نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد سیزدهم، شماره دوم، تابستان ۹۹
۸۲-۶۹
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI:10.22069/ejcp.2020.17915.2319

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نخود در شرایط دیم استان کردستان

سرور محمدخانی[۱]، ایرج طهماسبی[۲*]

[۱]دانش آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران
[۲]استادیارگروه زراعت واصلاح نباتات، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۵

چکیده

سابقه وهدف: نخود در ایران در بین حبوبات دارای بیشترین سطح زیر کشت و تولید می‌باشد. این محصول در رقابت با علف‌های‌هرز ضعیف است، لذا تشخیص دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز برای تعیین زمان مناسب مدیریت علف‌های‌هرز و کاربرد علف‌کش‌ها مهم می‌باشد. هدف از اجرای این آزمایش تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز نخود در شرایط دیم دشت دهگلان واقع در استان کردستان بود.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه کردستان در دشت دهگلان واقع در استان کردستان از ۲۹ فروردین تا ۳۰ تیرماه سال ۱۳۹۳ اجرا شد. رقم نخود مورد استفاده در آزمایش ILC482 بود. آزمایش دارای ۱۶ تیمار، شامل ۷ دوره عدم وجین (تداخل) علف‌های‌هرز و ۷ دوره وجین (عاری از علف‌هرز) به‌علاوه دوره‌های بدون علف‌هرز (وجین) و تداخل (عدم وجین) تمام فصل به عنوان شاهد بود. تیمارهای تداخل علف‌هرز و بدون علف‌هرز به صورت دوره‌های زمانی صفر، ۱۲، ۲۲، ۳۲، ۴۲، ۵۲، ۶۲، ۷۲ و ۹۲ روز پس از کاشت تنظیم شدند. شروع و پایان دوره بحرانی با برازش معادله به‌ترتیب به دوره‌های تداخل علف‌هرز و دوره‌های بدون علف‌هرز تعیین‌گردید. عملکرد نسبی دانه در تیمارها به صورت درصد از شاهد بدون علف‌هرز تعیین‌گردید. معادله چهارپارامتری لجستیک به عملکرد نسبی دوره‌های تداخل و بدون علف هرز (وجین)، برازش داده شد و سپس دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز براساس ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد قابل قبول تعیین شد.

یافته‌ها: تراکم علف‌های‌هرز درطی فصل رشد در دوره‌های تداخل از ۱۷/۴۲-۹/۹۸ بوته در متر مربع و به طور میانگین ۱۴/۸۲ بوته در متر مربع بود. میانگین تراکم سلمه‌تره، پیچک صحرایی، گلرنگ وحشی و تاج‌خروس به‌ترتیب ۸، ۴، ۱/۵ و ۰/۵ بوته در متر مربع بود که گونه‌های مهم علف‌های‌هرز مزرعه را تشکیل دادند. وزن خشک علف‌های هرز با افزایش طول دوره‌های تداخل به صورت خطی افزایش یافت و به ۶۲/۱۳ گرم در متر مربع رسید. اما افزایش دوره‌های بدون علف‌هرز موجب کاهش وزن خشک علف‌های هرز به تبعیت از معادله نمایی شد و در آخر فصل رشد تقریباً به صفر نزدیک شد. عملکرد دانه تیمارهای شاهد بدون علف‌هرز و شاهد تداخل به‌ترتیب ۱۰۶/۳۸ و ۶۸/۷۱ گرم در متر مربع بود. بدین ترتیب تداخل علف‌های‌هرز عملکرد دانه را ۳۵/۵ درصد در مقایسه با شاهد بدون علف‌هرز کاهش داد. شروع دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز براساس ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد قابل قبول ۲۰۸، ۲۹۲ و ۴۲۶ درجه روز رشد (۱۸، ۲۴ و ۳۶ روز پس ازکاشت) معادل ۳، ۵ و ۸ برگی نخود و پایان آن ۱۲۳۴، ۹۶۹ و ۷۲۰ درجه روز رشد (۷۹، ۶۷ و ۵۴ روز پس ازکاشت) معادل اواسط پرشدن دانه، انتهای غلاف رفتن و اوایل گلدهی نخود تعیین گردید.

*مسئول مکاتبه: i.tahmasebi@uok.ac.ir

نتیجه‌گیری: دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز بر اساس ۵ درصد افت عملکرد ۶۷-۲۴ روز پس از کاشت (از مرحله ۵ برگی تا اواخر غلاف رفتن) تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: افت عملکرد قابل قبول، تداخل، رقابت، عملکرد نسبی.

مقدمه

علف‌های‌هرز از طریق رقابت برای کسب منابع رشدی مانند نور، عناصرغذایی و آب موجب کاهش زیست‌توده و عملکرد دانه محصولات زراعی می‌شوند (۹). نخود به‌علت ارتفاع بوته کم و سرعت رشد پایین خصوصاً درمرحله گیاهچه‌ای در رقابت با علف‌های‌هرز ضعیف می‌باشد (۷، ۱۷). فرندا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که تداخل علف‌های‌هرز در کل دوره رشد نخود موجب کاهش ۸۵ درصدی عملکرد دانه شد (۸). در آزمایشی دیگر، علف‌های هرز عملکرد دانه ۱۳ ژنوتیپ نخود را تا ۹۲ درصد کاهش دادند (۱۹). محمدی و همکاران (۲۰۰۵) هم گزارش کردند که تداخل علف‌های‌هرز موجب کاهش ۶۶/۴ و ۴۸/۳ درصدی عملکرد نخود در تبریز و کرمانشاه گردید (۱۷).

