Archive of SID.ir

Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 52, No 2, Summer 2021 (185-200)
DOI: 10.22059/IJFCS.2020.300370.654708

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۴۰۰ (ص ۲۰۰-۱۸۵)

تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در گیاه دانه روغنی بالنگوی شیرازی (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) در منطقه‌ی نقده

معصومه زینی[1]، وحید سرابی*[2]، علیرضا باقری[3]

۱و۲- دانش آموخته و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان، ۳- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/٤/۳)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز در گیاه دانه روغنی بالنگوی شیرازی و برآورد دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، آزمایشی در قطعه زمینی در شهرستان نقده در سال ۱۳۹۷ انجام شد. این آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل دو گروه تیمارهای آلوده به علف‌های هرز (آلودگی به مدت ۱٤٤/۲، ۳٤٥/۹، ٥۷٤، ۸٤۸/۲، ۱۱٤۷/٦، ۱٤٥۱/۳ و ۱۹۹۳ درجه-روز رشد بعد از نشاء بوته‌های بالنگوی شیرازی و پس از آن وجین کامل علف‌های هرز) و تیمارهای عاری از علف‌های هرز (عاری بودن به مدت ۱٤٤/۲، ۳٤٥/۹، ٥۷٤، ۸٤۸/۲، ۱۱٤۷/٦، ۱٤٥۱/۳ و ۱۹۹۳ درجه-روز رشد بعد از نشاء و پس از آن عدم کنترل علف‌های هرز) بودند. علاوه بر آن در هر بلوک نیز یک تیمار شاهد آلوده به علف‌های هرز و یک تیمار شاهد عاری از علف‌های هرز در تمام طول فصل رشد در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز، بر تراکم و وزن خشک آن‌ها افزوده شده و با افزایش طول دوره عاری از علف‌های هرز، از تراکم و وزن خشک علف‌های هرز کاسته شد. با تداوم دوره‌های تداخل علف‌های هرز تا انتهای فصل رشد، از ارتفاع، تعداد میوه‌های چهار فندقه تشکیل یافته، تعداد میوه‌های فندقه رسیده، وزن هزاردانه و عملکرد زیستی، دانه و نسبی بالنگوی شیرازی کاسته شد و با تداوم دوره‌های عاری از علف‌های هرز، بر مقادیر این صفات افزوده شد. نتایج حاصل از منحنی‌های لُجستیک و گامپرتز نیز نشان داد که با در نظر گرفتن کاهش ۱۰ درصدی عملکرد نسبی، زمان شروع دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در زراعت این محصول، ۱۱ روز پس از نشاء و زمان خاتمه آن، ۱۰۸ روز پس از نشاء بوته‌های بالنگوی شیرازی بود. بنابراین جهت جلوگیری از کاهش محسوس عملکرد می‌بایست مزارع این گیاه دانه روغنی به مدت ۹۷ روز عاری از علف‌های هرز نگه داشته شوند.

واژه‌های کلیدی: تداخل، دوره بحرانی، عملکرد و اجزای آن، وزن خشک علف‌های‌هرز، محصولات دانه روغنی.

Critical period of weed control in Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall), an oilseed crop in Naghadeh region

Masumeh Zeini[1], Vahid Sarabi*[2], Alireza Bagheri[3]

1,2. Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University,
3. Production Engineering and Plant Genetics Department, Faculty of Science and Agricultural Engineering, Razi University of Kermanshah.

(Received: April 4, 2020- Accepted: June 23, 2020)

ABSTRACT

To investigate the effect of weed interference and weed-free periods on Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) and to evaluate the critical period of weed control (CPWC) in this oilseed crop, an experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications in Naghadeh region in 2018. Experimental consisted of two groups of treatments; weed infestation treatments (infestation for 144.2, 345.9, 574, 848.2, 1147.6 and 1451.3 growing degree day (GDD) after transplanting and then plots were remained weed-free the rest of the growing season) and weed-free treatments (weeding for 144.2, 345.9, 574, 848.2, 1147.6 and 1451.3 GDD after transplanting and then plots were remained infested until harvesting time). In each block, one weed free and weed infested control was for all the growing season. Results indicated that the density and dry biomass of weeds were increased as weed removal was delayed. In contrast, density and dry biomass of weeds were decreased as weeds establishment was delayed. Height, tetrachenes fruits, ripened achenes, 1000-seed weight and biological, seed and relative yields of Balangu were decreased and increased as the duration of weed-infested and weed-free period increased, respectively. Also, logistic and Gompertz curves fitted to data showed that the beginning and end of the CPWC based on a 10% yield loss of relative yield, was estimated to be from 11 to 108 days after transplanting (97 days weed-free period) in order to prevent a noticeable yield loss.

Keywords: Critical period, interference, oilseed crops, weed biomass, yield and its components.

* Corresponding author E-mail: Sarabi20@azaruniv.ac.ir

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

بالنگوی شیرازی[1] گیاهی دانه روغنی، مقاوم به خشکی، متعلّق به تیره نعنائیان و جزء ناحیه جغرافیایی ایران- تورانی و بومی نواحی قفقاز است (Talebi, 2011). این گیاه در مناطق مختلف ایران نظیر آذربایجان، همدان، فارس، خراسان، سمنان، تهران، کرمان و سیستان و بلوچستان می‌روید (Tavassoli *et al.*, 2012) و از گذشته‌های دور جهت تولید دانه روغنی آن کشت شده است (Nunez & de-Gastro, 1992). در حال حاضر، این گیاه بیشتر به‌منظور تولید دانه و استخراج روغن و موسیلاژ از آن کشت می‌شود. بذرهای آن حاوی مقادیر زیادی موسیلاژ، ۱۸ درصد پروتئین و حدود ۲۰ تا ۲۸ درصد روغن است که شامل اسیدهای چرب لینولئیک، لینولنیک، استئاریک، اولئیک و پالمیتیک می‌شود (Naghibi *et al.*, 2005).

علف‌های هرز با مصرف آب و عناصر غذایی موجود در خاک، سایه‌اندازی و میزبانی آفات و بیماری‌های گیاهی موجب کاهش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی می‌شوند. جوانه‌زنی و استقرار علف‌های هرز، یک فرایند تدریجی است و در ابتدای رشد، رقابت چندانی با گیاه زراعی ندارند و شاید وجین زودهنگام آن‌ها ضروری نباشد (Hall *et al.*, 1992). شروع رقابت و کاهش عملکرد با پیشرفت فصل رشد و رسیدن به نقطه محدودیت منابع همراه است (Aldrich, 1987)؛ بنابراین، تداخل علف‌های هرز با گیاه زراعی در طی مراحل مختلف رشد و نمو، یکسان نیست و در یک نظام کارآمد مدیریت مزرعه‌ای، فرایند رشد و روند اثرات متقابل بایستی مدّنظر قرار گیرد (Ocho, 1990). دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، دوره‌ای از چرخه رشد گیاهی است که در طی این دوره جهت جلوگیری از خسارت بر محصول زراعی، باید علف‌های‌هرز تحت کنترل قرار گیرند. آگاهی از دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، در تصمیم‌گیری و زمان‌بندی کنترلی علف‌های هرز و در زمینه استفاده از علف‌کش از لحاظ زیستی و اقتصادی مفید است (Knezevic *et al.*, 2002). این دوره به‌عنوان اولین مرحله از طراحی موفق شناخت اثر رقابت بر عملکرد و اجزای آن جهت برنامه‌ریزی و مدیریت مناسب علف‌های هرز ضروری است (Cousens *et al.*, 1984). دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، همپوشانی بین دو مولفه رقابتی را نشان می‌دهد که به طور مجزا از هم اندازه‌گیری می‌شوند: (۱) زمان بحرانی حذف علف‌های هرز یا حداکثر طول زمانی که علف‌های هرز می‌توانند رشد نمایند و با محصول رقابت کنند، قبل از این‌که کاهش عملکرد محسوسی ایجاد شود؛ (۲) دوره بحرانی عاری از علف‌های هرز یا حداقل طول زمانی که باید از سبز شدن علف‌های هرز جلوگیری شود تا اطمینان حاصل شود که بعد از آن، رشد علف‌های‌هرز کاهش محسوسی در عملکرد محصول ایجاد نمی‌کند (Knezevic *et al.*, 2002). تحقیقات انجام شده بر روی این دوره نشان داده است که طول این دوره در گیاهان زراعی متفاوت است و می‌تواند تحت تأثیر اقلیم (Curran *et al.*, 1987)، گونه گیاه زراعی (Crotser & witt, 2000)، نوع علف‌هرز غالب منطقه، تراکم علف‌هرز، زمان نسبی سبز شدن علف‌هرز (Van Acker *et al.*, 1993)، عملیات زراعی (Vizantinopoulos & Katranis, 1998) و عوامل دیگر قرار گیرد. بر اساس تأثیر تغییر اقلیم، طول دوره بحرانی در آفتابگردان در ایالت جورجیای آمریکا، از زمان سبز شدن تا شش هفته بعد از سبز شدن (Johnson, 1971) و در ایالت داکوتای شمالی، چهار هفته بعد از سبزشدن گزارش شده است (Nalewaja *et al.*, 1972). دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در نخود در شرایط آب و هوایی تبریز، ۲۴ روز پس از جوانه‌زنی (مرحله‌ی پنج برگی) و پایان آن، ۴۷ روز پس از جوانه‌زنی (مرحله‌ی گلدهی کامل) بود، ولی طول این دوره در شرایط استان کرمانشاه، از ۱۷ روز پس از جوانه‌زنی شروع شد و تا ۴۹ روز پس از ظهور جوانه ادامه داشته است (Mohammadi *et al.*, 2005). بر اساس گونه گیاه زراعی، Bridges *et al.* (1992) دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در زراعت بادام زمینی را ۱۰ هفته پس از کاشت تعیین نمودند.

