

اثر آرایش کاشت و تراکم بوته ذرت (*Zea mays* L.) بر شاخص‌های رشد و خصوصیات مورفوفیزیولوژیک
ذرت و تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) در شرایط رقابت
Effect of planting pattern and plant density of maize (*Zea mays* L.) on the
morpho-physiological characteristics and growth indices of maize and redroot
pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) under competition conditions

مرتضی عموزاده^۱، محمدعلی باغستانی^۲، مهرشاد براری^۳، علی اصغر نصراله نژاد^۴ و
محمد مهدی پورسیاه بیدی^۵

چکیده

عموزاده، م.، ع. باغستانی، م. براری، ع. ا. نصراله نژاد و م. م. پورسیاه بیدی. ۱۳۹۱. اثر آرایش کاشت و تراکم بوته ذرت (*Zea mays* L.) بر شاخص‌های رشد و خصوصیات مورفوفیزیولوژیک ذرت و تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) در شرایط رقابت. مجله علوم زراعی ایران. ۱۴(۱): ۵۷-۴۴.

به منظور بررسی اثر آرایش کاشت در تلفیق با فاصله بوته بر شاخص‌های رشد ذرت در رقابت با تاج خروس ریشه قرمز، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در دانشگاه ایلام به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش آرایش کاشت ذرت با سه سطح (تک‌ردیفه، دو ردیفه معمولی و دو ردیفه زیگزاگ) به عنوان کرت اصلی و تراکم بوته ذرت با پنج سطح (۵/۳۳، ۶/۶۶، ۹/۸، ۱۱/۱۱، ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه و تحلیل شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک ذرت و شاخص‌های رشد تاج خروس نشان داد که شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه ذرت در هر آرایش کاشت و به ویژه آرایش کاشت زیگزاگ در تراکم ۱۱/۱۱ بوته افزایش یافت، ولی تجمع ماده خشک و سرعت رشد در تاج خروس کاهش یافت. در مجموع آرایش کاشت دو ردیفه به ویژه دو ردیفه زیگزاگ در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع باعث افزایش رشد و در نتیجه افزایش عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد دانه در هر ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در هر بلال، وزن هزار دانه) ذرت در رقابت با علف‌هرز تاج خروس گردید. روش کشت دوردیفه زیگزاگ با تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع، بیشترین عملکرد دانه (۱۳۶۳۲ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۲۱۶۴۲ کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت (۶۳ درصد) و وزن هزار دانه (۴۴۰ گرم) را در مقایسه با سایر تیمارهای مربوط به آرایش کاشت دوردیفه معمولی و تک ردیفه، دارا بود. بر اساس نتایج بدست آمده، الگوی کاشت دوردیفه زیگزاگ با تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع به دلیل بالاتر بودن میزان تولید محصول و همچنین به علت کنترل بهتر علف‌های هرز به عنوان برترین تیمار تلفیقی در این آزمایش شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: آرایش کاشت، اجزای عملکرد، تاج خروس، ذرت، رقابت و عملکرد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۸

۱- کارشناس ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

۳- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: bararym@gmail.com)

۴- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۵- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ایلام

مقدمه

با توجه به افزایش روز افزون گونه‌های مقاوم به علف‌کش‌ها و پیامدهای زیست محیطی آنها، استفاده از سایر ابزارهای مدیریتی از جمله مدیریت تلفیقی علف‌های هرز مد نظر نظام‌های مدیریت پایدار کشاورزی می‌باشد (Kochaki et al., 2006). تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) از مهم‌ترین علف‌های هرز پهن برگ زراعت ذرت در ایران و جهان محسوب می‌شود (Najafi and Tollenar, 2005)، به طوری که وجود چهار بوته تاج خروس در هر متر طول از ردیف‌های کشت ذرت باعث کاهش ۱۵ درصدی آن می‌گردد (Vangssel and Renner, 1990). جهت مدیریت این علف‌هرز در زراعت ذرت از راهکارهای تلفیقی نظیر استفاده توأم از تراکم کاشت و آرایش کاشت مناسب می‌توان بهره گرفت (Ghadiri, 2007). تغییر آرایش کشت گیاه زراعی به صورت فواصل باریک ردیف‌ها، باعث افزایش توان رقابتی گیاه زراعی در مقابل علف‌های هرز شده و این موضوع می‌تواند منجر به صرفه جویی در مصرف سموم علف‌کش گردد (Zand and Baghestani, 2002). به طور نظری هر قدر نسبت فاصله بین ردیف‌ها به فواصل بین بوته‌ها روی ردیف به عدد یک نزدیک‌تر باشد، رقابت کمتری بر سر منابع به وجود خواهد آمد (Khajehpour, 1987).

تحقیقات انجام شده پیرامون رابطه بین میزان نفوذ نور در پوشش گیاهی ذرت و فواصل کشت نشان داد که با کاهش فاصله ردیف‌های کشت از ۷۶ به ۶۰ سانتی‌متر، میزان نفوذ نور در زیر پوشش گیاهی ذرت از ۳۶ به ۲۸ درصد کاهش یافته و به دنبال آن میزان زیست توده علف‌های هرز نیز ۳۵ درصد کاهش یافت (Porter and Hicks, 1997). نتایج سایر آزمایش‌ها نشان داده است که افزایش تراکم ذرت از ۷ بوته به ۱۰ بوته در مترمربع همراه با کاهش فاصله ردیف‌ها از ۷۵ به ۵۰ سانتی‌متر، باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ ذرت شد و بدنبال آن میزان نفوذ تابش فعال

فتوسنتزی به زیرپوشش گیاهی ذرت کاهش یافت (Porter et al., 1997). نتایج بررسی‌های انجام شده در ایران نیز نشان داد که افزایش تراکم ذرت از ۷ بوته به ۱۱ بوته در مترمربع، باعث شد که آستانه زیان اقتصادی تاج خروس ریشه قرمز در ذرت از ۰/۱۳ به ۰/۲ بوته در متر مربع افزایش یابد (Mirzai et al., 2005). در آزمایش مشابه دیگر نشان داده شد که افزایش تراکم و کاهش فواصل کشت ذرت، افزایش شاخص سطح برگ ذرت، افزایش سرعت بسته شدن پوشش گیاهی و افزایش ارتفاع بوته ذرت را به همراه داشته و همین موضوع باعث کاهش میزان خسارت علف‌هرز گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medic.) گردید (Lindquist et al., 1998). در دو آزمایش جداگانه دیگر نشان داده شده است که افزایش تراکم بوته ذرت باعث کاهش افت عملکرد دانه بین ۱۳ تا ۲۶ درصد می‌گردد (Tollenaar et al., 1994) و میزان زیست توده تاج خروس ریشه قرمز را نیز می‌توان با افزایش تراکم بوته ذرت، تا ۸۹ درصد کاهش داد (Mc Lachlan et al., 1993).

