

ارزیابی تأثیر کشت مخلوط ارقام بر خصوصیات زراعی و عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.)

احمد زارع فیض آبادی^{۱*} و ابوالقاسم امام وردیان^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۶/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۲۰

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر کشت مخلوط بر خصوصیات زراعی و عملکرد ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.)، آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و چهار تکرار در شهرستان مهولات خراسان رضوی انجام شد. تیمارها شامل کشت خالص پنج رقم رایج و توصیه شده گندم پیشتاز، فلات، شیراز، توس و قدس و کشت مخلوط دو رقم فلات با پیشتاز، مخلوط سه رقم فلات، پیشتاز و شیراز، مخلوط چهار رقم فلات، شیراز، قدس و توس و همچنین مخلوط پنج رقم فلات، شیراز، پیشتاز، قدس و توس به نسبت مساوی از هر رقم بود. صفات اندازه-گیری شده شامل عملکرد دانه، بیولوژیک و اجزاء عملکرد، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، طول سنبله و همچنین نسبت برابری زمین بر اساس عملکرد دانه و بیولوژیک کشت‌های مخلوط بودند. نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کشت مخلوط بر تمام صفات مورد بررسی گندم معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار کشت مخلوط دو رقم فلات و پیشتاز با مقدار ۵۴۲۵ کیلوگرم در هکتار بود. تیمارهای مخلوط در مقایسه با تیمارهای خالص تا ۵۵ درصد برای عملکرد دانه و تا ۳۲ درصد برای عملکرد بیولوژیک برتری داشتند. در تیمار مخلوط پنج رقم، کاهش ۲۱ درصدی فقط برای عملکرد دانه در مقایسه با میانگین تیمارهای خالص مشاهده شد. بیشترین نسبت برابری زمین در عملکرد دانه و بیولوژیک در کشت مخلوط دو رقم و کمترین آنها در کشت مخلوط پنج رقم حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: رقابت بین گونه‌ای، کشت خالص، نسبت برابری زمین

مقدمه

هرز و کاهش ریسک تولیدات کشاورزی از جمله فواید کشت مخلوط می‌باشند (Sauke & Ackermann, 2006; Pandey et al., 2003). مزایایی که این سیستم کشت برای کشاورزان ایجاد می‌کند، توجه به ویژگی‌های اکولوژیک رقابت ایجاد شده، به ویژه در سیستم‌های مخلوط ردیفی را ضروری می‌سازد. لذا عوامل موثر در رقابت به گونه‌ای باید کنترل و مدیریت شوند که سبب تداخل بیش از حد در آشیان اکولوژیک گونه‌های مجاور نشده و مانع از ورود دو گیاه در رقابت شدید برای جذب عوامل رشدی همچون نور، آب و مواد غذایی شوند. بطور کلی، استفاده از کشت مخلوط موجب می‌شود که گونه‌های مختلف با دارا بودن خصوصیات مرفولوژیک و فیزیولوژیک ویژه بتوانند بهره‌برداری بهتری از محیط و منابع مانند آب، مواد غذایی و نور به عمل آورند.

با توجه به توانایی بیشتر ارقام پابلند در بهره‌گیری از مواد فتوسنتزی ساقه‌ها جهت پر کردن دانه و آسیب‌پذیری ارقام پاکوتاه در قبال وقوع تنش‌های محیطی، کشت مخلوط غلات پابلند و پاکوتاه از میزان حساسیت نسبت به تنش‌های محیطی می‌کاهد (Nazeri et al., 2004). از سویی دیگر، استفاده از کشت مخلوط دو رقم موجب

روابط متقابل بین گونه‌های گیاهی طی سال‌های متمادی که مورد توجه بشر قرار دارد، زیرا روابط متقابل همواره اثراتی را بر عملکرد و کیفیت محصول به همراه داشته است. این اثرات می‌تواند تنها یک گونه را متأثر سازد یا اینکه بر روی هر دو گونه تأثیر گذارد. ماهیت و چگونگی تداخل بسیار با اهمیت است، زیرا بر تمام فرآیندهای فیزیولوژیکی یک گونه به تنهایی و همچنین جامعه گیاهی تأثیر دارد. در جوامع گیاهی تداخل به دو شکل مثبت یا منفی مشاهده می‌شود که در رابطه با تداخل منفی می‌توان به رقابت اشاره کرد. کشت مخلوط یکی از مثال‌های تداخل مثبت است که مزایای بسیاری را برای کشاورزان در پی دارد. افزایش عملکرد در واحد سطح افزایش تنوع زیستی و ثبات بیولوژیکی، بهره‌برداری بهتر از عوامل رشد و همچنین تسهیل در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی و علف‌های

۱ و ۲- به ترتیب دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، و دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد
* - نویسنده مسئول: (E-mail: azarea.2002@yahoo.com)

