نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷، ص. ۲۸۷-۲۷۹

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 2, Summer 2018, P. 279-287

ارزیابی قدرت رقابت ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) با علف‌های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن

عادل مدحج[1*]- علی کیهانی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۹

چکیده

رقابت علف‌های هرز با ذرت به عواملی نظیر نوع هیبرید، مراحل رشد گیاه، تراکم و نوع علف‌های هرز و میزان عناصر غذایی بستگی دارد. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و چهار تکرار انجام شد. در کرت‌های اصلی سه مقدار کود نیتروژن ۹۰، ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و بدون کود، و در کرت‌های فرعی چهار هیبرید ذرت SC.704، DKC6589، مبین و SC.640 قرار گرفتند. هر کرت فرعی به صورت فرضی به دو بخش مساوی عاری از علف هرز و با علف هرز تقسیم شد. نتایج نشان داد که رقابت علف‌های هرز میانگین صفات وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و تعداد دانه در ردیف را به ترتیب، ۵/۳، ۲۱/۷، ۲۴ و ۱۰ درصد نسبت به شرایط وجین کاهش داد. افزایش میزان نیتروژن، اثر رقابت علف‌های هرز بر ذرت را افزایش داد. لاین DKC6589 به دلیل عملکرد دانه بالا در هر دو شرایط تداخل و وجین علف‌هرز (به ترتیب ۱۲۲۲و ۹۰۸ گرم در متر مربع)، دارای شاخص تحمل رقابت با علف‌هرز (۱/۲۷) بالاتری نسبت به سایر هیبریدها بود. بطورکلی، هیبرید SC704 و لاین DKC5689 از شاخص رقابت (به ترتیب ۱/۸۳ و ۱/۰۸) بالایی برخوردار بودند. هیبریدهای مبین و SC.640 شاخص CI کمتری نسبت به SC.704 و DKC6589 داشتند. بنابراین، اگرچه دو هیبرید متوسطرس مبین و SC.640 دارای شیب خسارت عملکرد کمتری در شرایط تداخل علف‌هرز بودند، اما لاین دیررس و پرمحصول DKC6589 و همچنین هیبرید SC.704 از عملکرد بالا و قدرت پایداری عملکرد بیشتری در شرایط رقابت با علف‌هرز برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: تداخل علف‌هرز، ژنوتیپ، شاخص‌های رقابت

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی چهارکربنه است که با توجه به پتانسیل بالای تولید دانه و علوفه در ایران جهت تغذیه دام و طیور توسعه زیادی یافته و کشت آن در اغلب استان‌های کشور رونق پیدا کرده است. مطالعات نشان می‌دهد که در حدود ۲۵ تا ۳۰ علف‌های هرز مشکل ساز در مزارع ذرت رشد می‌کنند که شامل انواع یکساله و چند ساله می‌باشند (۲۱ و ۲۴). اگر علف‌های مزارع ذرت کنترل نشوند، ممکن است عملکرد دانه بسته به تعداد و نوع علف‌هرز در حدود ۱۵ تا ۱۰۰ درصد کاهش یابد (۱۴). رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی از موانع مهم تولید به شمار می‌رود، بنابراین یکی از زمینه‌های تحقیقاتی مؤثر در افزایش تولید مواد غذایی، مطالعه رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی است (۱۲). در نظام‌های کشت نوین ذرت، علف‌های هرز بیشترین کاهش عملکرد و بالاترین هزینه تولید را به همراه دارند.

رقابت علف‌های هرز با ذرت به عواملی نظیر نوع هیبرید، مراحل رشد گیاه، تراکم و نوع علف‌های هرز و میزان مواد غذایی بستگی دارد (۱۴ و ۲۰). کنترل زراعی علف‌های هرز از جملهٔ کم هزینه‌ترین روش‌های کنترل علف‌های هرز به شمار می‌روند که در بسیاری از موارد بسیار مؤثر نیز هستند. استفاده از هیبریدهای رقیب و مدیریت صحیح عناصر غذایی به ویژه نیتروژن بر افزایش توان رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز و کاهش خسارت‌های ناشی از رقابت مؤثر است (۱۶، ۱۸ و ۲۱). هیبریدهای ذرت به دلیل ویژگی‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی متفاوت از قدرت رقابت متفاوتی نسبت به علف‌های هرز برخوردارند. رشد سریع در مراحل اولیه، شاخص سطح برگ بهینه، آرایش برگ مناسب و ارتفاع بوته از ویژگی‌های مرتبط با رقابت گیاه زراعی هستند (۳۱). استفاده از ژنوتیپ‌های رقیب با علف‌های هرز موجب کاهش نیاز به مصرف علف‌کش‌ها می‌شود از سوی دیگر علاوه بر افزایش میزان تولید در مزرعه هزینه‌های مربوط به کنترل علف‌های هرز و در نتیجه هزینه تولید را کاهش می‌دهد (۲).

