



## واکنش عملکرد و اجزاء عملکرد گندم، جو و تریتیکاله در کشت مخلوط با لگوم‌ها در شرایط رقابت با علف‌های هرز

لیلا سلیمانپور<sup>۱</sup>، روح اله نادری<sup>۲</sup>، احسان بیژن زاده<sup>۳</sup>، علی بهپوری<sup>۴</sup>، یحیی امام<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۳۰

### چکیده

به منظور بررسی پاسخ عملکرد غلات در مخلوط با لگوم‌ها در شرایط رقابت با علف‌های هرز، آزمایشی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز اجرا شد. در این آزمایش ۱۲ تیمار کاشت (۶ تیمار تک کشتی گندم، جو و تریتیکاله بدون و با حضور علف هرز و ۶ تیمار کشت مخلوط به صورت جایگزینی شامل گندم+ نخود، گندم+ باقلا، جو+ نخود، جو+ باقلا، تریتیکاله+ نخود و تریتیکاله+ باقلا با علف هرز) در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک غلات در برخی تیمارهای کشت مخلوط مشابه با تیمارهای تک کشتی با حضور علف هرز و حتی در برخی موارد نسبت به تک کشتی بدون علف هرز بود. برای مثال عملکرد دانه جو در تیمارهای کشت مخلوط جو + نخود (۶۲۴۱ کیلوگرم در هکتار، ۱۵ درصد کاهش نسبت به تک کشتی با علف هرز) اختلاف معنی‌داری با تک کشتی‌های جو با علف هرز (۷۳۱۳ کیلوگرم در هکتار) و جو بدون علف هرز (۷۶۲۱ کیلوگرم در هکتار) نداشت. نسبت برابری زمین جزئی غلات در تیمارهای کشت مخلوط به جز گندم + باقلا (۰/۳۹) در مقایسه با تک کشتی‌های با علف هرز بیشتر از نیم بود و به جز تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۰/۳۱) و گندم + باقلا (۰/۴۱)، در مقایسه با تک کشتی‌های بدون علف هرز نیز بیشتر از نیم بود. در هر الگوی کاشت، بیشترین عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک مربوط به گیاه جو بود که به علت قدرت رقابتی بیشتر این گیاه در مقابل علف‌های هرز بود. با توجه به اینکه غلات در تیمارهای کشت مخلوط فضای کمتری را در مقایسه با تک کشتی‌ها در اختیار داشتند، این نتایج نشان می‌دهد که کارایی کشت مخلوط غلات مورد آزمایش به ویژه جو با لگوم‌های نخود و باقلا در تولید عملکرد در واحد سطح قابل قبول بود.

واژه‌های کلیدی: باقلا، کشاورزی پایدار، نخود، نسبت برابری زمین

سلیمانپور، ل.، ر. نادری، ا. بیژن زاده، ع. بهپوری و ی. امام. ۱۳۹۷. واکنش عملکرد و اجزاء عملکرد گندم، جو و تریتیکاله در کشت مخلوط با لگوم-ها در شرایط آلودگی به علف‌های هرز. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۲: ۱-۱۲.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۲- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: [rnaderi@shirazu.ac.ir](mailto:rnaderi@shirazu.ac.ir)

۳- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

۴- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

## مقدمه

افزایش جمعیت جهان در چند دهه گذشته به ویژه در آفریقا و آسیا، تقاضا برای تولید غذا را افزایش داده است (رضایی چپانه و همکاران، ۱۳۸۹). کشاورزی فشرده علی‌رغم تولید بالا، اثرات سوء زیست محیطی را نیز به دنبال دارد که عمدتاً به دلیل استفاده از سموم و کودهای شیمیایی می‌باشد. بنابراین برای تولید محصولات زراعی، به سیستم‌های کشاورزی جدیدی که هم از نظر اقتصادی و هم زیست محیطی پایدارتر هستند، نیاز می‌باشد (پلزر و همکاران، ۲۰۱۲). یکی از روش‌های پایدار در تولید محصولات کشاورزی کشت مخلوط است. کشت مخلوط به پرورش همزمان دو یا چند گونه در یک قطعه زمین در طول یک فصل رشد گفته می‌شود (شیفر و موناکو، ۲۰۱۲). گرایش به کاربرد کشت مخلوط از کشورهای توسعه یافته آغاز شد و دلیل آن خطرات زیست محیطی ناشی از کاربرد بیش از حد منابع تجدیدنپذیر می‌باشد (لیتورجیدیس و همکاران، ۲۰۱۱).

در آزمایش بدوساک و جاستیس (۲۰۱۰) نشان داده شد که تولید ماده خشک در کشت مخلوط گندم<sup>۱</sup> - نخود<sup>۲</sup> ۲۰ درصد بیشتر از تک کشتی گندم بود. همچنین پلزر و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که کشت مخلوط گندم و نخود می‌تواند موجب تولید عملکرد بالایی از گندم شود، به طوری که علاوه بر پایداری اقتصادی، سازگار با محیط زیست نیز باشد. برتری کشت مخلوط از نظر عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی در مطالعات زیادی گزارش شده است (گودینگ و همکاران، ۲۰۰۷؛ ناودین و همکاران ۲۰۱۰). با توجه به مطالعات مالزیو و همکاران (۲۰۰۹) کشت مخلوط غلات - لگوم باعث افزایش پایداری عملکرد در مقایسه با سیستم‌های تک کشتی گردید. در آزمایشی دیگر آجینهو و همکاران (۲۰۰۸) نیز مشاهده کردند که کشت مخلوط گندم - باقلا باعث افزایش نسبت برابری زمین<sup>۳</sup> از ۳ تا ۲۲ درصد شد. آنها بیان کردند که کشت مخلوط گندم - باقلا می‌تواند موجب افزایش عملکرد کل، کاهش رشد علف‌های هرز، افزایش کارایی استفاده از زمین و در نتیجه افزایش پایداری در تولید گردد. همچنین چا‌پاگاین و رایسمن (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که نسبت برابری زمین در تیمارهای کشت مخلوط جو - نخود نسبت به تیمارهای تک کشتی ۳۲ درصد بیشتر بود. به دلیل اهمیت کشت مخلوط در دستیابی به کشاورزی پایدار و نقش آن در کنترل علف‌های هرز و کاهش اثرات منفی کشاورزی فشرده،

