پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۸ شمارهٔ۱، نیمهٔ اول ۱۳۹۶، صفحهٔ ۱۶۳-۱۵۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 8, No. 1, 2017, p. 150-163
DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.51248

پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود به کشت مخلوط غلات–لگوم در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز

لیلا سلیمانپور[۱]، روح‌اله نادری[۲*]، احسان بیژن‌زاده[۲] و یحیی امام[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد اگرواکولوژی، بخش اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی داراب، دانشگاه شیراز

۲- استادیار دانشکده کشاورزی داراب، بخش اگرواکولوژی، دانشگاه شیراز

۳- استاد بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰

چکیده

کشت مخلوط غلات-لگوم یکی از بهترین راه‌ها برای افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد. به‌منظور، بررسی تأثیر کشت مخلوط بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود در ترکیب با برخی غلات، این آزمایش در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. در این آزمایش ۱۶تیمار شامل ۱۰تیمار تک‌کشتی (گندم، جو، تریتیکاله، نخود و باقلا با و بدون حضور علف‌هرز) و شش تیمار کشت مخلوط (گندم+ نخود، گندم+ باقلا، جو+ نخود، جو+ باقلا، تریتیکاله+ نخود و تریتیکاله+ باقلا با علف‌هرز) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش که شامل تیمارهای کشت مخلوط و تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز بودند، تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه، تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت لگوم‌ها و نسبت برابری زمین داشتند. نتایج نشان داد که تیمارهای تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز بالاترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک 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 ۹۳درصد بیشتر بود. نسبت برابری زمین در تمام تیمارهای کشت مخلوط، در مقایسه با تک‌کشتی‌های با علف‌هرز بیشتر از یک بود. از آنجا که غلات نسبت به لگوم‌ها دارای قدرت رقابت بیشتری هستند، به‌نظر می‌رسد که برای افزایش کارآیی باید تراکم بیشتری از لگوم‌ها را در ترکیب با غلات به‌کار برد. همچنین برای کاهش تداخل علف‌های‌هرز و افزایش عملکرد در نخود و باقلا، کشت مخلوط آن‌ها با غلات توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تریتیکاله، جو، کشاورزی پایدار، گندم، نسبت برابری زمین

مقدمه

کشاورزی مدرن منجر به مشکلاتی می‌شود که امروزه به‌خوبی شناخته شده‌اند. از جمله این مسائل می‌توان به فرسایش خاک، آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودها و سموم شیمیایی و مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها اشاره کرد. یکی از راه‌حل‌های مناسب، افزایش تعداد گونه‌های زراعی از طریق کشت مخلوط است (Bedoussac & Justes, 2011).

کشت مخلوط عملکرد بیشتری در واحد سطح نسبت به تک‌کشتی تولید می‌کند که به دلایل مختلفی مانند استفاده بهتر از منابع غذایی، نور و آب و همچنین سرکوب رشد علف‌های‌هرز می‌باشد (Barker & Dennett, 2013). کشت مخلوط به‌علت کارآیی بیشتر نسبت به تک‌کشتی و کاهش خطر ازبین‌رفتن محصول برای کشاورزان، به‌صورت گسترده در کشورهای درحال‌توسعه استفاده می‌شود (Podgórska-Lesiak & Sobkowicz, 2013). Jensen (2010) گزارش کرد که کشت مخلوط باقلا (*Vicia faba* L.) با غلات موجب کاهش رشد علف‌های‌هرز نسبت به تک‌کشتی باقلا شد. در آزمایشی مشاهده شد که سودمندی کشت مخلوط نخود (*Cicer arietinum* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) در هر دو حالت آلودگی به علف‌هرز و عدم آلودگی به علف‌هرز، برتر از تک‌کشتی آن‌ها بود (Hamzei & Seyedi, 2013). Chapagain (2014) نشان داد که LER در تیمارهای کشت مخلوط جو-نخود نسبت به تیمارهای تک‌کشتی ۳۲درصد بیشتر بود. در آزمایش دیگری عملکرد کل در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و باقلا بیشتر از تک‌کشتی هر دو گیاه بود، به‌طوری‌که LER در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک شد (Stoltz *et al*., 2014). در پژوهشی

*نویسنده مسئول: تلفن همراه: ۰۹۱۷۰۴۰۷۶۰۰، rnaderi@shirazu.ac.ir

مشاهده شد که کشت مخلوط جو و باقلا سبب افزایش عملکرد کل و کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز شد (Agegnehu *et al.*, 2006). گرایش به استفاده از نخود و باقلا در سیستم‌های ارگانیک یا سایر سیستم‌های تولید سازگار با محیط زیست افزایش یافته است که هدف آن‌ها دست‌یابی به بازیابی مؤثر مواد غذایی می‌باشد (Stoltz & Nadeau, 2014). بنابراین با درنظرگرفتن مسائل زیست‌محیطی، استفاده از سامانه‌های زراعی با کارآیی بالاتر که دارای تنوع بیشتری هستند، به‌ویژه سامانه‌های کشت مخلوطی که از لگوم‌ها استفاده می‌کنند، می‌تواند در رسیدن به ثبات و پایداری در تولید بسیار مفید باشد (Bedoussac & Justes, 2011). با توجه به این امر، هدف از اجرای پژوهش حاضر، ارزیابی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود در کشت مخلوط با گندم، جو و تریتیکاله در جنوب استان فارس بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط غلات-لگوم بر عملکرد و اجزای عملکرد باقلا و نخود در شرایط رقابت علف‌های‌هرز، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز در سال زراعی ۹۴-۹۳ اجرا گردید. طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا شهرستان داراب به‌ترتیب ۵۴درجه و ۳۳دقیقه شرقی، ۲۸درجه و ۴۵دقیقه شمالی و ۱۱۸۰متر می باشد. ۱۶تیمار الگوی کاشت در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد آزمایش قرار گرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: پنج تیمار تک‌کشتی گندم، جو، تریتیکاله، نخود و باقلا بدون علف‌هرز، پنج تیمار تک‌کشتی گندم، جو، تریتیکاله، نخود و باقلا با علف‌هرز و شش تیمارکشت مخلوط گندم + نخود، گندم + باقلا، جو + نخود، جو + باقلا، تریتیکاله + نخود و تریتیکاله + باقلا با علف‌هرز. در تیمارهای بدون علف‌هرز پس از عملیات وجین علف‌های‌هرز به‌طور کامل کنترل شدند و در تیمارهای با علف‌هرز هیچ‌گونه عملیات کنترل علف‌هرزی انجام نشد. تیمارهای کشت مخلوط به‌صورت جایگزینی اعمال شدند.

