نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۲۶۳-۲۵۱

Journal of Plant Protection
Vol. 35, No. 2, Summer 2021, P. 251-263

مقاله پژوهشی

تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز کتان روغنی (*Linum usitatissimum* L.) در یاسوج

سیده آمنه حسینیان[۱]- علیرضا یدوی[۲*]- هوشنگ فرجی[۳]- حمیدرضا بلوچی[۴]- محمد حمیدیان[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۲

چکیده

به منظور تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز کتان روغنی (*Linum usitatissimum* L.) آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۴ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج اجرا شد. تیمارها شامل دو گروه، گروه اول به صورت حذف علف‌های هرز (عاری از علف هرز) تا ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن کتان روغنی و سپس حفظ آن‌ها اعمال شد و گروه دوم، به صورت حفظ علف‌های هرز (تداخل) تا زمان‌های فوق و سپس حذف آن‌ها اعمال شد. دو تیمار شاهد تداخل و کنترل تمام فصل (۱۱۰روز) نیز در نظر گرفته شد. با افزایش طول دوره‌های تداخل علف‌های هرز، عملکرد دانه، عملکرد روغن، پروتئین دانه، تعداد کپسول، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و میزان عناصرغذایی دانه (آهن، روی، فسفر و پتاسیم) کاهش معنی‌داری یافتند. ولی افزایش طول دوره‌ی کنترل منجر به افزایش این صفات شد که در همه موارد جز در فسفر دانه این روند افزایشی، معنی‌دار بود. در کل تاثیر منفی رقابت علف هرز بر صفات عملکردی و جذب عناصر در اول فصل بیشتر از باقی طول رشد گیاه بود. با اینکه افزایش طول دوره‌های تداخل علف‌های هرز، باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز گشت ولی اثر آن بر تراکم علف‌های هرز معنی‌دار نبود. با افزایش طول دوره‌های کنترل، وزن‌خشک علف‌های هرز و تراکم آن‌ها کاهش معنی‌داری یافت. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز برای کتان روغنی با در نظر گرفتن کاهش مجاز ۱۰ درصد عملکرد دانه، ۵ تا ۴۴ روز پس از سبز شدن کتان روغنی تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: افت عملکرد، تعامل گیاه زراعی، علف‌هرز، دوره بحرانی عاری از علف‌هرز، دوره تداخل علف‌هرز

مقدمه

کتان روغنی با نام علمی *Linum usitatissimum* L. یک گیاه از تیره کتانیان است؛ که از روغن آن به عنوان منبع خوراکی (حاوی امگا۳ و اسیدهای چرب غیراشباع مانند امگا ۶) در رژیم غذایی انسان استفاده می‌شود (۳۶ و ۳۵). کتان یک محصول دانه روغنی ارزشمند بوده که از آن با هدف خوراکی و به‌عنوان جایگزینی برای چربی‌های حیوانی در رژیم غذایی استفاده می‌شود (۸). این گیاه می‌تواند گزینه مناسب برای تنوع بخشیدن به نظام‌های کشت ایران باشد؛ گرچه کشت آن به دلیل حساسیت بالا به رقابت علف‌های هرز محدود می‌شود (۴۰). میزان بارش، میزان آبیاری، بافت خاک و کنترل علف‌های هرز از عوامل اصلی تاثیرگذار بر میزان عملکرد کتان هستند و ثابت شده‌است که علف‌های هرز به شدت عملکرد و حتی کیفیت محصول کتان را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۳۸). به علت رقابت ضعیف کتان در برابر علف‌های هرز، هزینه‌های زیادی برای مدیریت علف‌های هرز در زراعت کتان تحمیل می‌شود و معمولا از علف‌کش‌های شیمیایی به منظور کنترل علف‌های هرز برای قبل و بعد از ظهور استفاده می‌شود (۴) امروزه با توجه به تاثیرات منفی علف‌های هرز بر عملکرد گیاهان در مزرعه (۲۷)، مقاوم شدن علف‌های هرز به علف‌کش‌های مختلف و خطرات زیستی آن‌ها (بر سلامت انسان و بوم نظام) (۴۴ و ۴۵) و تاثیر منفی بر روی متابولیت‌های ثانویه گیاهان (۴۲)، نظیر بسیاری از ترکیبات موجود در روغن کتان، روش‌های جایگزینی برای کنترل پایدار علف‌های هرز معرفی می‌شود.

سامانه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز امروزه یکی از راهکارهای مهم در توسعه کشاورزی پایدار و مبارزه با علف‌های هرز است. این سامانه شامل ترکیبی از روش‌های کشاورزی، مکانیکی، بیولوژیکی، ژنتیکی و شیمیایی برای کنترل مؤثر و اقتصادی علف‌هرز می‌باشد. در این روش‌ها، تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز به عنوان یک راهبرد بسیار کاربردی مطرح می‌شود (۲۱). دوره بحرانی در واقع

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵- به‌ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشیاران، استاد و دانشجوی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

(*- نویسنده مسئول: (Email:Yadavi@yu.ac.ir
DOI: 10.22067/jpp.2021.68061.1005

دوره‌ای از فصل رشد گیاه هست که در طی آن بایستی علف‌های هرز کنترل شـوند تا اطمینان حاصـل شـود که کاهش عملکرد (به دلیل رقابت گیاه با علف هرز) از آستانه‌ای که باعث خسارت شود فراتر نرفته و آسـتانه خسارت معمولا بر اساس هزینه کنترل علف‌های هرز تعیین می‌شـود (۲۳ و ۲۶). طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز بسته به گونـه گیـاه و ترکیـب علف‌های هرز متفاوت بوده (۴۶) و تحت تاثیر دوره‌ای خاص از رشـد، زمان ظهور علف‌های هرز و محصـول، تغذیه گیاه و حتی سـیسـتم کشـت و کار تغییر می نماید (۴۷). تخمین دوره بحرانی می‌تواند نقش مهمی در دسـتیابی به مدیریت پایدار و یکپارچه علف‌های هرز در محصـولات زراعی و کاهش هزینه‌ها داشـته باشـد (۲۱). همـانطور کـه بیان شـد خسـارت علف‌های هرز در دوره‌های مختلف رشد و در گونه‌های مختلف گیاهان، متفاوت بوده به طور مثال در کلزا (*Brassica napus*) تـداوم تـداخل علف‌های هرز تا بیش از مرحله چهار برگی کلزا، عملکرد دانه را نسـبت به تیمار شـاهد (کنترل در تمام فصـل) می‌تواند تا ۷۰ درصد کاهش دهد و با به تأخیر افتادن کنترل علف‌های هرز تا ورود کلزا به مرحله روزت، روند نزولی عملکرد دانه شـدت بیشـتری پیدا می‌کند (۴۸). در گیاه ذرت (*Zea mays*)، عملکرد در تیمـار تـداخـل علف‌هـای هرز تـا مرحله ۲ برگی، اختلاف معنی‌داری با تیمار کنترل تمام فصـل نداشـت. اما با ادامه تداخل تا مرحله ۵ برگی اختلاف معنی‌داری در عملکرد با تیمار شـاهد (۲۳ ٪ کاهش) مشاهده شد. که با افزایش دوره‌ی تداخل روندکاهشی عملکرد بیشـتر شد؛ به گونه‌ای که تداخل تا انتهای فصل، عملکرد را به میزان ۳۶٪ کاهش داد (۱۳). علاوه بر موارد ذکر شـده، تاثیر منفی آلودگی علف هرز با توجه به خصـوصیات ظاهری و فیزیولوژیکی گونه گیاهان می‌توانـد در هر گیـاه متفـاوت بـاشـد بـه طور مثـال در گلرنـگ (*Carthamus tinctorius*)، کنترل علف‌هـای هرز تـأثیر معنی‌دار بر عملکرد دانـه، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق (۵) و وزن هزار دانه (۲۸) داشت. در آفتابگردان (*Helianthus annuus*) گزارش شده است بین تیمارهای ۲۰ و ۴۰ روز آلوده به علف‌هرز و تیمارهای عاری از علف‌هرز از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (۳). اما سه تیمار۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ روز تداخل با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار داشتند. در گیاه سیاه‌دانه با افزایش طول دوره تداخل علف های هرز و افزایش شدت رقابت آنها با گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa*) عملکرد دانه و عملکرد روغن نیز کاهش یافت (۴۱).