تخمین دوره زمانی خسارت علف‌های‌هرز به محصول زراعی در طی فصل رشد از اهمیت بالایی برخوردار است (۱۰، ۱۶). دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز، دوره زمانی در طی رشد محصول است که باید علف‌های‌هرز برای جلوگیری از کاهش عملکرد کنترل شوند (۱۳، ۱۴، ۲۷). خصوصیات علف‌های‌هرز از قبیل گونه، زیست‌توده، تراکم (۱۱) و زمان سبزشدن در مقایسه با محصول زراعی (۲۶)، شرایط اقلیمی و فصلی (۵) و راهبردهای مدیریتی مانند نوع محصول و رقم آن، همچنین تغذیه گیاه و فاصله ردیف‌های کاشت (۲۲) از عوامل مؤثر بر طول دوره بحرانی هستند. دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز با تعیین زمان بحرانی حذف علف‌های‌هرز[۱]، دوره بحرانی عاری از علف‌های‌هرز[۲] و افت عملکرد قابل قبول[۳] مشخص می‌شود (۶). زمان بحرانی حذف علف‌های‌هرز حداکثر دوره زمانی است که به علف‌های‌هرز اجازه رشد و تداخل با محصول زراعی تا رسیدن به افت عملکرد قابل قبول داده می‌شود. دوره بحرانی عاری از علف‌هرز نیز حداقل طول دوره زمانی است که محصول زراعی برای جلوگیری از افت عملکرد باید عاری از علف‌هرز باشد (۳و۱۲). ترکیب دوره‌های حذف و عاری از علف‌هرز با توجه به افت عملکرد قابل قبول برای تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۴).

تعیین دوره بحرانی یکی از ابزارهای ضروری برای مدیریت پایدار و تلفیقی علف‌های‌هرز است (۱۱، ۲۳) مطلع بودن از دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز در نخود در کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های‌هرز و تعیین زمان مناسب کاربرد علف‌کش‌ها حائز اهمیت است (۱۷). در ایتالیا بر اساس ۵ درصد کاهش عملکرد قابل قبول نخود، شروع دوره بحرانی به‌طور متوسط از ۴۲۸-۲۶۱ درجه روز رشد و پایان آن اوایل گلدهی کامل یعنی هنگامی بود که کانوپی نخود بسته شد (۸). دوره‌بحرانی کنترل علف‌های‌هرز نخود در تبریز و کرمانشاه براساس ۱۰ درصد کاهش عملکرد توسط محمدی وهمکاران (۲۰۰۵) به‌ترتیب از مرحله ۵ برگی تا گلدهی کامل

۱. Critical time for weed removal (CTWR)

۲. Critical weed free period (CWFP)

۳. Acceptable yield loss (AYL)

(۲۴ تا ۴۸ روز پس از سبز شدن) و از مرحله ۴ برگی تا اوایل گلدهی (۱۷ تا ۴۹ روز پس از سبز شدن) تعیین‌گردید (۱۷). در یک آزمایش ۳ ساله در استان وان ترکیه نیز با احتساب ۵ درصد افت عملکرد، دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز از اوایل سبز شدن تا برداشت محصول گزارش شد (۲۱). نخود یکی از محصولات زراعی مهم استان کردستان است. عوامل اقلیمی، خصوصیات علف‌های هرز و راهبردهای مدیریتی تاثیر زیادی بر دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز دارند. تاکنون تحقیقات اندکی در رابطه با تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز نخود در ایران انجام شده است. هدف از این مطالعه تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز نخود در دشت دهگلان واقع در استان کردستان بود.

مواد و روش ها

این پژوهش از ۲۹ فروردین تا ۳۰ تیرماه سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در شهرستان دهگلان با مختصات ۴۸/۱۸ درجه شرقی، ۳۵/۱۸ درجه شمالی، با ارتفاع ۱۸۶۶ متر از سطح دریا، واقع در ۴۵ کیلومتری شرق شهرستان سنندج اجرا شد. میانگین دما و میزان بارندگی ماهیانه و بلندمدت (۱۵ ساله از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳)، محل اجرای آزمایش در محدوده زمانی انجام طرح تحقیقاتی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- داده‌های هواشناسی (میانگین دما و بارندگی ماهانه) در طی دوره رشد محصول و بلندمدت (اداره کل هواشناسی استان کردستان).

Table 1- Meteorological data (Mean temperature and monthly rainfall) during growing season and long term of experimental site.

ماه Month	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Mean temperature (°C)		بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	
	متوسط بلندمدت Long term average	۱۳۹۳ 2014	متوسط بلندمدت Long term average	۱۳۹۳ 2014
فروردین April	11.37	9.75	36.89	14
اردیبهشت May	16.07	15.95	32.20	30
خرداد June	22.3	20.76	2.9	3
تیر July	25.77	26.45	1.32	0
میانگین Mean	18.88	18.23	73.31	47

خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت شنی-لومی، اسیدیته در محدوده خنثی و بدون مشکل شوری بود (جدول۲). طبق نتایج آزمایش خاک و توصیه کودی، قبل از کاشت مقدار ۵۰ کیلوگرم کود اوره و ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار مورد استفاده قرارگرفت.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی.

Table 2- Soil physical and chemical characteristics of experimental cite.