ابعاد کرت‌ها ۳×۲ متر درنظرگرفته شد. کرت‌ها به‌صورت جوی‌وپشته تهیه شد. عرض پشته‌ها ۳۰سانتی‌متر و فاصله بین پشته‌ها نیز ۳۰سانتی‌متر درنظرگرفته شد. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها به‌ترتیب نیم‌ویک متر بود. قبل از کاشت تست جوانه‌زنی بر روی بذرها انجام شد که قوه نامیه تمام بذرها بیش از ۹۵درصد بود. برای گندم رقم چمران۲، جو رقم یوسف و تریتیکاله رقم ET-8318 و برای باقلا و نخود از رقم بومی منطقه استفاده شد. عملیات کاشت غلات و لگوم ها به‌صورت همزمان در تاریخ ۲آذر ۱۳۹۳ انجام شد. میزان بذر مورد استفاده برای غلات، باقلا و نخود به‌ترتیب بر اساس ۲۰۰، ۲۰۰ و ۱۰۰کیلوگرم در هکتار بود که در تیمارهای کشت مخلوط نصف این میزان استفاده شد. آبیاری به‌صورت جوی‌وپشته انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت انجام شد و دور آبیاری‌های بعدی بر اساس دمای هوا (جدول ۱) ۸ و ۱۲روز بود. حجم آبیاری در هر دور آبیاری تقریباً ۲۳۰متر مکعب در هکتار بود. بافت خاک مزرعه آزمایشی لومی بود. بر اساس آزمایش خاک مزرعه، تنها کودی که استفاده شد کود اوره بر اساس ۶۵کیلوگرم در هکتار بود که به‌صورت سرک در دو مرحله کاشت و ساقه رفتن غلات، به کرت‌های آزمایش اضافه شد. روی هر پشته دو ردیف از گیاهان زراعی کاشته شد. در تیمارهای کشت مخلوط نسبت کاشت ۱:۱ بود و بنابراین بر روی هر پشته یک ردیف از غلات و یک ردیف از لگوم‌ها کاشته شد. وجین دو بار در مراحل پنجه‌زنی و اوایل خوشه رفتن غلات به‌صورت دستی انجام شد. برداشت نهایی در تاریخ‌های ۱۱اردیبهشت (برداشت غلات و باقلا) و ۱۸اردیبهشت (برداشت نخود) انجام گرفت. برای تعیین اجزای عملکرد (وزن هزاردانه، تعداد غلاف در واحد سطح و تعداد دانه در غلاف) و عملکرد گیاهان زراعی در سطح یک مترمربع با حذف اثر حاشیه برداشت صورت گرفت. شاخص برداشت با استفاده از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک محاسبه شد.

نسبت برابری زمین (LER) جزئی و کل با استفاده از معادله۱ محاسبه شد:

معادله ۱: Mazaheri (2006)

$$LER = LERi + LERj = (Yij/Yii)+(Yji/Yjj)$$

Yii = عملکرد گونه i در کشت خالص; Yjj = عملکرد گونه j در کشت خالص; Yij= عملکرد گونه i در کشت مخلوط

Yji = عملکرد گونه j در کشت مخلوط; LERi: LERجزئی گونه; LERj: LER جزئی گونه i

اگر LER کل برابر با یک باشد، یعنی تفاوتی بین سودمندی تک‌کشتی و کشت مخلوط وجود ندارد و اگر بیشتر از یک باشد به این‌معنی می‌باشد که کارآیی کشت مخلوط بیشتر از تک‌کشتی است. بر این اساس، LER جزئی بیشتر از ۰/۵ به این معنی است که سودمندی گیاه زراعی در کشت مخلوط بیشتر از تک‌کشتی آن می‌باشد.

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C ver2.10 (1991) آنالیز شدند و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Microsoft Office Excel (2010) استفاده شد. به‌علت این‌که در پژوهش جاری بررسی تأثیر تیمارهای آزمایش بر نخود و باقلا مدنظر بود، برای آنالیز داده‌ها تیمارهای تک‌کشتی غلات حذف شدند. به‌علت تعداد بوته متفاوت در هر کرت که ناشی از عوامل مختلف محیطی بود، بر روی داده‌ها تجزیه کوواریانس انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات هواشناسی مکان آزمایش در سال ۹۴-۱۳۹۳

Table 1. Meteorological data of experimental site in 2014-2015

	آذر December	دی January	بهمن February	اسفند March	فروردین April	اردیبهشت May
میانگین بارندگی (میلی‌متر) Mean of precipitation (mm)	1.2	1.3	0.0	3.1	0.8	0.2
متوسط دما (سانتی‌گراد) Mean of temperature (C)	12.9	11.5	13.3	13.5	20.3	26.1
حداقل رطوبت نسبی (درصد) Minimum RH (%)	32	26	28	31	28	15
حداکثر رطوبت نسبی (درصد) Maximum RH (%)	80	75	77	68	70	46

نتایج و بحث

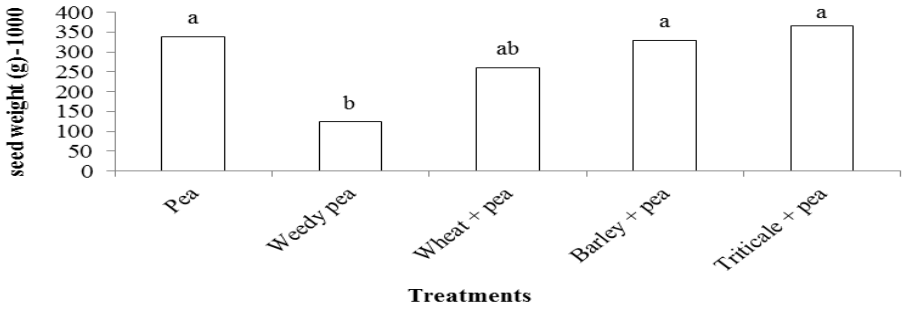
وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۵) بر وزن هزار دانه نخود داشت، اما بر وزن هزاردانه باقلا تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین وزن هزاردانه نخود در تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۳۶۶/۷ گرم)، تک‌کشتی نخود بدون علف‌هرز (۳۳۸/۶ گرم) و کشت مخلوط جو + نخود (۳۲۸/۹ گرم) به‌دست آمد. کمترین وزن هزاردانه نخود هم در تیمار تک‌کشتی با علف‌هرز (۱۲۳/۳گرم) مشاهده شد. با مقایسه الگوهای کاشت، مشاهده می‌شود که بین تیمارهای کشت مخلوط و تک‌کشتی بدون علف‌هرز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. Abdulahi (2013) نیز تفاوت معنی‌داری از تیمار الگوی کاشت بر وزن ۱۰۰دانه نخود مشاهده نکرد.

جدول ۲- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر وزن هزار دانه نخود و باقلا

Table 2. ANCOVA (analysis of covariance) of treatments effect 1000- seed weight of pea and faba bean

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	وزن هزاردانه نخود (گرم) 1000- seed weight of pea (g)	وزن هزاردانه باقلا (گرم) 1000- seed weight of faba bean (g)
تکرار Replication	2	2035.51 ^{ns}	102.4 ^{ns}
تیمار Treatment	4	8766.06 *	44608.44 ^{ns}
متغیر مستقل Covariate	1	1603.21 ^{ns}	809.2^{ns}
خطا Error	7	1556.46	10882.53
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		13.91	10.24



شکل ۱- وزن هزار دانه نخود تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 1. Effect of the treatments on 1000 seed weight of pea

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

در آزمایشی دیگر نیز مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری بین وزن هزاردانه نخود در تک‌کشتی و کشت مخلوط آن با سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) (نسبت ۵۰:۵۰) وجود نداشت (Gholinezhad & Chiyaneh, 2014). در این آزمایش رشد بیشتر علف‌های‌هرز در تک‌کشتی با علف‌هرز موجب کاهش وزن هزار دانه نخود در این تیمار شد.