با توجه به مطالب ارائه شده به نظر می‌رسد که در شرایط آب و هوایی مانند ایلام نیز با تغییر در آرایش کشت و تراکم بوته ذرت بتوان رشد علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز که مهم‌ترین علف‌هرز پهن‌برگ منطقه می‌باشد را کاهش داد. در پژوهش حاضر اثرات تراکم و آرایش کشت ذرت بر شاخص‌های رشد ذرت و تاج خروس ریشه قرمز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام اجرا شد. زمین محل اجرای آزمایش در پاییز ۱۳۸۵ با گاوآهن برگردان‌دار شخم و در اردیبهشت ۱۳۸۶ کولتیواتور (پنجه‌غازی) زده شد. بر اساس نتایج آزمون خاک و نیاز ذرت مقدار ۱۷۵ کیلوگرم کودنیترژن (از منبع اوره) (۵۰ درصد در

زمان کشت و ۵۰ درصد در مرحله ۷-۸ برگگی ذرت)، ۱۲۵ کیلوگرم کود فسفر (از منبع فسفات آمونیوم) به زمین داده شد. پس از پخش کود پایه دو دیسک عمود بر هم زده شد و پس از احداث ردیف‌های کشت ۷۵ سانتی‌متری با فاروئر، در تاریخ ۸۶/۲/۶ مبادرت به کشت بذر ذرت رقم سنیکل کراس ۷۰۴، به صورت دستی و در هر کپه ۳ بذر، گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آرایش کاشت ذرت در سه سطح (یک ردیفه در هر پشته، دو ردیف در هر پشته و دو ردیف زیگزآگ در هر پشته در کرت‌های اصلی) و تراکم کشت ذرت در پنج سطح (۵/۳۳، ۶/۶۶، ۸/۳۳، ۹/۵۲ و ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع در کرت فرعی) بودند. فاصله بذور ذرت روی پشته در تراکم‌های ذکر شده برای آرایش تک‌ردیفه ۲۵، ۲۰، ۱۶، ۱۴ و ۱۲ سانتی‌متر و برای آرایش کاشت دو ردیفه ۵۰، ۴۰، ۳۳، ۲۸ و ۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین دو ردیف ذرت روی یک پشته در حالت دو ردیفه ۲۰ سانتی‌متر بود که در حالت دو ردیفه معمولی بذور هر ردیف دقیقاً روبروی بذور ردیف دوم کشت شد و برای حالت زیگزآگ، هر بوته ذرت در ردیف دوم دقیقاً در وسط دو بوته ردیف اول قرار گرفت. کشت بذور علف هرز تاج خروس به صورت یکنواخت در روی پشته‌ها و همزمان با ذرت انجام شد. پس از سه برگگی شدن بوته‌های ذرت، در هر کپه یک بوته ذرت نگهداری شد و تراکم تاج خروس نیز به هشت بوته در متر طولی ردیف رسانده شد. در طول فصل رشد با سایر علف‌های هرز بصورت وجین دستی مبارزه گردید. اولین نمونه برداری ۴۰ روز پس از کاشت (مرحله چهار برگگی ذرت) با استفاده از کادرهایی به ابعاد ۰/۷۵ × ۰/۳۵ سانتی‌متر صورت گرفت. در طول آزمایش شش مرحله نمونه برداری با همین کادرها و به فواصل دو هفته یکبار صورت گرفت. در هر نمونه‌برداری سطح

برگ ذرت و وزن خشک ذرت و وزن خشک علف هرز تاج خروس اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری وزن خشک ذرت و تاج خروس نمونه‌ها در آون در ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشکانده شدند. هر کرت به دو قسمت تقسیم شد. قسمت بالایی دست نخورده باقی‌ماند و به عنوان قسمت تخریب نشده (جهت اندازه‌گیری عملکرد و اجزای آن) و قسمت پایین جهت نمونه برداری تخریبی در طول فصل رشد در نظر گرفته شد. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. برای مقایسه میانگین از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاد شد و با عنایت به اینکه در اغلب موارد اثر متقابل آرایش کاشت و تراکم معنی‌دار گردید، از روش برش دهی جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. برای رسم نمودارها و شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد از روش استفاده شده توسط باغستانی و همکاران (Baghestani et al., 2004) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای آرایش کاشت و تراکم بوته روی اکثر صفات مورد ارزیابی معنی‌دار بود (جدول ۱). معنی‌دار بودن اثر متقابل بدین معنی است که استفاده یا عدم استفاده از تیمار تراکم بوته به سطوح تیمار الگوی کاشت (تک ردیفه، دوردیفه معمولی و دوردیفه زیگزآگ) بستگی دارد. به همین دلیل برش دهی اثر متقابل انجام شده است و نتیجه‌گیری شد که اعمال تراکم‌های مورد نظر فقط منوط به استفاده یا عدم استفاده از الگوهای مختلف کاشت می‌باشد.

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد که با اعمال روش کاشت دوردیفه (چه به صورت معمولی و یا زیگزآگ) می‌توان تراکم کشت ذرت را به ۹/۵۲ بوته در متر مربع تقلیل داد،

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات گیاهی ذرت در تیمارهای آرایش کاشت و تراکم بوته در شرایط رقابت با علف هرز تاج خروس ریشه قرمز

Table 1. Analysis of variance for plant characteristics of maize in planting pattern and plant density treatments in competition with red root pigweed

میانگین مربعات											
(MS)											
قطر بلال	تعداد بلال در بوته	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغییر	S.O.V.
Ear diameter	No. ear.plant ⁻¹	No. grain.ear ⁻¹	1000 kernel weight	No. row.ear ⁻¹	No. grain.row ⁻¹	Harvest index	Biological yield	Grain yield	d.f		
0.2584**	0.0340 ^{ns}	15503.90**	16.71.59**	10.23**	4.40**	235.62**	38201988.47**	35756856.21**	2	بلوک	Block
0.038	0.2125	15.17	6.909	0.070	0.22	0.0481	53803.23	193403.59	2	آرایش کاشت	Planting pattern(P)
0.0261	0.0399	8.85	3.77	0.157	1.100	0.8209	180610.49	2109.99	4	خطای الف	Error _a
0.2955**	0.0554 ^{ns}	2319.43**	2063.42**	2.23**	28.98**	164.847**	24370987.41**	23165338.93**	4	تراکم بوته	Plant density (D)
0.0110 ^{ns}	0.0468 ^{ns}	290.73**	125.51**	0.401**	4.59**	10.879**	1804527.53**	1970199.77**	8	تراکم بوته × آرایش کاشت	P×D
0.05007	0.0585	14.79	31.85	0.094	0.75	2.613	338703.6	317248.9	24	خطای ب	Error _b
6.801	21.06	0.94	2.57	2.32	2.69	3.016	3.32	5.92		ضریب تغییرات	C.V (%)

ns: Not significant

*and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ns: غیر معنی دار

*و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات گیاهی ذرت در الگوی کاشت تک ردیفه در تیمارهای تراکم بوته در شرایط رقابت با علف هرز تاج خروس ریشه قرمز