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط غلات - لگوم بر عملکرد و اجزای عملکرد غلات تحت شرایط رقابت با علف‌های هرز، در جنوب استان فارس انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط غلات - لگوم بر عملکرد و اجزای عملکرد غلات، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز اجرا گردید. مزرعه آزمایش در مکانی به طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۸۰ متر واقع بود. ۵ تیمار تک کشتی بدون حضور علف هرز، ۶ تیمار تک کشتی با حضور علف هرز و ۶ تیمار کشت مخلوط با حضور علف هرز، در سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: ۳ تیمار تک کشتی گندم، جو و ترتیکاله بدون حضور علف هرز، ۳ تیمار تک کشتی گندم، جو و ترتیکاله با حضور علف هرز و ۶ تیمار کشت مخلوط گندم - نخود، گندم - باقلا، جو - نخود، جو - باقلا، ترتیکاله - نخود و ترتیکاله - باقلا با حضور علف هرز. علف‌های هرز غالب در اکثر کرت‌های آزمایش شامل علف‌های هرز چچم، یولاف، شاه‌تره، گل گندم، آناغالیس، ارزن دم‌روباهی، فریون، خردل وحشی، شقایق وحشی، جغجغک، گاوچاق کن و گندمک بود. ارقام مورد استفاده برای غلات، گندم رقم چمران<sup>۲</sup>، جو رقم یوسف و ترتیکاله لاین ET-8318 و برای باقلا و نخود رقم بومی منطقه بود. خاک مزرعه از نوع لومی بود و آماده‌سازی زمین با استفاده از دیسک در مهرماه انجام شد. ابعاد کرت‌ها، فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب ۲×۳، ۰/۵ و ۱ متر بود. زمین به صورت جوی و پشته تهیه گردید. عرض پشته‌ها و فاصله بین پشته‌ها نیز ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. آزمون جوانه‌زنی بذرها نشان داد که قوه نامیه تمام بذرها بیش از ۹۵ درصد بود. کاشت در تاریخ ۲ آذر ۱۳۹۳ انجام شد. روی هر پشته دو ردیف از گیاهان زراعی کاشته شد. در کرت‌های مخلوط نسبت کاشت ۵۰:۵۰ بود و روی هر پشته یک ردیف بذر غلات و یک ردیف بذر لگوم کاشته شد. میزان بذر استفاده شده در تیمارهای تک کشتی برای غلات ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و در تیمارهای کشت مخلوط نصف این مقدار استفاده شد. میزان بذر ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار هم برای باقلا و نخود در تیمارهای کشت مخلوط استفاده گردید. تنها کودی که استفاده شد کود اوره (در دو مرحله کاشت

1 *Triticum turgidum* L.2 *Pisum sativum* L.

3 LER= Land Equivalent Ratio

بیشترین تعداد سنبله را به خود اختصاص داد و پس از آن تیمار تک کشتی تریتیکاله بدون حضور علف هرز (۷۷۲ سنبله در متر مربع) قرار داشت. تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله + نخود و گندم + باقلا با ۲۲۳ و ۲۶۳ سنبله کمترین تعداد سنبله را در متر مربع داشتند (شکل ۱). جو به علت پنجه زنی و سرعت رشد بیشتر تعداد سنبله بیشتری در هر الگوی کاشت تولید کرد. بدون در نظر گرفتن تفاوت‌های ژنتیکی غلات مورد آزمایش، به طور کلی تعداد سنبله غلات در تیمارهای کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی بدون حضور علف هرز غلات کاهش یافته است که می‌تواند به علت جایگزینی بخشی از سطح زیر کاشت توسط لگوم‌ها، رقابت بین گیاهان زراعی همراه و علف‌های هرز به ویژه برای کسب مواد غذایی باشد. همچنین تعداد سنبله در تیمارهای کشت مخلوط نیز کمتر از تعداد سنبله در تک کشتی‌های با حضور علف هرز بود که به علت افزایش تداخل علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک کشتی با علف هرز غلات بود. برای مثال تعداد سنبله در تیمارهای کشت مخلوط تریتیکاله + نخود و گندم + باقلا در مقایسه با تک کشتی با علف هرز آنها کاهش نشان داد (شکل ۹). دلیل این امر قدرت رقابت کمتر لگوم‌ها با علف‌های هرز و در نتیجه افزایش تراکم و زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط بود. در آزمایشی سیدی و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند که وجین علف‌های هرز به علت افزایش مواد غذایی در دسترس گیاهان زراعی باعث افزایش تعداد سنبله می‌شود. مطالعات بارکر و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که تعداد سنبله گندم تک کشتی به طور معنی‌داری بیشتر از کشت مخلوط آن با باقلا بود.

و ساقه رفتن غلات) بر اساس ۶۵ کیلوگرم در هکتار بود. آبیاری اول بلافاصله پس از کاشت انجام شد و فاصله آبیاری‌های بعدی بر اساس دمای هوا ۸ و ۱۲ روز بود. در تیمارهای بدون علف هرز، وجین دستی دو بار در مراحل پنجه‌زنی و خوشه رفتن غلات انجام شد. برداشت نهایی در تاریخ‌های ۱۱ اردیبهشت (غلات و باقلا) و ۱۸ اردیبهشت (نخود) برای تعیین اجزاء عملکرد و عملکرد گندم، جو و تریتیکاله در سطح یک متر مربع از مرکز کرت انجام شد. نسبت برابری زمین جزئی غلات بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

مظاهری (۲۰۰۶)

$$LERp = \frac{Y_{ij}}{Y_{ii}}$$

$Y_{ii}$  = عملکرد گونه  $i$  در کشت خالص و  $Y_{ij}$  = عملکرد گونه  $i$  در کشت مخلوط، که اگر نسبت برابری زمین جزئی بیشتر از ۰/۵ باشد به این معنی است که کارایی گیاه زراعی در کشت مخلوط بیشتر از تک کشتی است. آنالیز داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار MSTATC ver2.10 (1991) انجام شد. به علت تعداد بوته متفاوت در هر کرت، بر روی داده‌ها تجزیه کوواریانس انجام شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD انجام شد.