با توجه به اهمیت گیاه کتان روغنی به عنوان یک گیاه حساس با توان رقابتی پایین در برابر علف‌های هرز، بررسـی زمان مناسب مبارزه با علف‌های هـرز در این گیاه به منظور پایداری هر چه بیشتر سیستم، حـــداقل رساندن کاربرد سموم شیمیایی و کاهش هزینه‌های کشاورز در پیرو بهبود کیفیت، عملکرد و تنوع بخشیدن به سیستم زراعی ایران از اهمیـت زیـادی برخودار است. بنابراین، پژوهش پیش‌رو به منظور بررسـی دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز کتان روغنی در یاسـوج پرداخته است.

مواد و روش‌ها

آزمـایش در بهار سـال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقات دانشـکده کشـاورزی دانشـگاه یاسـوج واقع در شـهرسـتان یاسـوج با مختصـات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شـمالی و با ارتفاع ۱۸۷۰ متر از سـطح دریا اجرا شد. مشـخصات خاک بر اساس آزمون خاک در جدول ۱ ذکر شده است. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصـادفی با ۱۴ تیمار و سـه تکرار اجرا شـد. تیمارها شـامل دو گروه، تیمارهای عاری از علف‌های هرز و تیمارهای تداخل علف‌های هرز در نظر گرفته شـدند. در گروه اول، کنترل علف‌های هرز تا (۱۱۷/۳[۱] GDD)، ۱۰ (۲۶۱/۲GDD)، ۲۰ (۴۲۱/۱ GDD)، ۳۰ (۵۸۹/۲ GDD)، ۴۰ (۷۶۶/۳ GDD) و ۵۰ (۶۴۵/۳GDD) ۶۰ روز پس از سبز شدن کتان روغنی، صورت گرفت و در گروه دوم، به علف‌های هرز اجازه داده شـد که با کتان روغنی تا زمان‌های مذکور رقابت کرده و پس از آن تا پایان فصـل وجین انجام شـد. دو تیمار کنترل و تداخل تمام فصـل علف‌های هرز نیز به عنوان تیمارهای شـاهد در نظر گرفته شـد. زمین طرح متشـکل از ۴۲ واحد آزمایشـی بود. هر کرت شـامل سـه پشـته به طول چهار متر و به فواصل۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر تشکیل شد. بر روی هر پشته دو ردیف کتان با فاصـله ردیف ۲۵ سـانتی‌متری و فاصله بین بوته ۴ سانتی‌متر کشـت شـدند. در هر کرت آزمایشـی دوخط کناری به عنوان اثر حاشـیه‌ای در نظر گرفته شد و صفات مورد بررسی به صورت تصادفی از چهار ردیف وسـط هر کرت اندازه‌گیری شـد. عملیات کاشـت کتان روغنی به صـورت دسـتی و در تاریخ ۳ تیرماه انجام شد. نمونه‌برداری جهت تعیین تعداد کپسـول در بوته، تعداد دانه در کپسـول، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه پس از اتمام رشد رویشی و زایشی بوته‌ها از وسـط هر کرت به مساحت ۲ متر مربع از محل طوقه کف‌بر شدند. بعد از خشک کردن در دمای ۷۰ درجه به مدت ۷۲ ساعت وزن شـدند و عملکرد زیسـتی در واحد سـطح محاسـبه شـد. بعد از آن کپسـول‌های۲۰ بوته (انتخاب تصادفی بوته‌ها) جدا و شمارش شدند و بر اسـاس میانگین در تک بوته محاسبه شدند. سپس تمامی دانه‌ها از کپسـول‌ها به روش دسـتی جدا و شـمارش شده و به صورت میانگین تعداد در هر کپسـول محاسـبه شدند. سپس بذور جدا شده از هر کرت وزن شـدند و در نهایت عملکرد دانه در واحد سـطح و وزن هزار دانه برای هر تیمار محاسـبه گردید. نمونه‌برداری از علف‌های هرز در دو

۱- روز درجه رشد (Growing Degree Day)

گروه تیماری به صورت جداگانه انجام شد. در گروه تیماری کنترل علف‌های هرز، نمونه‌برداری در انتهای فصل رشد برای تمامی آن تیمارها انجام شد. ولی برای تیمارهای تداخل، نمونه‌برداری از علف‌های هرز در پایان هر مرحله از رشد گیاه (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن) قبل از وجین علف‌های هرز انجام شد. نمونه‌برداری علف‌های هرز به وسیله دو بار گذاشتن تصادفی یک کوادرات ۲۵×۲۵ سانتی‌متری در هر تیمار و کف بر نمودن داخل آن تعیین می‌شود که طی آن تراکم کل علف‌های هرز اندازه‌گیری شد و سپس وزن خشک کل گونه‌ها اندازه‌گیری شد. بدین منظور نمونه‌ها در آون الکتریکی در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند. برای محاسبه درجه روز رشد پس از کاشت، از معادله (۱) استفاده شد و با استفاده از روش وایازی غیر خطی اجزاء دوره بحرانی تعیین شد. در این روش از معادلات غیرخطی گامپرتز (معادله ۳) برای تعیین پاسخ عملکرد به دوره‌های عاری از علف‌هرز و لجستیک معادله (۴) برای دوره‌های تداخل علف‌هرز استفاده شد.

معادله (۱) $GDD = \Sigma (Tmin+Tmax)/2) - Tb$

معادله (۲) عملکرد دانه ×درصد روغن= عملکرد روغن

معادله (۳) $y= a \exp(-b \exp(-cx))$

معادله (۴) $y=((1/(a \exp(b (x-c))+d))+((d-1)/d)) \times 100$

در این معادله (۱) GDD :روز- درجه- رشد، T_{min}: کمینه درجه حرارت روزانه هوا T_{max}: بیشینه درجه حرارت هوا بر حسب درجه سانتی‌گراد و Tb: درجه حرارت پایه کتان روغنی می‌باشد. در معادله (۳)، y: عملکرد دانه (درصد از شاهد عاری از علف هرز)، a: مجانب عملکرد، x: مدت کنترل علف‌های هرز پس از سبز شدن (بر حسب روز) و b: مقادیر ثابت. در معادله لجستیک (۴) Y عملکرد دانه (درصد از شاهد عاری از علف هرز)، x مدت تداخل با علف‌های هرز پس از سبز شدن (بر حسب روز)، b ،d ،a مقادیر ثابت، c نقطه عطف منحنی (بر حسب روز).

به منظور اندازه‌گیری روغن بذور به از روش سوکسله استفاده شد (۱۹). سپس، درصد روغن دانه و عملکرد روغن (معادله ۲) محاسبه شد. محلول سنجش از نمونه دانه خشک (آسیاب شده) همراه مخلوط هضم و هیدروژن پراکسید بر روی هیتر به دست آمد (۳۴). از این عصاره برای اندازه‌گیری نیتروژن (۳۴)، فسفر (۳۹) و پتاسیم (فلیم فتومتر)(۲۴) استفاده شد و درصد پروتئین دانه از حاصلضرب درصد نیتروژن در عدد ۶/۲۵ به دست آمد (۶).

برای اندازه‌گیری آهن و روی، نمونه‌های گیاهی آسیاب شده در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴ ساعت خاکستر شد، سپس خاکستر گیاه با کلریدریک اسید حرارت داده شد و بعد از آن محلول سنجش را صاف و به حجم نهایی رساندیم. این عصاره توسط طیف سنجی جذب اتمی غلظت آهن و روی در دانه گیاه بر اساس استاندارد تعیین شد (۷).

