University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Determining the Critical Period of Weed Damage on Yield and Yield Components of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

Alireza Hamdami[1] | Hashem Hadi[2]✉ | Amir Rahimi[3]

1. Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: a.hamdami@urmia.ac.ir
2. Corresponding author, Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: h.hadi@urmia.ac.ir
3. Department of Plant Production and Genetics, Urmia University, Urmia, Iran. E-mail: a.rahimi@urmia.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 1 January 2022
Received in revised form
1 February 2022
Accepted 28 November 2022
Published online 12 June 2024

Keywords:
Biological yield
Control
Growing-degree days
Harvest index
Interference

ABSTRACT

Objective: Weeds reduce the yield and quality of fenugreek. The present study was conducted to investigate the effect of different periods of weed control and interference on yield and yield components of fenugreek.

Methods: This experiment was adjusted with 12 treatments and three replicates, out of which 6 treatments comprised weed control and the other 6 treatments comprised weed interference (including weed control or weed interference from emergence up to the third true leaf, the sixth true leaf, to the first flowering branch, to the third flowering branch, to flowering, and to seed filling) at the research farm of Urmia University in 2018.

Results: The results showed that the interference treatment up to the third true leaf had the lowest weed dry weight. In both treatment series, a significant decrease was observed in grain yield per plant and hectare of fenugreek with increasing the presence period of weeds so that the beginning of the critical period was determined 140 and 158 GDD from plants emergence at two acceptable levels of 5 and 10% reduction of grain yield per hectare, respectively, and the end of the critical period of weed control was established at 349 and 282 GDD from the emergence at the two levels of yield reductions, respectively.

Conclusion: Therefore, the best time to control the weeds was from the third true leaf to flowering and from the four-leaf stage until the appearance of flowers at 5% and 10% yield reduction levels, respectively.

Cite this article: Hamdami, A., Hadi, H., & Rahimi, A. (2024). Determining the Critical Period of Weed Damage on Yield and Yield Components of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Crops Improvement*, 26 (2), 349-362. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.320153.2526

© The Authors.
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2022.320153.2526

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

تعیین دوره بحرانی خسارت علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

علیرضا همدمی[۱] | هاشم هادی[۲]✉ | امیر رحیمی[۳]

۱. گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، آذربایجان‌غربی، ایران. رایانامه: a.hamdami@urmia.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، آذربایجان‌غربی، ایران. رایانامه: h.hadi@urmia.ac.ir

۳. گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، آذربایجان‌غربی، ایران. رایانامه: a.rahimi@urmia.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۱/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۳/۲۳

کلیدواژه‌ها:
تداخل
درجه–روزهای رشد
شاخص برداشت
عملکرد بیولوژیک
کنترل

چکیده

هدف: علف‌های هرز باعث کاهش عملکرد و کیفیت شنبلیله می‌شوند. پژوهش حاضر، به‌منظور بررسی تأثیر دوره‌های مختلف کنترل و تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله انجام گرفت.

روش پژوهش: این آزمایش در ۱۲ سطح با سه تکرار تنظیم شدند که شش سطح آن برای کنترل علف‌های هرز و شش سطح دیگر برای تداخل علف‌های هرز بود (شامل تیمارهای کنترل علف‌های هرز از سبزشدن تا سومین برگ‌حقیقی، تا ششمین برگ حقیقی، تا اولین شاخه گل‌زا، تا سومین شاخه گل‌زا، تا گلدهی، تا دانه‌بندی و تیمارهای حضور علف هرز (تداخل) تا سومین برگ حقیقی، تا ششمین برگ حقیقی، تا اولین شاخه گل‌زا، تا سومین شاخه گل‌زا، تا گلدهی و تا دانه‌بستن) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۷ اجرا شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تیمار تداخل تا سومین برگ حقیقی کم‌ترین وزن خشک علف‌های هرز را داشت. در هر دو سری تیمار با افزایش دوره حضور علف‌های هرز، کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه در بوته و هکتار شنبلیله مشاهده شد، به‌طوری‌که شروع دوره بحرانی در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد کاهش عملکرد قابل‌قبول دانه در هکتار به‌ترتیب ۱۴۰ و ۱۵۸ درجه–روزهای رشد از زمان سبزشدن و پایان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نیز در دو سطح کاهش عملکرد مذکور به‌ترتیب ۳۴۹ و ۲۸۲ درجه–روز رشد از سبزشدن گیاه تعیین شدند.

نتیجه‌گیری: بنابراین بهترین زمان مبارزه در سطح ۵ درصد کاهش عملکرد، کنترل از سومین برگ حقیقی تا گلدهی و در سطح ۱۰ درصد کاهش عملکرد، کنترل از چهار برگی تا قبل از ظهور گل‌ها بود.

استناد: همدمی، علیرضا؛ هادی، هاشم؛ و رحیمی، امیر (۱۴۰۱). تعیین دوره بحرانی خسارت علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.). *به زراعی کشاورزی*، ۲ (۴)، ۳۶۲-۳۴۹. DOI: http//doi.org/10.22059/jci.2022.320153.2526

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

CC BY NC

۱. مقدمه

شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) از تیره باقلاییان است و مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته‌شده در جهان می‌باشد که بومی شرق مدیترانه، غرب آسیا و ایران است (حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ دنگی[۱] و همکاران، ۲۰۰۴). به‌دلیل سازگاری بالای خود در طیف وسیعی از مناطق ایران رشد می‌کند و دارای عادت رشدی نامحدود می‌باشد و تا زمان سرمازدگی به رشد خود ادامه می‌دهد (آسیم[۲] و همکاران، ۲۰۱۸). شنبلیله به‌دلیل داشتن مقادیر بالای عناصر میکرو و ماکرو و فیبر به‌عنوان یک گیاه منحصربه‌فرد با ارزش غذایی بالا مطرح می‌باشد (توماس[۳] و همکاران، ۲۰۱۱). از شنبلیله به‌عنوان سبزی استفاده می‌شود و مصرف دانه‌های آن به هضم غذا کمک می‌نماید (سرینیواسان[۴]، ۲۰۱۹). علاوه بر اهمیت تغذیه‌ای، شنبلیله به‌دلیل داشتن تریگونلین و دیاسیژنین نقش ویژه‌ای در درمان دیابت و کاهش چربی و کلسترول خون دارد (رجبی هشجین، ۱۳۹۸؛ محمدی[۵] و همکاران، ۲۰۲۰).

علف‌های هرز باعث کاهش عملکرد و کیفیت محصول می‌گردند (اسد الزمان[۶] و همکاران، ۲۰۲۰). علف‌های هرز از مهم‌ترین فاکتورهای محیطی تعیین‌کننده عملکرد محصولات زراعی هستند و مدیریت آن‌ها به‌منظور افزایش تولید امری ضروری می‌باشد. مبارزه سنتی با علف‌های هرز مستلزم نیروی کار زیاد می‌باشد و اغلب روشی خسته‌کننده، ناکارآمد و پرهزینه است (ایمولوم[۷]، ۲۰۱۴). از سویی دیگر کاربرد علف‌کش‌ها، مشکلات جدی آلودگی‌های زیست‌محیطی را ایجاد کرده‌اند و به مرور زمان علف‌های هرز نسبت به این مواد شیمیایی مقاومت پیدا کرده‌اند و کارایی آن‌ها نیز در مدیریت علف‌های هرز کاهش یافته است (چارلز[۸] و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین تعیین زمان مناسب جهت مبارزه با علف‌های هرز به‌منظور کاهش هزینه‌ها لازم می‌باشد.