نیتروژن در اغلب مزارع ذرت در ایران به کار می‌رود، اما تحقیقات

۱- دانشیار گروه زراعت، واحد سوسنگرد، دانشگاه آزاد اسلامی، سوسنگرد، ایران
(*- ایمیل نویسنده مسئول: Email: adelmodhej2006@yahoo.com)
۲- دانش آموخته گروه شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v32i2.67548

زیادی در مورد اثر نیتروژن و تداخل علف‌های هرز بر عملکرد ذرت انجام نشده است. برخی مطالعات زیادی نشان می‌دهند که علف‌های هرز مقادیر بیشتری از عناصر معدنی را در مقایسه با گیاهان زراعی جذب کرده و باعث کاهش حاصلخیزی خاک و نهایتاً کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند (۱ و ۲۵). عملکرد گیاهان زراعی بطور عمده در نتیجه رقابت با علف‌های هرز برای آب، عناصر غذایی، نور و دی اکسید کربن کاهش می‌یابد (۲۲). در این میان، رقابت برای جذب نیتروژن گسترده ترین شکل رقابت درون گونه‌ای در گیاهان زراعی و رقابت برون گونه‌ای در رقابت علف‌هرز– گیاه زراعی است. از این رو شناخت نحوه جذب و تخصیص نیتروژن در گیاهان در حال رقابت، می‌تواند به عنوان یک ابزار کلیدی در بهبود راهبردهای مدیریت علف‌های هرز عمل به شمار آید (۷). اگرچه نیتروژن ماده غذایی اصلی است که جهت افزایش عملکرد محصول مصرف می‌شود (۵)، اما گزارش شده است که مصرف بیش از حد این کود می‌تواند رابطه رقابتی علف‌های هرز و گیاهان زراعی را تغییر دهد که در این صورت واکنش بهتر علف‌های هرز نسبت به نیتروژن منجر به افزایش تداخل و قابلیت رقابت آنها در برابر گیاهان زراعی می‌شود (۳). صوفی زاده و همکاران (۲۲) نتیجه گرفتند که در مزارع ذرت که علف‌های هرز رقیب نظیر تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) در آن غالب است، مصرف مقادیر بالای نیتروژن نه تنها بر افزایش عملکرد ذرت مؤثر نبود بلکه قدرت رقابت علف‌هرز را افزایش داده و منجر به کاهش عملکرد ذرت گردید.

از آنجا که گیاهان زراعی و علف‌های هرز نیاز غذایی مشابهی دارند، افزایش توان رقابتی گیاه زراعی با علف‌هرز بخش مهمی از نظام‌های تلفیقی مدیریت زراعی به شمار می‌رود. از سوی دیگر هیبریدهای رقیب ذرت باعث کاهش توان رقابت علف‌های هرز و خسارت آنها می‌شوند. واکنش این هیبریدها به نیتروژن در مقایسه با علف‌های هرز ممکن است متفاوت باشد. لذا، این تحقیق به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر رقابت سه هیبرید و یک لاین جدید ذرت با علف‌های هرز 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. محل انجام آزمایش دارای اقلیم گرم و خشک با زمستان‌های معتدل و تابستان‌های گرم و خشک بود. میانگین بارندگی سالانه در این منطقه حدود ۳۷۵ میلی است. بافت خاک مزرعه لومی رسی و میزان مواد آلی خاک کمتر از یک درصد بود. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است. این آزمایش به صورت کرت‌های 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 قرار گرفتند. 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 علف‌هرز نگه داشته شد. علف‌های هرز بخش دیگر کرت، تا پایان رشد ذرت کنترل نشد. برابر نتایج آزمون خاک توصیه شده کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۲۰ کیلو گرم P_2O_5 در هکتار و کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم K_2O در هکتار قبل از کشت به صورت پایه مصرف شد.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

Table 1- Soil characteristics of the experimental field

عمق نمونه‌برداری (سانتی متر) Depth (cm)	کربن آلی (درصد) OC (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds. m^{-1})	اسیدیته pH	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام) K (ppm)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام) P (ppm)	نیتروژن (درصد) N (%)
0-30	0.45	2.9	6.7	16.8	23.9	0.61

تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف ۱۷ سانتی‌متر و عمق کاشت در حدود ۵-۴ سانتی‌متر بود. کشت ذرت با توجه به شرایط محیطی منطقه و توصیه‌های تحقیقاتی، در تاریخ شش مردادماه انجام شد. نیمی از کود نیتروژن همراه کشت با ایجاد شیارهای باریکی در فاصله ۵-۳ سانتی‌متری زیر بذر در کرت‌های آزمایشی توزیع گردید. نیم دیگر کود نیتروژن در مرحله شش برگی ذرت به صورت سرک توزیع شد. آبیاری با استفاده از سیفون انجام گرفت. علف‌های هرز غالب در مزرعه شامل قیاق (*Sorghum halepense*)، عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi*)، خرفه (*Portulaca oleracea*)، سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) و دم روباهی (*Alopecurus myosuroides*) 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. 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، بوته ها برداشت و پس از خشک شدن در آون، توزین شدند. عملکرد دانه و صفات وابسته به آن از بوته‌های برداشت شده محاسبه شدند. وزن ۱۰۰ دانه از طریق شمارش و توزین چهار نمونه ۱۰۰ بذری محاسبه گردید.