تعداد غلاف در مترمربع

تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۱) بر تعداد غلاف لگوم‌ها در مترمربع نشان دادند (جدول ۳). تک‌کشتی نخود بدون علف‌هرز با ۱۳۱۷ غلاف در مترمربع دارای بیشترین تعداد غلاف در مترمربع بود. پس از آن تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۲۹۰/۶غلاف در مترمربع) و تک‌کشتی باقلا بدون علف‌هرز (۲۱۶غلاف در مترمربع) بیشترین تعداد غلاف در مترمربع را نشان دادند (شکل ۲). به‌طورکلی به‌جز تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + نخود، تعداد غلاف در تیمارهای تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز بیشتر از سایر تیمارها بود که به‌علت عدم تداخل علف‌های‌هرز در این تیمارها بود. لگوم‌ها به‌علت رقابت ضعیف‌تر در مقایسه با غلات و علف‌های‌هرز، در تیمارهای با حضور علف‌هرز و کشت مخلوط تعداد غلاف کمتری تولید کردند، زیرا علف‌های‌هرز موجب کاهش استفاده از منابع محیطی برای گیاهان زراعی می‌شوند. تعداد غلاف در مترمربع در تیمارهای کشت مخلوط و تک‌کشتی با حضور علف‌هرز تفاوت معنی‌دار نداشت. این امر به‌علت کاهش تداخل علف‌های‌هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی با علف‌هرز لگوم‌ها می‌باشد. Lithourgidis (2011) بیان کرد که لگوم‌ها نسبت به غلات قدرت رقابت کمتری دارند و باید برای افزایش کارآیی آن‌ها، با تراکم بیشتری نسبت به غلات در کشت مخلوط استفاده شوند. در آزمایش دیگری گزارش شد که کشت مخلوط و کنترل علف‌هرز تعداد غلاف لگوم را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به‌طوری‌که در کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و لوبیا، تیمارهای عدم کنترل علف‌هرز تعداد غلاف کمتری تولید کردند (Alizadeh *et al*., 2009).

تعداد دانه در غلاف

تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۱) بر تعداد دانه در غلاف لگوم‌ها داشتند (جدول۳ و شکل۳). تیمارهای کشت مخلوط جو + باقلا (۳/۷)، تک‌کشتی باقلا بدون علف‌هرز (۳/۲۹) و کشت مخلوط گندم + باقلا (۲/۹۳) بیشترین تعداد دانه در غلاف را به‌خود اختصاص دادند که با تیمارهای تک‌کشتی باقلا با حضور علف‌هرز (۲/۷۹) و کشت مخلوط تریتیکاله + باقلا (۲/۵۹) تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین تعداد دانه در غلاف هم مربوط به تک‌کشتی نخود با علف‌هرز بود. تیمارهای کشت مخلوط، تعداد دانه بیشتری نسبت به تک‌کشتی با حضور علف‌هرز و حتی در برخی تیمارها نسبت به تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز تولید کردند. Seyedi (2012) نیز گزارش کرد که تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز و با حضور علف‌هرز نخود به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف را نشان دادند (بدون درنظرگرفتن تیمارهای کشت مخلوط بدون حضور علف‌هرز). همچنین تعداد دانه در غلاف در کشت مخلوط جو + نخود با نسبت ۵۰:۵۰، بیشتر از تک‌کشتی بدون کنترل علف‌هرز نخود بود که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. همچنین مشاهده شد که تداخل علف‌های‌هرز موجب کاهش تعداد دانه در غلاف لوبیا شد (Ghamari & Ahmadvand, 2013).

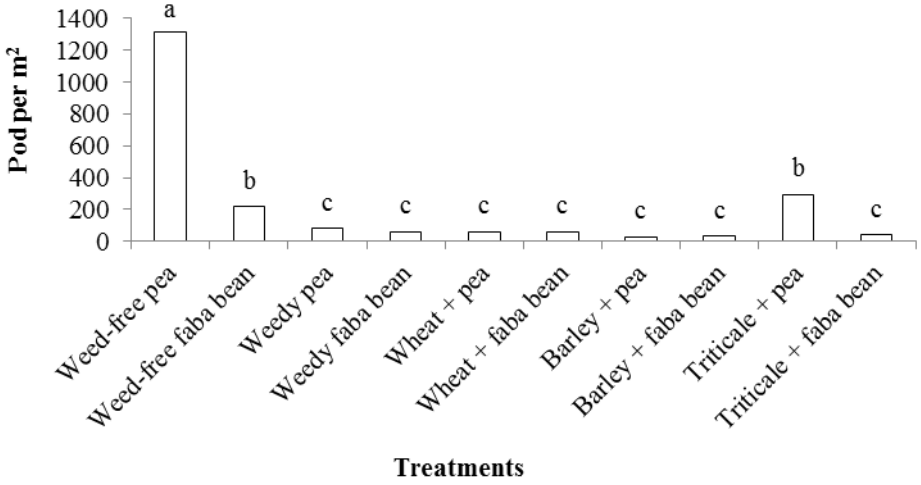
جدول ۳- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود و باقلا

Table 3. ANCOVA (analysis of covariance) of treatments effect on yield and yield components of pea and faba bean

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg ha^{-1})	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})	تعداد غلاف در مترمربع No. of pod per m^2	تعداد دانه در غلاف No. of seed per pod	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	2364182 ^{ns}	6648 ^{ns}	1695 ^{ns}	0.379 ^{ns}	6.44 ^{ns}
تیمار Treatment	9	22623700 **	5508823 **	448856 **	1.37 ^{ns}	504.57 **
متغیر مستقل Covariate	1	11115 ^{ns}	1007 ^{ns}	3.59 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.98 ^{ns}
خطا Error	17	970120	3678	543.89	0.131	2.89
ضریب تغییرات C.V %		18.41	5.86	10.68	19.24	12.22

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج و معنی‌داری در سطح یک درصد می‌باشند.