Table 2. Mean comparison of plant characteristics of maize in single row planting pattern in plant density treatments in competition with red root pigweed

تراکم بوته Plant density (Plant.m ⁻²)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد دانه در ردیف No. grain.row ⁻¹	تعداد ردیف در بلال No. row.ear ⁻¹	وزن هزار دانه 1000 kernel weight (g)	تعداد دانه در بلال No. grain.ear ⁻¹	تعداد بلال در بوته No. ear.plant ⁻¹	قطر بلال Ear diameter (cm)
5.33	6898.4c	14872.2c	46.3 dc	29.1b	11.9b	198.2b	366.6b	1.2a	3.1a
6.66	6712.3c	14691.6c	45.6d	27.9c	12.2ab	196.2b	366.7b	1.1a	3.0b
8.33	7499.9bc	15481.2bc	48.4c	30.1b	12.3ab	201.2b	368.3b	1.0a	3.1a
9.52	8299.2b	16283.3b	50.9b	30.3b	12.3ab	221.0a	379.1a	1.2a	3.1a
11.11	9544.5a	17533.8a	58.3a	33.5a	12.7a	223.2a	381.5a	1.1a	3.1a

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

Mean in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی ذرت در الگوی کاشت دو ردیفه معمولی در تیمارهای تراکم بوته در شرایط رقابت با علف هرز تاج خروس ریشه قرمز

Table 3. Mean comparison of plant characteristics of maize in common twin- row planting pattern in plant density treatments in competition with red root pigweed

تراکم Plant density (Plant.m ⁻²)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد دانه در ردیف No. grain.row ⁻¹	تعداد ردیف در بلال No. row.ear ⁻¹	وزن هزار دانه 1000 kernel weight (g)	تعداد دانه در بلال No. grain.ear ⁻¹	تعداد بلال در بوته No. ear.plant ⁻¹	قطر بلال Ear diameter (cm)
5.33	8217.9b	16198.4b	50.6b	31.9b	12.6b	202.6c	395.3d	1.3a	3.1a
6.66	8871.0b	16852.4b	52.6b	31.9b	13.0ab	213.2bc	414.5c	1.1a	3.1a
8.33	9130.6b	17119.6b	53.3b	31.4b	13.1ab	220.4b	426.6c	1.1a	3.1a
9.52	10776.3a	19648.3b	59.3a	34.0a	13.5a	233.5a	434.2ab	1.3a	3.4a
11.11	11221.4a	19219.3a	58.3a	34.1a	13.5a	241.2a	440.5a	0.9a	3.4a

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

Mean in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan Multiple Range Test

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی ذرت در الگوی کاشت دو ردیفه زیگزاگ در تیمارهای تراکم بوته در شرایط رقابت با علف هرز تاج خروس ریشه قرمز

Table 4. Mean comparison of plant characteristics of maize in zigzag twin- row planting pattern in plant density treatments in competition with red root pigweed

تراکم Plant density (Plant.m ⁻²)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد دانه در ردیف No. grain.row ⁻¹	تعداد ردیف در بلال No. row.ear ⁻¹	وزن هزار دانه 1000 kernel weight (g)	تعداد دانه در بلال No. Grain.ear ⁻¹	تعداد بلال در بوته No. Ear.plant ⁻¹	قطر بلال Ear diameter (cm)
5.33	8635.1c	16618.9c	51.8c	30.6c	13.2c	205.4c	402.2d	1.2a	3.1b
6.66	8159.7c	16488.7c	49.5c	30.4c	13.0c	207.8c	409.2d	0.9a	3.1b
8.33	10956.1b	18950.2b	57.8b	34.2b	14.0b	228.1b	434.7c	1.2a	3.1b
9.52	12899.9a	20896.8a	61.7a	36.0a	14.4b	247.7a	448.9b	0.9a	3.4b
11.11	13632.4a	21641.9a	62.9a	35.0ab	15.1a	255.9a	462.8a	1.0a	4.0a

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

Mean in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan Multiple Range Test

بدون آنکه اثر معنی داری روی عملکرد دانه ذرت داشته باشد. همین نتایج در مورد عملکرد بیولوژیک ذرت نیز مشاهده گردید (جدول‌های ۳ و ۴). اوتمان و ولچ (Ottman and Welch, 1989) و هوف و مدرسکی (Hoof and Medrski, 1972) گزارش کردند که اختلاف عملکرد ذرت در دو سیستم کاشت مستطیل و مربع در تراکم‌های بالا بیشتر مشهود است. در این پژوهش نیز آرایش زیگزاگ به دلیل کاهش فاصله بین ردیف‌های کاشت، به آرایش مربع نزدیک تر بوده و واجد مزایای آن گردید. در مورد عملکرد بیولوژیک ذرت نیز میرزایی و همکاران (Mirzai et al., 2005) گزارش کردند که آرایش کاشت دو ردیفه، به ویژه اگر نحوه کاشت کاشت در آن به شکل متوازی الاضلاع باشد، به دلیل ایجاد یک پوشش متراکم شاخص سطح برگ، توزیع مناسب بوته‌ها و به حداقل رساندن سایه اندازی، باعث افزایش راندمان مصرف تابش شده که به سهم خود نقش مهمی در افزایش عملکرد بیولوژیک خواهد گذاشت.

اجزای عملکرد

تعداد دانه در ردیف بلال

مقایسه میانگین تعداد دانه در ردیف بلال ذرت در الگوی کاشت تک‌ردیفه نشان داد که بالاترین میزان تعداد دانه در ردیف بلال مربوط به تیمار ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع بوده و این تیمار با سایر تراکم‌های کاشت، اختلاف آماری معنی‌داری داشت (جدول ۲). این موضوع با نتایج ذکر شده مربوط به عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت هماهنگی دارد که یکی از عوامل توجیه‌کننده افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در الگوی کاشت تک‌ردیفه می‌باشد. از سوی دیگر همانند آنچه در مورد عملکرد دانه ملاحظه می‌شود، با افزایش تراکم بوته ذرت، تعداد دانه در ردیف بلال نیز افزایش یافت. نتایج مشابهی در مورد الگوی کاشت دو ردیفه معمولی و

زیگزاگ مشاهده شد، با این تفاوت که همانند عملکرد دانه و بیولوژیک، اختلاف آماری معنی‌داری بین دو تیمار تراکم ۹/۵۲ و ۱۱/۱۱ بوته مشاهده نشد (جدول‌های ۳ و ۴). محققان دیگری از جمله صابری و همکاران (Sabery et al., 2006)، مظاهری و همکاران (Mazaheri et al., 2002) و فاتح و همکاران (Fateh et al., 2006)، نیز نتایج مشابهی را گزارش نموده‌اند.

