نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۱۱-۱۹۳

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 2, Summer 2019, P. 193-211

تأثیر دوره‌های عاری از علف هرز و تراکم کشت بر صفات ظاهری، عملکرد و اجزای عملکرد کنجد (*Sesamum indicum* L.)

مهسا بهادر[۱]- سید غلامرضا موسوی[۲*]- سید حمیدرضا رمضانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر طول دوره عاری از علف‌هرز و تراکم گیاهی بر صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کنجد (*Sesamum indicum* L.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد واحد بیرجند به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش شامل دوره عاری از علف‌هرز در پنج سطح (عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد، عاری از علف‌هرز تا ۲۰، ۴۰ و۶۰ روز پس از سبز شدن و تداخل علف‌هرز در کل دوره رشد) و سه تراکم کنجد (۷، ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دوره عاری از علف‌هرز بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد انشعابات ساقه اصلی و طول کپسول، تعداد کپسول در متر مربع، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت دانه در بوته کنجد، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار شد و تراکم بوته نیز صفات ارتفاع بوته، تعداد کپسول در متر مربع، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت دانه در بوته کنجد، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد، اما اثر متقابل دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته تنها بر عملکرد بیولوژیک کنجد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش دوره عاری از علف‌هرز باعث بهبود صفات مورفولوژیکی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه و بیولوژیک کنجد و کاهش تعداد و بیوماس علف‌های هرز گردید به طوری که تعداد کپسول در متر مربع در تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد نسبت به تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا انتهای دوره رشد و عاری از علف هرز تا ۲۰ و ۴۰ روز پس از سبز شدن کنجد از برتری به ترتیب ۳/۹۸، ۲/۴۵ و ۱/۱ برابری، تعداد دانه در کپسول از برتری به ترتیب ۱۵۵، ۲۰/۲ و ۹/۸ درصدی، وزن هزار دانه از برتری به ترتیب ۲۰/۳، ۱۳/۶ و ۸/۹ درصدی برخوردار بود. همچنین بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۹۱۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد بود که نسبت به تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا انتهای دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجد از برتری معنی‌دار به ترتیب ۱۵/۵، ۴، ۱/۸ و ۱/۳ برابری برخوردار بود. تعداد علف‌های هرز در تیمار تداخل علف‌هرز در کل دوره رشد از برتری معنی‌دار ۲۲/۶، ۳/۷ و ۲/۴ برابری و وزن خشک علف‌های هرز در تیمار تداخل علف‌هرز در کل دوره رشد از برتری معنی‌دار ۴۰، ۸ و ۲/۸ برابری به ترتیب نسبت به تیمارهای عاری از علف‌هرز تا ۶۰، ۴۰ و ۲۰ روز پس از سبز شدن کنجد برخوردار بودند. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع، تعداد کپسول در متر مربع و عملکرد دانه به ترتیب ۷۶/۴ و ۷۲/۷ درصد افزایش و تعداد علف‌های‌هرز و وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب ۲۶/۴ و ۴۵/۳ درصد کاهش پیدا کرد. به طور کلی در شرایط این تحقیق برای افزایش عملکرد اقتصادی در کنجد، تیمار عاری نگه داشتن مزرعه از علف‌هرز در کل دوره رشد و تراکم ۲۸ بوته کنجد در متر مربع پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تداخل علف‌هرز، تراکم بوته، عملکرد، کنجد

مقدمه

دانه‌های روغنی به‌عنوان یکی از منابع عظیم انرژی و پروتئین شناخته می‌شوند که پس از غلات دومین ذخیره غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این دانه‌ها به‌منظور استخراج روغن پرورش می‌یابند و همچنین به‌عنوان منبع باارزش پروتئین نیز مطرح هستند که بقایای محصول بعد از روغن‌کشی بدین منظور به کار می‌رود (۳۵). گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) به‌عنوان یک گیاه روغنی کم‌توقع و کم نهاده نه‌تنها از لحاظ اقتصادی در کشاورزی معیشتی مناطق خشک و نیمه‌خشک حائز اهمیت است، بلکه از نظر خصوصیات زراعی نیز مهم می‌باشد. این گیاه سازگاری خوبی به شرایط اقلیمی ایران

۱ و ۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email:s_reza1350@yahoo.com)
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند، سرایان، ایران

DOI: 10.22067/jpp.v33i2.68641

دارد و تحمل آن به تنش خشکی نیز بالا می‌باشد (۱۹).

ایجاد شرایط لازم برای استفاده حداکثر گیاه از عوامل مؤثر بر رشد و نمو گیاه با هدف دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاهان حائز اهمیت می‌باشد. از آنجا که علف‌های هرز دسترسی گیاهان به این عوامل را محدود کرده و سبب کاهش کمی و کیفی محصول می‌شوند (۱۰)، کنترل علف‌های هرز در مزارع به عنوان یکی از موانع تولید حداکثری، امری ضروری محسوب می‌شود (۷). از طرفی به دلیل پیامدهای ناشی از مصرف بی‌رویه علف‌کش‌ها، محققان به دنبال یافتن روش‌های جایگزین هستند تا ضمن کاهش مصرف علف‌کش‌ها، اثرات سوء علف‌های هرز را کاهش دهند و از اینرو تعیین تاثیر دوره‌های عاری از علف‌هرز بر عملکرد می‌تواند نقش مهمی را در مدیریت علف‌های هرز داشته باشد (۱).

کنجد به دلیل سرعت رشد پایین در مراحل اولیه رشد به علف‌های هرز حساس است و به همین دلیل کنترل علف‌های هرز در اوایل استقرار گیاه در مزرعه ضروری است (۱۷). اسواتی و همکاران (۴۱) با بررسی اثر کنترل علف‌های هرز بر عملکرد کنجد در شرایط آبیاری بیان داشتند که کنترل یک مرحله‌ای علف‌های هرز در ۴ هفته پس از سبز شدن نسبت به تداخل کامل علف‌های هرز تأثیر مثبت معنی‌داری بر عملکرد کنجد داشت و باعث افزایش عملکرد از ۶۳۹ کیلوگرم در هکتار در تمیار شاهد به ۷۵۸ کیاوگرم در هکتار در تیمار دوره عاری از علف‌های هرز در هفته چهارم پس از کشت شد. تاکه‌تسابا و همکاران (۴۳) با بررسی اثر دو و سه بار وجین علف‌های هرز و تیمار شاهد (تداخل کامل) بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد گزارش داشتند که صفات تعداد کپسول در گیاه، تعداد بذر در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد بذر، و وزن خشک علف هرز بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار وجین قرار گرفتند و تیمار دوره عاری از علف‌هرز باعث بیشترین میزان عملکرد بذر (۹۶,۳۸۱ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با سایر تیمارها شد. زبیر و همکاران (۴۵) در بررسی اثرات دوره رقابت علف‌هرز شامل عاری از علف‌هرز تا ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ هفته پس از سبز شدن و تداخل در کل دوره رشد بر عملکرد و اجزاء عملکرد کنجد نتیجه گرفتند که افزایش دوره تداخل علف‌هرز از هفته سوم به بعد سبب روند کاهشی تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه شده است. حقانیان و همکاران (۱۷) گزارش کردند که عملکرد دانه کنجد با کنترل تمام فصل علف‌های هرز به طور معنی‌دار و به میزان ۷۵/۳ درصد نسبت به تیمار تداخل تمام فصل علف‌های هرز برتری داشت. عارف و همکاران (۵) با بررسی دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در کنجد دریافتند که با افزایش دوره عاری از علف‌هرز از ۲ به ۴ و ۸ هفته پس از سبز شدن عملکرد دانه به طورمعنی‌دار و به ترتیب ۳۷/۶ و ۴۳/۴ درصد افزایش یافت اما بین تیمارهای عاری از علف‌هرز تا ۸، ۱۰، ۱۲ هفته پس از سبز شدن و تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نشد. همچنین در این تحقیق با افزایش دوره عاری از علف‌هرز از ۲ به ۱۲ هفته پس از سبز شدن وزن خشک کل علف‌های هرز از ۷۵۳/۵ به ۴۵/۱۷ گرم بر متر مربع کاهش یافت و تداخل تمام فصل علف‌های هرز، منجر به تولید ۱۶۲۵ گرم بر متر مربع وزن خشک کل علف‌های هرز با عملکرد ۴۰ گرم بر متر مربع گردید.