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز مدت زمانی است که طی آن باید علف‌های هرز کنترل شوند تا از کاهش غیرقابل‌قبول عملکرد جلوگیری گردید (کورس[۹] و نورسورتی[۱۰]، ۲۰۱۵). در طی دوره بحرانی باید محصول بدون علف‌های هرز نگهداری شود تا از افت عملکرد بیش‌تر از حد آستانه جلوگیری به‌عمل آید (چارلز[۱۱] و همکاران، ۲۰۱۹). به بیانی دیگر، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز به‌عنوان بخشی از زمان تعریف می‌شود که بین مراحل کاشت یا رویش گیاه زراعی یعنی هنگامی‌که رقابت علف‌های هرز عملکرد را کاهش می‌دهد و زمانی‌که پس از آن رقابت علف‌های هرز، عملکرد گیاه زراعی را کاهش نمی‌دهد، قرار دارد. این دوره براساس ترکیب‌های مختلفی از گیاه و علف هرز تعیین می‌شود و مربوط به سطح مشخصی از رقابت علف‌های هرز است (تورسان[۱۲] و همکاران، ۲۰۱۶). اطلاع از این زمان در انجام برنامه‌های مدیریتی علف‌های هرز به‌ویژه علف‌های هرز پس‌رویشی ضروری می‌باشد. با توجه به مورد فوق و اهمیت کنترل علف‌های هرز، پژوهش حاضر با هدف تعیین تأثیر دوره‌های بحرانی کنترل و تداخل علف‌های هرز بر خصوصیات کمی شنبلیله در شرایط کشت انتظاری انجام گرفت.

---

1. Dangi
2. Aasim
3. Thomas
4. Srinivasan
5. Mohammadi
6. Asaduzzaman
7. Imoloame
8. Charles
9. Korres
10. Norsworthy
11. Charles
12. Tursun

۲. پیشینهٔ پژوهش

دارامولا[1] و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز بر عملکرد سویا اظهار داشتند که صرف‌نظر از فاصله کشت، هنگامی‌که علف‌های هرز تا سه هفته پس از کاشت، اجازه رشد داشته باشند منجر به کاهش عملکرد نمی‌شوند اما اگر این مدت به بیش از شش هفته برسد باعث کاهش معنی‌دار عملکرد می‌گردد.

گیاهان دارویی حساسیت بالای به حضور علف‌های هرز دارند (کاروبا[2] و میلیتلو[3]، ۲۰۱۲). در این ارتباط گزارش شده است که علف‌های هرز پهن برگ عملکرد شنبلیله را تحت تأثیر قرار می‌دهند (سولوریو-سانچز[4] و همکاران، ۲۰۱۴). برادران و قهری (۱۳۹۴) به‌منظور بررسی تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و خصوصیات زراعی شنبلیله در تراکم‌های مختلف گیاهی گزارش کردند که افزایش دوره‌های طولانی مدت تداخل علف‌های هرز مانع از رشد اندام‌های رویشی و تسریع در ورود به دوره زایشی گردیده و در نهایت سبب افزایش شاخص برداشت و کاهش عملکرد شد. در گیاهان متعدد از جمله پیاز (دباغ محمدی نسب و همکاران، ۱۳۹۲)، ذرت دانه‌ای (چیت بند و همکاران، ۱۳۹۴) و پنبه (چارلز[5] و همکاران، ۲۰۱۹) برای تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز از شاخص حرارتی درجه-روز رشد (GDD)[6] استفاده شده است. کارناس[7] و همکاران (۲۰۱۹) با هدف تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز کنجد آزمایشی طی دو سال اجرا کردند و بیان داشتند که این دوره در سال اول برابر با ۱۷۷ تا ۸۲۰ درجه-روزهای رشد و در سال دوم برابر با ۱۷۰ تا ۸۳۷ درجه-روزهای رشد بود. عامری (۱۳۹۴) گزارش کرد که وجین علف‌های هرز در سه سطح بدون وجین (شاهد)، یک بار و دو بار وجین دستی در طی دوره رشد گیاه همیشه بهار بر روی عملکرد و اجزای عملکرد اثر معنی‌داری دارند. هم‌چنین حسینی و همکاران (۱۳۸۴) نیز گزارش کردند که وجین علف‌های هرز در اوایل فصل، اثر بیش‌تری بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز داشتند. محمد علینژاد و موسوی (۱۳۹۶) ضمن تأکید بر اثر معنی‌دار تیمارهای تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ، توصیه نمودند که علف‌های هرز این گیاه با شروع مرحله تولید شاخه فرعی کنترل گردد. قلی‌پور و سلطانی (۱۳۸۴) در پژوهش خود کشت خفته (کشت انتظاری) را به‌عنوان یک روش جدید کشت موردبررسی قرار دادند. در این روش، گیاه در اواخر فصل پاییز و یا اوایل فصل زمستان کشت می‌شود که در آن دما به حدی پایین است که جوانه‌زنی بذر تا بهار به تأخیر می‌افتد. در این روش به هنگام افزایش دما به مقداری که جوانه‌زنی بذر میسر باشد، گیاه‌چه سبز شده و به‌خاطر عملیات مربوط به آماده‌سازی زمین و کشت بذر، تأخیری در شروع رشد و نمو در بهار ایجاد نمی‌گردد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه ارومیه، واقع در منطقه نازلو با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۲ ثانیه دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۵ ثانیه دقیقه شرقی و با ۱۳۱۳ متر ارتفاع از سطح دریای آزاد اجرا شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول (۱) قید شده است. بذر شنبلیله مورداستفاده از توده‌های بومی کشور ترکیه به نام پولاتلی[8] بود. بذور در نیمه دوم

1. Daramola
2. Carrubba
3. Militello
4. Solorio-Sanchez
5. Charles
6. Growing degree-day
7. Karnas
8. Polatli

آذرماه به‌روش کشت انتظاری در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۲/۵ متر، با فاصله بین ردیف‌های کشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر کشت شدند. آزمایش بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در مجموع دارای ۳۶ کرت بود. تیمارهای آزمایشی در ۱۲ سطح با سه تکرار تنظیم شدند که شش سطح آن شامل کنترل علف‌های هرز و شش سطح دیگر شامل تداخل علف‌های هرز بود؛ تیمارهای کنترل علف‌های هرز از سبزشدن تا سومین برگ حقیقی (مرحله ۱۰۳ از BBCH)[1]، تا ششمین برگ حقیقی (مرحله ۱۰۶ از BBCH)، تا اولین شاخه گل‌زا (مرحله ۲۰۱ از BBCH)، تا سومین شاخه گل‌زا (مرحله ۲۰۳ از BBCH)، تا گل‌دهی (مرحله ۶۰۵ از BBCH) و تا دانه‌بندی (مرحله ۸۰۵ از BBCH) بود و تیمارهای تداخل علف‌های هرز تا سومین برگ حقیقی، تا ششمین برگ حقیقی، تا اولین شاخه گل‌زا، تا سومین شاخه گل‌زا، تا گل‌دهی و تا دانه‌بندی بود.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک زراعی مزرعه تحقیقاتی