برای تجزیه‌ی آماری مشاهدات از نرم‌افزار SAS نسخه 9.1، برای مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL 2007 استفاده شد. از اطلاعات اداره هواشناسی حداقل و حداکثر دمای روزانه جهت محاسبه‌ی مجموع درجه روز رشد (GDD) به صورت ماهانه استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical properties of experimental location

بافت خاک Soil texture	کربن ارگانیک OC (%)	نیتروژن N (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Ec (dS/m)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	آهن Fe (mg.kg-1)	روی Zn ($mg.kg^{-1}$)
Silty clay	1.6	0.16	7.7	2.83	260	8	1.48	0.48

نتایج و بحث

تراکم و وزن خشک علف‌های هرز

علف‌های هرز جمع‌آوری شده شامل چندین گونه غالب نظیر قیاق (*Sorghum halepense*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، توق (*Xanthium strumarium*) و عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi*) بودند و اکثر فلور علف هرز مزرعه را تشکیل می‌دادند؛ گرچه نتایجی همسو پژوهش ما در گونه علف هرز مزرعه کتان (مانند عروسک پشت پرده و سلمه‌تره) گزارش شده است (۱) اما در بیشتر مواقع گونه علف‌های هرز غالب در مزرعه در سال‌های ابتدای کشت وابسته به بانک بذر موجود در خاک است. دوره‌های کنترل علف هرز تاثیر معنی‌داری بر تراکم وزن خشک علف‌های هرز داشت (جدول ۲). اما تاثیر طول دوره تداخل علف‌های هرز فقط بر وزن خشک علف‌های هرز معنی‌داری بود.

با توجه به شکل ۱ وزن خشک و تراکم علف‌های هرز با افزایش دوره‌های کنترل کاهش یافتند. به طوری‌که تیمار تداخل کامل (۱۱۰ روزه) در کل دوره رشد، بیشترین مقدار زیست توده علف هرز، ۱۴۹گرم (وزن خشک) در متر مربع، را تولید نمود. در تیمارهای کنترل، بیشترین تراکم علف‌های هرز (۵۸/۷ بوته در متر مربع)، مربوط به تیمار ۱۰ روز کنترل بود در حالی که بیشترین وزن خشک علف‌های هرز (۱۰۰/۲ گرم در متر مربع) در تیمار ۲۰ روز کنترل مشاهده شد اما با تیمار ۱۰ روز کنترل تفاوت معنی‌داری نداشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر دوره‌های کنترل و تداخل علف هرز بر وزن خشک و تراکم علف هرز

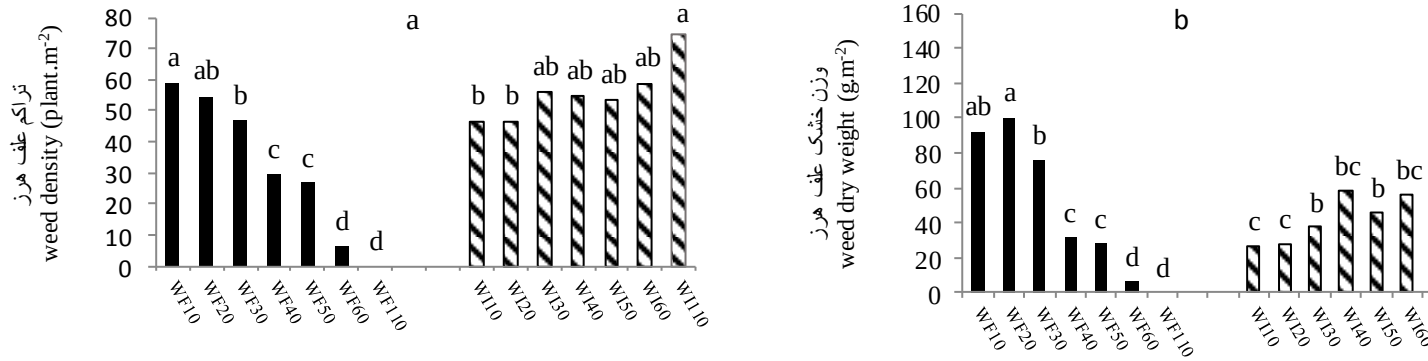
Table 2- Analysis of variance of the effect of weed control and weed interference duration on dry weight and weed density

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF.	میانگین مربعات Mean squar		منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF.	میانگین مربعات Mean squar	
		وزن خشک علف هرز Weed dry weight	تراکم علف هرز Weed density			وزن خشک علف هرز Weed dry weight	تراکم علف هرز Weed density
تکرار Replication	2	2.13^{ns}	101.33^{ns}	تکرار Replication	2	235.39^{ns}	51.04^{ns}
دوره کنترل Control period	6	45.28^{**}	1570.53^{**}	دوره تداخل Interference period	6	5410.90^{**}	269.20^{ns}
خطا Error	12	111.89	33.77	خطا Error	12	206.61	2041.90
CV% ضریب تغییرات		22.15	18.27	CV% ضریب تغییرات		25.07	23.37

ns،غیرمعنی‌دار و ** معنی‌دار در سطح خطای ۱ درصد

ns Non significant and **Significant at P<0.01

با افزایش طول دوره‌ی کنترل کاهش وزن خشک علف‌های هرز امری طبیعی است (۲۲) زیرا با افزایش دوره کنترل، بوته‌های علف‌هرز در شرایطی، فرصت رویش پیدا می‌کنند که قدرت رقابت نسبی بوته‌های کتان روغنی به دلیل گسترش شاخه‌های جانبی، افزایش ارتفاع و سایه‌اندازی شدیدتر، بهبود یافته است. به همین دلیل بوته‌های علف‌هرز به طور کامل موفق به ادامه رویش نمی‌شوند (۱۵). همچنین یکی دیگر از علل سیر نزولی تراکم علف‌های هرز با افزایش دوره‌های کنترل می‌تواند به دلیل کاهش بانک بذر علف‌های هرز در اثر وجین‌های متوالی، سپری شدن زمان مناسب سبز شدن برخی از علف‌های هرز، کاهش امکان سبز شدن آن‌ها در زیر کانوپی گیاه زراعی و پدیده خودتنکی علف‌های هرز و مصادف شدن زمان جوانه‌زنی غالب علف‌های هرز مزرعه با مراحل اولیه رشد محصول باشد (۴۹). اما از طرفی دیگر با افزایش طول دوره‌های تداخل، وزن خشک و تراکم علف‌های روند صعودی داشت. زیرا در طول دورهٔ تداخل به دلیل ضعیف بودن گیاهچه اولیه کتان در اول فصل و کافی بودن منابع رشدی، علف‌های هرز به راحتی می‌توانند رشد کنند (۲۲). در واقع افزایش وزن خشک و تراکم علف‌های هرز با افزایش دوره‌ی تداخل علف‌های هرز امری طبیعی است (۳۳).



شکل ۱- اثر دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز در گیاه کتان بر تراکم (الف) و وزن خشک (ب) علف‌های هرز

ستون‌های دارای حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح خطای (٪ ۵) اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 1- Effect of weed control and weed interference duration on weed density (a) and weed dry weight (b)

Colums followed by the same letter are not significantly differentns base on LSD test (P≤0.05).

به‌طوری‌که بیشترین و کمترین تراکم (۷۴/۶۷ و ۴۶/۶۷ بوته در متر مربع) و وزن خشک (۱۴۹/۵۲ و ۲۷/۰۱ گرم در متر مربع) به ترتیب مربوط به ۱۱۰ و ۱۰ روز تداخل بود (شکل ۱). تراکم علف‌های هرز از تیمار تداخل ۳۰ روزه تا تداخل کامل تغییر معنی‌داری نکرد زیرا

رقابت بر سر فضا و منابع غذایی، محدود بودن این دو عامل از یک طرف و پدیده خود تنکی و سایه‌اندازی در بین گونه‌های علف‌های هرز کتان روغنی از طرفی دیگر، رشد و گسترش علف‌های هرز جدید (در نتیجه افزایش تراکم) را با افزایش دوره تداخل محدود کرده است (۳۲). گزارش شده است که با طولانی شدن دوره تداخل علف‌های هرز، تعداد علف‌های هرز در مزرعه آویشن باغی ابتدا یک روند افزایشی و در انتها به دلیل رقابت و عدم وجود فضای کافی روند کاهشی نشان داده است (۲۲). با افزایش یافتن طول دوره تداخل علف‌های هرز تعداد علف‌های هرز در مزرعه سیاهدانه تا اواسط فصل رشد سیاهدانه دارای روند صعودی بود و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود در ۴۲ روز پس از کاشت رو به کاهش گذاشت به‌طوری‌که در انتهای فصل رشد به کمترین مقدار خود رسید (۴۱).