تعداد ردیف دانه در هر بلال

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تعداد ردیف دانه در بلال در کشت تک‌ردیفه تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت (جدول ۲). همین موضوع در کشت دو ردیفه معمولی نیز مشاهده شد، ولی در کشت دو ردیفه زیگزاگ این صفت به طور چشمگیری تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت. در مجموع با توجه به سه الگوی کاشت موردآزمایی، به نظر می‌رسد که این صفت نمی‌تواند تحت تأثیر معنی‌دار تراکم بوته قرار گیرد، ولی الگوی کاشت روی این صفت تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشت (جدول‌های ۲، ۳ و ۴). نتایج آزمایش فاتح و همکاران (Fateh et al., 2006) نشان داد که اثر الگوی کاشت روی تعداد ردیف دانه در هر بلال معنی‌دار بوده و الگوی کاشت دو ردیفه نسبت به تک‌ردیفه از نظر این صفت مقادیر بالاتری را داشت. صابری و همکاران (Sabery et al., 2006) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

وزن هزار دانه

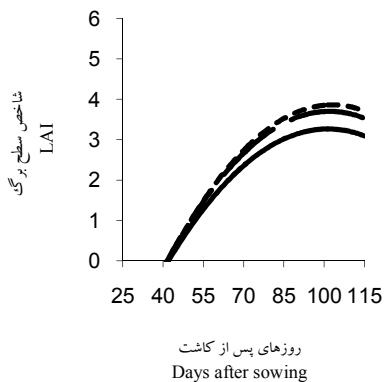
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع در الگوی کاشت تک‌ردیفه بوده، ولی تیمار ۹/۵۲ بوته در متر مربع اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). در واقع یکی از عوامل توجیه‌کننده افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در تراکم ۱۱/۱۱ بوته، بالا بودن میزان وزن هزار دانه ذرت می‌باشد. نتایج بدست آمده از الگوی کاشت دو ردیفه معمولی و زیگزاگ نیز

چنین روندی را نشان می‌دهد، یعنی صفت وزن هزاردانه تحت تأثیر تیمار تراکم بوته قرار گرفته، لیکن بین تیمار ۹/۵۲ بوته در متر طول و ۱۱/۱۱ بوته در متر طول ردیف اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول‌های ۳ و ۴). اولسن و همکاران (Olsen *et al.*, 2006) افزایش وزن هزاردانه ذرت را ناشی از تراکم گیاهی بالا گزارش کردند. فتحی (Fathi, 2005) نیز افزایش وزن هزاردانه ذرت در الگوی کاشت مربع و لوزی را به کاهش رقابت درون گونه‌ای و همچنین رقابت بین اجزای عملکرد در تراکم‌های بالا ربط داد.

شاخص سطح برگ ذرت

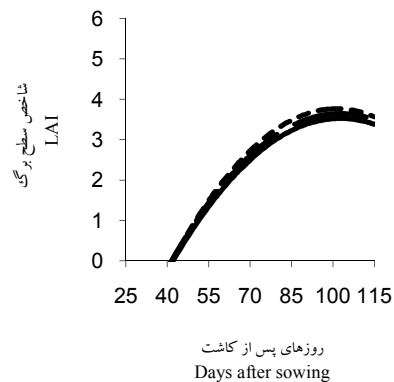
نتایج نشان داد که در تراکم‌های پایین اختلاف بین سه آرایش از نظر شاخص سطح برگ چندان زیاد نبود، ولی با افزایش تراکم، این اختلاف بیشتر شد، به طوری

که آرایش کاشت زیگزاگ با تراکم ۱۱/۱۱ بوته، بیشترین شاخص سطح برگ را دارا بود (شکل ۵). در واقع در آرایش کاشت زیگزاگ گیاهان از فضای رشد بیشتری استفاده نموده و برگ‌های آنها توسعه بیشتری یافته و در نتیجه سطح برگ آنها افزایش می‌یابد (Fathi, 2005). همان طوری که در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود، رابطه مثبتی بین شاخص سطح برگ و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک وجود دارد و این روند در آرایش کاشت زیگزاگ محسوس‌تر به نظر می‌رسد. در نتایج آزمایش مشابهی پیرامون رقابت بین گیاه ذرت و علف‌های هرز گزارش شده است که علف‌های هرز عمدتاً از طریق کاهش شاخص سطح برگ، موجب کاهش



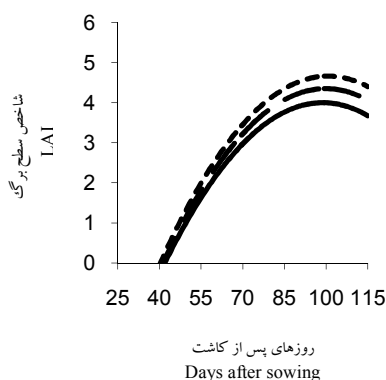
شکل ۲- شاخص سطح برگ ذرت در تراکم ۶/۶۶ بوته در متر مربع

Fig. 2. Leaf area index of maize in 6.66 plant.m⁻² density
Single (—): $Y = -0.001x^2 + 0.187x - 6.259$; $R^2 = 0.79$
Twin (---): $Y = -0.001x^2 + 0.206x - 6.846$; $R^2 = 0.84$
Zigzag (----): $Y = -0.001x^2 + 0.212x^2 - 7.077$; $R^2 = 0.83$

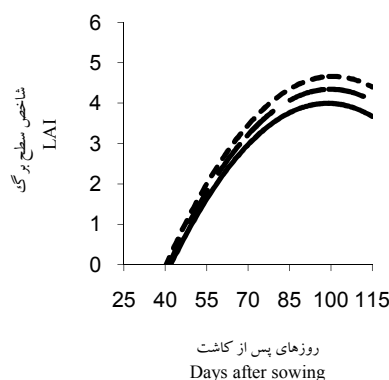


شکل ۱- شاخص سطح برگ ذرت در تراکم ۵/۳۳ بوته در متر مربع

Fig. 1. Leaf area index of maize in 5.33 plant.m⁻² density
Single (—): $Y = -0.001x^2 + 0.197x - 6.631$; $R^2 = 0.82$
Twin (---): $Y = -0.001x^2 + 0.200x - 6.665$; $R^2 = 0.84$
Zigzag (----): $Y = -0.001x^2 + 0.215x^2 - 7.133$; $R^2 = 0.83$



شکل ۴- شاخص سطح برگ ذرت در تراکم ۹/۵۲ بوته در متر مربع
Fig. 4. Leaf area index of maize in 9.52 plant.m⁻² density
Single تک ردیفه (—): $Y = -0.001x^2 + 0.244x - 8.096$; $R^2 = 0.85$
Twin دو ردیفه (---): $Y = -0.001x^2 + 0.253x - 8.293$; $R^2 = 0.84$
Zigzag زیگزاگ (....): $Y = -0.001x^2 + 0.257x - 8.324$; $R^2 = 0.85$



شکل ۳- شاخص سطح برگ ذرت در تراکم ۸/۳۳ بوته در متر مربع
Fig. 3. Leaf area index of maize in 8.33 plant.m⁻² density
Single تک ردیفه (—): $Y = -0.001x^2 + 0.231x - 7.689$; $R^2 = 0.84$
Twin دو ردیفه (---): $Y = -0.001x^2 + 0.237x - 7.782$; $R^2 = 0.85$
Zigzag زیگزاگ (....): $Y = -0.001x^2 + 0.251x - 8.194$; $R^2 = 0.85$

وزن خشک بوته تاج خروس

مقایسه میانگین ها نشان داد که در آرایش زیگزاگ با تراکم بوته بالا، گیاه ذرت از طریق افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه تجمع ماده خشک بیشتر، قابلیت بهتری برای رقابت و مقابله با تاج خروس داشته و باعث کاهش زیست توده آن می شود (جدول ۴).