بافت خاک Soil texture	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	رس (درصد) Clay (%)	کربن آلی (درصد) O.C. (%)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K (mg/kg)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P (mg/kg)	نیتروژن (درصد) N (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC(ds.m^{-1})
شنی- لومی Sandy-loam	39	23	38	0.55	300	12.38	0.5	7.7	0.6

آزمایش در شرایط دیم و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و چهار تکرار انجام شد. رقم نخود کشت شده ILC482 بود. هر بلوک دارای ۱۶ تیمار بود که در دو گروه قرارداده شدند. گروه اول شامل تیمارهای تداخل علف‌های‌هرز (بدون وجین) تا ۱۲، ۲۲، ۳۲، ۴۲، ۵۲، ۶۲ و ۷۲ روز پس از کاشت نخود و سپس کنترل آن‌ها تا آخر فصل رشد و تیمارهای گروه دوم شامل تیمارهای عاری از علف‌هرز (وجین) تا ۱۲، ۲۲، ۳۲، ۴۲، ۵۲، ۶۲ و ۷۲ روز پس از کاشت نخود و سپس تداخل علف‌های‌هرز تا آخر فصل رشد بود. دو تیمار کنترل تمام فصل و تداخل تمام فصل علف‌های‌هرز نیز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. هر کرت شامل هفت خط کاشت به طول چهار متر با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۱ سانتی‌متر برای ایجاد تراکم ۳۰ بوته در متر مربع بود. بین کرت‌ها دو خط نکاشت (۶۰ سانتی‌متر) و بین تکرارها ۷۵ سانتی‌متر فاصله در نظرگرفته شد. کاشت بذور و وجین علف‌های‌هرز به‌صورت دستی انجام شد. هم‌زمان با سبز شدن محصول (۱۲ روز پس از کاشت)، نمونه‌برداری برای تعیین صفات مرتبط با علف‌های‌هرز و محصول زراعی آغازشد. در طی مراحل رشد، هشت مرحله نمونه‌برداری انجام شد (جدول۳).

جدول۳- مراحل نمونه‌برداری نخود در طی فصل رشد.

Table 3- Sampling stages of chickpea during growing season.

مراحل نمونه‌برداری Sampling stages	روزهای پس از کاشت Days after planting	درجه روز رشد GDD*	مراحل رشدی نخود Chickpea phenological stages
1	12	137.60	سبز شدن Emergence
2	22	267.15	چهار برگی Four leaf stage
3	32	381.10	شش برگی Six leaf stage
4	42	520.95	اوایل گلدهی Early flowering
5	52	686.85	گلدهی کامل Full flowering
6	62	866.50	اوایل غلاف دهی Early pod
7	72	1086.15	اوایل پر شدن دانه
8	92	1542.05	رسیدگی Maturity

*Growing degree-days (GDD)

در طی فصل رشد، هشت مرحله نمونه‌برداری علف‌های‌هرز با فواصل زمانی ۱۰ روز یک‌بار از خطوط ۲ و ۳ هرکرت با در نظرگرفتن خطوط ۱ و ۴ به‌عنوان حاشیه به مساحت ۱۹۸۰ سانتی‌متر مربع (تقریباً ۰/۲ متر مربع) انجام شد. در مرحله رسیدگی محصول (مرحله هشتم) نمونه‌برداری از خطوط ۵ و ۶ که برای عملکرد نهایی در نظرگرفته شده بود، صورت گرفت و تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز ثبت گردید. در مرحله برداشت با حذف خطوط چهار و هفت به‌عنوان حاشیه، نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد از خطوط پنج و شش پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط نمونه‌برداری به مساحت ۱/۸ متر مربع (۰/۶×۳) انجام و پس از خرمن‌کوبی و جداسازی دانه‌ها از غلاف عملکرد دانه مشخص شد.

روند تغییرات وزن‌خشک علف‌های‌هرز طی فصل رشد در تیمارهای عاری از علف‌هرز و تداخل مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور در تیمارهای عاری از علف‌هرز (وجین) که از ابتدای فصل رشد تا دوره معینی علف‌های هرز حذف و سپس تا آخر فصل رشد اجازه تداخل داده شد، وزن خشک علف‌های‌هرز در نمونه‌برداری آخر اندازه‌گیری و به روند تغییرات آن معادله نمایی (۸) برازش داده شد (معادله ۳).

معادله ۳: $Y=a*exp^{(b*x)}$

در این معادله؛ a: وزن‌خشک علف‌های هرز تیمار تداخل کامل (بدون وجین)، b: شیب منحنی و x: طول دوره عاری از علف‌هرز برحسب درجه روز- رشد تجمعی پس از کاشت است. به روند تغییرات وزن‌خشک علف‌های‌هرز در دوره‌های مختلف تداخل نیز معادله خطی (معادله ۴) برازش داده شد (۲۶).

معادله ۴ $Y=y0+ax$

در این معادله Y: وزن‌خشک علف‌های‌هرز، y0: عرض از مبدأ (وزن خشک در زمان کاشت)، a: شیب‌خط (مقدار افزایش وزن خشک به ازای افزایش هر درجه روز- رشد) و x: درجه روز- رشد تجمعی پس از کاشت می‌باشد.

به منظور تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز، ابتدا عملکرد نسبی (در مقایسه با شاهد بدون علف‌هرز) برای دوره‌های مختلف تداخل علف‌های‌هرز (بدون وجین) و دوره‌های عاری از علف‌هرز (با وجین) محاسبه شد. برای تعیین زمان شروع (شروع حذف علف‌های‌هرز) و پایان دوره بحرانی (پایان دوره حذف علف‌های‌هرز)، به داده‌های عملکرد نسبی مربوط معادله لجستیک چهار پارامتره از سری معادلات سیگموئیدی (معادله۵) برازش داده شد (۱۱، ۲۰).

معادله ۵: $y=C+[(D-C)/(1+(x/T_0)^{-S})]$

در این معادله y عملکرد دانه به‌صورت درصد از تیمار شاهد بدون علف‌هرز، C و D به‌ترتیب مجانب پایین و بالای منحنی(حداقل و حداکثر عملکرد دانه مربوط به تیمارهای شاهد تداخل و شاهد وجین)، T_0 زمان برحسب درجه روز- رشد برای رسیدن به نقطه عطف منحنی، S شیب منحنی در نقطه عطف و x زمان برحسب درجه روز- رشد پس از کاشت محصول است.