شاخص تحمل رقابت با علف‌هرز (WITI[1]) با استفاده از معادله ۱ ازریابی شد (۱۵). GY_{pure}، GY_{interf} و GY_{pure} به ترتیب عملکرد دانه در شرایط عدم تداخل و تداخل علف‌هرز و مربع میانگین عملکرد دانه در شرایط بدون رقابت هستند.

$$WITI = \frac{GY_{pure} \times GY_{interf}}{\overline{GY}_{pure}}$$

معادله (۱)

شاخص رقابت با علف‌هرز (CI[2]) با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد (۲۶ و ۲۹):

$$CI = \frac{(GY_i)/(GY)}{(TDM_{Wi})/(TDM_W)}$$

معادله (۲)

در این رابطه، GY و GYi به ترتیب میانگین عملکرد دانه همه ژنوتیپ‌ها در شرایط تداخل علف‌هرز، میانگین عملکرد ژنوتیپ در شرایط تداخل و TDM_{wi} و TDM_w به ترتیب وزن خشک علف‌های هرز در یک ژنوتیپ خاص و میانگین وزن خشک علف‌های هرز در تمام ژنوتیپ‌ها می‌باشند. شاخص علف‌هرز (WI[3]) نیز با استفاده از معادله ۳ محاسبه شد.

$$WI = \frac{GY_{pure} - GY_{intref}}{GY_{pure}} \times 100$$

معادله (۳)

برای تجزیه واریانس صفات مورد بررسی از نرم‌افزار آماری SAS ver.9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر نیتروژن بر تعداد ردیف در بلال در وجین معنی‌دار نبود اما در شرایط رقابت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جداول ۲ و ۳). با افزایش میزان نیتروژن، درصد کاهش تعداد ردیف در بلال در واکنش به حضور علف‌های هرز افزایش یافت (جدول ۴). این صفت بیشتر وابسته به ژنوتیپ بوده و کمتر تحت اثر نیتروژن و علف‌هرز قرار گرفت. میرشکاری و همکاران (۱۳) گزارش دادند که تعداد ردیف دانه بیشتر تحت اثر عوامل ژنتیکی است و کمتر به عوامل محیطی واکنش نشان می‌دهد. محدوده تغییرات کاهش تعداد ردیف در بلال در شرایط تداخل علف‌های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن بین ۲/۹ تا ۴/۴ درصد بود. واکنش ژنوتیپ‌های ذرت به حضور علف‌های هرز متفاوت بود. به نحوی که هیبرید SC.604 و لاین DKC6589 به ترتیب بیشترین و کمترین تغییرات تعداد ردیف را در رقابت با علف‌های هرز نسبت به شرایط وجین به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

بطور کلی، تداخل علف‌های هرز میانگین تعداد ردیف در بلال را در تمامی تیمارها ۵/۳ درصد کاهش داد. این صفت کمتر از سایر اجزای عملکرد دانه تحت اثر رقابت با علف‌های هرز قرار گرفت. میرشکاری و همکاران (۱۲) گزارش دادند که اثر تداخل علف‌های هرز بر تعداد ردیف در بلال معنی‌دار نبود.

افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در ردیف شد (جدول ۴)، اگرچه این صفت بین تیمارهای ۹۰ کیلوگرم و بالاتر از آن معنی‌دار نبود. نتایج کوستا[4] و همکاران (۶) نشان داد که کاهش نیتروژن از ۸۰ کیلوگرم در هکتار به صفر، از طریق افزایش تعداد گل‌های عقیم، موجب کاهش تعداد دانه در ردیف شد.

افزایش میزان نیتروژن، درصد کاهش تعداد دانه در شرایط تداخل علف‌هرز را افزایش داد. برخلاف تعداد ردیف در بلال، بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف به ترتیب به لاین DKC6589 و هیبرید SC.640 اختصاص یافت. بطور کلی، تعداد دانه در ردیف در شرایط تداخل علف‌هرز در حدود ۱۰ درصد نسبت به شرایط وجین کاهش یافت. زارعی و همکاران (۳۰) با بررسی اثر تیمارهای تداخل و کنترل کامل علف‌های هز در ذرت بهاره گزارش دادند که تعداد دانه در ردیف در شرایط تداخل در حدود ۳۵ درصد کاهش یافت.

واکنش وزن دانه به تیمار نیتروژن در شرایط وجین معنی‌دار نبود، اما اثر نیتروژن بر این صفت در شرایط حضور علف‌های هرز حضور علف‌های هرز معنی‌دار شد (جداول ۲ و ۳). بنابراین، به نظر می‌رسد صفاتی که در شرایط عاری از علف‌های هرز کمتر به نیتروژن واکنش نشان می‌دهند، در هنگام تداخل با علف‌های هرز به دلیل تغییرات ایجاد شده در سایر اجزای عملکرد به ویژه تعداد دانه، تحت اثر قرار می‌گیرند. محدوده درصد تغییرات وزن ۱۰۰ دانه در شرایط تداخل علف‌های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن بین ۹/۷–۲/۳ درصد بود. برخلاف تعداد ردیف و دانه در ردیف، افزایش میزان مصرف نیتروژن اثر منفی تداخل علف‌های هرز بر وزن صد دانه را کاهش داد. به نظر می‌رسد این واکنش به دلیل اثر نیتروژن بر تغییرات کاهشی تعداد دانه و ردیف در بلال بود.

نتایج نشان داد که افزایش کود نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی در هر دو شرایط وجین و تداخل علف‌هرز شد (جدول ۵).