## نتایج و بحث

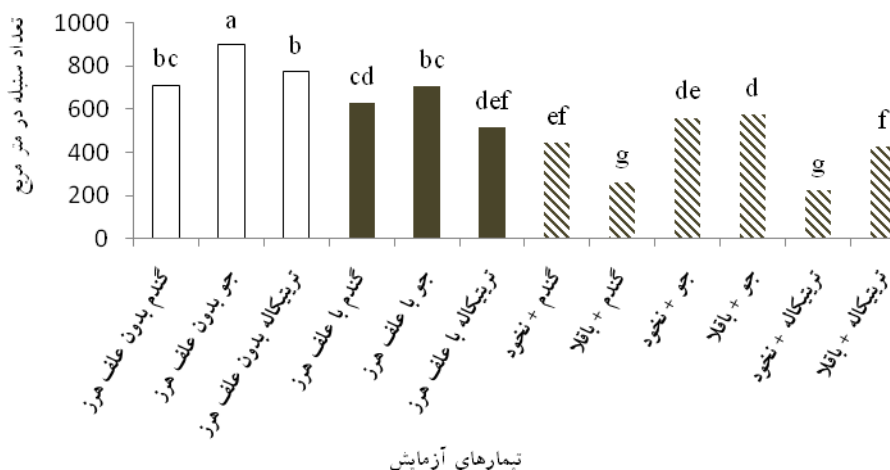
### تعداد سنبله گندم، جو و تریتیکاله در واحد سطح

تعداد سنبله غلات در متر مربع به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت (۰/۰۱)  $(p \leq)$  (جدول ۱). تیمار تک کشتی جو بدون حضور علف هرز با ۹۰۱ سنبله

جدول ۱- تجزیه کوواریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد و اجزاء عملکرد غلات و زیست توده علف‌های هرز

| منابع تغییرات    | درجه آزادی | میانگین مربعات         |                        |                      |                       |                     | ضریب تغییرات (%)       |
|------------------|------------|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
|                  |            | عملکرد بیولوژیک غلات   | عملکرد دانه            | وزن هزار دانه        | تعداد سنبله           | طول سنبله           |                        |
| تکرار            | ۲          | ۹۸۲۸۰۰۸ <sup>ns</sup>  | ۹۳۴۴۹۱۴ <sup>**</sup>  | ۲۱/۹۴ <sup>ns</sup>  | ۲۶۴۰/۳ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۳۵ <sup>ns</sup> | ۲۶۹/۰۶ <sup>ns</sup>   |
| تیمار            | ۱۱         | ۸۲۶۹۹۰۳۴ <sup>**</sup> | ۱۲۵۱۳۹۵۶ <sup>**</sup> | ۱۳۲/۴۱ <sup>**</sup> | ۷۵۰۹۲/۶ <sup>**</sup> | ۸/۶۶۵ <sup>**</sup> | ۲۹۷۶۳۲/۵ <sup>**</sup> |
| متغیر مستقل      | ۱          | ۷۲۶۷۵۴ <sup>ns</sup>   | ۱۹۴۳۶۱۲ <sup>ns</sup>  | ۳۱/۳۷ <sup>ns</sup>  | ۱۱/۲۳ <sup>ns</sup>   | ۰/۳۴۲ <sup>ns</sup> | ۲۸/۵۸ <sup>ns</sup>    |
| خطا              | ۲۱         | ۳۷۸۹۸۰۰                | ۹۵۲۲۱۸                 | ۳۹/۱۶۶               | ۴۷۶۰/۷                | ۰/۴۷۷               | ۵۲۲/۱۱                 |
| ضریب تغییرات (%) |            | ۱۲/۸۶                  | ۲۴/۱۹                  | ۲۷/۰۶                | ۱۲/۳۲                 | ۸/۵۹                | ۹/۳۷                   |

ns، \* و \*\* به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ و معنی‌داری در سطح یک درصد می‌باشند.



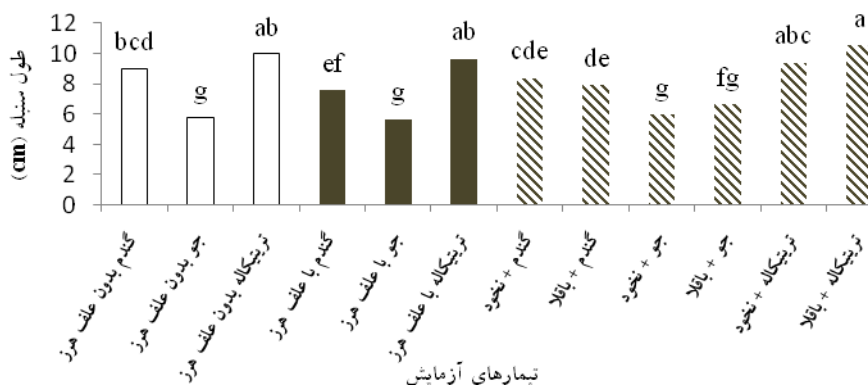
شکل ۱- تعداد سنبله گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش (برداشت نهایی)

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

تیمارهای کشت مخلوط، تفاوت معنی‌داری با تک کشتی آنها نداشت. به نظر می‌رسد با افزایش رقابت علف‌های هرز، غلات سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به سنبله‌ها فرستاده‌اند، بنابراین طول سنبله در تیمارهای تک کشتی با حضور علف هرز و کشت مخلوط تفاوت چندانی با تک کشتی بدون علف هرز نداشت. همچنین به علت اینکه طول سنبله صفتی ژنتیکی است، چندان تحت تأثیر محیط قرار نمی‌گیرد. در آزمایش عظیم خان و همکاران (۲۰۱۲) نیز مشاهده شد که تیمارهای کشت مخلوط گندم-نخود تأثیر معنی‌داری بر طول سنبله گندم نداشتند.

**طول سنبله گندم، جو و تریتیکاله**

نتایج تجزیه کوواریانس این صفت نشان داد، که تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری بر طول سنبله غلات داشتند ( $p \leq 0.01$ ) (جدول ۱). بیشترین طول سنبله مربوط به تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + باقلا (۱۴/۴۶ سانتیمتر) بود و کمترین طول سنبله را نیز تیمارهای تک کشتی جو با علف هرز (۵/۶۷ سانتیمتر) و جو بدون علف هرز (۵/۷۵ سانتیمتر) و کشت مخلوط جو + نخود (۵/۹۹ سانتیمتر) نشان دادند (شکل ۲). به طور کلی تریتیکاله بیشترین طول سنبله را داشت. همچنین طول سنبله غلات در



شکل ۲- طول سنبله گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش (برداشت نهایی)

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

(جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار کشت مخلوط جو + باقلا (۵۲/۰۸) بود، که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای تک کشتی جو بدون حضور علف هرز (۴۹/۶۵)

**تعداد دانه در سنبله گندم، جو و تریتیکاله**

تفاوت معنی‌داری بین تعداد دانه در سنبله غلات در تیمارهای مختلف آزمایش در سطح یک درصد مشاهده شد

