

مطالعه دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز و عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)

تحت تأثیر دوره‌های کنترل و تداخل

پرویز رضوانی مقدم^{۱*} - سید محمد سیدی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴

چکیده

به منظور تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) تحت تأثیر دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز، آزمایشی در سال ۱۳۹۱ با دوازده تیمار و سه تکرار به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارها در دو سری شامل دوره‌های کنترل علف‌های هرز (صفر، ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶ و ۷۰ روز پس از سبز شدن سیاهدانه، علف‌های هرز کنترل شدند و سپس تا زمان برداشت سیاهدانه اجازه رشد به آن‌ها داده شد) و تداخل علف‌های هرز (از سبز شدن سیاهدانه تا دوره‌های ذکر شده به علف‌های هرز اجازه رشد داده شد و سپس تا زمان برداشت، کنترل کامل علف‌های هرز صورت گرفت) طراحی شدند. بر اساس نتایج آزمایش، سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، سلمه (*Chenopodium album* L.) و تاج خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus* L.) با دارا بودن بیشترین سطح برگ و وزن خشک، به عنوان علف‌های هرز اصلی و غالب مزرعه شناخته شدند. افزایش دوره‌های رقابت در هر دو سری تیمارهای کنترل و تداخل علف‌های هرز منجر به کاهش معنی‌دار شاخص سطح برگ، تعداد فولیکول در بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن سیاهدانه شد. شروع دوره بحرانی در سطوح پنج و ۱۰ درصد افت قابل قبول عملکرد دانه به ترتیب ۱۱ و ۱۴ روز پس از سبز شدن سیاهدانه (۸۷ و ۱۳۰ درجه روز-رشد) برآورد شد. پایان این دوره در سطوح ذکر شده نیز به ترتیب ۶۴ و ۵۷ روز پس از سبز شدن (۹۲۲ و ۷۸۳ درجه روز-رشد) به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: افت عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد روغن، معادله گامپرتز، معادله لجستیک

علف‌های هرز تلقی می‌شود (۸).

مقدمه

مفهوم دوره بحرانی رقابت علف‌های هرز در حدود ۴۰ سال پیش مطرح شد. اساس این دوره بر این فرض استوار بود که علف‌های هرز در سراسر دوره رشد گیاه زراعی به یک اندازه بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر منفی نداشته؛ بلکه در بعضی مراحل رشد، رقابت علف‌های هرز اثرات شدیدتری بر گیاه زراعی تحمیل می‌کند. بر اساس این فرضیه این دوره، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نامیده شد (۱۶). بنا به تعاریف ارائه شده «دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز اشاره به دوره‌ای در طول فصل رشد گیاه زراعی دارد که در طی آن به دلیل کاهش عملکرد ناشی از رقابت علف‌های هرز، این علف‌های هرز باید کنترل شوند» (۱۳ و ۲۵). دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز تحت تأثیر دو جزء رقابتی شامل دوره‌های تداخل علف‌های هرز به منظور تعیین شروع دوره و دوره‌های کنترل علف‌های هرز جهت تعیین پایان این دوره (۱۰) بر حسب تعداد روزهای پس از کاشت، سبز شدن و یا نشا کاری، درجه روز رشد و یا مرحله رشدی گیاه زراعی برآورد

از اولین دوران کشت و کار گیاهان زراعی، کنترل علف‌های هرز به عنوان یکی از جنبه‌های مهم عملیات زراعی مورد توجه بوده است (۵). به طوری که رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی همواره یکی از مهم‌ترین مشکلات اساسی در راستای رسیدن به حداکثر عملکرد در کنار حفظ عملکرد کیفی گیاهان زراعی در نظر گرفته می‌شود (۱۴). با توجه به این که زمان سبز شدن علف‌های هرز و طول دوره رقابت آن‌ها با گیاه زراعی، عامل اصلی در تعیین برتری گونه علف هرز در به‌دست آوردن منبع مشترک با گیاه زراعی بوده و بر عملکرد نهایی آن تأثیر به‌سزایی دارد (۱۷)، تعیین زمان مناسب کنترل علف‌های هرز به عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف در موفقیت برنامه‌های مدیریت

۱، ۲- استاد و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)

هرز صورت گرفت) طراحی شدند.

زمین مورد نظر در سال قبل از اجرای آزمایش به صورت آیش بود. مراحل آماده سازی زمین شامل انجام شخم اولیه توسط گاوآهن برگردان و پخش ۲۵ تن کود دامی کاملاً پوسیده در آذر ماه ۱۳۹۰ و دو دیسک عمود بر هم، تسطیح و ایجاد جوی و پشته پیش از کاشت بود. فاصله کرت‌ها (با ابعاد ۲×۴ متر) و پشته‌ها از یکدیگر ۰/۵ و فاصله بلوک‌ها یک متر تعیین شد. عملیات کاشت (توده بذر سمیرم) در چهارم فروردین ماه در طرفین هر پشته انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و سایر آبیاری‌ها تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک هر هفته انجام شد. در طول مراحل انجام این آزمایش نیز از هیچ‌گونه کود شیمیایی، علف‌کش و آفت‌کش استفاده نشد.

نیمی از ابعاد هر کرت به نمونه برداری تخریبی در طی دوره رشد و نیمه دوم به اندازه‌گیری‌های آخر فصل اختصاص داده شد. نمونه‌برداری‌های تخریبی از مساحت ۰/۵ متر × ۰/۲۵ متر به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه جهت تعیین سطح برگ سیاهدانه (در زمان گل‌دهی) انجام گرفت. تعداد، مساحت برگ و وزن خشک علف‌های هرز به تفکیک هر گونه در دوره‌های کنترل (پایان فصل رشد) و تداخل علف‌های هرز (بر حسب تیمارهای ذکر شده در پایان دوره حضور این گیاهان در مزرعه) نیز به صورت تخریبی و از مساحت ۰/۵ متر × ۰/۵ متر به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه انجام گرفت. با زرد شدن فولیکول‌ها، عملیات برداشت (۹۳ روز پس از سبز شدن) در بیست و سوم تیر ماه ۱۳۹۱ انجام شد. قبل از برداشت تعداد هشت بوته به طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه برداشت و بر اساس آن اجزای عملکرد شامل ارتفاع، تعداد فولیکول و تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته و وزن هزار دانه تعیین شد. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد روغن (بر حسب کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت در ۵۰ درصد مساحت هر کرت و با رعایت اثر حاشیه اندازه‌گیری شد. درصد روغن نیز با استفاده از دستگاه سوکسله تعیین شد.

حداکثر دوره تداخل علف‌های هرز^۱ (شروع دوره بحرانی) در سطوح پنج و ۱۰ درصد افت عملکرد دانه بر اساس معادله ۱ (معادله لجستیک^۲) و حداقل دوره کنترل علف‌های هرز^۳ (پایان دوره بحرانی) در سطوح ذکر شده بر طبق معادله ۲ (معادله گامپرتز^۴) محاسبه شد (۱۴ و ۱):

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

Y: عملکرد بر اساس درصدی از کنترل علف‌های هرز، C: خط

می‌شود (۲۰ و ۲۲). همچنین بر حسب گونه و یا شرایط مورد نظر، این دوره می‌تواند بر اساس سطوح مختلف افت قابل قبول عملکرد گیاه زراعی (۲/۵ تا ۲۰ درصد) محاسبه گردد (۱۸). در این ارتباط حسینی و همکاران (۱) بر اساس پنج درصد افت عملکرد اقتصادی، بهترین دوره کنترل علف‌های هرز زیره سبز (*Cuminum cyminum*) را ۲۴ تا ۳۴ روز پس از سبز شدن تعیین نمودند. میوبین و همکاران (۱۹) نیز ضمن مشاهده کاهش معنی‌دار تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و نیز عملکرد بیولوژیک رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*) در نتیجه افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز، اظهار داشتند که جهت کسب حداکثر عملکرد قابل قبول، کنترل علف‌های هرز در این گیاه می‌بایست تا ۵۰ روز پس از سبز شدن صورت گیرد.

سیاهدانه (*Nigella sativa L.*) از خانواده آلاله (Ranunculaceae)، گیاهی یک ساله با دوره رشد کوتاه بوده که در مناطق خشک و نیمه خشک ایران رویش دارد (۷ و ۱۲). ارتفاع کم، کانوپی نسبتاً باز و سرعت رشد پایین به ویژه در مراحل ابتدایی رشد، از مهم‌ترین عوامل در کاهش توان رقابتی سیاهدانه در تداخل با علف‌های هرز در نظر گرفته می‌شود. به طوری که در بین عوامل موثر بر رشد سیاهدانه، رقابت علف‌های هرز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد (۲۰). در این ارتباط گزارش شده است که رقابت علف‌های هرز می‌تواند منجر به کاهش چشم‌گیر عملکرد دانه و روغن سیاهدانه تا ۸۰ درصد شود (۱۵).

بر اساس توضیحات ذکر شده این تحقیق با هدف بررسی اثرات دوره‌های مختلف تداخل و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و نیز شروع و پایان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سیاهدانه انجام گرفت. همچنین پویایی جامعه علف‌های هرز مزرعه سیاهدانه تحت تأثیر دوره‌های ذکر شده مطالعه شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ با دوازده تیمار و سه تکرار به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی 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 درآمد.

در این مطالعه تیمارها در دو سری شامل دوره‌های کنترل علف‌های هرز (صفر، ۱۴، ۲۸، ۴۲، ۵۶ و ۷۰ روز پس از سبز شدن سیاهدانه، علف‌های هرز کنترل شدند و سپس تا زمان برداشت سیاهدانه اجازه رشد به علف‌های هرز داده شد) و تداخل علف‌های هرز (از سبز شدن سیاهدانه تا دوره‌های ذکر شده به علف‌های هرز اجازه رشد داده شد و سپس تا زمان برداشت، کنترل کامل علف‌های

1- Maximum duration of weed-infestation

2- logistic equation

3- Minimum duration of weed-free

4- Gompertz equation

در تعداد علف‌های هرز مزرعه لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) را در نتیجه افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز مشاهده کردند. دلیل این نوع روند حضور علف‌های هرز به بانک بذر پویا در خاک و توانایی بالای سبز شدن این گیاهان در ابتدای فصل نسبت داده شده است که با گذشت زمان و افزایش تقاضا برای منابع مشترک، کاهش تدریجی این منابع، شکل‌گیری رقابت درون و بین گونه‌ای و خود تنگی بوته‌ها، تعداد علف‌های هرز رو به کاهش می‌گردد (۲۲ و ۲۴).

شاخص سطح برگ و وزن خشک

افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز منجر به افزایش شاخص سطح برگ جامعه علف‌های هرز (جدول ۳ و شکل ۲) و نیز وزن خشک این گیاهان (جدول ۴ و شکل ۳) در مزرعه سیاهدانه شد. در انتهای دوره تداخل به ترتیب علف‌های هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، سلمه (*Chenopodium album* L.) و تاج خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus* L.)، بیشترین سطح برگ و وزن خشک جامعه علف‌های هرز را به خود اختصاص دادند. به طوری که در مجموع این سه علف هرز به ترتیب ۷۸ و ۸۸ درصد شاخص سطح برگ و وزن خشک جامعه علف‌های هرز را شامل شدند (جدول ۳ و ۴). نتایج میوبین و همکاران (۱۹) نیز حاکی از افزایش وزن خشک علف‌های هرز در رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) تحت تأثیر افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز بود. از آنجایی که سطح برگ و وزن خشک نقش به‌سزایی در برتری رقابتی گیاه دارند، افزایش سایه‌اندازی علف‌های هرز به ویژه در مراحل بحرانی رشد گیاه زراعی، سهم قابل ملاحظه‌ای در برتری رقابتی آن گونه از نظر منابع مشترکی مانند نور داشته که در نهایت منجر به کاهش عملکرد گیاه زراعی می‌شود (۲۴).

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. دمای پایه سیاهدانه: ۵ درجه سانتی‌گراد (۱۱).

$$Y = A \exp(-B \exp(-K \text{ GDD})) \quad (2)$$

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. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با نرم افزار SAS و رسم نمودارها نیز با نرم افزار Excel انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال آماری پنج درصد مقایسه شدند. معادلات ۱ و ۲ نیز با نرم افزار Slide Write برآش داده شدند.

نتایج و بحث

شاخص‌های مورد مطالعه جامعه علف‌های هرز

گونه و تراکم

نوع گونه و تراکم علف‌های هرز مشاهده شده در طول فصل رشد سیاهدانه، در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. به طور کلی توالی حضور علف‌های هرز در دوره‌های تداخل نشان دهنده پویایی جامعه این گیاهان در طول دوره رشد سیاهدانه می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با افزایش دوره‌های تداخل، تعداد علف‌های هرز در مزرعه سیاهدانه تا اواسط فصل رشد سیاهدانه (۴۲ روز پس از کاشت) افزایش و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود (۳۱۲ بوته در مترمربع) کاهش یافت. به طوری که در انتهای فصل رشد به کم‌ترین مقدار خود (۱۱۷ بوته در مترمربع) رسید (شکل ۱). لک و همکاران (۲) نیز ابتدا روند افزایشی و سپس روند کاهش

جدول ۱- ترکیب جامعه علف‌های هرز مشاهده شده در طول دوره رشد سیاهدانه

طول دوره و چرخه زندگی	خانواده	گونه علف هرز	
		نام فارسی	نام علمی
چند ساله	Convolvulaceae	پیچک	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
یک ساله - بهاره	Amaranthaceae	تاج خروس وحشی	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.
یک ساله - بهاره	Solanaceae	تاج ریزی سیاه	<i>Solanum nigrum</i> L.
یک ساله - تابستانه	Portulacaceae	خرقه	<i>Portulaca oleracea</i> L.
یک ساله - بهاره	Chenopodiaceae	سلمه	<i>Chenopodium album</i> L.
یک ساله - بهاره	Poaceae	سوروف	<i>Echinochloa crus-galli</i> L.
چند ساله	Asteraceae	شیر تیغی	<i>Sonchus arvensis</i> L.

جدول ۲- تراکم جامعه علفهای هرز مزرعه سیاهدانه به تفکیک گونه در دوره‌های کنترل و تداخل علفهای هرز (پوته در متر مربع)

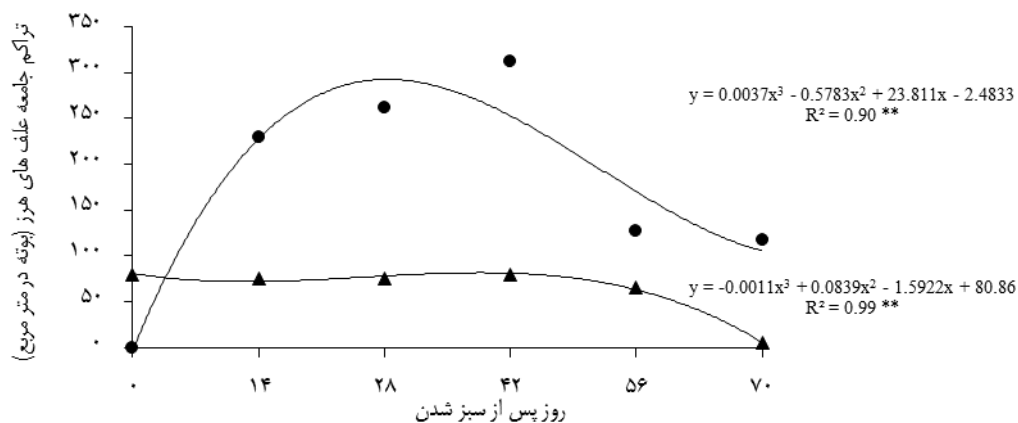
گونه علف هرز	دوره‌های کنترل علفهای هرز (روز)					دوره‌های تداخل علفهای هرز (روز)						
	۷۰	۵۶	۴۲	۲۸	۱۴	صفر	۷۰	۵۶	۴۲	۲۸	۱۴	
پیچک <i>Convolvulus arvensis</i> L.	-	۲/۷ (۳/۸)	۴/۰ (۰/۸)	۴/۰ (۰/۸)	۲/۷ (۳/۸)	-	۲/۷ (۳/۸)	۲/۷ (۳/۸)	-	۲/۷ (۳/۸)	۲/۷ (۳/۸)	۱/۳ (۱/۹) [*]
تاج خروس وحشی <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	۲۶/۰ (۹/۸)	۲۵/۳ (۸/۲)	۱۲۵/۳ (۱۳/۲)	۲۶/۷ (۳/۸)	۱/۳ (۱/۹)	۱/۳ (۱/۹)	-	۲۶/۷ (۳/۸)	۲۹/۳ (۱/۹)	۱۷/۳ (۱/۹)	۲۶/۷ (۱/۹)	۲۸/۰ (۳/۳)
تاج ریزی سیاه <i>Solanum nigrum</i> L.	۱۳/۳ (۱/۹)	۱۰/۷ (۳/۸)	۲/۷ (۱/۹)	۴/۰ (۳/۳)	-	-	-	۱/۳ (۱/۹)	۹/۳ (۱/۹)	۱۲/۰ (۳/۳)	۱۰/۷ (۱/۹)	۱۲/۰ (۳/۳)
خرقه <i>Portulaca oleracea</i> L.	۸/۰ (۰/۰)	۵/۳ (۱/۹)	۶/۷ (۱/۹)	۱/۳ (۱/۹)	-	-	۱/۳ (۱/۹)	۱/۳ (۱/۹)	۲/۷ (۳/۸)	۴/۰ (۳/۳)	۱/۳ (۱/۹)	۴/۰ (۳/۳)
سلمه <i>Chenopodium album</i> L.	۱۰/۷ (۱/۹)	۳۲/۰ (۶/۵)	۴۶/۷ (۸/۲)	۹۰/۷ (۱۳/۲)	۱۲۵/۳ (۱۳/۶)	-	۱/۳ (۱/۹)	۵/۳ (۱/۹)	۱۳/۳ (۱/۹)	۱۲/۰ (۵/۷)	۱۲/۰ (۳/۳)	۱۲/۰ (۳/۳)
سوروف <i>Echinochloa crus-galli</i> L.	۳۴/۰ (۳/۳)	۴۵/۳ (۸/۲)	۱۲۶/۷ (۱۰/۰)	۱۳۳/۳ (۵/۰)	۱۰۲/۷ (۸۵/۴)	-	-	۲۸/۰ (۵/۷)	۲۵/۳ (۳/۸)	۲۶/۷ (۳/۸)	۲۰/۰ (۳/۳)	۲۱/۳ (۱/۹)
شیر تیغی <i>Sonchus arvensis</i> L.	۵/۳ (۳/۸)	۵/۳ (۰/۵)	-	۱/۳ (۱/۹)	-	-	-	-	-	۲/۷ (۳/۸)	۱/۳ (۱/۹)	۱/۳ (۱/۹)

* اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد یا خطای معیار (Standard error) می‌باشند.

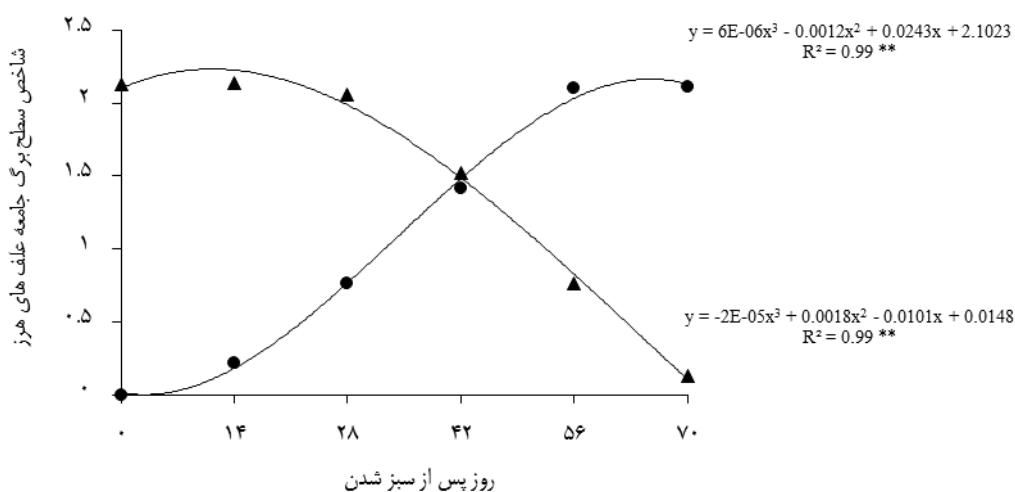
جدول ۴- وزن خشک جامعه علفهای هرز مزرعه سیاهدانه به تفکیک گونه در دوره‌های کنترل و تداخل علفهای هرز (گرم در متر مربع)

گونه علف هرز	دوره‌های کنترل علفهای هرز (روز)					دوره‌های تداخل علفهای هرز (روز)						
	۷۰	۵۶	۴۲	۲۸	۱۴	صفر	۷۰	۵۶	۴۲	۲۸	۱۴	صفر
بیتچک <i>Convolvulus arvensis</i> L.	-	۴/۵ (۶/۴)	۷/۷ (۰/۶)	۴/۸ (۰/۳)	-	-	۲/۰ (۱/۶)	۱/۵ (۲/۲)	-	۴/۷ (۳/۴)	۵/۹ (۴/۲)	۳/۷ (۵/۲) [*]
تاج خروس وحشی <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	۷۰/۴ (۱۱/۳)	۷۰/۰ (۲/۱)	۶۴/۶ (۳/۱)	۲۵/۶ (۴/۹)	۱/۳ (۱/۸)	-	-	۳۳/۴ (۴/۳)	۴۲/۴ (۰/۷)	۵۷/۱ (۳/۴)	۵۵/۴ (۳/۳)	۶۴/۶ (۳/۴)
تاج رزی سیاه <i>Solanum nigrum</i> L.	۲۶/۳ (۱/۶)	۱۸/۳ (۲/۹)	۱۴/۳ (۱/۶)	۸/۴ (۰/۷)	-	-	-	۱۱/۰ (۱/۲)	۲۸/۰ (۱/۲)	۳۳/۶ (۲/۱)	۳۳/۷ (۱/۴)	۳۴/۹ (۱/۴)
خرقه <i>Portulaca oleracea</i> L.	۱۳/۰ (۱/۲)	۱۲/۳ (۱/۶)	۹/۸ (۱/۱)	۱۱/۵ (۰/۹)	-	-	۷/۵ (۰/۶)	۹/۶ (۰/۶)	۹/۹ (۱/۰)	۱۲/۲ (۱/۰)	۱۳/۱ (۱/۳)	۱۲/۹ (۱/۰)
سلمه <i>Chenopodium album</i> L.	۱۶۷/۹ (۵/۸)	۱۵۵/۱ (۴/۳)	۹۵/۷ (۴/۵)	۳۰/۰ (۱/۷)	۹/۴ (۰/۸)	-	۶/۷ (۰/۹)	۵۸/۶ (۱/۷)	۱۰۹/۴ (۲/۵)	۱۵۲/۶ (۲/۹)	۱۶۵/۶ (۵/۳)	۱۷۸/۰ (۹/۸)
سوروف <i>Echinochloa crus-galli</i> L.	۷۹/۳ (۲/۴)	۷۶/۹ (۳/۳)	۴۱/۰ (۲/۵)	۱۰/۴ (۰/۹)	۸/۴ (۰/۵)	-	-	۳۷/۸ (۱/۰)	۷۰/۳ (۱/۶)	۶۱/۶ (۱/۵)	۵۶/۰ (۲/۶)	۶۵/۶ (۴/۵)
شیر تپی <i>Sonchus arvensis</i> L.	۳/۷ (۰/۸)	۱۳/۸ (۰/۳)	-	۲/۹ (۰/۲)	-	-	-	-	-	۳/۸ (۰/۳)	۴/۰ (۰/۳)	۳/۴ (۰/۲)

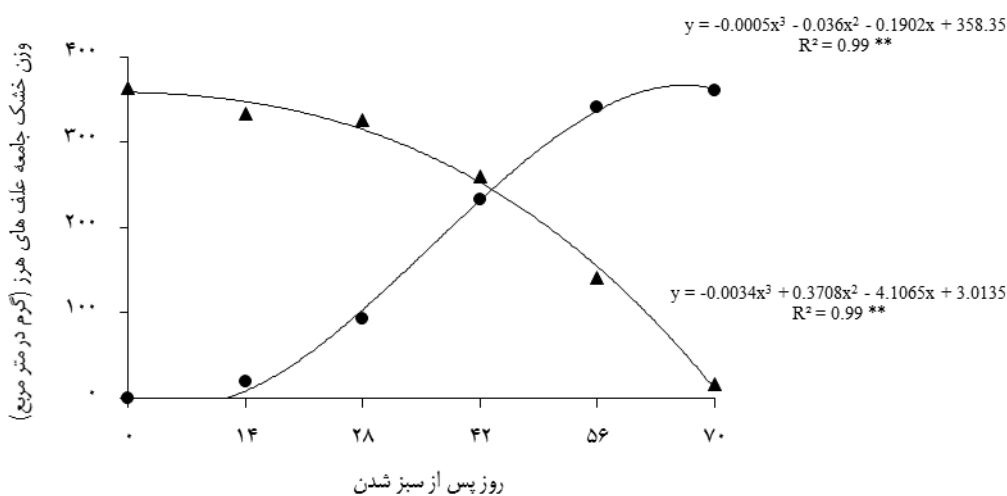
* اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده خطای استاندارد یا خطای معیار (Standard error) می‌باشند.



شکل ۱- روند تراکم جامعه علف‌های هرز در دوره‌های کنترل (مثلث) و تداخل علف‌های هرز (مربع)



شکل ۲- روند شاخص سطح برگ جامعه علف‌های هرز در دوره‌های کنترل (مثلث) و تداخل علف‌های هرز (مربع)



شکل ۳- روند وزن خشک جامعه علف‌های هرز در دوره‌های کنترل (مثلث) و تداخل علف‌های هرز (مربع)

شاخص‌های مورد مطالعه سیاهدانه

ارتفاع و شاخص سطح برگ

دوره‌های مختلف کنترل و تداخل علف‌های هرز بر حداکثر ارتفاع و شاخص سطح برگ سیاهدانه اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۵). به طوری که در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز، افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز منجر به افزایش ارتفاع و کاهش چشم‌گیر شاخص سطح برگ سیاهدانه شد (جدول ۶). به دلیل حضور علف‌های هرزی مانند سوروف، سلمه و تاج خروس وحشی در اواسط و انتهای دوره رشد سیاهدانه، افزایش ارتفاع سیاهدانه می‌تواند ناشی از افزایش رقابت علف‌های هرز با سیاهدانه بر سر جذب منابع مشترک به ویژه نور باشد که منجر به ایجاد پاسخ مرفولوژیکی در گیاه زراعی می‌شود (۶). هادی‌زاده (۳) نیز با مشاهده افزایش ارتفاع نهایی بوته و کاهش قطر ساقه اصلی به ویژه در طبقات پایین کانوبی سویا (*Glycine max L.*) در نتیجه افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز، این تغییرات مرفولوژیکی در سویا را ناشی از رقابت بر سر منبع نور دانست. در کنار افزایش ارتفاع، کاهش شاخص سطح برگ ناشی از افزایش رقابت علف‌های هرز نیز ممکن است در نتیجه کاهش در میزان جذب تشعشعات فعال فتوسنتزی توسط برگ‌های پایین‌تر و کاهش عناصر غذایی خاک به ویژه نیتروژن باشد (۱۳).

تعداد فولیکول و تعداد دانه در بوته

تیمارهای مختلف رقابت علف‌های هرز بر تعداد فولیکول و تعداد دانه در بوته سیاهدانه اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۳). افزایش دوره‌های حضور علف‌های هرز در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل باعث کاهش چشم‌گیر شاخص‌های ذکر شده در طول فصل رشد این گیاه شد (جدول ۶). به طوری که در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز تعداد فولیکول و تعداد دانه در بوته در مقایسه با کنترل کامل به ترتیب تا ۶۹ و ۸۹ درصد کاهش یافت. حسین و همکاران (۱۵) نشان دادند که افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز اثر معنی‌داری در کاهش معنی‌دار تعداد فولیکول در بوته و تعداد دانه در بوته سیاهدانه داشت. میوبین و همکاران (۱۹) نیز گزارش کردند که افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز اثر معنی‌داری در کاهش تعداد دانه در چتر و در بوته رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*) داشت.

وزن دانه در بوته و وزن هزار دانه

وزن دانه در بوته سیاهدانه نیز به طور معنی‌دار با افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز در هر دو سری تیمارهای کنترل و تداخل علف‌های هرز رو به کاهش گذاشت. به طوری که رقابت علف‌های هرز در سراسر فصل رشد، وزن دانه در بوته سیاهدانه را ۹۰ درصد نسبت به تیمار عدم رقابت علف‌های هرز کاهش داد.

جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و روغن سیاهدانه تحت تأثیر دوره‌های مختلف کنترل و تداخل علف‌های هرز (روز از زمان سبز شدن)

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	شاخص سطح برگ	تعداد فولیکول		وزن دانه در بوته		وزن هزار دانه		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
				در بوته	در بوته	بوته	بوته	وزن هزار دانه	وزن بوته					
بلوک	۲	۴/۶۷ NS	-۰/۰۰۰۲ NS	۷/۸۳ NS	۷۹۸۳۷ NS	-۰/۰۳ NS	-۰/۰۳ NS	-۰/۰۳ NS	۳۲۶/۶۱ *	۹۸۸۰/۸۷ NS	۱۶/۴۴ *	-۰/۳۶ NS	۳۸۰/۴۶ NS	
تیمار	۱۱	۱۶/۳۰ **	-۰/۰۷۱۹ **	۴۱/۵۷ **	۴۴۰۱۳/۸۱ **	۳/۶۰ **	-۰/۰۳ NS	-۰/۰۳ NS	۳۹۱۴۸۰/۵۷ **	۱۶۸۵۲۲/۹۵ **	۲۰/۲۸ **	۱/۳۲ NS	۲۸۶۱۶/۳۵ **	
خطا	۲۲	۳/۸۵	-۰/۰۰۰۲	۱/۰۵	۳۹۶۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۳	۷۵۱/۵۹	۱۰۰۵۸/۹۹	۴/۰۴	۲/۱۰	۱۵۰/۸۸	

*، ** و NS به ترتیب معنی داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم اختلاف معنی دار.

جدول ۶- اثر دوره‌های مختلف کنترل و تداخل علف‌های هرز (روز از زمان سبز شدن) بر عملکرد، اجزای عملکرد و عملکرد روغن سیاهدانه

عملکرد	درصد روغن	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد		دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	وزن دانه در بوته (گرم)	تعداد دانه در بوته	تعداد فولیکول در بوته	شاخص سطح برگ ^۲	ارتفاع (سانتی متر)	تیمار ^۱
			عملکرد	عملکرد								
۳۵/۸۵ d	۳۲/۰۰ a	۱۹/۸۵ cd	۵۶۴/۶۰ d	۱۱۲/۳۷ e	۲/۶۶ a	-۰/۳۰ e	۱۱۴/۰۰ f	۲/۴۶ d	-۰/۱۳ d	۴۴/۵۳ a	صفر	
۳۴/۸۸ d	۳۱/۱۰ a	۱۹/۳۰ cd	۵۶۵/۷۲ d	۱۰۰/۵۵ e	۲/۷۰ a	-۰/۳۴ e	۱۳۷/۶۷ f	۴/۳۳ cd	-۰/۱۳ d	۴۳/۹۰ a	۱۴	
۳۶/۳۰ d	۳۱/۰۹ a	۱۷/۳۴ d	۶۷۷/۸۷ d	۱۱۶/۸۳ e	۲/۶۸ a	-۰/۸۱ d	۳۰۳/۰۰ de	۳/۳۳ d	-۰/۱۵ cd	۴۴/۶۳ a	۲۸	
۱۲۱/۸۹ c	۳۳/۰۷ a	۳۴/۸۲ a	۱۰۵۵/۸۲ c	۲۶۸/۹۸ d	۲/۷۱ a	۱/۳۱ c	۴۹۰/۳۳ c	۱۱/۰۸ ab	-۰/۴۱ b	۲۶/۰۷ cd	۴۲	
۲۴۹/۵۵ ab	۳۱/۰۴ a	۲۵/۳۴۰ a	۲۲۵/۳۵ a	۸۰۴/۹۵ a	۲/۷۸ a	۲/۶۶ a	۵۸۸/۰۰ a	۱۰/۶۷ ab	-۰/۴۵ a	۳۲/۰۷ e	۵۶	
۲۵۷/۹۹ a	۳۲/۰۴ a	۲۶/۲۶ a	۲۲۱/۵۰ a	۸۰۵/۹۵ a	۲/۸۴ a	۲/۸۶ a	۱۰۴۱/۶۷ a	۱۲/۳۳ a	-۰/۴۵ a	۳۲/۸۳ de	۷۰	
دوره‌های کنترل (روز)												
۲۴۳/۴۸ a	۳۱/۶۱ a	۳۵/۸۱ a	۲۰۴۵/۱۲ a	۴۴۷/۸۱ ab	۲/۸۷ a	۲/۸۸ a	۱۰۰/۰۰ a	۱۱/۰۰ ab	-۰/۴۴ a	۳۲/۹۳ de	صفر	
۲۳۱/۸۵ b	۳۰/۷۹ a	۳۵/۳۱ a	۲۱۲۶/۲۰ a	۷۵۲/۱۷ b	۲/۸۴ a	۲/۸۵ a	۱۰۰۴/۳۳ a	۱۱/۰۰ ab	-۰/۴۵ a	۳۲/۵۰ de	۱۴	
۱۳۷/۲۶ c	۳۱/۶۸ a	۲۶/۹۷ b	۱۶۲۰/۱۰ b	۴۳۳/۴۷ c	۲/۸۹ a	۲/۳۵ b	۸۱۲/۳۳ b	۱۰/۱۷ b	-۰/۴۶ a	۳۸/۵۰ bc	۲۸	
۳۹/۹۹ d	۳۱/۷۸ a	۱۸/۰۷ cd	۶۹۷/۵۴ d	۱۲۵/۶۳ e	۲/۹۵ a	۱/۱۰ c	۴۳۷/۰۰ d	۵/۶۷ c	-۰/۱۶ c	۴۱/۳۳ ab	۴۲	
۳۹/۷۹ d	۳۲/۵۱ a	۲۱/۷۰ c	۵۶۵/۶۵ d	۱۳۲/۴۳ e	۲/۸۸ a	-۰/۸۱ d	۲۴۴/۶۷ e	۳/۶۷ d	-۰/۱۳ d	۴۴/۴۰ a	۵۶	
۳۶/۴۷ d	۳۲/۰۰ a	۱۹/۳۹ cd	۵۸۸/۴۵ c	۱۱۳/۵۸ e	۲/۷۹ a	-۰/۴۰ e	۱۴۱/۳۳ f	۳/۹۲ cd	-۰/۱۴ cd	۴۳/۳۳ a	۷۰	
دوره‌های تداخل (روز)												

۱: در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

۲: در دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز، حداکثر شاخص سطح برگ سیاهدانه در زمان گل‌دهی اندازه‌گیری شد.

علف‌های هرز مشاهده نمودند. کاهش عملکرد در نتیجه افزایش دوره‌های تداخل و کاهش دوره‌های کنترل علف‌های هرز ممکن است به دلیل افزایش سایه‌اندازی و یا پوشاندن سطح خاک توسط علف‌های هرز و همچنین رقابت برای نور، آب و مواد معدنی باشد که منجر به کاهش توان فتوسنتزی، سرعت رشد و تجمع زیست توده گیاه زراعی می‌شود (۲۱ و ۲۳). علاوه بر این، در نتیجه افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز، کاهش عملکرد سیاهدانه ممکن است به علت کاهش تراکم بوته سیاهدانه در واحد سطح به سبب حذف بوته‌های ضعیف‌تر باشد (۱۵).

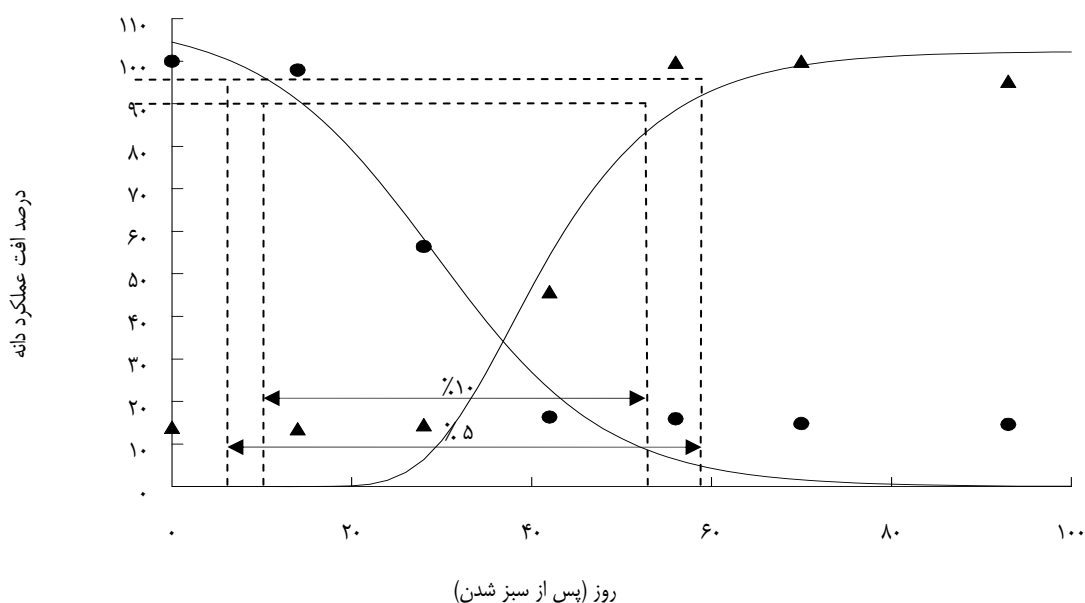
درصد و عملکرد روغن

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از عدم تأثیر دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز بر درصد روغن سیاهدانه بود (جدول ۵). با این وجود، مشابه عملکرد دانه، عملکرد روغن سیاهدانه نیز با افزایش حضور و رقابت علف‌های هرز در تیمارهای کنترل و تداخل رو به کاهش گذاشت. کاهش معنی‌دار عملکرد روغن کلزا (*Brassica napus* L.) نیز در نتیجه افزایش رقابت علف‌های هرز گزارش شده است (۱۴).

با وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایش از نظر وزن هزار دانه سیاهدانه (جدول ۵)، حسین و همکاران (۱۵) کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه سیاهدانه را در نتیجه افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز گزارش کردند. از این رو ممکن است وزن هزار دانه سیاهدانه را به عنوان شاخصی در نظر گرفت که تحت تأثیر شرایط محیطی نبوده و بیشتر وابسته به ژنوتیپ رقم مورد مطالعه باشد.

عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت سیاهدانه شد (جدول ۶). به طوری که عملکرد دانه سیاهدانه در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز (۱۱۲/۴ کیلوگرم در هکتار) نسبت به کنترل کامل (۷۴۷/۸ کیلوگرم در هکتار)، تا هفت برابر کاهش یافت. نتایج حسین و همکاران (۱۴) نیز حاکی از کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت سیاهدانه به ترتیب به میزان ۳۹/۴، ۶۹/۴ و ۵۰/۵ درصد نسبت به تیمار کنترل کامل علف‌های هرز بود. حسینی و همکاران (۱) نیز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت زیره سبز را در نتیجه افزایش دوره‌های کنترل و کاهش دوره‌های تداخل



شکل ۴- درصد افت عملکرد دانه سیاهدانه نسبت به تیمار کنترل کامل علف‌های هرز در دوره‌های کنترل (مثلث) و تداخل علف‌های هرز (مربع)

جدول ۷- ضرایب معادله لجستیک ($Y = ((C+D)/(1+\exp(-A+B \text{ GDD})))$) در محاسبه حداکثر دوره تداخل علف‌های هرز (شروع دوره بحرانی)

ضریب تبیین (R ²)	ضرایب معادله		
	D	C	A
۰/۹۵	-۱۳۶/۵۲ (۲۳/۵۷)	۲۳۶/۰۳ (۲۳/۵۷)	۳/۰۴ (۱/۹۲)*

* اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد یا خطای معیار (Standard error) می‌باشند.

جدول ۸- ضرایب معادله گامپرتز ($Y = A \exp(-B \exp(-K \text{ GDD}))$) در محاسبه حداقل دوره کنترل علف‌های هرز (پایان دوره بحرانی)

ضریب تبیین (R ²)	ضرایب معادله		
	K	B	A
۰/۹۵	۰/۱۱ (۰/۰۵)	۵۳/۲۸ (۹۳/۵۱)	۱۰۲/۳۴ (۱۱/۳۶)*

* اعداد داخل پرانتز نشان دهنده خطای استاندارد یا خطای معیار (Standard error) می‌باشند.

جدول ۹- حداکثر دوره تداخل (شروع دوره بحرانی) و حداقل دوره کنترل (پایان دوره بحرانی) علف‌های هرز بر حسب سطوح افت عملکرد قابل قبول دانه

طول دوره کنترل علف‌های هرز		حداقل دوره کنترل علف‌های هرز		حداکثر دوره تداخل علف‌های هرز		سطوح افت عملکرد دانه (درصد)
روز	درجه روز- رشد	روز	درجه روز- رشد	روز	درجه روز- رشد	
۵۳	۸۳۵/۰	۶۴	۹۲۲/۳	۱۱	۸۷/۳	۵
۴۳	۶۵۳/۴	۵۷	۷۸۳/۴	۱۴	۱۳۰/۰	۱۰

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این آزمایش، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سیاهدانه بخش نسبتاً زیادی از فصل رشد این گیاه را شامل شد. به طوری که در سطوح پنج و ۱۰ درصد افت عملکرد قابل قبول، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز به ترتیب ۵۷ و ۴۷ درصد از کل فصل رشد سیاهدانه (۹۳ روز) را به خود اختصاص داد. اثرات معنی‌دار و چشمگیر دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز بر حداکثر شاخص سطح برگ، عملکرد، اجزای عملکرد و نیز عملکرد روغن سیاهدانه می‌تواند توجهی در ارتباط با طولانی بودن این دوره در سیاهدانه باشد. این نتایج ضمن آن‌که نشان دهنده حساسیت و قدرت نسبتاً ضعیف سیاهدانه در رقابت با علف‌های هرز می‌باشد، اهمیت ویژه کنترل علف‌های هرز جهت حفظ عملکرد کمی و به ویژه کیفی این گیاه را بیش از پیش خاطر نشان می‌سازد.

سپاسگزاری

هزینه‌های انجام این طرح توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۲۲۶۷۹ مورخ ۱۳۹۲/۵/۱ تأمین شده است که بدین وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه سپاسگزاری می‌گردد.

تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز سیاهدانه در سطوح پنج و ۱۰ درصد افت قابل قبول عملکرد دانه در شکل ۴ و جدول ۹ بررسی شده است. حداکثر دوره تداخل علف‌های هرز (شروع دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز) در سطوح پنج و ۱۰ درصد افت قابل قبول عملکرد دانه به ترتیب ۱۱ و ۱۴ روز پس از سبز شدن (۸۷ و ۱۳۰ درجه روز- رشد) و حداقل دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز سیاهدانه (پایان دوره بحرانی) در سطوح ذکر شده به ترتیب ۶۴ و ۵۷ روز پس از سبز شدن سیاهدانه (۹۲۲ و ۷۸۳ درجه روز- رشد) برآورد شد. این نتایج حاکی از آن بود که با کاهش درصد افت عملکرد، شروع دوره بحرانی زودتر و پایان آن دیرتر اتفاق افتاد. از این رو به منظور کاهش افت عملکرد در سطح پنج درصد افت عملکرد، کنترل علف‌های هرز سیاهدانه می‌بایست در دوره طولانی‌تری از فصل رشد سیاهدانه (۵۳ روز معادل ۸۳۵ درجه روز- رشد) در مقایسه با سطح ۱۰ درصد (۴۳ روز معادل ۶۵۳ درجه روز- رشد) ادامه یابد. در این ارتباط حسینی و همکاران (۱) در سطح پنج درصد افت عملکرد دانه، دوره کنترل علف‌های هرز زیره سبز را ۲۴ تا ۳۴ روز پس از سبز شدن برآورد نمودند. ارمن و همکاران (۹) نیز جهت جلوگیری از افت غیر قابل قبول عملکرد عدس زمستانه (*Lens culinaris Medic*) بیش از پنج درصد، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز را بین هفته اول تا هفته هفتم پس از سبز شدن این گیاه تعیین نمودند.

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 پژوهش‌های زراعی ایران ۴: ۳۳-۳۴.
- ۲- لک م.ر.، دری ح.ر.، رضانی م.ک. و هادی‌زاده م.ح. ۱۳۸۱. تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris*). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۹: ۱۶۸-۱۶۱.
- ۳- هادی‌زاده م.ح. ۱۳۷۵. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- 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- D'Antuono L.F., Moretti A., and Lovato A.F.S. 2002. Seed yield, yield component, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. *Industrial Crops and Product*, 15:59-69.
- 8- 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*, 44:952-958.
- 9- Erman M., Tepe I., Bukun B., Yergin R., and Taskesen M. 2008. Critical period of weed control in winter lentil under non-irrigated conditions in Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 3 (8): 523-530.
- 10- 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*, 22:63-67.
- 11- Ghaderi F.A., Soltani A., and Sadeghipour H.R. 2008. Cardinal temperatures of germination in medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* convar. *pepo* var. *styriaca*), borago (*Borago officinalis* L.) and black cumin (*Nigella sativa* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 7: 574-578.
- 12- Ghamarnia H., Khosravy H., and Sepehri S. 2010. Yield and water use efficiency of (*Nigella sativa* L.) under different irrigation treatments in a semi arid region in the West of Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4:1612-1616.
- 13- Hall M.R., Swanton C.J., and Anderson G.W. 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 40:441-447.
- 14- 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.
- 15- 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*, 15:71-81.
- 16- Ivanek-Martincic M., Ostojic Z., Baric K., and Gorsic M. 2010. Importance of critical period of weed competition for crop growing. *Poljoprivreda/Agriculture*, 16:57-61.
- 17- Lance R.G., and Liebman M. 2003. A laboratory exercise for teaching critical period for weed control concepts. *Weed Technology*, 17:403-411.
- 18- Mahmoodi S., and Rahimi A. 2009. The critical period of weed control in corn in Birjand region, Iran. *International Journal of Plant Production*, 3:91-96.
- 19- 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*, 15:171-181.
- 20- Nadeem M.A., Tanveer A., Naqqash T., Jhala A.J., and Mubeen K. 2013. Determining critical weed competition periods for black seed. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 23:216-221.
- 21- Ngouajio M., Tursun N., Bükün B., Karacan S.C., and Mennan H. 2007. Critical period for weed control in leek (*Allium porrum* L.). *Hort Science*, 42:106-109.
- 22- Norsworthy J.K., and Oliveira M.J. 2004. Comparison of the critical period for weed control in wide-and narrow-row corn. *Weed Science*, 52:802-807.
- 23- Qasem J.R. 2009. Weed competition in cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*) in the Jordan valley. *Scientia Horticulture*, 121:255-259.
- 24- Radosevich S.R., Holt J.S., and Ghersa C. 2005. *Weed ecology: Implications for management*. John Wiley & Sons, Inc.
- 25- Swanton C.J., O'Sullivan J., and Robinson D.E. 2010. The Critical weed-free period in carrot. *Weed Science*, 58:229-233.