مختلف کشت مخلوط نخود و جو (C: نخود و B: جو و اعداد نشان‌دهنده درصد گیاه زراعی در تیمار کشت مخلوط است).

Figure 2- Land equivalent ratio index in different chickpea-barley intercropping treatment (C: chickpea and B: barley and numbers indicated crop percent in intercropping treatment).



شکل ۳- شاخص مجموع ارزش نسبی در تیمارهای مختلف کشت مخلوط نخود و جو (C: نخود و B: جو و اعداد نشان دهنده درصد گیاه زراعی در تیمار کشت مخلوط است).

Figure 3- Relative value total index in different chickpea-barley intercropping treatment (C: chickpea and B: barley and numbers indicated crop percent in intercropping treatment).

با بررسی داده‌های مربوط به مجموع ارزش نسبی مشخص شد در کلیه تیمارهای کشت مخلوط مجموع ارزش نسبی بیش‌تر از یک بود که بیان‌گر افزایش مزیت این تیمارها نسبت به تک کشتی می‌باشد. افزایش مجموع ارزش نسبی در این تیمارها حاکی از تولید نسبتاً خوب لگوم‌ها در واحد سطح است.

بیش‌ترین میزان مزیت اقتصادی (۱/۱۲) از تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۳۰ درصد جو به‌دست آمد (شکل ۲). به نظر می‌رسد عملکرد مناسب دو گونه و نیز کنترل مناسب علف‌هرز در این تیمار سبب افزایش مجموع ارزش نسبی شده است. در کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی گزارش شد که مزیت بیش‌تری در مقایسه با تک کشتی به‌دست آمد (۱۹). در کشت مخلوط زعفران با سیاه دانه و زنیان مزیت اقتصادی به ترتیب ۱/۵۸ و ۳/۲۹ به‌دست آمد (۲۲). محققین دیگری نیز سود اقتصادی کشت مخلوط را بیش از کشت خالص گزارش کردند (۱۶، ۲۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بیش‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه دو گیاه زراعی نخود و جو در تیمارهای تک کشتی مشاهده شدند. در تیمار های کشت مخلوط، بیش‌ترین عملکرد دانه نخود و عملکرد دانه جو به ترتیب در تیمارهای کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۱۵ درصد جو و کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو به‌دست آمد. همچنین، تیمارهای کشت مخلوط تعداد و وزن خشک کل علف‌های هرز را به طور معنی‌داری کاهش دادند. به‌طوری که، کلیه تیمارهای کشت مخلوط دارای تعداد و بیوماس کل علف‌هرز کم‌تری نسبت به تک کشتی نخود بودند. کم‌ترین میزان تعداد و بیوماس کل علف‌های هرز به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود + ۷۵ درصد جو تعلق گرفت. علاوه بر این، در کلیه تیمارهای مخلوط شاخص نسبت برابری زمین بالاتر از یک بود که نشان از سودمندی کشت مخلوط دارد. به‌طورکلی، می‌توان اظهار داشت که کشت مخلوط جو و نخود، ضمن مهار بهتر علف‌های هرز مزرعه نخود، دارای عملکرد کل بیش‌تری نسبت به کشت خالص هر دو گونه نخود و جو بوده و کارایی استفاده از زمین را افزایش می‌دهد.

منابع

1. Alizadeh, Y., Koocheki, A. and Nassiri Mahallati, M. 2009. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean with sweet basil. J. Agron. Res. 7: 2. 541-553. (In Persian)
2. Amossé, C., Jeuffroy, M.H., Celette, F. and David, C. 2013. Relay-intercropped forage legumes help to control weeds in organic grain production. Eur. J. Agron. 49: 158-167.
3. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K. and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. Eur. J. Agron. 24: 4. 325-332.
4. Campiglia, E., Mancinelli, R., Radicetti, E. and Baresel. J.P. 2014. Evaluating spatial arrangement for durum wheat and sub clover intercropping systems. Field Crop Res. 169: 49-57.
5. Chapagain, T. and Riseman, A. 2014. Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. Field Crop Res. 166: 18-25.
6. Chen, P., Song, C., Liu, X., Zhou, L., Yang, H., Zhang, X., Zhou, Y., Du, Q., Pang, T., Fu, Z., Wang, X., Liu, W., Yang, F., Shu, K., Du, J., Liu, J., Yang, W. and Yong, T. 2019. Yield advantageand nitrogen fate in an additive maize-soybean relay intercropping system. Sci. Total Environ. 657: 987-999.
7. Cheriere, T., Lorin, M. and Corre-Hellou, G. 2020. Species choice and spatial arrangement in soybean-based intercropping: Levers that drive yield and weed control. Field Crop Res. 256: 107923.
8. Chimonyo, V.G.P., Modi, A.T. and Mabhaudhi, T. 2016. Water use and