1- Weed interference tolerance index
2- Competition index
3- Weed index
4- Costa

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

Table 2- Analysis of variance of the effect of nitrogen rates on grain yield and some morphological traits of corn genotypes under weed free conditions

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean square				
		تعداد ردیف در بلال Row per ear	تعداد دانه در ردیف Grain per ear row	وزن ۱۰۰ دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield
بلوک Block	2	0.03	2.06	5.08	26369	165033
نیتروژن Nitrogen (N)	3	1.6^{ns}	163.35^{*}	33.35^{**}	177240^{**}	1744591^{**}
اشتباه الف Error a	6	0.28	1.06	2.08	11770	43386
ژنوتیپ Genotype (G)	3	4.01^{*}	309.91^{**}	42.57^{**}	211761**	210124^{*}
ژنوتیپ×نیتروژن G*N	9	0.76^{ns}	6.47^{ns}	7.22^{*}	14780^{ns}	58992^{ns}
اشتباه Error	24	0.34	2.63	2.25	18110	65518
ضریب تغییرات CV(%)		4.16	5.06	5.00	14.4	8.4

n.s و * و**: به ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح آماری پنج و یک درصد هستند

ns, * and**: indicate an insignificant and significant differences at the P=0.05 and 0.01 level, respectively

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

Table 3- Analysis of variance of the effect of nitrogen rates on grain yield and some morphological traits of corn genotypes under competition conditions

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean square				
		تعداد ردیف در بلال Row per Ear	تعداد دانه در ردیف Grain per ear row	وزن ۱۰۰ دانه 100 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield
بلوک Block	2	0.37	1.31	0.27	60407	433756
نیتروژن Nitrogen (N)	3	2.04^{**}	51.77^{**}	14.46^{ns}	391846^{**}	1773760^{**}
اشتباه الف Error a	6	0.10	2.73	1.04	12185	30427
ژنوتیپGenotype (G)	3	2.53^{**}	65.03^{**}	66.90^{**}	620613^{**}	2170547^{**}
ژنوتیپ×نیتروژن G*N	9	1.05^{**}	10.44^{**}	5.20^{ns}	71654^{**}	233136^{**}
اشتباه Error	24	0.49	1.57	2.79	10054	49809
ضریب تغییرات CV(%)		5.2	4.3	5.9	13.8	9.8

n.s و * و**: به ترتیب عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح آماری پنج و یک درصد هستند

ns, * and**: indicate an insignificant and significant differences at the P=0.05 and 0.01 level, respectively

بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی در تیمار نیتروژن به ترتیب به عدم مصرف کود و مصرف ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختصاص داشت. اما تفاوت بین دو تیمارهای ۹۰، ۱۸۰ با تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در شرایط وجین معنی‌دار نبود. در شرایط تداخل علف‌هرز، دو تیمار کودی ۱۸۰ و ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تفاوت معنی‌دار نداشتند. اینامولاه[1] و همکاران (۱۰) گزارش دادند که حداکثر عملکرد بیولوژیکی با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که فاقد تفاوت معنی‌دار با ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن بود. در شرایط عدم تداخل، بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی به ترتیب به هیبرید دیررس ۷۰۴ و مبین اختصاص داشت. اگرچه طول دوره رشد لاین DKC6589 از سبز شدن تا ظهور گل تاجی و تلقیح به ترتیب ۶ و ۱۴ روز کمتر از SC.704 بود، اما تفاوت عملکرد بیولوژیکی این دو هیبرید معنی‌دار نشد.

1- Inamullah

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر نیتروژن و ژنوتیپ بر تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف در شرایط وجین و تداخل علف‌های هرز

Table 4- Mean comparison of nitrogen rates and genotypes on grain row per ear and grain per ear row under weedy and weeding conditions

تیمارها Treatments	تعداد ردیف در بلال Row per Ear		درصد کاهش Reduction (%)	تعداد دانه در ردیف Grain per ear row		درصد کاهش Reduction (%)
	وجین Weeding	رقابت Weedy		وجین Weeding	رقابت Weedy	
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)N (Kg.ha^{-1})						
0	13.5	12.9	4.4	27	26	3
90	13.8	13.4	2.9	33	30	9
180	14.4	13.9	3.4	34	31	9
260	14.2	13.6	4.2	35	29	17
ژنوتیپ Genotype						
SC.704	14.3	13.3	6.9	33	29	12
DKC6589	13.9	13.3	4.3	39	39	18
Mobeen	13.2	14.2	7.5	29	29	7
SC.640	14.5	13.2	8.9	29	29	3
میانگینMean	14	13.3	5.3	32	29	10
LSD (%)	0.69	0.83		1.93	1.46	

LSD: Least significant differences LSD : حداقل اختلاف معنی‌دار

بطورکلی، عملکرد بیولوژیکی در شرایط تداخل علف‌هرز نسبت به شرایط وجین در حدود ۲۴ درصد کاهش یافت (جدول ۵). رقابت با علف‌های هرز برای دریافت منابع غذایی، نور و آب منجر به کاهش منابع مورد نیاز رشد رویشی و زایشی در ذرت شد. در تحقیقی روی اثر زمان نسبی سبز شدن و تراکم علف‌هرز سلمه تره (*Chenopodium album* L.) بر عملکرد دانه و عملکرد زیست تودهٔ ذرت دانه‌ای نشان داده شده است که با افزایش تراکم این علف‌هرز در رشد گیاه ذرت تداخل به وجود آمد و عملکرد دانه و عملکرد زیست توده کاهش یافت (۱۹).