[1]- *Lallemantia royleana* Benth. in Wall

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

در مقابل، نتایج آزمایشات تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در مزرعه ذرت دانه‌ای نشان داده است که با در نظر گرفتن پنج درصد کاهش عملکرد دانه، یک دوره بحرانی ۲۵ تا ۴۰ روزه بعد از سبز شدن بذرهای ذرت وجود دارد که در طی این دوره ،کنترل علف‌های هرز ضرورت بیشتری دارد (Asghari & Cheraghi, 2003). بر اساس نوع علف‌هرز غالب منطقه، دوره بحرانی کنترل علف‌هرز گاوپنبه در سویا رقم ویلیامز با در نظر گرفتن پنج درصد کاهش عملکرد قابل قبول بین مراحل سه برگی و گلدهی (۲۰ تا ۴۵ روز پس از سبز شدن) و با در نظر گرفتن ۱۰ درصد کاهش عملکرد قابل قبول بین مراحل چهار و شش برگی (۲۵ تا ۳۵ روز پس از سبز شدن) تعیین شده است (Rezvani *et al.*, 2009). در مقابل، Zimdahl (2018) دوره بحرانی کنترل علف‌هرز قیاق در زراعت سویا را بین دو تا شش هفته پس از سبز شدن بوته‌های سویا تعیین کرده است. در نهایت، تراکم علف‌های هرز نیز به‌عنوان یک عامل کمّی موثر در رقابت علف‌های هرز با محصول زراعی شناخته شده است (Stoller *et al.*, 1987) و بر اساس تابع هذلولی، با افزایش تراکم علف‌های هرز، عملکرد گیاه زراعی کاهش می‌یابد (Cousens, 1985). بر این اساس، Martin *et al.* (2001) اظهار داشتند که علف‌های هرز در تراکم‌های خیلی کم، ممکن است تأثیری بر دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نداشته باشند، درحالی‌که در تراکم‌های بالا، عملکرد گیاه زراعی را به شدّت تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که اگر علف‌های هرز زودتر از گیاه زراعی سبز شوند و یا این‌که نسبت به آن رشد سریعتری داشته باشند، دوره بحرانی حذف علف‌های‌هرز زودتر فرا می‌رسد. Blackshaw *et al.* (2002) تأثیر تراکم و زمان‌های مختلف سبز شدن علف‌هرز تربچه وحشی را بر عملکرد کلزا بررسی و گزارش کردند که تراکم چهار و ۶۴ بوته در مترمربع از این علف‌هرز در صورت سبز شدن همزمان، به‌ترتیب عملکرد آن را نه تا ۱۱ و ۷۷ تا 91 درصد کاهش می‌دهد، درحالی‌که سبز شدن تربچه وحشی بعد از ۱۰ هفته نسبت به کلزا، تأثیری بر عملکرد کلزا ندارد.

با توجه به مطالب یادشده، هدف از پژوهش حاضر، تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در گیاه بالنگوی شیرازی در شرایط آب و هوایی شهرستان نقده بود. تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در زراعت این محصول می‌تواند اطلاعاتی را در مورد زمان کاشت و زمان کاربرد علف‌کش‌های پیش رویشی و پس رویشی به تولیدکنندگان ارائه دهد تا تصمیمات مدیریتی مناسبی در خصوص علف‌های‌هرز موجود اتّخاذ شود. همچنین، تعیین این‌که کشت نشاء در این گیاه دانه روغنی می‌تواند موجب کاهش دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز شود، از دیگر اهداف این تحقیق بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تأثیر طول دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز بر عملکرد بالنگوی شیرازی و برآورد دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، پژوهشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در قطعه زمینی در شهرستان نقده در سال ۱۳۹۷ انجام شد. شهرستان نقده در جنوب استان آذربایجان غربی، با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۲۴ متری از سطح دریای آزاد و دارای آب و هوای نیمه‌مرطوب با تابستان‌های ملایم و زمستان‌های سرد است. خاک‌های این منطقه بیشتر آهکی با بافت لومی- شنی می‌باشند (جدول ۱).

تیمارهای آزمایش دو گروه بودند؛ گروه اول شامل تیمارهای آلوده به علف‌های هرز از ابتدای فصل رشد تا زمان مشخّص (آلودگی به علف‌های هرز به مدّت ۱۴۴/۲، ۳۴۵/۹، ۵۷۴، ۸۴۸/۲، ۱۱۴۷/۶، ۱۴۵۱/۳ و ۱۹۹۳ درجه-روز رشد از ابتدای فصل رشد (کشت نشاء) و پس از آن وجین علف‌های هرز) و گروه دوم شامل تیمارهای عاری از علف‌های هرز تا زمان مشخّص (عاری از علف‌های هرز به مدت ۱۴۴/۲، ۳۴۵/۹، ۵۷۴، ۸۴۸/۲، ۱۱۴۷/۶، ۱۴۵۱/۳ و ۱۹۹۳ درجه-روز رشد از ابتدای فصل رشد و پس از آن عدم

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

کنترل علف‌های هرز) بودند. علاوه بر این، در هر بلوک نیز یک تیمار شاهد آلوده به علف‌هرز و یک تیمار شاهد عاری از علف‌های هرز در تمام طول فصل رشد در نظر گرفته شدند.

جدول ۱- نتایج تجزیهٔ نمونه خاک گرفته‌شده از قطعه زمین مورد نظر با بافت لومی- شنی در سال ۱۳۹۷.

Table 1. Soil analysis the experimental field (loam-sand texture) in 2018.

Depth sampling	Soil texture			pH	EC (dS/m)	Organic matter	Nitrogen (%)	Phosphorus (mg/kg)	Potassium (mg/kg)
	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)						
0-30 cm	17	23	60	7.2	4.6	1.3	0.05	42	624

بذرهای بالنگوی شیرازی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد و پس از اطمینان از قوه‌ی نامیه بالا، در داخل سینی‌های کاشت که با پیت‌ماس پر شده بودند، در شرایط گلخانه‌ای با دما و رطوبت نسبی مناسب قرار گرفتند. آبیاری سینی‌های کاشت هر سه روز یک‌بار تا زمان سبز شدن گیاهچه‌ها انجام شد. پس از سبز شدن و رسیدن آن‌ها به مرحله چهار برگی حقیقی، گیاهچه‌ها به زمین اصلی منتقل شدند و در کرت‌هایی با ابعاد ۱/۹۶ مترمربع (۱/۴×۱/۴ متر) نشاء شدند. هر کرت شامل چهار ردیف بود، به‌طوری‌که فاصله بین ردیف‌ها ۳۵ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها بر روی هر ردیف ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بین کرت‌ها یک ردیف نکاشت و بین بلوک‌ها نیز یک متر فاصله در نظر گرفته شد. کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) به مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان استارتر به زمین داده شد. در طول آزمایش، از هیچ گونه علف‌کشی جهت حذف علف‌های هرز استفاده نشد و عملیات حذف آن‌ها تنها با وجین انجام شد. آبیاری زمین به‌صورت نشتی بود، به‌طوری‌که در ابتدای فصل رشد، هر پنج روز یکبار انجام شد و با رسیدن به مراحل میانی و انتهایی فصل رشد، هر هفت روز یک‌بار صورت گرفت.

در انتهای فصل رشد، صفات مربوط به گیاه زراعی شامل ارتفاع، تعداد میوه چهارفندقه در بوته، تعداد میوه رسیده در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد زیستی و دانه (اقتصادی) با برداشت از ردیف‌های مرکزی هر کرت اندازه‌گیری شدند. بدین منظور، ۱۰ بوته از هر کرت از سطح ۰/۵۲۵ مترمربعی (۰/۷۵×۰/۷۰ متر) برداشت شد و پس از اندازه‌گیری ارتفاع آن‌ها، به اجزای مختلف تقسیم شدند و به آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت منتقل شدند تا پس از خشک شدن کامل، وزن آن‌ها با ترازوی حساس اندازه‌گیری شود. عملکرد زیستی با توزین تمامی بخش‌های گیاهی اعم از ریشه و اندام‌های هوایی به‌دست آمد. پس از شمارش تعداد میوه‌های چهارفندقه در بوته، میوه‌های موجود در بوته‌ها بوجاری شدند و تعداد میوه رسیده در بوته شمارش شد. به‌منظور محاسبه وزن هزار دانه، ۱۰۰۰ عدد از بذرها شمارش شدند و با ترازوی دقیق یک هزارم وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. عملکرد اقتصادی نیز با محاسبه وزن تمامی بذرها از بوته‌های برداشت شده و تعمیم آن به هکتار به‌دست آمد. برخی از ویژگی‌های مربوط به علف‌های هرز نظیر نوع علف‌های هرز در طول فصل رشدی مشخص شدند. وزن خشک علف‌هرز و تراکم آن‌ها نیز در زمان برداشت بوته‌های بالنگوی شیرازی با قرار دادن کوآدرات‌هایی با ابعاد یک مترمربع (یک متر در یک متر) اندازه‌گیری شد.