productivity of a sorghum–cowpea–bottle gourdintercrop system. Agric. Water Manag. 165: 82-96.
9. Crusciol, C.A.C., Momesso, L., Portugal, J.R., Costa, C.H.M., Bossolani, J.W., Costa, N.R., Pariz, C.M., Castilhos, A.M., Rodrigues, V.A., Costa, C., Franzluebbers, A.J. and Cantarella, H. 2021. Upland rice intercropped with forage grasses in an integrated crop-livestock system: Optimizing nitrogen management and food production. Field Crop Res. 261: 108008.
10. Crusciol, C.A.C., Nascente, A.S., Mateus, G.P., Pariz, C.M., Martins, P.O. and Borghi E. 2014. Intercropping soybean and palisade grass for enhanced land use efficiency and revenue in a no till system. Eur. J. Agron. 58: 53-62.
11. Fan, Z., An, T., Wu, K., Zhou, F., Zi, S., Yang, Y., Xue, G. and Wu. B. 2016. Effects of intercropping of maize and potato on sloping land on the water balance and surface runoff. Agric. Water Manag. 166: 9-16.
12. Fuente, E.B., Suárez, S.A., Lenardis, A.E. and Poggio, S.L. 2014. Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: Evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. NJAS – Wagen. J. Life Sci. 70: 47-52.
13. Ghanbari, A., Ghadiri, H., GhafariMoghadam, M. and Safari, M. 2010. Evaluation of intercropping of maize and cucurbit and effect on weed control. Iran J. Field Crop Sci. 41: 1. 43-55. (In Persian)
14. Gitari, H.I., Nyawade, S.O., Kamau, S., Karanja, N.N., Gachene, C.K.K., Raza, M.A., Maitra, S. and Schulte-Geldermann, E. 2020. Revisiting intercropping indices with respect to potato-legume intercropping systems. Field Crop Res. 258: 107957.
15. Gronle, A., Lux, G., Böhm, H., Schmidtke, K., Wild, M., Demmel, M., Brandhuber, R., Wilbois, K. and Heb, J. 2015. Effect of ploughing depth and mechanical soil loading on soil physical properties, weed infestation, yield performance and grain quality in sole and intercrops of pea and oat in organic farming. Soil Till. Res. 148: 59-73.
16. Hamzei, J. and Seyedi, S. M. 2015. Study of canopy growth indices in mono and intercropping of chickpea and barley under weed competition. J. Agric. Sci. Sustain. Prod. 24: 4.1. 75-90. (In Persian)
17. Hamzei, J. and Seyedi, S.M. 2012. Determination of the best intercropping combination of wheat and rapeseed based on agronomic indices, total yield and land use equivalent ratio. Crop Prod. Process. 2: 5. 109-119. (In Persian)
18. Hauggaard-Nielsen, H., Gooding, M., Ambus, P., Corre-Hellou, G., Crozat, Y., Dahlmann, C., Dibet, A., von Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M. and Jensen, E.S. 2009. Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N2-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. Field Crop Res. 113: 1. 64-71.
19. Inal, A., Gunes, A., Zhang, F. and Cakmak, I. 2007. Peanut/maize intercropping induced changes in rhizosphere and nutrient concentrations in shoots. Plant Physiol. Biochem. 45: 5. 350-356.
20. Javanmard, A., Amani Machiani, M., Lithourgidis, A., Morshedloo, M.R. and Ostadi, A. 2020. Intercropping of maize with legumes: A cleaner strategy for improving the quantity and quality of forage. Cleaner Engin. Technol. 100003. https://doi.org/10.1016/j.clet.2020.100003.
21. Kaur, N., Bhullara, M.S. and Gill, G. 2016. Weed management in sugarcane-canola intercropping systems in northern India. Field Crop Res. 188: 1-9.
22. Kouchaki, A.R., Laleghani, B. and Najibnia, S. 2009. Evaluation of intercropping of bean and corn. Agron. Res. 7: 2. 605-614. (In Persian)
23. Madembo, C., Mhlanga, B. and Thierfelder, C. 2020. Productivity or stability? Exploring maize-legume intercropping strategies for smallholder conservation Agriculture farmers in Zimbabwe. Agri. Syst. 185: 102921.
24. Mardani, F. and Balouchi, H. 2015. Effect of intercropping on the yield and