کیامرثی و کاظمینی (۲۴) دریافتند که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز، باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه آفتابگردان[1] شد. در مطالعه دانشیان و جنوبی (۱۱) به ازای هر ۱۰ درصد افزایش وزن ماده خشک علف‌های هرز یک‌ساله در مزرعه آفتابگردان، عملکرد دانه ۱۲ درصد کاهش یافت. گزارش بنیادی و همکاران (۹) در تعیین دوره بحرانی گلرنگ[2] پاییزه نشان داد که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز عملکرد، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق به طور معنی‌داری و به ترتیب ۳۱/۴، ۶۱/۵ و ۲۳/۹ درصد کاهش پیدا کرد. محمدعلی‌نژاد و موسوی (۳۰) تأثیر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر صفات زراعی و عملکردی سه رقم گلرنگ را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که افزایش دوره تداخل تا پایان دوره رشد، منجر به کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گلرنگ شد. کاهش معنی‌دار شاخص سطح برگ، تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با افزایش دوره‌های تداخل علف‌هرز توسط رضوانی‌مقدم و سیدی (۳۴) در سیاهدانه[3] نیز گزارش شده است. در بررسی دیگری کاهش تعداد علف‌های هرز و افزایش وزن خشک آنها در واحد سطح، با افزایش طول دوره تداخل در ذرت[4] گزارش شده است (۳۹). قمری و احمدوند (۱۶) دریافتند که با افزایش دوره عاری از علف هرز از ۱۰ به ۵۰ روز پس از سبز شدن، ارتفاع بوته و عملکرد دانه لوبیا قرمز[5] به ترتیب ۹/۵ و ۱۰۴/۸ درصد و با کنترل علف‌های هرز در تمام دوره رشد مقدار این صفات به ترتیب ۱۸/۸ و ۱۴۵/۶ درصد نسبت به تیمار تداخل در کل دوره رشد افزایش یافت. حشمت‌نیا و آرمین (۱۹) گزارش کردند که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز تا ۸ هفته پس از سبز شدن، سبب کاهش ۱۷/۲، ۳۴/۴، ۷۷/۲ و ۵۴/۳ درصدی به ترتیب ارتفاع بوته، تعداد شاخه

1- *Helianthus annuus* L.
2- *Carthamus tinctorius* L.
3- *Nigella sativa* L.
4- *Zea mays* L.
5- *Phaseolus vulgaris* L.

جانبی، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نخود [1] می‌گردد.

انتخاب تراکم مناسب گیاه زراعی با توجه به شرایط هر منطقه و مشخصات ارقام مورد نظر یکی از عوامل مهم برای تولید حداکثر محصول و قابلیت رقابت گیاه زراعی با علف‌هرز می‌باشد (۳). با افزایش تراکم بوته زمانی که پوشش گیاهی کاملاً زمین را می‌پوشاند دو حالت پیش می‌آید، اول با افزایش تراکم مقدار محصول تا حدی افزایش و بعد کاهش پیدا می‌کند که بیشتر در مورد عملکرد دانه صدق می‌کند و دوم با افزایش تراکم مقدار محصول تا حدی افزایش و بعد ثابت می‌ماند که بیشتر در مورد ماده خشک (عملکرد بیولوژیک) صدق می‌کند (۴۳). با این وجود افزایش تعداد بوته در واحد سطح (تا حد مطلوب)، کاهش عملکرد تک بوته را جبران و عملکرد در واحد سطح را افزایش می‌دهد (۳۹).

کوچکی و همکاران (۲۳) گزارش کردند که با افزایش تراکم کنجد از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع، وزن هزار دانه ۱۳ درصد کاهش یافت و شاخص برداشت نیز از ۳۱ به ۲۸ درصد کاهش پیدا کرد. فروغی و همکاران (۱۵) با ارزیابی اثر تراکم علف‌هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کنجد به این نتیجه رسیدند که اثر تراکم علف‌های‌هرز بر تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و شاخص برداشت کنجد معنی‌دار بود. ایسلام و همکاران (۲۰) با بررسی اثر تراکم بوته (۶، ۷، ۸، ۹، و ۱۰ کیلوگرم بر هکتار بذر) و مبارزه با علف‌های هرز (دوره عاری از علف‌های هرز، دو بار مبارزه با علف‌های هرز و یکبار مبارزه با علف‌های هرز) در کنجد بیان داشتند که هر دو فاکتور به طور معنی‌داری بر تمام صفات مورد بررسی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد گل‌های غیربارور و تعداد دانه در کپسول، وزن هزاردانه، و عملکرد دانه تأثیر داشتند هر چند که اثر متقابل این دو فاکتور بر بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود.

رئوفی و آل‌ابراهیم (۳۳) افزایش معنی‌دار ماده خشک و سطح برگ را با افزایش تراکم بوته و کنترل علف‌های هرز در یونجه [2] گزارش کردند. نتایج بررسی‌های انجام شده توسط نیرومند توماج و همکاران (۳۲) در خلر [3] بیانگر افزایش عملکرد دانه در واحد سطح در اثر افزایش تراکم از ۳۰ به ۵۰ بوته در متر مربع است. دهقانیان و نصراله‌زاده (۱۲) با بررسی اثر تراکم بوته و دوره تداخل علف‌های هرز بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد ذرت به این نتیجه رسیدند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه افزایش‌یافت، اما طول بلال، قطر بلال و شاخص برداشت روند کاهشی داشته است. سلیمانی و همکاران (۴۰) گزارش کردند که با افزایش تراکم سورگوم [4] از ۱۰ به ۵۰ بوته در متر مربع، طول پانیکول از ۲۴/۲ به ۲۱/۱ سانتی‌متر کاهش یافت اما عملکرد دانه به میزان ۲/۴ برابر افزایش یافت و از ۲/۳۱ به ۵/۵۵ تن در هکتار رسید.

علی‌رغم قدمت گیاه کنجد در کشور در مقایسه با سایر گیاهان زراعی، در ارتباط با اثرات رقابتی علف‌های هرز با تراکم‌های مختلف کنجد تحقیقات کمی انجام شده است، بنابراین بررسی حاضر به‌منظور مطالعه تأثیر دوره‌های تداخل علف‌هرز و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد کنجد و صفات علف‌هرز در بیرجند اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد واحد بیرجند واقع در ۵ کیلومتری جاده بیرجند به زاهدان با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ۱۴۹۱ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد.

تیمارهای آزمایش شامل دوره‌های تداخل علف‌های هرز در پنج سطح (عاری از علف‌هرز درکل دوره رشد، عاری از علف‌هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن، تداخل علف‌هرز در کل دوره رشد) و سه تراکم کنجد (شامل ۷، ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع) بود. طول هر کرت آزمایشی چهار متر، تعداد خطوط کاشت در هر کرت چهار خط، فواصل بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌های مجاور ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها یک متر در نظر گرفته شد.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح در اواسط اردیبهشت‌ماه انجام شد. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اقدام به فاروزنی و ایجاد جوی پشته، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری انجام و جهت تجزیه خاک به آزمایشگاه ارسال شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است. بذور مورد استفاده کنجد از رقم بومی بیرجند بود و قبل از کشت با قارچ‌کش بنومیل به نسبت دو در هزار ضدعفونی گردید و سپس در عمق ۳-۲ سانتی‌متری در شیارهای ایجاد شده در ۱۷ خرداد کشت گردید و برای سهولت جوانه‌زنی روی بذرها با خاک نرم پوشانده شد.

اولین نوبت آبیاری (خاک آب) بلافاصله بعد از کاشت انجام شد و پس از سبز شدن بوته‌ها آبیاری‌های بعدی بسته به شرایط آب و هوایی و نیاز گیاه با فواصل هر ۱۲-۱۰ روز انجام شد.

1- *Phaseolus vulgaris* L.
2- *Medicago sativa* L.
3- *Lathyrus sativus* L.
4- *Sorghum bicolor* L.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties of experiment site

عمق نمونه‌برداری Sampling depth	بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC (mmhos/cm)	اسیدیته pH	درصد ازت کل N total (%)	فسفر قابل جذب Absorbable P (ppm)
0-30 cm	لومی رسی clay loam	4.14	7.24	0.038	7.21

درصد رس Clay (%)	درصد شن Sand (%)	درصد سلیت Silt (%)	منگنز قابل جذب Absorbable Mn (mg/kg)	روی قابل جذب Zn (mg/kg)	مس قابل جذب Cu (mg/kg)	آهن قابل جذب Fe (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب Absorbable K (mg/kg)
39.2	26.5	34.3	5.59	0.38	0.58	2.32	223.5

کنترل علف‌های هرز مطابق سطوح کنترل صورت گرفت. ایجاد تراکم‌های مورد نظر در تحقیق در مرحله ۳ تا ۴ برگی کنجد (۲ ماه پس از کاشت) اعمال شد و برای ایجاد تراکم‌های ۷، ۱۴ و ۲۸ بوته در مترمربع، فاصله بوته‌های کنجد روی ردیف به ترتیب ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که علف‌های هرز عمده مزرعه شامل سوروف[1]، پیچک[2]، خارشتر[3] و سلمه‌تره[4] تشکیل بودند.

برداشت در زمان رسیدگی کامل کپسول‌ها انجام گرفت. در این مرحله بوته‌ها در دو متر مربع از قسمت میانی کرت‌ها و با رعایت اثر حاشیه‌ای کف‌بر شد. در زمان برداشت، تعداد ۸ بوته کنجد از هر کرت به صورت تصادفی و با رعایت اثر حاشیه‌ای انتخاب و بر اساس آن صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری گردید. برداشت نهایی در پایان فصل رشد، برای تعیین عملکرد و اجزای آن از مساحتی معادل دو متر مربع از دو خط میانی هر واحد آزمایشی با رعایت اثر حاشیه‌ای انجام شد و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. وزن هزار دانه از توزین دو نمونه هزارتایی بذر که به طور تصادفی از توده بذور بوجاری شده هر تیمار شمارش شده بود با استفاده از ترازوی دیجیتال (AND SCALE FX300I) با دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. لازم به ذکر است که حذف علف‌های هرز در تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد به طور متناوب با فواصل هر ۷ روز یک بار انجام شد و در سایر تیمارها، وجین علف‌های هرز با توجه به سطوح تعریف شده انجام گردید. جهت تعیین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در پایان دوره با رعایت اثر حاشیه‌ای از دو متر مربع میانی هر کرت آزمایشی استفاده شد. برای تعیین وزن خشک، علف‌های هرز در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفته و پس از خشک شدن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند.

برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها نیز بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده دوره عاری از علف‌هرز بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد انشعابات ساقه اصلی و طول کپسول کنجد در سطح یک درصد معنی‌دار شد اما تراکم بوته تنها بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل دوره‌عاری از علف‌هرز و تراکم بوته بر صفات مورفولوژیکی کنجد معنی‌دار نشد (جدول ۲). این نتایج حاکی از این است که سطوح مورد بررسی دو عامل تراکم بوته و کنترل علف‌های هرز روند ثابتی را برای هیچکدام از صفات مورد مطالعه از خود نشان نداده و سطوح مختلف این دو عامل در تکرارهای مختلف نتایج متفاوتی نشان داده است. به نظر می‌رسد که دو عامل تراکم بوته و کنترل علف‌های هرز به تنهایی می توانند بر روی صفات موروفولوژیکی مورد مطالعه کنجد تأثیر داشته باشند ولی در حالت ترکیبی عامل‌های دیگر می‌توانند صفات مورفولوژیکی را تحت تأثیر قرار دهند.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۷۰/۳۵ سانتی‌متر مربوط به تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد بود که از برتری معنی‌دار ۷۵/۲ و ۳۸/۳ درصدی به ترتیب نسبت به تیمارهای تداخل با علف‌هرز در کل دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۲۰ روز پس از سبز شدن برخوردار بود.

1- *Echinochloa crus-galli*
2- *Convolvulus arvensis*
3- *Alhagi maurorum*
4- *Chenopodium album* L.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی کنجد تحت تأثیر تیمارهای دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته

Table 2- Variance analysis of morphological traits of sesame as affected by weed free period and plant density treatments

منابع تغییرات	S.O.V	درجه آزادی	Mean of Squares			میانگین مربعات	
			ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد انشعابات ساقه اصلی	طول کپسول	ارتفاع اولین کپسول
		df	Plant height	Stem diameter	No. of branches in main stem	Capsule length	First capsule height
تکرار	Replication	2	540.27**	0.016^{ns}	5.28^{ns}	0.24*	161.0*
دوره عاری از علف‌هرز (A)	Weed free period (A)	4	1268.7**	2.523**	40.76**	1.08**	28.07^{ns}
تراکم بوته (B)	Plant Density (B)	2	800.92**	0.041^{ns}	5.94^{ns}	0.01^{ns}	163.0*
A × B	A × B	8	101.42^{ns}	0.007^{ns}	2.20^{ns}	0.08^{ns}	21.66^{ns}
خطا	Error	28	56.01	0.018	2.77	0.05	38.36
کل	Total	44	230.38	0.245	6.38	0.16	45.63
ضریب تغییرات (٪)	C.V. (%)	-	13.10	15.28	15.56	7.81	20.45

ns عدم معنی‌داری، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

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

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیکی کنجد تحت تأثیر اثرات ساده دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته

Table 3- Means comparison for morphological traits of sesame as affected by simple effects of weed free period and plant density treatments

تیمار	Treatment	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	قطر ساقه (سانتی‌متر) Stem diameter (cm)	تعداد انشعابات ساقه اصلی No. of branches in main stem	طول کپسول (سانتی‌متر) Capsule length (cm)	ارتفاع اولین کپسول (سانتی‌متر) First capsule height (cm)
دوره عاری از علف‌هرز تا	Weed free period					
تداخل با علف‌هرز در کل دوره	Interference in the entire period	40.16 c	0.28 d	0.95 c	2.41 c	28.58 a
۲۰ روز پس از سبز شدن	20 days after emergence	50.86 bc	0.66 c	2.15 b	2.69 bc	28.94 a
۴۰ روز پس از سبز شدن	40 days after emergence	59.62 ab	0.80 bc	4.62 a	3.01 ab	29.67 a
۶۰ روز پس از سبز شدن	60 days after emergence	64.58 a	0.96 b	5.14 a	3.09 ab	32.73 a
عاری از علف‌هرز در کل دوره	weed free in the entire period	70.35 a	1.72 a	5.40 a	3.29 a	31.46 a
تراکم (بوته در متر مربع)	Density (plants/ m^2)					
7	7	50.07 b	0.94 a	4.38 a	2.91 a	27.65 b
14	14	56.61 ab	0.87 a	3.29 a	2.87 a	29.20 ab
28	28	64.66 a	0.84 a	3.29 a	2.92 a	33.97 a

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

با این وجود در تیمارهای عاری از علف‌هرز تا ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن (شروع تداخل از ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن)، کاهش معنی‌داری در ارتفاع بوته نسبت به تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد مشاهده نشد (جدول ۳). همچنین قطر ساقه در تیمار عاری از علف‌هرز در تمام طول دوره رشد نسبت به تیمارهای تداخل با علف‌هرز در کل دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز

پس از سبز شدن از برتری معنی‌دار بـه ترتیـب ۶/۱، ۲/۶، ۲/۲ و ۱/۸ برابری برخوردار بود. همچنین با شروع دوره تداخل از ۲۰ روز پـس از سبز شدن و تداخل با علف‌هرز در کل دوره رشد، قـدرت شـاخه‌زایـی کنجد بـه طـور معنـی‌دار و بـه ترتیـب ۶۰/۲ و ۸۲/۴ درصـد و طـول کپسول به طور معنی‌دار و به ترتیب ۲۶/۷ و ۱۸/۲ درصـد نسـبت بـه تیمار عاری از علف هرز در کل دوره رشد کاهش یافت. با ایـن وجـود تیمارهای عاری از علف هرز تا ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجـد تفاوت معنی‌داری با تیمار عاری از علف هرز در کل دوره رشد از نظـر تعداد انشعابات ساقه اصلی و طول کپسول نداشتند (جدول ۳).

به نظر می‌رسد افزایش دوره تداخل علف‌های هرز (کـاهش دوره عاری از علف‌های هرز) از طریق رقابت و سایه‌اندازی علف‌های هرز و کاهش توان فتوسنتزی گیاه و محدودیت مبدا، باعث کـاهش صـفات رویشی کنجد شده است. تعداد شاخه جانبی رابطه مستقیمی با ارتفاع بوته دارد (۱۹) و از آنجایی که در این تحقیق ارتفاع بوتـه کنجـد بـا کاهش دوره عاری از علف‌هرز کاهش یافته است، کاهش تعداد شاخه جانبی مورد انتظار می‌باشد. همچنین با افزایش دوره تداخل علف‌های هرز به دلیل رقابت شدید علف‌های هرز با گیاه و بیشتر بـودن تـوان رقابتی علف‌های هرز، مواد غذایی موجود در خاک برای رشد مناسـب گیاه کاهش می‌یابد (۱۹) و این امر نیز می‌تواند منجر به کاهش رشد کنجد و در نهایت تولید شاخه‌های جانبی کمتر و ساقه نازک‌تـر شـود. به علاوه احتمالا از آنجا که ساقه به عنـوان یـک منبـع ثانویـه مهـم ذخیره کربوهیدرات در گیاه به حساب مـی‌آیـد، تحـت شـرایط رقابـت علف‌هرز بخش عمده مواد غذایی مورد نیاز سایر اندام‌ها به ویژه اندام-های زایشی از مواد ذخیره شده در ساقه تامین می‌شود که ایـن عمـل نیز در کاهش قطر ساقه نقش موثری دارد. علت کاهش معنی‌دار طول کپسول با افزایش دوره تداخل علف‌های‌هرز را نیز می‌توان به کـاهش پتانسیل فتوسنتزی کنجد در شرایط حضور علف‌های هرز در طی دوره رشد و یک نوع عکس‌العمل گیاه برای برقـراری بـین مبـدا و مخـزن (تولید دانه کمتر در کپسول) مربـوط دانسـت. امیـری و همکـاران (۴) کاهش ۲۷/۷ درصدی طول بلال ذرت را در شرایط تداخل علف‌هـای هرز تا ۱۲۰ روز پس از سبز شدن و لطفی ماوی و همکاران (۲۶) نیـز کاهش ۱۵/۳ درصدی طول پانیکول سورگوم را در شرایط تداخل تمام فصل علف‌های هرز گزارش کردند. شالان و همکاران (۳۸) در کنجد، بختیاری‌مقدم و همکاران (۸) در نخـود و قمـری و احمدونـد (۱۶) در لوبیا قرمز نیز کاهش ارتفاع بوته را با افزایش دوره تداخل علف هـرز گزارش کردند. این نتایج با نتایج اصغری و آرمین (۶) مبنی بر کاهش قدرت شاخه‌دهی گیاه بـا افـزایش دوره تـداخل علـف‌هـای‌هـرز نیـز مطابقت دارد.

ارتفاع بوته و ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین با افزایش تـراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع بـه طـور معنـی‌دار و بـه ترتیـب ۲۹/۱ و ۲۲/۹ درصد افزایش یافت (جدول ۳). در بررسی موسوی و همکـاران (۳۱) با افزایش تراکم از ۱۲ به ۵۰ بوته در متر مربع در سورگوم دانه-ای، ارتفاع بوته ۲۳/۵ درصد افزایش یافت. این محققـین دلیـل آن را افزایش رقابت بین بوته‌ای بر سر نور و نیـز کیفیـت و کمیـت نـور در درون کانوپی دانستند. هر چه تعداد بوته افزایش یابـد، نـوری کـه بـه لایه‌های پائین کانوپی می‌رسد کم شده و رقابت بین اندام‌هـای گیـاه برای جذب بیشتر تشعشع افزایش می‌یابد و از طرفـی تخریـب نـوری اکسین نیز صورت نمی‌پذیرد که مجموعه این عوامل می‌توانـد باعـث افزایش طول میانگره‌ها و افزایش ارتفاع بوته و ارتفاع اولین کپسول از سطح زمین گردد. این نتیجه با نتایج علـوی و سـعید (۲) در سـورگوم مطابقت دارد.

اجزاء عملکرد

نتـایج تجزیـه واریـانس نشـان داد کـه اثـر سـاده دوره عـاری از علف‌هرز، تعداد کپسول در متر مربع، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه را به‌طور معنی‌داری ($p<0/01$) تحت تأثیر قرار داد اما اثـر سـاده تراکم تنها بر صفت تعداد کپسول در متـر مربـع معنـی‌دار شـد و اثـر متقابل دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته نیز، بجز صـفت عملکـرد بیولوژیک، بر سایر اجزاء عملکرد معنی‌دار نشد (جدول ۴).

بیشترین تعداد کپسول در متر مربع بـا میـانگین ۶۴۰/۷۲ عـدد از تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد به دست آمد کـه نسـبت بـه تیمارهای تداخل علـف‌هـای هـرز تـا انتهـای دوره رشـد و عـاری از علف‌هرز تا ۲۰ و ۴۰ روز پس از سبز شدن کنجد از برتری به ترتیـب ۳/۹۸، ۲/۴۵ و ۱/۱ برابری برخوردار بود (جـدول ۵). همچنـین تعـداد دانه در کپسول با افزایش طول دوره تداخل علف‌هـای هـرز (کـاهش دوره عاری از علف‌هرز) به طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌کـه تعداد دانه در کپسول در تیمار عاری از علـف‌هـرز در کـل دوره رشـد نسبت به تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا انتهـای دوره رشـد و دوره عاری از علف‌هرز تـا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پـس از سـبز شـدن کنجـد از برتری بـه ترتیـب ۱۵۵، ۲۰/۲، ۹/۸ و ۱۰/۱ درصـدی برخـوردار بـود (جدول ۵). بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۳/۶۷ گرم نیز از تیمـار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد بدست آمد که هـر چنـد بـا تیمـار عاری از علف‌هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شـدن کنجـد تفـاوت آمـاری نداشت اما نسبت به تیمارهای تداخل تا انتهای دوره رشـد و عـاری از علف‌هرز تا ۲۰ و ۴۰ روز پس از سبز شدن دارای برتری معنی‌دار و به ترتیب ۲۰/۳، ۱۳/۶ و ۸/۹ درصدی بود (جدول ۵).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس اجزای عملکرد، عملکرد کنجد و تعداد و وزن خشک علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته

Table 4- Variance analysis of yield components, yield of sesame and number and dry weight of weeds as affected by weed free period and plant density treatments

منابع تغییرات	S.O.V	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean of Squares							
			تعداد کپسول در متر مربع	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	تعداد کل علف‌هرز در متر مربع	وزن کل علف‌هرز
		df	No. capsules/m^2	No. seeds/cap	1000-seeds weight (gr)	Grain yield (Kg/ha)	Biological yield (Kg/ha)	Harvest Index (%)	No. of weeds/m^2	Dry weight of weeds (gr/m^2)
تکرار	Replication	2	5565.1^{ns}	9.557**	0.745**	187253.8**	523796.2^{ns}	249.57*	1987.3^{ns}	14336.47 ^{ns}
دوره عاری از علف‌هرز (A)	Weed free period (A)	4	309011.8**	11.59**	0.517**	1341171.6**	24070886.0**	162.47*	20894.5**	1325261.5**
تراکم بوته (B)	Plant Density (B)	2	440101.9**	8.727**	0.136**	97938.4*	14673719.6**	215.22*	674.49 ^{ns}	117953.0*
A × B	A × B	8	31709.9^{ns}	2.126^{ns}	0.013^{ns}	15998.8 ^{ns}	1554542.0*	40.70^{ns}	313.49 ^{ns}	38100.2 ^{ns}
خطا	Error	28	21491.4	1.166	0.023	21819.7	604272.9	52.77	675.02	29891.8
کل	Total	44	67791.3	74.751	0.104	151682.1	3546239.8	76.88	2507.05	152440.8
ضریب تغییرات(٪)	C.V. (%)	-	14.26	3.23	4.48	22.40	25.36	14.30	24.5	21.33

ns عدم معنی‌داری، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد Ns: not significant; *and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اجزای عملکرد، عملکرد کنجد و تعداد و وزن خشک علف‌های هرز تحت تأثیراثرات ساده دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته

Table 5- Means comparison for yield components, yield of sesame and number and dry weight of weeds as affected by simple effects weed free period and plant density treatments

تیمار	Treatment	تعداد کپسول در متر مربع	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)	تعداد کل علف‌هرز در متر مربع	وزن کل علف‌هرز (گرم در متر مربع)
		No. capsules/m^2	No. seeds/cap	1000-seeds weight (g)	Grain yield (Kg/ha)	Harvest Index (%)	No. of weeds/m^2	Dry weight of weeds (g/m^2)
دوره عاری از علف‌هرز تا	Weed free period							
تداخل با علف‌هرز در کل دوره	Interference in the entire period	161.09 d	16.07 d	3.05 d	58.96 e	13.97 c	115.44 a	907.00 a
۲۰ روز پس از سبز شدن	20 days after emergence	261.03 c	34.09 c	3.23 cd	227.42 d	14.58 c	47.33 b	320.34 b
۴۰ روز پس از سبز شدن	40 days after emergence	490.67 b	37.31b	3.37 bc	506.94 c	18.97 b	31.00 bc	113.33 c
۶۰ روز پس از سبز شدن	60 days after emergence	607.52 a	37.21 b	3.51 ab	673.46 b	18.73 b	5.00 c	22.67 c
عاری از علف‌هرز در کل دوره	weed free in the entire period	640.72 a	40.98 a	3.67 a	913.62 a	23.79 a	0.00 c	0.00 c
تراکم (بوته در متر مربع)	Density (plants/m^2)							
۷	7	307.80 c	33.85 a	3.40 a	330.71 b	19.91 a	47.40 a	372.67 a
۱۴	14	445.85 b	33.22 a	3.36 a	526.31 a	19.29 a	37.00 b	241.73 b
۲۸	28	542.97 a	33.32 a	3.34 a	571.12 a	15.11 b	34.87 b	203.67 b

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

احتمالا افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز با کاهش دسترسی گیاه زراعی به منابع محیطی موجب می‌شود تا دوره گلدهی کوتاه‌تر شده و تولید گل‌های بارور و کپسول در محدوده زمانی کمتری صورت گیرد و در نهایت منجر به کاهش تعداد کپسول در واحد سطح و تعداد دانه در کپسول گردد. همچنین کاهش تعداد دانه در کپسول را می‌توان به رقابت طولانی مدت علف‌های هرز با کنجد و محدویت منبع (توان فتوسنتزی کمتر کنجد) و نیز کاهش طول کپسول با افزایش دوره تداخل علف‌های هرز (جدول ۳) مربوط دانست. سارانی و موسوی (۳۵) در بررسی تأثیر رقابت علف‌های هرز در سورگوم دانه‌ای گزارش کردند که تیمار عاری از علف‌هرز نسبت به تیمار تداخل تا انتهای دوره رشد از برتری معنی‌دار ۲۰/۳ و ۳۰/۴ درصدی به ترتیب در تعداد پانیکول در متر مربع و تعداد دانه در پانیکول برخوردار بود. امیری و همکاران (۳) نیز نشان دادند که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز تا ۱۲۰ روز پس از سبز شدن، کاهش ۳۹/۵ درصدی تعداد دانه در بلال را به دنبال دارد.

به نظر می‌رسد که با افزایش دوره تداخل و کاهش دوره عاری از علف‌هرز، به دلیل افزایش جمعیت علف‌هرز (جدول ۵)، منابع بیشتری توسط علف‌های هرز تسخیر شده که این امر منجر به محدودیت منبع، کاهش تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آن‌ها به اندام‌های زایشی گیاه زراعی می‌شود و در نهایت وزن هزار دانه کاهش می‌یابد.

شالان و همکاران (۳۸) در کنجد و بختیاری‌مقدم و همکاران (۸) در نخود کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه را با افزایش دوره رقابت علف‌های هرز تائید کردند. همچنین در مطالعه سارانی و موسوی (۳۵) بیشترین وزن هزار دانه (۳۱/۷۸ گرم) از تیمار عاری از علف‌هرز بدست آمد که از برتری معنی‌دار ۱۳/۸، ۴۴ و ۱۲۲/۷ درصدی به ترتیب نسبت به تیمارهای تداخل تا مرحله ۶-۸ برگی شدن، تداخل تا ظهور پانیکول و تداخل تمام فصل برخوردار بود. این نتایج با یافته-های محمدی و امیری (۲۹) در سویا[1] مبنی بر این که رقابت موجب افزایش تنش برای جذب آب و عناصر غذایی در مرحله پر شدن دانه-های ذرت شده و لذا وزن هزار دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، مطابقت دارد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع، تعداد کپسول در متر مربع روند افزایشی داشت، به طوری که تعداد کپسول در متر مربع در تراکم‌های مورد مطالعه در گروه‌های آماری جداگانه قرار گرفتند و با افزایش تراکم از ۷ به ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع به ترتیب ۴۴/۸ و ۷۶/۴ درصد افزایش پیدا کرد. (جدول ۵). احتمالاً در تراکم بالا هر چند به علت عدم وجود فضای کافی، تعداد و طول شاخه در بوته و همچنین نفوذ نور به لایه‌های پایین کانوپی کاهش یافته است و مجموع این عوامل منجر به کاهش تعداد گل و باروری آن‌ها در بوته شده و نهایتاً تعداد کپسول در بوته می‌گردد، اما چهار برابر شدن تعداد بوته در نهایت نه تنها جبران کاهش تشکیل کپسول در بوته را کرده است، بلکه افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در متر مربع را نیز به دنبال داشته است. نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون اثر تیمار تداخل علف‌هرز بر اجزای عملکرد مورد بررسی نیز حاکی از اثر مثبت تیمار کنترل علف هرز بر تمامی اجزای عملکرد مورد بررسی بود به نحوی که صفات تعداد کپسول در مترمربع، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت بصورت خطی با افزایش دوره عاری از علف‌هرز افزایش داشتند (شکل ۱)، اما در ارتباط با عامل تراکم بوته صفات تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و شاخص برداشت با افزایش تراکم بصورت خطی کاهش یافتند (شکل ۲). نمودارهای رگرسیونی ارائه شده نشان‌دهنده سطح بهینه هر یک از عامل‌های کنترل علف‌هرز و تراکم کشت برای هر یک از صفات مورد بررسی می‌باشد. فرهمند (۱۳) در شاهدانه کاهش تعداد خوشه در بوته و افزایش تعداد خوشه در متر مربع را با افزایش تراکم از ۷/۴ به ۲۲/۲ بوته در متر مربع گزارش کرد. کاهش معنی‌دار تعداد نیام در بوته و افزایش تعداد نیام در متر مربع، با افزایش تراکم از ۲۵ به ۴۵ بوته در متر مربع در نخود توسط سیدشریفی و همکاران (۳۶) نیز گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در مطالعه امیری و همکاران (۳) در ذرت نیز وزن هزار دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تداخل علف هرز قرار گرفت و با افزایش دوره تداخل وزن هزار دانه روند کاهشی را از خود نشان داد، اما تراکم بوته اثر معنی‌داری بر روی وزن هزار دانه نداشت که با پژوهش حاضر مطابقت دارد.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر دوره عاری از علف هرز و در سطح ۵ درصد تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت، اما اثر متقابل دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۹۱۳/۶۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عاری از علف هرز در کل دوره رشد بود که نسبت به تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا انتهای دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجد از برتری معنی‌دار به ترتیب ۱۵/۵، ۴، ۱/۸ و ۱/۳ برابری برخوردار بود (جدول ۵).

به نظر می‌رسد کوتاه بودن دوره عاری از علف‌هرز منجر به تشدید رقابت علف‌های هرز و کاهش میزان دسترسی گیاه زراعی به

1- *Glycine max* L.

منابع محیطی مانند نور، آب، مواد غذایی و فضا شده و از این‌رو محدودیت منبع و رقابت علف‌های هرز از طریق کاهش معنی‌دار همه اجزای عملکرد (جدول ۵) منجر به کاهش عملکرد دانه کنجد شده است. به عبارت دیگر افزایش طول دوره تداخل عمدتاً به علت افزایش بیوماس علف‌هرز (جدول ۵)، محدویت منبع و لذا کاهش معنی‌دار اجزای عملکرد، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه کنجد را به دنبال داشت. نتایج زبیر و همکاران (۴۵) در کنجد و حشمت‌نیا و آرمین (۱۹) و قمری و احمدوند (۱۶) در نخود نیز نشان داد که طول دوره تداخل اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه گیاهان زراعی داشته و با افزایش دوره تداخل علف‌های هرز عملکرد دانه به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

افزایش تراکم از ۷ تا ۲۸ بوته در متر مربع، باعث افزایش ۷۲/۷ درصدی عملکرد دانه کنجد گردید با این وجود بین تراکم‌های ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نشد (جدول ۵). در شرایط این تحقیق افزایش تراکم بوته عمدتاً از طریق افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در واحد سطح (جدول ۵) منجر به افزایش عملکرد دانه کنجد شده است. بدیهی است با افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع به علت کاهش رقابت علف‌های هرز و افزایش سطح برگ گیاه زراعی و بنابراین توان بهره‌برداری بیشتر کنجد از نور خورشید و افزایش قدرت فتوسنتزی در واحد سطح، عملکرد این گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نتایج تجزیه رگرسیون اثر تیمار تداخل علف‌هرز و صفت عملکرد دانه نیز حاکی از افزایش خطی عملکرد دانه کنجد با افزایش دوره مبارزه با علف‌های هرز بود (شکل ۲)، همچنین تجزیه رگرسیون اثر تراکم بوته بر این صفت حاکی از افزایش خطی عملکرد بوته تا تراکم ۲۲ بوته در متر مربع و سپس روند کاهش آن در بیشتر از مقدار مذکور بود (شکل ۳). موسوی و همکاران (۳۱) نیز نشان دادند که با افزایش تراکم، عملکرد دانه در سورگوم افزایش یافت به‌طوری که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۴۸۲/۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۵۰ بوته در متر مربع بود که نسبت به تراکم‌های ۲۵، ۱۵ و ۱۲ بوته در متر مربع از برتری به ترتیب ۴۶، ۶۹/۵ و ۷۶/۷ درصدی برخوردار بود. این محققین نتیجه‌گیری کردند که هر چند با افزایش تراکم، تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه تغییر معنی‌دار و چندانی نداشتند اما افزایش تعداد پانیکول در واحد سطح، افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در واحد سطح را به‌دنبال داشت. لک و همکاران (۲۵) نیز بالاتر بودن عملکرد ذرت در تراکم‌های بالا را به تعداد بیشتر بلال در واحد سطح نسبت دادند.

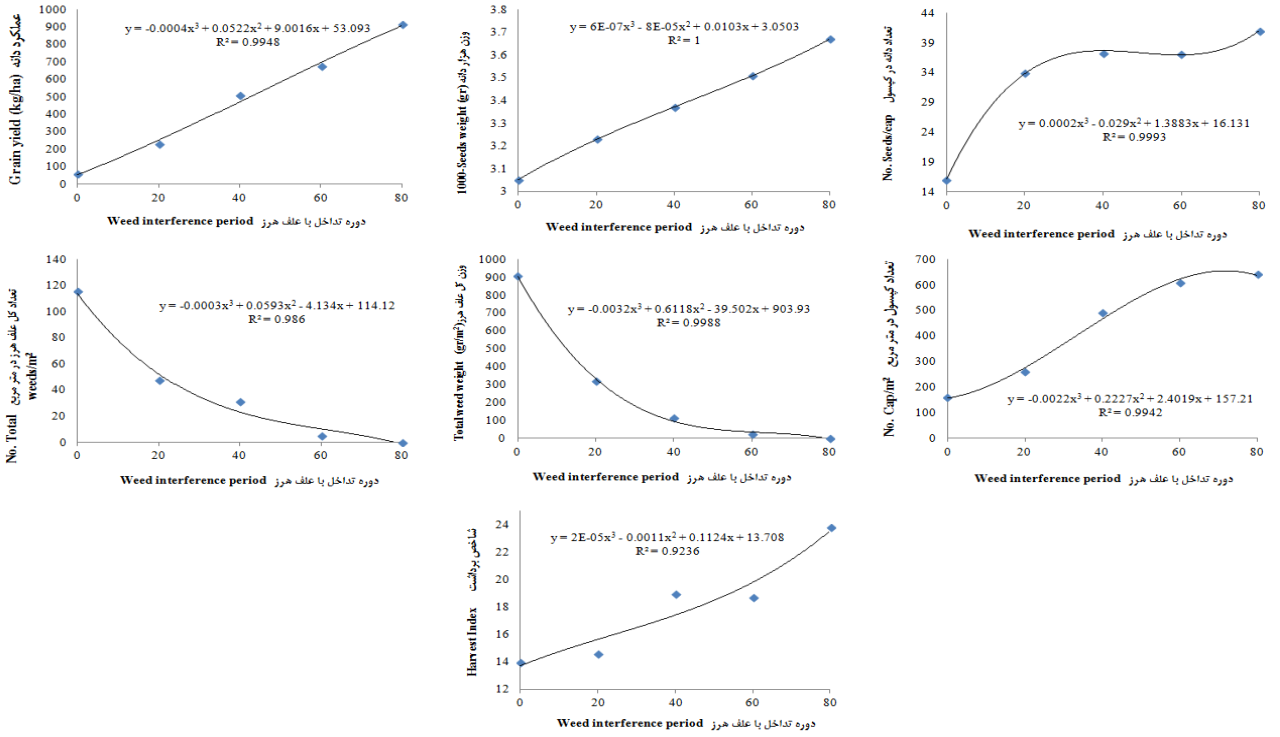
عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته، عملکرد بیولوژیک را به‌طور معنی‌داری ($p<0/01$) تحت تأثیر قرار داد و اثر متقابل دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته نیز بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته نشان داد که تیمارهای عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد و عاری از علف‌هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شدن در تراکم ۲۸ بوته در متر مربع با میانگین‌های به ترتیب ۵۶۵۹ و ۶۰۳۸ کیلوگرم در هکتار، با بیشترین عملکرد بیولوژیک در گروه آماری برتر قرار گرفتند و تیمار عدم کنترل علف‌هرز در کل دوره رشد و تراکم ۷ بوته در متر مربع با میانگین ۵۱/۱ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد بیولوژیک کنجد را به خود اختصاص داد (شکل ۳). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد در هر یک تراکم‌های مورد مطالعه بین تیمارهای عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد و کنترل علف‌های هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجد تفاوت آماری از نظر تولید بیوماس کنجد مشاهده نشد.

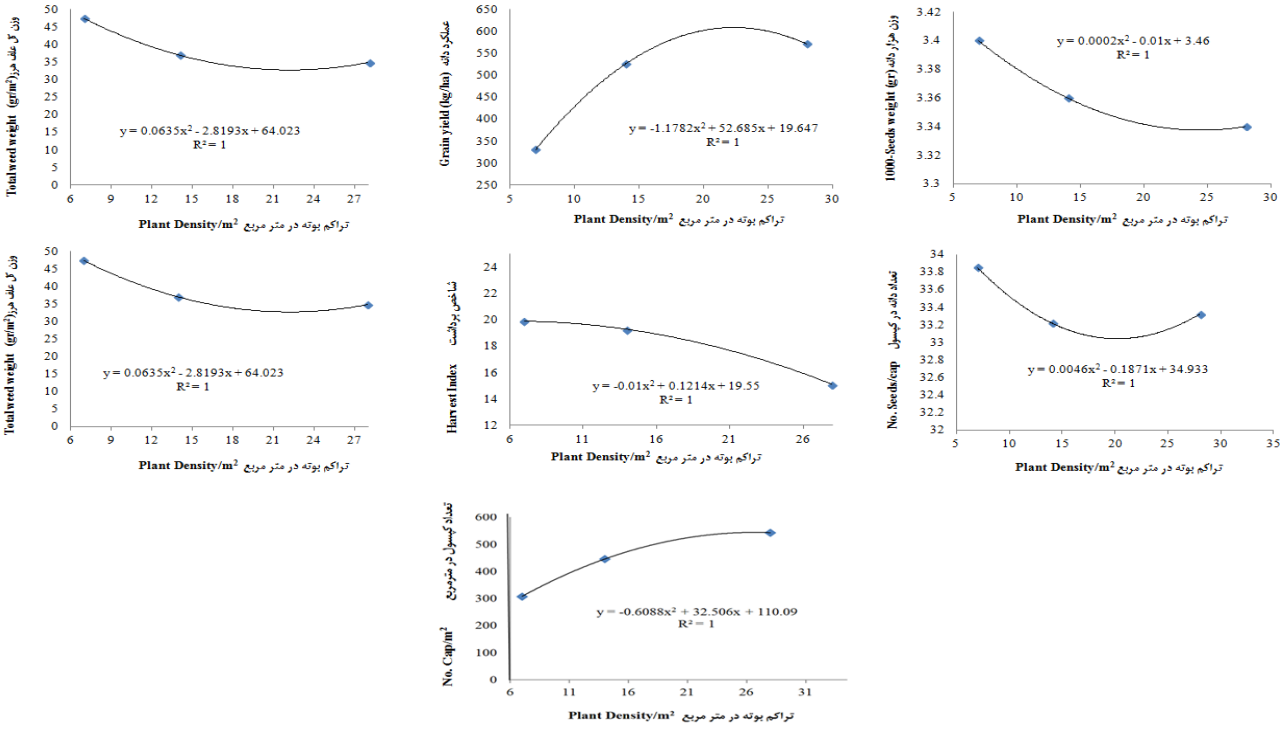
این موضوع می‌تواند به علت تشکیل سایه‌انداز مؤثر کنجد در مزرعه و عدم امکان حضور و رشد مؤثر علف‌های هرز در شرایط عاری نگهداشتن مزرعه از علف‌هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شدن (جدول ۵) باشد.

همچنین افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک را با افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع در تیمارهای عاری از علف هرز در کل دوره رشد و کنترل علف‌های هرز تا ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجد را می‌توان مربوط به تسریع در تشکیل سایه‌انداز و برتری رقابتی کنجد با علف‌های هرز دانست. این در حالی است که در تیمار عدم کنترل علف‌هرز در کل دوره رشد به علت رقابت شدید علف‌های هرز و سایه‌اندازی آن‌ها بر بوته‌های کنجد امکان رشد و تولید ماده خشک در کنجد به شدت کاهش یافته و افزایش تراکم بوته نیز نتوانسته است باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک کنجد گردد (شکل ۳). امیری و همکاران (۳) در ذرت و قمری و احمدوند (۱۶) در لوبیا قرمز نیز کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه زراعی را با کاهش طول دوره عاری از علف‌هرز گزارش کردند.



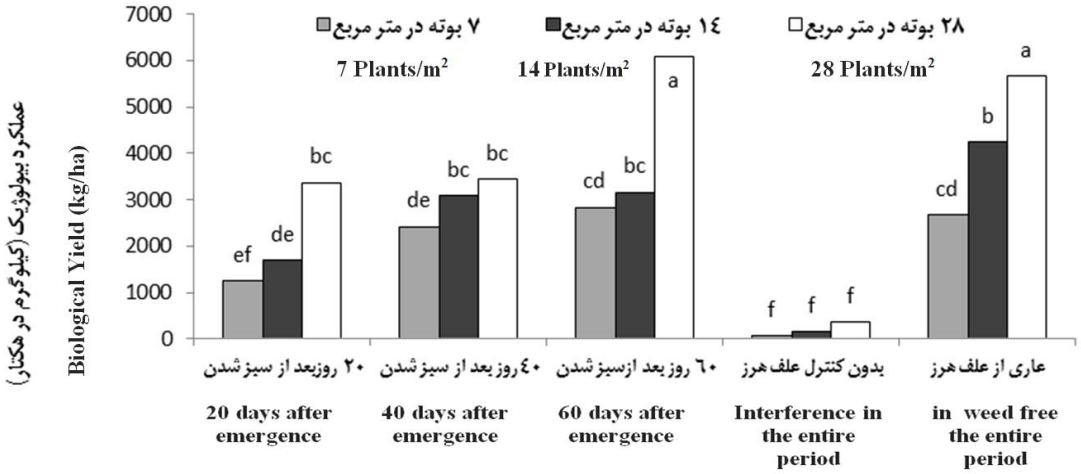
شکل ۱- تجزیه رگرسیون اثر سطوح مختلف عامل کنترل علف هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد

Figure 1- Regression analysis of different levels of weed control on yield and yield components of sesame



شکل ۲- تجزیه رگرسیون اثر سطوح مختلف عامل تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد

Figure 2- Regression analysis of different levels of plant density on yield and yield components of sesame



شکل ۳- مقایسه میانگین های اثر متقابل دوره عاری از علف هرز و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک کنجد

Figure 3- Comparison of means of interaction between weed free periods and plant density on biological yield of sesame

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته، شاخص برداشت دانه در بوته را به‌طور معنی‌داری ($p<0/05$) تحت تأثیر قرار داد اما اثر متقابل دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که با افزایش طول دوره تداخل علف‌هرز شاخص برداشت دانه کنجد کاهش یافت به طوری‌که تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد با میانگین ۲۳/۷۹ درصد بیشترین و تیمار تداخل علف‌هرز در کل دوره رشد با میانگین ۱۳/۹۷ درصد کمترین شاخص برداشت دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). به نظر می‌رسد افزایش دوره عاری از علف‌هرز باعث می‌گردد تا گیاه کنجد به علت کاهش فشار رقابتی علف‌های هرز بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی خود را به مخازن فیزیولوژیکی (دانه‌ها) منتقل نماید. به عبارتی می‌توان گفت کوتاه بودن دوره عاری از علف‌هرز و حضور بیشتر علف‌های هرز در مزرعه باعث می‌شود تا گیاه زراعی برای افزایش قدرت رقابتی خود در قسمت زیرزمینی و هوایی، بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی را صرف توسعه ریشه و شاخ و برگ و افزایش ارتفاع خود نماید تا بتواند آب و عناصر غذایی و نور بیشتری را جذب کند و از این‌رو با کاهش سهم بخش زایشی از مواد فتوسنتزی، شاخص برداشت دانه با افزایش تداخل و حضور علف‌های هرز به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. سیدی و همکاران (۳۷) در سیاه‌دانه و فروغی و همکاران (۱۵) در کنجد نیز گزارش دادند که افزایش دوره تداخل علف‌های هرز در فصل رشد، به‌طور معنی‌داری باعث کاهش شاخص برداشت دانه در مقایسه با تیمار کنترل علف هرز در کل دوره رشد می‌شود.

افزایش تراکم از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت شد (جدول ۵). به نظر می‌رسد با افزایش تراکم بوته کنجد در واحد سطح به علت تشدید رقابت بین بوته‌ای و افزایش ارتفاع بوته‌های کنجد (جدول ۳) به منظور جذب بیشتر نور خورشید، سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی به بخش رویشی اختصاص یافته و در نتیجه شاخص برداشت دانه کاهش معنی‌داری داشته است. بر اساس نتایج تجزیه رگرسیون، با افزایش دوره عاری از علف‌هرز از ۲۰ روز به ۸۰ روز شاخص برداشت کنجد بطور خطی افزایش یافت (شکل ۱)، با این وجود، افزایش تراکم بوته باعث کاهش خطی شاخص برداشت شد (شکل ۲). کوچکی و همکاران (۲۱) نیز به این نتیجه رسیدند که شاخص برداشت کنجد به طور معنی‌داری با افزایش تراکم بوته کاهش می‌یابد که مطابق با نتایج به‌دست‌آمده می‌باشد.

تعداد و وزن خشک علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دوره عاری از علف‌هرز بر تعداد و وزن خشک علف‌های هرز در سطح ۱٪ و اثر تراکم بر این صفات در سطح ۵٪ معنی‌داری شد، اما اثر متقابل دوره عاری از علف‌هرز و تراکم بوته بر صفات مذکور معنی‌دار نشد (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش طول دوره تداخل، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز افزایش می‌یابد به طوری‌که تیمار تداخل علف‌هرز در کل دوره رشد با میانگین ۱۱۵/۴۴ بوته علف‌هرز در متر مربع، بیشترین تعداد علف‌هرز در واحد سطح را به خود

اختصاص داد و از این نظر از برتری معنی‌دار ۲۲/۶، ۳/۷ و ۲/۴ برابری به ترتیب نسبت به تیمارهای عاری از علف‌هرز تا ۶۰، ۴۰ و ۲۰ روز پس از سبز شدن کنجد برخوردار بود. روند مشابهی در صفت وزن خشک علف‌های هرز مشاهده گردید و وزن خشک علف‌های هرز در تیمار تداخل علف‌هرز در کل دوره رشد نسبت به تیمارهای عاری از علف هرز تا ۶۰، ۴۰ و ۲۰ روز پس از سبز شدن به ترتیب ۴۰، ۸ و ۲/۸ برابر افزایش پیدا کرد (جدول ۵). نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون نیز حاکی از اثر مثبت هر دو عامل تیمار کنترل علف‌هرز و تراکم بوته بر دو صفت تعداد کل علف‌های هرز در متر مربع و وزن کل علف‌هرز بود (شکل ۱ و ۲). احتمالاً کاهش تعداد و وزن خشک علف‌های هرز با افزایش طول دوره عاری از علف‌هرز به دلیل داشتن فرصت بیشتر برای رشد کنجد و سایه‌اندازی سریعتر و بیشتر آن بر سطح مزرعه و کاهش کیفیت نور (افزایش نسبت نور قرمز دور به نور قرمز) می‌باشد که در نهایت باعث ممانعت از سبز شدن علف‌های هرز و کاهش تعداد و وزن خشک آن‌ها در واحد سطح می‌گردد. به نظر می‌رسد هر چه تعداد روزهای عاری از علف‌هرز در ابتدای دوره رشد کمتر باشد، رشد علف‌های هرز در ابتدای دوره رشدی با رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای کمتری مواجه شده و با داشتن فرصت بیشتر و قدرت دسترسی به نور بیشتر می‌توانند ضمن افزایش بیوماس خود از قدرت بازدارندگی بیشتری بر رشد و عملکرد کنجد نیز برخوردار شوند. نتایج یعقوبی و همکاران (۴۰) نشان داد که مقدار ماده خشک و تراکم گونه‌های مختلف علف‌هرز با افزایش طول دوره تداخل در کلزا افزایش معنی‌داری نشان داد. محمدی و همکاران (۲۸) نیز بیان کردند که کاهش طول دوره کنترل علف‌های هرز نخود منجر به افزایش وزن خشک علف‌های هرز شد که نتایج تحقیق حاضر را تأیید می‌کند.

با افزایش تراکم از ۷ به ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز به طور معنی‌داری کاهش یافت، به طوری‌که هر چند در تراکم‌های ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع تفاوت آماری در مورد صفات مذکور مشاهده نشد اما با افزایش تراکم از ۷ به ۱۴ و ۲۸ بوته در متر مربع، تعداد علف‌های هرز به ترتیب ۲۱/۹ و ۲۶/۴ درصد و وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب۳۵/۱ و ۴۵/۳ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۵). بدیهی است که در تراکم‌های بیشتر کنجد در واحد سطح، فضا و امکان کمتری برای جذب نور، آب و مواد غذایی توسط علف هرز فراهم شده و تشدید سایه‌اندازی بوته‌های کنجد روی علف‌های هرز، کاهش تعداد و وزن خشک علف‌های هرز در واحد سطح را باعث می‌گردد. به عبارتی با کاهش تراکم بوته کنجد 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 علف‌های هرز در متر مربع افزوده شد که در نهایت منجر به افزایش وزن خشک کل علف‌های هرز در متر مربع نیز می‌شود. ماکاریان و همکاران (۲۷) نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم ذرت از ۷/۱ به ۹/۵ بوته در متر مربع، بیوماس علف‌هرز کاهش یافت. سارانی و موسوی (۳۵) نیز گزارش کرد که با افزایش تراکم از ۱۰ به ۲۰ و ۳۰ بوته در متر مربع، وزن خشک علف‌های هرز به ترتیب ۱۷/۹ و ۱۶/۸ درصد و به طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین بیشترین تعداد کل علف‌هرز در متر مربع مربوط به تراکم ۱۰ بوته در متر مربع بود که از برتری معنی‌دار ۴۴/۸ و ۳۸/۲ درصدی به ترتیب نسبت به تراکم‌های ۲۰ و ۳۰ بوته سورگوم در متر مربع برخوردار بود. با این وجود تغییر در تراکم از ۲۰ به ۳۰ بوته سورگوم در متر مربع، تأثیر معنی‌داری بر تراکم علف‌های هرز در واحد سطح نداشت.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تداخل علف‌هرز و تراکم بوته، هر دو جزء فاکتورهای مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد هستند. بر اساس نتایج این تحقیق هر چند افزایش دوره عاری از علف‌هرز تا ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجد می‌تواند نسبت به تیمارهای تداخل علف‌هرز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه را به دنبال داشته باشد اما برای داشتن عملکرد حداکثر کنترل علف‌های هرز در کل دوره رشد لازم است. با توجه به این که تجزیه رگرسیون اثر سطوح مختلف تیمار تداخل علف‌هرز بر صفات عملکردی حاکی از افزایش خطی این صفات با افزایش دوره های عاری از علف‌هرز بود، لذا از آنجا که احتمال دارد دوره عاری از علف‌هرز برای بیش از ۶۰ روز پس از سبز شدن کنجد، منجر به تولید عملکرد اقتصادی مشابه با تیمار عاری از علف‌هرز در کل دوره رشد گردد، پیشنهاد می‌گردد دوره‌های عاری از علف‌هرز تا ۸۰ و ۱۰۰ روز پس از سبز شدن کنجد نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش تراکم کنجد از ۷ به ۲۸ بوته در متر مربع می‌توان ضمن کاهش معنی‌دار تعداد و بیوماس علف‌هرز به علت افزایش قدرت رقابتی کنجد، افزایش معنی‌دار عملکرد دانه کنجد را انتظار داشت. با توجه به نتایج این تحقیق تیمار کنترل علف‌های هرز در کل دوره رشد و تراکم ۲۸ بوته کنجد در متر مربع می‌تواند برای زراعت کنجد در شرایط مشابه مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1- Ahn J.K., Hahn S.J., Kim J.T., Khanh T.D., and Chung I.M. 2005. Evaluation of allelopathic potential among rice (*Oryza sativa* L.) germplasm for control of *Echinochloa crus-galli* in the field. Crop Protection 24:413-419.
2- Alavi S.M., and Saeid M.S.A. 2008. Effect plant densities on forage and seed yield of sorghum in Bam. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 12(45a): 91-97. (In Persian with English abstract)
3- Amiri Z., Tavakoli 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.
4- Amiri Z., Tavakoli A., Rastgu M., Yousefi A., and Saba J. 2011. Effects of crop density and weed competition in corn yield and yield components. p. 501-509. 1th Congress of Scientific and New Technology in Agriculture 9-11 Sept. 2011. Zanjan, Iran. (In Persian with English abstract)
5- Aref W.M., AbdeL Raheem H.M., Anaam H.G., and Fakkar A.O. 2013. Estimation of critical period for weed control in sesame (*Sesamum indicum* L.). Assiut Journal of Agricultural Sciences 44(3): 32-45.
6- Asghari M., and Armin M. 2015. 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)
7- Auskarniene O., Psibisauskiene G., Auskalnis A., and Kadzys A.K. 2010. Cultivar and plant density influence on weediness in spring barely crops. Zemdirbyste Agriculture 97: 53- 60.
8- Bakhtiari Moghadam M., Vazan S., Esfini Farahani M., Aziz Khani S., and Rezaee K. 2012. Study of time and location management of weed control on yield and some agronomical traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agronomy and Plant Breeding 8(2): 87-96. (In Persian)
9- Bonyadi M., Yadavi A.R., Movahdi Dhnavi M., and Fallah M.H. 2012. Determine the critical period of weed control in winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Yasooj. Journal of Agroecology 3(4): 419-429. (In Persian with English abstract)
10- Carpenter J., and Gianessi L. 1999. Herbicide tolerant soybeans: Why growers are adopting roundup ready varieties. Journal of Agrobiotechnology Management and Economics 2(2): 65-72.
11- Daneshian J., and Jonoubi P. 2008. Evaluation of sunflower new hybrids tolerance to water deficit stress. Proceedings of the 5th International Crop Science Congress. Jejo, Korea.
12- 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.
13- 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)
14- Farnia A., and Mansouri M. 2014. Effect of plant density to yield and yield components of maize (*Zea mays L.*) cultivars. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences 3(5): 123-127.
15- Foroghi A., Ghrekhlo J., and Ghaderifar F. 2013. Planting row spacing effect and common cocklebur (*Xanthium strumarium* L.) interference on grain yield and its components of two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars in Gorgan. Electronic Journal of Crop Production 6(2):101-116. (In Persian with English abstract)
16- Ghamari H., and Ahmadvand G. 2013. The effect of different interference and control weeds on height, yield and yield components of red bean. Journal of Crop Production and Processing 3(9): 71-79. (In Persian with English abstract)
17- Grichar W.J., Sestak D.C., Brewer K.D., Besler B.A., Stichler C.R., and Smith D.T. 2001. Sesame (*Sesamum indicum* L.) tolerance and weed control with soil-applied herbicides. Crop protection 20(5): 389-394.
18- Haghanian S., Yadavi A., Balouch H., and Moradi A. 2016. Grain, oil yield and nitrogen use efficiency in different varieties of sesame (*Sesamum indicum* L.) under nitrogen fertilizer and weed competition. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 26(1): 67-81.
19- Heshmatniya M., and Armin M. 2016. Effects of weed interference duration on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in two different production systems. Journal of Crop Production 9(1): 25-47. (In Persian with English abstract)
20- Islam M.K., Khanam M.S., Maniruzzaman M., Alam I., and Huh M.R. 2014. Effect of seed rate and manual weeding on weed infestation and subsequent crop performance of sesame (*Sesamum indicum* L.). Australian Journal of Crop Science 8(7): 1065-1072.
21- Khajehpour M.R. 2005. Industrial plants. University Jihad (Isfahan University of Technology). 582 P.
22- 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)
23- Koocheki A., Nassiri Mahallati M., Nourbakhsh F., and Nehbandani A. 2017. The effect of planting pattern and density on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 15(1): 31-45. (In Persian with English abstract)
24- Kyamarsii Z., and Kazemiani K.S.A. 2014. Effects of water deficit and redroot pigweed interference period at different growth stages on sunflower yield and oil percentage. Iranian Journal of Weed Science 10(1): 33-46. (In Persian with English abstract)
25- Lack S., Naderi A., Siadat S.A., Ayenehband A., Nourmohammadi G.H., and Moosavi S.H. 2008. The effects of different levels of irrigation, nitrogen and plant population on yield, yield components and dry matter remobilization of corn at climatically conditions of Khuzestan. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 11(42): 1-14. (In Persian with English abstract)
26- Lotfi Mavi 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)
27- 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)
28- 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.
29- Mohammadi Gh.R., Rahimzade A., Mohammadi F., and Salmasi S. 2004. The effect of weed interference on shoot and root growth and harvest index in chickpea. Iranian Journal of Crop Sciences 6(3): 1-13. (In Persian with English abstract)
30- Mohmadali-Nejad R., and Moosavi S.G. 2015. Evaluation of weeds interference period on yield and some traits of new varieties of safflower in Birjand. Biological Forum–An International Journal 7(1): 1485-1489.
31- Moosavi S., Segatoleslami M.J., and Arefi R. 2016. Effect of different nitrogen rates and plant density on morphological traits and yield of grain sorghum. Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology 3(2): 141-160. (In Persian with English abstract)
32- 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)
33- Raoofi M., and Alebrahim M.T. 2017. A comparison of weeds interference and non-interference at different planting densities, on yield, nutritional value and some morphological traits of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Sarhad Journal of Agriculture 33(2): 220-231.
34- 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)
35- Sarani S., and Moosavi S.Gh. 2017. Effect of plant density and weeds interference on yield and yield components of sorghum. Journal of Plant Protection 31(3).
36- 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)
37- Seyyedi S.M., Ghorbani R., Rezvani Moghaddam P., and Nassiri Mahallati M. 2013. Nitrogen use efficiency and harvest index in black seed (*Nigella sativa* L.) at different weed competition durations. Journal of Plant Production 20(1): 141-156. (In Persian with English abstract)
38- Shaalan A.M., Abou-zied K.A., and Elnass M.K. 2014. Productivity of sesame as influenced by weeds competition and determination of critical period of weed control. Alexandria Journal of Agricultural Research 59(3): 179-187.
39- Smith D.L., and Hamel C. 1999. Crop yield physiology and processes. Springer press. 524 p.
40- Soleymani A., Almodares A., and Shahrajabian M.H. 2012. Changes in seed yield and yield components of two cultivars of sweet sorghum in different plant populations. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4(4): 175-178.
41- Svathi A., Rammohan J., Nadanassababady T., and Chellamuthu V. 2005. Influence of sowing methods and weed management on sesame (*Sesamum indicum* L.) yield under irrigated condition. Journal of Crop and Weed 1(2): 4-7.
42- Swanton C.J., Booth B.D., and Murphy S.D. 2003. Weed ecology in natural and agricultural system. CAB international Publishing.
43- Take-tsaba A.I., Yakubu A.I., Alhassan J., and Musa M. 2012. Yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) as affected by weeding regime and cattle dung application in gusau, northern guinea savanna agro-

ecological zone of Nigeria. Agricultural Society of Nigeria, p.864.

44- Yaghoubi S.R., and Agha Alikhani M. 2011. Effect of weeds natural population interference and control periods on yield and yield components of autumn canola (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Agricultural Research 9(4): 659-669. (In Persian with English abstract)

45- Zubair I., Asif T., Muhammad E.S., Ahsan A., Muhammad A., Naeem A., Farhan A.A., Asghar A., and Muhammad M.M. 2011. Effects of weed crop competition period on weeds and yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Pakistanian Journal of Weed Science Research 17(1): 53-61.

Journal of Plant Protection
Vol. 33, No. 2, Summer 2019, P. 193-211

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۲۱۱-۱۹۳

Effect of Weed Free Periods and Crop Density on Morphological Traits, Yield, and Yield Components of Sesame (*Sesamum indicum* L.)

M. Bahador[1]- S.G.R. Moosavi[2*]- S.H.R. Ramazani[3]

Received: 09-12-2017
Accepted: 26-06-2019

Introduction: Oilseeds such as sesame (*Sesamum indicum* L.) are one of the rich sources of energy and protein that form the second most important food resource of the world after cereals. The factors like suitable plant density and weeds control are important for maximum economical yield. This crop is highly adapted to the climatic conditions of Iran and is highly tolerated to the drought. Therefore, the objective of the present study was to investigate the effect of weed free periods and plant density of sesame on yield, yield components and agronomic traits of sesame in Birjand, Iran.

Materials and Methods: The present study was carried out in research farm of Islamic Azad University of Birjand (Long. 59°13' E., Lat. 32°52' N., Alt. 1491m.). This experiment was performed as factorial based on Randomized Complete Blocks Design with three replications in 2013. Treatments were including weed free periods at five levels (weed free until 20, 40, and 60 days after sesame emergence, perfect weed interference and perfect weed free) and plant density at three levels (7, 14, and 28 plant m^{-2}). In this research morphological traits, yield and yield components of sesame and dry weight and number of weeds per m^2 were measured. The texture of the soil in research farm was clay loam with the pH of 7.24, electrical conductivity of 4.14 mmhos cm^{-1} and total N, P and K content was 0.038%, 7.21 and 223.5 ppm at the depth of 0-30 cm, respectively. Data were analyzed by SAS statistical software and means were compared by Duncan's Multiple Range test at 5% probability level.

Results and Discussion: Analysis of variance showed that yield and yield components traits were significantly influenced by plant density and weed free period. In addition, plant height, stem diameter, branches number of main stem, length capsule were significantly influenced by weed free period, but plant density affected only on plant height and first capsule height from the soil. The interaction between weed free period and sesame plant density was not significant on all traits except biological yield. Means comparison showed that increasing of weed free period had positive effect on morphological traits, yield and yield components of sesame, so that capsule number per m^2 increased 3.98, 2.45 and 1.1 times, respectively in perfect weed free treatment compared to the treatments of the perfect weed interference and weed free until 20 and 40 days after sesame emergence. In addition, seed number per capsule increased 155, 20.2, and 9.8%, respectively and 1000-seed weight increased 20.3, 13.6, and 8.9%, respectively. The highest of seed yield (913.62 kg ha^{-1}) belonged to the perfect weed free treatment that in comparison with treatments of perfect weed interference and weed free until 20, 40 and 60 days after sesame emergence had superiority of 15.5, 4, 1.8 and 1.3 times, respectively. Moreover, results indicated that in the perfect weed interference, weeds number per m^2 had superiority of 22.6, 3.7 and 2.4 times, and weeds dry weight per m^2 had superiority of 40, 8 and 2.8 times, respectively as compared with treatments of weed free until 60, 40 and 20 days after sesame emergence. These findings can be attributed to the increase in competition between crop plant and weeds for growth resources with prolonged weed growth. However, increasing the weed free period caused lower weeds emergence and growth and hence greater resources uptake by sesame plants that finally increased yield component and seed yield of sesame. Means comparison showed that the increase in plant density from 7 to 28 plants m^{-2} increased capsule number per m^2 and seed yield by 76.4 and 72.79%, respectively and decreased weeds number and dry weight by 26.4 and 45.39%, respectively. It is seems that higher plant density per unit area caused maximum usage of production parameters and on the other hand, suitable density (28 plant m^{-2}) increased the ability of crop competition with weeds.

Conclusion: The results of this study showed that both weed interference and plant density, are the affecting factors on yield and yield components of sesame. The lowest yield was achieved at the highest level of weed

1 and 2- Gratuated M.Sc. Student and Associate Professor, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran
(*- Corresponding Author Email: s_reza1350@yahoo.com)
3- Assistant Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Agricultural Collage of Sarayan, University of Birjand, Sarayan, Iran

interference and the lowest density of plants per square meter. High plant density is effective in crop yield due to reduced weed interference. Also, since the plant is susceptible to weed growth in the early stages, increasing the free weed period causes rapid plant growth and increases performance. According to the obtained results in this study, the best treatment for high yield production was perfect weed free and density of 28 plant per square meter.

Keywords: Plant density, Sesame, Weed interference, Yield, Yield components