

## واکنش ژنوتیپ‌های ذرت به نیتروژن و رقابت با علف‌های هرز

عادل مدحج\*<sup>۱</sup> و روزبه فرهودی<sup>۲</sup>

(۱) دانشیار گروه زراعت، واحد سوسنگرد، دانشگاه آزاد اسلامی، سوسنگرد، ایران.

(۲) دانشیار گروه زراعت، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران.

\* نویسنده مسئول: [adelmodhej2006@yahoo.com](mailto:adelmodhej2006@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۲۴

### چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و کارایی زراعی مصرف نیتروژن ژنوتیپ‌های ذرت در شرایط رقابت با علف‌های هرز و به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و چهار تکرار اجرا شد. در کرت‌های اصلی سه مقدار کود نیتروژن ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و بدون کود، و در کرت‌های فرعی چهار هیبرید ذرت SC.704، DKC6589، مبین و SC.640 مقایسه شدند. هر کرت فرعی به صورت فرضی به دو بخش مساوی عاری از علف هرز و با علف هرز تقسیم شد. نتایج نشان داد که کارایی زراعی مصرف نیتروژن در کرت‌هایی که دارای علف هرز بود به طور معنی‌دار کاهش یافت. وجود علف هرز سبب شد تا میانگین وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی به ترتیب، ۵/۳، ۲۱/۷ و ۲۴ درصد نسبت به شرایط وجین کاهش یابد. مصرف کود نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه همه ژنوتیپ‌ها را در شرایط رقابت با علف هرز افزایش داد. در شرایط رقابت، عملکرد تمامی ژنوتیپ‌ها به استثنای لاین DKC6589 در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش یافت. به طوری که در شرایط حضور علف‌های هرز، میانگین عملکرد ذرت در تیمارهای کودی ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۵۰ و ۳۹ درصد افزایش داشت. بیش‌ترین عملکرد دانه در هر دو شرایط رقابت و وجین علف‌هرز (به ترتیب ۹۰۸ و ۱۲۲۲ کیلوگرم در هکتار) به لاین DKC6589 اختصاص یافت. افزایش میزان نیتروژن موجب افزایش میانگین ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های ذرت در هر دو شرایط رقابت و وجین شد. ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین و تعداد برگ لاین DKC6589 به طور معنی‌دار نسبت به سایر هیبریدها بیش‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، ذرت و عملکرد بیولوژیکی.

## مقدمه

ذرت یک گیاه چهارکربنه با پتانسیل بالای تولید است که به منظور تولید دانه و علوفه در مناطق مختلف جهان کشت می‌شود (سیادت و همکاران، ۱۳۹۲). تنوع مصرف و اهمیت این گیاه باعث شده که در سال‌های اخیر میزان تولید آن در جهان نسبت به گندم بیش‌تر شود (مدحج و فتحی، ۱۳۸۷). مدیریت‌های صحیح زراعی و استفاده از ژنوتیپ‌های پرتانسیل از راه‌کارهای افزایش میزان تولید این گیاه زراعی در مناطق مختلف کشت آن هستند. نیتروژن یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد و نمو ذرت و سایر گیاهان زراعی به‌شمار می‌رود (Abebe and Feyisa, 2017). تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه با حداکثر کارایی از طریق به‌کارگیری روش‌های صحیح مصرف و جلوگیری از هدرروی منابع کودی امکان‌پذیر است. عنصر نیتروژن با توجه به متحرک بودن در خاک، به‌دلایل مختلف نظیر آبیاری و مصرف توسط علف‌های هرز رقیب با گیاه زراعی در مزرعه، هدر می‌رود (Lindquist *et al.*, 2010). در برخی گزارش‌ها مشخص شده است که رقابت علف‌های هرز برای منابع غذایی به‌ویژه نیتروژن موجب کاهش کارایی مصرف این عنصر غذایی در گیاه زراعی شده (محمد دوست‌چمن آبادی و همکاران، ۱۳۹۳) و شناخت نحوه جذب و تخصیص نیتروژن در گیاهان در حال رقابت، می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کلیدی در بهبود راهبردهای مدیریت علف‌های هرز و کاهش هدرروی منابع به‌شمار آید (Gastal and Lemaire, 2002). صوفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) نتیجه گرفتند که در مزارع ذرت که علف‌های هرز رقیب نظیر تاج خروس در آن غالب است، مصرف مقادیر بالای نیتروژن نه تنها بر افزایش عملکرد ذرت مؤثر نبود بلکه قدرت رقابت علف‌ها را افزایش داده و منجر به کاهش عملکرد ذرت شد. تحقیقات نشان داده‌اند که برخی از علف‌های هرز نسبت به گیاه زراعی معمولاً کودهای شیمیایی را سریع‌تر و به مقدار نسبتاً بیش‌تر، جذب کرده که این امر باعث کاهش مقدار کود قابل جذب برای گیاه زراعی شده است (Barker *et al.*, 2006; Zimdhal, 1980). بنابراین برای افزایش کارآمدی مصرف کود و کاهش هزینه‌های تولید گیاه زراعی، کنترل به‌هنگام علف‌های هرز در مزرعه ضروری است (مدحج و جعفری زاده، ۱۳۹۰). Azeez and Adetunji, 2007). استفاده از ژنوتیپ‌های رقیب با علف هرز یکی از روش‌های مؤثر در کاهش خسارت علف‌های هرز و جلوگیری از هدرروی منابع به‌شمار می‌روند. علف‌های هرز رقیب با ذرت به‌دلیل نظام ریشه‌ای توسعه یافته و رشد سریع قادر به جذب نیتروژن با کارایی بالاتر از گیاه زراعی هستند. از سوی دیگر، برخی تحقیقات نشان می‌دهند افزایش نیتروژن موجود در خاک موجب شکست خواب بذر علف هرز و استقرار سریع آن می‌شود (Teasdale and Pillai, 2006; Brainard *et al.*, 2005). بنابراین، یک رقم رقیب ذرت باید از ویژگی‌هایی نظیر رشد سریع در مراحل اولیه، شاخص سطح برگ بهینه، آرایش برگ و ارتفاع بوته مناسب برخوردار باشد (Aarssen, 1989; Sankula *et al.*, 2004). Yim *et al.*, 2009). تنوع ژنتیکی هیبریدها و لاین‌های ذرت این امکان را فراهم می‌آورد که در شرایط رقابت با علف‌های