بررسی روند تجمع ماده خشک تاج خروس (شکل های ۱۱ تا ۱۵) در تراکم های مختلف ذرت و مقایسه این روند با جدول های ۳، ۴ و ۵ نشان می دهد که تیمارهای آرایش کاشت و تراکم بوته از طریق تاثیر بر تجمع ماده خشک تاج خروس، منجر به کاهش زیست توده آن شده که پیامد آن، کاهش رقابت تاج خروس با ذرت و افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت بوده است. باید اذعان داشت در هر کدام از آرایش های کاشت، با افزایش تراکم روند تجمع ماده خشک تاج خروس کاهش یافته و این افت ماده خشک در آرایش زیگزاگ چشمگیرتر بوده است.

پژوهشگرانی از جمله آقا علیخانی و همکاران (Agha Alikhani et al., 2002) و شرستا (Shrestha, A., 2007) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده اند.

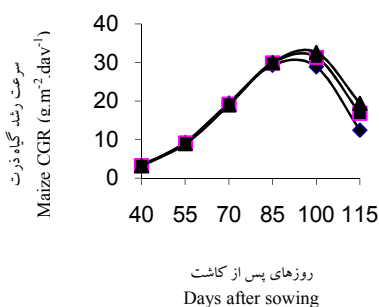
سرعت رشد گیاه تاج خروس

نتایج نشان داد که سرعت رشد گیاه در علف هرز

عملکرد گیاه زراعی می شوند (Tollenaar et al., 1994). نیلسون (Nielson, 1999) نیز افزایش شاخص سطح برگ ذرت در اثر افزایش تراکم گیاهی را ناشی از تولید تعداد برگ بیشتر گزارش کرده است.

سرعت رشد گیاه ذرت (CGR)

مقایسه سرعت رشد ذرت در تیمارهای مختلف نشان داد که در تراکم های بالاتر، چه در آرایش تک ردیفه و چه در دو ردیفه و به ویژه دو ردیفه زیگزاگ، سرعت رشد ذرت در اثر رقابت با تاج خروس کمتر نقصان می یابد (شکل های ۶ تا ۱۰). دلیل این واکنش را می توان به بسته شدن زودتر پوشش گیاهی ذرت در آرایش های مختلف کاشت و به ویژه دو ردیفه زیگزاگ و همچنین سایه اندازی بیشتر ذرت بر روی بوته های تاج خروس نسبت داد. یدوی و همکاران (Yadavi et al., 2006) نیز اظهار داشتند که علاوه بر تراکم بوته ذرت آرایش کاشت آن نیز اثرات رقابتی تاج خروس را تحت الشعاع قرار داده و در آرایش های کاشت دو ردیفه، به ویژه دو ردیفه زیگزاگ، تراکم های مختلف تاج خروس، کمتر باعث کاهش سرعت رشد ذرت می شوند. مشابه این نتایج توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Bullock et al., 1988; Sadeghi et al., 2003; Mazaheri et al., 2002).



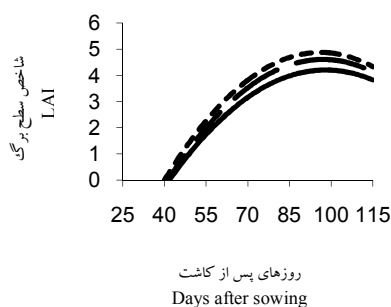
شکل ۶- تغییرات سرعت رشد گیاه ذرت در تراکم ۵/۳۳ بوته در متر مربع

Fig. 6. Changes of CGR of maize in 5.33 plant.m⁻² density

Single (◆): $Y = -0.012x^2 + 2.116x - 65.31$; $R^2 = 0.83$

Twin (■): $Y = -0.012x^2 + 2.11x - 65.31$; $R^2 = 0.83$

Zigzag (▲): $Y = -0.009x^2 + 1.842x - 58.16$; $R^2 = 0.86$



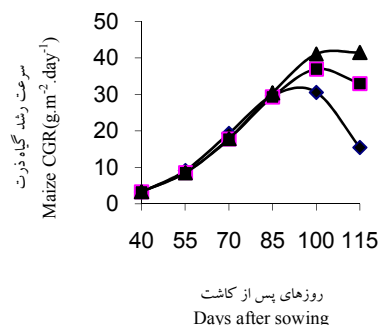
شکل ۵- شاخص سطح برگ ذرت در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع

Fig. 5. Leaf area index of maize in 11.11 plant.m⁻² density

Single (—): $Y = -0.001x^2 + 0.260x - 8.582$; $R^2 = 0.86$

Twin (---): $Y = -0.001x^2 + 0.287x - 9.340$; $R^2 = 0.85$

Zigzag (----): $Y = -0.001x^2 + 0.297x - 9.419$; $R^2 = 0.85$



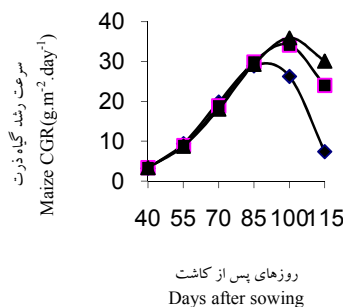
شکل ۸- تغییرات سرعت رشد گیاه ذرت در تراکم ۸/۳۳ بوته در متر مربع

Fig. 8. Changes of CGR of maize in 8.33 plant.m⁻² density

Single (◆): $Y = -0.011x^2 + 2.007x - 62.49$; $R^2 = 0.84$

Twin (■): $Y = -0.004x^2 + 1.105x - 36.68$; $R^2 = 0.94$

Zigzag (▲): $Y = -0.001x^2 + 0.804x - 28.68$; $R^2 = 0.97$



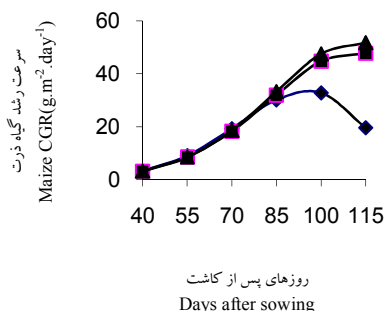
شکل ۷- تغییرات سرعت رشد گیاه ذرت در تراکم ۶/۶۶ بوته در متر مربع