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر نیتروژن و ژنوتیپ بر وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه و بیولوژیکی در شرایط وجین و تداخل علف‌های هرز

Table 5- Mean comparison of nitrogen rates and genotypes on 100 grain weight, grain yield and biological yield row under weedy and weeding conditions

تیمارها Treatments	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 grain Weight (g)		درصد کاهش Reduction (%)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Grain yield (g.m^{-2})		درصد کاهش Reduction (%)	عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع) Biological yield (g.m^{-2})		درصد کاهش Reduction (%)
	وجین Weeding	رقابت Weedy		وجین Weeding	رقابت Weedy		وجین Weeding	رقابت Weedy	
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N (Kg.ha^{-1})									
0	28.8	26.0	9.7	670	542	17.6	2416	1732	28
90	20.8	29.2	5.2	956	782	18.2	2992	2240	25
180	31.0	29.7	4.1	1042	810	22.2	3183	2510	21
260	29.2	28.5	2.3	1061	754	28.9	3721	2567	31
ژنوتیپ Genotype									
SC.704	28.3	26.8	5.3	993	664	33.1	3415	2299	32
DKC6589	33.2	30.9	6.9	1222	908	25.6	3225	2350	27
Mobeen	28.1	27.0	3.9	763	600	21.3	2507	2067	17
SC.640	30.1	28.7	4.6	785	707	13.0	2765	2334	15
میانگینMean	29.9	28.3	5.3	932	722	21.7	3028	2262	24
LSD (%)	1.78	2.0		160	119		305	266	

LSD: Least significant differences LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

با این وجود روند کاهش زیست تودهٔ ذرت در تراکم های بالا کندتر از تراکم‌های پایین تر بود که دلیل آن رقابت درون گونه‌ای و همجواری بوته های سلمه تره گزارش شد، به طوری‌که افزایش تراکم علف‌هرز تاحدی توانست زیست توده را کاهش داده و پس از آن اثر چندانی بر این صفت نداشت.

نتایج نشان داد، بیشترین اثر تداخل علف‌هرز بر عملکرد بیولوژیکی بود و به نظر می‌رسد کاهش رشد رویشی و عملکرد دانه در تداخل با علف‌های هرز دلیل این کاهش بود. محمدی و همکاران (۱۶) دلایل کاهش زیست توده ذرت در تداخل با علف‌های هرز را کاهش معنی‌دار شاخص سطح برگ و عملکرد دانه دانستند. غلامشاهی و همکاران (۸) نیز گزارش دادند که رقابت ذرت با علف‌های هرز از طریق کاهش وزن خشک بلال و ویژگی‌های رویشی نظیر ارتفاع بوته وسطح برگ‌ها منجر به کاهش عملکرد زیست توده شد. این گزارش با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت.

نتایج نشان داد که میانگین عملکرد دانه هیبریدهای ذرت در شرایط تداخل 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 تعداد دانه در ردیف (۱۰ درصد) و عملکرد بیولوژیکی بود (۲۵/۳ درصد) بود (جداول ۴ و ۵). بیشترین عملکرد دانه در شرایط تداخل و عدم تداخل 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 تداخل علف‌هرز، افزایش کود نیتروژن از ۱۸۰ به ۲۶۰ کیلوگرم، عملکرد دانه را کاهش داد. مدحج و کیهانی (۱۴) با مطالعه اثر نیتروژن و تراکم‌های مختلف علف‌هرز در کلزا، نتیجه گرفتند که افزایش میزان نیتروژن در تراکم‌های بالای هرز موجب کاهش عملکرد دانه شد. نتایج مشابه توسط ایزدی و همکاران (۱۱) در گیاه ارزن گزارش شده است.

افزایش میزان نیتروژن باعث افزایش درصد کاهش عملکرد دانه در شرایط حضور علف‌های هرز نسبت به شاهد شد. عملکرد دانه در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در شرایط تداخل علف‌هرز نسبت به عدم تداخل ۲۸/۹ درصد کاهش یافت. این نتایج پیش از این توسط برخی تحقیقات گزارش شده است (۴ و ۱۴). تفاوت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ذرت در هر دو شرایط تداخل و عدم تداخل علف‌های هرز معنی‌دار بود (جداول ۲ و ۳). بیشترین و کمترین عملکرد دانه در هر دو محیط به ترتیب به لاین DKC6589 و مبین اختصاص داشت. تفاوت ژنوتیپ‌های ذرت در شرایط تداخل علف‌هرز معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین کاهش میانگین عملکرد دانه در شرایط تداخل به ترتیب به هیبرید دیررس SC.704 و هیبرید متوسطرس SC.640 اختصاص داشت. کمترین تغییرات تعداد دانه در ردیف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد بیولوژیکی نیز در هیبرید SC.640 مشاهده شد (جداول ۴ و ۵). به هر حال، در شریط تداخل علف‌هرز تفاوت بین عملکرد دانه هیبریدهای SC.704، مبین و سینگل کراس ۶۴۰ معنی‌دار نبود. عملکرد دانه لاین DKC6589 در شرایط تداخل و عدم تداخل از عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر هیبریدها برخوردار بود.