(al., 1989). نسبت برابری زمین^۱ (LER) مرسوم‌ترین و مهم‌ترین شاخصی است که جهت ارزیابی کشت مخلوط بکار می‌رود. این شاخص را که تحت عنوان نسبت برابری زمین معمولی یا سطح معادل نیز می‌نامند، اولین بار توسط انستیتو بین‌المللی تحقیقات برنج (*Oryza sativa* L.) تعریف شد (Tsubo et al., 2001). نسبت برابری زمین عبارت است از سطح زمین مورد نیاز در کشت خالص جهت حصول عملکرد بدست آمده از یک هکتار کشت مخلوط که در مخلوطها معمولاً این مقدار بیشتر از یک بوده و نشان‌دهنده این است که برای بدست آوردن عملکرد برابر با محصول یک هکتار زراعت مخلوط باید بیش از یک هکتار زراعت خالص مورد کشت قرار گیرد (Lightfoot & Talyer, 1987; Litsinger & Moody, 1983).

بررسی‌ها نشان داده است که معمولاً عملکرد مخلوط بیش از تک کشتی بوده و محاسبه نسبت برابری زمین نشان می‌دهد که میزان اضافه محصول حدود ۲۲ درصد است. چرا که وقتی دو رقم با مشخصات متفاوت به صورت مخلوط کاشته می‌شوند، از عوامل محیطی بیشتر استفاده می‌کنند. به صورت کلی، کشت مخلوط به علت افزایش تنوع باعث بهبود کارایی استفاده از منابع در اکوسیستم زراعی و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (Mazaheri et al., 2002).

هنگامی که LER بیشتر از یک باشد نشان‌دهنده روابط متقابل مثبت بین اعضای گیاهی مخلوط نسبت به خالص بوده و بیان‌کننده برتری کشت مخلوط نسبت به خالص می‌باشد، در شرایطی که LER کمتر از یک باشد، به ویژه چنانچه اعضای مخلوط همگی کمتر از یک باشد، احتمالاً روابط متقابل منفی بوجود آمده است. در این حالت عملکرد مخلوط در مقایسه با تک کشتی کاهش خواهد یافت و بیان‌کننده برتری کشت خالص است و بالاخره هنگامی که LER برابر یک باشد، بیان‌کننده این مطلب است که زمین مورد نیاز برای هر دو محصول در کشت مخلوط با کشت خالص برابر است (Rejmanek et al., 1989). از مزایای نسبت برابری زمین می‌توان به ساده بودن محاسبه و سهولت تغییر (Tapadia et al., 1983)، قابلیت مقایسه عملکرد محصولات (Mead & Wiley, 1980)، قابلیت انعطاف پذیری و پاسخ‌گویی به تفسیرهای متفاوت و منطقی از نظر زراعی و همچنین این‌که از طریق این نسبت می‌توان کارایی استفاده از زمین را برآورد کرد (Lightfoot & Talyer, 1987; Rafey & Prasad, 1992).

هدف از اجرای آزمایش بررسی اثر کشت مخلوط ارقام گندم بر روی عملکرد در مقایسه با کشت خالص آنها و در نهایت امکان جایگزینی و دستیابی به بهترین نسبت کشت مخلوط بوده است.

می‌شود که در صورت عدم استفاده کامل از تشعشع ورودی توسط رقم پاکوتاه، نور عبوری توسط رقم پاکوتاه مورد استفاده قرار می‌گیرد و در مجموع بازده فتوسنتز مخلوط افزایش می‌یابد (Koocheki & Zand, 1996).