برای توصیف رابطه بین تیمارهای تداخل و عاری از علف‌های‌هرز با وزن خشک علف‌های هرز از معادلات رگرسیون غیرخطّی استفاده شد (Sit & Castello, 1994). مدل رشد نمایی دو پارامتره به‌کار برده شده برای توصیف اثرات دوره‌های تداخل علف‌های هرز روی تجمع وزن خشک علف‌های هرز به‌صورت زیر بود:

$$Y = a \times \exp(b \times x) \quad \text{رابطه‌ی (۱)}$$

که در آن، Y: وزن خشک علف‌های هرز، a: نقطه عطف وزن خشک علف‌های هرز در شرایط تداخل کامل علف‌های هرز در طی فصل رشد، b: خط مجانب منحنی و x: طول دوره‌های تداخل علف‌های هرز

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

(درجه- روز رشد) می باشند. مدل کاهشی- نمایی دو پارامتره به‌کار برده شده برای توصیف اثرات دوره‌های عاری از علف‌های هرز روی تجمع وزن خشک علف-های هرز نیز به‌صورت زیر بود:

$$Y = a \times \exp(-b \times x) \quad \text{رابطه‌ی (۲)}$$

که در آن، Y: وزن خشک علف‌های هرز، a: حداکثر وزن خشک علف‌های هرز، b: خط مجانب منحنی و x: طول دوره‌های عاری از علف‌هایهرز (درجه- روز رشد) می باشند. همچنین به‌منظور تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز از مدل‌های لُجستیک و گامپرتز استفاده شد (Ratkowsky, 1990). ضرایب معادله لُجستیک سه پارامتره برای توصیف اثرات دوره‌های تداخل علف‌های هرز روی عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی در نرم افزار SlideWrite نسخه‌ی هفت برآورد شدند (Knezevic *et al.*, 2002). این معادله برای تعیین زمان شروع دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز به‌کار رفت که به‌صورت زیر است:

$$Y = [\left(\frac{1}{\{\exp[k \times (x-d)]+f\}}\right)+\left[\frac{f-1}{f}\right]] \times 100 \quad \text{رابطه‌ی (۳)}$$

که در آن، Y: عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی (درصد از شاهد عاری از علف‌هرز)، d: نقطه عطف، x: طول دوره‌های تداخل علف‌های هرز (درجه- روز رشد) و k و f: ضرایب ثابت می باشند.

ضرایب معادله گامپرتز سه پارامتره به‌کار برده شده برای توصیف اثرات دوره‌های عاری از علف‌های هرز روی عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی در نرم افزار SlideWrite نسخه‌ی هفت برآورد شدند (Knezevic *et al.*, 2002). این معادله برای تعیین زمان خاتمه دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز به‌کار رفت:

$$Y = a \times \exp[-b \times \exp(-c \times x)] \quad \text{رابطه‌ی (۴)}$$

که در آن، Y: عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی (درصد از شاهد عاری از علف‌هرز)، a: حد بالایی عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی، x: طول دوره‌های عاری از علف‌های هرز (درجه- روز رشد) و b و c: ضرایب ثابت می باشند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و محاسبات مربوط به آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری Minitab نسخه ی ۱۷,۱ انجام شد و مقایسه میانگین بین تیمارها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال یک درصد انجام شد. پیش از تجزیه واریانس، داده‌های آزمایش با استفاده از آزمون عدم معنی‌داری به روش آندرسون- دارلینگ آزموده شدند و در مواردی که نتایج این آزمون معنی‌دار بود، برای نرمال کردن داده‌ها از روش تبدیل داده استفاده شد. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel نسخه‌ی ۲۰۰۷ استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات مربوط به علف‌های هرز

تراکم

در زراعت بالنگوی شیرازی، ۱۰ گونه علف هرز بارز از ابتدا تا انتهای فصل رشد در منطقه نقده مشاهده شدند (جدول ۲). تراکم علف‌های هرزی نظیر سلمه-تره، گاوزبان بدل و شیرین‌بیان در تیمارهای تداخل علف‌های هرز (به‌ترتیب ۲۱/۲۵، ۲۰/۳۱ و ۱۵/۲۵ درصد) بیشتر از سایر گونه‌های علف هرز بود؛ ضمن آن‌که علف‌های هرزی نظیر کنگر صحرایی و پیچک صحرایی (به‌ترتیب با ۱۴/۱۵ و ۱۴/۱۰ درصد) در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (شکل۱). Sarabi & Zeidali (2018) بیان داشتند که با نزدیک شدن به میانه‌های فصل رشد در زراعت چغندرقند، بر تراکم پیچک صحرایی و سلمه‌تره بیش از سایر گونه‌های علف‌هرزی افزوده می‌شود. در مقابل، تراکم علف‌هرز سلمه‌تره، گاوزبان بدل و شیرین‌بیان در تیمارهای عاری از علف‌هایهرز به‌ترتیب با ۴۸/۲۸، ۱۷/۴۱ و ۱۲/۶۶ درصد بیشتر از سایر گونه‌های علف‌هرزی بود که نشان می‌دهد، درصد تراکمی علف‌هرز سلمه‌تره نسبت به دیگر گونه‌های علف‌هرزی با گذشت زمان افزایش یافته است (شکل ۱).

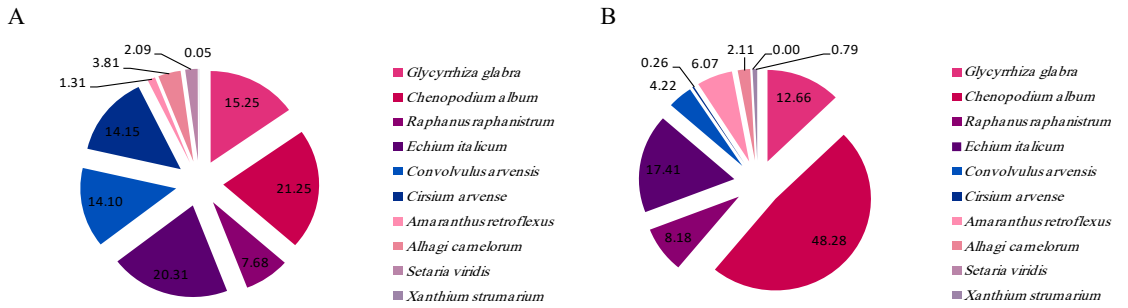
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۲- علف‌های هرز موجود در مزرعه بالنگوی شیرازی در منطقه نقده.

Table 2. Weed of Balangu field in Naqhadeh region.

Persian name	English name	Scientific name
شیرین بیان	Liquorice	*Glycyrrhiza glabra* L.
سلمه تره	Common lambsquarters	*Chenopodium album* L.
تربچه وحشی	Wild radish	*Raphanus raphanistrum* L.
گل گاوزبان بدل	Italian bugloss	*Echium italicum* L.
پیچک صحرایی	Field bindweed	*Convolvulus arvensis* L.
کنگر صحرایی (خارلته)	Canada thistle	*Cirsium arvense* (L.) Scop.
تاج خروس ریشه قرمز	Redroot pigweed	*Amaranthus retroflexus* L.
خارشتر	Camel thorn	*Alhagi camelorum* Fisch.
دم روباهی سبز	Green foxtail	*Setaria viridis* (L.) P.Beauv.
توق	Common cocklebur	*Xanthium strumarium* L.



شکل ۱- تراکم علف های‌هرز مزرعه بالنگوی شیرازی در دوره های تداخل (A) و عاری از علف‌های‌هرز (B) بر حسب درصد.

Figure 1. Weed density in Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) field in weed interference (A) and weed-free (B) periods.