Fig. 7. Changes of CGR of maize in 6.66 plant.m⁻² density

Single (◆): $Y = -0.014x^2 + 2.33x - 71.36$; $R^2 = 0.82$

Twin (■): $Y = -0.008x^2 + 1.603x - 50.99$; $R^2 = 0.89$

Zigzag (▲): $Y = -0.005x^2 + 1.254x - 40.91$; $R^2 = 0.93$



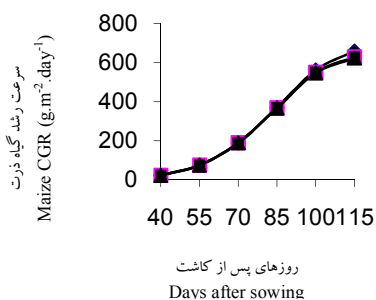
شکل ۹- تغییرات سرعت رشد گیاه ذرت در تراکم ۹/۵۲ بوته در متر مربع

Fig. 9. Changes of CGR of maize in 9.52 plant.m⁻² density

Single (◆): $Y = -0.009x^2 + 1.850x - 58.29$; $R^2 = 0.86$

Twin (■): $Y = 0.000x^2 + 0.638x - 24.51$; $R^2 = 0.97$

Zigzag (▲): $Y = 0.000x^2 + 0.578x - 23.48$; $R^2 = 0.98$

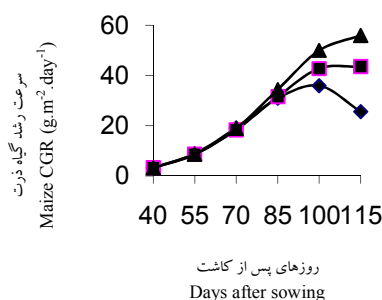


شکل ۱۱- تجمع ماده خشک تاج خروس در تراکم ۵/۳۳ بوته در متر مربع
Fig. 11. Dry matter accumulation of pigweed in 5.33 plant.m² density

Single (♦): $Y = 0.042x^2 + 2.566x - 171.0$; $R^2 = 0.98$

Twin (■): $Y = 0.031x^2 + 3.938x - 209.8$; $R^2 = 0.98$

Zigzag (▲): $Y = 0.030x^2 + 4.061x - 212.6$; $R^2 = 0.98$

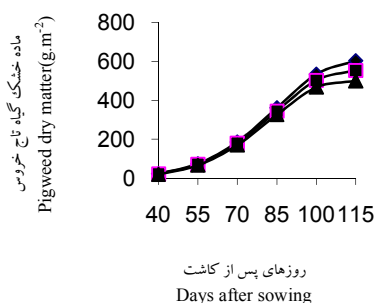


شکل ۱۰- تغییرات سرعت رشد گیاه ذرت در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع
Fig. 10. Changes of CGR of maize in 11.11 plant.m² density

Single (♦): $Y = -0.008x^2 + 1.632x - 52.50$; $R^2 = 0.89$

Twin (■): $Y = -0.001x^2 + 0.810x - 29.23$; $R^2 = 0.97$

Zigzag (▲): $Y = 0.001x^2 + 0.479x - 21.07$; $R^2 = 0.98$

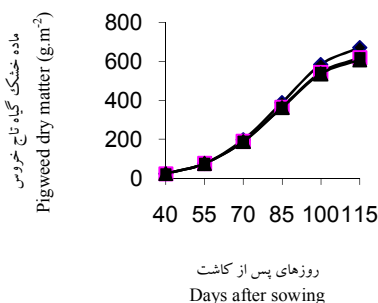


شکل ۱۳- تجمع ماده خشک تاج خروس در تراکم ۸/۳۳ بوته در متر مربع
Fig. 13. Dry matter accumulation of pigweed in 8.33 plant.m² density

Single (♦): $Y = 0.026x^2 + 4.433x - 221.8$; $R^2 = 0.98$

Twin (■): $Y = 0.016x^2 + 5.353x - 244.6$; $R^2 = 0.97$

Zigzag (▲): $Y = 0.006x^2 + 6.145x - 262.5$; $R^2 = 0.97$

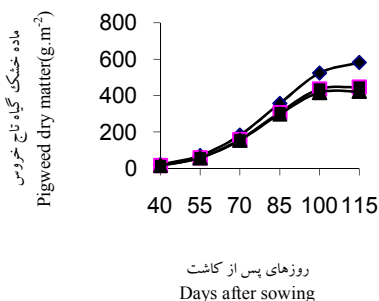


شکل ۱۲- تجمع ماده خشک تاج خروس در تراکم ۶/۶۶ بوته در متر مربع
Fig. 12. Dry matter accumulation of pigweed in 6.66 plant.m² density

Single (♦): $Y = 0.037x^2 + 3.686x - 210.1$; $R^2 = 0.98$

Twin (■): $Y = 0.029x^2 + 4.139x - 213.7$; $R^2 = 0.98$

Zigzag (▲): $Y = 0.027x^2 + 4.29x - 216.6$; $R^2 = 0.98$

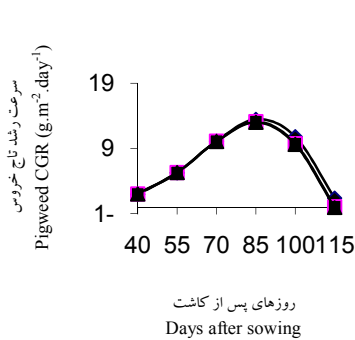


شکل ۱۴- تجمع ماده خشک تاج خروس در تراکم ۹/۵۲ بوته در متر مربع
Fig. 14. Dry matter accumulation of pigweed in 9.52 plant.m² density

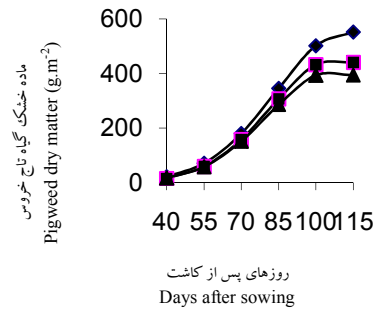
Single (♦): $Y = 0.020x^2 + 5.062x - 239.9$; $R^2 = 0.98$

Twin (■): $Y = -0.004x^2 + 7.197x - 292.3$; $R^2 = 0.96$

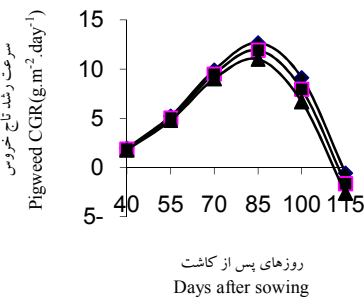
Zigzag (▲): $Y = -0.007x^2 + 7.386x - 293.4$; $R^2 = 0.96$