هرز، با استفاده از ژنوتیپ‌های پرمحصول و رقیب نسبت به افزایش تولید اقدام نمود که نتیجه آن افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی است. نتایج تحقیق‌ها نشان می‌دهد برخی از ژنوتیپ‌های ذرت در شرایط رقابت دارای عملکرد بالاتری نسبت به سایر ارقام بوده و به دلیل برخی ویژگی‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی، از کارایی جذب عناصر غذایی بالاتری در مقایسه با دیگر ژنوتیپ‌ها برخوردارند (Adetunji, 2007). استفاده از هیبریدهای رقیب و مدیریت صحیح عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن بر افزایش توان رقابت گیاه زراعی با علف هرز و کاهش خسارت‌های ناشی از رقابت موثر است (Inamullah et al., 2011; Sarabi et al., 2011). لذا، این تحقیق به‌منظور بررسی واکنش ژنوتیپ عملکرد و کارایی زراعی مصرف نیتروژن ژنوتیپ‌های ذرت در سطوح مختلف کود نیتروژن اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در شهرستان اندیمشک از توابع استان خوزستان با عرض جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی، اجرا شد. بافت خاک مزرعه لومی رسی و میزان مواد آلی خاک کم‌تر از یک درصد بود. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و چهار تکرار اجرا شد. در کرت‌های اصلی سه مقدار کود نیتروژن ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و بدون کود (شاهد)، و در کرت‌های فرعی چهار ژنوتیپ ذرت SC.704، DKC6589، مبین و SC.640 مقایسه شدند. هر کرت فرعی شامل پنج خط کشت به طول چهار متر بود. هر کرت فرعی به صورت فرضی به دو بخش مساوی تقسیم و یک سمت آن تا پایان دوره رشد ذرت عاری از علف هرز نگه داشته شد. علف‌های هرز بخش دیگر کرت، تا پایان رشد ذرت کنترل نشد. علف‌های هرز غالب در مزرعه شامل قیاق، عروسک پشت پرده، خرفه، سوروف، تاج خروس و دم روباهی بودند. مزرعه مورد آزمایش در فصل قبل زیر کشت گندم بود. در این آزمایش از علف‌کش استفاده نشد و علف‌های هرز تا پایان دوره وجین دستی شدند. آبیاری به روش جوی و پشته و با استفاده از سیفون انجام گرفت. برابر نتایج آزمون خاک توصیه شده، فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار  $P_2O_5$  و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم  $K_2O$  در هکتار به‌صورت پایه قبل از کاشت مصرف شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۱۷ سانتی‌متر بود. کشت ذرت با توجه به شرایط محیطی منطقه و توصیه‌های تحقیقاتی، در تاریخ شش مرداد ماه انجام شد. نیمی از کود نیتروژن همراه کشت با ایجاد شیارهای باریکی در فاصله ۳-۵ سانتی‌متری زیر بذور در کرت‌های اصلی توزیع شد. نیم دیگر کود نیتروژن در مرحله شش برگی ذرت در سطوح مشخص شده در کرت‌های اصلی به صورت سرک توزیع شد. در زمان رسیدگی کامل، جهت تعیین عملکرد دانه ذرت و صفات وابسته به آن، پس از حذف حاشیه‌های بالا و پایین خطوط کشت، از دو خط سه

متری در وسط کرت فرعی، بوته‌ها برداشت و پس از خشک شدن در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت توزین شدند. عملکرد دانه و صفات وابسته به آن از بوته‌های برداشت شده محاسبه شدند.

### جدول ۱: مشخصات خاک محل آزمایش

کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	پتاسیم قابل جذب (پی پی ام)	فسفر قابل جذب (پی پی ام)	نیتروژن (درصد)	عمق نمونه‌برداری (سانتی متر)
۰/۴۵	۲/۹	۶/۷	۱۶/۸	۲۳/۹	۶/۱	۰-۳۰

وزن صد دانه از طریق شمارش و توزین چهار نمونه ۱۰۰ بذری با رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. کارایی زراعی مصرف نیتروژن با استفاده از رابطه ۱ ارزیابی شد (مدح و فتحی، ۱۳۷۸):

$$\text{ANUE} = (\text{GY}_x - \text{GY}_0) / \text{N}_x \quad \text{رابطه ۱:}$$

در این رابطه،  $\text{ANUE}$ ،  $\text{N}_x$ ،  $\text{GY}_x$  و  $\text{GY}_0$  به ترتیب کارایی زراعی مصرف نیتروژن، میزان نیتروژن مصرفی، عملکرد دانه در هر تیمار کودی و عملکرد دانه در تیمار بدون کود هستند. صفات مرفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال از سطح زمین (ارتفاع بلال)، تعداد برگ‌های بالای بلال در مرحله ظهور بلال، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارتفاع بوته به همراه محور اصلی گل‌آذین (گل‌تاجی) محاسبه شد. برای تجزیه واریانس صفات مورد بررسی از نرم افزار آماری SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

### نتایج و بحث

#### وزن صد دانه

نتایج نشان داد که واکنش وزن دانه به تیمار نیتروژن در شرایط وجین معنی‌دار نبود، اما اثر نیتروژن بر این صفت در شرایط رقابت با علف‌های هرز معنی‌دار شد (جدول‌های ۲ و ۳). محدوده درصد تغییرات وزن صد دانه در شرایط رقابت علف‌های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن بین ۲/۳-۹/۷ درصد بود (جدول ۴). افزایش مقدار نیتروژن میزان خسارت علف‌های هرز بر وزن صد دانه را کاهش داد. بیش‌تری میانگین وزن دانه در شرایط رقابت به تیمار کودی ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت.