در ارزیابی رقابت بین گونه‌ای در مخلوط‌های ارقام پابلند و پاکوتاه گندم بهاره (*Triticum aestivum* L.) مشخص شد که کشت مخلوط نه تنها باعث افزایش عملکرد نمی‌شود، بلکه عملکرد مخلوط-ها را نسبت به کشت خالص کاهش می‌دهد که دلیل این کاهش رقابت بین ارقام است (Martin & Alexander, 1986). کشت مخلوط به عنوان یک ابزار ارزیابی افزایش عملکرد دانه که عملکردی بیش از کشت خالص همان ارقام تولید می‌کنند، می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین مزایای کشت مخلوط ارقام زراعی افزایش عملکرد در این کشت نسبت به کشت خالص هر رقم به تنهایی است. محققان در گزارشی با بررسی کشت مخلوط ارقام سویا (*Glaysin max* L.) به این نتیجه رسیدند که اختلاط ارقام سویا رشد محدود پاکوتاه با ارقام پابلند رشد نامحدود، موجب افزایش عملکردی به میزان ۱۲ درصد نسبت به حداکثر عملکرد کشت خالص رقم پر محصول شد (Ofosu-budu et al., 1995). در بررسی که توسط چاپمن و همکاران (Chapman et al., 1989) روی مخلوط دو رقم گندم با مقادیر متفاوت بذر انجام شد، عملکرد مخلوطها تغییرات مثبت و معنی‌داری نسبت به عملکردهای پیش‌بینی نشان دادند و در میزان-های بذر بالاتر عملکردها به صورت معنی‌داری افزایش یافت. گزارش شده است که کشت مخلوط دو یا چند رقم نسبت به کشت خالص آن ارقام باعث ثبات عملکرد، حفاظت خاک و کاهش ریسک زراعت می‌شود (Banik, 1996). در بررسی دیگری مشخص شد که کشت مخلوط ارقام گندم بر کشت خالص آنها برتری دارد (Nazeri et al., 2004). در کشت مخلوط دو رقم گندم طوسی و بیات با میزان‌های متفاوت بذر، عملکرد مخلوط ۷۵ درصد بیات و ۲۵ درصد طوسی به میزان ۶/۵۹ درصد از عملکرد رقم پر محصول بیات در تک کشتی، بیشتر بوده است. چرا که در کشت مخلوط میزان عملکرد تابعی از مقدار بذر مصرفی است، به طوری که مقادیر بیشتر بذر از طریق کاهش رقابت و نیز همیاری دو جانبه نتایج بهتری در بر دارد (Mazaheri et al., 2002). ولی در ارزیابی رقابت بین گونه‌ای در مخلوط‌های ارقام پابلند و پاکوتاه گندم بهاره مشخص شد که کشت مخلوط نه تنها باعث افزایش عملکرد نشد، بلکه عملکردها را نسبت به کشت خالص کاهش داده است که دلیل این امر کاهش رقابت بین ارقام اعلام شد (Martin & Alexander, 1986). ارزیابی صحیح اثرات متقابل رقابتی بین گونه‌های گیاهی در کشت‌های مخلوط نیازمند طرح‌های مناسب مزرعه‌ای و روش‌های مطلوب تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌باشد (Beheshti et al., 2010; Rejmanek et

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی رقابت درون گونه‌ای کشت مخلوط پنج رقم گندم به صورت درهم با کشت خالص آنها آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ در مزرعه شرکت کشاورزی و دامپروری توس داشت شهرستان مه‌ولات واقع در ۲۱۰ کیلومتری جنوب شهرستان مشهد انجام شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل نه تیمار با چهار تکرار بود. تیمارها شامل پنج تیمار کشت خالص ارقام غالب و توصیه شده پیش‌تاز، فلات، شیراز، توس و قدس و چهار تیمار مخلوط فلات با پیش‌تاز به نسبت ۵۰ درصد از هر کدام، مخلوط فلات، پیش‌تاز و شیراز به نسبت ۳۳ درصد از هر کدام، مخلوط فلات، شیراز، قدس و توس به نسبت ۲۵ درصد از هر کدام و مخلوط فلات، شیراز، پیش‌تاز، قدس و توس به نسبت ۲۰ درصد از هر کدام بود. خاک مزرعه لوم شنی و اسیدیته آن ۷/۹ تعیین شد. کاشت در تاریخ نیمه آذر ماه به صورت جوی و پشته و بر اساس ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار بذر انجام شد. ابعاد هر کرت آزمایشی شامل شش پشته به فاصله ۵۰ سانتی‌متر (روی هر پشته دو ردیف) و به طول شش متر بود. اولین آبیاری بعد از کاشت و دومین آبیاری نیز ۱۰ روز بعد از کاشت انجام گرفت سومین و چهارمین آبیاری نیز به فاصله یک ماه از یکدیگر انجام شد. از اوایل اسفند ماه به بعد هر ۱۲ روز یک مرتبه تا زمان برداشت در اواخر خرداد آبیاری انجام گردید. کود سرک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در دو مرحله پنجه‌دهی و سنبله-دهی مصرف شد. همچنین مبارزه با علف‌های هرز در اسفند ماه با علف کش توفوردی به میزان ۲/۵ کیلوگرم در هکتار انجام شد. سطح برداشت پس از حذف حاشیه‌ها، هشت متر مربع بود ضمن اینکه در زمان نمونه‌برداری از تیمارهای مخلوط با توجه به شناخت خصوصیات مورفولوژیک ارقام، تعداد بوته‌های مساوی از هر رقم مورد محاسبه و اندازه گیری برای صفات عملکرد و اجزاء آن (شامل تعداد سنبله بارور در متر مربع، وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در گلچه، وزن دانه در سنبله)، شاخص برداشت، ارتفاع بوته و طول سنبله اندازه‌گیری و در نهایت نسبت برابری زمین در عملکرد دانه و بیولوژیک تیمارهای مخلوط با استفاده از معادله (۱) انجام شد (Martin & Alexander, 1986).