نتایج برهمکنش ژنوتیپ و نیتروژن برای عملکرد دانه در شرایط تداخل و عدم تداخل نشان داد که در تمامی ژنوتیپ‌ها با افزایش کود نیتروژن عملکرد دانه افزایش یافت اما واکنش ژنوتیپ‌های مختلف به نیتروژن متفاوت بود (جدول ۶). بنحوی‌که تحت شرایط عدم تداخل علف‌هرز، در هیبرید ۷۰۴، 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. بطور کلی، هیبریدهای ۷۰۴ و ۶۴۰ به ترتیب بیشترین و کمترین واکنش را به افزایش نیتروژن نشان دادند، به نحوی‌که 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 تداخل 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 تداخل علف‌هرز بر عملکرد دانه در تمامی ژنوتیپ‌های ذرت به استثنای هیبرید زودرس SC.640 با افزایش میزان نیتروژن مصرفی به ۲۶۰ کیلوگرم، افزایش یافت (جدول ۶). به نحوی‌که در ژنوتیپ‌های مذکور، افزایش میزان نیتروژن موجب افزایش شاخص علف‌هرز (WI) تا سطح کود ۱۸۰ کیلوگرم و کاهش این شاخص در تیمار ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار شد. محمدی و همکاران (۱۶) نتیجه گرفتند در کشت‌زارهایی که علف‌های هرز نیتروژن دوست غالبیت بیشتری دارند، افزایش میزان کود مصرفی (نسبت به میزان بهینه) نه تنها موجب افزایش عملکرد ذرت نمی‌شود، بلکه ضمن کاهش عملکرد دانهٔ تولیدی، موجب آلودگی بیشتر محیط زیست را فراهم می‌کند. گزارش شده است که کاربرد بیشتر نیتروژن می‌تواند قابلیت رقابت علف‌های هرز و گیاهان زراعی را تغییر دهد که واکنش بهتر علف‌های هرز نسبت به نیتروژن منجر به افزایش تداخل و قابلیت رقابت آن‌ها در برابر گیاهان زراعی می‌شود (۹).

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های اثر نیتروژن بر عملکرد دانه (گرم در متر مربع) و شاخص رقابت ژنوتیپ‌های ذرت

Table 6- Means comparison of nitrogen rates on grain yield ($g.m^{-2}$) and weed index

تیمارها Treatments	SC.704		شاخص علف‌هرز WI	DKC6589		شاخص علف‌هرز WI	Mobeen		شاخص علف‌هرز WI	SC.704		WI
	وجین Weeding	رقابت Weedy		وجین Weeding	رقابت Weedy		وجین Weeding	رقابت Weedy		وجین Weeding	رقابت Weedy	
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N ($Kg.ha^{-1}$)												
0	509	464	8.8	897	741	17.4	522	465	15.7	654	497	24.0
90	907	776	14.4	1290	891	31.1	828	705	15.0	793	656	17.2
180	1270	805	36.6	1358	961	29.2	947	684	27.7	842	790	6.1
260	1288	612	52.4	1338	1037	22.5	765	545	29.0	851	786	8.0
میانگین Mean	933	664	33.0	1222	907	25.6	765	599	21.3	785	707	13.0
LSD (%)	160.5	119.6		160.5	119.6		160.5	119.6		160.5	119.6	

LSD: Least significant differences LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار

جدول ۷- مقایسه شاخص‌های رقابت ژنوتیپ‌های ذرت با علف‌های هرز در مقادیر مختلف نیتروژن

Table 7- Competition indices of corn genotypes under different nitrogen rates

نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) N ($Kg.ha^{-1}$)	SC.640			Mobeen			DKC6589			SC.704		
	WI	WITI	CI	WI	WITI	CI	WI	WITI	CI	WI	WITI	CI
0	24.0	0.36	0.39	15.7	0.28	0.41	17.4	0.75	0.90	8.8	0.26	1.13
90	17.2	0.58	0.55	15.0	0.65	0.81	31.1	1.30	0.85	14.4	0.79	2.77
180	6.1	0.75	0.98	27.7	0.73	1.02	29.1	1.47	1.11	36.6	1.15	2.00
260	8.0	0.75	0.90	29.0	0.47	0.94	22.5	1.56	1.48	52.4	0.89	1.43
میانگین Mean	13.0	0.61	0.70	21.3	0.53	0.79	25.6	1.27	1.08	33.0	0.77	1.83

CI، WITI و WI: به ترتیب شاخص رقابت، شاخص تحمل رقابت با علف‌هرز و شاخص علف‌هرز

هیبرید متوسطرس SC.640 بر خلاف سایر ژنوتیپ‌ها واکنش مثبتی به کود نیتروژن در شرایط تداخل علف‌هرز نشان داد بطوری‌که شاخص علف‌هرز در این هیبرید با افزایش مصرف کود نیتروژن کاهش یافت. به نظر می‌رسد دلیل این واکنش، زودرسی این هیبرید در مقایسه با سایر هیبریدها بود. بررسی شاخص‌های مربوط به رقابت نشان داد که هیبرید SC.640 دارای شاخص WI کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۷). ییم[1] و همکاران (۲۶) گزارش دادند که هیبریدهای دیررس به دلیل شاخص سطح برگ و زیست توده بالا، قدرت رقابت بیشتری با علف‌های هرز دارند، اما به اعتقاد این محققان، هیبریدهای زودرس نیز می‌توانند از طریق سازوکار فرار و تداخل کمتر با مراحل رشد علف‌های هرز، ممکن است درصد کاهش عملکرد دانه پایین‌تری داشته باشند.

