نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، ص. ۱۲۲-۱۱۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 26, No. 1, Spring 2012, P. 113-122
ISSN: 2008 - 4730

اثر دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

سید محمد سیدی[۱]- پرویز رضوانی مقدم[۲*]- رضا قربانی[۳]- مهدی نصیری محلاتی[۴]

تاریخ دریافت:۹۰/۵/۲۹
تاریخ پذیرش:۹۰/۱۱/۱۸

چکیده

به منظور تعیین اثر دوره‌های رقابت علف‌های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن و نیز تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز سیاهدانه بر اساس افت عملکرد روغن، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۲ تیمار در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایش در دو سری شامل دوره های کنترل و تداخل علف های هرز تنظیم شدند. سری اول شامل شش تیمار بود که از زمان سبز شدن تا صفر، ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶ و۷۰ روز پس از سبز شدن در کرت ها، علف‌های هرز کنترل شدند و سپس به آن‌ها تا زمان برداشت سیاهدانه اجازه رشد داده شد. سری دوم نیز شامل شش تیمار بودکه از زمان سبز شدن تا دوره‌های ذکر شده به علف‌های هرز در کرت ها اجازه رشد داده شد و سپس تا زمان برداشت، این علف‌های هرز کنترل شدند. نتایج آزمایش نشان داد که دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و نیز عملکرد روغن سیاهدانه را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار دادند. همچنین افزایش دوره‌های رقابت در هر دو سری تیمارهای کنترل و تداخل علف‌های هرز منجر به کاهش معنی‌دار و همزمان تعداد شاخه جانبی و تعداد فولیکول در بوته، تعداد دانه در فولیکول، وزن دانه در فولیکول، وزن هزار دانه و شاخص برداشت شد. بر حسب ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد قابل قبول روغن، شروع دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سیاهدانه به ترتیب ۱۲، ۱۵ و ۲۰ روز پس از کاشت (معادل ۱۰۰/۷۷، ۱۲۵/۰۲ و ۱۶۸/۴۹ درجه روز-رشد) تعیین شد. همچنین پایان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز سیاهدانه نیز بر حسب افت عملکرد روغن در سطوح ذکر شده به ترتیب ۷۶، ۷۴ و ۷۰ روز پس از سبز شدن (معادل ۱۰۰۰/۵۰، ۹۵۵/۰۲ و ۸۷۷ درجه روز-رشد) محاسبه گردید. کاهش عملکرد دانه، بیولوژیک و نیز عملکرد روغن می تواند نشان دهنده قدرت ضعیف سیاهدانه در رقابت با علف‌های هرز باشد.

واژه‌های کلیدی: دوره‌های تداخل علف‌های هرز، دوره‌های کنترل علف‌های هرز، عملکرد دانه، عملکرد روغن

مقدمه

از زمانیکه گیاهان زراعی برای اولین بار مورد کشت و کار قرار گرفتند، کنترل علف‌های هرز به عنوان یک جنبه مهم عملیات‌های زراعی مطرح بوده است (۵). علاوه بر اثرات مستقیم علف‌های هرز بر گیاهان زراعی که شامل کاهش کمیت و کیفیت تولید کشاورزی است و می تواند منجر به تحمیل زیان اقتصادی بر کشاورزان شود، این گیاهان ممکن است میزبانی جایگزین برای حشرات آفت باشند (۹ و ۱۴).

رقابت بین گیاه زراعی و علف هرز زمانی اتفاق می‌افتد که بعضی منابع محیطی موجود برای رفع نیاز گیاه زراعی و علف هرز ناکافی باشد. قدرت رقابت یک گونه که به معنای توانایی آن گونه برای بدست آوردن منبع خاص و مشترک می باشد، سهم مهمی در برتری آن گونه به لحاظ کسب منابع مشترک خواهد داشت (۱۹). با توجه به این که زمان سبز شدن علف‌های هرز و طول دوره رقابت آن‌ها با گیاه زراعی، بر عملکرد گیاه زراعی تاثیر بسزایی دارد (۱۹)، تعیین زمان مناسب کنترل علف‌های هرز می‌تواند نقش مهمی را از نقطه نظر مدیریت علف‌های هرز ایفا کند (۱۰).

تعیین این زمان بوسیله ارتباط کارکردی دو جزء رقابتی علف‌های هرز که در واقع شامل دوره‌های تداخل علف‌های هرز جهت تعیین شروع و نیز دوره‌های کنترل علف‌های هرز جهت تعیین پایان این زمان است، صورت می‌پذیرد (۱۱). در واقع آستانه های اولیه و نهایی

۱،۲،۳و۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@um.ac.ir)

دوره اقتصادی[1] که محدوده دوره بحرانی اقتصادی[2] (دوره‌ای در طول فصل رشد گیاه زراعی که سود حاصل از کنترل علف‌های هرز بیش از هزینه‌های کنترل این گیاهان باشد) می باشند، در نتیجه اعمال دوره‌های تداخل و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد گیاه زراعی مشخص می‌شوند (۱۰). خان و همکاران (۱۷) در نتیجه گیری حاصل از آزمایش خود، دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز در اسفناج هندی (*Basella alba*) را بین ۲۰ تا ۳۰ روز پس از نشا کاری این گیاه تشخیص داده و اظهار داشتند که به منظور کسب حداکثر سود از کشت اسفناج، کنترل علف‌های هرز در این گیاه باید تا ۳۰ روز پس از نشا کاری ادامه یابد. میوبین و همکاران (۲۲) نیز کنترل علف‌های هرز تا ۵۰ روز پس از سبز شدن رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) را به منظور جلوگیری از افت عملکرد این گیاه ضروری دانستند. پیون و همکاران (۲۴) ضمن آنکه افزایش عملکرد فلفل قرمز (*Capsicum annum* L.) در نتیجه کاهش دوره‌های تداخل و نیز افزایش دوره‌های کنترل علف‌های هرز با این گیاه را مشاهده کردند، دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز را بین ۲ تا ۶ هفته پس از نشاکاری این گیاه ذکر کردند. آمادور-رامیرز (۶) نیز ضمن آنکه اظهار داشت افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز منجر به کاهش تعداد و نیز عملکرد میوه در فلفل (*Capsicum annum* L.) شد، بر حسب ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد، شروع دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز را به ترتیب ۰/۵، ۰/۹ و ۱/۷ و پایان این دوره را نیز به ترتیب ۱۴/۱، ۱۲/۳ و ۱۰/۴ هفته پس از نشاکاری این گیاه تشخیص داد.

سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) که یک گیاه یکساله و علفی متعلق به خانواده آلاله[3] است (۱۸)، در طول صدها سال گذشته به عنوان یک گیاه ادویه‌ای و نگهدارنده مورد استفاده قرار گرفته است. روغن این گیاه و همچنین اجزاء دانه آن بویژه تیموکوئینن[4] دارای خواص دارویی بوده و در درمان بیماریهایی مانند رماتیسم، فشار خون بالا، دیابت و برونشیت مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۰ و ۲۶). این حدیث از پیامبر اکرم (ص) که " سیاهدانه شفا دهنده تمامی بیماری ها بجز مرگ می باشد"، نقش و اهمیت سیاهدانه در پزشکی را به وضوح اثبات می‌کند (۲۷).

بین عواملی که رشد و عملکرد سیاهدانه را تحت تأثیر قرار می‌دهند، رقابت علف‌های هرز از اهمیت بیشتری برخوردار است. رقابت این گیاهان با سیاهدانه بر سر عواملی مانند نور، آب و مواد غذایی، علاوه بر کاهش عملکرد کمی و کیفی این گیاه می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های تولید شود (۱۳). به طوری که رقابت علف‌های هرز می تواند منجر به افت عملکرد روغن در سیاهدانه تا ۸۰ درصد شود. شاهوردی و همکاران (۲) نیز گزارش کردند که رقابت علف‌های هرز در طول فصل رشد آفتاب گردان می تواند عملکرد روغن در این گیاه را تا ۷۹ درصد کاهش دهد. از سویی با توجه به آنکه رقابت علف‌های هرز می تواند ضمن تاثیر منفی بر عملکرد کمی روغن، کیفیت روغن در گیاهان روغنی را نیز تحت تاثیر قرار دهد (۸) و نیز با توجه به اینکه از مهم ترین اهداف زراعت سیاهدانه تولید روغن جهت مصارف دارویی است، بر این اساس تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سیاهدانه بر حسب افت عملکرد روغن به جای عملکرد دانه می تواند نقش موثرتری در بهبود تولید پایدار این گیاه داشته باشد و در نهایت می تواند منجر به افزایش عملکرد روغن و بویژه حفظ کیفیت روغن در این گیاه دارویی شود. حمزه ای و همکاران (۱۲) نیز ضمن تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در کلزا بر اساس افت عملکرد روغن، تعیین این دوره بر حسب افت عملکرد ذکر شده را در افزایش عملکرد دانه و نیز روغن در این گیاه مثبت ارزیابی کردند.

از این رو با توجه به اهمیت سیاهدانه در پزشکی و در تغذیه انسان و نیز با توجه به حساسیت این گیاه به رقابت علف‌های هرز، این تحقیق با هدف بررسی اثرات دوره‌های مختلف تداخل و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه و نیز بر عملکرد روغن آن که به عنوان جزء کیفی این گیاه شناخته شده است، انجام شد. همچنین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در این گیاه نیز بر حسب افت عملکرد روغن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۲ تیمار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی ´۲۸ °۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی ´۱۵ °۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) به اجرا در آمد.

تیمارهای آزمایش در دو سری تنظیم شدند. سری اول شامل شش تیمار مربوط به دوره های مختلف کنترل علف های هرز بود که از زمان سبز شدن تا صفر، ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶ و ۷۰ روز بعد ازسبز شدن در کرت ها، علف‌های هرز کنترل شدند و سپس به آن ها تا زمان برداشت سیاهدانه اجازه رشد داده شد. سری دوم نیز شامل شش تیمار مربوط به دوره های مختلف تداخل علف های هرز بود که از زمان سبزشدن گیاه تا دوره های ذکر شده به علف‌های هرز در کرت ها اجازه رشد داده شد و سپس تا زمان برداشت، این علف‌های هرزکنترل شدند.

زمین مورد نظر جهت این آزمایش در سال قبل از اجرای آزمایش

1- Early (EEPT) and late (LEPT) economic period thresholds
2- Economic critical period (ECP)
3- Ranunculaceae
4- Thymoquinone (TQ)

زیر کشت جو علوفه ای بود که در اردیبهشت ماه ۱۳۸۸ برداشت شده بود و تا زمان شروع مراحل آماده سازی زمین در آذر ماه ۱۳۸۸ بصورت آیش بود. قبل از انجام آزمایش، جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک زمین مورد آزمایش، از خاک این زمین با استفاده از اوگر نمونه برداری تصادفی انجام گرفت که نتایج آنالیز این خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

مراحل آماده سازی زمین شامل شخم اولیه در آذر ماه و عملیات خاکورزی ثانویه شامل دو دیسک عمود بر هم، تسطیح زمین توسط لولر و همچنین ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر قبل از کاشت در اول اسفند ماه بود. بعد از اعمال شخم اولیه، جهت بهبود خصوصیات خاک، مقدار ۳۰ تن در هکتار کود گاوی کاملاً پوسیده به طور یکنواخت توسط کود پاش دامی در سطح زمین مورد آزمایش پخش شد. نتایج حاصل از آنالیز این کود نیز در جدول ۱ ارائه شده است. هر یک از کرت‌های آزمایش با ابعاد ۵×۲ (۱۰ متر مربع) ایجاد شد. فاصله کرت ها از یکدیگر ۰/۵ متر، فاصله پشته ها از یکدیگر ۰/۵ متر، عرض پشته ها ۰/۵ متر و فاصله بلوک ها از یکدیگر ۱ متر بود.

عملیات کاشت در سوم اسفند ماه انجام شد. بذور مورد استفاده به منظور کاشت در این آزمایش، توده بذر محلی اصفهان بود. بذرهای سیاه دانه روی ۸ ردیف (بر روی هرپشته دو ردیف در طرفین پشته‌ها) به طول ۵ متر در هر کرت کشت شدند. گیاهچه‌های سیاهدانه در مرحله ۴ برگی برای رسیدن به تراکم مورد نظر (۲۰۰ بوته در متر مربع) با فاصله روی ردیف ۲سانتی متر تنک شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و سایر آبیاری ها هر ۷ روز یکبار انجام شد. آخرین آبیاری نیز ۲ هفته قبل از عملیات برداشت انجام گرفت.

نیمی از ابعاد هر کرت به نمونه برداری تخریبی در طی دوره رشد و نیمه دوم به اندازه گیری های آخر فصل اختصاص داده شد. در طول فصل رشد، علف هرز گندمک (*Stellaria graminea*) در ابتدا و علف های هرز سلمه (*Chenopodium album*)، تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*)، تاج ریزی (*Solanum nigrum*) و سوروف (*Echinochloa cruss-galli*) در اواسط و انتهای دوره رشد سیاهدانه، به عنوان مهمترین علف های هرز در مزرعه مشاهده شدند.

عملیات برداشت (۸۴ روز پس از سبز شدن) با زرد شدن بوته ها و فولیکول ها و بصورت همزمان در کلیه تیمارها در چهارم تیر ماه ۱۳۹۰ انجام گرفت. قبل از برداشت تعداد ۸ بوته بطور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه برداشت شد و بر اساس آن اجزای عملکرد که شامل تعداد شاخه جانبی و تعداد فولیکول در بوته، تعداد دانه در فولیکول و در بوته، وزن دانه در فولیکول و در بوته و در نهایت وزن هزار دانه بود، تعیین گردید. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد روغن (بر حسب کیلوگرم در هکتار) و نیز شاخص برداشت در ۵۰ درصد مساحت هر کرت و با رعایت اثر حاشیه اندازه گیری شد. به منظور اندازه گیری درصد روغن از دستگاه سوکسله استفاده شد.

جهت تعیین حداکثر دوره تداخل علف های هرز[1] (شروع دوره بحرانی) در سه سطح ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد روغن از معادله ۱ (معادله لجستیک[2]) و به منظور تعیین حداقل دوره کنترل علف های هرز[3] (پایان دوره بحرانی) در سه سطح ذکر شده از معادله ۲ (معادله گامپرتز[4]) استفاده شد (۴ و ۱۲):

$$Y= ((C+D)/(1+\exp(-A+B\ GDD))) \quad (۱)$$

Y: عملکرد بر اساس درصدی از کنترل علف‌های هرز، C: خط مجانب پایینی، D: تفاوت بین خط مجانب بالایی و پایینی، A و B: پارامترهای تعیین کننده شکل منحنی، GDD (درجه حرارت تجمعی یا تعداد درجه روز–رشد): دوره تداخل علف‌های هرز از سبز شدن.

$$Y= A\exp(-B\exp(-K\ GDD)) \quad (۲)$$

Y: عملکرد بر اساس درصدی از کنترل علف‌های هرز، A: خط مجانب پایینی، B و K: پارامترهای تعیین کننده شکل منحنی، GDD (درجه حرارت تجمعی): طول دوره کنترل علف‌های هرز از سبز شدن.

در طول مراحل انجام این آزمایش از هیچگونه کود شیمیایی، علف کش و آفت کش استفاده نشد.

تجزیه و تحلیل داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار MS-Excel انجام گرفت. میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. جهت برازش معادلات مربوط به تعیین حداکثر دوره تداخل و حداقل دوره کنترل علف های هرز بر حسب افت عملکرد روغن از نرم افزار Slidewirte استفاده شد.

نتایج و بحث

تعداد شاخه جانبی و تعداد فولیکول در بوته

اثر تیمارهای مختلف رقابت علف‌های هرز بر تعداد شاخه جانبی در بوته سیاهدانه معنی‌دار بود (جدول۳). افزایش دوره های حضور علف‌های هرز در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز باعث کاهش روند تشکیل شاخه‌های جانبی در طول فصل رشد این گیاه شد (شکل۱). بطوریکه در بین تیمارهای آزمایش، تیمار وجین و عدم وجین کامل علف‌های هرز به ترتیب با ۴/۰۴ و ۰/۸۷ شاخه جانبی، دارای بیشترین و کمترین شاخه جانبی بودند.

1- Maximum duration of weed-infestation
2- logistic equation
3- Minimum duration of weed-free
4- Gompertz equation

جدول۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی نمونه خاک مزرعه و کود گاوی مورد استفاده در آزمایش

نوع نمونه	بافت	نیتروژن کل (٪)	کربن آلی (٪)	پتاسیم کل (٪)	فسفر کل (٪)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته
خاک	لومی- سیلتی	۰/۰۹	۰/۱۹۵	۰/۰۲	۰/۰۰۲	۲/۶۷	۸/۰۳
کود گاوی	-	۰/۸۹	۲۰	۱/۲	۱	۶	۶/۰۷

همچنین به دلیل همبستگی مثبت بین تعداد شاخه جانبی و تعداد فولیکول در بوته سیاهدانه (۱۳)، کاهش معنی‌دار تعداد شاخه جانبی در اثر افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز منجر به کاهش معنی‌دار تعداد فولیکول در بوته این گیاه شد (جدول۳). حسین و همکاران (۱۳) نشان دادند که افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز اثر معنی‌داری در کاهش تعداد شاخه جانبی و نیز تعداد فولیکول در بوته سیاهدانه داشت. حسینی و همکاران (۱) گزارش کردند که عدم وجین علف‌های هرز در طول فصل رشد زیره سبز (*Cuminum cyminum*) منجر به کاهش معنی‌دار تعداد چتر در بوته این گیاه نسبت به تیمار وجین کامل علف‌های هرز شد. کرامتی و همکاران (۱۶) نیز کاهش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته سویا (*Glycine max* (L.) Merr.) را در نتیجه افزایش دوره‌های تداخل و نیز کاهش دوره‌های کنترل علف‌های هرز مشاهده کردند. استاگناری و پیسانته (۲۸) ضمن مشاهده کاهش شدید تعداد غلاف در بوته لوبیا فرانسوی (*Phaseolus vulgaris* L.) در نتیجه افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز، گزارش کردند که کاهش تعداد شاخه جانبی و در نتیجه تعداد غلاف در بوته می تواند عمدتاً منجر به کاهش وزن دانه و عملکرد نهایی بوته در لوبیا فرانسوی شود. با توجه به این که فراهمی کمتر فضا بدلیل افزایش دوره‌های تداخل علف‌های هرز می‌تواند منجر به تشکیل شاخه‌های جانبی کمتری در سیاهدانه شود، کاهش دوره‌های حضور علف‌های هرز در مزرعه سیاهدانه این گیاه را قادر می‌سازد که با استفاده بهتر از منابع لازم برای رشد، شاخه‌های جانبی بیشتر و در نتیجه تعداد فولیکول بیشتری را تولید کند (۱۳).

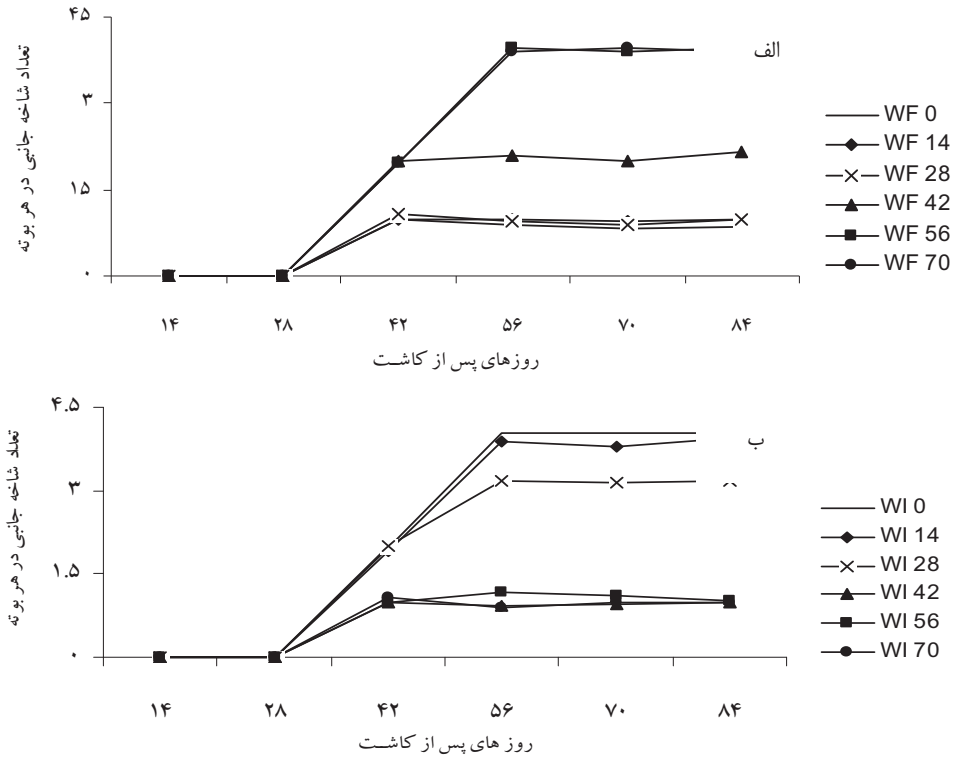
تعداد دانه در فولیکول و در بوته

بطور کلی افزایش دوره حضور و رقابت علف‌های هرز در سیاهدانه منجر به کاهش تعداد دانه در فولیکول و نیز در بوته سیاهدانه شد (جدول۳). بطوریکه در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز تعداد دانه در فولیکول و نیز در بوته این گیاه در مقایسه با تیمار کنترل کامل علف‌های هرز به ترتیب ۶۵/۵ و ۸۸/۱ درصد کاهش یافت. حسین و همکاران (۱۳) گزارش کردند که افزایش دوره‌های تداخل علف‌های هرز باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در فولیکول سیاهدانه شد. کاورماسی و همکاران (۱۵) در آزمایش خود نشان دادند که افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز منجر به کاهش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف باقلا (*Vicia faba*) شد. میوبین و همکاران (۲۲) نیز گزارش کردند که افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز اثر معنی‌داری در کاهش تعداد دانه در چتر رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) داشت. کاهش تعداد دانه در فولیکول سیاهدانه ممکن است به دلیل افزایش سایه اندازی و نیز تخلیه مواد غذایی و آب بدلیل حضور و رقابت علف‌های هرز باشد که در نهایت منجر به کاهش فتوسنتز سیاهدانه می شود (۱۳).

وزن دانه در فولیکول، در بوته و وزن هزار دانه

وزن دانه در فولیکول و نیز در بوته سیاهدانه تحت تاثیر دوره‌های مختلف رقابت علف‌های هرز قرار گرفت. بطورکلی با افزایش دوره‌های تداخل و نیز کاهش دوره‌های کنترل علف‌های هرز، روند نزولی در این دو جزء عملکرد مشاهده شد (جدول۳). همچنین اختلاف معنی‌داری در وزن هزار دانه سیاهدانه در نتیجه افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز بدست آمد (جدول۳). بطوریکه رقابت علف‌های هرز در سراسر فصل رشد، وزن هزار دانه این گیاه را ۲۴/۶ درصد نسبت به شرایط عدم رقابت علف‌های هرز کاهش داد. با توجه به آنکه شروع پر شدن دانه در هفته هشتم بعد از کاشت اتفاق افتاد، عدم تفاوت معنی‌دار وزن هزار دانه سیاهدانه در تیمارهای صفر تا ۵۶ روز تداخل علف‌های هرز و تفاوت معنی‌دار این تیمارها با تیمار ۷۰ روز تداخل علف‌های هرز ممکن است نشان دهنده حساسیت بالای دوره پر شدن دانه سیاهدانه به رقابت علف‌های هرز باشد.

حسین و همکاران (۱۳) در آزمایش خود کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه سیاهدانه را در نتیجه افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز مشاهده کردند. کاورماسی و همکاران (۱۵) نیز نشان دادند که افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز با باقلا (*Vicia faba*) منجر به کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه این گیاه شد. میوبین و همکاران (۲۲) نیز کاهش معنی دار وزن هزار دانه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) را در نتیجه افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز با این گیاه را مشاهده کردند. محمدی و همکاران (۲۱) با مشاهده کاهش عملکرد دانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در نتیجه افزایش دوره‌های تداخل و کاهش دوره‌های کنترل علف‌های هرز، این کاهش عملکرد را به کاهش تعداد شاخه جانبی و تعداد غلاف در بوته و نیز وزن صد دانه نسبت دادند.



شکل۱- اثر دوره های الف) کنترل و ب) تداخل علف های هرز بر روند تشکیل شاخه های جانبی سیاهدانه
WF (Weed free): دوره های مختلف کنترل علف های هرز (T: کل فصل رشد سیاهدانه)،
WI (Weed infested): دوره های مختلف کنترل علف های هرز

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه در نتیجه اعمال تیمارهای کنترل و تداخل علف‌های هرز

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد شاخه جانبی در بوته	تعداد فولیکول در بوته	تعداد دانه در فولیکول	تعداد دانه در بوته	وزن دانه در فولیکول	وزن دانه در بوته
بلوک	۲	۰/۰۷ ns	۰/۳۷ ns	۹۰/۲۷ ns	۲۶۹۷/۰۳ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۳ ns
تیمار	۱۱	۶/۱۰ **	۳۴/۹۱ **	۲۷۰۱/۸۶ **	۳۴۹۰۶۴/۵۲ **	۰/۰۲۷۴ **	۳/۵۱ **
خطا	۲۲	۰/۰۲۹	۰/۷۸	۱۸۴/۳۴	۲۱۰۶/۶۴	۰/۰۰۱۲	۰/۰۳
ضریب تغییرات	–	۷/۵۵	۱۱/۷۰	۸/۲۷	۱۸/۹۷	۹/۶۳	۱۷/۳۸

*، ** و ns: به ترتیب معنی داری در سطح ۵ درصد ($p<0.05$)، ۱ درصد ($p<0.01$) و عدم تفاوت معنی دار.

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه در نتیجه اعمال تیمارهای کنترل و تداخل علف‌های هرز

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
بلوک	۲	۰/۱۳ ns	۲۸۵۲/۹۵ ns	۱۸۳۲۰/۱۳ ns	۱۲/۹۳ *	۵/۹۳ ns	۲۱۸/۵۱ ns
تیمار	۱۱	۰/۵۵ **	۱۵۵۰۸۱/۶۲ **	۱۴۵۵۸۳۵/۶۷ **	۱۲۷/۲۷ **	۰/۵۷ ns	۸۲۶۳/۴۷ **
خطا	۲۲	۰/۰۸	۱۶۱۵/۸۹	۲۶۶۳۳/۳۰	۳/۷۴	۲/۲۵	۱۳۷/۳۳
ضریب تغییرات	–	۱۰/۱۴	۱۲/۹۲	۱۲/۴۱	۹/۲۸	۶/۶۰	۱۶/۴۶

*، ** و ns: به ترتیب معنی داری در سطح ۵ درصد ($p<0.05$) ، ۱ درصد ($p<0.01$) و عدم تفاوت معنی دار.

جدول۳- اثر دوره های مختلف کنترل و تداخل علف های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن سیاهدانه

تیمار	تعداد شاخه جانبی در بوته	تعداد فولیکول در بوته	تعداد دانه در فولیکول	وزن دانه در فولیکول (گرم)	وزن دانه در بوته (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
دوره های کنترل											
صفر	۰/۸۷^{d}	۴/۰۱^{b}	۳۰/۹۶^{cd}	۰/۰۶۴^{e}	۰/۲۶۴^{e}	۲/۱۷۷^{cd}	۶۲/۲۸^{f}	۵۳۲/۶^{e}	۱۱/۶۱۷^{d}	۲۳/۲۶۷	۱۴/۶۱۰^{e}
۱۴	۰/۹۷^{d}	۴/۱۷^{b}	۳۱/۸۵^{d}	۰/۰۸۰^{e}	۰/۳۳۴^{e}	۲/۵۴۴^{bc}	۶۷/۳۷^{f}	۵۲۹/۷^{e}	۱۲/۶۸۰^{d}	۲۲/۶۶۷	۱۵/۱۸۷^{e}
۲۸	۰/۹۷^{d}	۵/۰۰^{b}	۷۶/۷۳^{bc}	۰/۱۴۷^{b}	۰/۷۴۴^{d}	۱/۹۴۴^{d}	۱۳۳/۳۸^{ef}	۸۷۴/۶^{d}	۱۵/۰۷۳^{cd}	۲۱/۹۳۳	۲۹/۶۶۳^{ed}
۴۲	۲/۱۴^{c}	۱۰/۸۴^{a}	۵۳/۹۹^{cd}	۰/۱۶۰^{b}	۱/۷۲۷^{b}	۲/۹۶۰^{ab}	۲۵۷/۲۷^{d}	۱۱۰۷/۶^{d}	۲۳/۴۴۳^{b}	۲۲/۵۳۳	۵۷/۶۲۷^{c}
۵۶	۳/۹۷^{a}	۱۱/۰۰^{a}	۵۱/۴۷^{d}	۰/۱۵۷^{b}	۱/۶۹۴^{b}	۲/۹۸۷^{ab}	۳۹۹/۱۵^{c}	۱۵۴۸/۲^{c}	۲۵/۷۴۰^{ab}	۲۳/۲۰۰	۹۲/۹۵۰^{b}
۷۰	۳/۹۰^{a}	۱۰/۱۳^{a}	۹۱/۸۵^{ab}	۰/۲۸۷^{a}	۲/۸۲۷^{a}	۳/۱۱۴^{a}	۶۱۸/۸۲^{a}	۲۲۴۷/۹^{a}	۲۷/۵۳۷^{a}	۲۲/۷۳۳	۱۴۰/۶۳۰^{a}
دوره های تداخل											
صفر	۴/۰۴^{a}	۱۱/۶۷^{a}	۸۹/۷۰^{ab}	۰/۲۶۰^{a}	۰/۲۶۰^{a}	۲/۸۸۷^{ab}	۶۰۴/۹۸^{a}	۲۳۱۶/۹^{a}	۲۶/۳۱۰^{ab}	۲۳/۳۳۳	۱۴۱/۲۷۷^{a}
۱۴	۳/۹۴^{a}	۱۰/۵۵^{a}	۹۲/۳۹^{ab}	۰/۲۷۴^{a}	۹۶۱/۶۷^{b}	۲/۸۳۷^{a}	۲/۹۵۴^{ab}	۶۱۰/۵۰^{a}	۲۲۰۴/۰^{a}	۲۲/۸۶۷	۱۳۹/۳۲۰^{a}
۲۸	۳/۱۷^{b}	۱۰/۳۴^{a}	۹۱/۲۴^{ab}	۰/۲۷۰^{a}	۹۳۶/۳۳^{b}	۲/۸۱۴^{a}	۳/۰۱۰^{ab}	۵۳۰/۴۳^{b}	۲۷/۶۴۰^{a}	۲۲/۸۰۰	۱۲۱/۶۴۳^{a}
۴۲	۱/۰۰^{d}	۴/۵۰^{b}	۱۰۲/۲۴^{ab}	۰/۲۷۰^{a}	۴۳۷/۰۰^{d}	۱/۱۳۰^{c}	۲/۵۹۰^{bc}	۱۹۶/۴۷^{de}	۸۶۱/۵^{d}	۲۲/۹۳۳	۴۵/۰۸۳^{cd}
۵۶	۱/۰۳^{d}	۴/۰۱^{b}	۱۱۴/۷۱^{a}	۰/۳۲۴^{a}	۴۵۲/۶۷^{d}	۱/۲۸۷^{c}	۲/۸۵۰^{ab}	۱۷۷/۴۷^{e}	۱۰۸۲/۸^{d}	۲۲/۴۰۰	۳۹/۶۱۷^{cd}
۷۰	۱/۰۰^{d}	۴/۰۰^{b}	۳۱/۸۴^{cd}	۰/۰۶۰^{e}	۱۲۸/۰۰^{e}	۰/۲۴۴^{e}	۱/۹۳۴^{d}	۷۵/۹۸^{f}	۵۷۸/۲^{e}	۲۱/۹۳۳	۱۶/۶۰۰^{e}

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی دار نمی باشند.

عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز، با افزایش دوره حضور علف‌های هرز، کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه و بیولوژیک سیاهدانه مشاهده شد (جدول۳). بطوریکه در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز، عملکرد دانه و بیولوژیک این گیاه نسبت به تیمار کنترل کامل علف‌های هرز به ترتیب ۸۹/۷ و ۷۷ درصد کاهش یافت. همچنین شاخص برداشت سیاهدانه نیز همانند عملکرد دانه و بیولوژیک با افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز به طور معنی داری رو به کاهش گذاشت (جدول۳). رقابت علف‌های هرز در طول فصل رشد شاخص برداشت این گیاه را نسبت به تیمار شاهد (تیمار کنترل کامل علف‌های هرز) به میزان ۵۵/۸۴ درصد کاهش داد. حسین و همکاران (۱۳) گزارش کردند که تداخل علف‌های هرز در سراسر فصل رشد سیاهدانه بطور معنی‌داری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، بیولوژیک و نیز شاخص برداشت این گیاه به ترتیب به میزان ۶۹/۴، ۳۹/۴ و ۵۰/۴۵ درصد نسبت به تیمار کنترل کامل علف‌های هرز شد. حسینی و همکاران (۱) در آزمایش خود نشان دادند که افزایش دوره‌های کنترل و کاهش دوره‌های تداخل علف‌های هرز منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد اقتصادی، بیولوژیک و نیز شاخص برداشت زیره سبز (*Cuminum cyminum*) شد. حمزه ای و همکاران (۱۲) نیز در آزمایشی مشابه، کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و بیولوژیک کلزا (*Brassica napus* L.) را در نتیجه افزایش حضور علف‌های هرز در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز مشاهده کردند. نگواجیو و همکاران (۲۳) گزارش کردند که کاهش عملکرد تره فرنگی (*Allium porrum* L.) در نتیجه افزایش دوره‌های تداخل و کاهش دوره‌های کنترل علف‌های هرز ممکن است به دلیل افزایش سایه اندازی و یا پوشاندن سطح خاک توسط علف‌های هرز و همچنین رقابت برای نور، آب و مواد معدنی باشد که منجر به کاهش فتوسنتز و در نهایت کاهش سرعت رشد و تجمع بیوماس گیاه زراعی می‌شود. علاوه بر کاهش عملکرد سیاهدانه در نتیجه رقابت این گیاه با علف های هرز بر سر منابع مشترک، این کاهش عملکرد ممکن است به علت کاهش تراکم بوته در واحد سطح در نتیجه افزایش دوره های رقابت علف های هرز باشد. افزایش دوره های رقابت علف های هرز با سیاهدانه در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف های هرز ممکن است منجر به حذف بوته های ضعیف تر سیاهدانه و در نتیجه کاهش تراکم و عملکرد در واحد سطح شود (۱۳).

درصد و عملکرد روغن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن بود دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز تاثیر معنی داری بر درصد روغن سیاهدانه نداشت (جدول ۲). در واقع درصد روغن سیاهدانه تنها شاخصی در آزمایش بود که تحت تاثیر دوره‌های رقابت علف‌های هرز قرار نگرفت. حمزه ای و همکاران (۱۲) نیز گزارش کردند که کاهش دوره کنترل و نیز افزایش دوره تداخل علف‌های هرز تاثیر معنی داری بر درصد روغن کلزا نداشت. شاهوردی و همکاران (۲) نیز در آزمایشی مشابه، عدم تاثیر دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز را بر درصد روغن آفتاب گردان گزارش کردند. به نظر می رسد درصد روغن سیاهدانه شاخصی است که تحت تاثیر شرایط محیطی نبوده و عمدتا وابسته به ژنوتیپ رقم مورد مطالعه می باشد.

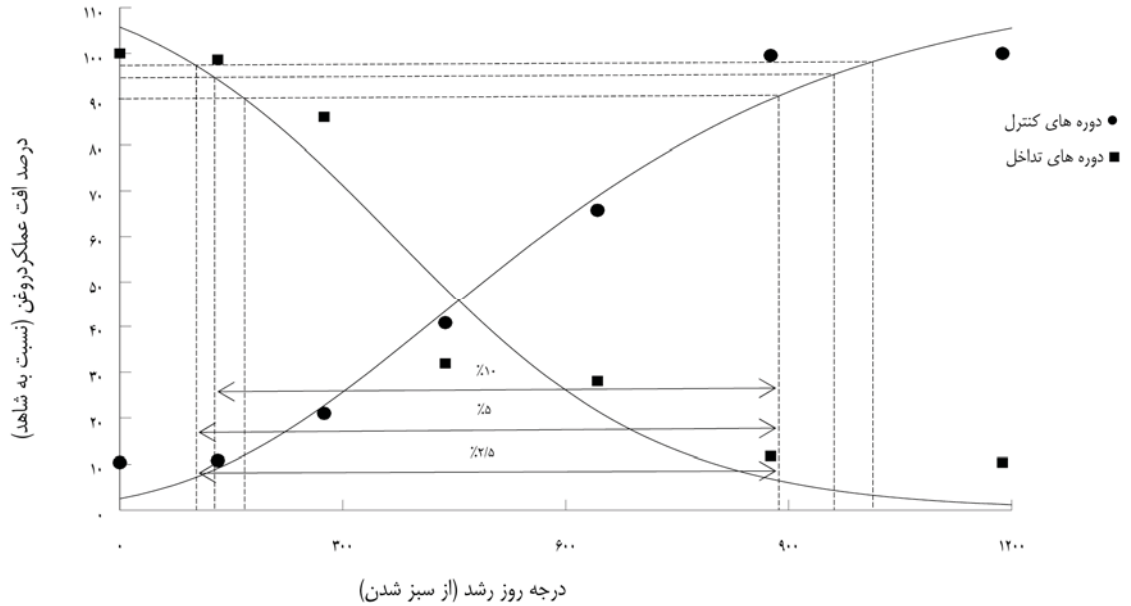
با وجود عدم معنی دار شدن درصد روغن سیاهدانه در تیمارهای مربوط به دوره های مختلف رقابت علف های هرز (جدول۲)، همانند عملکرد دانه و بیولوژیک، عملکرد روغن سیاهدانه نیز تحت تاثیر دوره‌های مختلف کنترل و تداخل علف‌های هرز قرار گرفت (جدول۲). بطوریکه با کاهش دوره‌های کنترل و نیز افزایش دوره‌های تداخل علف‌های هرز، عملکرد روغن کاهش یافت (جدول ۳). در بین تیمارهای آزمایش، تیمار کنترل و تداخل کامل علف های هرز با عملکردی معادل ۱۴۱/۲۸ و ۱۴/۶۱ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد روغن بودند. حسین و همکاران (۱۳) کاهش معنی دار عملکرد روغن سیاهدانه را در نتیجه رقابت علف‌های هرز در طول فصل رشد این گیاه گزارش کردند. حمزه ای و همکاران (۱۲) نیز نشان دادند که حضور و رقابت علف‌های هرز در طول فصل رشد کلزا (*Brassica napus* L.) باعث کاهش معنی‌دار عملکرد روغن در این گیاه به میزان ۶۹/۲۷ درصد در مقایسه با شرایط عدم حضور علف‌های هرز شد. نتایج آزمایش قلی پور و همکاران (۳) نیز نشان داد که افزایش دوره رقابت علف‌های هرز در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز منجر به کاهش معنی دار عملکرد روغن در آفتاب گردان شد. بدلیل ارتباط مستقیم بین عملکرد دانه با عملکرد روغن سیاهدانه، مجموعه عواملی که در شرایط حضور و رقابت علف های هرز منجر به کاهش عملکرد دانه می شوند، ممکن است در کاهش عملکرد روغن این گیاه نیز نقش مستقیمی داشته باشند.

تعیین دوره بحرانی بر حسب افت عملکرد روغن

حداکثر دوره تداخل علف‌های هرز که در واقع بیان کننده زمان شروع کنترل علف‌های هرز (شروع دوره بحرانی) می‌باشد، در سه سطح ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد قابل قبول روغن دانه به ترتیب ۱۲، ۱۵ و ۲۰ روز پس از سبز شدن سیاهدانه (معادل ۱۰۰/۷۷، ۱۲۵/۰۲ و ۱۶۸/۴۹ درجه روز–رشد و همزمان با مرحله ۴ تا ۶ برگی) تعیین شد (جدول ۶). حداقل دوره کنترل علف‌های هرز سیاهدانه که در واقع معیاری جهت در نظر گرفتن پایان دوره کنترل علف های هرز

(پایان دوره بحرانی) می باشد نیز در سه سطح افت عملکرد روغن ذکر شده به ترتیب ۷۶، ۷۴ و ۷۰ روز پس از سبز شدن سیاهدانه (معادل ۱۰۰۰/۵۰، ۹۵۵/۰۲ و ۸۷۷ درجه روز–رشد و همزمان با تغییر رنگ دانه ها و شروع خشک شدن بوته ها) محاسبه شد (جدول ۶).

همچنین با کاهش درصد افت قابل قبول عملکرد روغن، شروع دوره بحرانی زودتر و پایان این دوره دیرتر اتفاق افتاد (شکل ۲ و جدول۶). به عبارت دیگر، جهت جلوگیری از کاهش افت عملکرد بیش از ۲/۵ درصد، سیاهدانه باید در دورهٔ زمانی طولانی‌تری از فصل رشد (۶۴ روز معادل ۸۹۹/۷۳ درجه روز– رشد) در مقایسه با ۱۰ درصد افت عملکرد (۵۰ روز معادل ۷۰۸/۵۱ درجه روز– رشد) عاری از علف هرز باشد. حمزه ای و همکاران (۱۲) نیز ضمن آنکه اظهار داشتند که با افزایش درصد افت عملکرد روغن در کلزا از ۲/۵ به ۱۰ درصد، شروع دوره بحرانی دیرتر و پایان آن زودتر اتفاق افتاد، بر حسب ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد روغن، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در کلزا را به ترتیب ۱۳۳/۷، ۱۰۳/۶ و ۶۸ روز پس از سبز شدن این گیاه تعیین کردند. نگواجیو و همکاران (۲۳) نیز در سطح ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد نهایی تره فرنگی (*Allium porrum* L.)، طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز این گیاه را به ترتیب ۱۰۳، ۸۵ و ۶۹ روز پس از نشا کاری این گیاه تشخیص دادند.



شکل۲- درصد کاهش عملکرد روغن سیاهدانه نسبت به شاهد (تیمار کنترل کامل علف های هرز) تحت تاثیر اعمال دوره های کنترل و تداخل علف های هرز

جدول ٤- ضرایب معادله لجستیک (Y= ((C+D)/(1+exp (-A+B GDD)))) به منظور تعیین حداقل دوره تداخل علف های هرز (شروع دوره بحرانی)

ضرایب معادله				ضریب تبیین
a	b	c	d	(R^2)
۲/۸۸	۰/۰۰۵	۵۳/۲۵	۵۳/۲۵	۰/۹۹

جدول ۵- ضرایب معادله گامپرتز (Y= Aexp (-B exp (-K GDD))) به منظور تعیین حداقل دوره کنترل علف های هرز (پایان دوره بحرانی)

ضرایب معادله			ضریب تبیین
a	b	k	(R^2)
۱۱۵/۷۲	۳/۸۳	۰/۰۰۳	۰/۹۸

جدول ٦- حداکثر دوره تداخل (شروع دوره بحرانی) و حداقل دوره کنترل (پایان دوره بحرانی) علف های هرز سیاهدانه در سه سطح ۲/۵، ۵ و ۱۰درصد افت عملکرد روغن (بر حسب روز و درجه روز- رشد از سبز شدن سیاهدانه)

سطوح افت عملکرد (درصد)	حداکثر دوره تداخل علف های هرز		حداقل دوره کنترل علف های هرز		طول دوره کنترل علف های هرز	
	(روز)	(درجه روز – رشد)	(روز)	(درجه روز – رشد)	(روز)	(درجه روز – رشد)
۲/۵	۱۲	۱۰۰/۷۷	۷۶	۱۰۰۰/۵۰	۶۴	۸۹۹/۷۳
۵	۱۵	۱۲۵/۰۲	۷۴	۹۵۵/۰۲	۵۹	۸۳۰/۰۰
۱۰	۲۰	۱۶۸/۴۹	۷۰	۸۷۷/۰۰	۵۰	۷۰۸/۵۱

بر اساس نتایج بدست آمده در شکل ۲ و جدول ۶ ، در سه سطح افت عملکرد قابل قبول روغن (۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد) دوره بحرانی بخش زیادی از فصل رشد سیاهدانه را در بر گرفت. طولانی بودن این دوره در سیاهدانه می تواند نشان دهنده قدرت رقابت ضعیف این گیاه در رقابت با علف‌های هرز بویژه در اوایل دوره رشد این گیاه باشد. این امر می تواند کنترل علف‌های هرز بویژه در اوایل فصل رشد سیاهدانه را مورد تاکید قرار دهد. قاسم (۲۵) نیز ضمن تعیین شروع دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در گل‌کلم (*Brassica oleracea* var. Botrytis L) از زمان سبز شدن، بر حسب سرعت رشد بیوماس علف‌های هرز، کنترل علف‌های هرز در اوایل فصل رشد این گیاه را ضروری دانست. بایرامبکوف و والوا (۷) نیز در نتایج حاصل از آزمایش خود، دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز در فلفل (*Capsicum annum* L.) و نیز بادنجان (*Solanum melongena* L.) را از شروع نشاکاری تا ۵۰ روز پس از نشا کاری این دو گیاه تعیین کردند.

نتیجه گیری

اثرات معنی دار دوره های کنترل و تداخل علف های هرز بر اجزای عملکرد سیاهدانه می تواند نشان دهنده قدرت ضعیف این گیاه در رقابت با علف های هرز باشد. کاهش عملکرد دانه، بیولوژیک و عملکرد روغن این گیاه که در نتیجه کاهش در اجزای عملکرد به سبب حساسیت به رقابت با علف های هرز ایجاد شد و نیز طولانی بودن دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سیاهدانه بر اساس افت عملکرد روغن، می تواند ضمن آنکه نشان دهنده قدرت ضعیف سیاهدانه در رقابت با علف‌های هرز باشد، اعمال صحیح عملیات کنترل علف های هرز بویژه پیش از کاشت و نیز پیش از سبز شدن را بیش از پیش خاطر نشان سازد.

منابع

۱-حسینی آ.، کوچکی ع. و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۵. بررسی دوره بحرانی کنترل علف هرز در گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum*). مجله پژوهش های زراعی ایران ۴(۱): ۲۳- ۳۴.

۲-شاهوردی م.، ترکمانی ع.، حجازی ا. و رحیمیان مشهدی ح. ۱۳۸۱. تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در آفتاب گردان رقم رکورد (*Helianthus annuus*). مجله علوم زراعی ایران ۴(۳):۱۵۲-۱۶۲.

۳-قلی پور ح.، میرشکاری ب.، حسین زاده مقبلی ا.ه. و حنیفیان ش. ۱۳۸۸. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در مزرعه آفتابگردان (*Helianthus anuus* L). دانش نوین کشاورزی (دانش نوین کشاورزی پایدار) ۵(۱۷):۷۵-۸۲.

4-Ahmadvand G., Mondani F., and Golzardi F. 2009. Effect of crop density on critical period of weed competition in potato. Scientia Horticulture, 121:249-254.

5-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* P. Beauv in the field. Crop Protection, 24:413-419.

6-Amador-Ramírez M.D. 2002. Critical period of weed control in transplanted chilli. Weed Research, 42: 203-209.

7-Bairambekov Sh.B., and Valeeva Z.B. 2009. Critical period of weed infestation in aubergine and sweet pepper. Zashchita i Karantin Rastenii, 5:45-46.

8-Blackshow R.E., Lemerle D., Mailer R., and Young K.R. 2002. Influence of wild radish on yield and quality of canola. Weed Science, 50:344-349.

9-Cheema, Z.A., and Khaliq A. 2000. Use of sorghum allelopathic properties to control weeds in irrigated wheat in a semi arid region of Punjab. Agriculture, Ecosystems and Environment, 79:105-112.

10-Dunan C.M., Westra P., Schweizer E.E., Lybecker D.W., and Moore F.D. 1995. The concept and application of early economic period threshold: The case of DCPA in onions (*Allium cepa*). Weed Science, 44(4):952-958.

11-Everman W.J., Clewis S.B., Thomas W.E., Burke I.C., and Wilcut J.W. 2008. Critical period of weed interference in peanut. Weed Technology, 22(1):63-67.
12-Hamzei J., Mohammady Nasab A.D., Khoie F.R., Javanshir A., and Moghaddam M. 2007. Critical period of weed control in three winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 31:83-90.
13-Hussain A., Nadeem A., Ashraf I., and Awan M. 2009. Effect of weed competition periods on the growth and yield of black seed (*Nigella sativa* L.). Pakistan Journal of Weed Science Research, 15(1):71-81.
14-Kavaliauskaite D., and Bobinas C. 2006. Determination of weed competition critical period in red beet. Agronomy Research, 4:217-220.
15-Kavurmaci Z., Karadavut U., Kokten K., and Bakoglu A. 2010. Determining critical period of weed-crop competition in faba bean (*Vicia faba*). International Journal of Agriculture and Biology, 12(2): 318-320.
16-Keramati S., Pirdashti H., Esmaili M.A., Abbasian A., and Habibi M. 2008. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in north of Iran conditions. Pakistan Journal of Biological Science, 11(3):463-467.
17-Khan M.S.A., Hossain M.A., Nural-Islam M., Mahfuza S.N., and Uddin M.K. 2008. Effect of duration of weed competition and weed control on the yield of Indian spinach. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 33(3):623-629.
18-Khattak K.F., Simpson T.J., and Hasnullah I. 2008. Effect of gamma irridation on the extraction yield, total phenolic content and free radical- scavengingactivity of *Nigella sativa* seed. Food Chemistry, 110:967-972.
19-Lance R.G., and Liebman M. 2003. A laboratory exercise for teaching critical period for weed control concepts. Weed Technology, 17:403-411.
20-Mehta B.K., Pandit V., and Gupta M. 2009. New principle from seeds of *Nigella sativa*. Natural Product Research, 23:138-148.
21-Mohammadi G., Javanshir A., Khooie F.R., Mohammadi S.A., and Zehtab Salmasi S. 2005. Critical period of weed interference in chickpea. Weed Research, 45:57-63.
22-Mubeen K., Tanveer A., Nadeem M.A., Sarwar N., and Shahzad M. 2009. Critical period of weed-crop competition in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Pakistan Journal of Weed Science Research, 15(2-3):171-181.
23-Ngouajio M., Tursun N., Bükün B., Karacan S.C., and Mennan H. 2007. Critical period for weed control in leek (*Allium porrum* L.). HortScience, 42 (1):106-109.
24-Pyon J.Y., Piao R.Z., Roh S.W., and Lee J.J. 1999. Effects of weed competition on growth and yield of red pepper. Korean Journal of Weed Science, 19(2):156-160.
25-Qasem J.R .2009. Weed competition in cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. Botrytis) in the Jordan valley. Scientia Horticulture, 121:255-259.
26-Salem L.M. 2005. Immunomodulatory and therapeutic properties of the *Nigella sativa.* International Immunopharmacology, 5:1749-1770.
27-Scholz M., Lipinski M., Leupold M., Luftmann H., Harig L., Ofir R., Fischer R., Prüfer D., and Müller K.J. 2009. Methyl jasmonate induced accumulation of kalopanaxsaponin I in *Nigella sativa*. Phytochemistry, 70:517-522.
28-Stagnari F., and Pisante M. 2011. The critical period for weed competition in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mediterranean areas. Crop Protection, 30:179-184.