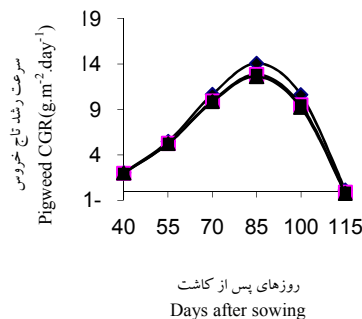
شکل ۱۶- سرعت رشد تاج خروس در تراکم ۵/۳۳ بوته در متر مربع
Fig. 16. Changes of CGR of pigweed in 5.33 plant.m⁻² density
Single (♦): $Y = -0.007x^2 + 1.81x - 35.01$; $R^2 = 0.86$
Twin (■): $Y = -0.007x^2 + 1.214x - 35.74$; $R^2 = 0.87$
Zigzag (▲): $Y = -0.007x^2 + 1.209x - 35.56$; $R^2 = 0.87$



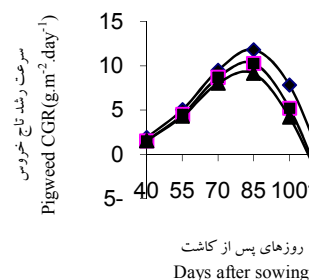
شکل ۱۵- تجمع ماده خشک تاج خروس در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع
Fig. 15. Dry matter accumulation of pigweed in 11.11 plant.m⁻² density
Single (♦): $Y = 0.015x^2 + 5.490x - 247.4$; $R^2 = 0.97$
Twin (■): $Y = -0.005x^2 + 7.247x - 292.6$; $R^2 = 0.96$
Zigzag (▲): $Y = -0.011x^2 + 7.583x - 293.6$; $R^2 = 0.96$



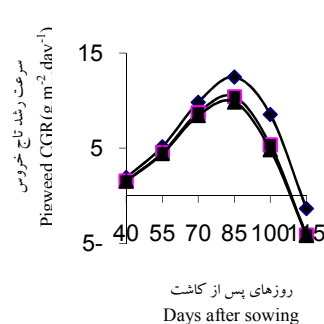
شکل ۱۸- تغییرات سرعت رشد تاج خروس در تراکم ۸/۳۳ بوته در متر مربع
Fig. 18. Changes of CGR of pigweed in 8.33 plant.m⁻² density
Single (♦): $Y = -0.007x^2 + 1.204x - 35.34$; $R^2 = 0.88$
Twin (■): $Y = -0.007x^2 + 1.188x - 34.71$; $R^2 = 0.89$
Zigzag (▲): $Y = 0.007x^2 + 1.151x - 33.40$; $R^2 = 0.91$



شکل ۱۷- تغییرات سرعت رشد تاج خروس در تراکم ۶/۶۶ بوته در متر مربع
Fig. 16. Changes of CGR of pigweed in 11.11 plant.m⁻² density
Single (♦): $Y = -0.008x^2 + 1.302x - 38.53$; $R^2 = 0.86$
Twin (■): $Y = -0.007x^2 + 1.198x - 35.18$; $R^2 = 0.87$
Zigzag (▲): $Y = -0.007x^2 + 1.183x - 34.70$; $R^2 = 0.88$



شکل ۲۰- تغییرات سرعت رشد تاج خروس در تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع
Fig. 19. Changes of CGR of pigweed in 9.52 plant.m⁻² plant density
Single (♦): $Y = -0.007x^2 + 1.175x - 34.23$; $R^2 = 0.90$
Twin (■): $Y = -0.007x^2 + 1.165x - 33.85$; $R^2 = 0.92$
Zigzag (▲): $Y = -0.007x^2 + 1.058x - 30.40$; $R^2 = 0.94$



شکل ۱۹- تغییرات سرعت رشد تاج خروس در تراکم ۹/۵۲ بوته در متر مربع
Fig. 19. Changes of CGR of pigweed in 9.52 plant.m⁻² plant density
Single (♦): $Y = -0.007x^2 + 1.223x - 35.86$; $R^2 = 0.89$
Twin (■): $Y = -0.007x^2 + 1.178x - 32.26$; $R^2 = 0.92$
Zigzag (▲): $Y = -0.007x^2 + 1.125x - 32.57$; $R^2 = 0.93$

در تراکم‌های بالاتر گیاه ذرت، به علت شاخص سطح برگ بیشتر و حتی ارتفاع بوته بلندتر، باعث کاهش سرعت رشد و در نتیجه کاهش ماده خشک تاج خروس شده و عملکرد آن افزایش می‌یابد (Dalley *et al.*, 2004, Bullock *et al.*, 1988).

بر اساس نتایج این آزمایش در مجموع می‌توان اظهار داشت که با تلفیق دو عامل آرایش کاشت و تراکم گیاهی می‌توان قابلیت رقابت ذرت در مواجهه با تاج خروس و دیگر علف‌های هرز مشابه را افزایش داد. آنچه که باعث برتری عملکرد ذرت در آرایش دو ردیفه زیگزاگ در تراکم بالا و به ویژه تراکم ۱۱/۱ بوته در متر مربع می‌گردد، افزایش توان رقابتی ذرت در مقابل علف هرز تاج خروس به واسطه استفاده کارآمدتر آن از عوامل تابش و آب و مواد غذایی می‌باشد.

تاج خروس در اکثر تیمارها و به ویژه آرایش‌های دو ردیفه با تراکم بوته بالای ذرت در انتهای فصل رشد منفی شد (شکل‌های ۱۶ تا ۲۰) که دلیل آن را می‌توان به کامل شدن دوره رشد رویشی و زایشی تاج خروس و همچنین ریزش برگ‌ها نسبت داد (Sadeghi *et al.*, 2003). البته ایجاد محدودیت توسط پوشش گیاهی ذرت در تراکم‌های بالا و کاهش سطح برگ تاج خروس نیز می‌تواند در این موضوع موثر باشد. بالا بودن سرعت رشد تاج خروس در آرایش‌های تک‌ردیفه را می‌توان به پایین بودن شاخص سطح برگ گیاه ذرت و بیشتر بودن سطح برگ تاج خروس در این تیمارها ربط داد که این موضوع باعث استفاده بهینه تاج خروس از تابش خورشیدی شده و در نتیجه با سایه‌اندازی خود بر روی گیاه ذرت بر آن غلبه می‌نماید. به نظر می‌رسد که

References

منابع مورد استفاده

- Agha Alikhani, M., A. Modaresanavi and A. Bankeh Saz. 2002. The study of intensity pigweed competition on dry matter and corn yield component. Proceeding of the 7th Iranian Crop Sciences Congress. 24-26 Aug. 2002, Karaj, Iran (In Persian).
- Baghestani. M. A., Gh. Akbari, A. Atri and M. Mokhtari. 2004. Effect of *secale* competition on growth indices, yield and yield component of wheat. Res. Construction J. 62: 2-12. (In Persian with English abstract).
- Bullock, D. G., R. L. Nielsen and W. E. Nyquist. 1988. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. Crop Sci. 28: 254-258.
- Dalley, D. C., J. J. Kells and K. A. Renner. 2004. Effect of glyphosate application timing and row spacing on weed growth in corn and soybean. Weed Tech. 18: 177-182.
- Fateh. A., F. Sharifzadeh, D. Mazaheri and M. A. Baghestani. 2006. Evaluation of competition common lambsquarters and corn planting on yield and yield component corn (SC704). Res. Construction J. 73: 87-95. (In Persian with English abstract).
- Fathi. Gh. 2005. The study of effects planting pattern and density on light amortization coefficient, radiation absorption and yield of sweet corn (SC402). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 12: 131-141. (In Persian with English abstract).
- Ghadiri. H. 2007. Weeds science. (Third Ed.) Shiraz University Press. (In Persian).
- Hoof, D. J. and H. J. Medrski. 1972. Effect of equidistant corn plant spacing in yield. Agron. J. 54: 295-297.
- Khajepour, M. R. 1987. Principles and Fundamentals of Agronomy (2th Ed.). Isfahan University of Technology. (In Persian).