در اکثر تیمارهای کشت مخلوط غلات مورد بررسی، نسبت به تیمارهای تک کشتی آنها بیشتر بود، ولی این تفاوت‌ها در بسیاری از موارد معنی‌دار نبود. غلات در تیمارهای کشت مخلوط گندم + باقلا، جو + نخود، جو + باقلا، تریتیکاله + نخود و تریتیکاله + باقلا نسبت به تک کشتی بدون علف هرز خود به ترتیب ۱۰، ۲۳، ۴۱، ۱۰۹ و ۷۷ درصد افزایش در وزن هزارانه نشان دادند. در آزمایشی سیدی و همکاران (۱۳۹۱) بیان کردند که وزن هزار دانه جو در مخلوط با نخود نسبت به تک کشتی جو بیشتر بود. آنها گزارش کردند که چون سامانه‌های تک کشتی غلات باعث کاهش اجزاء عملکرد می‌شود، بنابراین کاشت این گیاهان به صورت مخلوط، منجر به افزایش اجزاء عملکرد و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود. در مطالعه عظیم خان و همکاران (۲۰۱۲) بر کشت مخلوط ذرت و سویا نیز تفاوت وزن هزار دانه اکثر تیمارهای مخلوط و تک کشتی آنها از لحاظ آماری تفاوتی نداشت. همچنین در آزمایش تولوس و همکاران (۲۰۱۵) بر کشت مخلوط چند گونه غلات با شلغم، وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری در تیمارهای مختلف تک کشتی و کشت مخلوط نشان نداد.

نداشت. کمترین تعداد دانه نیز متعلق به تیمارهای کشت مخلوط گندم + باقلا (۱۴/۶۲) و تک کشتی گندم با حضور علف هرز (۱۶/۴۹) بود (شکل ۳). تقریباً اکثر تیمارهای کشت مخلوط غلات از نظر تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری با تک کشتی خود نداشتند. دلیل این امر این است که تعداد دانه یک صفت ژنتیکی است و نسبت به سایر اجزای عملکرد کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (آل کثیر و همکاران، ۱۳۸۹). در آزمایش تولوس و همکاران (۲۰۱۵) نیز تفاوت معنی‌داری بین تعداد دانه در سنبله، در تک کشتی و کشت مخلوط غلات گندم، جو و یولاف<sup>۱</sup> با شلغم<sup>۲</sup> مشاهده نکردند. همچنین عظیم خان و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که اختلاف تعداد دانه در بلال در تیمارهای تک کشتی و کشت مخلوط ذرت + سویا<sup>۳</sup> از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. به طور کلی در هر الگوی کاشت، بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را جو و گندم نشان دادند و تریتیکاله از این نظر حد واسط بود. جو و تریتیکاله در کشت مخلوط با باقلا، تعداد دانه در سنبله بیشتری را نسبت به کشت مخلوط نخود داشتند، که نشان‌دهنده رشد بیشتر باقلا نسبت به نخود در ترکیب با جو و تریتیکاله می‌باشد. این امر باعث شده که زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط جو + باقلا و تریتیکاله + باقلا کمتر از کشت مخلوط جو + نخود و کشت مخلوط تریتیکاله + نخود باشد. کاهش تداخل علف‌های هرز باعث افزایش تعداد دانه در این تیمارها شد. با توجه به گزارش حسینی و همکاران (۱۳۸۸) تداخل علف‌های هرز باعث کاهش ۳۰ درصدی تعداد دانه ذرت نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز شد.

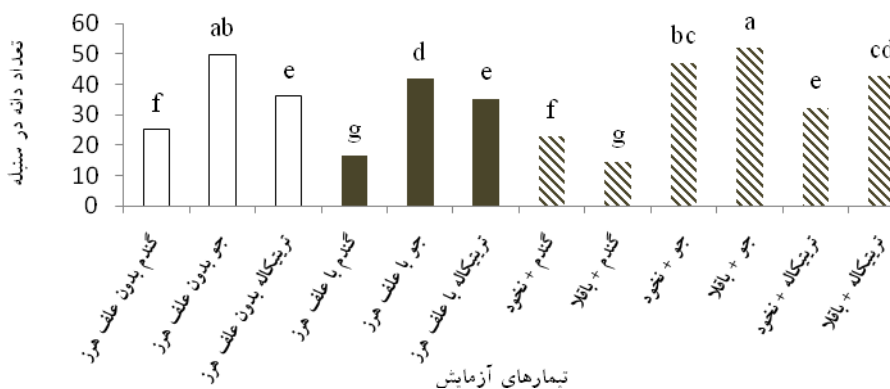
#### وزن هزار دانه گندم، جو و تریتیکاله

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود تأثیر تیمارهای آزمایش بر وزن هزار دانه غلات معنی‌دار بود ( $p \leq 0/01$ ). نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین وزن هزار دانه در تیمار کشت مخلوط گندم + باقلا (۳۵/۵۴ گرم) و تک کشتی تریتیکاله بدون علف هرز (۱۱/۱۷ گرم) بود (شکل ۴). دلیل کاهش وزن هزار دانه در تک کشتی تریتیکاله بدون علف هرز طول سنبله بیشتر این گیاه می‌باشد. با افزایش طول سنبله و تعداد سنبلك، تعداد دانه افزایش می‌یابد که این امر باعث کاهش وزن هزار دانه می‌شود، زیرا مواد فتوسنتزی بین تعداد دانه بیشتری باید توزیع شوند (سیدی و همکاران، ۱۳۹۱). اگر چه وزن هزار دانه غلات

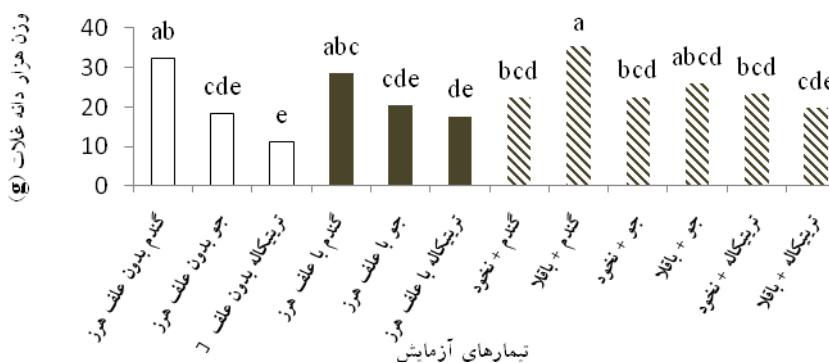
1 *Avena sativa* L.

2 *Brassica rapa*

3 *Glycine max* L.