ns, * & **: non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

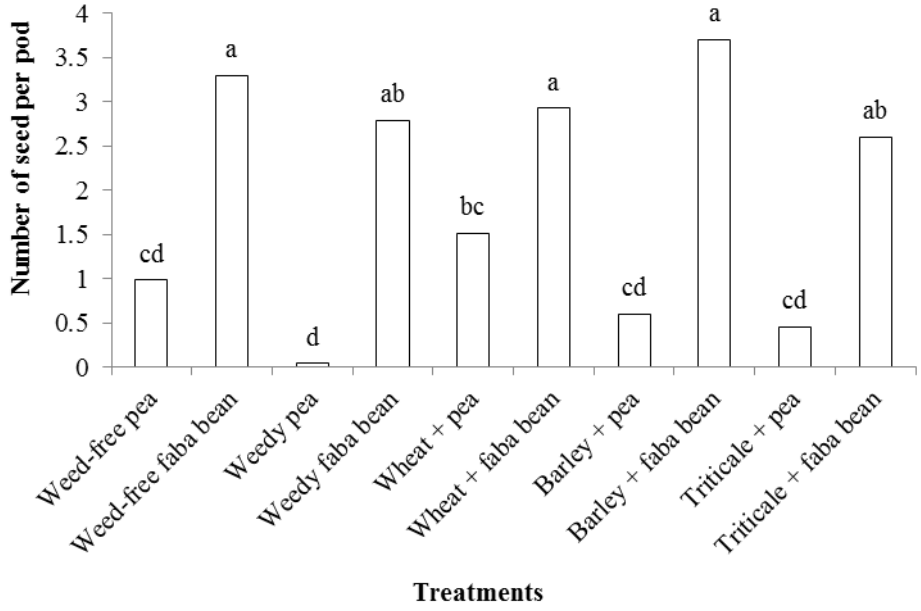


شکل ۲- تعداد غلاف نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 2. Effect of the treatments on pod number of pea and faba bean

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).



شکل ۳- تعداد دانه در غلاف نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح ۱درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

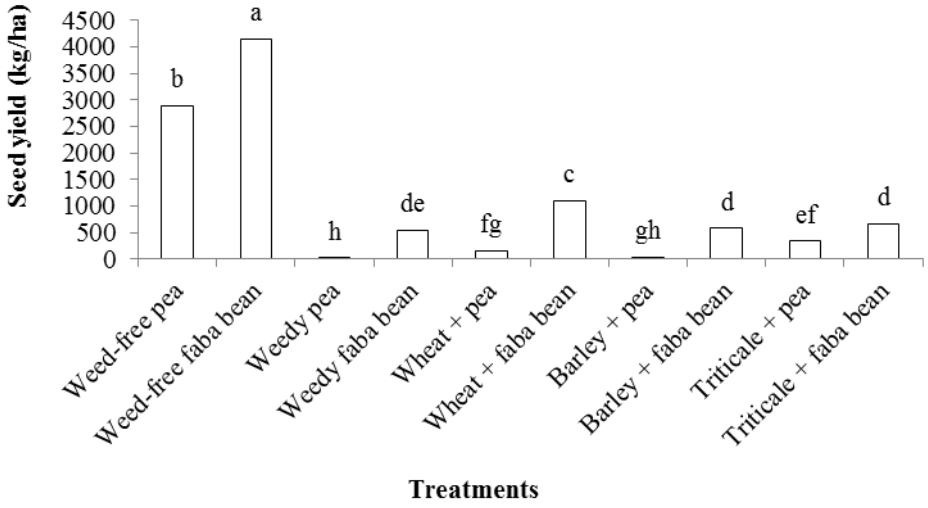
Fig. 3. Effect of the treatments on number of seed per pod of pea and faba bean

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

عملکرد دانه

تیمارهای آزمایش عملکرد دانه لگوم‌ها را به‌طور معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۱) تحت تأثیر قرار دادند (شکل۴ و جدول۳). تک‌کشتی باقلا بدون علف‌هرز (۴۱۴۹کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را نشان داد و کمترین عملکرد دانه مربوط به تک‌کشتی نخود با علف‌هرز (پنج کیلوگرم در هکتار) بود که تفاوت معنی‌داری با کشت مخلوط جو + نخود (۳۸/۸۱کیلوگرم در هکتار) نداشت. عملکرد دانه لگوم‌ها به‌ویژه نخود، به‌علت رشد ضعیف در برابر غلات، نسبت به تک‌کشتی بدون علف‌هرز آن‌ها، در این آزمایش بسیار پایین بود. با توجه به مطالعه (2014)

Neugschwandtner یولاف (*Avena sativa* L.) رقابت شدیدی با نخود در کشت مخلوط داشت که باعث کاهش عملکرد نخود (۹۱درصد در سال ۲۰۱۰ و ۸۳درصد در سال ۲۰۱۱) شد. به‌طور کلی عملکرد تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز بیشتر از سایر تیمارها بود. عملکرد دانه لگوم‌ها در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای با حضور علف‌هرز بیشتر بود. این امر به‌علت فراهم‌کردن کنترل علف‌هرز قابل‌ملاحظه نسبت به تیمارهای با حضور علف‌هرز بود. در آزمایشی بر کشت مخلوط باقلا-گندم، مشاهده شد که با وجود عملکرد دانه کم در اکثر تیمارها، عملکرد دانه باقلا در تیمارهای کشت مخلوط آن با گندم، بیشتر از تک‌کشتی آن‌ها بود (Tosti & Guiducci, 2010). در مطالعه‌ای گزارش شد که مقاومت باقلا به سایه، باعث عملکرد دانه بیشتر در شرایط سایه، مانند کشت مخلوط با درختان یا گیاهان زراعی می‌شود (Nasrollah-zadeh *et al*., 2011). Mei (2012) گزارش کرد که عملکرد دانه باقلا در تیمارهای کشت مخلوط با ذرت، ۱۹۷-۳۰درصد نسبت به تک‌کشتی آن افزایش یافت. البته در بیشتر آزمایش‌ها گزارش شده است که عملکرد دانه در تک‌کشتی بیشتر از کشت مخلوط بود (Chapagain, 2014; Agegnehu, 2006) که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت ندارد. دلایل زیادی برای این امر وجود دارد، از جمله تأثیر غلات در کاهش علف‌های‌هرز در کشت مخلوط با نخود و باقلا، نوع گیاهان زراعی، نوع الگوی کاشت، تراکم‌های مختلف، نوع خاک، شرایط اقلیمی متفاوت و عوامل بسیار دیگر که می‌توانند بر نتایج آزمایش‌ها تأثیرگذار باشند.