$$LER = \sum (y_i / y_i'') \quad (1) \text{ معادله}$$

در این معادله، y_i : عملکرد مورد نظر در مخلوط و y_i'' : عملکرد رقم i در کشت خالص آن می‌باشد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که کلیه صفات مورد

بررسی از نظر آماری معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بودند (جدول ANOVA ارائه نشده است). در مقایسه میانگین‌ها بالاترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار مخلوط سه رقم با میانگین ۱۰۰/۳ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار خالص توس با میانگین ۷۵ سانتی‌متر بود (جدول ۱). علت این امر تا حدود زیادی به رقابت بین گیاهان برای تصاحب نور بر می‌گردد. در بررسی‌های انجام شده رابطه ارتفاع و عملکرد به صورت درجه دو بوده و بوته‌های بلند به دلیل شاخص برداشت پایین عملکرد کمی داشتند و بوته‌های کوتاه نیز به دلیل کمتر بودن ماده خشک نهایی از عملکرد بیولوژیک پایینی برخوردار بودند. این موضوع در تیمار خالص فلات و تیمار خالص شیراز کاملاً مشهود بود (Richaeds, 1992; Fisher & Quail, 1990). بیشترین طول سنبله در تیمار مخلوط چهار رقم با میانگین عددی ۱۱۲ میلی‌متر و کمترین آن در تیمار خالص فلات با میانگین عددی ۸۷/۳ میلی‌متر مشاهده شد. بطور کلی، تیمارهای کشت مخلوط ارتفاع بوته و طول سنبله بیشتری نسبت به کشت خالص ارقام داشتند و از وزن بیولوژیک بالاتری نیز برخوردار بودند (جدول ۱)، به طوری که تا مخلوط چهار رقم این روند افزایشی وجود داشت، ولی در مخلوط پنج رقم اندکی کاهش اتفاق افتاده است. طول سنبله در ارقام مختلف متفاوت است، معیاداً با توجه به تعداد دانه در هر سنبله مشاهده شده است که ارقام دارای سنبله کوتاهتر معمولاً سنبله متراکم‌تری دارند (Rashed Mohassel & Toghi, 1988). طول سنبله یکی از مهمترین صفات زراعی است که رابطه قوی و مثبتی با اجزای عملکرد بجز تعداد سنبله بارور در متر مربع دارد (Nazeri et al., 2004). بالاترین تعداد دانه مربوط به تیمار خالص توس با میانگین عددی ۴۴/۵ دانه در سنبله و کمترین آن مربوط به تیمار مخلوط پنج رقم با میانگین عددی ۲۹/۹ دانه در سنبله بود. نکته قابل توجه در این آزمایش بالا بودن تعداد دانه در سنبله در تیمار خالص شیراز بود که حتی از خالص پیش‌تاز و مخلوط سه رقم نیز بیشتر بود (جدول ۱).

بیشترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار مخلوط فلات، پیش‌تاز با میانگین عددی ۲/۶ دانه در سنبله و کمترین آن نیز مربوط به تیمار مخلوط پنج رقم با میانگین عددی ۱/۸ دانه در سنبله بود (جدول ۱). در این بررسی مشخص شد که تعداد دانه در سنبله در تیمارهای خالص و مخلوط اختلاف قابل توجهی نشان نمی‌دهند هرچند تیمار مخلوط فلات و شیراز که بیشترین عملکرد اقتصادی دانه را دارا می‌باشد، در این شاخص نیز بالاترین تعداد دانه در سنبله را دارا بود. در بین تیمارهای خالص نیز بالاترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار خالص توس و کمترین آن نیز مربوط به تیمار خالص شیراز بود.

بیشترین وزن دانه در سنبله مربوط به تیمار خالص توس با میانگین ۱/۲ گرم وزن دانه و کمترین آن در تیمار خالص پیش‌تاز با میانگین ۰/۶ گرم مشاهده شد که این امر می‌تواند مربوط به درستی

(Waines, 1993).

عملکرد دانه یک ارتباط مستقیم با تعداد سنبله باور در متر مربع دارد، اما این روند با افزایش تعداد ارقام در کشت مخلوط کمتر شده است. به طوری که در تیمار مخلوط چهار رقم و تیمار مخلوط پنج رقم شاهد تعداد سنبله در متر مربع کاهش یافت که علت آن را می‌توان این گونه بیان نمود که ارقام موجود در تیمارها به علت رقابت شدید قادر به افزایش تعداد سنبله نبودند و بیشتر مواد غذایی خود را صرف افزایش وزن دانه نمودند که این موضوع نقصان کاهش تعداد سنبله را تا حدودی جبران نمود.

بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار کشت مخلوط دو رقم، فلات و پیشتاز با میانگین ۵۴۲۵ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین آن نیز مربوط به تیمار خالص رقم شیراز با میانگین ۲۳۰۷ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱). با توجه به نتایج بدست آمده به جز تیمار مخلوط پنج رقم، تمامی تیمارهای کشت مخلوط ارقام دارای عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با تیمارهای خالص ارقام بودند. البته علت کاهش عملکرد دانه در تیمار مخلوط پنج رقم را می‌توان به وجود رقابت درون گونه‌ای در بین این ارقام نسبت داد. هر چند اگر گیاهان مورد استفاده در کشت مخلوط بر اساس اصول صحیحی انتخاب نشوند، رقابت درون گونه‌ای باعث کاهش عملکرد می‌شود.

دانه و خصوصیات ژنتیکی رقم توس باشد. البته تیمارهای مخلوط دو سه رقم نیز اختلاف کمتری با تیمار خالص توس که به تنهایی در بالاترین سطح از نظر وزن دانه در سنبله است، داشتند. بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار خالص پیشتاز با ۳۵/۴ و کمترین آن نیز مربوط به تیمار خالص شیراز با ۲۴/۶ گرم بود (جدول ۱).

رقم خالص پیشتاز بیشترین تعداد سنبله بارور با میانگین ۴۸۸/۸ سنبله در متر مربع را به خود اختصاص داد و کمترین آن هم مربوط به تیمار مخلوط پنج رقم با میانگین ۳۱۰ سنبله در متر مربع بود (جدول ۱). تیمارهای مخلوط به جز تیمارهای مخلوط چهار رقم و مخلوط پنج رقم تعداد سنبله بارور بیشتری نسبت به تیمارهای خالص داشتند که کاهش این تیمارها (مخلوط چهار رقم و پنج رقم) را می‌توان به رقابت درون گونه‌ای بیشتر بین این تیمارها نسبت داد. در طی یک آزمایش دیگر بیشترین تعداد سنبله بارور در متر مربع مربوط به کشت خالص رقم الموت بود که البته این تفاوت با کشت خالص رقم توس معنی‌دار نبود. نسبت‌های مخلوط دو، سه و چهار رقم با کاهش ناچیز تعداد سنبله بارور در متر مربع در رده‌های بعدی قرار داشتند (Nazeri et al., 2004). تنش خشکی در مرحله ساقه دهی گندم باعث گلدهی زود هنگام، تولید گیاهان کوتاه‌تر و عملکرد دانه کمتر می‌شود که کاهش عملکرد به خاطر تعداد کمتر سنبله بارور در واحد سطح و تعداد کمتر دانه در سنبله اتفاق افتاده است (Ehdaei &

جدول ۱- میانگین اجزاء عملکرد تیمارهای مختلف کشت خالص و مخلوط ارقام گندم

Table 1- Mean of yield components of different treatments for sole and mixed cropping of wheat varieties

| | مخلوط پنج رقم P+F+S+T+Q | فلات شیراز قدس توس F+S+Q+T | فلات شیراز پیشتاز F+P+S | فلات پیشتاز F+P | توس Toss (T) | قدس Qods (Q) | شیراز Shiraz (S) | فلات Falat (F) | پیشتاز Pishtaz (P) |
|---|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------------|----------------------|--------------------------|
| ارتفاع بوته Plant height | 87.68 de* | 97 ab | 100.3 a | 91.67 cd | 74.86 g | 87.61 de | 90.89 cd | 80.4 f | 90.76 cd |
| طول سنبله Ear length | 108.8 ab | 112 a | 105.2 bc | 95.2 d | 96.07 d | 107.5 ab | 104.6 bc | 87.28 e | 94.82 d |
| تعداد دانه در سنبله No of kernel per ear | 29.85 c | 44.75 ab | 36.75 abc | 44.81 ab | 45.45 a | 44.45 ab | 39.65 ab | 40.55 ab | 36.75 abc |
| وزن دانه در سنبله Kernel weight/ear | 0.85 cd | 1.19 ab | 1.05 abc | 1.19 ab | 1.23 a | 0.91 abc | 0.63 d | 0.87 bcd | 1.07 abc |
| وزن هزار دانه 1000-kernel weight | 28.74 cde | 30.26 bcd | 32.96 abc | 34.29 ab | 31.95 abc | 24.54 ef | 24.55 f | 27.28 de | 35.42 a |
| تعداد دانه در سنبله No. of kernel/spiklet | 1.82 b | 2.43 a | 2.19 ab | 2.61 a | 2.49 a | 2.32 ab | 2.15 ab | 2.36 a | 2.34 ab |
| تعداد سنبله بارور (m ²) No. of mature ear(m ²) | 310 d | 345 d | 454 abc | 476 ab | 315 d | 353 d | 416 c | 432 bc | 488 a |
| شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%) | 20.9 e | 26.7 cd | 29 bc | 39.8 a | 23.4 de | 28.1 bcd | 22.6 de | 32.7 b | 30.9 bc |