- Khochaki, A. H. Zarif Ketabi and A. R. Nakhforosh. 2006.** Ecological Approaches Weeds Management (2th Ed.). Mashhad University Press. (In Persian).
- Lindquist, J. L., D. A. Mortensen and B. E. Johns. 1998.** Mechanisms of corn tolerance and velvet leaf suppressive ability. *Agron. J.* 90: 787-792.
- Mazaheri, D. M. Asgari-Rad and A. Bankeh Saz. 2002.** The study of effect planting pattern and plant density on yield and yield component in corn (SC647). *Res. Construction J.* 54: 46-48. (In Persian with English abstract).
- Mc Lachlan, S. M., M. Tollenaar, C. J. Swanton and S. F. Weise. 1993.** Effect of corn-induced shading on dry matter accumulation, distribution and architecture of redroot pigweed. *Weed Sci.* 44: 568-573.
- Mirzai, R. M. Rostami, M. Ovisi, M. Banayanaval and M. A. Baghestani. 2005.** Economic threshold and corn yield loss in competition with pigweed. *J. Plant Pests Dis.* 73: 1-12. (In Persian with English abstract).
- Najafi, H. and T. Tollenaar. 2005.** Response of corn at different leaf stages to shading by redroot pigweed, Iran. *J. Weed Sci.* 2: 127-139. (In Persian with English abstract).
- Nielson, R. L. 1999.** Perspective on narrow row spacing for corn. *Weed Sci.* 42: 354-361.
- Olsen, L. J, J. M. Kristensen and L. Weiner. 2006.** Influence of spatial pattern and density of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on suppression of different weed species. *Weed Sci.* 10: 126-137.
- Ottman, M. J. and L. F. Welch . 1989.** Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration and yield in corn. *Agron. J.* 81: 167-174.
- Porter, P. M. and D. R. Hicks. 1997.** Corn response to row width plant population in the Northern Corn Belt. *Prod. Agric.* 10: 293.
- Saberi, A., D. Mazaheri and H. Sharif-Abad. 2006.** The study of effect of density and planting arrangement on yield and agronomic characteristics of corn (SC667). *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 1: 57-67. (In Persian with English abstract).
- Sadeghi, H, M. A. Baghestani, Gh. Akbari and A. Hejazi. 2003.** The study of growth indices of soybean and some weeds in competition condition. *J. Plant Pests Dis.* 2: 87-106. (In Persian with English abstract).
- Shrestha, A. 2007.** Manipulation in planting patterns for weed management in row – crops, weed biology. In: [www.weedbiology.UCKac.edu/PEF/row spacing. pdf](http://www.weedbiology.UCKac.edu/PEF/row%20spacing.pdf)[10 Aug. 2007].
- Tollenaar, M., S. Nissanka, P. Aguilera, A. Weise and C. J. Swanton. 1994 .** Effect of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrids. *Agron. J.* 86: 595-601.
- Vangssel, M. J. and K. A. Renner. 1990.** Redroot pigweed and barnyard grass interference in potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Weed Sci.* 38: 338 – 343.
- Yadavi, A, M. Agha Alikhani, A. Ghalavand and E. Zand. 2006.** Effect of plant density and planting arrangement on yield and growth indices of corn under competition with pigweed. *Agric. Res. J.* 62(6): 31-46. (In Persian).
- Zand, E and M. A. Baghestani. 2002.** Weed Resistance to Herbicides. Mashhad University Press. (In Persian).

Effect of planting pattern and plant density of maize (*Zea mays* L.) on the morphophysiological characteristics and growth indices of maize and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L) under competition conditions

Amoo Zadeh, M¹. M. A. Baghestani², M. Barary³, A. A. Nasrollah Nejad⁴
and M. M. Pour Siahbidi⁵

ABSTRACT

Amoo Zadeh, M., M. A. Baghestani, M. Barary, A. A. Nasrollah Nejad and M. M. Pour Siahbidi. 2012. Effect of planting pattern and plant density of maize (*Zea mays* L.) on the morpho-physiological characteristics and growth indices of maize and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L) under competition conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences**. 14(1):44-57. (In Persian).

To study the effect of integrated planting pattern and plant spacing on competition between maize and redroot pigweed a field experiment was carried out at experimental station of Agricultural College of Ilam University in 2006 growing season. Experimental treatments were arranged as split plot in randomized complete block with three replications. Main plots consisted of planting patterns (single row, rectangular twin rows and zigzag twin rows) and maize plant densities (5.33, 6.66, 8.33, 9.52, 11.11 plant.m⁻²) were randomized in sub plots. Results indicated that leaf area index, total dry matter accumulation and crop growth rate (CGR) of maize increased in all planting patterns, especially zigzag twin rows planting with 11.11 plant.m⁻². However, dry matter accumulation and growth rate decreased in redroot pigweed. In fact, among different maize arrangements, twin rows planting and particularly zigzag twin rows increased grain yield and yield components, on the other hand zigzag twin rows planting arrangement increased competitive ability of maize against redroot pigweed. Zigzag twin rows planting with plant density of 11.11 plant.m⁻² produced the maximum grain yield (13632 kg.ha⁻¹), biological yield (21642 kg.ha⁻¹), harvest index (63%), and 1000 kernel weight (440g) as compared to the other treatments. Therefore, the best planting arrangement, based on the finding of this research, is zigzag twin rows planting, i.e. planting density of 11.11 plant.m⁻², because of higher grain yield and more effective weed control.

Key words: Competition, Grain yield, Maize, Planting pattern, Redroot pigweed and Yield components.

Received: May, 2011

Accepted: January, 2012

1- M.Sc. in Agronomy, Ilam University, Ilam, Iran

2- Faculty member, Iranian Plant Protection Research Institute, Tehran, Iran

3- Faculty member, Ilam University, Ilam, Iran (Corresponding author) (Email: bararym@gmail.com)

4- Faculty member, The University of Agricultural and Natural Resources Sciences of Gorgan, Gorgan, Iran

5- Faculty member, Agricultural and Natural Resources Research Center of Ilam, Ilam, Iran