نیتروژن (درصد)	کربن آلی (درصد)	فسفر فراهم (قسمت در میلیون)	پتاسیم فراهم (قسمت در میلیون)	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت خاک
۰/۲۱	۱/۳۴	۲۴	۹۸۰	۷/۸	۱/۲۸	۱۵	۳۵	۵۰	رسی

صفات مختلف نظیر ارتفاع بوته، قطر طوقه، تعداد شاخه‌های جانبی، وزن کل علف‌های هرز، وزن هزاردانه، تعداد غلاف، وزن خالی غلاف، وزن غلاف کامل، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه در هکتار، عملکرد بیولوژیک در هکتار و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. پس از آزمون نرمال‌بودن توزیع اشتباهات آزمایشی، تجزیه واریانس برای تمام صفات و مقایسه میانگین‌ها با روش حداقل اختلاف معنی‌دار[2] (LSD) در نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) انجام گرفت. هم‌چنین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز براساس درجه–روزهای رشد (GDD) با احتساب ۵ و ۱۰ درصد کاهش مجاز عملکرد پس از شروع رشد در بهار محاسبه و نمودار مربوطه در نرم‌افزار GraphPad Prism 6 ترسیم شد. درجه–روزهای رشد براساس اطلاعات هواشناسی و با احتساب حداقل و حداکثر درجه سانتی‌گراد بر طبق رابطه زیر محاسبه شد:

$$GDD = \sum_{1}^{n} \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{base}$$ رابطه ۱)

که در این معادله، T_{max}: حداکثر دمای روزانه، T_{min}: حداقل دمای روزانه، T_{base}: دمای پایه (پایین‌ترین دمای قابل تحمل) و n: تعداد روزها در یک دوره رویشی می‌باشد. هم‌چنین مدل لجستیک از معادله (۲) و مدل گامپرتز از معادله (۳) محاسبه شدند:

$$Y = [(1/D \times exp((K(T - X)) + F))((F - 1)/F)] \times 100$$ رابطه ۲)

$$Y = A \times exp(-B \times exp(-KT))$$ رابطه ۳)

که در این روابط، Y: عملکرد دانه (درصد از شاهد عاری از علف هرز)، exp: تابع نمایی، X: نقطه عطف برحسب GDD، F، K و D: مقادیر ثابت در معادله لجستیک و در معادله گامپرتز نیز A: مجانب عملکرد (درصد از شاهد بدون رقابت)، K و B: مقادیر ثابت معادله گامپرتز و T: مقادیر GDD می‌باشند (کنزویچ[3] و همکاران، ۲۰۰۲).

1. Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and CHemical industry
2. Least Significant Difference
3. Knezevic

۴. یافته‌های پژوهش

نتایج تجزیه واریانس صفات موردارزیابی نشان داد که مراحل مختلف کنترل و تداخل علف‌های هرز بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد غلاف، وزن غلاف کامل، تعداد دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و بر صفات وزن کل علف‌های هرز، قطر طوقه، وزن خالی غلاف و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی‌داری داشت. در حالی‌که این اثر برای صفات تعداد گره برگی، وزن هزاردانه و شاخص برداشت غیرمعنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۳).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات موردارزیابی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن کل علف‌های هرز	ارتفاع بوته	تعداد شاخه	قطر طوقه	تعداد گره برگی	تعداد غلاف	وزن غلاف کامل
بلوک	۲	۳۳۴/۴ns	۱۰۷/۵*	۰/۵۶۴*	۰/۰۰۳ns	۵۸/۰۴ns	۰/۴۱ns	۰/۳۳ns
تیمار	۱۱	۱۰۲۲/۳*	۱۵۳/۲**	۰/۵۴۰**	۰/۰۰۶*	۴۷/۷۳ns	۱۷/۳**	۰/۷۹**
اشتباه	۲۲	۳۳۶/۷	۳۱/۲۰	۰/۱۲۶	۰/۰۰۳	۲۷/۲۵	۱/۷۹	۰/۲۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۵/۹	۶/۸۰	۱۰/۵	۱۱/۵	۱۳/۸	۸/۰۹	۱۵/۰

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

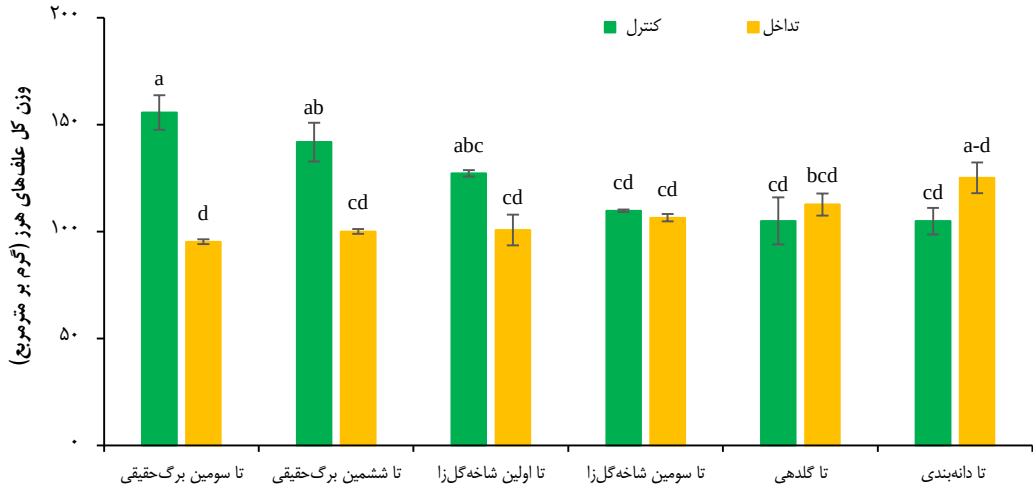
جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن خالی غلاف	تعداد دانه	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک
بلوک	۲	۰/۰۸ns	۲۵۹/۶ns	۰/۳۵۸ns	۱۲۰۲۵/۴ns	۱۳/۴۸ns	۱۵۰۵۶/۱ns
تیمار	۱۱	۰/۱۹*	۱۸۵۵/۸**	۰/۳۹۰ns	۳۵۸۱۷/۵**	۱۲/۹۲ns	۲۰۵۳۲۳/۱*
اشتباه	۲۲	۰/۰۷۸	۲۰۷/۴	۱/۱۸۷	۵۸۹۴/۵	۲۲/۵۸	۶۹۰۸۶/۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۹/۴	۸/۲۵	۱۰/۷	۱۱/۷	۱۶/۸	۱۱/۳

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

علف‌های هرز موجود در مزرعه شنبلیله شامل تاج‌خروس[1]، ترب‌وحشی[2]، خاکشیر[3]، گاوچاق‌کن[4]، سلمه‌تره[5]، شیرسگ[6]، توق[7] و آناغالیس[8] بود و بعد از دانه‌بندی پیچک[9] نیز مشاهده شد. با کاهش طول دوره کنترل و نیز افزایش طول دوره تداخل، وزن خشک علف‌های هرز افزایش داشت، به‌طوری‌که نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار کنترل تا سومین برگ حقیقی (۱۵۵/۷ گرم بر مترمربع) بیش‌ترین وزن کل علف‌های هرز را داشت و با افزایش دوره کنترل علف‌های هرز این مقدار کاهش یافت و به کم‌ترین مقدار خود در تیمار تداخل تا سومین برگ حقیقی (۹۵/۳ گرم بر مترمربع) رسید و پس از آن با افزایش زمان تداخل تا دانه‌بستن، وزن علف‌های هرز به‌صورت غیرمعنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱).