شکل ۴- عملکرد دانه نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح ۱ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 4. Effect of the treatments on yield of pea and faba bean

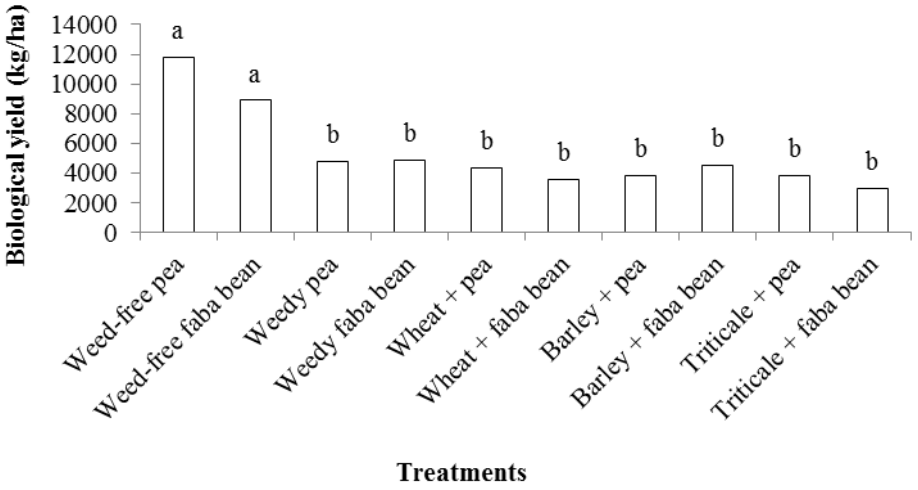
* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک یک فاکتور مهم است که تفاوت‌های گیاهان زراعی را در رقابت با علف‌های‌هرز توضیح می‌دهد (Poggio, 2005). بر اساس نتایج به‌دست آمده، تأثیر معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۱) از تیمارهای آزمایش بر عملکرد زیست‌توده لگوم‌ها مشاهده شد (جدول۳ و شکل۵). بیشترین زیست‌توده لگوم در تیمارهای تک‌کشتی نخود بدون حضور علف‌هرز (۱۱۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) و تک‌کشتی باقلا بدون حضور علف‌هرز (۸۸۹۴ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. اگرچه تک‌کشتی بدون کنترل علف‌هرز زیست‌توده بیشتری نسبت به کشت مخلوط تولید کرد، اما این اختلاف‌ها معنی‌دار نبود. در پژوهشی بر کشت مخلوط باقلا-گندم نیز مشاهده شد که زیست‌توده باقلا در تک‌کشتی بیشتر از کشت مخلوط بود (Barker *et al*., 2013).

شاخص برداشت لگوم‌ها

تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر شاخص برداشت لگوم‌ها نشان دادند (جدول۳ و شکل۶). بیشترین شاخص برداشت لگوم‌ها در تیمار تک‌کشتی باقلا بدون علف‌هرز (۴۶/۴۶درصد) به‌دست آمد. پس از باقلا، بیشترین شاخص برداشت در تیمار تک‌کشتی نخود بدون علف‌هرز (۲۶/۰۳درصد) مشاهده شد. کمترین شاخص برداشت هم در تیمار تک‌کشتی نخود با علف‌هرز (۰/۰۱درصد) بود که با تیمار کشت مخلوط جو + نخود (۰/۹۶درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت. به‌طورکلی باقلا نسبت به نخود شاخص برداشت بیشتری داشت.



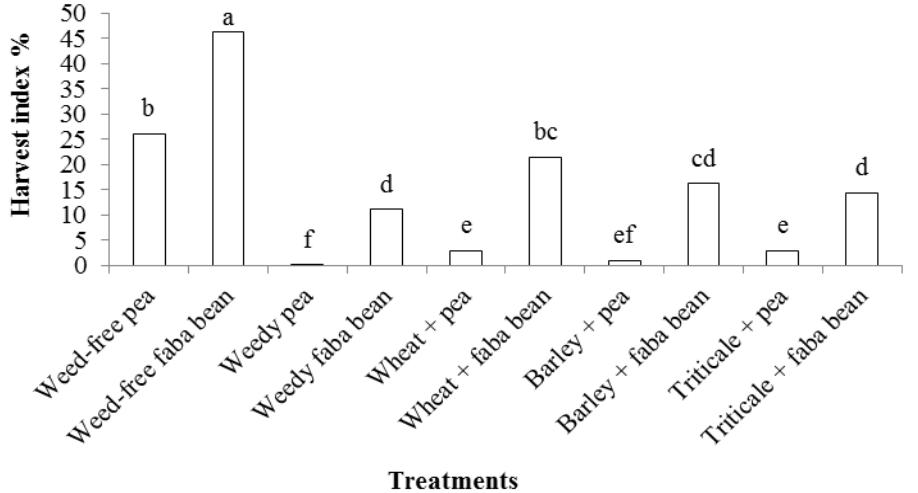
شکل ۵- زیست‌توده نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 5. Effect of the treatments on dry matter yield of pea and faba bean

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

همچنین شاخص برداشت تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی با حضور علف‌هرز افزایش معنی‌داری نشان داد، اما شاخص برداشت تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط بود. با توجه به این‌که علف‌های‌هرز موجب کاهش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه لگوم‌ها شده‌اند، بنابراین سیستم‌های کشت مخلوط که تداخل علف‌های‌هرز را کاهش داده بودند، دارای شاخص برداشت بیشتری نسبت به تیمارهای با حضور علف‌هرز بودند. در آزمایشی بر کشت مخلوط نخود-جو نیز مشاهده شد که شاخص برداشت نخود در کشت مخلوط با جو بیشتر از تک‌کشتی، و در تیمارهای بدون حضور علف‌هرز کمتر از تیمارهای با حضور علف‌هرز بود (Seyedi *et al*., 2012).



شکل ۶- شاخص برداشت نخود و باقلا تحت تأثیر تیمارهای مختلف الگوی کاشت (تک‌کشتی با و بدون علف‌هرز و کشت مخلوط)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 6. Effect of the treatments on harvest index of pea and faba bean

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

نسبت برابری زمین (LER)

نسبت برابری زمین (LER) معیار مهمی برای بررسی کارآیی کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که نسبت برابری زمین (LER) جزئی لگوم‌ها و کلی گیاهان زراعی تحت تأثیر تیمارهای کشت مخلوط در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر LER جزئی و کل نخود و باقلا در تیمارهای کشت مخلوط

Table 4. ANCOVA (analysis of covariance) of treatments effect on total LER and partial LER of pea and faba bean in intercropping treatments

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	LER_L	LER_{LW}	LER_T	LER_{TW}
تکرار Replication	2	0.002 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.023 ^{ns}
تیمار Treatment	5	0.031 **	0.12 **	0.211 **	0.29 **
متغیر مستقل Covariate	1	0.001 ^{ns}	0.024 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.001 ^{ns}
خطا Erorr	9	0.002	0.005	0.004	0.013
ضریب تغییرات (درصد) CV %		13	9.24	6.6	6.95

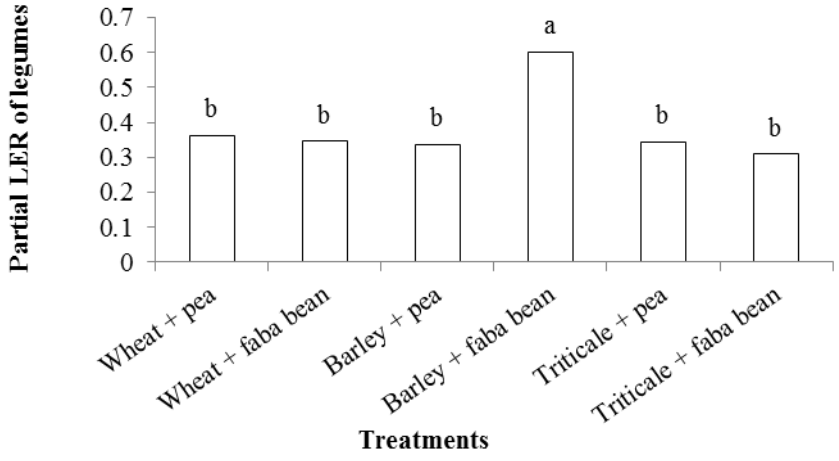
LER_L: LER جزئی لگوم نسبت به تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز؛ LER_{LW}: LER جزئی لگوم نسبت به تک‌کشتی با حضور علف‌هرز؛ LER_T: LER کل کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز؛ LER_{TW}: LER کل کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی با حضور علف‌هرز

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج درصد و معنی‌داری در سطح یک درصد می‌باشند.

