نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 3، پاییز 1396، ص. 526-518

Journal of Plant Protection
Vol. 31, No. 3, Fall 2017, P. 518-526

تأثیر تراکم بوته و طول دوره تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor* L.)

سمیرا سارانی[1]- سید غلامرضا موسوی[2*]

تاریخ دریافت: 1395/09/29
تاریخ پذیرش: 1396/04/17

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تراکم بوته و تداخل علف هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای رقم سراوان آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند در سال 1392 با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح تراکم بوته (10، 20 و 30 بوته در متر مربع) و چهار سطح تداخل علف‌هرز (تیمار شاهد عاری از علف هرز، تداخل تامرحله 6-8 برگی، تداخل تا مرحله ظهور پانیکول و تداخل تمام فصل) در نظر گرفته شد. با افزایش تراکم از 10 به 30 بوته در متر مربع، طول پانیکول، تعداد پانیکول در بوته، تعداد دانه در پانیکول، وزن هزار دانه، تعداد علف‌هرز و وزن خشک علف هرز در متر مربع به طور معنی‌دار و به ترتیب 7/1، 45/5، 12/5، 16/2، 12/3، 27/6 و 16/8 درصد کاهش یافت اما تعداد پانیکول در متر مربع و عملکرد بیولوژیک 54/3 و 56/7 درصد افزایش یافت. تیمار عاری از علف‌هرز نسبت به تیمار تداخل تا انتهای دوره رشد از برتری معنی‌دار 14/3، 20/3، 30/4، 270/7، 122 و 149/3 درصدی به ترتیب در طول پانیکول، تعداد پانیکول در متر مربع، تعداد دانه در پانیکول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک برخوردار بود. به طور کلی بر اساس نتایج این تحقیق با توجه به این موضوع که رقم سراوان یک رقم دو منظوره (دانه‌ای- علوفه‌ای) است، پیشنهاد می‌گردد تیمار تراکم 30 بوته در متر مربع و عاری نگهداشتن مزرعه از علف‌های هرز برای زراعت این گیاه مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: بیوماس علف‌هرز، پانیکول، تعداد بوته، رقابت، وزن هزار دانه

مقدمه

سورگوم از گیاهان مهم خانواده گرامینه است که تحمل بالایی به شرایط کم‌آبی داشته و از توان فتوسنتزی بالایی برخوردار است و برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک گیاه مناسبی می‌باشد و رقم سراوان از ارقام سورگوم است که با توجه به تولید دانه و بیوماس بالاتر نسبت به ارقام سورگوم دانه‌ای کیمیا، پیام و سپیده می‌تواند به عنوان یک گیاه دو منظوره در بیرجند و مناطق مشابه کشت گردد (6).

علف‌های هرز به علت داشتن خاصیت دگرآسیبی و قدرت رقابتی با گیاهان زراعی به عنوان یکی از عوامل محدودکننده رسیدن به پتانسیل ژنتیکی عملکرد در گیاهان زراعی می‌باشند و عدم کنترل آنها درصد قابل ملاحظه‌ای کاهش تولید را به دنبال دارد. امروزه به علت افزایش مشکلات زیست محیطی و بروز مقاومت به علف‌کش‌ها، استفاده از تکنیک افزایش تراکم بوته گیاه زراعی به عنوان یکی از روش‌های زراعی برای افزایش قدرت رقابتی گیاهان با علف‌های هرز مورد توجه قرار گرفته است (3). با این وجود تراکم بیش از حد نیز می‌تواند از طریق افزایش رقابت بین بوته‌ای در گیاهان زراعی خصوصا گیاهان دانه‌ای منجر به کاهش عملکرد اقتصادی گردد. از اینرو پیدا کردن مناسبترین تراکم بوته برای گیاهان زراعی و واریته های مختلف به گونه‌ای که هم کنترل مطلوب علف‌هرز را به دنبال داشته باشد و هم عملکرد اقتصادی حداکثر را باعث گردد، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. تراکم بوته سورگوم در مراحل اولیه رشد گیاه از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا سطح برگ قابل دسترس برای جذب انرژی خورشید تابعی از تراکم بوته است. همچنین، تشکیل سریع‌تر سایه‌انداز سورگوم با توجه به ارتفاع زیاد رقم سراوان می‌تواند از طریق کاهش دسترسی علف‌های هرز به نور، قدرت رقابتی علف های هرز را کاهش دهد. از طرفی باید توجه داشت که طول دوره تداخل علف‌های هرز نیز از مسائلی است که میزان تأثیرگذاری آن‌ها

1 و 2- دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران
(*- نویسنده مسئول : (Email: s_reza1350@yahoo.com
DOI: 10.22067/jpp.v31i3.60537

را بر عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر قرار می‌دهد.