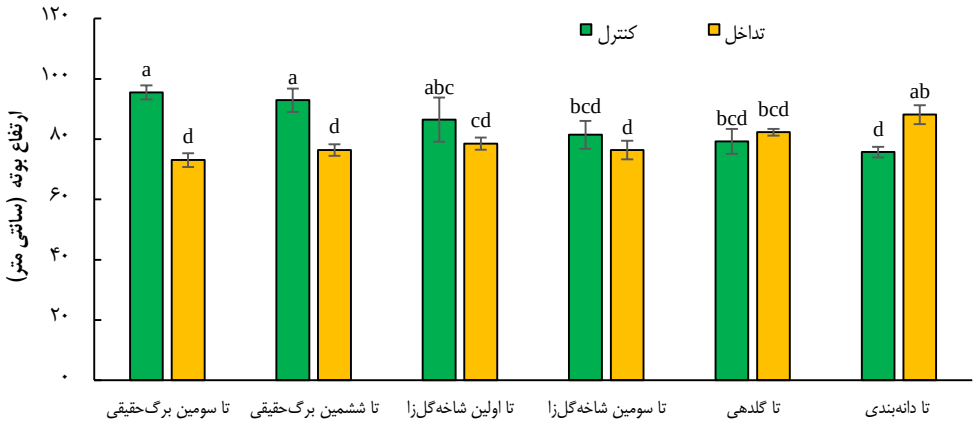
1. *Amaranthus retroflexus* L.
2. *Raphanus raphanistrum* L.
3. *Descurainia sophia* L.
4. *Lactuca orientalis* Boiss.
5. *Chenopodium album* L.
6. *Euphorbia helioscopia* L.
7. *Xanthium strumarium* L.
8. *Anagallis arvensis* L.
9. *Convolvulus arvensis* L.



شکل ۱. مقایسه میانگین تأثیر دوره‌های زمانی کنترل و تداخل علف‌های هرز بر وزن کل علف‌های هرز در مترمربع.

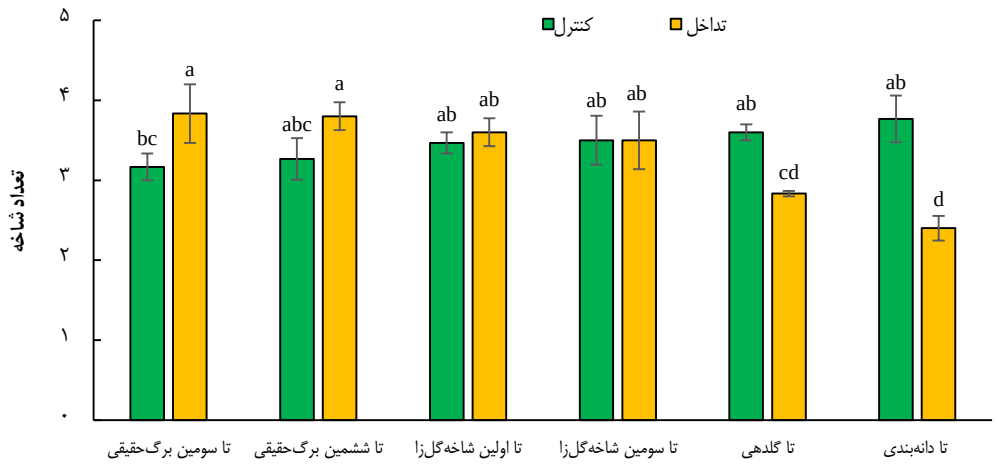
مطابقت درجه–روزهای رشد با مراحل فنولوژیکی این گیاه به این شرح می‌باشد: سومین برگ حقیقی (۱۳۸/۵۵)، ششمین برگ حقیقی (۱۷۸/۱)، اولین شاخه گل‌زا (۲۲۴/۹)، سومین شاخه گل‌زا (۲۹۳/۲)، گل‌دهی (۳۳۹/۹) و دانه‌بندی (۴۱۲/۹۵)

بیش‌ترین ارتفاع بوته از تیمار کنترل تا سومین برگ حقیقی (۹۵/۵۱ سانتی‌متر) و کوتاه‌ترین طول بوته در مرحله تداخل علف‌های هرز تا سومین برگ حقیقی (۷۳/۰۸ سانتی‌متر) مشاهده شد. علاوه بر تیمار کنترل تا سومین برگ حقیقی، تیمارهای کنترل تا ششمین برگ حقیقی (۹۲/۹۳ سانتی‌متر)، تا اولین شاخه گلزا (۸۶/۴۸ سانتی‌متر) و تداخل تا دانه‌بستن (۸۸/۱۷ سانتی‌متر) ارتفاع بوته را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (شکل ۲). دلیل عمده این افزایش ارتفاع وجود رقابت شدید بین علف‌های هرز و گیاه شنبلیله است. از سویی دیگر، افزایش دوره‌های حضور علف‌های هرز در هر دو سری تیمارها به‌ویژه در تیمار تداخل علف‌های هرز باعث کاهش روند تشکیل شاخه‌های جانبی در طول فصل رشد شنبلیله شد. به‌طوری‌که در اثر اعمال تیمارهای کنترل علف‌های هرز، تعداد شاخه در بوته در اثر تیمارهای تداخل تا سومین برگ حقیقی (۳/۸۳) افزایش و در مرحله تداخل تا دانه‌بستن (۲/۴) کاهش داشت (شکل ۳).



شکل ۲. مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز بر ارتفاع بوته شنبلیله.

مطابقت درجه–روزهای رشد با مراحل فنولوژیکی این گیاه به این شرح می‌باشد: سومین برگ حقیقی (۱۳۸/۵۵)، ششمین برگ حقیقی (۱۷۸/۱)، اولین شاخه گل‌زا (۲۲۴/۹)، سومین شاخه گل‌زا (۲۹۳/۲)، گل‌دهی (۳۳۹/۹) و دانه‌بندی (۴۱۲/۹۵)



شکل ۳. مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز بر تعداد شاخه شنبلیله.

مطابقت درجه–روزهای رشد با مراحل فنولوژیکی این گیاه به این شرح می‌باشد: سومین برگ حقیقی (۱۳۸/۵۵)، ششمین برگ حقیقی (۱۷۸/۱)، اولین شاخه گل‌زا (۲۲۴/۹)، سومین شاخه گل‌زا (۲۹۳/۲)، گل‌دهی (۳۳۹/۹) و دانه‌بندی (۴۱۲/۹۵)