LER_L: Partial LER of pea and faba bean compared to weed-free monocultures; LER_{Lw}: Partial LER of pea and faba bean compared to weedy monocultures; LER_T: Total LER compared to weed-free monocultures; LER_{TW}: Total LER compared to weedy monocultures

ns, * & **: non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

LER جزئی لگوم‌ها نسبت به تک‌کشتی بدون علف‌هرز آن‌ها، در کشت مخلوط جو + باقلا (۰/۶۰) حداکثر بود، ولی در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۷). نخود و باقلا در رقابت با علف‌های‌هرز و غلات بسیار ضعیف عمل کردند و این امر موجب شد که LERجزئی لگوم‌ها در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بدون علف‌هرز آن‌ها کمتر از نیم باشد. علت بالاتربودن LER جزئی باقلا در کشت مخلوط با جو هم شاید به‌علت کنترل خوب علف‌های‌هرز توسط جو و رشد بهتر باقلا در کشت مخلوط نسبت به نخود باشد.



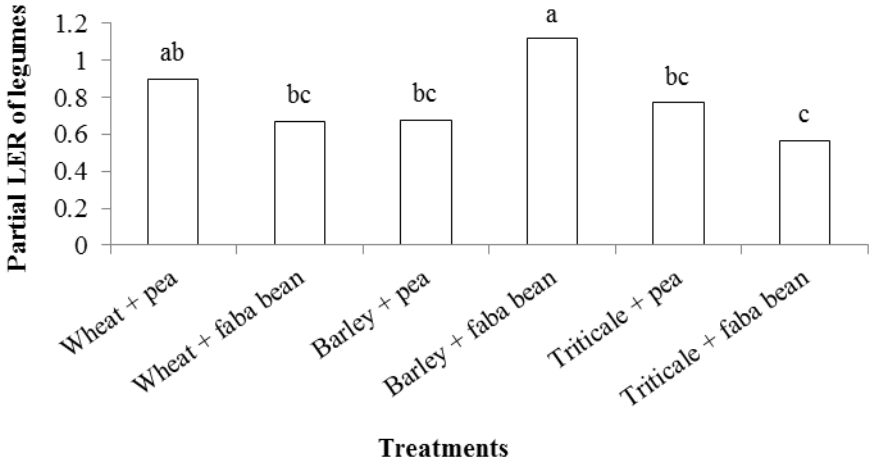
شکل ۷- LER جزئی نخود و باقلا (بر اساس تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 7. Effect of the treatments on partial LER of pea and faba bean (based on weed-free monocultures)

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

در مقایسه با تک‌کشتی با حضور علف‌هرز، تیمار کشت مخلوط جو + باقلا (۱/۱۲) بیشترین LER جزئی لگوم‌ها را به‌خود اختصاص داد که با تیمار کشت مخلوط گندم + نخود (۰/۹) تفاوت معنی‌داری نداشت. تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + باقلا (۰/۵۶) هم کمترین LER جزئی لگوم‌ها را نشان داد (شکل ۸). به‌طورکلی با توجه به این‌که غلات موجب کاهش چشمگیر رشد علف‌های‌هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی با علف‌هرز لگوم‌ها شدند، LER جزئی لگوم‌ها نسبت به تک‌کشتی با علف‌هرز آن‌ها بیشتر از LER جزئی لگوم‌ها بر اساس تک‌کشتی بدون علف‌هرز آن‌ها بود. بنابراین، کشت مخلوط لگوم‌ها با غلات می‌تواند در کاهش خسارت علف‌های‌هرز و افزایش کارآیی لگوم‌ها مفید باشد.



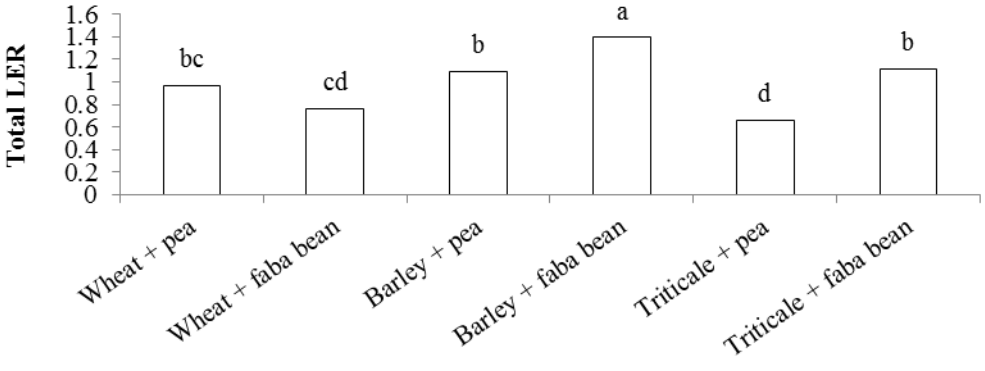
شکل ۸- LER جزئی نخود و باقلا (بر اساس تک‌کشتی‌های با حضور علف‌هرز)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 8. Effect of the treatments on partial LER of pea and faba bean (based on weedy monocultures)

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

LER کل در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای بدون حضور علف‌هرز، در تیمار کشت مخلوط جو + نخود (۱/۳۹) حداکثر بود، و در تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۰/۶۶) حداقل بود (شکل ۹).