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

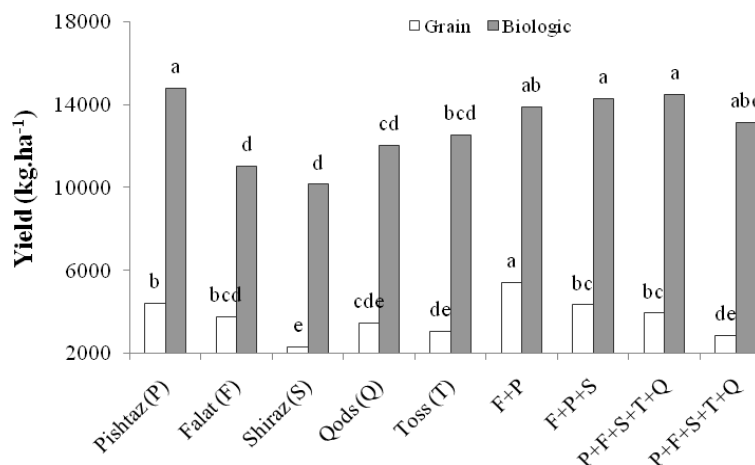
* Means followed by similar letter(s) in each column are not significantly different at 5% according to Duncan's Multiple Rang Test.

(غیرمعنی‌دار) و بر کشت خالص رقم الموت حدود ۸/۷ درصد برتری معنی‌دار داشت (Nazeri et al., 2004).

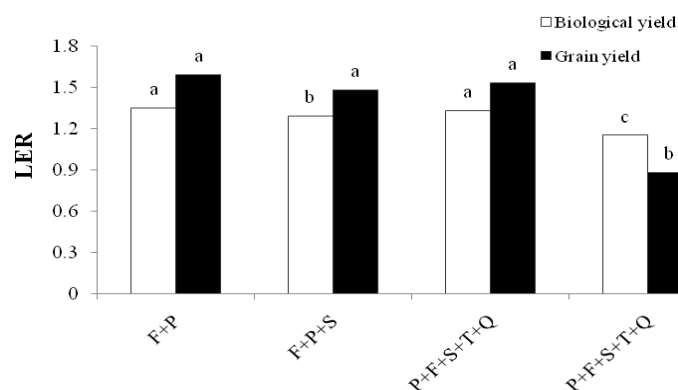
بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار مخلوط فلات و پیشتاز که دارای بیشترین عملکرد دانه نیز بود و کمترین آن مربوط به تیمار کشت مخلوط پنج رقم بود (جدول ۱). تیمارهای مخلوط به جز دو تیمار مخلوط چهار رقم و مخلوط پنج رقم افزایش قابل قبولی را از خود نشان دادند. تیمارهای مخلوط چهار و پنج رقم به ترتیب ۱۰ و ۳۱ درصد کاهش را نسبت به کشت خالص ارقام داشتند. تیمار کشت مخلوط پنج رقم به دلیل این که رقابت درون گونه‌ای این ارقام تا انتهای مرحله زایشی ادامه داشته و بیشترین تأثیر منفی را روی عملکرد دانه داشته است، ولی عملکرد بیولوژیک کشت مخلوط پنج رقم تولید بیشتری در مقایسه با کشت خالص همه ارقام داشتند، حال آنکه نتایج شاخص برداشت این تیمار نسبت به کلیه تیمارهای کشت خالص ارقام کمتر بود (شکل ۱). در آزمایش اثر میزان بذر و همچنین نسبت‌های مخلوط هیچ گونه تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص برداشت نداشت، ولی معنی‌دار شدن اثر متقابل این دو عامل حاکی از روند متفاوت شاخص برداشت در نسبت‌های مختلف مخلوط با کاربرد تیمارهای متفاوت میزان بذر است (Nazeri et al., 2004).