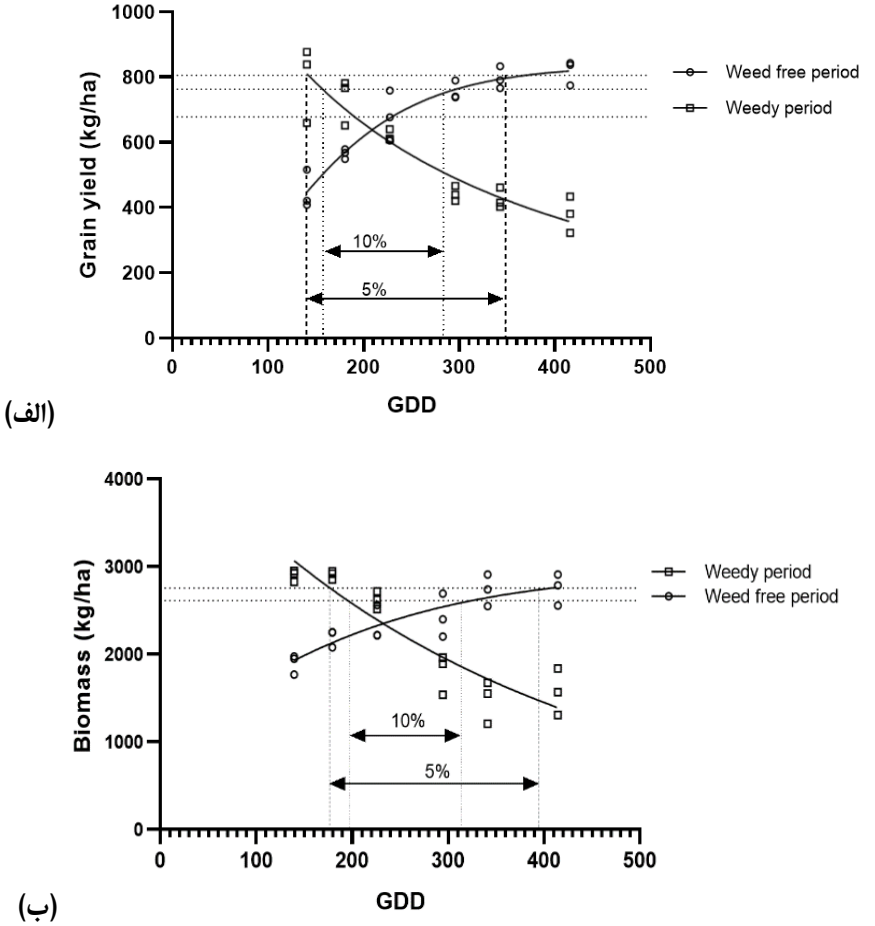
بیش‌ترین تعداد دانه در بوته مربوط به تیمار کنترل تا گلدهی (۱۹۹/۷۲ عدد) و کم‌ترین مقدار آن مربوط به تیمار تداخل تا دانه‌بستن (۱۲۲/۵۳ عدد) بود. روند تیمارها نشان می‌دهد که کنترل علف‌های هرز بعد از ظهور سومین شاخه گل‌زا (۱۹۵/۵۷ عدد) و قبل از ظهور اولین شاخه گلزا (۱۹۰/۱۹ عدد) تأثیر بر کاهش تعداد دانه در بوته ندارند و لذا بهتر است کنترل تا سومین شاخه گلزا (۱۹۵/۵۷ عدد) انجام و یا اجازه تداخل تا اولین شاخه گل‌زا داده شود (شکل ۴).

شکل ٤. مقایسه میانگین تأثیر زمان‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز بر تعداد دانه شنبلیله.

مطابقت درجه–روزهای رشد با مراحل فنولوژیکی این گیاه به این شرح می‌باشد: سومین برگ حقیقی (۱۳۸/۵۵)، ششمین برگ حقیقی (۱۷۸/۱)، اولین شاخه گل‌زا (۲۲۴/۹)، سومین شاخه گل‌زا (۲۹۳/۲)، گل‌دهی (۳۳۹/۹) و دانه‌بندی (۴۱۲/۹۵)

بیش‌ترین عملکرد دانه شنبلیله مربوط به تیمار تداخل تا سومین برگ حقیقی (۸۰۰/۵ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین مقدار آن مربوط به تیمار تداخل تا دانه‌بستن (۴۵۶ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۵). در هر دو سری تیمارهای کنترل و

تداخل علف‌های هرز، با افزایش دوره حضور علف‌های هرز، کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه شنبلیله مشاهده شد. کنترل علف‌های هرز بعد از ظهور سومین شاخه گلزا (۶۵۲/۳ کیلوگرم در هکتار) و قبل از ظهور اولین شاخه گلزا (۶۲۳/۲ کیلوگرم در هکتار) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشتند که نشان‌گر قدرت ضعیف شنبلیله در رقابت با علف‌های هرز بر سر منابع مشترک در اوایل فصل رشد می‌باشد.



شکل ۵. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در زراعت شنبلیله براساس درجه–روزهای رشد، (الف) با احتساب ۵ و ۱۰ درصد کاهش مجاز عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و (ب) عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) پس از شروع رشد در بهار. مطابقت درجه–روزهای رشد با مراحل فنولوژیکی این گیاه به این شرح می‌باشد: سومین برگ حقیقی (۱۳۸/۵۵)، ششمین برگ حقیقی (۱۷۸/۱)، اولین شاخه گل‌زا (۲۲۴/۹)، سومین شاخه گل‌زا (۲۹۳/۲)، گل‌دهی (۳۳۹/۹) و دانه‌بندی (۴۱۲/۹۵).

مطالعات گسترده حاکی از آن هستند که با توجه به ملاحظات اقتصادی و زیست‌محیطی، کنترل علف‌های هرز در تمام فصل رشد ضروری نبوده و برای جلوگیری از کاهش عملکرد بیش از حد قابل‌قبول، کنترل باید در مقطعی از فصل رشد گیاه زراعی انجام شود که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز نامیده می‌شود (دباغ محمدی‌نسب و همکاران، ۱۳۹۲). در پژوهش حاضر حداکثر دوره تداخل علف‌های هرز که در واقع بیان‌کننده زمان شروع کنترل علف‌های هرز (شروع دوره بحرانی) می‌باشد، در دو سطح ۵ و ۱۰ درصد کاهش عملکرد قابل‌قبول دانه در هکتار به‌ترتیب ۱۴۰ و ۱۵۸ درجه–روزهای رشد از

زمان سبزشدن شنبلیله تعیین شد. به‌عبارت دیگر، به‌ترتیب در این دو سطح کاهش عملکرد، حضور علف‌های هرز تا این دو دوره منجر به کاهش عملکرد دانه در هکتار نشد. حداقل دوره کنترل علف‌های هرز شنبلیله که در واقع معیاری جهت در نظرگرفتن پایان کنترل علف‌های هرز (پایان دوره بحرانی) می‌باشد نیز در دو سطح کاهش عملکرد مذکور به‌ترتیب ۳۴۹ و ۲۸۲ درجه–روزهای رشد از سبزشدن گیاه تعیین گردید (شکل ۵). همان‌گونه که نتایج نشان داد کنترل علف‌های هرز پس از اتمام ظهور سومین شاخه گل‌زا نه‌تنها تأثیری بر افزایش عملکرد دانه شنبلیله نداشت بلکه در برخی موارد ممکن است بر گیاه زراعی صدمه وارد ساخته و باعث افزایش هزینه تولید شود. بنابراین کنترل علف‌های هرز تا سومین شاخه گل‌زا و حضور علف هرز تا اولین شاخه گلزا به‌ترتیب به‌عنوان زمان اتمام و شروع کنترل علف‌های هرز (شروع دوره بحرانی) گیاه شنبلیله شناخته شد.

تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌نداری بر شاخص برداشت نداشت (جدول ۲). این نتیجه با گزارش برادران و قهری (۱۳۹۴) مبنی بر تأثیر نداشتن تداخل علف‌های هرز بر شاخص برداشت گزارش شده است. اما عملکرد بیولوژیک شنبلیله مشابه با عملکرد دانه نیز با افزایش دوره‌های رقابت علف‌های هرز در هر دو سری تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. طبق نتایج به‌دست‌آمده بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک شنبلیله مربوط به تیمار تداخل تا سومین برگ حقیقی (۲۶۱۸/۱ کیلوگرم در هکتار) بود و کم‌ترین مقدار آن نیز به تیمار حضور علف هرز (تداخل) تا دانه‌بستن (۱۹۲۵/۱ کیلوگرم در هکتار) اختصاص یافت. رقابت علف‌های هرز در طول فصل رشد تا دانه‌بستن نسبت به تیمار رقابت علف‌های هرز تا سومین برگ حقیقی عملکرد بیولوژیک شنبلیله را به میزان ۳۹ درصد کاهش داد. هم‌چنین کنترل علف‌های هرز تا سومین برگ حقیقی (۲۰۱۵/۹ کیلوگرم در هکتار) و تداخل تا ظهور سومین شاخه گلزا (۲۱۵۰/۸ کیلوگرم در هکتار) و تا گلدهی (۱۹۹۷/۴ کیلوگرم در هکتار) مقادیر پایینی به لحاظ عملکرد بیولوژیک نشان دادند و دوره‌های مناسبی برای مبارزه با علف‌های هرز نبودند اما مابقی دوره‌ها در یک گروه آماری با تیمار تداخل تا سومین برگ حقیقی قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری با آن نداشتند. در تیمارهای مذکور به‌دلیل حذف عامل رقابت‌کننده با گیاه شنبلیله بر سر منابع مشترک محیطی، گیاه زراعی انرژی کم‌تری را برای جذب منابع صرف کرده، سطح برگ توسعه‌یافته، تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد و همین عوامل باعث می‌شوند این تیمارها عملکرد بیولوژیک بیش‌تری را تولید کنند؛ برعکس در تیمارهای دیگر رقابت گیاه با علف‌های هرز بر سر منابع مشترک افزایش یافته و تا حد زیادی عملکرد را کاسته است (ملک ملکی و همکاران، ۱۳۹۲).

۵. بحث

نتایج مشابهی مبنی بر رابطه مثبت و فزاینده بین تراکم علف‌های هرز با افزایش تعداد روزهای تداخل توسط اصغری و همکاران (۱۳۹۰) مشاهده شده است. در پژوهشی دیگر، بیش‌ترین و کم‌ترین ماده خشک علف‌های هرز به‌ترتیب مربوط به تیمار تداخل ۶۰ و ۲۰ روز پس از سبزشدن شنبلیله اختصاص داشت (برادران و قهری، ۱۳۹۴).

با توجه به این‌که فراهمی کم‌تر فضا به‌دلیل افزایش دوره‌های تداخل علف‌های هرز می‌تواند منجر به تشکیل شاخه‌های جانبی کم‌تری در شنبلیله شود؛ به‌نظر می‌رسد، کاهش دوره‌های حضور علف‌های هرز در مزرعه شنبلیله این گیاه را قادر می‌سازد که با استفاده از منابع لازم برای رشد، شاخه‌های جانبی بیش‌تری را تولید نماید.

لبافی و همکاران (۱۳۹۳) از تعداد دانه در غلاف به‌عنوان مهم‌ترین صفت در جهت افزایش ترکیب بسیار مهم تریگونلین دانه شنبلیله یاد کرده‌اند. شعبان‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) کاهش تعداد دانه در غلاف را به کاهش طول غلاف بر اثر رقابت علف‌های هرز نسبت داد، به‌طوری‌که با افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز، تعداد دانه در غلاف کاهش می‌یابد.

ازآنجایی‌که برنامه‌های مدیریت علف‌های هرز باید به گونه‌ای طراحی گردند که مانع از رقابت علف‌های هرز در حساس‌ترین زمان در طول دوره رشد گیاه زراعی شوند، توصیه می‌گردد جهت حصول بالاترین عملکرد دانه در زراعت گیاه شنبلیله تداخل تا سومین برگ حقیقی صورت گیرد. وجین دستی در فاصله ۲۰ الی۴۰ روز پس از کاشت باعث افزایش عملکرد دانه شنبلیله شد (مهتا[1] و همکاران، ۲۰۱۰). برادران و قهری (۱۳۹۴) طی آزمایشی به‌منظور تعیین اثر تداخل علف‌های هرز و تراکم کاشت بر خصوصیات زراعی شنبلیله، نشان دادند که افزایش دوره‌های طولانی‌مدت تداخل علف هرز مانع از رشد اندام‌های رویشی و تسریع در ورود به فاز زایشی گردیده در نهایت باعث افزایش شاخص برداشت و کاهش عملکرد شد، به‌طوری که میانگین عملکرد دانه در تیمار عدم وجین، ۲۸/۵ درصد نسبت به تیمار تمام وجین کاهش یافت. نتایجی مشابه از این دست توسط کیامرثی و کاظمی (۱۳۹۳) در گیاه آفتابگردان گزارش شده است.

شناسایی دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، نخستین گام در یک برنامه مدیریت موفق علف‌های هرز است (دارامولا[2] و همکاران، ۲۰۲۰). در همین راستا، یعقوبی و آقا علیخانی (۱۳۹۰) با برازش معادلات گامپرتز و لجستیک، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در آزمایش خود را از مرحله چهاربرگی تا پیش از شروع مرحله روزت در کلزا (۲۵ تا ۷۰ روز پس از سبز شدن) برآورد کردند. نتایجی مشابه در گیاه دارویی رازیانه مشاهده شده است (مبین[3] و همکاران، ۲۰۰۹). اصغری و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که وجین قبل از روز دهم مانع کاهش عملکرد آفتاب‌گردان نمی‌شود و وجین ۷۹ روز بعد از کشت به‌دلیل کامل‌شدن پوشش مزرعه و رسیدن به مراحل حساس رشد گیاه زراعی افزایش عملکردی نشان نداد. هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگر، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز سویا ۱۸ تا ۳۱ روز پس از ظهور گیاهچه‌ها گزارش شد (ویتورینو[4] و همکاران، ۲۰۱۷).

برادران و قهری (۱۳۹۴) در گیاه شنبلیله نشان دادند که با افزایش فاصله زمانی وجین (تا ۲۰ روز) عملکرد بیولوژیک کاهش می‌یابد ولی این کاهش معنی‌دار نشد و اثر تداخل علف‌های هرز بر این صفت غیرمعنی‌دار بود. در پژوهشی گزارش شد که تداخل علف‌های هرز در سراسر فصل رشد سیاهدانه به‌طور معنی‌داری باعث کاهش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت این گیاه به‌ترتیب به میزان ۶۹/۴، ۳۹/۴ و ۵۰/۵ درصد نسبت به تیمار کنترل کامل علف‌های هرز می‌گردد (حسین[5] و همکاران، ۲۰۰۹).

همان‌گونه که در شکل (۵) ملاحظه می‌شود دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سطح ۱۰ درصد کاهش عملکرد بیولوژیک در هکتار از ۱۹۸ درجه–روزهای رشد تا ۳۱۲ درجه–روزهای رشد از زمان سبزشدن گیاه می‌باشد. هم‌چنین با در نظرگرفتن ۵ درصد کاهش عملکرد بیولوژیک در هکتار، این دوره در فاصله ۱۷۸ درجه–روزهای رشد الی ۳۹۵ درجه–روزهای رشد از سبزشدن گیاه قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که شروع دوره بحرانی می‌تواند در صفات مختلف متغیر باشد و پژوهش‌گر بر مبنای اهمیت اقتصادی صفات می‌تواند تصمیم‌گیری کند که براساس کدام صفت اقدام به تعریف دوره بحرانی و مبارزه با علف‌های هرز نماید.

۶. نتیجه گیری و پیشنهادها

نتایج نشان داد که در هر دو سری تیمار تداخل و کنترل، با افزایش حضور علف‌های هرز، کاهش معنی‌داری در عملکرد

1. Mehta
2. Daramola
3. Mubeen
4. Vitorino
5. Hussain

دانه شنبلیله ایجاد شد، به‌طوری که شروع و پایان دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در سطح ۵ درصد کاهش عملکرد قابل‌قبول دانه در هکتار، به‌ترتیب ۱۴۰ و ۳۴۹ درجه روز رشد از زمان سبزشدن و در سطح ۱۰ درصد کاهش عملکرد قابل‌قبول دانه در هکتار ۱۵۸و ۲۸۲ درجه روز رشد از زمان سبزشدن تعیین شد. بنابراین بهترین زمان مبارزه در سطح ۵ درصد کاهش عملکرد، کنترل از سومین برگ واقعی تا گلدهی و در سطح ۱۰ درصد کاهش عملکرد، از چهاربرگی تا قبل از ظهور گل‌ها پیشنهاد گردید.

۷. تشکر و قدردانی

از آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه ارومیه، تشکر و قدردانی می گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

اصغری، جعفر؛ واحدی، علی و خوش قول، حمیدرضا (۱۳۹۰). دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) در غرب استان گیلان. *پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران*. ۲۵ (۲)، ۱۲۶-۱۱۶.

برادران، رضا و قهاری، مهرناز (۱۳۹۴). بررسی اثر تداخل علف‌های هرز بر عملکرد و خصوصیات زراعی شنبلیله در تراکم‌های مختلف گیاهی در شرایط بیرجند. *پژوهش‌های زراعی ایران*. ۱۳ (۴)، ۶۷۴-۶۶۵.

چیت‌بند، علی‌اصغر؛ رشیدی، سید امید؛ جاهدی‌پور، سعید؛ منسوجی، علی محمد و امینی، ایرج (۱۳۹۴) .تأثیر دوره‌های کنترل و تداخل علف‌های هرز بر خصوصیات رشدی و عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.)، *نشریه بوم‌شناسی علف‌های هرز*، ۳ (۲)، ۱۴۲-۱۲۷.

حسن‌زاده، الناز؛ رضازاده، شمسعلی؛ شمسا، سیدفاضل؛ دولت‌آبادی، رضا و زرین‌قلم مقدم، جلال (۱۳۸۹). مروری بر خواص درمانی و فیتوشیمیایی شنبلیله (Fenugreek). *گیاهان دارویی*. ۹ (۳۴)، ۱-۱۷.

حسینی، آزاده؛ کوچکی، علیرضا و نصیری محلاتی، مهدی (۱۳۸۵). بررسی دوره بحرانی کنترل علف هرز در گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum*). *پژوهش‌های زراعی ایران*. ۴ (۱)، ۲۳-۳۴.

دباغ محمدی‌نسب، عادل، رسول‌زاده، عمر و امینی، روح اله (۱۳۹۲). تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در پیاز رقم قرمز آذرشهر. *دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی)*. ۲۳(۱)، ۴۳-۵۳.

رجبی هشجین، معصومه؛ اصغری، علی؛ زین‌العابدینی، مهرشاد و غفاری، محمدرضا (۱۳۹۸). مقایسه میزان تریگونلین بذر در برخی از گونه‌های گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella* L.). تحقیقات *گیاهان دارویی و معطر ایران*. ۳۵(۵ (پیاپی ۹۷))، ۷۲۱-۷۳۰.

شعبان‌زاده، سکینه؛ سیادت، عطاالله؛ فتحی، قدرت‌اله؛ عالمی سعید، خلیل و پیردشتی، همت‌اله (۱۳۸۹، بهمن). *تأثیر دوره‌های مختلف تداخل علف‌های هرز بر اجزای عملکرد رقم هایولا ۴۰۱ کلزا (Brassica napus)*. سومین کنگره علف‌های هرز ایران. بابلسر، ایران.

عامری، علی‌اکبر (۱۳۹۴، شهریور). *بررسی اثرات تراکم بوته و کنترل علف‌های هرز بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن دانه گل همیشه‌بهار* (*Calendula officinalis* L.). ششمین کنگره علف‌های هرز ایران. بیرجند، ایران.

علی نژاد، رضا محمد و موسوی، سید غلامرضا (۱۳۹۶). تأثیر طول دوره تداخل علف‌های هرز بر صفات زراعی و عملکرد کمی و کیفی سه رقم گلرنگ. *پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران*. ۳۱ (۱)،۹۱-۸۱.

قلی‌پور، منوچهر و سلطانی، افشین (۱۳۸۴، آبان). *بهینه‌سازی مدیریت کشت خفته (انتظاری) نخود با استفاده از مدل شبیه‌سازی ظهور نخود*. اولین همایش ملی حبوبات. مشهد، ایران.

کیامرثی، زهرا و کاظمینی، سیدعبدالرضا (۱۳۹۳). اثر کم‌آبیاری و طول دوره تداخل تاج خروس ریشه قرمز در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و درصد روغن آفتابگردان، *نشریه دانش علف‌های هرز*. ۱۰ (۱)، ۳۳-۴۶.

لبافی، محمدرضا؛ نقدی‌بادی، حسنعلی؛ زند، اسکندر؛ قادری، اردشیر؛ نورمحمدی، قربان؛ قوامی، نسرین؛ و همکاران (۱۳۹۳). تعیین مهم‌ترین اجزای عملکرد تریگونلین دانه شنبلیله (*Trigonella foenum-graceum* L.) بر مبنای تجزیه علیت و رگرسیون. *فصلنامه گیاهان دارویی*. ۱۳ (۵۰)، ۱۵۵-۱۴۴.

ملک ملکی، فاطمه؛ مجنون حسینی، ناصر و علی‌زاده، حسن (۱۳۹۲). ارزیابی اثرات تیمارهای کنترل علف‌های هرز و تراکم بوته بر رشد و عملکرد عدس. *تولید گیاهان زراعی (مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی)*. ۶ (۲)، ۱۳۵-۱۴۸.

یعقوبی، سعید رضا و آقاعلیخانی، مجید (۱۳۹۰). تأثیر طول دوره‌های کنترل و تداخل جمعیت طبیعی علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه (*Brassica napus* L.). *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*. ۹ (۴)، ۶۵۹ -۶۶۹.

References

Aasim, M., Baloch, F. S., Nadeem, M. A., Bakhsh, A., Sameeullah, M., & Day, S. (2018). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.): An underutilized edible plant of modern world. In *Global perspectives on underutilized crops*. edited by Munir, O., Khalid, R. H., Muhammad, A., & Muhammad, S. A. A. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77776-4.

Ameri, A. A. (2015, September). The survey on effects of plant density and weed control on yield, yield component and seed oil content of Marigold (*Calendula officinalis* L.). *The 6th Iranian Weed Science Congress*, Birjand, Iran. (In Persian).

Asaduzzaman, M., Pratley, J. E., Luckett, D., Lemerle, D., & Wu, H. (2020). Weed management in canola (*Brassica napus* L): a review of current constraints and future strategies for Australia. *Archives of Agronomy and Soil Science*, *66*(4), 427-444.

Asghari, J., Vahedi, A., & Khoshghaul, H. R. (2011). Critical period of weed control in Sunflower (*Helianthus annus* L.) in west of Guilan province. *Journal of Plant Protection*, *25*(2), 116-126. (In Persian).

Baradaran, R., & Ghahhari, M. (2016). Effect of weed interference on yield and agronomical characteristics of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) in different plant density under Birjand conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *13*(4), 665-674. (In Persian).

Carrubba, A., & Militello, M. (2013). Nonchemical weeding of medicinal and aromatic plants. *Agronomy for sustainable development*, *33*(3), 551-561.

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

Chitband, A. A. Rashidi, S. O. Jahedipour, S., Mansouji, A. M., & Amini, I. (2015). The effect of weed infested and weed checkon on growth properties and yeild of Corn (*Zea mays* L.). *Journal of Weed Ecology*, *3*(2), 127-142. (In Persian).

Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Rasolzadeh, O., & Amini, R. (2013). Determination of critical period of weed control in onion variety ghermez Azarshahr. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *23*(1), 43-53. (In Persian).

Dangi, R. S., Lagu, M. D., Choudhary, L. B., Ranjekar, P. K., & Gupta, V. S. (2004). Assessment of genetic diversity in *Trigonella foenum-graecum* and *Trigonella caerulea* using ISSR and RAPD markers. *BMC Plant Biology*, *4*(1), 1-11.

Daramola, O. S., Adeyemi, O. R., Adigun, J. A., & Adejuyigbe, C. O. (2020). Weed interference and control in soybean, as affected by row spacing, in the transition zone of South West Nigeria. *Journal of Crop Improvement*, *34*(1), 103-121.

Gholipour, M,. & Soltani, A. (2005, October). *Optimizing the management of dormant (expected) cultivation of chickpeas using the simulation model of chickpea emergence*. *The first national conference on legumes*, Mashhad, Iran. https://civilica.com/doc/54524. (In Persian).

Hasanzadeh, E., Rezazadeh, S. H., Shamsa, S. F., Dolatabadi, R., & Zarringhalam, J. (2010). Review on phytochemistry and therapeutic properties of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Journal of Medicinal Plants*, *9*(34), 1-18. (In Persian).

Hosseini, A., Koockeki, A., & Nassiri Mahalati, M. (2009). Critical period of weed control in cumin (*Cuminum cyminum*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *4*(1), 23-34. (In Persian).

Hussain, A., Nadeem, A., Ashraf, I., & Awan, M. (2009). Effect of weed competition periods on the growth and yield of black seed (*Nigella sativa* L.). *Pakistan Journal of Weed Science Research*, *15*, 71-81.

Imoloame, E. O. (2014). The Effects of different weed control methods on weed infestation, growth and yield of Soybeans (*Glycine max* (L) Merril) in the southern guinea savanna of nigeria. *Agrosearch*, *14*(2), 129-143.

Karnas, Z., Isik, D., Tursun, N., & Jabran, K. (2019). Critical period for weed control in sesame production. *Weed Biology and Management*, *19*(4), 121-128.

Kayamarsi, Z., & Kazemeini, S.A. (2014). Effects of water deficit and redroot pigweed interference period at different growth stages on Sunflower yield and oil percentage. *Iranian Journal of Weed Science*, *10*(1), 33-46. (In Persian).

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*(6), 773-786.

Korres, N. E., & 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.

Labbafi, M. R., Naghdi Badi, H., Zand, E., Qaderi, A., Noormohammadi, Gh., Noormohammadi, Gh., Khalaj, H., & Mehrafarin, A. (2014). Determination of yield components of trigonelline in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed based on path analysis and regression. *Journal of Medicinal Plants*, *13*(50), 144-155. (In Persian).

Malek Maleki, F., Majnonhoseini, N., & Alizade, H. (2013). A survey on the effects of weed control treatments and plant density on lentil growth and yield. *Electronic Journal of Crop Production*, *6*(2), 135-148. (In Persian).

Mehta, R. S., Patel, B. S., & Meena, S. S. (2010). Weed dynamics and yield of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) as influenced with irrigation levels and weed management practices. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, *80*(11), 970-974.

Mohamad Alinejad, R., & Moosavi, S. GH. (2016). The effect of weed interference duration on agronomical traits and yield of three Safflower cultivars. *Journal of plant protection*, *31*(1), 81-91. (In Persian).

Mohammadi, M., Mashayekh, T., Rashidi-Monfared, S., Ebrahimi, A., & Abedini, D. (2020). New insights into diosgenin biosynthesis pathway and its regulation in *Trigonella foenum-graecum* L. *Phytochemical Analysis*, *31*(2), 229-241.

Khuram, M., Tanveer, A., Nadeem, M. A., Sarwar, N., & Shahzad, M. (2009). Critical period of weed-crop competition in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Pakistan Journal of Weed Science Research*, *15*(2/3), 171-181.

Rajabi Hashjin, M., Asghari, A., Zeinalabedini, M., & Ghaffari, M. R. (2019). Comparison of trigonelline content in some species of medicinal plant of fenugreek (*Trigonella* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, *35*(5), 721-730. (In Persian).

Shabanzadeh, S., Siadat, A., Fathi, Ch., AlamiSaid, Kh., & Pirdashti, H. (2010, February). Effect of different weed interference durations on yield components of Hayola 401 oilseed rape (*Brassica napus*) cultivar. *The 3rd Iranian Weed Science Congress*, 395-398. (In Persian).

Solorio-Sanchez, F., Solorio-Sánchez, B., Basu, S. K., Casanova-Lugo, F., Sarabia-Salgado, L., Ku-Vera, J., & Cetzal-Ix, W. (2014). Opportunities to grow annual forage legume fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under mexican sylvopastoral system. *American Journal of Social Issues and Humanities*, 86-95.

Srinivasan, K. (2019). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds used as functional food supplements to derive diverse health benefits. In *Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements*. Edited by Nabavi, S. E., & Sanches Silva, A. Cambridge: Academic press.

Thomas, J. E., Bandara, M., Lee, E. L., Driedger, D., & Acharya, S. (2011). Biochemical monitoring in fenugreek to develop functional food and medicinal plant variants. *New biotechnology*, *28*(2), 110-117.

Tursun, N., Datta, A., Budak, S., Kantarci, Z., & Knezevic, S. Z. (2016). Row spacing impacts the critical period for weed control in cotton (*Gossypium hirsutum*). *Phytoparasitica*, *44*(1), 139-149.

Vitorino, H. D. S., Silva Junior, A. C. D., Gonçalves, C. G., & Martins, D. (2017). Interference of a weed community in the soybean crop in functions of sowing spacing. *Revista Ciência Agronômica*, *48*(4), 605-613.

Yaghoubi, S. R., & Agha Alikhani, M. (2011). Yield and yield components of winter Canola (*Brassica napus* L.) affected by periods of control and interference. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *9*(4), 659-669. (In Persian).