شکل ۳- تعداد دانه در سنبله گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.



شکل ۴- وزن هزار دانه گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

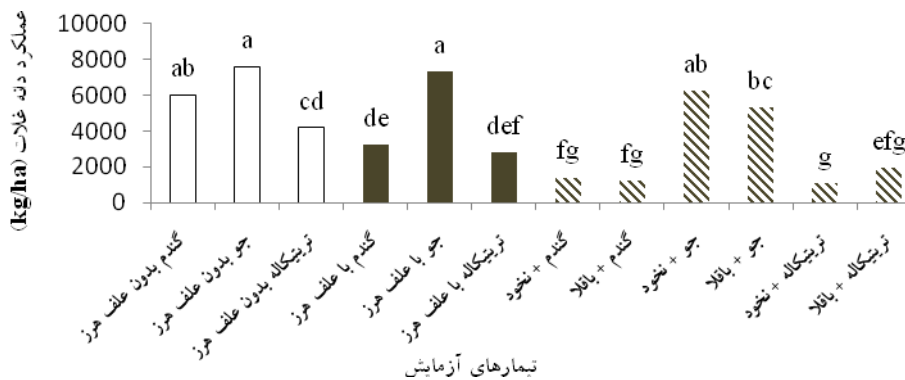
پتانسیل تولید سنبله‌ها کمک می‌کنند. کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۱۰۹۶) کیلوگرم در هکتار) بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای کشت مخلوط گندم + باقلا (۱۲۰۹) کیلوگرم در هکتار) و گندم + نخود (۱۴۱۳) کیلوگرم در هکتار) نداشت. تیمارهای کشت مخلوط جو+ نخود و جو+ باقلا با وجود ۵۰ درصد فضای کمتر نسبت به تک کشتی با حضور علف هرز خود به ترتیب ۱۵ و ۲۷ درصد کاهش عملکرد داشتند و نسبت به تک کشتی بدون علف هرز خود به ترتیب ۱۸ و ۳۰ درصد کاهش عملکرد نشان دادند که به علت رشد سریع و ارتفاع بلند جو و کنترل موفق علف‌های هرز توسط آن بود. اگر چه عملکرد تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای تک کشتی کمتر بود، اما در برخی از موارد این اختلاف معنی‌دار نبود، به ویژه در مورد جو که به علت ارتفاع

#### عملکرد دانه گندم، جو و تریتیکاله

نتایج تجزیه کوواریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف عملکرد دانه غلات در تیمارهای آزمایش معنی‌دار بود (۰/۰۱) (جدول ۱). تیمارهای تک کشتی جو بدون حضور علف هرز (۷۶۲۱) کیلوگرم در هکتار) و جو با حضور علف هرز (۷۳۱۳) کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (شکل ۵). در این آزمایش جو دارای بیشترین عملکرد دانه در تمام الگوهای کاشت می‌باشد، به ویژه جو در مخلوط با نخود و باقلا عملکرد بسیار بالایی در مقایسه با کشت مخلوط‌های گندم و تریتیکاله تولید کرد. دلیل این امر عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله بیشتر و ریشک‌های بلندتر جو می‌باشد. نورمحمدی و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که تعداد سنبله یکی از اجزاء مهم تشکیل دهنده عملکرد است و ریشک‌ها به افزایش

وجود نداشت. در آزمایشی دیگر پلزر و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که عملکرد گندم در مخلوط با نخود تفاوت معنی‌داری با تک کشتی گندم نداشت. به طور کلی عملکرد دانه غلات در تیمارهای کشت مخلوط گندم + نخود، گندم + باقلا، تریتیکاله + نخود و تریتیکاله + باقلا نسبت به تک کشتی با حضور علف هرز خود به ترتیب ۵۶، ۶۲، ۶۱ و ۳۲ درصد کاهش عملکرد داشتند. با توجه به فضای کمتر و میزان علف هرز بیشتر در تیمارهای کشت مخلوط، این نتایج قابل توجهی می‌باشد.

بلند، رشد سریع و در نتیجه استفاده بیشتر از منابع و کنترل مؤثر علف‌های هرز عملکرد دانه بالایی را به دست آورد و حتی عملکرد آن در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی بدون علف هرز نیز تفاوت معنی‌داری نداشت. در آزمایش توسی و گایدوچی (۲۰۱۰) نیز در سال اول آزمایش خود تفاوت معنی‌داری بین عملکرد دانه در تیمارهای کشت مخلوط گندم دوروم و باقلا مشاهده نکردند. همچنین تولوس و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که بین اکثر تیمارهای کشت مخلوط غلات-شلغم و تک کشتی آنها تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه

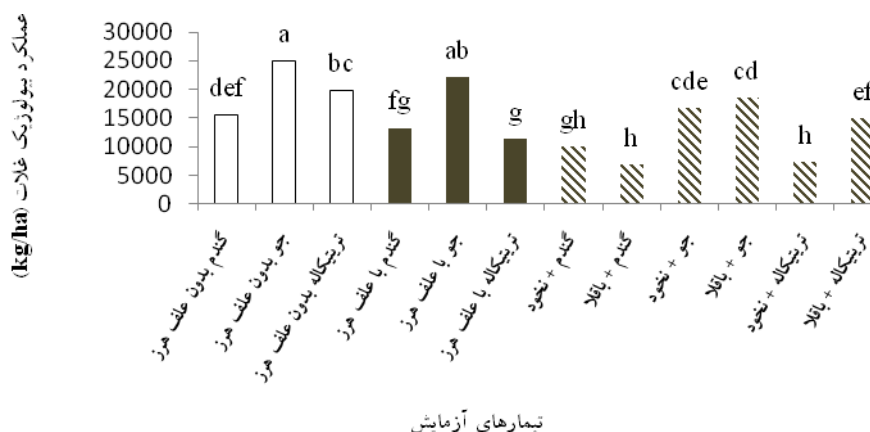


شکل ۵- عملکرد دانه گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش (برداشت نهایی) میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

تیمارهای کشت مخلوط و جایگزینی بخشی از سطح زیر کاشت توسط لگوم‌ها می‌باشد. در آزمایشی لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که عملکرد ماده خشک غلات در تیمارهای تک کشتی بیشتر از تیمارهای مخلوط بود. تیمار کشت مخلوط گندم + نخود (۱۰۰۲۰ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری با تک کشتی با علف هرز نداشت. تولوس و همکاران (۲۰۱۵) نیز در سال دوم آزمایش خود، تفاوت معنی‌داری از تیمارهای آزمایش بر عملکرد بیولوژیک غلات در مخلوط با شلغم مشاهده نکردند. به طور کلی تیمارهای تک کشتی بدون علف هرز بیشترین عملکرد بیولوژیک غلات را در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایش تولید کردند، که به علت عدم رقابت با علف‌های هرز بود. لیتورجیدیس و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که عملکرد تک کشتی‌های غلات بیشتر از کشت مخلوط با نخود بود.