لاین DKC6589 به دلیل عملکرد دانه بالا در هر دو شرایط تداخل و عدم تداخل علف‌هرز، دارای شاخص WITI بالاتری نسبت به سایر هیبریدها بود. عملکرد دانه بالا در این لاین به دلیل تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف و وزن دانه بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود. بنابراین، اگرچه این لاین به طور معنی‌دار تحت اثر تداخل علف‌هرز قرار گرفت اما ویژگی‌های مرفولوژیکی و فنولوژیکی مطلوب آن باعث شد که در شرایط رقابت نیز از عملکرد بالایی برخوردار باشد. به نظر می‌رسد که اگرچه شاخص WITI را می‌توان برای معرفی ژنوتیپ‌های پرمحصول در شرایط تداخل و عاری از علف‌های هرز معرفی نمود اما این شاخص شیب تغییرات کاهش عملکرد دانه در شرایط تداخل را به خوبی نشان نمی‌دهد. 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 از عملکرد نسبتاً پایین در هر دو شرایط تداخل و وجین و همچنین شاخص WITI پایین نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بود (جدول ۷). هیبرید SC.704 و لاین DKC5689 از شاخص CI

1- Yim

بالایی برخوردار بودند. به این معنی که در شرایط حضور علف‌هرز، عملکرد را بالاتر از سایر هیبریدها نگه داشتند. اگرچه زیست توده علف‌های هرز رشد کرده با هیبریدهای مبین و SC.640 کمتر از دو ژنوتیپ دیگر بود اما این هیبریدها شاخص CI کمتری نسبت به SC.704 و DKC6589 داشتند. با افزایش میزان نیتروژن مصرفی اگرچه درصد کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها افزایش یافت اما شاخص رقابت با علف‌هرز 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 اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط تداخل در کود ۲۶۰ کیلوگرم نسبت به ۱۸۰ کیلوگرم کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تداخل علف‌های هرز، صفات وزن ۱۰۰ دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و تعداد دانه در ردیف را به ترتیب، ۵/۳، ۲۱/۷، ۲۴ و ۱۰ درصد نسبت به شرایط وجین کاهش داد. کاهش عملکرد دانه در شرایط تداخل به دلیل کاهش تعداد دانه در بلال و عملکرد بیولوژیکی بود. افزایش میزان نیتروژن، اثر رقابت علف‌های هرز بر ذرت را افزایش داد. در شرایط تداخل با علف‌های هرز، عملکرد ذرت تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش و در ۲۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار کاهش یافت. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای واکنش متفاوت به رقابت با علف‌های هرز بودند. بطوری‌که، لاین DKC6589 به دلیل عملکرد دانه بالا در هر دو شرایط تداخل و وجین علف‌هرز، دارای شاخص WITI بالاتری نسبت به سایر هیبریدها بود. هیبرید SC.704 و لاین DKC5689 از شاخص CI بالایی برخوردار بودند. به این معنی که در شرایط حضور علف‌هرز، عملکرد را بالاتری از سایر هیبریدها داشتند. اگرچه زیست توده علف‌های هرز رشد کرده با هیبریدهای مبین و SC.640 کمتر از دو ژنوتیپ دیگر بود اما این هیبریدها شاخص رقابت CI کمتری نسبت به SC.704 و DKC6589 داشتند. بنابراین، اگرچه دو هیبرید مبین و SC.640 از شیب خسارت عملکرد کمتری در شرایط تداخل علف‌هرز برخوردار بودند، اما لاین پرمحصول DKC6589 از عملکرد بالا و قدرت پایداری عملکرد بیشتری در شرایط تداخل علف‌هرز برخوردار بود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی است. بدین وسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سوسنگرد سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1- Abouziena H.F., El-Karmany M.F., Singh M., and Sharma S.D. 2007. Effect of nitrogen rates and weed control treatments on maize yield and associated weeds in sandy soils. Weed Technol., 21:1049-1053.
2- 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.
3- 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 Science, 54: 354-363.
4- 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 Science, 51: 532-539.
5- Booth B., Murphy S.D., and Swaton C.J. 2003. Weed ecology in influence threshold values of green publishing. Canada. P. 303.
6- Costa C., Dwyer L.M., Stewart D.W., and Smith D.L. 2002. Nitrogen effects on grain yield and yield components of leafy and non-leafy maize genotypes. Crop Science, 42: 1556–1563.
7- Gastal F., and Lemaire G. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. Journal of Experimental Botany, 53:789-799.
8- Gholamshahi M., Ghanbari A., Saffari M., Izadi Darbandi E., and Samaie M. 2016. Effect of nitrogen fertilizer on weeds growth and emergence and yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). Journal of Plant Protection, 6: 416-425. (In Persian with English abstract)
9- 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.
10- 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 Journal of Agriculture, 27(4): 531-538.
11- Izadi F., Bagheri A.R., and Miri H.R. 2017. The effect of nitrogen and weeds interference on millet (*Panicum miliaceum*) yield and yield components. Journal of Plant Ecophysiology. 5 (12): 85-94. (In Farsi with English abstract)
12- Mirshekari B., Shahi Ahmad Abad H., Valad Abadi A., and Dabbage Mohammadi Nasab A. 2009. Response of yield related traits in three grain corn hybrids to weed competition periods. Crop Ecology, 5 (2): 89-99. (In Persian