تأثیر تیمارهای تداخل علف‌های هرز بر تراکم آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳)، به‌طوری‌که بیشترین تراکم با ۷۳ بوته در مترمربع، به تیمار تداخل علف‌های هرز تا انتهای فصل رشد و کمترین تراکم با ۲۳/۸۳ بوته در مترمربع، به تیمار تداخل دو هفته ابتدایی علف‌های هرز (۱۴۴/۲ درجه-روز رشد) تعلق داشت (جدول ۴). در ابتدای فصل رشد و در طی دوره‌های تداخل علف‌های هرز با ۳۴۵/۹ و ۵۷۴ درجه-روز رشد، علف‌هرز گاوزبان (به‌ترتیب با ۱۴/۱۷ و ۱۷/۶۷ بوته در مترمربع) بیشترین تراکم را به خود اختصاص داد، درحالی‌که بر تراکم برخی از علف‌های هرز نظیر سلمه‌تره و شیرین-بیان از میانه‌های فصل رشد تا انتهای آن افزوده شد که این امر نشان می‌دهد که بیشتر بذرهای علف‌هرز سلمه‌تره از میانه‌های فصل رشد تا انتهای آن شروع به سبز شدن می‌کنند و رشد علف‌هرز شیرین بیان در انتهای فصل رشد افزایش می‌یابد. تراکم علف‌های هرز در طی دوره‌های عاری از علف‌های هرز نشان داد که عاری نگه داشتن کرت‌های بالنگوی شیرازی از حضور علف‌های هرز با ۱۴۴/۲ درجه-روز رشد، تأثیر بسیار کمتری در کنترل تراکم گونه‌های علف‌هرزی دارد (۲۸/۸۳ بوته در مترمربع)؛ درحالی‌که عاری نگه داشتن کرت‌های بالنگوی شیرازی از حضور علف‌های هرز با ۵۷۴ درجه-روز رشد در ابتدای فصل رشد، منجر به کاهش قابل ملاحظه تراکم علف‌های هرز شد (۷/۸۳ بوته در مترمربع) و با افزایش دوره‌های عاری از علف‌های هرز، به همان میزان نیز از تراکم علف‌های هرز کاسته شد (جدول ۴). در تمامی دوره‌های عاری

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

از علف‌های هرز نیز بیشترین تراکم را علف‌هرز سلمه-تره به خود اختصاص داد که نشان می‌دهد، بذرهای این علف‌هرز در تمامی فصل رشد توانایی سبزشدن دارند.

جدول ۳- تجزیهٔ واریانس (میانگین مربعات) تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز در زراعت بالنگوی شیرازی.

Table 3. Variance analysis (mean square) of weed density and biomass in Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) field in weed interference and weed-free periods.

S. O. V.	df	Weed density	Weed Biomass
Block	2	320.72 ^{ns}	46956 ^{ns}
Treatments	13	1565.40**	1528243**
Error	26	99.50	38212
Total	41	-	-
CV (%)	-	26.52	36.26

** و ^{ns}: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و عدم معنی‌داری.

** and ^{ns}: significantly different at α=0.01, and non significant .

جدول ۴- اثر افزایش طول دوره تداخل و عاری از علف‌های هرز روی تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در زراعت بالنگوی شیرازی تحت شرایط مزرعه‌ای.

Table 4. Effect of interference and weed-free periods on weed density and biomass in Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) under field conditions.

Weed interference periods	Weed density (Plants/m^2)	Weed biomass (g/m^2)
144.2 GDD	23.83 cdef	8.03 d
345.9 GDD	32.17 bcd	50.33 d
574 GDD	39.5 bc	182 cd
848.2 GDD	44.33 bc	356 cd
1147.6 GDD	52.83 ab	592.33 bc
1451.3 GDD	53.5 ab	865.68 b
1993 GDD	73 a	2716.33 a
Weed-free periods		
144.2 GDD	28.83 cde	619.83 bc
345.9 GDD	11.83 defg	254.50 cd
574 GDD	7.83 efg	143.50 d
848.2 GDD	6.67 efg	100.83 d
1147.6 GDD	5.59 fg	13 d
1451.3 GDD	2.50 fg	12.33 d
1993 GDD	0.00 g	0.00 d

میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد ندارند.

Means with the same letter(s) in the same column are not significantly different at 0.01of probability level, based on LSD Test.

وزن خشک

تأثیر تیمارهای تداخل علف‌های‌هرز بر وزن خشک آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). وزن خشک علف‌های‌هرز با افزایش طول دوره تداخل علف‌های‌هرز افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک مربوط به تیمار تداخل علف‌های هرز تا انتهای فصل رشد با ۲۷۱۶/۳۳ گرم در مترمربع بود (جدول ۴). با درنظرگرفتن تمامی دوره‌های تداخل در بین علف‌های هرز، بیشترین وزن خشک مربوط به علف‌های هرزی نظیر سلمه‌تره و شیرین‌بیان بود. در مقابل، وزن خشک علف‌های هرز با تداوم دوره‌های عاری از علف‌های هرز کاهش چشمگیری یافت، به‌طوری‌که با عاری نگه داشتن کرت‌های بالنگوی شیرازی به مدت ۱۱۴۷/۶ و ۱۴۵۱/۳ درجه-روز رشد از ابتدای فصل رشد، وزن خشک علف‌های هرز به کمترین میزان خود (به‌ترتیب ۱۳ و ۱۲/۳۳ گرم در مترمربع) رسید (جدول ۴). Karimmojeni *et al.* (2014) نشان دادند که چنانچه دوره‌های عاری از علف‌های هرز به مدت ۲۰ روز از زمان سبز شدن سیب زمینی ادامه داشته باشد، وزن خشک علف‌های هرز از

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۸۳ تا ۸۸ درصد کاهش می‌یابد. وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای تداخل و عاری از علف‌های هرز به‌ترتیب روند نمایی- افزایشی و نمایی- کاهشی را نشان دادند (شکل ۲)، به‌طوری‌که با تأخیر در عملیات حذف علف‌های هرز، وزن خشک آن‌ها افزایش یافت. در مقابل، زمانی‌که طول مدت زمان استقرار علف‌های هرز کاهش یافت، وزن خشک علف‌های هرز نیز روندی کاهشی داشت. تخمین پارامترهای مدل رشد نمایی و مدل کاهشی- نمایی در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۵- پارامترهای برآورد شده برای تجمع وزن خشک علف‌های هرز در دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز گیاه بالنگوی شیرازی در منطقه نقده.

Table 5. Parameter estimates for the weed aboveground dry biomass accumulation in weed interference and weed-free periods in Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) under field conditions.

	Two-parameter exponential growth model			Two-parameter exponential decay model		
Parameters	*a*	*b*	R^2	*a*	*b*	R^2
Estimates	55.21	0.002	0.99	1013.61	0.004	0.98

مدل رشد نمایی: $Y = a \times \exp(b \times x)$ که در آن، Y: وزن خشک علف‌های هرز، a: نقطه عطف وزن خشک علف‌های هرز، b: خط مجانب منحنی و x: طول دوره‌های تداخل علف‌های هرز (درجه- روز رشد) می باشد. مدل کاهشی- نمایی: $Y = a \times \exp(-b \times x)$ که در آن، Y: وزن خشک علف‌های هرز، a: حداکثر وزن خشک علف‌های هرز، b: خط مجانب منحنی و x: طول دوره‌های عاری از علف‌های هرز (درجه- روز رشد) می باشد.

Exponential growth model: $Y = a \times \exp(b \times x)$, where Y is the weed dry biomass, a is the y-intercept, b is the asymptote of the curve, and x is the duration of weed interference (GDD). Exponential decay model: $Y = a \times \exp(-b \times x)$, where Y is the weed dry biomass, a is the maximum weed biomass, b is the asymptote of the curve, and x is the duration of weed-free period (GDD).

این نتایج با نتایج آزمایشات Ahmadvand *et al.* (2009) تطابق دارد که بیان داشتند، وزن خشک کل علف‌های هرز در زراعت سیب‌زمینی با تداوم دوره‌های آلودگی به علف‌های هرز افزایش یافته و با طولانی شدن دوره‌های عاری از علف‌های هرز کاهش می‌یابد. این نتایج نشان می‌دهند که هر چقدر مبارزه با علف‌های هرز در زراعت این محصول دانه روغنی به تأخیر افتد، می‌تواند منجر به مصرف بیش از اندازه آب و عناصر غذایی در پروفیل خاک شود و بر وزن خشک علف‌های هرز به‌صورت نمایی بیافزاید و با مصرف این منابع غذایی در محیط خاک، به همان نسبت از عملکرد بالنگوی شیرازی کاسته می‌شود. علف‌های هرز، رقابت‌کننده‌های قوی‌تری نسبت به گیاه زراعی محسوب می‌شوند و چنانچه کنترل آن‌ها به تأخیر افتد، می‌تواند خسارات جبران ناپذیری را به محصول زراعی وارد کند، به‌خصوص اگر تأخیر در کنترل تا میانه‌های فصل رشد ادامه داشته باشد. مطالعات نشان داده‌اند که علف‌های هرز در ابتدای فصل رشد در جذب آب و عناصر غذایی موفق‌ترند و اغلب آن‌ها جذب لوکس دارند؛ یعنی می‌توانند بیش از مقدار مورد نیازشان جذب نمایند و در اندام‌های خود ذخیره کنند. ضمن آن‌که بیشتر مواد آلی ساخته شده در پیکره آن‌ها، صرف رشد ریشه و اندام‌های ذخیره‌ای می‌شود و با گسترش سطح و حجم ریشه در ادامه می‌توانند به پروفیل بیشتری از خاک دسترسی داشته باشند و متعاقباً آب و عناصر غذایی بیشتری نیز از خاک دریافت کنند و در میانه‌های فصل رشد، با گسترش سطح برگ و ارتفاع، بر گیاه زراعی چیره شوند. از این‌رو، در گیاهانی که قدرت رقابت چندانی با علف‌های هرز ندارند، می‌بایست تداخل علف‌های هرز با گیاه زراعی کاهش یابد؛ همچنین باید دوره‌های بیشتری در طول فصل رشد، عاری از علف‌های هرز نگه داشته شوند تا از کاهش محسوس عملکرد آن‌ها جلوگیری به عمل آید.