بیشترین LER در تیمار مخلوط دو رقم با ۱/۴ و کمترین آن در تیمار مخلوط پنج رقم با ۰/۹ مشاهده شد. LER همه تیمارهای مخلوط به جز تیمار مخلوط پنج رقم بالاتر از یک بود که این نشان از برتری عملکرد اقتصادی در کشت مخلوط آن تیمارها نسبت به کشت خالص آنها داشت که البته در تیمار مخلوط پنج رقم کمتر از یک بود (شکل ۲). نسبت برابری زمین عملکرد دانه، در تیمار مخلوط دو رقم ۳۹ درصد، تیمار مخلوط سه رقم ۳۲ درصد و در تیمار مخلوط چهار رقم ۳۶ درصد افزایش نسبت به تیمارهای خالص مشاهده شد، در حالیکه تیمار مخلوط پنج رقم در حدود ۱۴ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲). نتایج نشان داد که همه تیمارهای کشت مخلوط در عملکرد بیولوژیک LER بالاتر از یک داشتند که این خود نشان از برتری عملکرد بیولوژیک در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد (شکل ۲). طی آزمایشی برای بررسی تأثیر اختلاف دوران رشد گیاهی و مشخصات مرفولوژیکی روی عملکرد کشت مخلوط دو هیبرید ذرت (*Zea mays* L.) مشخص شد عملکرد مخلوط بیش از تک‌کشتی بوده و محاسبه نسبت برابری زمین نشان داد که میزان اضافه محصول حدود ۲۲ درصد بوده است. چرا که وقتی دو رقم با مشخصات متفاوت به صورت مخلوط کاشته می‌شود، از عوامل محیطی بیشتر استفاده می‌کنند. به طور کلی، در کشت مخلوط از طریق افزایش تنوع، شاهد بهبود کارایی استفاده از منابع در اکوسیستم‌های زراعی و در نهایت افزایش عملکرد خواهیم بود (Mazaheri et al., 2002).

در ارزیابی رقابت بین ارقام در مخلوط‌های ارقام پابلند و پاکوتاه گندم بهاره مشخص شد که کشت مخلوط از طریق کاهش رقابت بین ارقام عملکرد مخلوط‌ها را نسبت به کشت خالص کاهش داد (Martin & Alexander, 1986). در بین عملکرد دانه تیمارهای کشت خالص رقم پیشتاز با میانگین ۴۴۲۵ کیلوگرم در هکتار، از بیشترین عملکرد بر خوردار بوده و کمترین آن در تیمار خالص شیراز مشاهده شد. ارقام بهاره فلات و پیشتاز پتانسیل بهتری در منطقه نشان دادند که این خود نشان از تطابق این ارقام با شرایط اقلیمی منطقه بوده است، ولی ارقام دیررس‌تر (شیراز و توس) نتوانستند به پتانسیل واقعی خود در منطقه دست یابند (جدول ۱ و شکل ۱). احتمالاً کشت تأخیری این آزمایش تأثیر منفی بیشتری بر ارقام دیررس داشته است. ناظری و همکاران (Nazeri et al., 2004) بیان داشتند عملکرد دانه در تیمار مخلوط با میزان بذر مناسب نسبت به کشت خالص در همان میزان بذر ۱۵ تا ۲۳ درصد برتری نشان می‌دهد. در بررسی دیگری روی مخلوط دو رقم گندم با میزان‌های متفاوت بذر و عملکرد مخلوط، تغییرات مثبت و معنی‌داری نسبت به عملکردهای برآورد شده مشاهده گردید و عملکرد مخلوط در میزان‌های بذر بالاتر به صورت معنی‌داری افزایش یافت (Chapman, 1989). بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار مخلوط چهار رقم گندم با میانگین عملکرد بیولوژیک ۱۴۵۳۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار رقم خالص شیراز با میانگین عملکرد ۱۰۱۷۷ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱). اگر چه تیمار کشت مخلوط پنج رقم عملکرد دانه کمتری نسبت به کشت خالص ارقام داشت، ولی عملکرد بیولوژیک بالاتری در حدود ۱۰۵۲ کیلوگرم در هکتار نسبت به میانگین کشت خالص ارقام داشت (شکل ۱). چرا که رقابت درون گونه‌ای تأثیر بیشتری روی عملکرد دانه داشته است، به طوری که باعث کاهش ۲۱ درصدی دانه نسبت به کشت خالص شده است. با توجه به نتایج بدست آمده وجود یک ارتباط مستقیم بین شاخص ارتفاع بوته، طول سنبله و عملکرد بیولوژیک تأیید می‌شود که مربوط به افزایش مقدار کاه و کلش است و در اکثر تیمارها مشهود بود. بخصوص در مورد تیمار مخلوط پنج رقم که اگرچه عملکرد دانه پایین‌تری داشت، ولی عملکرد بیولوژیک بالاتری در مقایسه با تیمارهایی که عملکرد دانه بالایی داشتند، حاصل نمود که علت آن را می‌توان به افزایش ارتفاع بوته در این تیمار نسبت داد. بر این اساس در رقم شیراز که از ارتفاع بیشتری در مقایسه با دیگر ارقام برخوردار است می‌بایستی دارای عملکرد بیولوژیکی بالاتری بود، ولی عکس این موضوع اتفاق افتاد که دلیل آن ساقه ظریف این رقم بود. نتایج بررسی دیگری در کشت مخلوط ارقام گندم نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک از نسبت مخلوط ۷۵ درصد الموت + ۲۵ درصد شهریار حاصل شد. این مخلوط با ۱۹/۴ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک بر کشت خالص رقم شهریار حدود ۲/۷ درصد برتری



شکل ۱- عملکرد دانه و بیولوژیک ارقام مختلف گندم در ترکیب‌های کشت مخلوط
 Fig. 1- Grain and biological yield of different wheat cultivars in mixed cropping



شکل ۲- نسبت برابری زمین برای عملکرد دانه و بیولوژیک ارقام مختلف گندم در ترکیب‌های کشت مخلوط
 Fig. 2- Land equivalent ratio for grain and biological yield of different wheat cultivars in mixed cropping

بر این اساس، کشت مخلوط ارقام گندم بر کشت خالص یک رقم برتری داشت، ولی به منظور اخذ نتیجه مطلوب، بهتر است از اختلاط بیش از دو تا سه رقم خودداری شود.