### عملکرد بیولوژیک گندم، جو و تریتیکاله

بر اساس نتایج تجزیه کوواریانس داده‌ها، تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری ( $p \leq 0.01$ ) بر عملکرد بیولوژیک غلات داشتند (جدول ۱). بیشترین عملکرد بیولوژیک غلات در تیمار تک کشتی جو بدون حضور علف هرز (۲۵۰۳۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد، که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای تک کشتی جو با حضور علف هرز (۲۲۰۸۰ کیلوگرم در هکتار) نداشت (شکل ۶). در مطالعه لامعی هروانی (۱۳۹۱) بر کشت مخلوط جو و تریتیکاله با خلر<sup>۱</sup> مشاهده شد که بیشترین عملکرد ماده خشک را تک کشتی جو به خود اختصاص داد، که او دلیل این امر را ویژگی‌های ژنتیکی و شرایط محیطی دانست. کمترین عملکرد بیولوژیک غلات هم در تیمارهای کشت مخلوط گندم + باقلا (۶۸۵۴ کیلوگرم در هکتار) و تریتیکاله + نخود (۷۳۳۶ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. عملکرد بیولوژیک غلات در اکثر تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تیمارهای تک کشتی کاهش یافت. دلیل این امر رقابت برون گونه‌ای با لگوم و علف هرز در



شکل ۶- عملکرد بیولوژیک گندم، جو و تریتیکاله تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

### نسبت برابری زمین

معیاری که اغلب جهت ارزیابی مؤثر بودن کشت مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرد نسبت برابری زمین می‌باشد. این معیار، میزان زمین لازم برای تک کشتی‌ها را در مقایسه با کشت مخلوط توصیف می‌کند و عبارت است از سطح زمینی که لازم است تا با کشت گیاه به صورت تک کشتی عملکردی مشابه یک هکتار کشت مخلوط به دست آید (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۹). نتایج به دست آمده نشان داد که نسبت برابری زمین جزئی غلات تحت تأثیر تیمارهای کشت مخلوط در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به علت حضور دو نوع تک کشتی با علف هرز و بدون علف هرز، نسبت برابری زمین غلات در تیمارهای کشت مخلوط با هر دو تیمار تک کشتی آنها مقایسه شد. میزان زیست توده علف‌های هرز به ترتیب در تیمارهای تریتیکاله + نخود (۵۲۳ گرم)، گندم + باقلا (۴۶۶ گرم)، گندم + نخود (۳۴۹ گرم)، گندم با علف هرز (۲۵۴ گرم)، تریتیکاله + باقلا (۲۲۹ گرم)، تریتیکاله با علف هرز (۷۲ گرم)، جو + نخود (۵۶ گرم)، جو + باقلا (۱۰ گرم) و جو بدون علف هرز (۵ گرم) حداکثر بود. بر اساس تیمارهای تک کشتی بدون حضور علف هرز، بیشترین نسبت برابری زمین جزئی غلات در تیمار کشت مخلوط جو + نخود (۰/۹۵) به دست آمد، و کشت مخلوط کشت مخلوط گندم + باقلا (۰/۲۵) کمترین نسبت برابری زمین جزئی غلات را نشان داد. در مقایسه با تک کشتی با حضور علف هرز، بیشترین نسبت برابری زمین جزئی غلات در تیمارهای کشت مخلوط جو + باقلا (۰/۹۵) و جو + نخود (۰/۹۳) و تریتیکاله + باقلا (۰/۹۳) مشاهده شد و کمترین نسبت

برابری زمین جزئی غلات نیز در تیمار گندم + باقلا (۰/۴۸) به دست آمد (شکل‌های ۷ و ۸). اگر ویژگی‌های آگرواکولوژیکی اجزاء کشت مخلوط دقیقاً مشابه باشد نسبت برابری زمین جزئی باید برای هر محصول ۰/۵ باشد (مظاهری و همکاران، ۲۰۰۶). در این آزمایش نسبت برابری زمین جزئی غلات بجز نسبت برابری زمین جزئی گندم در کشت مخلوط با باقلا در مقایسه با تک کشتی‌های با و بدون علف هرز، بیشتر از ۰/۵ بود. این امر نشان می‌دهد که کشت مخلوط غلات به ویژه جو در مخلوط با باقلا و نخود می‌تواند موجب افزایش عملکرد در واحد سطح و در نتیجه افزایش کارایی استفاده از زمین شود. در آزمایش پلزر و همکاران (۲۰۱۲) نیز مشاهده شد که نسبت برابری زمین جزئی گندم در کشت مخلوط با نخود بیشتر از ۰/۵ بود.

### زیست توده علف‌های هرز

زیست توده علف‌های هرز به طور معنی‌داری ( $p \leq 0/01$ ) تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین زیست توده علف‌های هرز مربوط به تیمار کشت مخلوط تریتیکاله + نخود (۵۲۵ گرم در متر مربع) و سپس گندم + نخود (۴۶۶ گرم در متر مربع) بود. کمترین زیست توده علف‌های هرز نیز در تیمار تک کشتی جو با علف هرز (۵ گرم در متر مربع) و کشت مخلوط جو + باقلا (۱۰ گرم در متر مربع) مشاهده شد (شکل ۹). نتایج نشان داد که زیست توده علف‌های هرز در تیمارهای کشت مخلوط، مشابه یا بیشتر از تک کشتی غلات با علف هرز بود. این امر به دلیل رقابت کمتر لگوم‌ها با علف‌های هرز بود که موجب شد زیست توده علف‌های هرز در برخی

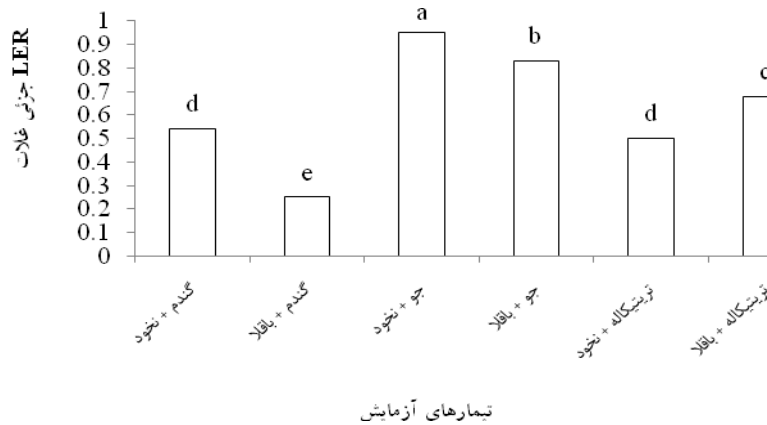


تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک کشتی غلات با علف هرز بیشتر باشد.