صفات مربوط به بالنگوی شیرازی

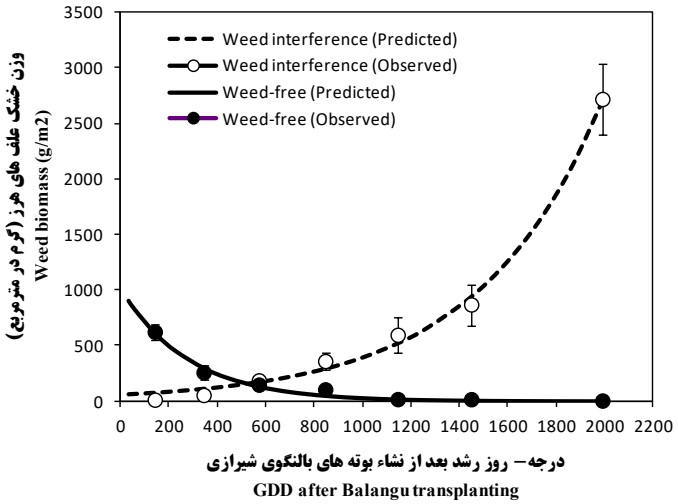
ارتفاع

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تأثیر تیمارهای تداخل علف‌های هرز بر ارتفاع بوته‌های

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بالنگوی شیرازی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶)، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع مربوط به تداخل علف‌های هرز با ۱۴۴/۲ و ۳۴۵/۹ درجه-روز رشد، به‌ترتیب با ۳۹/۱۰ و ۳۷/۱۰ سانتیمتر بودند؛ کمترین ارتفاع نیز به تیمار تداخل کامل علف‌های هرز در تمامی فصل رشدی (۱۹۹۳ درجه-روز رشد) با ۱۴ سانتیمتر تعلق داشت (جدول ۷). همچنین، بیشترین ارتفاع در بوته‌های بالنگوی شیرازی از تیمار عاری از علف‌های هرز در تمامی طول فصل رشد (۴۲/۱۳ سانتیمتر) به‌دست آمد، ضمن آن‌که در بین تیمارهای عاری از علف‌های هرز، کمترین ارتفاع به تیمار عاری از علف‌های هرز با ۱۴۴/۲ درجه-روز رشد (۱۸/۹۸ سانتیمتر) تعلق داشت (جدول ۷). به نظر می‌رسد که هر چقدر دوره‌های تداخل علف‌های هرز در زراعت بالنگوی شیرازی افزایش یابد، از ارتفاع موثر بوته‌های این گیاه دانه روغنی کاسته می‌شود که در نهایت می‌تواند منجر به کاهش قدرت رقابت آن با علف‌های هرز و دسترسی کافی به آب، عناصر غذایی و نیز استفاده موثر از تشعشع خورشیدی شود. در مقابل، هر چقدر طول دوره‌های عاری از علف‌های هرز افزایش یابد، به ارتفاع موثر بوته‌های بالنگوی شیرازی افزوده می‌شود و بهره‌برداری بوته‌های این گیاه از منابع ضروری مورد نیاز جهت رشد و افزایش عملکرد افزایش می‌یابد.



شکل ۲- تأثیر دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز بر وزن خشک علف‌های هرز در مزرعه بالنگوی شیرازی. نقاط، داده‌های مشاهده‌ای و خطوط، مقادیر تخمین زده را نشان می‌دهند.

Figure 2. Effect of the weed interference and weed-free periods on weed aboveground dry biomass in Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) field. Points represent observed mean and lines represent predicted values.

تعداد میوه

تعداد میوه‌های چهار فندقه و نیز میوه‌های فندقه رسیده در هر گیاه نیز تحت تأثیر دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۶)، به‌طوری‌که بیشترین تعداد میوه‌های چهار فندقه تشکیل یافته و میوه‌های فندقه رسیده در هر بوته در تیمار تداخل علف‌های هرز با ۱۴۴/۲ درجه-روز رشد (به‌ترتیب با ۴۴/۰۶ و ۷۲/۶۸ عدد) مشاهده شد (جدول ۷) و با افزایش زمان تداخل علف‌های هرز از ابتدا تا انتهای فصل رشد، از میزان و شمار میوه‌های چهار فندقه تشکیل یافته و تعداد میوه‌های رسیده کاسته شد و در نهایت در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز، گل‌آذینی در بوته‌های بالنگوی شیرازی تشکیل نشد. Stagnari & Pisante (2011) نشان دادند که با تداوم تداخل علف‌های‌هرز در زراعت لوبیا، تعداد غلاف در بوته کاهش شدیدی

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

می‌یابد، به‌طوری‌که از ۱۶ غلاف در هر بوته در شرایط عدم تداخل علف‌های هرز به هفت غلاف در هر بوته در زمان ۴۵ روز پس از سبز شدن بوته‌های لوبیا می‌رسد. به‌علاوه، تأثیر دوره‌های عاری از علف‌های هرز از ابتدای فصل رشد بر تشکیل میوه‌های چهار فندقه و تعداد میوه‌های فندقه رسیده در بوته‌های بالنگوی شیرازی بسیار قابل توجه بود، به‌طوری‌که هر چقدر دوره‌های عاری از علف‌های هرز افزایش یافت، بر مقادیر این دو صفت اندازه‌گیری شده در بالنگوی شیرازی افزوده شد. بیشترین تعداد میوه‌های چهار فندقه تشکیل یافته به تیمارهای عاری از علف‌های هرز با ۱۴۵۱/۳ و ۱۹۹۳ درجه-روز رشد (به‌ترتیب با ۴۲/۵۸ و ۴۴/۷۲ عدد) تعلق داشت و کمترین مقدار این صفت نیز از عاری نگه داشتن بوته‌های بالنگوی شیرازی با ۱۴۴/۲ و ۳۴۵/۹ درجه-روز رشد (به‌ترتیب با ۱۴/۴۵ و ۱۹/۵۵ عدد) به‌دست آمد. همچنین، بیشترین تعداد فندقه رسیده، در تیمار عاری نگه داشتن بوته‌های بالنگوی شیرازی از علف‌های هرز در سرتاسر فصل رشد (۸۰/۶۶ عدد) مشاهده شد (جدول ۷). Safdar *et al.* (2016) بیان داشتند که بیشترین تعداد دانه در هر چوب بلال ذرت (۵۶۰ عدد)، از تیمار شاهد عاری از علف‌های هرز و کمترین آن (۳۹۵ عدد) از تیمار تداخل کامل علف‌های هرز در سرتاسر فصل رشدی به‌دست آمد.

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ارتفاع، تعداد میوه‌های چهار فندقه در بوته، تعداد میوه‌های رسیده در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد زیستی، دانه و نسبی بالنگوی شیرازی با افزایش طول دوره تداخل و عاری از علف‌های هرز تحت شرایط مزرعه‌ای.

Table 6. Variance analysis (mean squares) of Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) height, number of tetrachenes per plant, number of ripened achenes per plant, 1000-seed weight, biological, seed, and relative yields in the interference and weed-free periods under field conditions.

S.O.V.	df	Height	No. of tetrachenes per plant	No. of ripened achenes per plant	1000-seed weight	Biological yield	Seed yield	Relative yield
Block	2	27.83 ^{ns}	4.69 ^{ns}	85.72 ^{ns}	0.01 ^{ns}	389 ^{ns}	250.7 ^{ns}	84.39 ^{ns}
Experimental treatments	13	333.42**	492.70**	1300.98**	0.06**	105863**	8338.7**	2063.06**
Error	26	8.38	7.51	31.50	0.01	4320	142.4	30
Total	41	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	9.13	10.47	14.34	24.30	18.27	14.05	12.93

** و ^{ns}: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و عدم معنی‌داری.

** and ^{ns}: significantly different at α=0.01, and non significant.

وزن هزاردانه

وزن هزاردانه بالنگوی شیرازی تحت تأثیر دوره‌های تداخل علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت و کاهش یافت (جدول ۶)، به‌طوری‌که با افزایش طول دوره‌های تداخل علف‌های هرز، از مقادیر وزن هزاردانه بالنگوی شیرازی کاسته شد. بر این اساس، بیشترین وزن هزاردانه از تداخل علف‌های هرز با ۱۴۴/۲، ۳۴۵/۹ و ۵۷۴ درجه-روز رشد، به‌ترتیب با ۰/۵۹، ۰/۴۵ و ۰/۴۳ گرم به‌دست آمد و کمترین آن، به استثنای تیمار تداخل کامل علف‌های هرز، به تیمارهای تداخل علف‌های‌هرز با ۱۱۴۷/۶ و ۱۴۵۱/۳ درجه-روز رشد در زراعت این گیاه دانه روغنی تعلق داشت (جدول ۷). Smitchger *et al.* (2012) بیان داشتند که وزن ۱۰۰ دانه عدس با افزایش طول دوره‌های تداخل علف‌های‌هرز کاهش یافت. Maqsood *et al.* (1999) و Maqbool *et al.* (2006) نیز گزارش کردند که با طولانی‌تر شدن دوره رقابت علف‌های هرز-گیاه زراعی، کاهشی خطّی در وزن هزار دانه ذرت مشاهده می‌شود. در مقابل، طول دوره‌های عاری از علف‌های هرز، تأثیر قابل توجهی بر افزایش وزن هزاردانه بالنگوی شیرازی داشت، به‌طوری‌که بیشترین وزن هزاردانه، از عاری نگه داشتن کرت‌های بالنگوی شیرازی در تمامی طول فصل رشد (۰/۶۶ گرم) به‌دست آمد که در بین تمامی تیمارهای تداخل و