برای تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز با توجه به افت عملکرد قابل قبول (۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد) نسبت به شاهد بدون علف‌هرز، زمان شروع و پایان دوره بحرانی بر مبنای درجه روز- رشدهای تجمعی با استفاده از معادلات برازش داده شده مشخص و با مراحل فنولوژیکی رشد و روزهای پس از کاشت مطابقت داده شد (۲۰).

در معادلات برازش داده‌شده به‌جای استفاده از روزهای پس از کاشت از درجه- روز رشد تجمعی

استفاده شد. استفاده از درجه- روز رشد تجمعی به‌عنوان واحد زمان برای کمی کردن دوره زمانی حضور (تداخل) و حذف علف‌های‌هرز توصیه شده است. این کارموجب کاهش تأثیر تفاوت درجه حرارت در طی مراحل رشد در برآورد دوره بحرانی در مناطق یا فصول مختلف خواهد شد (۲۲و۲۶) برای محاسبه درجه روز رشد از معادله ۷ استفاده شد.

معادله ۷: $GDD = \sum[(T_{max}-T_{min})/2]-T_{base}$

در این معادله؛ T_{max}، دمای حداکثر روزانه، T_{min}، دمای حداقل روزانه، T_{base}، دمای پایه است که برای نخود ۴ درجه سانتی‌گراد (۲۵) در نظر گرفته شد. برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS ver.9 و برازش معادلات به داده‌ها از نرم‌افزارسیگماپلات استفاده شد.

نتایج و بحث

جامعه، تراکم و زیست توده علف های هرز: علف‌های‌هرز سلمه‌تره، پیچک‌صحرایی، گلرنگ وحشی و تاج‌خروس در مزرعه به‌ترتیب بیشترین تا کمترین تراکم را داشتند (جدول۴).

جدول ٤- خصوصیات مهم‌ترین علف‌های‌هرز مزرعه آزمایشی در تیمارهای تداخل در طی فصل رشد.

Table 4. Characteristics of major weeds of experimental field in interference treatments during growing. season

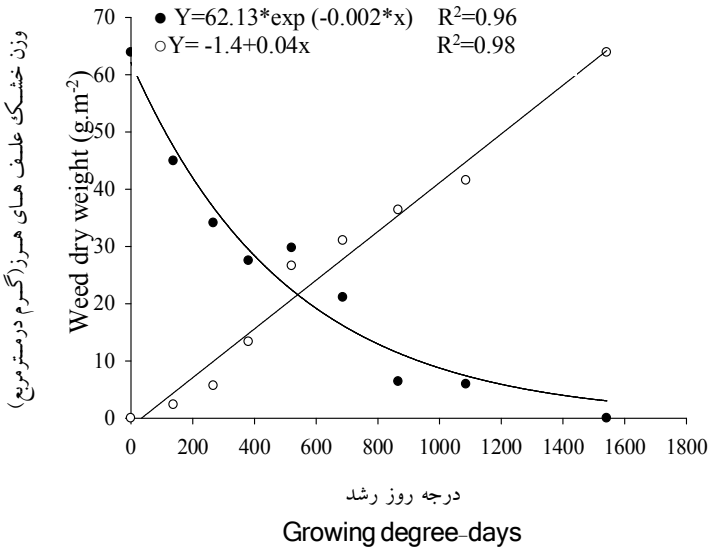
نام فارسی/انگلیسی Persian/English name	نام علمی Scientific name	طول عمر Life span	مسیرفتوسنتزی Photosynthetic pathway
سلمه تره Lambsquarter	*Chenopodium album* L.	یک‌ساله Annual	C_3
پیچک صحرایی Field bindweed	*Convolvulus arvensis* L.	چندساله Perennial	C_3
گلرنگ وحشی Wild Safflower	*Carthamus oxycantha* L.	یک‌ساله Annual	C_3
تاج‌خروس وحشی Red root pigweed	*Amaranthus retroflexus* L.	یک‌ساله Annual	C_4

در طی فصل رشد از تیمارهای تداخل (عدم وجین) نمونه‌برداری انجام شد که ترکیب و تراکم علف‌های هرز آن‌ها در جدول ۵ ارائه شده است. به‌طور متوسط بیشترین تراکم را دو گونه سلمه‌تره و پیچک صحرایی (به‌ترتیب ۸ و ۴ بوته در مربع) داشتند. در طی دوران رشد محصول تراکم سلمه‌تره تقریباً دو برابر پیچک صحرایی بود. تراکم گلرنگ وحشی به طورمتوسط ۱/۵۸ (در دامنه ۱/۲۵ تا ۲/۲۵) بوته در متر مربع بود. این علف‌هرز با توجه به حجم و ارتفاع بوته زیاد دارای قدرت رقابت بالایی با محصول است و به علت داشتن خار می‌تواند در برداشت محصول مشکلات زیادی را ایجاد نماید. کمترین تراکم علف‌هرز مربوط به گونه تاج‌خروس ریشه قرمز با ۰/۱۵ بوته در متر مربع (در دامنه ۰/۲۵ تا ۰/۹) بود. در مزرعه گونه‌های‌هرز دیگری هم حضور داشتند (که با عنوان سایرعلف های هرز بیان شده است) که تراکم آن‌ها قابل توجه نبود.

جدول ۵- ترکیب گونه‌ای و تراکم (بوته در مترمربع) علف‌های‌هرز در تیمارهای تداخل در مراحل مختلف نمونه‌برداری (روزهای پس از کاشت).