جدول ۲- تجزیه کوواریانس نسبت برابری زمین جزئی گندم، جو و تریتیکاله در تیمارهای کشت مخلوط

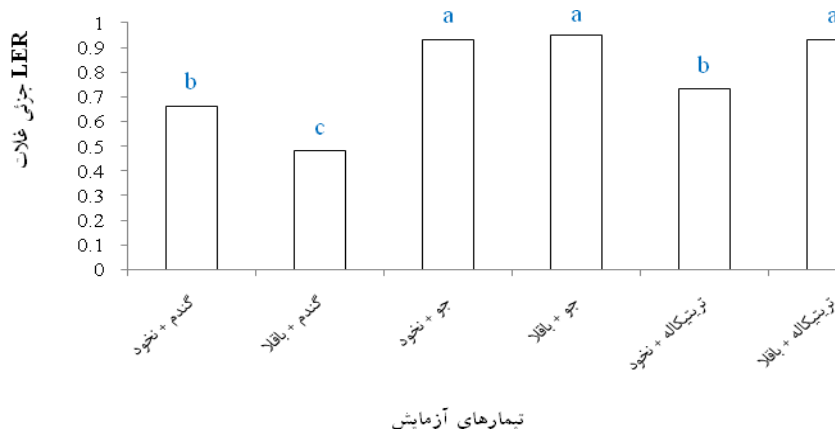
| منابع تغییرات    | میانگین مربعات      |                     | درجه آزادی |
|------------------|---------------------|---------------------|------------|
|                  | LER <sub>c</sub>    | LER <sub>cw</sub>   |            |
| تکرار            | ۰/۰۰۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup> | ۲          |
| تیمار            | ۰/۱۸۳ <sup>**</sup> | ۰/۱۰۹ <sup>**</sup> | ۵          |
| متغیر مستقل      | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup> | ۱          |
| خطا              | ۰/۰۰۴               | ۰/۰۰۲               | ۹          |
| ضریب تغییرات (%) | ۱۰/۶۷               | ۵/۶۹                |            |

LER:LER<sub>c</sub> جزئی غلات نسبت به تک کشتی بدون حضور علف هرز؛ LER:LER<sub>cw</sub> جزئی غلات نسبت به تک کشتی با حضور علف هرز؛ ns، \* و \*\* به ترتیب بیانگر عدم معنی داری، معنی داری در سطح ۵ درصد و معنی داری در سطح یک درصد می‌باشند.



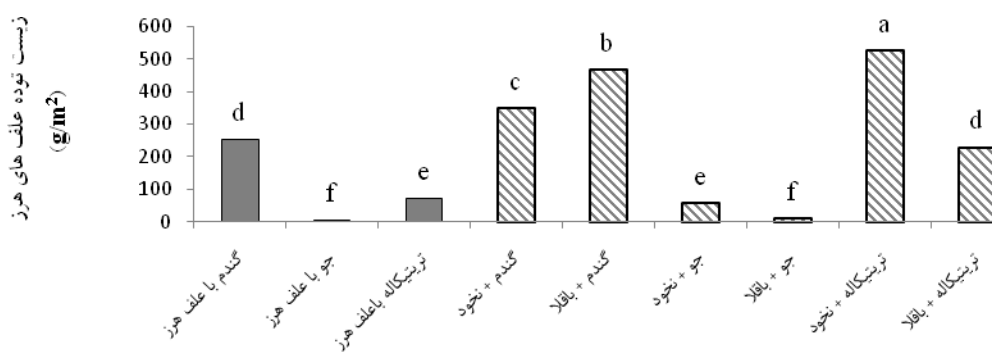
شکل ۷- LER جزئی گندم، جو و تریتیکاله ( بر اساس تک کشتی‌های بدون حضور علف هرز)

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، دارای تفاوت معنی دار نیستند.



شکل ۸- LER جزئی گندم، جو و تریتیکاله ( بر اساس تک کشتی‌های با حضور علف هرز)

\* میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، دارای تفاوت معنی دار نیستند.



تیمارهای آزمایش

## شکل ۹- زیست توده علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد، دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

## نتیجه‌گیری

افزایش عملکرد بدون افزایش سطح زیر کشت باشد. در بین غلات مورد آزمایش، جو به علت رشد سریع و ارتفاع بلند خود توانست علف‌های هرز را به خوبی کنترل کند، که این امر موجب شد که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به ویژه در تیمارهای کشت مخلوط و تک کشتی با علف هرز به خود اختصاص دهد.

عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه غلات در برخی تیمارهای کشت مخلوط تفاوت معنی‌داری با تک کشتی‌های با حضور علف هرز و حتی گاهی تک کشتی بدون علف هرز آنها نداشت. این امر نشان می‌دهد با توجه به فضای کمتر در کشت مخلوط، غلات توانسته‌اند کارایی مناسبی در کشت مخلوط داشته باشند. بنابراین کشت مخلوط می‌تواند راهکاری برای