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

عاری از علف‌های هرز، بیشترین مقدار را داشت. بیشترین وزن ۱۰۰ دانه (۳۳/۵ گرم) در شرایط عدم رقابت علف‌های هرز با بوته‌های ذرت به‌دست آمد (Safdar *et al.*, 2016). کمترین وزن هزاردانه نیز با عاری نگه داشتن کرت‌ها از علف‌های هرز با ۱۴۴/۲ و ۳۴۵/۹ درجه-روز رشد به‌دست آمد (جدول ۷).

عملکرد زیستی

در بین تیمارهای تداخل علف‌های هرز، بیشترین عملکرد زیستی از تداخل علف‌های هرز با ۱۴۴/۲ درجه-روز رشد (۵۷۸/۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد و کمترین آن نیز به استثنای تداخل کامل علف-های هرز، به تداخل علف‌های هرز با ۱۴۵۱/۳ درجه-روز رشد (۱۷۰/۵۰ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت (جدول ۷). در بین تیمارهای عاری از علف‌های هرز نیز بیشترین عملکرد زیستی از عاری نگه داشتن کرت‌های کاشته شده بالنگوی شیرازی از علف‌های هرز در سرتاسر فصل رشد با ۷۲۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که اختلاف قابل ملاحظه‌ای نیز با عاری نگه داشتن کرت‌ها با ۱۴۵۱/۳ درجه-روز رشد نشان داد. Merino *et al.* (2019) بیان داشتند که با عاری نگه داشتن کرت‌های کاشته شده کینوآ به مدت ۷۵ روز از ابتدای زمان سبز شدن، بیشترین عملکرد زیستی به‌دست می‌آید. Chaudhari *et al.* (2016) نیز نشان دادند که بیشترین عملکرد زیستی گوجه‌فرنگی در تیمار تداخل کامل علف‌های هرز در سرتاسر فصل رشدی (۱۲ هفته تداخل علف‌های هرز)، ۲۸۴ گرم در هر بوته و در تیماری عاری از علف‌های هرز در سرتاسر فصل رشدی ۴۱۹ گرم در هر بوته بود. کمترین عملکرد زیستی نیز به تیمار عاری نگه داشتن کرت-های کاشته شده بالنگوی شیرازی با ۱۴۴/۲ درجه-روز رشد (۱۹۷/۸۳ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت (جدول ۷). به نظر می‌رسد که بوته‌های بالنگوی شیرازی در رقابت با علف‌های هرز موجود در مزارع، توانایی چندانی ندارند و هر چقدر دوره‌های تداخل علف‌های هرز در این گیاه دانه روغنی افزایش یابد، به همان نسبت از عملکرد زیستی بالنگوی شیرازی کاسته می‌شود. به عبارتی دیگر، هر چقدر دوره‌های عاری از علف‌های هرز افزایش یابد، بر عملکرد زیستی بالنگوی شیرازی افزوده می‌شود.

جدول ۷- تأثیر طول دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای آن در بالنگوی شیرازی تحت شرایط مزرعه‌ای.

Table 7. Effect of interference and weed-free periods on Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) yield and its components under field conditions.

Weed interference periods	Height (cm)	No. of tetrachenes per plant	No. of ripened achenes per plant	1000-seed weight (g)	Biological yield (kg/ha)	Seed yield (kg/ha)	Relative yield (% of weef-free)
144.2 GDD	39.10 ab	44.06 a	72.68 a	0.59 ab	578.50 b	174.47 ab	86.98 ab
345.9 GDD	37.10 bc	32.46 bc	51.14 bc	0.45 abc	425 cde	119.32 bc	59.74 bc
574 GDD	36.29 cd	25.20 de	39.01 cde	0.43 bcde	356.33 defg	74.90 de	37.43 de
848.2 GDD	33.91 def	19.89 ef	32.73 def	0.40 cde	266.50 fgh	73.95 de	37.12 def
1147.6 GDD	33.30 def	18.86 f	29.37 ef	0.39 de	226 gh	58.23 fg	28.91 fgh
1451.3 GDD	32.37 f	14.42 f	26.97 ef	0.38 e	170.50 h	50.98 gh	25.52 hi
1993 GDD	7.02 h	0 g	0 g	0 f	51.46 i	0 i	0 j
Weed-free periods							
144.2 GDD	18.98 g	14.45 f	20.81 f	0.37 e	197.83 h	40.75 h	20.28 i
345.9 GDD	31.17 f	19.55 ef	27.08 ef	0.39 e	317.67 efgh	56.78 g	28.60 gh
574 GDD	32.60 ef	26.75 cd	31.62 def	0.41 cde	352.33 defg	62.68 efg	31.30 efgh
848.2 GDD	33.17 def	30.34 bcd	36.73 de	0.42 bcde	390.67 def	70.93 ef	35.44 efg
1147.6 GDD	36 cde	32.98 b	43.53 bcd	0.43 abcde	476.17 bcd	96.23 cd	47.68 cd
1451.3 GDD	37.60 bc	42.58 a	55.40 b	0.44 abcd	551.17 bc	108.72 c	54.14 c
1993 GDD	42.13 a	44.72 a	80.66 a	0.66 a	728 a	201.15 a	100 a

میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد ندارند.

Means with the same letter(s) in the same column are not significantly different at 0.01of probability level, based on LSD Test.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که تأثیر دوره‌های تداخل علف‌های هرز بر عملکرد دانه بالنگوی شیرازی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶)، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه، به تداخل علف‌های هرز با ۱۴۴/۲ و ۳۴۵/۹ درجه-روز رشد (به‌ترتیب با ۱۷۴/۴۷ و ۱۱۹/۳۲ کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت که پس از گذشت مدت زمان مذکور، نسبت به کنترل علف‌های هرز در کرت‌های مشخّص شده تا انتهای فصل رشد اقدام شد (جدول ۷). تأثیر دوره‌های عاری از علف‌های هرز نیز بر عملکرد بالنگوی شیرازی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶)، به‌طوری‌که با عاری نگه داشتن کرت‌های بالنگوی شیرازی به مدت ۱۹۹۳ درجه-روز رشد، بیشترین عملکرد دانه به‌دست آمد (جدول ۷). Karnas *et al.* (2019) بیان داشتند که بیشترین عملکرد کنجد از کرت شاهد عاری از علف‌های هرز (به‌طور متوسط ۸۵۷ کیلوگرم در هکتار) به‌دست می‌آید. با افزایش طول مدت زمان دوره‌های تداخل علف‌های هرز، عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی نیز در مقایسه با تیمار شاهد عاری از علف‌های هرز کاهش چشمگیری را نشان داد، به‌طوری‌که در تیمار تداخل علف‌های هرز با ۱۴۴/۲ و ۳۴۵/۹ درجه-روز رشد، کاهش ۱۳/۰۲ و ۴۰/۲۶ درصدی و در حالت تداخل علف‌های هرز با ۱۴۵۱/۳ درجه-روز رشد، کاهش ۷۴/۴۸ درصدی در عملکرد بالنگوی شیرازی مشاهده شد (جدول ۷). Frenda *et al.* (2013) گزارش کردند، زمانی‌که علف‌های هرز اجازه داشتند تا آخر فصل رشد با نخود رقابت کنند، عملکرد دانه به‌طور متوسط تا 85 درصد عملکرد شاهد عاری از علف‌های هرز کاهش یافت. درحالی‌که در زراعت لوبیا، این میزان کاهش در حدود ۶۰ درصد از شاهد عاری از علف‌های هرز بود. در مقابل، با کاهش دوره‌های عاری از علف‌های هرز، از عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی کاسته شد، به‌طوری‌که با عاری نگه داشتن کرت‌ها از علف‌های هرز به مدت ۱۴۴/۲ و ۳۴۵/۹ درجه-روز رشد، کاهش ۷۹/۷۲ و ۷۱/۴ درصدی در عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی مشاهده شد (جدول ۷). این امر نشان می‌دهد که بوته‌های بالنگوی شیرازی، بخصوص در تراکم‌های پائین، از قدرت رقابت کمی با علف‌های هرز برخوردارند و عدم مبارزه با علف‌های هرز موجود در مزارع این محصول دانه روغنی تا انتهای فصل رشد می‌تواند عملکرد دانه آن را در حد قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهد.

دوره بحرانی کنترل علف‌های‌هرز

شروع و پایان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در زراعت بالنگوی شیرازی، با کاهش پنج و ۱۰ درصدی عملکرد نسبی با رسم منحنی‌های لُجستیک و گامپرتز تعیین شد (شکل ۳). تخمین پارامترهای مدل‌های لُجستیک و گامپرتز در جدول ۸ آورده شده است.

جدول ۸- پارامترهای برآورد شده برای عملکرد نسبی (درصد از شاهد عاری از علف‌های هرز) در دوره‌های تداخل و عاری از علف-های هرز بالنگوی شیرازی در منطقه نقده با کاهش پنج و ۱۰ درصدی از عملکرد.

Table 8. Parameter estimates of three-parameter Log-logistic and Gompertz models for related yield (percentage of season-long weed-free check) of Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall) in the interference and weed-free periods in Naqhadeh region based on a 5% and 10% yield loss.

	Log-logistic model				Gompertz model			
Parameters	*k*	*d*	*f*	R^2	*a*	*b*	*c*	R^2
Estimates	0.01	318.85	1.31	0.97	100	2.22	0.001	0.97

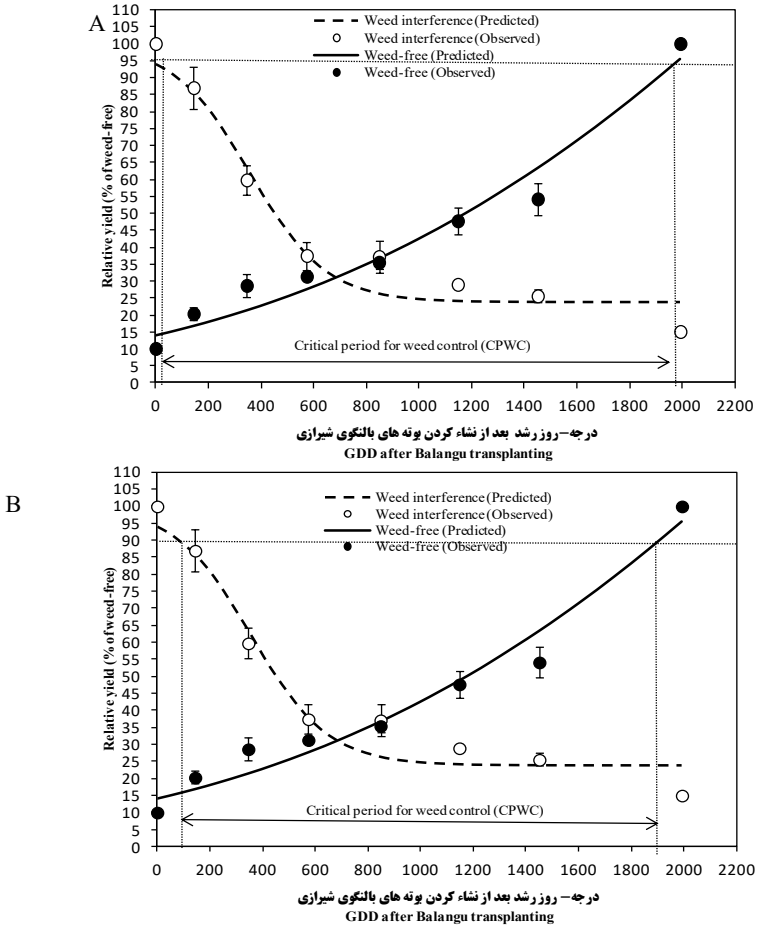
معادله لُجستیک: $Y=[\left(\frac{1}{\{\exp[k\times(x-d)]+f\}}\right)+\left[\frac{f-1}{f}\right]]\times 100$ که در آن، Y: عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی، d: نقطه عطف؛ x: طول دوره‌های تداخل علف‌های هرز (درجه-روز رشد) و k و f: ضرایب ثابت می باشند. معادله گامپرتز: $Y=a\times\exp[-b\times\exp(-c\times x)]$ که در آن، Y: عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی، a: حد بالایی عملکرد نسبی بالنگوی شیرازی، x: طول دوره‌های عاری از علف‌های هرز (درجه-روز رشد) و b و c: ضرایب ثابت می باشند.

Log-logistic: $Y=[\left(\frac{1}{\{\exp[k\times(x-d)]+f\}}\right)+\left[\frac{f-1}{f}\right]]\times 100$, where Y is Balangu yield (% of season-long weed-free yield), x is the time (x-axis expressed GDD after transplanting), d is the point of inflection, and k and f are constants. Gompertz: $Y=a\times\exp[-b\times\exp(-c\times x)]$, where Y is yield (% of season-long weed-free yield), a is the upper asymptote for Balangu yield, b and c are constants, and x is GDD after transplanting.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بر اساس نتایج حاصل از مدل‌های مذکور، در کاهش پنج درصدی عملکرد نسبی، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز از زمان نشاء بوته‌های بالنگوی شیرازی شروع شد و باید تا انتهای فصل رشدی ادامه داشته باشد. در کاهش ۱۰ درصدی عملکرد نسبی نیز دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز باید از زمان ۱۱ روز پس از نشاء بوته‌های بالنگوی شیرازی شروع شود و تا ۱۰۸ روز بعد از نشاء کردن آن‌ها ادامه داشته باشد. مطالعات Ahmadvand *et al.* (2009) نشان داد چنانچه سطح قابل قبول کاهش عملکرد سیب زمینی بجای ۱۰ درصد، پنج درصد در نظر گرفته شود، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در زراعت سیب زمینی زودتر شروع می‌شود و دیرتر نیز پایان می‌پذیرد.



شکل ۳- تأثیر دوره‌های تداخل و عاری از علف‌های هرز بر عملکرد نسبی (درصد از شاهد عاری از علف‌های هرز) بالنگوی شیرازی. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز با کاهش پنج درصدی (A) و ۱۰ درصدی عملکرد (B) نشان داده شده‌اند. نقاط، داده‌های مشاهده‌ای و خطوط، مقادیر تخمین زده را نشان می‌دهند.

Figure 3. Effect of weed interference and weed-free periods on relative yield (% of weed-free check) of Balangu (*Lallemantia royleana* Benth. in Wall). The beginning and the end of the critical period of weed competition (CPWC) showed based on the 5% (A) and 10% yield losses. Points and lines represent observed mean and predicted values, respectively.

Singh *et al.* (2014) بیان داشتند که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در زراعت برنج رقم PR 114 زودتر شروع شد و با احتساب پنج درصد کاهش عملکرد قابل قبول، از ۱۲ روز بعد از کاشت شروع شده و تا ۸۳ روز پس از کاشت ادامه می‌یابد. Karnas *et al.* (2019) نیز گزارش کردند که زمان شروع دوره بحرانی

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

کنترل علف‌های هرز در زراعت کنجد با ۱۰ درصد کاهش عملکرد، ۱۸ روز بعد از سبز شدن گیاه زراعی بود و زمان پایان این دوره، ۵۲ روز بعد از سبز شدن کنجد می‌باشد. با این حال، دوره بحرانی کنترل علف-های هرز در زراعت بالنگوی شیرازی ممکن است تحت تأثیر عوامل زراعی و محیطی قرار گیرد که بر این اساس میزان رشد بوته‌های بالنگوی شیرازی متفاوت است و قدرت رقابتی آن‌ها نیز متغیر خواهد بود. شروع زودهنگام دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز و اتمام دیرهنگام این دوره در زراعت این محصول نشان می-دهد که بوته‌های بالنگوی شیرازی، از قدرت رقابتی ضعیفی با علف‌های هرز در ابتدای فصل برخوردارند و در ادامه فصل رشد نیز نمی‌توانند بر توانایی رقابتی خود بیفزایند و رقابت موثری با علف‌های هرز موجود داشته باشند که در نهایت، این امر موجب می‌شود تا دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز تا انتهای فصل رشد در این منطقه ادامه داشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کنترل علف-های هرز در زراعت بالنگوی شیرازی در منطقه نقده با در نظر گرفتن کاهش ۱۰ درصدی عملکرد این محصول باید زودتر و در ابتدای فصل رشدی و پس از گذشت ۱۱ روز از نشاء بوته‌های بالنگوی شیرازی آغاز شود. از آن‌جائیکه بالنگوی شیرازی، رقابت‌کننده ضعیفی در مقابل علف‌های هرز می‌باشد و علف‌های هرز مختلفی در سرتاسر فصل رشد سبز شده‌اند و با آن رقابت می‌کنند و قدرت رقابت اکثر آن‌ها از بالنگوی شیرازی بیشتر است، باید اقدامات کنترلی از ۱۰۰ درجه- روز رشد شروع شود و تا ۱۹۰۰ درجه- روز رشد ادامه داشته باشد تا از کاهش محسوس عملکرد آن جلوگیری به‌عمل آید. بدین منظور، نیاز است تا مزارع این گیاه دانه روغنی به مدت ۹۷ روز عاری از علف‌هرز نگه داشته شوند. البته، برآورد دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در گیاه بالنگوی شیرازی کشت شده در اقلیم‌های متفاوت، بسته به نوع گونه-های علف‌هرزی (اعم از یکساله و چندساله) و تراکم آن‌ها متفاوت خواهد بود. بنابراین ممکن است نتایج حاصل از این تحقیق، قابل تعمیم به دیگر مناطق کشور نباشد. در این مطالعه مشخص شد که در حضور دائمی علف‌های‌هرز در یک منطقه و با استقرار آن‌ها، طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، حتی با وجود نشاء بوته‌های بالنگوی شیرازی افزایش می‌یابد. با توجه به این‌که برخی از علف‌های هرز موجود در زراعت این محصول در منطقه‌ی نقده نظیر شیرین-بیان، پیچک صحرایی، کنگر صحرایی و خارشتر جزء علف‌های هرز چندساله می‌باشند، باید با استفاده از انواع روش‌های کنترلی، به‌خصوص کاربرد علف‌کش-های پیش رویشی (نظیر تریفلورالین و پندی‌متالین) و پس رویشی (نظیر اُکسی‌فلورفن) در مقادیر کم، همراه با وجین شدید نسبت به حذف چنین علف‌های هرزی اقدام شود.