Table 5. Species composition and mean density (plants/m^{-2}) of weeds in interference treatments during sampling stages (Days after planting).

گونه علف‌هرز Weed species	روزهای پس از کاشت (Days after planting)								میانگین Average
	12	22	32	42	52	62	72	92	
سلمه تره *Chenopodium album*	7.91	9.33	9.33	8.5	9.25	7.16	6.66	8.30	8.31
پیچک صحرایی *Convolvulus arvensis*	4.5	3.7	5.6	5.58	4.66	3.5	2.08	4.23	4.23
گلرنگ وحشی *Carthamus tinctoria*	1.25	1.33	1.83	1.08	2.25	1.66	1.66	1.58	1.58
تاج‌خروس وحشی *Amaranthus retroflexus*	0.6	0.25	0.66	0.41	0.91	0.5	0.5	0.48	0.55
سایر علف‌های‌هرز Other weeds	0.25	0.5	0	0	0	0.16	0.16	0.07	0.15
جمع Total	14.51	15.11	17.42	15.5	17.07	9.98	11.06	14.6	14.82



شکل ۱- روند تغییرات وزن خشک علف‌های‌هرز در تیمارهای تداخل (○) و وجین (●) (وزن خشک علف‌های‌هرز در تیمارهای تداخل و وجین به‌ترتیب مربوط به زمان پایان تداخل و زمان برداشت محصول است).

Figure 1- Weed dry weight trend in interference (○) and weeding treatments (●) (Dry weight of interference and weeding treatments is belong to the end of interference and harvesting times respectively).

از آنجایی که جوانه‌زنی بذر علف‌های‌هرز تابع فراهم بودن صفر فیزیولوژیک و رطوبت مناسب خاک می‌باشد، رویش و تداوم رشد آن‌ها هم‌زمان با گیاه زراعی فراهم می‌شود و همین امر باعث ایجاد رقابت با محصول در طی دوره رشد محصول می‌گردد. روند تغییرات وزن‌خشک علف‌های‌هرز در تیمارهای تداخل و وجین در شکل ۱ ارائه شده است. در تیمارهای تداخل در پایان هر کدام از مراحل تداخل علف‌های‌هرز برداشت و وزن خشک آن‌ها تعیین و سپس تا پایان دوره علف‌های‌هرز حذف شدند. بدین ترتیب، با افزایش طول دوره تداخل، وزن‌خشک علف‌های‌هرز به‌صورت خطی افزایش یافت و در

مرحله برداشت (تداخل کل دوره) به بیشترین مقدار خود (۶۲/۱۳ گرم در متر مربع) رسید. در تیمارهای وجین نیز تا پایان هر دوره علف‌های‌هرز حذف شدند ولی به علف های هرز تا پایان دوره رشد اجازه رشد داده شد. بنابراین، وزن خشک علف‌های هرز در آخر دوره رشد اندازه‌گیری شد. وزن خشک علف‌های هرز با افزایش دوره وجین (بدون علف هرز) به سرعت و به تبعیت از معادله نمایی کاهش یافت و در آخر فصل رشد تقریباً به صفر رسید.

جدول ٦- ضرایب معادله لجستیک برازش داده شده به عملکرد نسبی دانه (درصد از شاهد وجین) تحت تأثیر دوره‌های تداخل و وجین علف‌های‌هرز.

Table 6- Logistic equation parameters fitted to relative seed yield (% of weed-free control) as affected by weed interference and weed free durations.

دوره Duration	ضرایب معادله Equation parameters				ضریب تبیین R^2	مقدار احتمال P value
	C	D	T_0	S		
تداخل Interference	100.4 (±0.57)	55.28 (±2.87)	778.12 (±55.29)	-2.01 (±0.18)	0.99	<0.0001
بدون علف‌هرز Weed free	100.57 (±2.84)	63.24 (±1.51)	550.53 (±44.43)	2.95 (±0.62)	0.99	<0.001

C و D به‌ترتیب مجانب پایین و بالای منحنی ، T_0 زمان برحسب درجه روز- رشد برای رسیدن به نقطه عطف منحنی (محل تغییر انحنای منحنی) و S شیب منحنی در نقطه عطف است. در ضمن، معادله لجستیک به دوره‌های تداخل و عاری از علف‌هرز (وجین) برازش داده شدند.

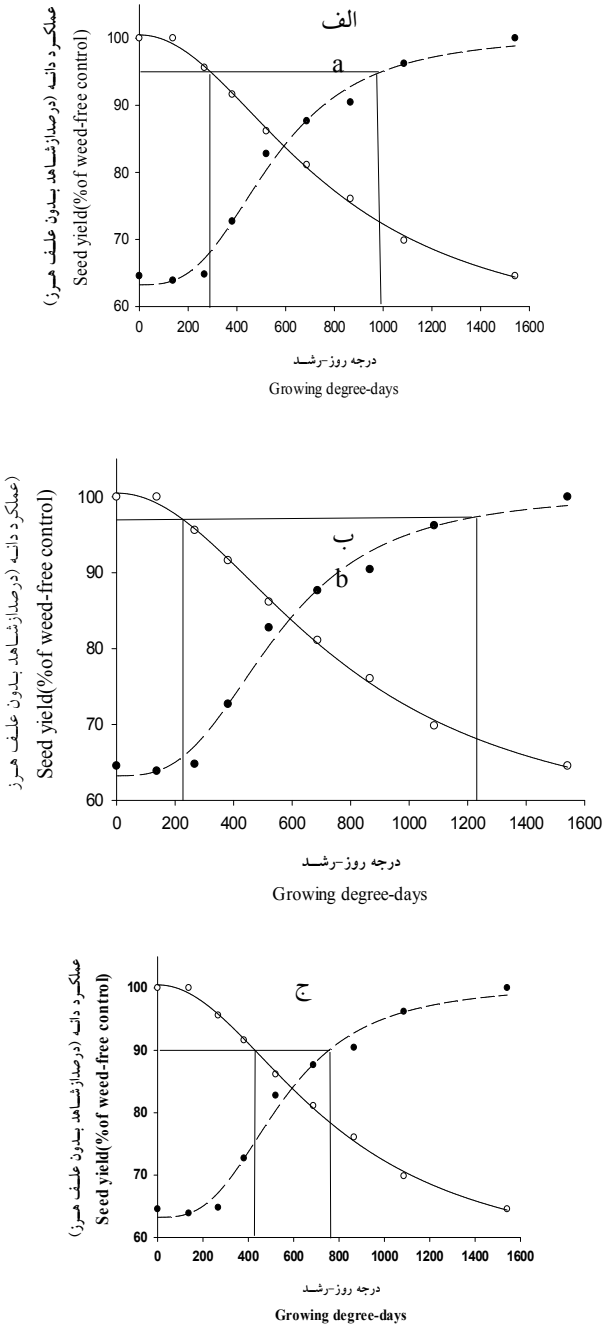
D and C: lower and upper asymptote, T0 Time based on growing degree days to achieve inflection point (where curvage changes), S curve slope in inflection point. Indeed Logistic equation fitted to interference and weeding durations.

تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز: عملکرد دانه تیمار شاهد وجین (عاری از علف هرز) تمام فصل ۱۰۶/۳۸ گرم در متر مربع و تداخل تمام فصل ۶۸/۷۱ گرم در متر مربع بود. با افزایش طول دوره وجین عملکرد نسبی دانه نخود افزایش یافت، به طوری که بیشترین عملکرد نسبی مربوط به تیمارهای شاهد عاری از علف هرز یعنی وجین در کل دوره رشد بود. با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز عملکرد نسبی کاهش پیدا کرد به گونه‌ای که در تداخل کل دوره رشد، عملکرد نسبی در مقایسه با شاهد وجین (بدون علف‌هرز) در کل دوره رشد ۳۵/۵ درصد کاهش یافت (شکل۲). تپ و همکاران (۲۰۱۱) افت عملکرد ناشی از تداخل علف‌های هرز را ۳۱- ۲۵ درصد و محمدی وهمکاران (۲۰۰۵) ۴۸ تا ۶۳ درصد گزارش کردند. افت عملکرد به علت تداخل علف‌های هرز در این آزمایش با نتایج گزارش شده توسط تپ وهمکاران (۲۰۱۱) نزدیک است، اما کمتر از نتیجه آزمایش محمدی و همکاران (۲۰۰۵) است که نشان می‌دهد افت عملکرد ناشی از تداخل یک خصوصیت مختص مکان[1] است که از مهمترین عوامل مؤثر بر آن، ترکیب، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و طول دوره تداخل است که در تبریز و کرمانشاه تقریباً دو برابر آزمایش حاضر بود (۸، ۱۷).

به منظور تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز، درصد عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد وجین برای دوره‌های مختلف تداخل و وجین تعیین گردید و به روند تغییرات آن در دوره‌های تداخل و وجین (بدون علف‌هرز) معادله لجستیک ۴ پارامتره برازش داده شد. سپس با توجه به میزان افت عملکرد قابل قبول، دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز تعیین گردید (شکل۲). ضریب تبیین بالا (۹۹ درصد) نشان‌دهنده دقت معادله در برآورد داده‌ها و میزان احتمال[2] تأیید کننده برازش مناسب معادله به داده‌ها است (جدول ۶).

۱. Site-specific

۲. P value



شکل ۲- دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز برای الف) ۲/۵ ب) ۵ و ج) ۱۰ درصد افت قابل قبول عملکرد دانه نسبت به شاهد بدون علف هرز در دوره‌های تداخل (○) و بدون علف‌هرز (●)

Figure 2- Critical period of weed control for a) 2.5, b) 5, and 10 percent acceptable seed yield loss of weed-free control in interference (○) and weed free (●) durations.

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نخود در دشت دهگلان کردستان با توجه به میزان افت عملکرد قابل قبول در جدول ۷ ارائه شده است. در این مطالعه زمان شروع و پایان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نخود براساس ۲/۵ درصد افت عملکرد قابل قبول نسبت به شاهد بدون علف هرز از ۱۲۳۴-۲۰۸ درجه روز- رشد برآورد شد که معادل ۷۹-۱۸ روز پس ازکاشت و مرحله رشدی ۳ برگی تا اواسط پرشدن