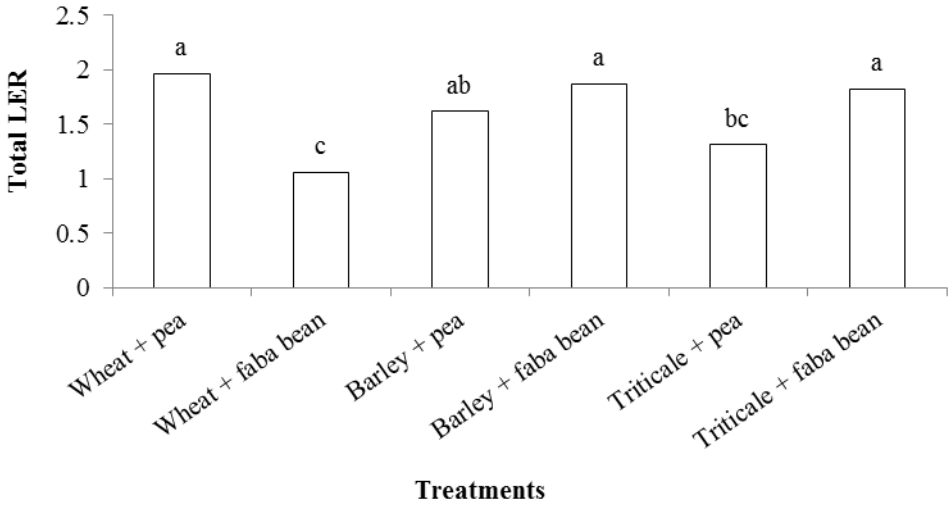
شکل ۹- LER کل (بر اساس تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 9. Effect of the treatments on total LER (based on weed-free monocultures)

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

با توجه به تک‌کشتی با حضور علف‌هرز، بیشترین LER کل در تیمارهای کشت مخلوط در تیمارهای کشت مخلوط گندم + نخود (۱/۹۷)، جو + باقلا (۱/۸۷) و تریتیکاله + باقلا (۱/۸۲) به‌دست آمد. کمترین LER کل هم در تیمار کشت مخلوط گندم + باقلا (۱/۰۶) بود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- LER کل (بر اساس تک‌کشتی‌های با حضور علف‌هرز)

* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح یک درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

Fig. 10. Effect of the treatments on total LER (based on weedy monocultures)

* Means with similar letters have no significant difference (Tukey test, 1%).

اگر ویژگی‌های اگرواکولوژیکی اجزای کشت مخلوط دقیقاً مشابه باشد، LER باید یک باشد و LER جزئی باید برای هر محصول ۰/۵ باشد. LER کل بیشتر از یک نشان می‌دهد که علاوه بر اثرات تداخلی مثبت بین ارقام یا محصولات در کشت مخلوط، رقابت بین گونه‌ای کمتر از رقابت درون گونه‌ای می‌باشد (Mazaheri *et al*., 2006). به عبارت دیگر اگر LER بیشتر از یک باشد، نشان دهنده آن است که تسهیل‌سازی جذب مواد و روابط متقابل به نحو مؤثری بیشتر از رقابت در کشت مخلوط بوده است (Husseini *et al*., 2009). در این آزمایش در مقایسه با تیمارهای تک‌کشتی با علف‌هرز، LER جزئی لگوم‌ها بیشتر از ۰/۵ بود. همچنین LER جزئی لگوم‌ها به‌جز تیمار کشت مخلوط جو + باقلا، در مقایسه با تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز کمتر از ۰/۵ بود. این امر نشان‌دهنده رقابت ضعیف‌تر لگوم‌ها نسبت به غلات، همچنین تأثیر علف‌های‌هرز در کاهش کارآیی گیاهان زراعی می‌باشد. LER کل در تمام تیمارهای کشت مخلوط نیز در مقایسه با تیمارهای تک‌کشتی با حضور علف‌هرز بیشتر از یک بود، همچنین LER کل بر اساس تک‌کشتی‌های بدون حضور علف‌هرز به‌جز تیمارهای کشت مخلوط گندم + باقلا، گندم + نخود و تریتیکاله + نخود، در سایر تیمارها بالاتر از یک بود. با توجه به این نتایج، سودمندی تمام تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای تک‌کشتی با علف‌هرز بیشتر می‌باشد که نشان می‌دهد در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز کشت مخلوط به‌علت کنترل بیشتر علف‌های‌هرز و استفاده بهینه از منابع غذایی و نور، کارآیی بالاتری را نسبت به تک‌کشتی دارد. حتی در تیمارهای کشت مخلوط جو + نخود، جو + باقلا و تریتیکاله + باقلا، LER کل در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بدون علف‌هرز نیز بیشتر از یک بود. در واقع کشت مخلوط عملکرد کل در واحد سطح را افزایش داده است. (2011) Lithourgidis در بررسی کشت مخلوط غلات- نخود، (2012) Pelzer برای کشت مخلوط گندم- نخود، (2013) Podgórska-Lesiak در کشت مخلوط جو – نخود و (2012) Mei در مطالعه بر کشت مخلوط ذرت- باقلا گزارش کردند که نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نخود و باقلا در تیمارهای تک‌کشتی بدون حضور علف‌هرز بیشتر از تک‌کشتی با حضور علف‌هرز و تیمارهای کشت مخلوط بود. همچنین عملکرد دانه و شاخص برداشت در

تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بدون کنترل علف‌هرز مشابه یا بیشتر بود. LER کل و جزئی لگوم‌ها در تمام تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی با علف‌هرز آن‌ها، به‌ترتیب بیشتر از ۱ و ۰/۵ بود. به‌طورکلی با وجود فضای کمتری که لگوم‌ها در تیمارهای کشت مخلوط در اختیار داشتند که ناشی از جایگزینی لگوم‌ها با غلات بود، نسبت به تک‌کشتی‌های بدون کنترل علف‌هرز خود کارآیی بیشتری نشان دادند. با توجه به نتایج آزمایش کشت مخلوط غلات-لگوم به‌ویژه کشت مخلوط جو و + باقلا و کشت مخلوط جو + نخود، به‌منظور کاهش خسارت علف‌های‌هرز و افزایش سودمندی لگوم‌ها پیشنهاد می‌شود که با غلات کشت مخلوط شوند که البته برای کارآیی بیشتر در کشت مخلوط با غلات توصیه می‌شود تراکم بالاتری از لگوم‌ها استفاده شود.