REFERENCES

1. Ahmadvand, G., Mondani, F. & Golzardi, F. (2009). Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. *Scientia Horticulturae*, 121, 249-254.
2. Aldrich, R. J. (1987). Predicting crop yield reductions from weeds. *Weed Technology*, 1(3), 199-206.
3. Asghari, J. & Cheraghi, G. R. (2003). The critical period of weed control in two late and medium maturity grain maize (*Zea mays*) cultivars. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 5(4), 285-301. (In Persian)
4. Blackshaw, R. E., Lemerle, D., Mailer, R. & Young, K. R. (2002). Influence of wild radish on yield and quality of canola. *Weed Science*, 50(3), 344–349.
5. Bridges, D. C., Brecke, B. J. & Barbour, J. C. (1992). Wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla*) interference with peanut (*Arachis hypogaea*). *Weed Science*, 40(1), 37–42.
6. Chaudhari, S., Jennings, K. M., Monks, D. W., Jordan, D. L., Gunter, C. C., McGowen, S. J. & Louws, F. J. (2016). Critical period for weed control in grafted and nongrafted fresh market tomato. *Weed Science*, 64, 523-530.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

7. Cousens, R. (1985). A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology*, 107(2), 239–252.
8. Cousens, R., Peters, N. C. B. & Marshall, C. J. (1984). Models of yield loss-weed density relationships, In: Proceedings of the 7th *International Symposium on Weed Ecology, Ecology & Systematics*, Columa-EWRS, Paris, pp. 367-374.
9. Crotser, M. P. & Witt, W. W. (2000). Effect of *Glycine max* canopy characteristics, *G. max* interference, and weed-free period on *Solanum ptycanthum* growth. *Weed Science*, 48(1), 20-26.
10. Curran, W. S., Morrow, L. A. & Whitesides, R. E. (1987). Lentil (*Lens culinaris* L.) yield as influenced by duration of wild oat (*Avena fatua*) interference. *Weed Science*, 35(5), 669-672.
11. Frenda, A. S., Ruisi, P., Saia, S., Frangipane, B., Di Miceli, G., Amato, G. & Giambalvo, D. (2013). The critical period of weed control in faba bean and chickpea in mediterranean areas. *Weed Science*, 61, 452-459.
12. Hall, M. R., Swanton, C. J. & Anderson, G. W. (1992). The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Science*, 40(3), 441–447.
13. Johnson, B. J. (1971). Effect of weed competition in sunflower. *Weed Science*, 19, 378-380.
14. Karimmojeni, H., Barjasteh, A., Mousavi, R. S. & Bazrafshan, A. H. (2014). Determination of the critical period of weed control in potato (*Solanum tuberosum* L.). *New Zealand Journal of Crop & Horticultural Science*, 42(3), 151-160.
15. Karnas, Z., Isik, D., Tursun, N. & Jabran, K. (2019). Critical period for weed control in sesame production. *Weed Biology & Management*, 19, 121-128.
16. Knezevic, S. Z., Evans, S. P., Blankenship, E. E., van Acker, R. C. & Lindquist, J. L. (2002). Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science*, 50, 773-786.
17. Maqbool, M. M., Tanveer, A., Ata, Z. & Ahmad, R. (2006). Growth and yield of maize (*Zea mays* L.) as affected by row spacing and weed competition durations. *Pakistan Journal of Botany*, 38, 1227-1236.
18. Maqsood, M., Akbar, M., Yousaf, N., Mahmood, M. T. & Ahmad, S. (1999). Studies on weed-crop competition in maize. *International Journal of Agriculture & Biology*, 1, 270-272.
19. Martin, S. G., van Acker, R. C. & Friesen, L. F. (2001). Critical period of weed control in spring canola. *Weed Science*, 49(3), 326–333.
20. Merino, J., Pedreros, A., Fischer, S. & Lopez, M. D. (2019). Critical period of weed interference on total polyphenol content in quinoa. *Chilean Journal of Agrocultural Resreach*, 79(3), 405-414.
21. Mohammadi, G., Javanshir, A., Khooie, F. R., Mohammadi, S. A. & Zehtab Salmasi, S. (2005). Critical period of weed interference in chickpea. *Weed Research*, 45(1), 57–63.
22. Naghibi, F., Mosaddegh, M., Mohammadi-Motamed, M. & Ghorbani, A. (2005). Labiatae family in folk medicine in Iran: From ethnobotany to pharmacology. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 4(2), 63-79.
23. Nalewaja, J. D., Collins, D. M. & Swallers, C. M. (1972). Weeds in sunflowers. *North Dakota Farm Research*, 29, 3-6.
24. Nunez, R. & de Gastro, D. (1992). Palaeoethnobotany and archaebotany of the Labiatae in Europe and near east. In: R. M. Harley & T. Reynolds (Eds.), *Advances in Labiate Science*. (pp. 437-454), Royal Botanic Gardens, Kew, London.
25. Ocho, D. L. (1990). Critical period of weed competition in sweet corn (*Zea mays* L. var. *Saccharata* sturt.). CDROM, AGRIS. 1993-94.
26. Ratkowsky, D. A. (1990). *Handbook of Nonlinear Regression Models*. New York: Marcel Dekker, 123-147 pp.
27. Rezvani, H., Latifi, N. & Zeinali, E. (2009). Determination of critical period for velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) control in summer seeded soybean, Williams cultivar. *Iranian Journal of Crop Production*, 1(2), 45-65. (In Persian)
28. Safdar, M. E., Tanveer, A., Khaliq, A. & Maqbool, R. (2016). Critical competition period of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.) in maize. *Crop Protection*, 80, 101-107.
29. Sarabi, V. & Zeidali, E. (2018). Flora and distribution of weeds in wheat, tomato, sugarbeet, onion and chickpea fields in Mashhad region. *Plant Production Technology*, 9(2), 167-180. (In Persian)
30. Singh, M., Bhullar, M. S. & Chauhan, B. S. (2014). The critical period for weed control in dry-seeded rice. *Crop Protection*, 66, 80-85.
31. Sit, V. & Costello, M. P. (1994). Catalog of curves for curve fitting. Biometrics Information Handbook Series No. 4. Ministry of Forests BC, Victoria Canada, ISSN 1183-9759.
32. Smitchger, J. A., Burke, I. C. & Yenish, J. P. (2012). The critical period of weed control in lentil (*Lens culinaris*) in the Pacific Northwest. *Weed Science*, 60, 81-85.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

33. Stagnari, F. & Pisante, M. (2011). The critical period for weed competition in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Mediterranean areas. *Crop Protection*, 30, 179-184.
34. Stoller, E. W., Harrison, S. K., Wax, L. M., Regnier, E. E. & Nafziger, E. D. (1987). Weed interference in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, 3, 155–181.
35. Talebi, M. (2011). The nutlet morphology in *Lallemantia* Fisch. Et Mey. (Labiatae) in Iran. *Plant & Ecosystem*, 7(25), 25-34. (In Persian)
36. Tavassoli, M., Omidi, H., Rasti, S. & Jafarzadeh, L. (2012). Evaluation of dormancy and germination responses of Lallemantia seeds to the application of salicylic acid treatment. In: Proceedings of *12th Iranian Crop Science Congress*, 4-6 Sept., Islamic Azad University, Karaj, Iran, pp. 1-6. (In Persian)
37. Van Acker, R. C., Weise, S. & Swanton, C. J. (1993). Influence of interference from a mixed weed species stand on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) growth. *Canadian Journal of Plant Science*, 73(4), 1293-1304.
38. Vizantinopoulos, S. & Katranis, N. (1998). Weed management of *Amaranthus* spp. in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 12(1), 145-150.
39. Zimdahl, R. L. (2018). *Fundamentals of Weed Science* (5th ed.). Academic Press, 758 p.

Archive of SID.ir