some quantitative and qualitative traits of fenugreek and anise. Sustain. Agric. Prod. Sci. 25: 2. 1-16. (In Persian)
25. Mazaheri, D. 2008. Intercropping. 2nd Ed. Tehran, Iran. 262 p. (In Persian)
26. Midega, C.A.O., Salifu, D., Bruce, T.J., Pittchar, J., Pickett, J.A. and Khan, Z.R. 2014. Cumulative effects and economic benefits of intercropping maize with food legumes on *Striga hermonthica* infestation. Field Crop Res. 155: 144-152.
27. Mohsen Abadi, G.R., Jahansuz, M.R., Chaichi, M.R., Rahimian Mashhadi, R., Liaghat, A. and Savaghebi Firuzabadi, G.R. 2007. Intercropping of barley - vetch at different levels of nitrogen. Agric. Sci. Technol. 10: 1. 23-31.
28. Momeni, F. 2015. Effect of different cultivation ratios of spring barley and chickpea on yield and weed control. MSc Thesis. University of Maragheh.77 p.
29. Mosapour, H., Ghanbari, A., Sirousmehr, A.R. and Asgharipour, M.R. 2015. Effect of sowing time on seed yield, advantage and competitive indices in ajwain and isabgol intercropping. Iran J. Crop Sci. 17: 2. 139-152. (In Persian)
30. Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Mondani, F., Feizi, H. and Amirmoradi, S. 2015. Determination of optimal strip width in strip intercropping of maize and bean in Northeast Iran. J. Cleaner Prod. 106: 343-350.
31. Poor Amir, F., Koochaki, A.R., Nasiri Mahallati, M. and Ghorbani, R. 2010. Assessment of sesame and chickpea yield and yield components in the replacement series intercropping. Iran J. Agron. Res. 8: 5. 747-757. (In Persian)
32. Rezaei-chianeh, E., Khorramdel, S. and Garachali, P. 2015. Evaluation of relay intercropping of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) on their yield and land use efficiency. Agric. Crop Manag. 17: 1. 183-196. (In Persian)
33. Samadani, B. and H. Rahimian Mashhadi. 2007. Effects of mono and polyculture of cover crops on weed control and yield in tomato fields. Plant Pathog. Dis. 75: 2. 128-144.
34. Sanjani, S., Hosseini, M.B., Chaichi, M.R. and Rezvan Beidokhti, S. 2009. Effect of additive intercropping sorghum: cowpea on weed biomass and density in limited irrigation system. Iran J. Agron. Res. 7: 1. 85-95. (In Persian)
35. Shaygan, M., Mazaheri, D., Rahimian Mashhadi, H. and Peyghambari, S.A. 2008. Effect of planting date and intercropping maize and foxtail millet on their grain yield and weeds control. J Crop Sci. 10: 1. 31-46. (In Persian)
36. Soleimanpur, L., Naderi, R., Bijanzadeh, E. and Emam, Y. 2017. Response of faba bean and pea yield and yield components to cereal-legume intercropping under weed competitions. J. Puls. Res. 8.1: 150-163. (In Persian)
37. Thobatsi, T. 2009. Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in an intercropping system. MSc Thesis. University of Pretoria.149 p.
38. Weisany, W., Zehtab-Salmasia, S., Raeia, Y., Sohrabib, Y. and Ghassemi-Golezani, K. 2016. Can arbuscular mycorrhizal fungi improve competitive ability ofdill + common bean intercrops against weeds? Eur. J. Agron. 75: 60-71.