لطفی ماوی و همکاران (13) گزارش نمودند که طول پانیکول و عملکرد دانه در سورگوم جارویی در شرایط وجین علف‌های هرز نسبت به عدم وجین به ترتیب 15/3 و 19/4 درصد و به طور معنی-داری افزایش یافت. امیری و همکاران (1) در بررسی دوره‌های تداخل علف‌هرز در ذرت گزارش کردند که با افزایش طول دوره تداخل تا 120 روز پس از سبز شدن، صفات طول بلال، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد دانه نسبت به تیمار عاری از علف‌هرز به ترتیب 27/7، 39/5، 20/6 و 57/5 درصد کاهش یافت. کاهش معنی دار شاخص سطح برگ، تعدا میوه در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با افزایش دوره‌های تداخل علف‌هرز توسط رضوانی‌مقدم و سیدی (19) در سیاهدانه نیز گزارش شده است. در بررسی دیگری، کاهش عملکرد دانه لوبیا قرمز با افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز گزارش شد. با این وجود، در این تحقیق وزن صد دانه تحت تأثیر طول دوره رقابت قرار نگرفت (11). جمالی و همکاران (10) در بررسی تأثیر حضور علف‌های هرز در ذرت نشان دادند که با افزایش طول دوره تداخل و کنترل علف‌های هرز، عملکرد به ترتیب کاهش و افزایش یافت، به طوری‌که عملکرد نهایی ذرت در تیمارهای تداخل و کنترل کامل علف‌های هرز به ترتیب 7320 و 12000 کیلوگرم در هکتار بود. همچنین محققین بیان داشتند که در تیمار رقابت علف‌های هرز با سویا در سراسر فصل رشد، عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه به میزان قابل توجهی کاهش یافت (15). برخی بررسی‌ها نشان داد که با افزایش طول دوره تداخل، وزن خشک کل علف‌های هرز در واحد سطح افزایش یافت (4 و 7). در بررسی دیگری کاهش تعداد علف‌های هرز و افزایش وزن خشک آنها در واحد سطح، با افزایش طول دوره تداخل در ذرت گزارش شده است (12).

عربی و صفاری (2) در بررسی تأثیر تراکم‌های بوته در ارقام سورگوم نتیجه‌گیری کردند که افزایش تراکم از 20 به 30 بوته در متر مربع کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های‌هرز و افزایش عملکرد سورگوم را به دنبال دارد. زند و همکاران (23) نیز نشان دادند که با افزایش تراکم از 8 به 20 بوته در متر مربع، عملکرد دانه سورگوم به میزان 39/9 درصد افزایش یافت. نتایج بررسی‌های انجام شده توسط نیرومند توماج و همکاران (17) در خلر بیانگر افزایش عملکرد دانه در واحد سطح در اثر افزایش تراکم از 30 به 50 بوته در متر مربع است. سعیدی‌نژاد و صفاری (20) گزارش کردند که افزایش تراکم بوته ذرت و مدت زمان تداخل علف‌های‌هرز کاهش معنی‌دار تعداد دانه در بلال را به دنبال دارد. این محققین اظهار داشتند که افزایش تراکم هر چند کاهش عملکرد و اجزای عملکرد را در بوته باعث گردید اما افزایش عملکرد دانه را در واحد سطح به همراه داشت. دهقانیان و نصرا... زاده (8) گزارش کردند که با افزایش تراکم ذرت از 5 به 16 بوته در متر مربع و افزایش دوره تداخل تا پایان فصل رشد طول بلال، عملکرد دانه و بیولوژیک به طور معنی‌داری کاهش یافت.

با توجه به مطالب فوق و اینکه مطالعات محدودی در زمینه تأثیر رقابت علف‌های‌هرز و تراکم بوته در ارقام سورگوم انجام شده است، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر تغییرات تراکم بوته رقم سراوان سورگوم و طول دوره تداخل علف‌های‌هرز بر صفات عملکردی آن در بیرجند انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال 1392 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند واقع در 14 کیلومتری جاده بیرجند– زاهدان با عرض جغرافیایی 32 درجه و 52 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 59 درجه و 13 دقیقه شرقی و با ارتفاع 1480 متر از سطح دریا به اجرا درآمد.

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 12 تیمار و 3 تکرار به اجرا در آمد. در این تحقیق فاکتورهای تراکم بوته در سه سطح شامل تراکم‌های 10، 20 و 30 بوته در متر مربع و فاکتور دوره تداخل علف‌های هرز در چهار سطح شامل تداخل در کل دوره رشد، تداخل تا مرحله 8-6 برگی،تداخل تا مرحله ظهور پانیکول و عدم تداخل (وجین تا انتهای فصل رشد) مورد مطالعه قرار گرفت. هر کرت آزمایشی دارای 5 متر طول و 4 ردیف کاشت با فاصله 60 سانتی‌متر بین ردیف‌های کاشت بود و فاصله بین کرت‌های فرعی 60 و کرت‌های اصلی 180 سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها 1/5 متر در نظر گرفته شد.

قبل از انجام آزمایش نمونه‌برداری از خاک مزرعه انجام شد که نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی در جدول شماره 1 آمده است. مزرعه سال قبل آیش بود. در تاریخ 12 اردیبهشت ماه 1392 پس از عملیات آماده‌سازی بستر کاشت بذور ضدعفونی شده با قارچ‌کش بنومیل با نسبت دو در هزار با تراکم زیاد داخل شیارهایی با عمق 3 تا 4 سانتی متر ریخته و روی آن با خاک پوشانده شد. آبیاری سورگوم مطابق عرف منطقه و با استفاده از سیفون با دور آبیاری 10 روز انجام شد. پس از سبز شدن سورگوم، در مرحله 3 برگی تراکم‌های مورد نظر با تنک کردن ایجاد گردید. وجین علف‌های هرز بر اساس نوع تیمار تداخل علف‌هرز در مزرعه به صورت دستی انجام شد. همچنین، به میزان 200 کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت سرک و طی دو مرحله از منبع کود اوره به مزرعه داده شد. قبل از ظهور گلدهی جهت مبارزه با شته با آفت‌کش دیمیتوات به نسبت 2 در هزار سم پاشی مزرعه صورت گرفت. علف‌های هرز غالب مزرعه دم‌روباهی، خرفه، پیچک و سلمه تره بودند.