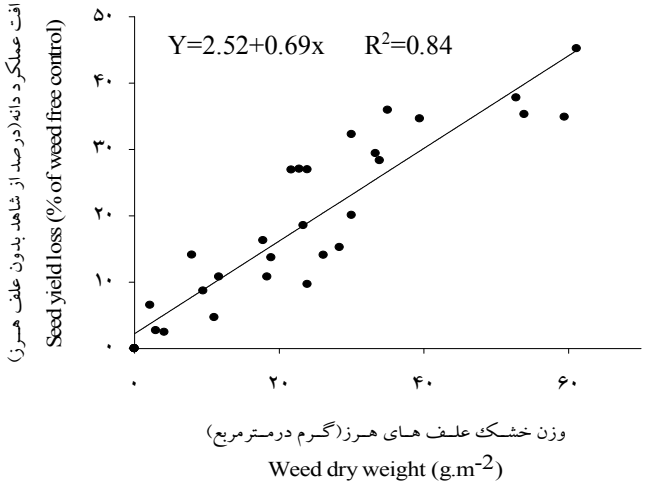
دانه بود. با در نظر گرفتن ۵ درصد افت عملکرد قابل قبول، این دوره از ۹۶۹-۲۹۲ درجه روز- رشد تخمین زده شد که معادل ۶۷-۲۴ روز پس از کاشت و مرحله رشدی ۵ برگی تا اواخر غلاف‌دهی است. همچنین، در صورت قبول ۱۰ درصد افت عملکرد دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز از ۷۲۰-۴۲۷ درجه روز- رشد برابر با ۳۶ تا ۵۴ روز پس از کاشت و از مرحله ۸ برگی تا پایان گلدهی بود. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نقش کلیدی در سیستم مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز دارد (۱۳). با دانستن دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز برای هر محصول در هر مکان، می‌توان زمان دقیق کاربرد علف‌کش‌ها را تعیین و هزینه‌های تولید محصول را کاهش داد (۱۸، ۲۴) دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نخود با احتساب ۵ درصد افت عملکرد توسط محمدی و همکاران (۲۰۰۵) در کرمانشاه و تبریز از ۴۹-۱۷ روز پس از سبزشدن (چهار الی پنج برگی تا اواخر گلدهی) (۱۷)، تپ وهمکاران (۲۰۱۱) از سبز شدن تا برداشت (۲۱) و فرندا و همکاران (۲۰۱۳) تا گلدهی (۸) گزارش شد. همچنین، التهابی وهمکاران (۱۹۹۴) نیز طول این دوره را از ۴۹-۳۵ روز پس از سبز شدن و در طی دوره رشد رویشی (۲)، بان و کوکولا (۱۹۸۷) از ۶۰-۳۰ روز پس از سبزشدن (۴)، اهلاوات و همکاران (۱۹۸۱) از ۴۲-۲۸ روز پس از سبزشدن (۱) گزارش کردند. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه با گزارش محمدی و همکاران (۱۷)، تپ وهمکاران (۲۱) و فرندا و همکاران (۸) از نظر دوره رشد محصول مطابقت بیشتری دارد. همان‌گونه که از نتایج آزمایشات استنباط می‌شود دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز نخود در مناطق مختلف متفاوت است. این اختلاف می‌تواند به علت متفاوت بودن شرایط آب و هوایی، خصوصیات خاک، عملیات‌های زراعی یا تفاوت قدرت رقابت گیاه زراعی با علف‌های‌هرز باشد (۱۷). همچنین، نتایج مختلف نشان می‌دهد که دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز نخود طولانی است و قسمت اعظم دوره رشد آن را در بر می‌گیرد. از مهمترین دلایل وسیع بودن این دوره در نخود و گسترش آن تا دوره پر شدن دانه، هم‌پوشانی مراحل رویشی و زایشی و ادامه گلدهی گیاه پس از وارد شدن به مرحله پرشدن دانه (دانه بستن) ذکر شده است (۱۵).

جدول ۷- دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز به صورت درجه روز- رشد، روزهای پس از کاشت و مرحله رشدی نخود براساس ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد قابل قبول.

Table 7- The critical period of weed control (CPWC) for chickpea expressed in Growing degree days (GDD), days after planting (DAP), and growth stage (GS) based on 2.5, 5, and 10% acceptable yield loss (AYL).

درصد افت عملکرد قابل قبول AYL (%)	درجه روز- رشد Growing degree days		روزهای پس از کاشت Date after planting		مرحله رشد Growing stage	
	شروع The beginning	پایان The end	شروع The beginning	پایان The end	شروع The beginning	پایان The end
2.5	208	1234	18	79	مرحله ۳ برگی 3 Leaf stage	اواسط پرشدن دانه Mid seed filling
5	292	969	24	67	مرحله ۵ برگی 5 Leaf stage	اواخر غلافدهی End of podding
10	427	720	36	54	مرحله ۸ برگی 8 Leaf stage	اواخر گلدهی End of flowering

تأثیر وزن خشک علف‌های هرز بر افت عملکرد دانه: وزن خشک علف‌های هرز پس از پایان دوره‌های تداخل اندازه‌گیری و تأثیر آن بر افت عملکرد نسبی در مقایسه با شاهد بدون علف هرز محاسبه گردید (شکل ۳). با افزایش وزن‌خشک علف‌های هرز عملکرد نسبی دانه نخود به صورت خطی کاهش یافت. بیشترین وزن خشک علف‌های‌هرز در کرت های آزمایشی ۶۱ گرم در مترمربع بود که موجب کاهش ۴۵ درصد عملکرد دانه درمقایسه با شاهد بدون علف هرز گردید.



شکل ۳- ارتباط بین وزن خشک علف‌های هرز و افت نسبی عملکرد دانه درتیمارهای تداخل علف‌های هرز.

Figure 3- Relationship between weeds dry weight and relative seed yield loss in weed interference treatments.

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های آزمایش نشان داد که علف‌های هرز عامل مهمی در کاهش عملکرد محصول هستند و کنترل آن‌ها درطی دوره بحرانی برای جلوگیری از کاهش عملکرد و تضمین درآمد مناسب کشاورزان امری ضروری است. عملکرد دانه در مقایسه با شاهد وجین (عاری از علف هرز) با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز، کاهش و با افزایش طول دوره وجین افزایش یافت. با افزایش افت عملکرد قابل قبول طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز کاهش یافت، به‌طوری که در ۲/۵، ۵ و ۱۰٪ افت عملکرد قابل قبول، طول دوره بحرانی علف‌های هرز به‌ترتیب ۶۱، ۴۳ و ۱۸ روز بود. تداوم دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز تا مرحله زایشی نشان داد که نخود رقیب ضعیفی در رقابت با علف‌های هرز است و در صورتی که کنترل علف‌های هرز در این دوره به‌خوبی انجام نشود، می‌تواند موجب خسارت شدید عملکرد و درآمد کشاورزان شود. بنابراین، با توجه به شرایط کشاورزان و افت عملکرد قابل قبول باید دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز تعیین و کنترل علف‌های هرز به‌صورت تلفیقی انجام شود.