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد، اجزاء عملکرد، روغن، پروتئین و محتوای عناصر دانه کتان روغنی تحت تاثیر دوره‌های تداخل و کنترل علف هرز

Table 3- Analysis of variance of yield, yield components, oil, protein and nutrient content of linseed affected by weed interference and weed control duration

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF.	Mean of squares میانگین مربعات											
		عملکرد روغن Oil yeild	عملکرد دانه Garin yeild	تعداد کپسول در بوته Number of capsul per plant	تعداد دانه در کپسول Seed number per capsul	وزن هزار دانه 1000 Seed weigh	عملکرد زیستی Biological yield	روغن دانه Seed oil	پروتیئین دانه Seed protein	فسفر دانه Seed P	پتاسیم دانه Seed K	روی دانه Seed Zn	آهن دانه Seed Fe
تکرار Replication	2	6.3^{ns}	96.9^{ns}	24.73^{ns}	0.24^{ns}	0.01^{ns}	503^{ns}	12.5^{ns}	36.6^{ns}	7160462^{ns}	1515482^{**}	3.37^{ns}	117^{ns}
تیمار Treatment	13	1087^{**}	4109^{**}	1874^{**}	1.10^{**}	0.70^{**}	21971^{**}	12.7^{*}	46^{**}	23527117^{**}	1664910^{**}	35.1^{**}	414^{**}
خطا Error	26	937	82.9	3153	0.11	0.11	692	5.7	12.1	2246033	218768.8	7.2	131
ضریب تغییرات CV%		6.40	4.23	13.00	4.46	5.30	3.93	5.52	18.59	14.86	25.27	12.90	20.01

ns،غیرمعنی‌دار، * و ** معنی‌دار در سطح خطای ۵ و ۱ درصد

ns Non significant, * and ** Significant at P<0.05 and P<0.01

محتوای عناصر غذایی

اثر تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز در سطح خطای یک درصد بر میزان عناصر فسفر، پتاسیم، روی و آهن دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). با افزایش دوره‌های کنترل تمامی عناصر در دانه کتان روغنی افزایش یافتند؛ این نتیجه ممکن است به دلیل رقابت کمتر برای مواد مغذی و آب از طریق محدود کردن هجوم علف‌های هرز باشد که منجر به افزایش جذب عناصر مختلف نظیر روی، پتاسیم و فسفر می‌شود (۱۰). اما میزان افزایش فسفر دانه در بین هیچکدام از تیمارهای کنترل (حتی در تیمار کنترل کامل) معنی‌دار نبود. تیمارهای کنترل ۴۰ ۵۰ و ۶۰ روزه از نظر میزان آهن و روی تفاوت معنی‌داری با کنترل کامل نداشتند ولی میزان پتاسیم در این تیمارها به طور معنی‌داری کمتر ازکنترل ۱۱۰ روزه بود. کمترین میزان عناصر پتاسیم، آهن و روی مربوط به کنترل ۱۰ روزه بود که به ترتیب ۶۴، ۳۴/۵ و ۲۹/۴ درصد کمتر از کنترل کامل بودند (جدول ۴). در واقع رقابت با علف‌های هرز باعث کاهش جذب عناصر فسفر، پتاسیم (۲۹) آهن و روی (۱۶) و در نتیجه کاهش آن در دانه می‌شود. کمترین میزان فسفر در تیمار تداخل مربوط به تیمار ۵۰، ۶۰ و ۱۱۰روزه (تداخل کامل) بود و نسبت به کنترل کامل میزان فسفر در این تیمارها به ترتیب ۴۸، ۶۲/۱ و ۶۲/۵ درصد کمتر بودند. تداخل علف‌های هرز باعث کاهش عنصر آهن، روی و پتاسیم نیز شد؛ اما در رابطه با آهن این روند کاهشی در هیچ کدام از تیمارهای تداخلی معنی‌دار نبود. همچنین کاهش عناصر روی و پتاسیم با افزایش طول تداخل علف‌های هرز از ۳۰ روز به بعد تغییر معنی‌داری نکرد (جدول ۴). در کل کاهش قابل توجه محتوای روی، آهن، فسفر و پتاسیم با افزایش تداخل و کاهش کنترل نشان‌دهنده اختلال جذب عناصر غذایی و انتقال آن به دانه در کتان بوده و علت این رخداد رقابت گونه‌های علف هرز بر سر جذب عناصر غذایی بوده است (۱۴). مدیریت به موقع علف‌های هرز می‌تواند باعث کنترل مناسب مواد مغذی در مزرعه، کاهش علف‌های هرز و عوارض جانبی آنان بر گیاه کتان روغنی شود. زیرا بهبود مواد مغذی نظیر آهن، فسفر، روی و پتاسیم در دانه با کنترل علف هرز علاوه بر اینکه تاثیر مثبتی بر عملکرد دانه دارد بلکه عامل افزایش سطح کیفی دانه نیز می‌باشد (۱۱ و ۱۰).

پروتئین دانه و اجزای عملکرد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز تاثیر معنی‌داری (در سطح احتمال یک

درصد) بر میزان پروتئین دانه، تعداد کپسول در بوته، دانه در کپسول و وزن هزار دانه داشتند (جدول ۳). کمترین و بیشترین میزان پروتئین به ترتیب مربوط تیمار ۱۰ روز کنترل (با تیمار تداخل کامل اختلاف معنی‌داری نداشت) و کنترل کامل (۱۱۰ روزه) بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر دوره‌های تداخل و کنترل علف هرز برعملکرد و اجزای عملکرد کتان روغنی

Table 4- The mean comparison of the effect of weed control and weed interference duration on yield and yield components of linseed

	روز پس از سبز شدن کتان روغنی Day after linseed emergence	تعداد کپسول در بوته Number of capsul per plant	تعداد دانه در کپسول Seed number per capsule	وزن هزار دانه 1000 Seed weigh (g)	عملکرد زیستی Biological yield ($g.m^{-2}$)	دانه					
						روغن Oil (%)	پروتئین Protein (%)	فسفر P ($mg\ Kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.Kg^{-1}$)	روی Zn ($mg.Kg^{-1}$)	آهن Fe ($mg.Kg^{-1}$)
عاری از علف هرز Weed Free	10	81.0^{defg}	7.03^{fg}	5.8^{d}	652.7^{ef}	39.5^{c}	12.1^{d}	10.78^{ab}	1.37^{de}	18.0^{ef}	52.7^{cd}
	20	91.3^{cde}	7.42^{def}	6.1^{cd}	678.2^{de}	42.3^{abc}	16.8^{bcd}	11.50^{ab}	1.47^{cde}	20.0^{bcdef}	59.8^{abcd}
	30	98.7^{cd}	7.48^{cdef}	6.6^{abc}	706.8^{cd}	42.9^{abc}	19.7^{abc}	11.51^{ab}	1.89^{bcde}	24.0^{abc}	58.5^{bcd}
	40	104.9^{bc}	7.62^{bcdef}	6.7^{ab}	725.8^{cd}	44.3^{ab}	19.6^{abc}	11.63^{ab}	2.00^{bcde}	24.5^{ab}	65.2^{abcd}
	50	105.3^{bc}	8.02^{abcd}	6.9^{ab}	735.0^{bc}	44.2^{ab}	21.3^{abc}	12.47^{ab}	2.30^{bc}	23.0^{abcde}	69.2^{abc}
	60	119.6^{ab}	8.07^{abc}	7.1^{a}	776.5^{b}	45.2^{ab}	24.8^{a}	12.60^{a}	2.65^{b}	24.2^{ab}	76.8^{ab}
	110	130.1^{a}	8.16^{ab}	7.1^{a}	844.5^{a}	45.7^{a}	26.0^{a}	12.94^{a}	3.89^{a}	25.5^{a}	80.5^{a}
تداخل علف‌های هرز Weed Interference	10	82.4^{def}	8.37^{a}	6.8^{ab}	680.2^{de}	44.4^{ab}	21.6^{ab}	12.32^{ab}	2.17^{bcd}	23.3^{abcd}	52.2^{cd}
	20	77.4^{efg}	7.90^{abcde}	6.8^{ab}	647.7^{ef}	44.8^{ab}	21.0^{abc}	11.14^{ab}	1.74^{cde}	23.0^{abcde}	52.8^{cd}
	30	67.8^{fg}	7.30^{ef}	6.4^{bcd}	624.5^{fg}	44.7^{ab}	16.5^{bcd}	9.63^{bc}	1.40^{de}	19.0^{cdef}	50.5^{cd}
	40	61.8^{fgh}	7.28^{ef}	6.1^{cd}	611.0^{fg}	45.4^{ab}	17.0^{bcd}	7.93^{cd}	1.29^{de}	18.7^{def}	46.8^{d}
	50	61.7^{fgh}	7.45^{cdef}	5.9^{d}	596.8^{gh}	43.5^{abc}	16.1^{bcd}	6.98^{de}	1.150^{e}	17.0^{f}	46.7^{d}
	60	60.9^{gh}	6.65^{gh}	5.9^{d}	558.2^{hi}	40.9^{bc}	16.0^{bcd}	4.90^{e}	1.36^{de}	15.5^{f}	43.8^{d}
	110	42.4^{h}	6.17^{h}	5.8^{d}	527.3^{i}	39.6^{c}	14.6^{cd}	4.84^{e}	1.20^{e}	16.3^{f}	45.2^{d}