with English abstract)
13- Mirshekari B., Farahvash F., and Jvanshir A. 2010. Phenology and grain yield of maize cv. hybrid 604 at interference with Lambsquarters (*Chenopodium album* L.). Seed and Plant Production Journal, 4 (2-26): 365-385. (In Persian with English abstract)
14- Modhej A., and Kaihani A. 2013. Effect of nitrogen rates on canola (*Brassica napus* L.) and wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) competition. Iranian Journal of Field Crop Research, 11 (2): 357-364. (In Persian with English abstract)
15- Mohammaddoust Chamanabad H., Hemmati K., Asghari A., and Barmaki M. 2014. Effect of nitrogen and weed interference on some agronomic traits, five cultivars wheat yield and yield components. Agriculture and Sustainable Production Science, 23 (4): 131-140. (In Persian with English abstract)
16- Mohammadi V., Kambouzia J., Zand E., Soufizadeh S., and Rahimi Moghaddam S. 2017. The effect of different levels of N fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) under competition with different densities redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 47 (3): 437-449. (In Persian with English abstract)
17- Oerke E.C., and Steiner U. 1996. Absch.tzung der Ertragsverluste im Maisanbau. *In*: Ertragsverluste und Pflanzenschutz Ð Die Anbausituation f.r die wirtschaftlich wichtigsten Kulturpflanzen-.German Phytomedical Society Series, Band, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. 6: 63-79.
18- Safahani Langroudi A. R., and Kamkar B. 2009. Field screening of canola (*Brassica napus*) cultivars against wild mustard (*Sinapis arvensis*) using competition indices and some empirical yield loss models in Golestan Province, Iran. Crop Protection, 28 (7): 577-582.
19- Sarabi V., Nassiri Mahalati M., Nezami A., and Rashed Mohassel M.H. 2011. Effect of the relative time of emergence and the density of common lambsquarters (*Chenopodium album*) on corn (*Zea mays*) yield. Weed Biology and Management, 11 (3): 127-136.
20- Siadat A., Modhej A., and Esfahani M. 2013. Cereals. Jahad Daneshgahi Mashhad. Iran. Pp: 372. (In Farsi)
21- Silva P.S.L., Silva P.I.B., Silva K.M.B., Olivera V.R. and Pontes Filho F.S.T. 2011. Corn growth and yield in competition with weeds. Planta Daninha, Viçosa-MG, 29 (4): 793-802.
22- Soufizadeh S., AghaAlikhani M., Bannayan M., Zand S., Hoogenboom G., and Manschadi A. 2011. The effect of nitrogen on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) under competition with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and proso-millet (*Panicum miliaceum* L.). Journal of Ecophysiology, 1 (2): 17-33. (In Persian with English abstract)
23- Thomas J.M., Weller S.C., and Ashton F.M. 2002. Weed Science. Principles and practices. 4th ed. United States of America.
24- Vafabakhs F. 1995. The effect of different control methods on weed competition, grain yield and yield component of grain corn. MSc thesis. Ferdousi Mashhad University. (In Persian with English summery)
25- Vengris J., Colby W.G., and Drake M. 1955. Plant nutrient competition between weeds and corn. Agronomy Journal, 47: 213-216.
26- Wall D. 1994. Weed research report. Morden, Manitoba: Agriculture and Agri-Food Canada. p.20.
27- 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*). Weed Science, 57 (3): 296-303.
28- Williams M.M., Boydston R.A., Davis A.S., and Pataky Y.S. 2007. Competitive interactions between sweet corn (*Zea mays*) hybrids differing in canopy architecture and wild proso millet (*Panicum iliaceum*). Proceeding of 14th EWRS Symposium, Hamar, Norway, pp. 84.
29- Zand E., Kouchaki A. R., Rahimian Mashhadi H. R., Deyhimfard R., Soufizadeh S., and Nasiri Mahalati M. 2005. Studies on some ecophysiological traits associated with competitiveness of old and new Iranian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars against wild oat (*Avena ludoviciana* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 2 (2): 160-174. (In Persian with English Abstract).
30- Zarei Z., Modhej A., and Lorzadeh S. 2014. Effect of integrated weed management (chemical+mechanical) on corn grain yield hybrid SC.700. Iranian Journal of Field Crops Research, 12 (1): 73-79. (In Persian with English abstract)
31- Zerner M.C., Gill G.S., and Vandeleur R.K. 2008. Effect of height on competitive ability of wheat with oats. Agronomy Journal, 100: 1729-1734.
32- Zimdhal R. L. 1993. Fundamentals of weed science. Academic Press, Inc. Colorado State University, Fort Collins, Colorado.