منابع

1.Ahlawat, I.P.S., Singh, A., and Saraf, C.S. 1981. It pays to control weeds in pulses. Ind Farm. 31: 1. 11-13.

2.Al-Thahabi, S.A., Yasin, J.Z., Abu-Irmaileh, B.E., Haddad, N.I., and Saxena, M.C. 1994. Effect of weed removal on productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Med.) in a mediterranean environment. J. Agron. Crop Sci. 172: 5. 333-341.

3.Bertucci, M.B., Jennings, K.M., Monks, D.W., Schultheis, J.R., Louws, F.J.,

Jordan, D.L., and Brownie, C. 2019. Critical period for weed control in grafted and nongrafted watermelon grown in plasticulture. Weed Sci. 67: 2. 221-228.

4.Bhan, V.M., and Kukula, S. 1987. Weeds and their control in chickpea. P 319-328, In: Saxena, M.C., and Singh, K.B. (eds.), The Chickpea, CAB International, Wallingford, Oxon.

5.Bukun, B. 2004. Critical periods for weed control in cotton in Turkey. Weed Res. 44: 5. 404-412.

6.Charles, G.W., Sindel, B.M., Cowie, A.L., and Knox, O.G.G. 2019. Determining the critical period for weed control in high-yielding cotton using common sunflower as a mimic weed. Weed Technol. 33: 6. 800-807.

7.Cici, S.Z.H., Adkins, S., and Hanan, J. 2008. A canopy architectural model to study the competitive ability of chickpea with sowthistle. Ann. Bot. 101: 9. 1311-1318.

8.Frenda, A.S., Ruisi, P., Saia, S., Frangipane, B., Di Miceli, G., Amato, G., and Giambalvo, D. 2013. The critical period of weed control in faba bean and chickpea in Mediterranean areas. Weed Sci. 61: 3. 452-459.

9.Horvath, D.P., Bruggeman, S., Moriles-Miller, J., Anderson, J.V., Dogramaci, M., Scheffler, B.E., Hernandez, A.G., Foley, M.E., and Clay, S. 2018. Weed presence altered biotic stress and light signaling in maize even when weeds were removed early in the critical weed-free period. Plant Direct. 2: 4. 1-15.

10.James G.W., Dotray, P.A., and Ray, L.D. 2009. Sesame (*Sesamum indicum* L.) response to preemergence herbicides. Crop Prot. 28: 11. 928-933.

11.Karnas, Z., Isik, D., Tursun, N., and Jabran, K. 2019. Critical period for weed control in sesame production. Weed Biol. Manag. 19: 4. 121-128.

12.Knezevic, S.Z., and Datta, A. 2015. The critical period for weed control: Revisiting data analysis. Weed Sci. 63: 1. 188-202.

13.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 Sci. 50: 6. 773-786.

14.Korres, N.E., and Norsworthy, J.K. 2015. Influence of a rye cover crop on the critical period for weed control in cotton. Weed Sci. 63: 1. 346-352.

15.Lake, L., and Sadras, V.O. 2014. The critical period for yield determination in chickpea (*Cicer arietinum* L .). Field Crop Res. 168: 1-7.

16.Merino, J., Pedreros, A., Fischer, S., and López, M.D. 2019. Critical period of weed interference on total polyphenol content in quinoa. Chil. J. Agric. Res. 79: 3. 405-414.

17.Mohammadi, G., Javanshir, A., Khooie, F.R., Mohammadi, S.A., and Zehtab Salmasi, S. 2005 Critical period of weed interference in chickpea. Weed Res. 45: 1. 57-63.

18.Otto, S., Masin, R., Casari, G., and Zanin, G. 2009. Weed-Corn competition parameters in late-winter sowing in northern Italy. Weed Sci. 57: 2. 194-201.

19.Paolini, R., Faustini, F., Saccardo, F., and Crinò, P. 2006. Competitive interactions between chick-pea genotypes and weeds. Weed Res. 46: 4. 335-344.

20.Singh, M., Bhullar, M.S., and Chauhan, B.S. 2014. The critical period for weed control in dry-seeded rice. Crop Prot. 66: 80-85.

21.Tepe, I., Erman, M., Yergin, R., and Bükün, B. .2011. Critical period of weed control in chickpea under non-irrigated conditions. Turk. J. Agric. For. 35: 5. 525-534.

22.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.

23.Tursun, N., Datta, A., Sakinmaz, M.S., Kantarci, Z., Knezevic,S.Z., and Chauhan, B.S. 2016. The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. Crop Prot. 90: 59-65.

24.Van Acker, R.C., Swanton, C.J., and Weise, S.F. 1993. The critical period of weed control in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. Weed Sci. 41: 2. 194-200.

25.Verghis, T.I., McKenzie, B.A., and Hill,

G.D. 1999. Phenological development of chickpeas (*Cicer arietinum*) in Canterbury, New Zealand. N.Z.J. Crop Hortic. Sci. 27: 3. 249-256.
26. Webster, T.M., Grey, T.L., Flanders, J.T., and Culpepper, A.S. 2009. Cotton planting date affects the critical period of Benghal dayflower (*Commelina benghalensis*) control . Weed Sci. 57: 1. 81-86.
27. Williams, M.M. 2006. Planting date influences critical period of weed control in sweet corn. Weed Sci. 54: 5. 928-933.