برداشت سورگوم در مهر ماه 1392 همزمان با رسیدگی فیزیولوژیکی دانه‌ها و ظهور لایه سیاه رنگ در قسمت پایین بذرها و

با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای صورت گرفت. با انتخاب ده پانیکول از قسمت میانی و با استفاده از خط‌کش میانگین طول پانیکول در هر کرت آزمایشی در اواخر مرحله پر شدن دانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین صفات عملکردی از 2 متر مربع میانی هر کرت

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties of experiment site

فسفر قابل جذب Absorable P (ppm)	درصد ازت کل N total (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($ds\ m^{-1}$)	بافت خاک Soil texture	عمق نمونه‌برداری Sampling depth
3.17	0.021	7.8	2.97	رسی clay	0-30 cm
پتاسیم قابل جذب Absorable K ($mg\ kg^{-1}$)	**آهن قابل جذب Absorable Fe ($mg\ kg^{-1}$)**	**مس قابل جذب Absorable Cu ($mg\ kg^{-1}$)**	**روی قابل جذب Absorable Zn ($mg\ kg^{-1}$)**	**منگنز قابل جذب AbsorableMn ($mg\ kg^{-1}$)**	
185.5	2.11	0.48	0.96	4.82	

آزمایشی بوته‌ها کف بر شده وپس از جداسازی پانیکول‌ها از بوته ها و شمارش آنها، تعداد پانیکول در متر مربع محاسبه شد. یک نمونه 250 گرمی از ساقه و برگ تر هر کرت جهت تعیین وزن خشک به آزمایشگاه منتقل گردید و برای مدت 48 ساعت در آون با دمای 75 درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس با توجه به وزن شاخ و برگ تر و وزن خشک نمونه 250 گرمی با استفاده از تناسب، وزن خشک ساقه و برگ در واحد سطح به دست آمد.

عملکرد بیولوژیک در واحد سطح نیز از حاصل جمع وزن خشک ساقه و برگ، وزن خشک کاه و کلش پانیکول و عملکرد دانه در واحد سطح به دست آمد و وزن هزار دانه نیز با استفاده از یک نمونه 1000 تایی بذر که به طور تصادفی از توده بوجاری شده بذور هر کرت آزمایشی با استفاده از دستگاه بذرشمار جدا شده بود، توسط ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم اندازه‌گیری گردید. تعداد دانه در پانیکول نیز با استفاده از بوجاری بذور 5 پانیکول از هر کرت محاسبه شد. همچنین قبل از پایان فصل زراعی و خشک شدن علف‌های هرز، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز با برداشت و شمارش تعداد علف های‌هرز 2 متر مربع میانی هر کرت آزمایشی و خشک کردن آنها برای مدت 48 ساعت در آون با دمای 75 درجه سانتی‌گراد بدست آمد.

در پایان تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت و پس از آن میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح 5 درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

طول پانیکول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده تراکم بوته و تداخل علف‌هرز بر طول پانیکول اثر معنی‌داری داشت، اما اثر متقابل تراکم بوته و تداخل علف‌هرز بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول 2).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که طول پانیکول سورگوم با افزایش تراکم از 10 به 30 بوته در متر مربع به طور معنی‌دار و به میزان 7/1 درصد کاهش یافت (جدول 3). به نظر می‌رسد افزایش تراکم باعث شده است تا به علت تشدید رقابت بین بوته‌های مجاور، سهم مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به پانیکول و در نتیجه طول پانیکول کاهش یابد. عارفی (3) در سورگوم دانه‌ای و سعیدی‌نژاد و صفاری (20) در ذرت نیز به نتایج مشابهی رسیدند.

افزایش دوره تداخل علف‌هرز تا انتهای فصل رشد، طول پانیکول را به طور معنی‌داری کاهش داد، به طوری‌که طول پانیکول در تیمار تداخل تمام فصل نسبت به تیمار عاری از علف‌هرز، 12/5 درصد کاهش یافت (جدول 4). علت این موضوع را می‌توان به کاهش پتانسیل فتوسنتزی سورگوم در شرایط حضور مداوم علف‌های هرز در طی دوره رشد و یک نوع عکس‌العمل گیاه برای برقراری بین مبدا و مخزن (تولید دانه کمتر در پانیکول) مربوط دانست. امیری و همکاران (1) کاهش 27/7 درصدی طول بلال ذرت را در شرایط تداخل علف های هرز تا 120 روز پس از سبز شدن و لطفی ماوی و همکاران (13) نیز کاهش 15/3 درصدی طول پانیکول سورگوم را در شرایط تداخل تمام فصل علف‌های هرز گزارش کردند.

اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده تراکم بوته و تداخل علف‌هرز بر تعداد پانیکول در متر مربع، تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه معنی‌داری شد و تعداد پانیکول در بوته نیز تنها تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت، اما اثر متقابل تراکم بوته و تداخل علف هرز بر اجزای عملکرد معنی‌دار نشد (جدول 2).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی سورگوم سراوان تحت تاثیر تراکم بوته و تداخل علف های هرز

Table 2- Results of variance analysis of investigated traits of sorghum (Var. Saravan) as affected by plant density and weeds interference

SOV	منابع تغییرات	درجه آزادی	Mean square میانگین مربعات								
			طول پانیکول (سانتیمتر)	تعداد پانیکول در بوته	تعداد پانیکول در متر مربع	تعداد دانه در پانیکول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)	تعداد علف‌های هرز در متر مربع	وزن خشک علف‌های هرز (گرم در متر مربع)
		Df	Panicle length (cm)	No. panicle plant per	No. panicle per m^2	No. seed per panicle	1000-seed weight (g)	Seed yield ($g\ m^{-2}$)	Biological yield ($g\ m^{-2}$)	Weeds density	Dry weight of weeds ($g\ m^{-2}$)
Replication	تکرار	2	0.18^{ns}	0.19^{ns}	31.19^{ns}	57856.39^{ns}	30.88^{ns}	3586.39^{ns}	143653.06^{ns}	19.61^{ns}	30.71^{ns}
plant density	تراکم بوته	2	2.55^{*}	3.21^{**}	381.77^{**}	32830.01^{*}	141.46^{*}	1092.46^{ns}	451686.71^{*}	40.18^{*}	65.92^{*}
Interference	تداخل	3	5.12^{**}	0.19^{ns}	58.99^{**}	53426.66^{**}	1542.86^{**}	4890.7^{*}	1347837.98^{**}	63.13^{**}	93.24^{**}
plant density × Interference	تراکم × تداخل	6	0.36^{ns}	0.1^{ns}	26.40^{ns}	14830.01^{ns}	50.07^{ns}	573.3^{ns}	28834.02^{ns}	24.88^{ns}	45.48^{ns}
Error	خطای آزمایش	22	0.46	0.086	16.53	8125.8	35.58	1147.46	128980.05	12.32	18.30
CV	ضریب تغییرات	(%)	5.46	20.35	16.24	28.89	24.84	24.32	19.80	27.54	12.76

Ns: not significant; *and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ns عدم معنی داری، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثر ساده دوره تداخل علف‌های هرز بر صفات مورد بررسی سورگوم سراوان

Table 4- Means comparison of simple effect of weeds interference period on investigated traits of sorghum (Var. Saravan)

تداخل Interference	طول پانیکول (سانتیمتر) Panicle length (cm)	تعداد پانیکول در بوته No. panicle per plant	تعداد پانیکول در متر مربع No. panicle per m^2	تعداد دانه در پانیکول No. seed per panicle	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Seed yield (g m^{-2})	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع) Biological yield (g m^{-2})	تعداد علف‌های هرز در متر مربع Weeds density	وزن خشک علف‌های هرز (گرم در متر مربع) Dry weight of weeds (g m^{-2})
1	13.05a	1.49a	27.66a	411.74a	31.78a	350.04a	2695.43a	0.0c	0.0 c
2	12.40a	1.47a	25.71ab	391.95a	27.93b	283.85b	2256.23a	186.9a	230.1b
3	12.99b	1.49a	25.88ab	346.04ab	22.07c	183.37c	1714.89b	159.0ab	537.8a
4	11.42b	1.31a	22.99b	315.74b	14.27d	94.61d	1081.39c	131.4b	645.4a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند. Means with similar letters in each column are not significantly different.

۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب عاری از علف‌هرز تا پایان دوره رشد، تداخل تا مرحله ۶-۸ برگی، تداخل تا ظهور پانیکول و تداخل تا پایان فصل رشد

1, 2, 3 and 4 are weed free interference until end of growth season, interference until stage of panicle emergence, interference until stage of 6-8 leaf stage

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر ساده تراکم بوته بر صفات مورد بررسی سورگوم سراوان

Table 3- Means comparison of simple effect of plant density on investigated traits of sorghum (Var. Saravan)

تراکم (بوته در متر مربع) Density (plant m^{-2})	طول پانیکول (سانتیمتر) Panicle length (cm)	تعداد پانیکول در بوته No. panicle per plant	تعداد پانیکول در متر مربع No. panicle per m^2	تعداد دانه در پانیکول No. seed per panicle	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Seed yield (g m^{-2})	عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع) Biological yield (g m^{-2})	تعداد علف‌های هرز در متر مربع Weeds density	وزن خشک علف‌های هرز (گرم در متر مربع) Dry weight of weeds (g m^{-2})
10	12.87a	2.02a	20.25b	389.03a	26.69a	221.98a	1560.55b	148.3a	399.5a
20	12.56 a	1.26b	25.20b	384.21a	21.93b	215.30a	1804.54b	102.4b	328.0b
30	11.96 b	1.04b	31.25a	325.87b	23.41b	246.62a	2445.87a	107.3b	332.3b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند. Means with similar letters in each column are not significantly different.

۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب عاری از علف‌هرز تا پایان دوره رشد، تداخل تا مرحله ۶-۸ برگی، تداخل تا ظهور پانیکول و تداخل تا پایان فصل رشد

1, 2, 3 and 4 are weed free interference until end of growth season, interference until stage of panicle emergence, interference until stage of 6-8 leaf stage

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد پانیکول در بوته با میانگین 2/02 عدد مربوط به تراکم 10 بوته در متر مربع بود و افزایش تراکم از 10 به 30 بوته در متر مربع، تعداد پانیکول در بوته را به میزان 45/5 کاهش داد (جدول 3). بدیهی است که در تراکم پایین

به علت وجود فضای کافی برای هر بوته پتانسیل پنجه‌زنی سورگوم افزایش یافته و تولید پنجه‌های بارور نیز به علت وجود منابع غذایی و محیطی لازم بیشتر بوده و در نهایت تعداد پانیکول در بوته افزایش می‌یابد. با این وجود نتایج بیانگر آن است که با افزایش تراکم از 10 به 30 بوته در متر مربع، تعداد پانیکول در متر مربع، 54/3 درصد افزایش یافت (جدول 3). به عبارتی هر چند افزایش تراکم بوته به علت افزایش رقابت بین بوته‌ای باعث کاهش معنی‌دار تعداد پانیکول در بوته شده است اما سه برابر شدن تعداد بوته در نهایت نه تنها جبران کاهش تشکیل پانیکول در بوته را کرده است بلکه افزایش معنی‌دار تعداد پانیکول در متر مربع را نیز به دنبال داشته است. فرهمند (9) در شاهدانه کاهش تعداد خوشه در بوته و افزایش تعداد خوشه در متر مربع را با افزایش تراکم از 7/4 به 22/2 بوته در متر مربع گزارش کرد. کاهش معنی‌دار تعداد نیام در بوته و افزایش تعداد نیام در متر مربع، با افزایش تراکم از 25 به 45 بوته در متر مربع در نخود توسط سیدشریفی و همکاران (21) نیز گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

کاهش معنی‌دار و 16/2 درصدی تعداد دانه در پانیکول با افزایش تراکم از 10 به 30 بوته در متر مربع را نیز می‌توان به کاهش توان فتوسنتزی بوته‌ها به علت افزایش رقابت بین بوته‌ای و همچنین کاهش طول پانیکول مربوط دانست (جدول 2). کاهش معنی‌دار تعداد دانه در نیام نخود (21) و کاهش تعداد دانه در بلال ذرت (20) با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، از نتایج همسو با یافته‌های این تحقیق می‌باشد.

بیشترین وزن هزار دانه با میانگین 26/69 گرم مربوط به تراکم 10 بوته در متر مربع بود که از برتری معنی‌دار 21/7 و 14 درصدی به ترتیب نسبت به تراکم‌های 20 و 30 بوته در متر مربع برخوردار بود. لازم به ذکر است که تراکم‌های 20 و 30 بوته در متر مربع از نظر وزن هزار دانه در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول 3). به نظر می رسد با وجود بیشتر بودن تعداد دانه در پانیکول در تراکم 10 بوته در متر مربع، کمتر بودن تعداد پانیکول در متر مربع در نهایت منجر به کاهش تعداد مخازن فیزیولوژیکی (دانه) در واحد سطح گردید و این موضوع به همراه فتوسنتز مؤثرتر بوته‌ها به علت نورگیری بیشتر و تنفس نگهداری کمتر باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه در تراکم حداقل شد. زند و همکاران (23) اظهار داشتند که با افزایش تراکم از 8 به 20 بوته در متر مربع، وزن هزار دانه سورگوم از 42 به 34 گرم یعنی به میزان 19 درصد و به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که نتایج این تحقیق را تائید می‌کند. نتایج مشابه دیگری در شاهدانه (9) و نخود (21) نیز گزارش شده است.

مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن است که هر چند با افزایش طول دوره تداخل از تعداد پانیکول در متر مربع و تعداد دانه در پانیکول کاسته شد، اما تیمارهای عاری از علف‌هرز، تداخل تا مرحله 6-8 برگی شدن و تداخل تا ظهور پانیکول در صفات تعداد پانیکول در متر مربع و تعداد دانه در پانیکول در یک گروه آماری قرار گرفتند. با این وجود تیمار عاری از علف‌هرز نسبت به تیمار تداخل تا انتهای دوره رشد از برتری معنی‌دار به ترتیب 20/3 و 30/4 درصدی در این صفات برخوردار بود (جدول 3). به نظر می‌رسد تداخل تمام فصل علف‌های هرز عمدتا به علت کاهش میانگین تعداد پانیکول در بوته (جدول 4)، کاهش معنی‌دار تعداد پانیکول در متر مربع را به دنبال داشته است. همچنین کاهش تعداد دانه در پانیکول را می‌توان به رقابت طولانی مدت علف‌های هرز با سورگوم و محدویت منبع (توان فتوسنتزی کمتر سورگوم) و نیز کاهش طول پانیکول در تیمار تداخل تمام فصل مربوط دانست. امیری و همکاران (1) نیز نشان دادند که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز تا 120 روز پس از سبز شدن، کاهش 39/5 درصدی تعداد دانه در بلال را به دنبال دارد.

بیشترین وزن هزار دانه (31/78 گرم) از تیمار عاری از علف‌هرز بدست آمد که از برتری معنی‌دار 13/8، 44 و 122/7درصدی به ترتیب نسبت به تیمارهای تداخل تا مرحله 6-8 برگی شدن، تداخل تا ظهور پانیکول و تداخل تمام فصل برخوردار بود (جدول 4). به نظر می‌رسد با افزایش دوره تداخل علف هرز به دلیل رقابت شدیدتر و کاهش تولید مواد فتوسنتزی (ضعیف شدن منبع)، مواد فتوسنتزی کمتری به پانیکول و دانه‌ها منتقل شده و در نتیجه وزن هزار دانه سورگوم کاهش یافته است. نتایج بدست آمده با یافته‌های محمدی و امیری (15) در سویا مبنی بر این که رقابت موجب افزایش تنش برای جذب آب و عناصر غذایی در مرحله پر شدن دانه‌های ذرت شده و لذا وزن هزار دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، مطابقت دارد.

عملکرد دانه و بیولوژیک

نتایج این تحقیق نشان داد که هر چند اثر ساده تراکم بوته بر عملکرد دانه در واحد سطح معنی‌دار نشد اما تداخل علف‌هرز بر این صفت در سطح 5 درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر تراکم بوته و تداخل علف‌هرز بر عملکرد بیولوژیک در واحد سطح معنی‌دار شد ولی اثر متقابل تراکم بوته و تداخل علف‌هرز بر این صفات معنی‌دار نبود (جدول 2).

مقایسه عملکرد دانه سورگوم در سطوح مختلف تراکم بوته نشان داد که هر چند با افزایش تراکم از 10 به 30 بوته در متر مربع، عملکرد دانه سورگوم به لحاظ عددی افزایش یافت اما به لحاظ آماری سه سطح تراکم مورد مطالعه در گروه آماری مشابه قرار گرفتند (جدول 3). از آنجایی که عملکرد دانه حاصل‌ضرب اجزای عملکرد (تعداد پانیکول در متر مربع، تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه) می‌باشد، به نظر می‌رسد با وجود بیشتر بودن تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه در تراکم‌های کمتر، افزایش تعداد پانیکول در متر مربع

در تراکم بیشتر باعث شده است تا عملکرد دانه در سطوح مختلف تراکم بوته تفاوت چندانی نداشته و در نتیجه عملکرد دانه در تراکم-های مختلف در یک گروه آماری قرار گیرد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هر چند عملکرد بیولوژیک در تراکم‌های 10 و 20 بوته در متر مربع در یک گروه آماری قرار گرفت، اما تغییر تراکم بوته از 10 به 30 بوته در متر مربع افزایش 56/7 درصدی و معنی‌دار این صفت را به دنبال داشت و تراکم 30 بوته در متر مربع با میانگین تولید 2695/43 گرم ماده خشک در متر مربع، بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول 3). به نظر می‌رسد کاهش تراکم از 30 به 20 و 10 بوته در متر مربع باعث شده تا شاخص سطح برگ برای جذب تابش خورشیدی و فتوسنتز در واحد سطح کاهش یافته و در نتیجه تولید ماده خشک (عملکرد بیولوژیک) کاهش یابد. افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک سورگوم از 1560 به 4183/3 گرم در متر مربع با افزایش تراکم از 8 به 20 بوته در متر مربع توسط زند و همکاران (23) نیز گزارش شده است. نیرومند توماج و همکاران (17) در خلر نیز افزایش عملکرد بیولوژیک را با افزایش تراکم بوته در واحد سطح گزارش کرد.

همانطور که در جدول 4 مشاهده می‌گردد با افزایش طول دوره تداخل علف‌هرز عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌داری کاهش یافت و بیشترین عملکردهای دانه و بیولوژیک با میانگین‌های به ترتیب 350/04 و 2695/43 گرم در متر مربع از تیمار عاری از علف هرز بدست آمد و با تداخل علف‌های هرز تا مرحله 6-8 برگی شدن، تداخل تا ظهور پانیکول و تداخل تمام فصل به ترتیب 18/9، 47/6 و 73 درصد از پتانسیل تولید دانه در واحد سطح و 16/3، 36/4 و 59/9 درصد از عملکرد بیولوژیک کاسته شد. بدیهی است تداخل علف‌های هرز و طولانی شدن دوره تداخل به علت ایجاد رقابت و تشدید آن، محدودیت‌هایی را برای گیاه سورگوم جهت گسترش سطح برگ و استفاده از منابع (آب، مواد غذایی و نور) و بنا بر این انجام فتوسنتز مطلوب ایجاد کرده و به همین علت با افزایش طول دوره تداخل، بیوماس علف‌های هرز افزایش و عملکرد بیولوژیک سورگوم به طور معنی‌دای کاهش یافت. لطفی ماوی و همکاران (13) در سورگوم جارویی، سیلوا و همکاران (22) در سورگوم شیرین، امیری و همکاران (1) در ذرت و قمری و احمدوند (11) در لوبیا قرمز نیز کاهش عملکرد بیولوژیک را با افزایش طول دوره تداخل گزارش کردند.

تراکم علف‌هرز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تراکم بوته و تداخل علف‌هرز به طور معنی‌داری صفت تعداد علف‌هرز در واحد سطح را تحت تأثیر قرار داد، اما اثر متقابل تراکم بوته و تداخل علف‌های هرز بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول 2).

بر اساس مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد کل علف‌هرز در متر مربع مربوط به تیمار تراکم 10 بوته در متر مربع با میانگین 148/3 عدد بود که از برتری معنی‌دار 44/8 و 38/2 درصدی به ترتیب نسبت به تراکم‌های 20 و 30 بوته سورگوم در متر مربع برخوردار بود (جدول 3). به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم گیاه زراعی، فضا و امکان کمتری برای جذب نور، آب و مواد غذایی توسط علف هرز فراهم شده و رقابت درون و برون گونه‌ای بیشتری وجود داشته و در نتیجه تعداد کل علف هرز در واحد سطح کاهش می‌یابد (18). با این وجود تغییر در تراکم از 20 به 30 بوته سورگوم در متر مربع، تأثیر معنی‌داری بر تراکم علف‌های هرز در واحد سطح نداشت (جدول 3).

براساس جدول 4 می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزایش طول دوره تداخل علف‌هرز، کاهش تعداد علف‌هرز در واحد سطح را به دنبال داشت به طوری‌که با افزایش طول دوره تداخل از مرحله 6-8 برگی شدن به تداخل تمام فصل، تعداد علف‌هرز در متر مربع به طور معنی دار و به میزان 29/7 درصد کاهش یافت. به نظر می‌رسد که با طولانی شدن دوره تداخل علف‌های هرز با سورگوم به دلیل پدیده خودتنکی (7) تعداد علف‌های هرز به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که بیشترین تعداد علف‌هرز در واحد سطح در اوایل فصل و کمترین آنها در انتهای فصل مشاهده شد. نتایج اصغری و همکاران (4) در آفتابگردان و اصغری و آرمین (5) در نخود نیز بیانگر کاهش تعداد علف‌هرز در واحد سطح با افزایش طول دوره تداخل علف‌هرز بود.

وزن خشک علف‌هرز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تراکم بوته و تداخل علف‌هرز به طور معنی‌داری وزن خشک علف‌هرز در واحد سطح را تحت تأثیر قرار داد، اما اثر متقابل تراکم بوته و تداخل علف‌های هرز بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول 2).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک علف هرز با میانگین 399/5 گرم در متر مربع از تراکم 10 بوته در متر مربع بدست آمد و با افزایش تراکم از 10 به 20 و 30 بوته در متر مربع، وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب 17/9 و 16/8 درصد و به طور معنی داری کاهش یافت (جدول 3). بدیهی است که در تراکم‌های بالا تشدید رقابت بین بوته‌های سورگوم و سایه‌اندازی بوته‌های سورگوم روی علف‌های هرز، کاهش وزن خشک علف‌های هرز در واحد سطح را باعث شد. به عبارتی با کاهش تراکم بوته سورگوم در واحد سطح به علت دسترسی بیشتر علف‌های هرز به منابع (نور، آب، مواد غذایی) و بالا رفتن قدرت رقابتی علف‌های هرز با گیاه زراعی، بر تعداد علف های هرز در متر مربع افزوده شد که در نهایت منجر به افزایش وزن خشک کل علف‌های هرز در متر مربع در تراکم پایین سورگوم شد. ماکاریان و همکاران (14) نیز نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم ذرت

از 7/1 به 9/5 بوته در متر مربع، بیوماس علف‌هرز کاهش یافت.

همانطور که در جدول 4 مشاهده می‌گردد بیشترین وزن خشک کل علف‌های هرز با میانگین 645/4 گرم در متر مربع مربوط به تیمار تداخل تا پایان فصل رشد بود که نسبت به تیمار تداخل تا مرحله 8-6 برگی از برتری 2/8 برابری برخوردار بود اما با تیمار تداخل تا مرحله ظهور پانیکول تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. به نظر می‌رسد افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز از طریق افزایش سطح برگ علف‌های هرز (19) و فرصت ماده‌سازی بیشتر منجر به افزایش بیوماس علف‌های هرز در واحد سطح شده است. نتایج اصغری و همکاران (4) در آفتابگردان نیز نشان داد که علف‌های هرز در ابتدای رشد خود، بدون تداخل با یکدیگر به سهولت از منابع غذایی و نور استفاده کرده و رشد می‌کنند ولی با گذشت زمان به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای و نیز رقابت بین گونه‌ای، افزایش وزن خشک روند کندتری به خود می‌گیرد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. به عبارتی علف‌های هرز در اوایل فصل رشد به خاطر رقابت کمتر در جذب نور، آب و مواد غذایی، وزن خشک خود را با سرعت بیشتری افزایش داده‌اند.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش افزایش تراکم بوته سورگوم نتوانست افزایش معنی‌دار عملکرد دانه این گیاه زراعی را به دنبال داشته باشد اما عملکرد بیولوژیک گیاه را به طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین تداخل علف‌های هرز در شرایط این تحقیق حتی تا مرحله 8-6 برگه شدن سورگوم، از طریق تنش رقابت و ایجاد محدودیت منابع برای رشد مطلوب بوته‌های سورگوم، کاهش معنی داری اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه و بیولوژیک این گیاه زراعی را به دنبال داشت. از اینرو پیشنهاد می‌شود با توجه به این موضوع که رقم سراوان یک رقم دو منظوره (دانه‌ای-علوفه‌ای) است، تیمار تراکم 30 بوته در متر مربع و عاری نگهداشتن مزرعه از علف های هرز برای زراعت این گیاه در بیرجند مورد توجه قرار گیرد. همچنین در مطالعات بعدی تأثیر تداخل تا قبل از مرحله 6 برگه شدن سورگوم سراوان و عاری نگه‌داشتن مزرعه از علف‌هرز تا مرحله 8-6 برگه شدن و تراکم‌های بیشتر این گیاه مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

1- Amiri Z., Tavakkoli A., and Rastgoo M. 2014. Responses of corn to plant density and weed interference period. Middle-East Journal of Scientific Research, 21(10):1746-1750.

2- Arabi A., and Saffari M. 2015. The effect of weeding and plant density on yield and yield components of forage sorghum cultivars. Iranian Journal of Agronomy Sciences, 5(10):39-52. (in Persian with English abstract)

3- Arefi R. 2010. Effect of N fertilization and plant density on yield and yield components of grain sorghum under climatic conditions of Sistan. M.Sc. Thesis of Agronomy, Islamic Azad University of Birjand Branch, Birjand, Iran. (in Persian with English abstract)

4- Asghari J., Vahedi A., and Khoshghaul H.R. 2011. Critical period of weed control in sunflower (*Helianthus annus*, L.) in west of Guilan province. Journal of Plant Protection, 25(2):116-126. (in Persian with English abstract)

5- Asghari M., and Armin M. 2014. Effect of weed interference in different agronomic managements on grain yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*l.). Journal of Crop Ecophysiology, 8(4):407-422. (in Persian with English abstract)

6- Baradaran R., Javadi H., and Moosavi Gh.R. 2006. Effect of plant density on yield and yield components of grain sorghum cultivars in Birjand climate. Journal of Agricultural Sciences, 12(1):31-39. (in Persian with English abstract)

7- Chaab A., Fathi G., Siadat A., Zand E., Gharineh M., Ebrahimpoor F., and Anfajeh Z. 2006. Effect of time interference natural population weeds and plant density on some growth indices, yield and yield component of corn. Electronic Journal of Crop Production, 2(1):41-56. (in Persian with English abstract)

8- Dehghanian H., and Nasrollahzadeh S. 2014. Effect of plant density and weed interference on morphological characteristics and yield of corn (*Zea mays* L.). International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(7):2225-2229.

9- Farahmand N. 2015. Effect of planting date and plant density on morphological traits, yield and yield components of Cannabis. M.Sc. Thesis of Agronomy, Islamic Azad University of Birjand Branch, Birjand, Iran. (in Persian with English abstract)

10- Ghamali A., Ahmadvand Q., Sepehri A., and Jahedi A. 2010.The critical period of weeds control in corn. Journal of Plant Protection, 24(4):457-464.

11- Ghamari H., Ahmadvand G., and Aboutalebian M.A. 2013. Determination of critical period of weed control in dry bean under climatic conditions of Hamadan. Journal of Crop Production and Processing, 3(8):53-60. (in Persian with English abstract)

12- Khazaie M., Hadizadeh M.H., and Zeidali E. 2014. Determining the critical period of weed control in corn at Nahavand. Agricultural Crop Management (Journal of Agricultural), 16(4):911-919. (in Persian with English abstract)

13- LotfiMavi F., Daneshian J., Baghestani M., Framarzi A., and Shayesteh R. 2012. Effect of integrated weed management on yield and yield components of broomcorn (*Sorghum vulgar* L.). Iranian Journal of Crop Sciences, 13(4):596-610. (in Persian with English abstract)

14- Makarian H., Banaian M., Rahimian H., and Isadi Darbandi E. 2003. Planting date and population density influence on competitiveness of corn (*Zea mays* L.) with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Iranian Journal of Crop Research, 2:271-279. (in Persian with English abstract)

15- Mohammadi G.R., and Amiri F. 2011. Critical period or weed control in soybean (*Glycine max*) as influenced by starter fertilizer. Australian Journal of Crop Science, 5(11):1350-1355.

16- Nasrollahzadeh S., Hajebrahimi A., Shafagh-Kolvanagh J., and Shaker Kouhi S. 2015. Effect of nitrogen rates and weed interference on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.). International Journal of Agronomy and Agricultural Research, 7(1):1-6.

17- Niroomand Tomaj I., Jami Al-Ahmadi M., Zamani Gh., and Riasi A. 2012. Effects of sowing date and plant density on yield and yield components of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) in Birjand region. Journal of Crop production and processing, 2(3):57-66. (in Persian with English abstract)

18- Radosevich S.R. 1987. Methodes to study interactions among crops and weeds. Weed Technology, 1:190-198.

19- Rezvani Moghaddam P., and Seyyedi S.M. 2015. The study of critical period of weed control and yield of black seed (*Nigella sativa* L.) affected by weed free and infested periods. Journal of Plant Protection, 29(2):175-186. (in Persian with English abstract)

20- Saeidinezhad M. and Saffari M. 2013. The effects of plant density, number and stages of weed control in corn (*Zea mays* L.) varieties on seed yield and weeds dry matter in Kerman. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 107:74-81. (in Persian with English abstract)

21- Seyed Sharifi R., Mohammadi Khanghah P., and Raey Y. 2014. Effect of plant density on yield, yield components and some physiological indices of chickpea cultivars three. Crop Physiology Journal, 5(20):25-38. (in Persian with English abstract)

22- Silva C., Silva A.F., Vale W.G., Galon L., Petter F.A., May A., and Karam D. 2014. Weed interference in the sweet sorghum crop. Bragantia, Campinas, 73(4):438-445.

23- Zand N., Shakiba M. R., Moghaddam-Vahed M., and Dabbagh-Mohammadai-nasab A. 2014. Response of sorghum to nitrogen fertilizer at different plant densities. International Journal of Farming and Allied Sciences, 3(1):71-74.