در هر ستون اعداد با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌داری در سطح خطای ۵٪ نمی‌باشند.

In each column, numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P\leq0.05$).

تاثیر علف‌های هرز و دوره‌های مختلف کنترل و تداخل علف‌های هرز بر غلظت پروتئین دانه متفاوت است. به‌طوری‌که بین تیمار کنترل ۶۰ روزه و کنترل کامل تفاوت معنی‌داری دیده نشد ولی این دو تیمار به طور معنی‌داری بیشتر از کنترل ۱۰ و ۲۰ روزه و تداخل ۳۰ روزه به بعد بودند. با افزایش دوره‌های تداخل علف‌های هرز، میزان پروتئین در این گیاه کاهش یافت ولی فقط تیمار تداخل کامل باعث کاهش معنی‌دار پروتئین نسبت به سایر تیمارها شد (جدول ۴). دسترسی گیاهان به نیتروژن یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر پروتئین دانه و رشد گیاه است (۱۷) و افزایش آلودگی به علف‌های هرز در مزرعه باعث رقابت درون و بین گونه‌ای بر سر نیتروژن می‌شود (۳۱) که در نهایت منجر به کاهش پروتئین دانه، رشد رویشی و زایشی می‌شود (۲۵). بسیاری از مشاهدات نیز کاهش میزان پروتئین دانه را در حضور علف‌های هرز تأیید می‌کند (۳۷ و ۳۰). طی تحقیقاتی که بر روی کلزای پاییزه انجام شد، مشخص شد که وزن هزار دانه به طور

معنی‌داری تحت تاثیر دوره تداخل علف‌های هرز قرار گرفت (۴۸) و حذف علف‌های هرز در کلزا باعث افزایش وزن هزار دانه و سایر صفات مرتبط با عملکرد گشت (۹). در این تحقیق نیز مشاده شد که افزایش طول دوره‌های کنترل و تداخل به ترتیب موجب افزایش و کاهش تعداد کپسول، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه شد (جدول ۴). گزارش شده رقابت با علف هرز تاثیر منفی در عملکرد دانه کتان و ویژگی‌های وابسته به آن یعنی صفات مانند تعداد کپسول، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه کتان داشته است (۱). بیشترین تعداد کپسول (۱۳۰)، تعداد دانه در کپسول (۸/۱۵) و وزن هزار دانه (۷/۱) مربوط به تیمار کنترل کامل (۱۰۰ روزه) و کمترین مقدار این صفات مربوط به تیمار تداخل کامل بود. تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه در تیمارهای کنترل ۶۰، ۵۰، ۴۰ و کنترل کامل اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). در گیاه سویا گزارش شده است وزن هزار دانه و تعداد دانه در نیام با کنترل علف هرز افزایش یافته. اما وزن هزار دانه در تیمار کنترل ۴۵، ۶۰ روزه و کنترل کامل معنی‌دار نبود؛ همچنین تعداد دانه در نیام در تیمار ۶۰ و کنترل کامل معنی‌دار نبود (۳۲). کنترل علف‌های هرز به دلیل بهبود دسترسی به آب و مواد مغذی و جلوگیری از کوتاه شدن دوره‌ی دانه‌بندی، باعث بهبود وزن هزار دانه و سایر اجزای عملکرد می‌شود (۳۷). تعداد کپسول در تیمارهای کنترل ۶۰، ۵۰ و ۴۰ در نیز اختلاف معنی‌داری نداشت ولی کنترل کامل (۱۱۰ روزه) به صورت معنی‌داری بیشتر از کنترل ۴۰ و ۵۰ روزه بوده که می‌توان گفت به دلیل وجود رقابت بین گونه‌ای علف‌های هرز و استقرار و افزایش ارتفاع بوته کتان در این مرحله از رشد، علف‌های هرز نتوانستند باعث کاهش معنی‌داری در تعداد کپسول و تعداد دانه در کپسول شوند.

عملکرد زیستی و دانه

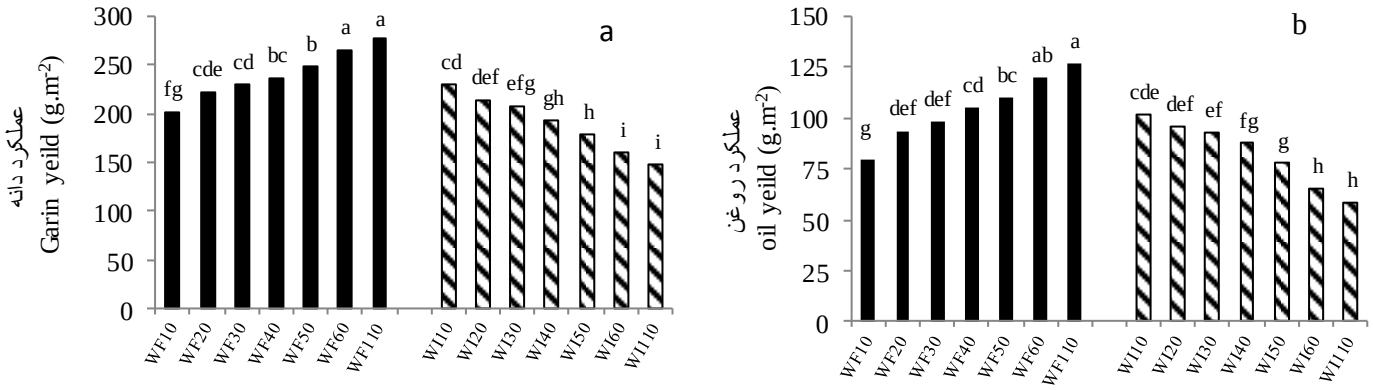
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌داد که اثر تیمارهای تداخل و کنترل علف‌های هرز بر میزان عملکرد زیستی و عملکرد دانه معنی‌داری بود (جدول ۳). افزایش مدت زمان حذف علف‌های هرز، افزایش هر دو عملکرد را به دنبال داشت و کاهش این دوره با کاهش عملکردها همراه بود (جدول ۴ و شکل ۲). بیان شده آلودگی به علف‌های هرز در مزرعه کتان باعث کاهش رشد در نتیجه کاهش عملکرد دانه و عملکرد زیستی این گیاه می‌شود (۱). در کنترل ۴۰، ۵۰ و ۶۰ روزه (حدودا در اواسط رشد کتان) عملکرد زیستی و دانه بیشتر از تداخل ۴۰، ۵۰ و ۶۰ روزه بوده (جدول ۴ و شکل ۲) و این نتیجه از اهمیت بالای کنترل علف‌های هرز در اوایل فصل رشد کتان پشتیبانی می‌کند در واقع رقابت علف‌های هرز در اوایل فصل، از رقابت در اواخر فصل مهم‌تر است (۴۳). همچنین با کنترل و کاهش وزن خشک علف هرز (زیست توده علف هرز در مزرعه) میزان عملکرد دانه بهبود می‌یابد (۴۶). ولی عملکرد دانه کتان در تیمار کنترل ۶۰ روزه با کنترل کامل (۱۱۰ روزه) اختلاف معنی‌داری نداشت. میزان عملکرد دانه در تداخل ۶۰ روزه با تداخل کامل (۱۱۰ روزه) اختلاف معنی‌داری نداشت؛ اما با افزایش تداخل، افزایش وزن خشک علف هرز و تاخیر در کنترل آنها عملکرد دانه کاهش یافت (شکل ۱). نتایج آزمایشی بر روی کلزا نشان داد با تداوم دوره تداخل علف‌های هرز تا بیش از مرحله چهار برگی کلزا، عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد (کنترل در تمام فصل) بین ۲۰ تا ۷۰ درصد کاهش یافت. همچنین با به تاخیر افتادن کنترل علف‌های هرز تا ورود کلزا به مرحله روزت، عملکرد دانه روند نزولی داشت (۴۸). در سویا گزارش شد تداخل علف هرز بر عملکرد دانه در تیمار وجین علف‌هرز در مرحله دو هفته بعد از یک برگی شدن سویا، همانند مزرعه عاری از علف‌هرز بود. در حالی که با افزایش تداخل تا ۴ هفته بعد از مرحله یک برگی، عملکرد دانه را به طور معنی‌داری کاهش داد. میزان این کاهش در مرحله ۱۰هفته بعد از یک برگی شدن حدود ۴۳ درصد بود (۱۸). کنترل کامل (۱۱۰ روزه) با عملکرد ۲۷۶/۸۲ گرم در متر مربع بیشترین عملکرد دانه را در بین تیمارها داشت و در مقابل تیمار تداخل تمام فصل با کاهش ۵۳/۴۷ درصدی نسبت به کنترل کامل، کمترین عملکرد دانه (۱۴۸/۰۳ گرم در متر مربع) را دارا بود (شکل ۱). روند تغییرات در میزان عملکرد زیستی تاحدی مشابه عملکرد دانه بود یعنی با افزایش دوره کنترل میزان عملکرد زیستی زیاد و با افزایش دوره تداخل میزان آن کم می‌شود (شکل ۲). میزان عملکرد زیستی در تداخل ۱۰ و ۲۰ روزه (که بعد آن ۱۰۰ و ۹۰ روز حذف علف‌های هرز صورت گرفت) با کنترل ۱۰ و ۲۰ روزه (که بعد آن علف‌های هرز تا پایان دوره رشد گیاه حفظ شدند) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴)؛