## منابع

- آل کثیر، ع.، ن. آریان نیا و ش لرزاده. ۱۳۸۹. تأثیر رقابت چهار گونه علف هرز بر عملکرد و اجزاء عملکرد کلزا رقم هایولا ۴۰۱ در منطقه میان آبخوش. فصلنامه علمی پژوهشی علوم به‌زراعی ایران. جلد ۲، شماره ۵: ۷۳-۸۷.
- جوانشیر، ع.، ع. دباغ محمدی نسب، ا. حمیدی و م. قلیپور. ۱۳۷۹. اکولوژی کشت مخلوط. ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- حسینی، س. ا.، م. ح. راشد محصل، م. نصیری محلاتی و ک. حاج محمدنیا قالیباف. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر میزان نیتروژن و مدت زمان تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays L.*). مجله حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۳، شماره ۲: ۹۷-۱۰۵.
- رضایی چپانه، ا.، ع. دباغ محمدی نسب، م. ر. شکیب، قاسمی ک. گل‌عزانی و س. اهری‌زاد. ۱۳۸۹. بررسی دریافت نور و برخی ویژگی‌های کانوپی در کشت‌های خالص و مخلوط ذرت (*Zea mays L.*) و باقلا (*Vicia faba L.*). مجله بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۲، شماره ۳: ۴۳۷-۴۴۷.
- سیدی، م.، ج. حمزه‌ئی، گ. احمدوند و م. ع. ابوطالبیان. ۱۳۹۱. بررسی امکان مهار علف‌های هرز و تولید محصول در کشت مخلوط نخود و جو. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۲، شماره ۳: ۱۱۴-۱۰۱.
- لامعی هروانی، ج. ۱۳۹۱. ارزیابی فنی و اقتصادی کشت مخلوط خنجر با جو و تریتیکاله در شرایط دیم استان زنجان. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۲، شماره ۴: ۱۰۲-۹۳.
- نورمحمدی، ق.، ع. سیادت و ع. کاشانی. ۱۳۸۹. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۶۸ صفحه.
- Agegehu, G., A. Ghizaw and W. Sinebo. 2008. Yield potential and land-use efficiency of wheat and faba bean mixed intercropping. *Agron. Sustainable Dev.* 28: 257-263.
- Azim khan, M., K. Ali, Z. Hussain and R. A. Afridi. 2012. Impact of maize-legume intercropping on weeds and maize crop. *Pak. J. Weed. Sci. Res.* 18(1):127-136.

- Barker, S. and M. D. Dennett. 2013. Effect of density, cultivar and irrigation on spring sown monocrops and intercrops of wheat (*Triticum aestivum* L.) and faba beans (*Vicia faba* L.). *Eur. J. Agron.* 51:108-116.
- Bedoussac, L. and E. Justes. 2010. Dynamic analysis of competition and complementarity for light and N use to understand the yield and the protein content of a durum wheat-winter pea intercrop. *Plant Soil.* 330: 37–54.
- Chapagain, T., and A. Riseman. 2014. Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. *Field Crop Res.* 166: 18–25.
- Gooding, M.J., E. Kasyanova, R. Ruske, H. Hauggaard-Nielsen, E.S. Jensen, C. Dahlmann, P.V. Fragstein, A. Dibet, G. Corre-Hellou, Y. Crozat, A. Pristeri, M. Romeo, M. Monti and M. Launay. 2007. Intercropping with pulses to concentrate nitrogen and sulphur in wheat. *J. Agric. Sci.* 145: 469–479.
- Lithourgidis, A. S., D. N. Vlachostergios, C. A. Dordas and C. A. Damalas. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. *Eur. J. Agron.* 34:287-294.
- Malézieux, E., Y. Crozat, C. Dupraz, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. Tourdonnet and D.M. Valantin-Morison. 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron. Sustainable Dev.* 29: 43–62.
- Mazaheri, D., A. Madani and M. Oveysi. 2006. Assessing the land equivalent ratio (LER) of two corn (*Zea mays* L.) varieties intercropping at various nitrogen levels in Karaj, Iran. *JCEA.* 7(2): 359- 364.
- Naudin, C., G. Corre-Hellou, S. Pineau, Y. Crozat and M.H. Jeuffroy. 2010. The effect of various dynamics of N availability on winter pea–wheat intercrops: crop growth, N partitioning and symbiotic N<sub>2</sub> fixation. *Field Crop Res.* 119: 2–11.
- Pelzer, E., M. Bazot, D. Makowski, G. Corre-Hellou, C. Naudin, M. Al Rifaï, E. Baranger, L. Bedoussac, V. Biarnès, P. Boucheny, B. Carrouée, D. Dorvillez, D. Foissy, B. Gaillard, L. Guichard, M.C. Mansard, B. Omon, L. Prieur, M. Yvergniaux, E. Justes and M.H. Jeuffroy. 2012. Pea–wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *Eur. J. Agron.* 40: 39-53.
- Sheaffer, C.C. and K.M. Moncado. 2012. *Introduction to Agronomy: Food, Crops, and Environment.* Second Edition. Clifton Park, NewYork, USA. 354- 360.
- Tosti, G. and M. Guiducci. 2010. Durum wheat–faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. *Eur. J. Agron.* 33: 157-165.
- Tuulos, A., M. Turakainen, J. Kleemola and P. Mäkelä. 2015. Yield of spring cereals in mixed stands with under sown winter turnip rape. *Field Crop Res.* 174: 71-78.

## Response of yield and yield components of wheat, barley and triticale to intercropping with legumes under weed interference

L. Soleimanpour<sup>1</sup>, R. Naderi<sup>2</sup>, E. Bijanzadeh<sup>2</sup>, A. Behpouri<sup>2</sup>, Y. Emam<sup>3</sup>

Received: 2016-1-2 Accepted: 2016-7-20

### Abstract

In order to investigate the response of cereals to intercropping with legume in weed competition conditions, a field experiment was performed in 2014-2015 in the College of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University. Treatments included 10 monoculture (wheat, barley, triticale, pea and bean with and without weeds) and 6 intercropping (wheat + chickpea, wheat + faba bean, barley + chickpea, barley + faba bean, triticale + chickpea and triticale + faba bean with Weeds) which laid out in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Results showed that grain yield, biological yield and harvest index in some of intercropping treatments was similar to those in weedy monoculture and even in some cases similar to those in weed-free monoculture treatments which it shows that intercropping had a higher efficiency. For instance, grain yield in barley+ chickpea intercropping ( $6241 \text{ kg ha}^{-1}$ , 15 % reduction compared to weedy monoculture) was not significantly different from weedy barley monoculture ( $7313 \text{ kg ha}^{-1}$ ) and weed-free barley monoculture ( $7621 \text{ kg h}^{-1}$ ). Partial LER of cereals, in intercropping treatments except wheat+faba bean (0.39) based on weedy monocultures, was greater than 0.5 and also except intercropping of triticale + chickpea (0.31) and wheat + faba bean (0.41) based on weed-free monocultures was more than 0.5. Barley had a greatest grain and biological yield over all the treatments which it was because of its superior competitive ability against weeds. Since an intercropped cereals was planted in a less space as monoculture, these results showed that cereals-legume intercropping, especially barley-chickpea or barley-faba bean was more efficient to produce greater yield per unit area.

**Key words:** Chickpea, faba bean, land equivalent ratio, sustainable agriculture

---

1- Former M.Sc. student, Collage of Agriculture and Natural resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran

2- Assistant Professor Collage of Agriculture and Natural resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran

3- Professor, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran