



Original Article

Evaluation of the Sensitivity of Edible Onion (*Allium cepa* L.) to Sulfosulfuron Soil Residues in Zanjan

Alireza Yousefi^{*1}, Bahram Javid², Marjan Diyanat³

1,2. Department of Plant Production & Genetics, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran

3. Department of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Article Info

Received:
September 18, 2024

Accepted:
December 14, 2024

First published online:
December 21, 2024

Corresponding Author:
Alireza Yousefi
Email:
yousefi.alireza@znu.ac.ir

Key words: Sulfosulfuron, weed dry weight, weeding, yield.

Abstract

Sulfonylurea herbicides' soil persistence can harm subsequent crops in rotation. A factorial experiment (randomized complete block design, three replications) was conducted to study sulfosulfuron's soil residual effects on onion growth and yield during the 2019 growing season at the Research Farm of the University of Zanjan. Treatments comprised sulfosulfuron doses (0, 25, 50, 75, 100, 125, and 150 g ha⁻¹) and weeding (weeded/unweeded). Measured parameters included weed density and dry weight, crop plant height, density, leaf count, stem fresh and dry weight, and total onion yield. Results showed that weed dry weight decreased sharply at doses >75 g ha⁻¹, with a 43% reduction at 150 g ha⁻¹. Onion leaf count and stem dry weight declined significantly at ≥25 g ha⁻¹ under both weeding regimes, while tuber yield decreased by 87% at 150 g ha⁻¹ compared to the control. Since low doses (25–50 g ha⁻¹) effectively suppress weeds, applying lower dosages in summer crops like tomato could balance weed control and minimize residual impacts on subsequent onion cultivation.

Cite this article: Yousefi, A. Javid, B. and Diyanat, M. (2025). Evaluation of the sensitivity of edible onion (*Allium cepa* L.) to sulfosulfuron soil residues in Zanjan. Iran. J. of Weed Sci. 20(2): 53-69. DOI: [10.22034/ijws.2025.368371.1482](https://doi.org/10.22034/ijws.2025.368371.1482).

Copyright © 2025 The Authors. Published by Iranian Society of Weed Science & Iranian Research Institute of Plant Protection.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.



ارزیابی حساسیت پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) به باقیمانده خاکی علف کش سولفوسولفورون در زنجان

علیرضا یوسفی^{۱*}، بهرام جاوید^۲، مرجان دیانت^۳

۱- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران.

۳- دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

پایداری علف کش‌های سولفونیل‌اوره در خاک ممکن است به گیاهان بعدی در تناوب خسارت وارد نماید. بدین منظور پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برای بررسی اثر باقی‌مانده سولفوسولفورون بر رشد و عملکرد پیاز در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. فاکتورها شامل دُز سولفوسولفورون (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ گرم در هکتار) و تداخل علف‌هرز (وجین و عدم وجین) بودند. بر اساس نتایج به دست آمده، با افزایش دُز به مقادیر بالاتر از ۷۵ گرم در هکتار، وزن خشک علف‌های هرز به شدت کاهش یافت؛ به طوری که در دُز ۱۵۰ گرم در هکتار، این کاهش به ۴۳ درصد در مقایسه با شاهد رسید. تعداد برگ و وزن خشک اندام هوایی پیاز به ترتیب در دُزهای ۲۵ و ۷۵ گرم در هکتار یا بیشتر، در هر دو شرایط وجین و عدم وجین به میزان قابل توجهی نسبت به گیاهان بدون تیمار کاهش یافت. در مقایسه با گیاهان بدون کاربرد تیمار در دُز ۱۵۰ گرم در هکتار، عملکرد سوخ پیاز ۸۷ درصد کاهش یافت. با توجه به اینکه این علف کش در دُزهای پایین نیز در کنترل علف‌های هرز مؤثر بوده، می‌توان از دُزهای ۲۵ و ۵۰ گرم در هکتار در گیاهانی مانند گوجه‌فرنگی در اواسط تابستان استفاده کرد؛ به طوری که هم باعث کنترل علف هرز شود و هم باقیمانده آن تا زمان کشت پیاز از بین رفته و محدودیتی برای کاشت این گیاه ایجاد ننماید.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۶/۲۸

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۹/۲۴

تاریخ انتشار برخط:

۱۴۰۳/۱۰/۰۱

نویسنده مسئول:

علیرضا یوسفی

ایمیل:

yousefi.alireza@znu.ac.ir

واژه‌های کلیدی:

سولفوسولفورون، عملکرد،

وجین، وزن خشک علف‌های

هرز.

استناد: یوسفی، ع. جاوید، ب. و دیانت، م. (۱۴۰۳). ارزیابی حساسیت پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) به باقیمانده خاکی علف کش سولفوسولفورون

در زنجان. دانش علف‌های هرز ایران، ۲۰(۲): ۵۳-۶۹. DOI: [10.22034/ijws.2025.368371.1482](https://doi.org/10.22034/ijws.2025.368371.1482)

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان است. ۱۴۰۳ ©. ناشر این مقاله، انجمن علوم علف‌های هرز ایران و موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور است. این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.



Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

مقدمه

علف‌های هرز به عنوان جزء جدایی‌ناپذیر اکوسیستم‌های زراعی و غیر زراعی بوده و با کاهش عملکرد گیاهان زراعی تهدید جدی برای کشاورزان محسوب می‌شوند (Nazar *et al.*, 2010). به‌طوری‌که سالیانه حدود ۱۱ درصد تولیدات کشاورزی جهان در اثر خسارت علف‌های‌هرز از بین می‌رود (Ahmadi, 2016). امروزه مدیریت شیمیایی علف‌های‌هرز جزء جدایی‌ناپذیر مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز بوده و در ایران نیز یکی از اصلی‌ترین روش‌های مدیریت علف‌های‌هرز به شمار می‌رود (Baghestani *et al.*, 2007).

استفاده از علف‌کش‌ها، از نگرانی‌های جوامع کشورهای توسعه‌یافته و علاقمند به محیط زیست است. خطر آسیب به گیاهان زراعی موجود در تناوب در نتیجه پایداری زیاد برخی علف‌کش‌ها و تأثیرپذیری محصولات یا گیاهان مجاور گیاهان تیمار شده به واسطهٔ رانش علف‌کش در طی سمپاشی، سبب نگرانی در مورد احتمال خطر سمیت در گونه‌های غیر هدف است (Pestemer & Zwerger, 1999). یکی از اهداف استفاده از علف‌کش‌های دارای باقیمانده در خاک، کنترل طولانی مدت علف‌های‌هرز در طی فصل رشد است و علف‌کش‌هایی که برای مدت طولانی‌تری در خاک به صورت فعال باقی می‌مانند، دوره کنترل علف‌های‌هرز را طولانی‌تر می‌کنند و در نتیجه کارایی مدیریت علف‌های‌هرز را بالا می‌برند. از طرف دیگر، افزایش پایداری آنها در

خاک ممکن است به اندازه‌ای باشد که بتواند به گیاهان زراعی در تناوب‌های سال بعد خسارت وارد نماید (Helling, 2005). بعضی از گیاهان زراعی می‌توانند بقایای یک علف‌کش را به‌خوبی تحمل کنند و بلافاصله پس از مصرف علف‌کش امکان کشت آنها وجود دارد؛ در صورتی که ممکن است گیاهان دیگری برای مدت طولانی‌تری نسبت به بقایای یک علف‌کش در خاک حساسیت نشان دهند (Moyer & Hamman, 2001). مدت زمانی را که یک علف‌کش می‌تواند در خاک پایداری خود را حفظ نموده و سبب خسارت به گیاهان زراعی در تناوب‌های بعدی شود تحت تأثیر خصوصیات خاک، فاکتورهای محیطی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی علف‌کش قرار می‌گیرد (Moyer & Hamman, 2001).

علف‌کش‌های گروه سولفونیل‌اوره (بازدارندهٔ سنتز استولاکتات‌سنتاز) دامنهٔ وسیعی از علف‌های هرز را در گیاهان زراعی پهن‌برگ و باریک‌برگ کنترل می‌کنند؛ اما فعالیت این گروه از علف‌کش‌ها برای مدت طولانی در خاک می‌تواند مشکلاتی را برای گیاهان زراعی در تناوب‌های بعدی به وجود آورد (Moyer & Hamman, 2001). امروزه نگرانی‌ها در خصوص آلودگی منابع خاک و آب-های زیرزمینی در اثر کاربرد علف‌کش‌های سولفونیل‌اوره در خاک در حال افزایش است (Rosenbom *et al.*, 2010). بقایای سولفوسولفورون و ترینورون‌متیل در خاک دارای اثر سمی بر کلزا (*Brassica napus*)، جو (*Hordeum vulgare*)، ذرت (*Zea Mays*) و

چغندر قند (*Beta vulgaris*) در دُزهای بسیار پایین مانند ۰/۰۶ و ۰/۱ میکروگرم در هکتار بر کیلوگرم خاک است (Mehdizadeh et al., 2017). متابولیت‌های ریم‌سولفورون به مدت چند سال پس از کاربرد در یک خاک لومی در دانمارک یافت شد، حضور این متابولیت‌ها در آب‌های زیرزمینی نیز مشاهده شد (Rosenbom et al., 2010). گزارش شده است که مقدار ۰/۰۱ میلی‌گرم ماده مؤثره در کیلوگرم خاک از باقیمانده علف‌کش نیکوسولفورون، به شدت رشد گیاهان خردل (*Sinapis arvensis* L.) و یولاف را کاهش داد (James & Trolove, 2009).

در سال‌های اخیر به دلیل اثرگذاری سولفوسولفورون بر علف‌هرز گل جالیز مصری (*Phelipanche aegyptiaca*)، استفاده از آن در مزارع گوجه‌فرنگی رواج یافته است. بقایای این علف‌کش می‌تواند بر گیاهان زراعی که در تناوب بعد از گوجه‌فرنگی کشت می‌شوند اثرات منفی داشته باشد. از جمله محصولاتی که پس از گوجه‌فرنگی در استان زنجان در مناطقی همچون طارم و زنجان کشت می‌شود پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.) است. لذا هدف این تحقیق بررسی اثر دُزهای سولفوسولفورون استفاده شده در گوجه‌فرنگی بر رشد و عملکرد پیاز بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۷-۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. شهرستان زنجان دارای آب و هوای سرد و

خشک کوهستانی با متوسط بارندگی ۲۹۳/۵ میلی‌متر است که معمولاً از اواخر آبان شروع و تا اواسط بهار ادامه می‌یابد. مزرعه‌ای که این پژوهش در آن انجام شد در عرض ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه شمالی و طول ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۶۳ متری از سطح دریا واقع شده بود.

پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل دُز علف‌کش سولفو سولفورون در هفت سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ گرم در هکتار) و تداخل علف‌هرز در دو سطح (وجین و عدم وجین) بودند. هر کرت به دو قسمت تقسیم شد و در یک قسمت علف‌های هرزی که به‌وسیله علف‌کش کنترل نشده بودند با دست حذف شد و در بخش دیگر به علف‌های هرز تا آخر فصل اجازه داده شد تا آزادانه رشد نمایند. بخشی از مزرعه تحقیقاتی که قبلاً تحت پاشش هیچ‌گونه علف‌کشی قرار نگرفته بود برای اجرای آزمایش انتخاب شد. به منظور آماده‌سازی ابتدا زمین شخم عمیق زده شد، سپس برای تسطیح زمین و وجین علف‌هرز از پنجه‌غازی استفاده شد. کشت بذر پیاز (رقم فلات) به صورت دست‌پاش به میزان ۱۲ کیلوگرم در هکتار به صورت ردیفی با فاصله ۲۵ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف در تاریخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۲ انجام شد. پس از بذrpاشی از شن‌کش جهت مخلوط کردن بذر با خاک استفاده شد. آبیاری به صورت قطره‌ای توسط نوار تیپ انجام شد. وجین علف‌های هرز مزرعه در پنج مرحله انجام شد. جهت اعمال تیمارها، علف‌کش

در سطح خاک اسپری شد و سپس توسط شن کش با خاک مخلوط شد. بافت خاک لومی رسی و pH آن ۷/۹۴ بود. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

سولفوسولفورون به دُزهای ۲۵ (دز توصیه شده)، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ گرم در هکتار قبل از عملیات کاشت در تاریخ های ۲۰ و ۲۱ اسفند سال ۹۷ تهیه و توسط سمپاش پستی ماتابی ۲۰ لیتری با نازل شره ای با فشار دو بار و ۳۰۰ لیتر آب مصرفی

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه.

Table 1. Physical and chemical properties of the field soil.

بافت خاک Texture	هدایت الکتریکی EC (dsm ⁻¹)	شاخص واکنش pH	پتاسیم K (ppm)	فسفر P (ppm)	نیتروژن کل Total N (%)	کربن آلی Organic carbon (%)
Loam-Clay	0.72	7.94	283	13.4	0.092	0.85

از رگرسیون غیر خطی، مدل لوگ لجستیک سه-پارامتره (معادله ۱) به منظور بررسی واکنش صفات مختلف علف های هرز و پیاز به دُزهای مختلف علف کش استفاده شد:

$$Y = \frac{\max}{1 + \left(\frac{\text{Dose}}{ED_{50}}\right)^b} \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن Y: صفات مختلف علف های هرز و پیاز، max: بیانگر مقادیر صفات مختلف در شرایط بدون علف کش (حداکثر)، Dose: دز علف کش، b: شیب در نقطه ED₅₀، و ED₅₀: دُزی از علف کش است که مقادیر صفات مختلف را ۵۰٪ کاهش می دهد. برازش تابع دُز-پاسخ با استفاده از نرم افزار سیگماپلات (نسخه ۱۲/۳) انجام شد.

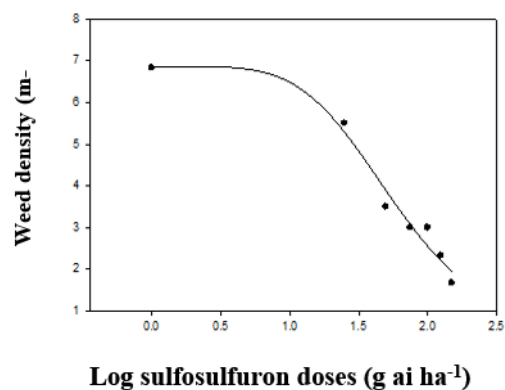
نتایج و بحث

وزن خشک و تراکم علف های هرز

برازش تابع دُز-پاسخ تغییرات وزن خشک علف های هرز در رابطه با دُز علف کش سولفوسولفورون در شکل ۱ و پارامترهای برآورد شده در جدول ۲ ارائه شده است.

علف های هرز تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، تاج خروس خوابیده (*Amaranthus blitoides* S. Wats)، سلمه تره (*Chenopodium album* L.)، سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) و دم روباهی سبز (*Setaria viridis* L.) در بیشتر کرت ها مشاهده شدند و نسبت به بقیه علف های هرز از فراوانی بیشتری برخوردار بودند. برای بررسی تراکم و وزن خشک علف های هرز از کادری به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی متر استفاده شد.

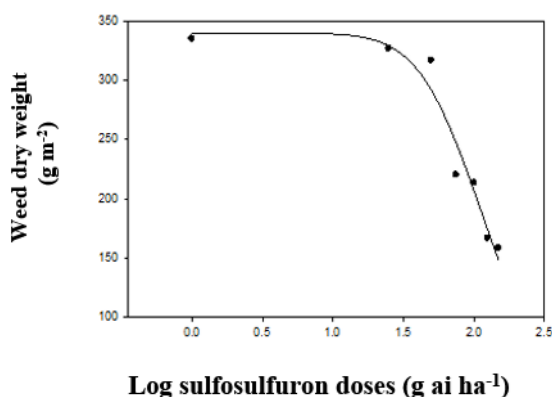
ارتفاع بوته های پیاز ۱۱۳ روز پس از کشت با خط کش اندازه گیری شد. برای شمارش تعداد بوته های پیاز از کادری به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ سانتی متر، ۲۰۰ روز پس از کشت استفاده شد. وزن خشک اندام هوایی پیاز پس از خشک شدن در آون با درجه حرارت ۷۷ سانتی گراد به مدت ۷۲ ساعت، با ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد. برای برآورد عملکرد سوخ پیاز ۲۰۰ روز پس از کشت، ابتدا اندام ها به وسیله بیلچه باغبانی برداشت و سپس ترازو توزین شد.



شکل ۲- روند تغییرات تراکم علف‌های هرز در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی‌شده و نقاط داده‌های مشاهده‌شده است).

Figure 2. Trend of weed density at different doses of sulfosulfuron herbicide. The line and points indicate predicted and observed data, respectively.

افزایش دُز علف کش‌ها، وزن خشک علف‌های هرز دچار کاهش شد و این کاهش در دُزهای بالاتر شدیدتر می‌شود (Akhundi *et al.*, 2018). تحقیقات زیادی نشان داده‌اند که دُزهای کاهش‌یافته علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز مؤثرند (Talgre *et al.*, 2004; Cheemm *et al.*, 2003). زارع و همکاران (Zare *et al.*, 2017) گزارش کردند که کمترین وزن خشک علف‌های هرز در دُزهای ۶۰ و ۸۰ گرم ماده مؤثره سولفوسولفورون به دست آمد. برازش تابع دُز- پاسخ به تغییرات تراکم علف‌های هرز با افزایش دُز علف‌کش سولفوسولفورون در شکل ۲ و پارامترهای برآوردشده در جدول ۱ ارائه شده است. تابع برازش داده‌شده توانست تغییرات تراکم علف‌های هرز با افزایش دُز علف‌کش را به طور مناسب پیش‌بینی نماید (جدول ۲).



شکل ۱- روند تغییرات وزن خشک علف‌های هرز در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی‌شده و نقاط داده‌های مشاهده‌شده است).

Figure 1. Trend of weed dry weight (g m^{-2}) at different doses of sulfosulfuron herbicide. The line and points indicate predicted and observed data, respectively.

تابع برازش داده‌شده توانست تغییرات وزن خشک علف‌های هرز را در پاسخ به افزایش دُز علف‌کش با خطای ۱۵ گرم در متر مربع پیش‌بینی نماید (جدول ۱). وزن خشک علف‌های هرز در عدم کاربرد علف‌کش (پارامتر MAX) ۳۳۹/۷۲۷ گرم در متر مربع بود. طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک علف‌های هرز ۱۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار بود (جدول ۲). تا دُز ۷۵ گرم در هکتار کاهش اندکی (شش درصد) در وزن خشک علف‌های هرز مشاهده شد ولی با افزایش دُز به مقادیر بالاتر از ۷۵ گرم در هکتار، وزن خشک علف‌های هرز به شدت کاهش یافت؛ به-طوری‌که در دُز ۱۵۰ گرم در هکتار، این کاهش به ۴۳ درصد رسید (شکل ۱). گزارش شده که تغییرات وزن خشک بوته‌های علف هرز در دُزهای مختلف سولفوسولفورون از حالت سیگموئیدی پیروی می-کند (Akhundi *et al.*, 2018)؛ به‌نحوی که با

جدول ۲- زیست توده مشاهده شده و پارامترهای برآورد شده برای مدل دُز- پاسخ صفات علف های هرز مورد مطالعه به دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون.

Table 2. Observed biomass and estimated parameters for the dose-response model of the studied weed traits at different doses of sulfosulfuron herbicide.

Trait	Observed biomass	R ²	RMSE	Parameters		
				b	ED ₅₀	Max
Weed dry weight	338.33 (14.39)	0.93	15.05	8.31 (2.05)	2.10 (0.042)	339.72(16.49)
Weed density	6.83 (0.60)	0.96	0.26	4.82 (0.78)	1.79 (0.056)	6.86 (0.34)

Max: مقادیر صفات مختلف در شرایط بدون علف کش، ED₅₀: دُز علف کشی است که مقادیر صفات مختلف را ۵۰٪ کاهش می دهد، b: شیب منحنی، RMSE: خط،

R²: ضریب تبیین. اعداد داخل پرانتز، نشانگر خطای استاندارد می باشند.

Max: value of each trait under the no-herbicide condition; ED₅₀: herbicide dose reducing each trait by 50%; b: slope of the dose-response curve; RMSE: root mean square error; R²: coefficient of determination. Numbers in parentheses indicate the standard error.