در واقع این نتیجه نشان می‌دهد رقابت با علف هرز در اول فصل تاثیر منفی بسیار زیادی بر رشد و تولید زیست توده می‌گذارد زیرا گیاهچه کتان دارای توان رقابتی ضعیف در برابر علف‌های هرز است، بنابراین می‌توان با اقدامات کنترل علف‌های هرز در اول فصل رشد، عملکرد دانه و زیستی این گیاه را بهبود بخشید (۱۲). مشابه نتایج این تحقیق نیز در پژوهشی دیگر علت ضعف کتان در رقابت با علف هرز، ضعیف بودن بذر کتان در ظهور و رقابت با علف هرز گزارش کرده‌اند به طوری‌که استفاده از تمام علف‌کش‌های قبل از ظهور باعث کاهش قابل توجهی در تراکم علف‌های هرز و بهبود عملکرد دانه، عملکرد زیستی، تعداد کپسول و تعداد دانه در کپسول در گیاه کتان شدند (۱).

عملکرد و درصد روغن

عملکرد و درصد روغن به طور معنی‌داری در سطح خطای یک درصد تحت تاثیر تیمارهای کنترل و تداخل قرار گرفتند (جدول ۳). عملکرد و درصد روغن با افزایش طول دوره حذف علف‌های هرز

افزایش و با کاهش دوره‌های وجین علف‌های هرز کاهش یافتند. مطابق با نتایج این تحقیق گزارش شده است که کنترل نکردن علف هرز در کتان باعث کاهش عملکرد روغن، دانه و عملکرد زیستی در کتان شد (۳۷). تغییرات درصد روغن تقریبا در تمامی تیمارها معنی‌دار نبود فقط در شرایطی که بیشترین آلودگی علف هرز وجود داشت، یعنی کنترل ۱۰ روزه و تداخل کامل (۱۱۰ روزه) درصد روغن به طور معنی‌داری از سایر تیمارها کمتر بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد روغن (۱۲۶/۷۱ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کنترل تمام فصل و کمترین عملکرد روغن (۵۸/۷۰ گرم در متر مربع) مربوط تیمار تداخل تمام فصل بود (شکل ۱). گزارش شده است تیمارهای حذف و رقابت علف‌های هرز درسطح خطای یک درصد بر عملکرد روغن معنی‌داری شده‌اند و تیمار شاهد بدون علف‌هرز بیشترین عملکرد روغن را به خود اختصاص داده است (۲).

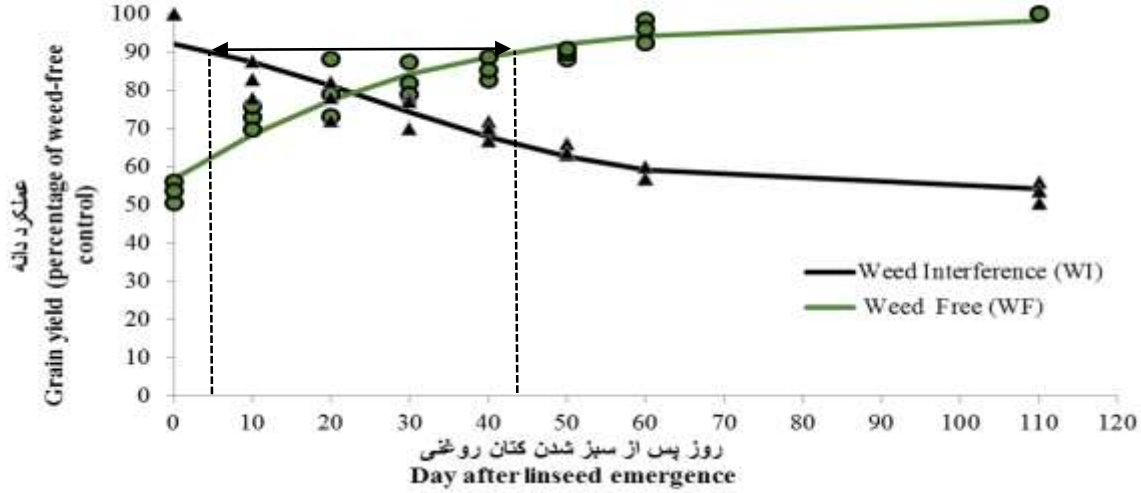


شکل ۲- تاثیر دوره‌های کنترل (WF) و تداخل (WI) علف‌های هرز بر عملکرد دانه (الف) و عملکرد روغن (ب) گیاه کتان

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح خطای (٪ ۵) اختلاف معنی‌داری ندارند.

Figure 2- Effect of weed control (WF) and weed interference (WI) durations on grain yield (a) and oil yield (b) of linseed

Colums followed by the same letter are not significantly differentns base on LSD test (P≤0.05).



شکل ۳- پاسخ عملکرد دانه کتان روغنی به طول دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز

Figure 3- Response of linseed yield to weed control and interference periods

عملکرد روغن بین دو تیمار ۶۰ روز تداخل و تیمار تداخل تمام فصل اختلاف معنی‌داری نداشت. از آنجایی که عملکرد روغن، حاصلضرب درصد روغن و عملکرد دانه است افزایش یا کاهش هر دوی این عوامل می‌توانند بر افزایش یا کاهش عملکرد دانه تأثیرگذار باشند. مشابه نتایج این تحقیق، بر روی سیاهدانه گزارش شده است که تاخیر در کنترل علف‌های هرز تاثیر منفی بر عملکرد دانه، درصد

روغن و درنتیجه کاهش عملکرد روغن سیاهدانه را به همراه داشته است (۴۱). بر این اساس می‌توان اذعان داشت که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز، شدت رقابت آن‌ها با گیاه زراعی افزایش می‌یابد و به علت کاهش عملکرد دانه و در شرایط آلودگی شدید کاهش درصد روغن، عملکرد روغن کتان نیز افت می‌کند.

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز

بر اساس داده‌های حاصل از این آزمایش، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز برای کتان روغنی در یاسوج، بر اساس ۱۰ درصد کاهش قابل قبول عملکرد دانه، از ۵ روز پس از سبز شدن کتان روغنی شروع شده و ۴۴ روز پس از سبز شدن کتان روغنی خاتمه یافت که این دوره بر اساس روز درجه رشد معادل ۱۴۲/۸ تا ۵۸۹/۸۵ GDD از زمان کاشت کتان روغنی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در واقع در کشت کتان به منظور کنترل علف‌های هرز، بهبود سطح کیفی (عناصر، روغن و پروتئین) و کمی (عملکرد) دانه و کاهش هزینه‌ها، پیشنهاد می‌شود که کنترل‌های علف هرز (بر اساس نتایج حاصل از دوره‌ی بحرانی) از روز پنجم پس از سبز شدن شروع شده و به مدت ۳۹ روز پس از این زمان، از حضور و رشد علف‌های هرز در این محصول جلوگیری شود.

منابع

1- Acharya S., Nirala R. B. P., Chowdhury A. R., Ghosh M., and Haque M. 2017. Bio-efficacy of herbicides against complex weed flora in linseed (*Linum usitatissimum* L.) in Indo-Gangetic plain of Bihar. Research on Crops 18(1): 49-56.
2- Asghari J., Khoshnam M., and Mohammadi M. 2010. Compare the critical period of weed control in two row spacing and its effect on the production of canola (*Brassica napus* L.). Weed Science 2(6): 41-55. (In Persian)
3- Asghari J., Vahedi A., and Khoshghaul H.R. 2011. Critical Period of Weed Control in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in West of Guilan province. Journal of Plant Protection 25(2): 116-126. (In Persian with English abstract)
4- Bilalis D., Karkanis A., Pantelia A., Patsiali S., Konstantas A., and Efthimiadou A. 2012. Weed populations are affected by tillage systems and fertilization practices in organic flax (*Linum usitatissimum* L.) crop. Australian Journal of Crop Science 6(1): 157.
5- Boniadi M. 2010. Determination of the Critical Period of Weed Control in Winter Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in Yasouj. M.Sc. Thesis. 100p. (In Persian)
6- Bremner J.M. 1996. Nitrogen total. In: Sparks, D.L. etal. (ed) Method of soil analysis. Part 3. Chemical method. SSSA. Book Ser. SSSA and ASA, Madison, USA. Pp: 1085-1122.
7- Chapman H.D., and Pratt P.F. 1961. Method for Analysis of Soil, Plants and Waters, USA: Division of Agriculture Science. University of California: Riverside. CA, 1188.
8- Coskuner Y., and Karababa E. 2006. Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). Journal of Food Engineering 78(3): 1067-1073.
9- Ehteshami S.M.R., Soleimani S., and Pazaki A. 2016. The effect of weed competition on morphophysiological traits, yield and yield components of canola of Zarfam cultivar in Varamin. Applied Agricultural Research 28(4).
10- El-Metwally I.M., Abd El-Salam M.S., and Ali O.A. 2015. Effect of zinc applicationand weed control on wheat yield and its associated weeds grown in zinc-deficient soil. International Journal of ChemTech Research 8(4): 1588-1600.
11- El-Metwally I.M., Ali O.A., and Abdelhamid M.T. 2015. Response of wheat (*Triticum aestivum* L.) and associated grassy weeds grown in salt-affected soil to effects of graminicides and indole acetic acid. Agriculture (Pol'nohospodárstvo) 61(1): 1-11.
12- Foulk J.A., Bauer P., Akin D.E., Busscher W.J., Camp C.R., Ayala-Silva T., and Dodd R.B. 2005. Tillage effects on cotton and flax. In Proceedings of the 27th Southern Conservation Tillage Systems Conference, Florence, South Carolina, USA, 27-29 June, 2005 (pp. 131-139). North Carolina Agricultural Research Service, North Carolina State University.
13- Gerami A., Siadat S.A., Bakhshandeh A.M., Fathi K., and Alami Saeid. 2013. Determination of critical period of weed control in corn (*Zea mays* L.) in Ahvaz region. Journal of Plant Production 36(1): 39-44. (In Persian with English abstract)
14- Ghasemi-Fasaei R., and Mansoorpoor Y. 2015. Metal micronutrients relationships in crop, soil, and common weeds of two maize (*Zea mays* L.) fields. Archives of Agronomy and Soil Science 61(12): 1733-1741.
15- Gholampour Sh., Yousef M., Hosseini N., and Alizadeh H. 2013. The effect of different weed management methods and plant density on weed control and crop yield (*Cicer arietinum* L.). Iranian Crop Science 44(4): 563-574.
16- Glowacka A., Klikocka H., and Onuch J. 2015. Content of zinc and iron in common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) in different weed control methods. Journal of Elementology 20(2).

17- Hiltbrunner J., Liedgens M., Stamp P., and Streit B. 2005. Effects of row spacing and liquid manure on directly drilled winter wheat in organic farming. European Journal of Agronomy 22(4): 441-447.
18- Hager A.G., Wax L.M., Stoller E.W., and Bollero G.A. 2002. Common water hemp (*Amaranthus rudis* L.) interference in soybean. Weed Science 50: 607-610.
19- Johnson C.M., and Ulrich A. 1959. Antalytical methods for use in plant analysis. California Agricultural Experiment Station 766: 52-78.
20- Johnson C.M., and Ulrich A. 1959. Antalytical methods for use in plant analysis. Bulletin of the California Agricultural Experiment Station University of California, 54 pp.
21- Karnas Z., Isik D., Tursun N., and Jabran K. 2019. Critical period for weed control in sesame production. Weed Biology and Management 19(4): 121-128.
22- Khazaei M., Habibi H., Zand I., Kordanaj A., Amini Dehghi M., and Hadizadeh M.H. 2012. Determining the critical period of thymus vulgaris (*Thymus vulgaris*) weed control. Weed Knowledge of Iran 8(2): 25-37.
23- Knezevic S.Z., Evans S.P., Blankenship E.E., Van Acker R.C., and Lindquist J.L. 2002. Critical period for weed control: the concept and data analysis. Weed Science 50: 773-786.
24- Knudsen D., Peterson G.A., and Pratt P.F. 1982. Lithium, sodium, and potassium. In 'Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties'. Agronomy no. Soil Science Society of America: Madison, WI. Part 2. 2nd edn: pp, 225–246.
25- Kolb L.N., Gallandt E.R., and Mallory E.B. 2012. Impact of spring wheat planting density, row spacing, and mechanical weed control on yield, grain protein, and economic return in Maine. Weed Science 60(2): 244-253.
26- Korres N.E., and Norsworthy J.K. 2015. Influence of a rye cover crop on the critical period for weed control in cotton. Weed Science 63(1): 346-352.
27- Kropf M.J., and Spitters C.J.T. 1991. A simple model of crop loss by weed competition from early observations on relative leaf area of the weeds. Weed Research 31: 97-105.
28- Matinfar M., Seifzadeh S., Shirani Rad A.H., Baghestani M., and Matinfar M. 2011. Effects of chemical weed control in different irrigation regimes on weed biomass and safflower yield. Ecophysiology of Crops and Weeds (Agricultural Sciences) 53-64. (In Persian)
29- Mehriya M.L., Yadav R.S., Jangir R.P., and Poonia B.L. 2007. Critical period of crop-weed competition and its effect on nutrients uptake by cumin (*Cuminum cyminum* L.) and weeds. Indian Journal of Agricultural Science 77(12): 849-852.
30- Metwally I.M., and Shalby E.M. 2007. Bio-remedaition of fluazifop-p-butyl herbicide contaminated soil with special reference to efficacy of some weed control treatments in faba bean plants. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 7: 11-19.
31- Mohamaddost Chamanabad H.R., Hemati A., Asghari D., and Barmaki A. 2013. Agricultural Nitrogen and Weed Interference on some Agronomic Traits, Five Cultivars wheat Yield and Components. Journal Agricultural Science and Sustainable Production 23(4): 131-140.
32- Mohammadi G.R., and Amiri F. 2011. Critical period of weed control in soybean (*'Glycine max'*) as influenced by starter fertilizer. Australian Journal of Crop Science 5(11): 1350.
33- Nezevic S.Z., Evans SP., and Mainz M. 2003. Row spacing influence the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). Weed Technology 17: 666-673.
34- Novozamsky I., Eck R., Schouwenburg J.C., and Walinga I. 1974. Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenol blue method. Netherlands Journal of Agricultural Science 22: 3-5.
35- Oomah B.D. 2001. Flaxseed as a functional food source. Journal of the Science of Food and Agriculture 81(9): 889-89.
36- Pali V., and Mehta N. 2014. Evaluation of oil content and fatty acid compositions of flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties of India. Journal of Agricultural Science 6(9): 198.
37- Peer F.A., Hassan B., Lone B.A., Qayoom S., Ahmad L., Kh, B. A., ... and Singh G. 2013. Effect of weed control methods on yield and yield attributes of soybean. African Journal of Agricultural Research 8(48): 6135-6141.
38- Pudełko K., Mańkowski J., and Kołodziej J. 2015. Cultivation of fiber and oil flax (*Linum usitatissimum* L.) in no-tillage and conventional systems. Part II. Influence of no-tillage and use of herbicides on yield and weed infestation of oil flax and the physical and biological properties of the soil. Journal of Natural Fibers 12(1): 72-83.
39- Røtset O. 1985. Determination of phosphate species in nutrient solutions and phosphorus in plant material as phosphovanadomolybdic acid by flow injection analysis. Analytica Chimica Acta 178: 217-221.
40- Sánchez Vallduví, G. E., and Sarandón S. J. 2011. Effects of changes in flax (*Linum usitatissimum* L.) density and interseeding with red clover (*Trifolium pratense* L.) on the competitive ability of flax against brassica weeds. Journal of Sustainable Agriculture 35(8): 914-926.
41- Sayyedi S.M., Rezvanimoghaddam P., Ghorbani R., and Nasiri Mahallati M. 2012. Effect of the critical period of weed competition on yield and its components in (*Nigella sativa* L.). Journal of Horticultural Sciences 26(1): 113-122. (In Persian with English abstract)
42- Seyyedi S.M., Moghaddam P.R., and Mahallati M.N. 2016. Weed competition periods affect grain yield and nutrient

uptake of Black Seed (*Niqella sativa* L.). Horticultural Plant Journal 2(3): 172-180. (In Persian with English abstract)
43- Smitchger J.A., Burke I.C., and Yenish J.P. 2012. The critical period of weed control in lentil (*Lens culinaris*) in the Pacific Northwest. Weed Science 60(1): 81-85.
44- Swanton C.J., O'SULLIVAN J.O.H.N., and Robinson D.E. 2010. The critical weed-free period in carrot. Weed Science 58(3): 229-233.
45- Swanton C.J., Booth B.D., and Murphy S.D. 2003. Weed ecology in natural and agricultural systems. Agriculture, Ecosystems & Environment 104(3): 683-684.
46- Tursun N., Datta A., Budak S., Kantarci Z., and Knezevic S.Z. 2016. Row spacing impacts the critical period for weed control in cotton (*Gossypium hirsutum*). Phytoparasitica 44(1): 139-149.
47- Tursun N., Datta A., Tuncel E., Kantarci Z., and Knezevic S. 2015. Nitrogen application influenced the critical period for weed control in cotton. Crop Protection 74: 85-91.
48- Yaghoubi S.R., and Aghaalikhani M. 2011. The effects of periods of weed control and weed interference on yield and yield components in winter canola (*Brassica napus* L.). Iran Agricultural Research 9(4): 659-669. (In Persian)
49- Yusof G., Shamami N., Majnonhoseini H., and Alizade M. 2013. Effects of Various Weed Management Methods and Crop Density on Weed Control and Yield of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Iranian Journal of Field Crop Science 44(4): 563-574.

Journal of Plant Protection
Vol. 35, No. 2, Summer 2021, P. 251-263

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۲۶۳-۲۵۱

Determination of the Critical Period of Weed Control in Linseed (*Linum usitatissimum* L.) in Yasuj

S.A. Hoseinian[1]- A. Yadavi[2*]- H. Farajee[3]- H. Balouchi[4]- M. Hamidian[5]

Received: 19-01-2021
Accepted: 12-05-2021

Introduction: Due to the high sensitivity of linseed to weed competition, high costs are imposed for weed management of linseed production. Determining the critical period of weed control is a practical strategy that is considered as one of the main pillars of the integrated weed management system due to the limited chemical control of weeds. The critical period is the period of the plant growth season during which weeds must be controlled so that yield damage does not exceed a threshold. This threshold is determined based on the cost of weed control. Critical period estimation can play an important role in achieving sustainable and integrated weed management in crop production and reducing the costs. Therefore, the aim of this study was to determine the critical period of weed control in order to stabilize the system as much as possible, minimize the use of chemical herbicides and reduce farmer costs on linseed in Yasuj.

Materials and Methods: This experiment was conducted in a randomized complete block design with 14 treatments and three replications in 2017 at the research farm of the Faculty of Agriculture, Yasouj University.Treatments included periods of weed control (WF) and weed interference (WI) up to 10, 20, 30, 40, 50 and 60 days after linseed emergence and also two treatments of weed control and weed interference for the whole season (110 days) .Three ridges (4 m long and 50 cm apart) were planted in each plot and two rows of linseed (row spacing and plant spacing of 25 and 4 cm) were planted on each ridge. Sampling was done to calculate the density and dry weight of weeds in the control treatment group (WF) at the end of the growing season and for interference treatments (WI) at the end of each stage before weeding. At the time of linseed maturing, yield components, biological yield, grain yield, oil yield, element content and protein of flaxseed were measured.The critical period of weed control was determined using Gampertz nonlinear regression equations (to determine yield response to weed-free periods) and Logistic nonlinear regression equation (to determine yield response to weed interference periods).

Results and Discussion: Weed control and weed interference periods had a significant effect on weed dry weight. With increasing control and interference periods weed dry weight increased and decreased, respectively. Throughout the whole season weed interference treatment produced the highest amount of weed dry biomass (149 g m-2), and among the control treatments, the highest dry weight of weeds was observed in the 20-day control treatment .

With increasing control periods, weed plants have the opportunity to grow in a situation where the relative competitiveness of linseed plants has improved due to the expansion of lateral branches, increase in height and more intense shading. For this reason, weed growth is limited. However, increasing the length of interference periods, weeds can grow easily due to the weakness of the initial linseed seedling at the beginning of the season and the lack of sufficient growth resources. The effect of weed interference and weed control treatments on grain content (P, K, Zn and Fe), grain protein, yield components, biological yield and grain yield, oil percentage and oil yield were significant. With increasing control periods and decreasing interference periods of all elements in linseed seed, the number of capsules per plant, the number of seeds per capsule and 1000-seed weight increased. Biological yield of linseed in 10 and 20 day interference treatments was not significantly different from 10 and 20 day control treatments, because weed competition in the first season has a very negative effect on growth and biomass production of linseed and seedlings linseed have poor competitiveness against weeds. Therefore with weed control measures at the beginning of the growing season can improve seed and biological yield of this plant.The critical period of weed control for linseed in Yasuj, based on a 10% reduction in grain yield, was determined from 5 days to 44 days after the emergence linseed, equivalent to 142.8 to 589.85 GDD from the time of linseed planting.

1, 2, 3, 4 and 5- M.Sc. Student, Associate Professors, Professor and Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: Yadavi@yu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jpp.2021.68061.1005

Conclusion: In order to prevent weeds growth, improve the quality (elements, oil and protein) and quantity (yield) of linseed grain and reduce the costs, it is recommended that weed control start from five days after linseed emergence to 39 days after aforementioned time.

Keywords: Critical weed free period, Crop-weed interaction, Duration of Weed Interference, Yield loss