**جدول ۲: تجزیه واریانس اثر نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های مرفولوژیکی ژنوتیپ‌های ذرت در شرایط عدم رقابت با علف‌هرز**

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه	میانگین مربعات			کارایی زراعی	تعداد برگ	مصرف نیتروژن
				عملکرد بیولوژیکی	ارتفاع بلال	ارتفاع بوته			
بلوک	۲	۰/۲۷	۶۰۴۰۷	۴۳۳۷۵۶	۱۷/۵۸	۱۵۶/۳۳	۰/۰۰۸	۲/۲۴	
نیتروژن	۳	۱۴/۴۶ <sup>ns</sup>	۳۹۱۸۴۶**	۱۷۷۳۷۶۰**	۱۰۴/۷۵**	۱۵۱۲/۰۸**	۰/۱۷۷ <sup>ns</sup>	۸/۷۲**	
اشتباه a	۶	۱/۰۴	۱۲۱۸۵	۳۰۴۲۷	۷/۲۵	۹۱/۳۱	۰/۰۵۵	۰/۲۲	
ژنوتیپ	۳	۶۶/۹۰**	۶۲۰۶۱۳**	۲۱۷۰۵۴۷**	۳۶۵۰/۱۴**	۲۹۸۷/۵۲**	۲/۸۵۵**	۱۹/۵۵**	
نیتروژن×ژنوتیپ	۹	۵/۲۰ <sup>ns</sup>	۷۱۶۵۴**	۲۳۳۱۳۶**	۷۱/۹۹**	۱۵۲/۴۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۵ <sup>ns</sup>	۱/۶۳ <sup>ns</sup>	
اشتباه	۲۴	۲/۷۹	۱۰۰۵۴	۴۹۸۰۹	۱۹/۸۶	۷۵/۳۷	۰/۰۶۰	۰/۸۷	

**جدول ۳: تجزیه واریانس اثر نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های مرفولوژیکی ژنوتیپ‌های ذرت در شرایط رقابت با علف‌هرز**

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه	میانگین مربعات			کارایی زراعی	تعداد برگ	مصرف نیتروژن
				عملکرد بیولوژیکی	ارتفاع بلال	ارتفاع بوته			
بلوک	۲	۵/۰۸	۲۶۳۶۹	۱۶۵۰۳۳	۰/۹۱	۴۵/۴	۰/۰۱۷	۱۴/۱۶	
نیتروژن	۳	۳۳/۳۵**	۱۷۷۲۴۰**	۱۷۴۴۵۹۱**	۱۶۷/۸۱*	۱۴۴۱/۶**	۰/۳۹۸**	۱/۳۹ <sup>ns</sup>	
اشتباه a	۶	۲/۰۸	۱۱۷۷۰	۴۳۳۸۶	۲۱/۵۱	۱۱۶/۰	۰/۰۳۹	۲/۳۷	
ژنوتیپ	۳	۴۲/۵۷**	۲۱۱۷۶۱**	۲۱۰۱۲۴*	۴۲۳۲/۲۸**	۲۲۸۸/۱**	۱/۶۱۴**	۲/۷۶ <sup>ns</sup>	
نیتروژن×ژنوتیپ	۹	۷/۲۲*	۱۴۷۸۰ <sup>ns</sup>	۵۸۹۹۲ <sup>ns</sup>	۱۴۷/۱۷**	۱۱۵/۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۲۳*	۲/۲۶ <sup>ns</sup>	
پ									
اشتباه	۲۴	۲/۲۵	۱۸۱۱۰	۶۵۵۱۸	۱۱/۸۹	۱۱/۹	۰/۰۵۲	۱/۳۰	

ns و \* و \*\* به ترتیب عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری پنج و یک درصد هستند.

**جدول ۴: مقایسه میانگین اثر نیتروژن و ژنوتیپ بر وزن دانه، میانگین عملکرد دانه و بیولوژیکی در شرایط وجین و رقابت علف‌های هرز**

تیماها	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)			عملکرد دانه (گرم در مترمربع)			عملکرد بیولوژیکی (گرم در مترمربع)		
	وجین	عدم وجین	کاهش	وجین	عدم وجین	کاهش	وجین	عدم وجین	کاهش
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)									
بدون نیتروژن	۲۸/۸ <sup>a</sup>	۲۶/۰ <sup>b</sup>	۹/۷	۶۷۰ <sup>b</sup>	۵۴۲ <sup>b</sup>	۱۷/۶	۲۴۱۶ <sup>b</sup>	۱۷۳۳ <sup>c</sup>	۲۸
۹۰	۳۰/۸ <sup>a</sup>	۲۹/۳ <sup>a</sup>	۵/۲	۹۵۶ <sup>a</sup>	۷۸۲ <sup>a</sup>	۱۸/۲	۲۹۹۳ <sup>a</sup>	۲۳۴۰ <sup>b</sup>	۲۵
۱۸۰	۳۱/۰ <sup>a</sup>	۲۹/۷ <sup>a</sup>	۴/۱	۱۰۴۳ <sup>a</sup>	۸۱۰ <sup>a</sup>	۲۲/۲۶	۳۱۸۳ <sup>a</sup>	۲۵۱۰ <sup>ab</sup>	۲۱
۲۶۰	۲۹/۳ <sup>a</sup>	۲۸/۵ <sup>ab</sup>	۲/۳	۱۰۶۱ <sup>a</sup>	۷۵۴ <sup>a</sup>	۲۸/۹	۳۷۲۱ <sup>a</sup>	۲۵۶۷ <sup>a</sup>	۳۱
ژنوتیپ‌ها									
SC.704	۲۸/۳ <sup>c</sup>	۲۶/۸ <sup>b</sup>	۵/۳	۹۹۳ <sup>b</sup>	۶۶۴ <sup>b</sup>	۳۳/۱	۳۴۱۵ <sup>a</sup>	۲۲۹۹ <sup>a</sup>	۳۲
DKC6589	۳۳/۳ <sup>a</sup>	۳۰/۹ <sup>a</sup>	۶/۹	۱۲۲۳ <sup>a</sup>	۹۰۸ <sup>a</sup>	۲۵/۶	۳۲۲۵ <sup>a</sup>	۲۳۵۰ <sup>a</sup>	۲۷
مبین	۲۸/۱ <sup>c</sup>	۲۷/۰ <sup>b</sup>	۳/۹	۷۶۳ <sup>c</sup>	۶۰۰ <sup>b</sup>	۲۱/۳	۲۵۰۷ <sup>b</sup>	۲۰۶۷ <sup>a</sup>	۱۷
SC.640	۳۰/۱ <sup>b</sup>	۲۸/۷ <sup>ab</sup>	۴/۶	۷۸۵ <sup>c</sup>	۷۰۷ <sup>b</sup>	۱۳/۰	۲۷۶۵ <sup>b</sup>	۲۳۳۴ <sup>a</sup>	۱۵
میانگین	۲۹/۹	۲۸/۳	۵/۳	۹۳۲	۷۲۲	۲۱/۷	۳۰۲۸	۲۲۶۲	۲۴

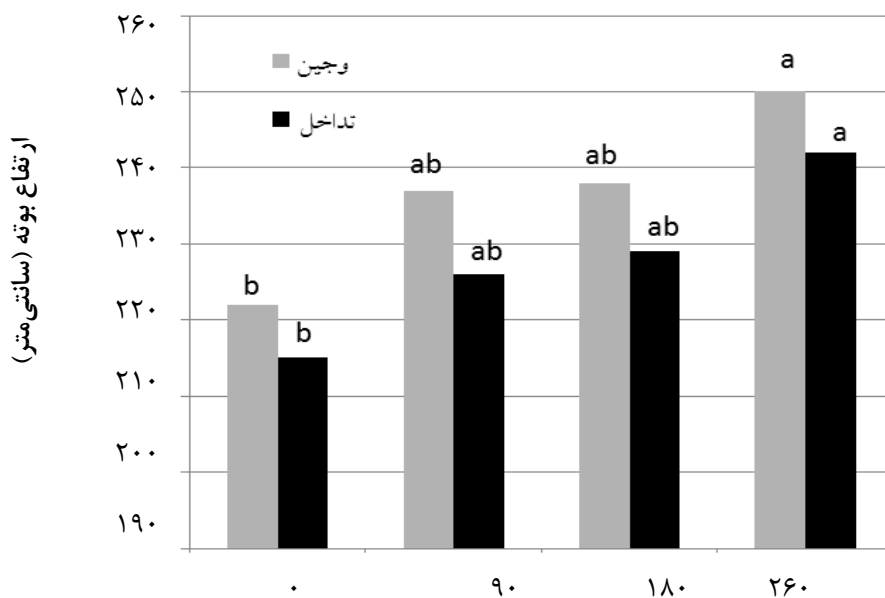
در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

**عملکرد بیولوژیکی و صفات مرفولوژیکی مرتبط با آن**

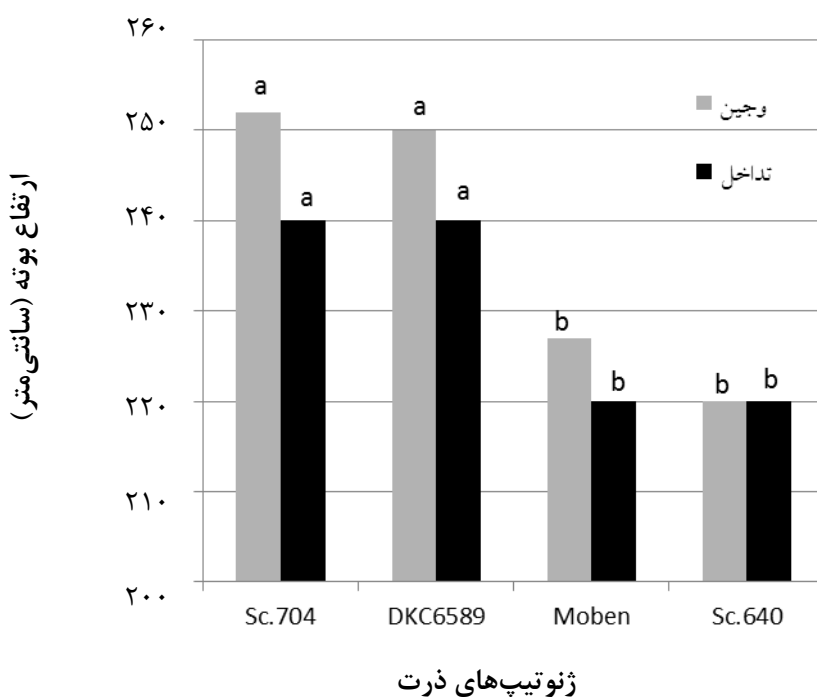
نتایج نشان داد که افزایش کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی در هر دو شرایط وجین و رقابت

علف‌هرز شد (جدول ۴). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیکی در تیمار نیتروژن به ترتیب به عدم مصرف و مصرف ۲۶۰

کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت. اما تفاوت بین تیمارهای ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط وجین معنی‌دار نبود. در شرایط حضور علف هرز، دو تیمار کودی ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌دار نداشتند. گزارش شده است که حداکثر عملکرد بیولوژیکی با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد که تفاوت آن با تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار معنی‌دار نبود (Inamullah et al., 2011). به‌طور کلی، میانگین عملکرد بیولوژیکی در شرایط رقابت علف هرز نسبت به شرایط وجین در حدود ۲۴ درصد کاهش یافت (جدول ۴). رقابت با علف‌های هرز برای دریافت منابع غذایی به‌ویژه نیتروژن، نور و آب منجر به کاهش منابع مورد نیاز رشد رویشی و زایشی در ذرت شد. در یک تحقیق روی اثر زمان نسبی سبز شدن و تراکم علف هرز سلمه تره (*Chenopodium album* L.) بر عملکرد دانه و عملکرد زیست توده ذرت دانه‌ای نشان داده شد که با افزایش تراکم این علف هرز در رشد گیاه ذرت تداخل به‌وجود آمد و عملکرد دانه و عملکرد زیست توده کاهش یافت (Sarabi et al., 2011). با این وجود روند کاهش زیست توده ذرت در تراکم‌های بالا کندتر از تراکم‌های پایین‌تر بود که دلیل آن رقابت درون گونه‌ای و هم‌جواری بوته‌های سلمه تره گزارش شد، به‌طوری‌که افزایش تراکم علف هرز تاحدی توانست زیست توده را کاهش داده و پس از آن اثر چندانی بر این صفت نداشت. بیش‌ترین اثر رقابت علف هرز بر این صفت بود و به نظر می‌رسد کاهش رشد رویشی و عملکرد دانه در رقابت با علف‌های هرز دلیل این کاهش بود. محمدی و همکاران (۱۳۹۵) دلایل کاهش زیست توده ذرت در رقابت با علف‌های هرز را کاهش معنی‌دار شاخص سطح برگ و عملکرد دانه دانستند. غلامشاهی و همکاران (۱۳۹۵) نیز گزارش دادند که رقابت ذرت با علف‌های هرز از طریق کاهش وزن خشک بلال و ویژگی‌های رویشی نظیر ارتفاع بوته و سطح برگ‌ها منجر به کاهش عملکرد زیست توده شد. این گزارش با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت، در شکل‌های ۱ و ۲ مشخص شد که حضور علف‌هرز موجب کاهش میانگین ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های ذرت شد. غلامشاهی و همکاران (۱۳۹۵) علت کاهش ارتفاع بوته در رقابت با علف‌های هرز را با انبوهی سایه اندازه گیاهی و کاهش نفوذ نور مرتبط دانستند. افزایش نیتروژن در هر دو شرایط رقابت و عدم رقابت موجب افزایش میانگین ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های ذرت شد (شکل ۱). اثر رقابت علف‌هرز بر ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های دیررس بیش‌تر از هیبریدهای متوسط رس نظیر SC.640 و مبین بود (شکل ۲). به نظر می‌رسد مدت زمان بیش‌تر رقابت با علف هرز و زیست توده انبوه‌تر در ژنوتیپ‌های دیررس، این واکنش را به دنبال داشت.



شکل ۱: اثر مقادیر مختلف نیتروژن و رقابت علف‌هرز بر ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های ذرت



شکل ۲: اثر ژنوتیپ‌های ذرت و رقابت علف‌هرز بر ارتفاع بوته

### عملکرد دانه

نتایج نشان داد که میانگین عملکرد دانه هیبریدهای ذرت در شرایط رقابت علف‌های هرز نسبت به شاهد ۲۲/۵ درصد

کاهش یافت. کاهش عملکرد دانه در واکنش به رقابت با علف‌های هرز عمدتاً به دلیل کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی (۲۵/۳ درصد) بود (جدول ۴). بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط رقابت و عدم رقابت به ترتیب به تیمارهای کودی ۲۶۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت. اگرچه در هر دو شرایط، تفاوت بین تیمارهای کودی ۹۰ و بالاتر از آن معنی‌دار نبود. بنابراین، در شرایط رقابت علف هرز، افزایش کود نیتروژن از ۱۸۰ به ۲۶۰ کیلوگرم، عملکرد دانه را کاهش داد. مدحج و کیهانی (۱۳۹۲) با مطالعه اثر نیتروژن و تراکم‌های مختلف علف هرز در کلزا، نتیجه گرفتند که افزایش میزان نیتروژن در تراکم‌های بالای علف هرز موجب کاهش عملکرد دانه شد. نتایج مشابه توسط ایزدی و همکاران (۱۳۹۲) در گیاه ارزن گزارش شده است. افزایش میزان نیتروژن باعث افزایش درصد کاهش عملکرد دانه در شرایط حضور علف‌های هرز نسبت به شاهد شد (جدول ۴). عملکرد دانه در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در شرایط رقابت علف هرز نسبت به عدم رقابت ۲۸/۹ درصد کاهش یافت. این نتایج پیش از این توسط برخی محققان گزارش شده است (Braker et al., 2006). تفاوت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت در هر دو شرایط رقابت و عدم رقابت علف‌های هرز معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه در هر دو محیط به ترتیب به لاین DKC6589 و هیبرید مبین اختصاص داشت. واکنش ژنوتیپ‌های ذرت به رقابت علف هرز معنی‌دار بود. بیش‌ترین و کم‌ترین کاهش میانگین عملکرد دانه در شرایط رقابت به ترتیب به هیبرید دیررس SC.704 و هیبرید زودرس SC.640 اختصاص داشت. کم‌ترین تغییرات وزن صد دانه و عملکرد بیولوژیکی نیز در هیبرید SC.640 مشاهده شد (جدول ۴). به هر حال، در شرایط رقابت علف‌هرز تفاوت بین عملکرد دانه هیبریدهای SC.704، مبین و SC.640 معنی‌دار نبود. نتایج برهمکنش ژنوتیپ و نیتروژن برای عملکرد دانه در شرایط رقابت و عدم رقابت نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌ها با افزایش کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت، اما واکنش ژنوتیپ‌های مختلف به نیتروژن متفاوت بود (جدول ۵). به نحوی که تحت شرایط عدم رقابت علف هرز، در هیبرید SC.704، بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که تفاوت آن با تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن معنی‌دار نبود. در لاین DKC6589 تفاوت عملکرد دانه در سه تیمار کودی ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم معنی‌دار نبود. به طور کلی، هیبریدهای SC.704 و SC.640 به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین واکنش را به افزایش نیتروژن نشان دادند، به نحوی که با افزایش میزان نیتروژن از صفر به ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه هیبرید ۷۰۴ به ترتیب ۴۳/۸، ۵۹/۹ و ۶۰/۴ درصد افزایش داشت. این افزایش در هیبرید ۶۴۰ نسبت به کود صفر، به ترتیب ۱۴/۳، ۱۹/۳ و ۲۰/۱ درصد بود. بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط رقابت علف‌هرز به لاین DKC6589 و تیمار کودی ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت که تفاوت آن با تیمار ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در همین لاین معنی‌دار نبود اثر منفی رقابت علف‌هرز بر عملکرد دانه در تمامی ژنوتیپ‌های ذرت به استثنای هیبرید متوسط رس SC.640 با افزایش میزان

نیترژن مصرفی به ۲۶۰ کیلوگرم، افزایش یافت (جدول ۵). محمدی و همکاران (۱۳۹۵) نتیجه گرفتند در کشتزارهایی که علف‌های هرز نیترژن دوست غالبیت بیش‌تری دارند، افزایش میزان کود مصرفی (نسبت به میزان بهینه) نه تنها موجب افزایش عملکرد ذرت نمی‌شود، بلکه ضمن کاهش عملکرد دانه تولیدی، موجب آلودگی بیش‌تر محیط زیست را فراهم می‌کند. گزارش شده است که کاربرد بیش‌تر نیترژن می‌تواند قابلیت رقابت علف‌های هرز و گیاهان زراعی را تغییر دهد که واکنش بهتر علف‌های هرز نسبت به نیترژن منجر به افزایش رقابت و قابلیت رقابت آن‌ها در برابر گیاهان زراعی می‌شود (Owen, 200) (Harbur and). هیبرید متوسط رس SC.640 بر خلاف سایر ژنوتیپ‌ها واکنش مثبتی به کود نیترژن در شرایط رقابت علف هرز نشان داد به‌طوری‌که میزان تغییرات کاهش عملکرد در این هیبرید با افزایش مصرف کود نیترژن کاهش یافت. به نظر می‌رسد دلیل این واکنش، زودرس‌تر بودن این هیبرید در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۳).

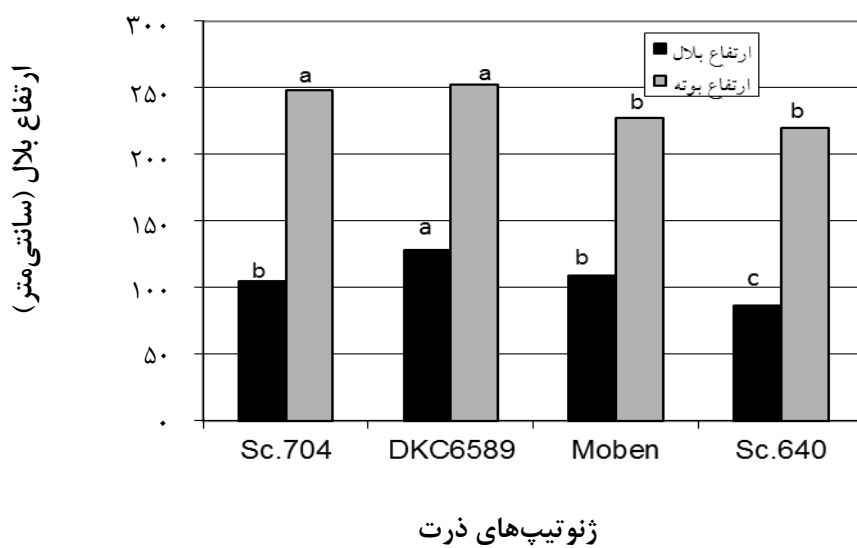
جدول ۵: مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش نیترژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت

ژنوتیپ	Sc.704		DKC6589		مبین		Sc.640		نیترژن (کیلوگرم در هکتار)		
	وجین	رقابت	وجین	رقابت	وجین	رقابت	وجین	رقابت			
بدون کود	۵۰۹ <sup>e</sup>	۴۶۴ <sup>d</sup>	۸۹۷ <sup>c</sup>	۷۴۱ <sup>bcd</sup>	۱۷/۴	۴۶۵ <sup>d</sup>	۵۲۲ <sup>de</sup>	۱۵/۷	۶۵۴ <sup>cde</sup>	۴۹۷ <sup>cd</sup>	۲۴/۰
۹۰	۹۰۷ <sup>c</sup>	۷۷۶ <sup>bcd</sup>	۱۲۹۵ <sup>a</sup>	۸۹۱ <sup>abc</sup>	۳۱/۱	۸۲۸ <sup>cde</sup>	۷۰۵ <sup>bcd</sup>	۱۵/۰	۷۹۳ <sup>cde</sup>	۶۵۶ <sup>bcd</sup>	۱۷/۲
۱۸۰	۱۲۷۰ <sup>ab</sup>	۸۰۵ <sup>abcd</sup>	۱۳۵۸ <sup>a</sup>	۹۶۱ <sup>ab</sup>	۲۹/۲	۹۴۷ <sup>bc</sup>	۶۸۴ <sup>bcd</sup>	۲۷/۷	۸۴۲ <sup>cde</sup>	۷۹۰ <sup>bcd</sup>	۶/۱
۲۶۰	۱۲۸۸ <sup>ab</sup>	۶۱۳ <sup>bcd</sup>	۱۳۳۸ <sup>a</sup>	۱۰۳۷ <sup>a</sup>	۲۲/۵	۷۶۵ <sup>cde</sup>	۵۴۵ <sup>cd</sup>	۲۹/۰	۸۵۱ <sup>cd</sup>	۷۸۶ <sup>bcd</sup>	۸/۰
میانگین	۹۹۳	۶۶۴	۱۲۲۲	۹۰۷	۲۵/۶	۷۶۵	۵۹۹	۲۱/۳	۷۸۵	۷۰۷	۱۳/۰

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

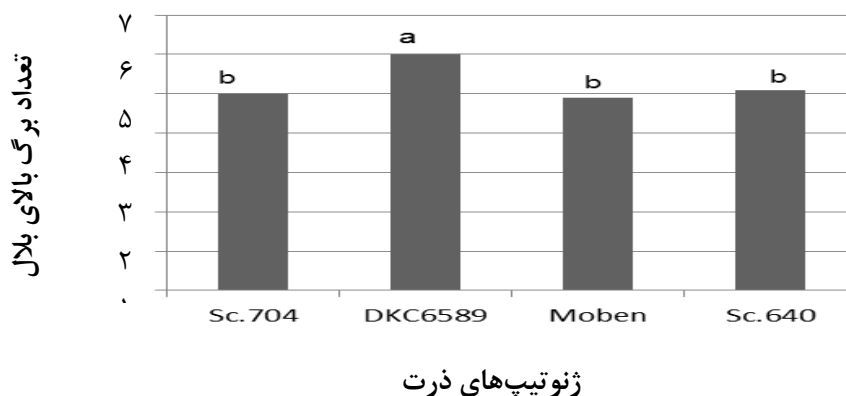
لاین DKC6589 دارای عملکرد دانه بالا و واکنش مطلوب به نیترژن در هر دو شرایط رقابت و وجین علف هرز نسبت به سایر هیبریدها بود. عملکرد دانه بالا در این لاین به دلیل وزن دانه بیش‌تر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود. این هیبرید هم-چنین از ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته و ارتفاع بلال (شکل‌های ۳ و ۴) بیش‌تری نسبت به سایر هیبریدها برخوردار بود که این ویژگی‌ها از دلایل برتری آن به‌شمار رفتند. بنابراین، اگرچه این لاین به‌طور معنی‌دار تحت اثر رقابت علف هرز قرار گرفت اما ویژگی‌های مرفولوژیکی و فنولوژیکی مطلوب آن باعث شد که در شرایط رقابت نیز از عملکرد بالایی برخوردار باشد. هیبرید مبین یک ژنوتیپ اصلاح شده در ایران است که دارای طول دوره رشد کم‌تری نسبت به SC.704 به عنوان

هیبرید متداول در منطقه است. اما این هیبرید نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها از عملکرد نسبتاً پایین در هر دو شرایط رقابت و وجین برخوردار بود (جدول ۴). هیبرید SC.704 و لاین DKC5689 در شرایط حضور علف هرز، دارای عملکرد بالاتر نسبت به سایر هیبریدها بود. با افزایش میزان نیتروژن مصرفی اگرچه درصد کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در رقابت با علف هرز افزایش یافت اما در شرایط رقابت، عملکرد اکثر ژنوتیپ‌های ذرت در هنگام افزایش نیتروژن تا مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش و پس از آن در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. عملکرد دانه تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به استثنای لاین DKC5689 در شرایط تداخل در کود ۲۶۰ کیلوگرم نسبت به ۱۸۰ کیلوگرم کاهش یافت.



شکل ۳: ارتفاع بلال (سانتی‌متر) و ارتفاع بوته (سانتی‌متر) در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط رقابت با

#### علف‌هرز



شکل ۴: تعداد برگ بالای بلال در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط رقابت با علف‌هرز کارایی زراعی مصرف نیتروژن

نتایج نشان داد که با افزایش میزان نیتروژن، کارایی زراعی مصرف نیتروژن کاهش یافت (جدول ۶). حضور علف‌های هرز باعث کاهش معنی‌دار میانگین کارایی زراعی مصرف نیتروژن به میزان ۲۵ درصد شد. کاهش کارایی زراعی مصرف نیتروژن در شرایط تداخل علف‌های هرز در تحقیقات دیگر نیز گزارش شده است (جعفری زاده و مدحج، ۱۳۹۰). میزان کاهش کارایی زراعی مصرف نیتروژن با درصد کاهش عملکرد دانه دارای ارتباط مستقیم بود. ژنوتیپ‌های ذرت از کارایی مصرف نیتروژن متفاوتی در شرایط تداخل علف هرز برخوردار بودند. کم‌ترین کاهش کارایی مصرف نیتروژن در شرایط رقابت به SC.704 و بیش‌ترین آن به SC.640 اختصاص یافت. با افزایش میزان نیتروژن مصرفی، کارایی مصرف نیتروژن در شرایط رقابت نسبت به وجین کاهش بیش‌تری یافت. دلیل این واکنش را می‌توان با افزایش دسترسی علف‌های هرز به نیتروژن در مقادیر بالای مصرف کود مرتبط دانست. گزارش شده است که بخش عمده‌ای از نیتروژن مصرفی توسط علف‌های هرز جذب شده و کارایی جذب نیتروژن در ذرت را کاهش داد (Azeez and Adetunji, 2007).

#### جدول ۶: کارایی زراعی مصرف نیتروژن ژنوتیپ‌های ذرت در سطوح مختلف نیتروژن در شرایط وجین و رقابت علف هرز

تیمارها	کارایی زراعی مصرف نیتروژن		درصد کاهش
	وجین	رقابت	
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)			
۹۰	۲/۷۷ <sup>a</sup>	۲/۵ <sup>a</sup>	۱۰/۰
۱۸۰	۲/۰۶ <sup>ab</sup>	۱/۴ <sup>b</sup>	۳۲/۰
۲۶۰	۱/۱۹ <sup>b</sup>	۰/۷۳ <sup>b</sup>	۳۸/۶
ژنوتیپ‌ها			
SC.704	۲/۵ <sup>a</sup>	۱/۹ <sup>a</sup>	۲۴/۰
DKC6589	۲/۷ <sup>a</sup>	۲/۰ <sup>a</sup>	۲۵/۹
مبین	۲/۱ <sup>a</sup>	۱/۴ <sup>a</sup>	۳۳/۳
SC.640	۰/۶۳ <sup>b</sup>	۱/۳ <sup>a</sup>	۵۱/۵

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

#### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌های ذرت به کود نیتروژن در شرایط رقابت و وجین متفاوت بود. در شرایط بدون رقابت هیبریدهای SC.704 و SC.640 به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین واکنش را به افزایش نیتروژن نشان دادند، به نحوی که با افزایش میزان نیتروژن از صفر به ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه هیبرید SC.704 به ترتیب ۴۳/۱، ۵۹/۹ و ۶۰/۴ درصد افزایش داشت. در شرایط رقابت با علف هرز، افزایش میزان کود نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در SC.704 عملکرد دانه را ۴۲ درصد نسبت به تیمار بدون کود افزایش داد، اما در تیمار نیتروژن ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش عملکرد نسبت به تیمار بدون کود در این هیبرید حدود ۲۴ درصد بود. بنابراین، در شرایط بدون رقابت حداکثر عملکرد دانه هیبریدهای ذرت در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و در شرایط رقابت در تیمار ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. این روند در تمامی ژنوتیپ‌ها به استثنای لاین DKC5689 مشاهده شد.

عملکرد لاین DKC5689 در هر دو شرایط رقابت و وجین تا مقدار کود ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش یافت. کارایی زراعی مصرف نیتروژن در شرایط رقابت با علف‌های هرز نسبت به وجین کاهش یافت. ژنوتیپ‌های ذرت کارایی زراعی متفاوتی در شرایط عدم رقابت داشتند. ژنوتیپ‌هایی که در شرایط وجین و رقابت کارایی زراعی بالاتری داشتند از عملکرد دانه بیش‌تری در هر دو شرایط برخوردار بودند.

### منابع

- ایزدی، ف.، باقری، ع.، میری، ح. ۱۳۹۲. اثر نیتروژن و تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۵ (۱۲): ۹۴-۸۵.
- سیادت، ع.، مدحج، ع.، اصفهانی، م. ۱۳۹۲. غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۵۲ صفحه.
- صوفی زاده، س.، آقاخانی، م.، بنیان، م.، زند، ا.، هوگنبوم، گ.، مصدق منشادی، ا. ۱۳۹۰. اثر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شرایط رقابت با علف‌های هرز تاج خروس و ارزن. مجله کشاورزی بوم شناختی (۲) ۱: ۱۷-۳۳.
- غلامشاهی، م.، قنبری، ع.، صفاری، م.، ایزدی، ا.، و سمایی، م. ۱۳۹۵. اثر نیتروژن بر علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.). ۳۰ (۳): ۴۲۵-۴۱۶.
- مدحج، ع.، جعفری زاده، ش. ۱۳۹۰. ارزیابی رقابت علف‌هرز پنی‌رک (*Malva spp.*) بر عملکرد گندم در سطوح مختلف نیتروژن. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۲ (۴): ۷۷۷-۷۶۷.
- مدحج، ع.، فتحی، ق. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گندم. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر. ۳۱۷ صفحه.
- مدحج، ع.، کیهانی، ع. ۱۳۹۲. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر رقابت کلزا (*Brassica napus* L.) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.). پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱ (۲): ۳۶۴-۳۵۷.
- محمدی، و.، کامبوزیا، ج.، زند، ا.، صوفی زاده، س.، رحیمی مقدم. ۱۳۹۵. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays*) در شرایط رقابت با تراکم‌های مختلف علف‌های هرز تاج خروس ریشه قرم (*Amaranthus retroflexus* L.) و ارزن (*Panicum miliaceum* L.). علوم زراعی ایران. ۷۴ (۳): ۴۴۹-۴۳۷.
- محمد دوست چمن آبادی، ح.، همتی، خ.، برمکی، م. ۱۳۹۴. تأثیر نیتروژن بر شاخص‌های رقابت و تحمل پنج رقم گندم به رقابت علف‌های هرز. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۹ (۱): ۹۴-۸۸.

محمد دوست چمن آبادی، ح.، پورمراد کلیبر، ب.، مهدی زاده، م. ۱۳۹۳. ارزیابی تاثیر مقدار کاربرد نیتروژن و

دوره تداخل علفهرز بر کارایی مصرف نیتروژن در گندم زمستانه. دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴ (۲): ۹۳-۸۵.

**Aarssen, L. W. 1989.** Competitive ability and species coexistence: A 'plant's eye' view. *Oikos*, 56: 386-401.

**Abebe, Z., and Feyisa, H. 2017.** Effects of Nitrogen Rates and Time of Application on Yield of Maize: Rainfall Variability Influenced Time of N Application. *International Journal of Agronomy*. DOI: 10.1155/2017/1545280 (In press).

**Azeez, J. O., and Adetunji, M. T. 2007.** Nitrogen use efficiency of maize genotypes under weed pressure in tropical Alfisol in northern Nigeria. *Tropiculture*, 25 (3): 174-179.

**Barker, D. C., Knezevic, S. Z., Martin, A. R., Walters, D. T., and Lindquist, J. L. 2006.** Effect of nitrogen addition on the comparative productivity of corn and velvetleaf, *Weed Sci.*, 54: 354-363.

**Blackshaw, R. E., Brandt, R.N., Janzen, H. H., Entz, T., Grant, C. and Derksen, D. A. 2003.** Differential response of weed species to added nitrogen. *Weed Sci.* 51: 532-539.

**Brainard, D. C., DiTommaso, A., Mohler, C. L. 2006.** Intraspecific variation in germination response to ammonium nitrate of Powell amaranth (*Amaranthus powellii*) seeds originating from organic vs. conventional vegetable farms. *Weed Science*, 54:435-442.

**Gastal, F., and Lemaire, G. 2002.** N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *J. Exp. Bot.* 53:789-799.

**Harbur, M. M., and Owen, M. D. 2006.** Influence of relative time of emergence on nitrogen responses of corn and velvetleaf. *Weed science*, 54, 917-922.

**Lindquist, J.L., Mortensen, D. A. 1998.** Tolerance and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) suppressive ability of two old and two modern corn (*Zea mays* L.) hybrids. *Weed Science*. 46: 569-574.

**Lindquist, J. L., Evans, S. P. hapiro, C. A. Knezevic, S. K. 2010.** Effect of Nitrogen Addition and Weed Interference on Soil Nitrogen and Corn Nitrogen Nutrition. *Wed Technology*. 45: 50-58.

**Inamullah, N., Rehman, N. H., Shah, M., Arif, M. S., and Mian, I. 2011.** Correlations among grain yield and yield attributes in corn hybrids in various nitrogen levels. *Sarhad J. Agric.* 27(4): 531-538.

**Sankula, S., M. J. VanGessel, and R. R. Mulford. 2004.** Corn leaf architecture as a tool for weed management in two corn production systems. *Weed Science*. 52:1026-1033.

**Sarabi, V., Nassiri Mahalati, M., Nezami, A., Rashed Mohassel, M. H. 2011.** Effect of the relative time of emergence and the density of common lambsquarters (*Chenopodium album*) on corn (*Zea mays* L.) yield. *Weed Biology and Management*. 11 (3): 127-136.

**Teasdale, J. R. and P. Pillai. 2005.** Contribution of ammonium to stimulation of smooth pigweed (*Amaranthus hybridus* L.) germination by extracts of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) residue. *Weed Biol. Manag.* 5:19–25.

**Yim, F.S., Williams, M. M., Pataky, J. K., and Davis, A. S. 2009.** Principal canopy factors of sweet corn and relationships to competitive ability with wild-proso millet (*Panicum miliaceum*). 57 (3): 296-303.

**Zimdhal. R. L. 1993.** Fundamentals of weed science. Academic Press, Inc. Colorado State University, Fort Collins, Colorado.