منابع

- 1- Banik, P. 1996. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum*) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row – replacement series system, *Journal of Agronomy and Crop Science* 176: 289-294.
- 2-Beheshti, A.R., Soltanian, B., and Sadrabadi, R. 2010. Investigation of density and different crop rates on grain and biological yield in intercropping of grain sorghum and bean. *Iranian Journal of Field Crops Research* 8: 1-11. (In Persian with English Summary)
- 3-Chapman, S. R., All ald, R.W., and Adams, J. 1989. Effect of planting rate and genotypic frequency on yield and seed size in mixture of two wheat varieties. *Crop Science* 9: 575 -576.
- 4- Ehdai, B., and Waines, J.G. 1993. Variation in Water- use efficiency and its components in wheat. *Crop Science* 33: 294-299.
- 5- Fischer, R.A., and Quail, K.J. 1990. The effect of major dwarfing genes on yield potential in spring wheats. *Euphytica* 46: 51-56.
- 6- Koocheki, A., and Zand, A. 1996. *Ecological Perspective in Agriculture*. Jihad Daneshgahi of Mashhad Publication, Iran 125 pp. (In Persian)

- 7- Lightfoot, C.W.F., and Tayler, R.S. 1987. Intercropping sorghum with cowpea in dryland farming system in Botswana. I. Field experiments and relative advantages of intercropping. *Experimental of Agriculture* 23: 425-434.
- 8- Litsinger, J.A., and Moody, K. 1983. Integrated pest management in multiple cropping system. In: Papendick, R.I., Sanchez, P.A and Triplett, G.B. (Eds). *Multiple Cropping* 293-316.
- 9- Martin, G.M., and Alexander, W.L. 1986. Intergenotypic competition in biblends of spring wheat. *Canadaian Journal of Plant Science* 66: 871-876.
- 10- Mazaheri, D., Pasari, B., and Peighambari, E. 2002. Study of growth analysis in mono culture and mixed cropping of soybean cultivars. *Pajouhesh and Sazandegi* 54: 37-54. (In Persian)
- 11- Mead, R., and Wiley, R.W. 1980. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields from intercropping. *Experimental of Agriculture* 16: 217- 228.
- 12- Nazeri, M., Beheshti, A., Zarefizabad, A., and Hashemi, H. 2004. Effect of mixed cropping with different seeding rate on yield and agronomic traits of wheat cultivars. *Proceeding of 8th Congress of Agronomy and Plant Breeding, University of Guilan, Iran.* (In Persian)
- 13- Ofori – Budu, K.G., Noumura, K., and Fujita, K. 1995. N₂ fixation, N transfer and biomass production of soybean cv. Bragg or its supernodulating nts1007 and sorghum mixed-cropping at two rates of N fertilizer. *Soil Biology and Biochemistry* 27: 311-317.
- 14- Pandey, I.B., Bharati, V., and Mishra, S.S. 2003. Effect of maize (*Zea mays* L.) -based intercropping systems on maize yield and associated weeds under rainfed condition. *Indian Journal of Agronomy* 48: 30-33.
- 15- Rafey, A., and Prasad, N.K. 1992. Biological and economic feasibility of maize +pigeonpea intercropping system in dryland. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 62: 110-113.
- 16- Rashed Mohassel, M.H., and Toghi, H. 1988. Study on different growth stages and yield comparison of 15 wheat cultivars in dryland condition of Khorasan province. *Proceeding of 1th Research Conference on Dryland Challenges, Mashhad, Iran.* (In Persian)
- 17- Rejmanek, M., Robinson, G.R., and Rejmankova, E. 1989. Weed-crop competition: experimental design and models for data analysis. *Weed Science* 37: 276-284.
- 18- Richards, R.A. 1992. The effect of dwarfing genes in spring wheat in dry environments. I. Agronomic characteristic. *Australian Journal of Agricultural Research* 43: 517-522.
- 19- Sauke, H., and Ackermann, K. 2006. Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (*Camelina sativa* L.). *Weed Research* 46: 453-461.
- 20- Tsubo, M., Walker, S., and Mukhala, E. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of mono/intercropping system with different row orientation. *Field Crops Research* 71: 17-29.