منابع

1. Abdulahi, A., Nasrolahzadeh, S ., Dabbagh Mohammadi, A., Zehtab Salmasi, S., and Pourdad, S.S. 2013. Study on effect of weed interference and nitrogen fertilizer on performance of chickpea in intercropping with wheat. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 23(4): 85-100. (In Persian with English Summary).
2. Agegnehu, G., Ghizaw, A., and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal of Agronomy 25: 202-207.
3. Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2009. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 553-541. (In Persian with English Summary).
4. Barker, S., and Dennett, M.D. 2013. Effect of density, cultivar and irrigation on spring sown monocrops and intercrops of wheat (*Triticum aestivum* L.) and faba beans (*Vicia faba* L.). European Journal of Agronomy 51: 108-116.
5. Bedoussac, L., and Justes, E. 2011. A comparison of commonly used indices for evaluating species interactions and intercrop efficiency: Application to durum wheat–winter pea intercrops. Field Crops Research 124: 25-36.
6. Chapagain, T., and Riseman, A. 2014. Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. Field Crops Research 166: 18-25.
7. Ghamari, H., and Ahmadvand, G. 2013. The effect of different interference periods and weed control on height, yield and yield components of red bean. Journal of Crop Production and Processing 3(9): 71-79. (In Persian).
8. Gholinezhad, E., and Rezaei-Chiyaneh, E. 2014. Evaluation of grain yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) in intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 16(3): 236-249. (In Persian with English Summary).
9. Hamzei, J., and Seyedi, M. 2013. Evaluation of barley (*Hordeum vulgare*) and chickpea (*Cicer arietinum*) intercropping systems using advantageous indices of intercropping under weed interference conditions. Journal of Agronomy Sciences 6(9): 1-21. (In Persian with English Summary).
10. Husseini, S.A., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri Mahallati, M., and Hajmohammadnia Ghalibaf, K. 2009. The influence of nitrogen and weed interference periods on corn (*Zea mays* L.) yield and yield components. Journal of Plant Protection 23(1): 97-105.
11. Jensen, E.S., Peoples, M.B., and Hauggaard-Nielsen, H. 2010. Faba bean in cropping systems. Field Crops Research 115: 203-216.
12. Lithourgidis, A.S., Vlachostergios, D.N., Dordas, C.A., and Damalas, C.A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. European Journal of Agronomy 34: 287-29.
13. Mazaheri, D. Madani, A., and Oveysi, M. 2006. Assessing the land equivalent ratio (LER) of two corn (*Zea mays* L.) varieties intercropping at various nitrogen levels in Karaj, Iran. Journal of Central European Agriculture 7(2): 359-364.
14. Mei, P.P., Gui, L.G., Wang, P., Hung, J.C., Long, H.Y., Christie, P., and Li, L. 2012. Maize/Faba bean intercropping with rhizobia inoculation enhances productivity and recovery of fertilizer P in a reclaimed desert soil. Field Crops Research 130: 19-27.
15. Nasrollah-zadeh, S., Ghassemi-Golezani, K., and Raey, Y. 2011. Effects of shading on rate and duration of grain filling and yield of faba bean cultivars. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 21(3): 75-87. (In Persian with English Summary).

16. Neugschwandtner, R., and Kaul, H.P. 2014. Sowing ratio and N fertilization affect yield and yield components of oat and pea in intercrops. Field Crops Research 155: 159-163.
17. Pelzer, E., Bazot, M., Makowski, D., Corre-Hellou, G., Naudin, C., Al Rifaï, M., Baranger, E., Bedoussac, L., Biarnès, V., Boucheny, P., Carrouée, B., Dorvillez, D., Foissy, D., Gaillard, B., Guichard, L., Mansard, M.C., Omon, B., Prieur, L., Yvergniaux, M., Justes, E., and Jeuffroy, M.H. 2012. Pea–wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. European Journal of Agronomy 40: 39-53.
18. Podgórska-Lesiak, M., and Sobkowicz, P. 2013. Prevention of pea lodging by intercropping barley with peas at different nitrogen fertilization levels. Field Crops Research 149: 95-104.
19. Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.
20. Seyedi, M., Hamzei, J., Ahmadvand, G., and Abutalebian, M.A. 2012. The evaluation of weed suppression and crop production in barley-chickpea intercrops. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 22(3): 101-114. (In Persian with English Summary).
21. 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.
22. Tosti, G., and Guiducci, M. 2010. Durum wheat-faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. European Journal of Agronomy 33: 157-165.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 8, No. 1, 2017, p. 150-163

Response of faba bean and pea yield and yield components to cereal-legume intercropping under weed competitions

Soleimanpur[1], L., Naderi[2*], R., Bijanzadeh[2], E. & Emam[3], Y.

1- MSc. Student, College of Agriculture of Darab, Shiraz University
2- Assistant Professor, College of Agriculture of Darab, Shiraz University
3- Professor, College of Agriculture, Shiraz University

Received: 09 December 2015
Accepted: 20 January 2016

DOI: 10.22067/ijpr.v8i1.51248

Introduction

Cereal-legume intercropping is one of the best ways to increase the yield per unit area (to decrease the detrimental effect caused by weeds and to reduce application of fertilizers and herbicides. Stoltz *et al*. (2014) in a study on corn-pea intercropping reported that crops yield in intercropped plots was significantly greater than that of monoculture. It has been reported that barley-faba bean intercropping led to an increase in total grain yield and it could cause a decrease in weed biomass. Considering the importance of intercropping to reach stability and sustainability in production, the aim of this study was to assess the changes in yield and yield components of faba bean and pea in intercropping with wheat, barley and triticale under weedy conditions in southern Fars Province.

Materials & Methods

A field experiment was performed in the College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University during 2014-2015. Treatments included 10 monoculture (wheat, barley, triticale, pea and faba bean with and without weeds) and 6 intercropping (wheat + pea, wheat + faba bean, barley + pea, barley + faba bean, triticale + pea and triticale + faba bean with weeds) which laid out based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Irrigation intervals were 8 and 12 days based on environmental conditions. Weeds were hand weeded twice, at tillering and booting stages of cereals. After crop maturity, plants were hand harvested to measure yield and yield components. Additionally, partial land equivalent ratio (LER) was calculated. The partial land equivalent ratio has been defined as a measure of efficiency of an intercrop or mixture. The LER compares land areas required under single or sole cropping to give the yields obtained from the component crops of the mixture. Values greater than 0.5 indicate intercropping to be more efficient than sole cropping in terms of land use, while values less than 0.5 indicate a loss in efficiency due to intercropping. Values equal to 0.5 indicate that the components fully share the same limiting resource. The data analyzed by using MSTATC ver2.10 software (1991). Since the number of the plants was not similar in all the plots, the data was subjected to analysis of covariance.

Results & Discussion

Results showed a significant effect of treatments on 1000-seed weight of pea, number of pod per m^2, number of seed per pod, grain yield, biological yield, harvest index and LER. The greatest 1000-seed weight of pea, number of pod per m^2, seed yield and harvest index obtained in intercropping of wheat + pea (366.7 g), weed-free pea monoculture (1317), weed-free faba bean monoculture (4149 kg/ha) and weed-free faba bean monoculture (46.46 %), respectively. The highest number of seed per pod was obtained in intercropping of barley + faba bean (3.7), weed-free faba bean monoculture (3.29) and intercropping of wheat + faba bean (2.93), respectively. Total and partial LER of legumes in all intercropping treatments

***Corresponding Author:** rnaderi@shirazu.ac.ir; Mobile: 09170407600

compared to weedy monoculture was greater than 1 and 0.5, respectively. The results showed that weed-free monoculture treatments had the highest grain yield, biological yield and harvest index. However, crop yield and harvest index in intercropping treatments were similar or superior to weedy monocultures. For instance, grain yield and harvest index in intercropping of wheat + faba bean was higher than those of in weedy faba bean monoculture, 102 and 93 %, respectively. In general, grain yield, biological yield and harvest index of pea and faba bean in weed-free monocultures treatments was higher than weedy monocultures and intercropping treatments. Grain yield and harvest index of intercropping was similar or higher than those of weedy monocultures.

Conclusion

Total and partial LER of legumes in all intercropping treatments compared to weedy monoculture was greater than 1 and 0.5, respectively. Since cereals are more competitive than legumes, it seems for increasing the efficiency of intercropping; a higher density of legumes should be used. Additionally, for reducing weed interference and increasing yield in pea and faba bean, the use of cereal-legume intercropping is recommended.

Key words: Barley, LER, Sustainable agriculture, Triticale, Wheat