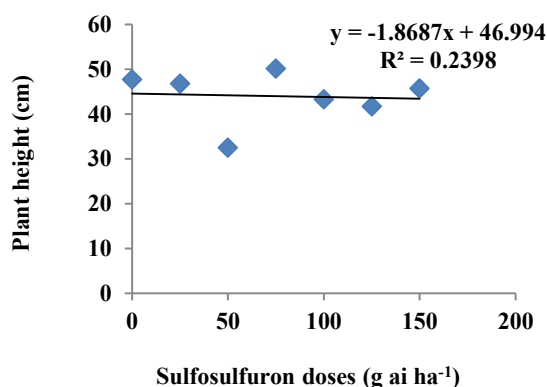
کاهش معنی دار تراکم علف های هرز شد و با کاهش مقدار کاربرد آن، تأثیر آن بر کنترل علف های هرز کاهش یافت. بیشترین تأثیر علف کش سولفوسولفورون بر علف های هرز در ۱۰۰ درصد مقدار کاربرد آن مشاهده شد (۱۰/۵ بوته علف هرز در متر مربع) و کاهش مقدار کاربرد آن به ۵۰ درصد، منجر به افزایش معنی دار تراکم علف های هرز به ۱۶/۶۴ بوته در متر مربع شد.

ارتفاع بوته پیاز

پاسخ ارتفاع گیاه پیاز به دُزهای مختلف علف کش در شرایط وجین و عدم وجین دارای روند خطی بود. در شرایط وجین علف های هرز، ضریب تبیین خط ۰/۶۹ بود و به ازای هر واحد افزایش دُز علف کش، ۸/۷۳ سانتی متر از ارتفاع بوته پیاز کاسته شد (شکل ۳). در شرایط عدم وجین نیز به ازای هر واحد افزایش دُز علف کش ۱/۸۷ سانتی متر از ارتفاع بوته پیاز کاسته شد و ضریب تبیین خط برای سطوح مختلف علف کش، ۰/۲۳ برآورد شد (شکل ۴). گارسیا و همکاران (۱۱) بیان کردند که کاربرد علف کش سولفوسولفورون با دو برابر مقدار توصیه شده (۴۰ گرم ماده مؤثره در هکتار)، اثر بازدارنده ای بر طول ساقه آفتابگردان داشت.

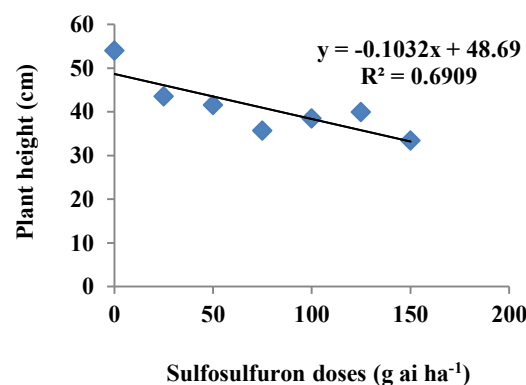
تراکم علف هرز در شرایط عدم کاربرد علف کش ۶/۸۶ بوته در متر مربع بود که جهت کاهش تراکم به میزان نصف این مقدار ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار از علف کش سولفوسولفورون مورد نیاز بود. با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، تراکم علف های هرز در پیاز به شدت کاهش یافت (۱/۵ بوته در متر مربع) (شکل ۲). در این مطالعه بعد از دُز ۵۰ گرم در هکتار کاهش شدیدی در تراکم علف های هرز مشاهده شد (شکل ۲). در بسیاری از موارد می توان با کاهش مصرف علف کش نیز به کنترل مطلوب علف هرز دست یافت. سیکما و همکاران (Sikkema *et al.*, 2005) با بررسی اثر مقادیر مختلف ایمازتاپیر در نخود فرنگی، تفاوت معنی داری بین دُزهای ۳۰۰ و ۷۵۰ گرم در هکتار این علف کش در کنترل تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*) مشاهده نکردند.

علاوه بر این، کارایی ۴۵۰ و ۷۵۰ گرم در هکتار این علف کش در کنترل سلمه تره مشابه بود. مقادیر کاهش یافته ایمازتاپیر خردل وحشی را بیش از ۹۰ درصد کنترل کرد. ایزدی دربندی و همکاران (Izadi Darbandi *et al.*, 2014) گزارش کردند که کاربرد علف کش سولفوسولفورون نیز منجر به



شکل ۴- روند تغییرات ارتفاع گیاه پیاز در دُزهای مختلف علف‌کش سولفوسولفورون در شرایط عدم وجین (تداخل با علف هرز) (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی شده و نقاط داده‌های مشاهده شده است).

Figure 4. Trend of changes in onion plant height at different doses of sulfosulfuron herbicide under no-weeding conditions. The line and points indicate predicted and observed data, respectively.



شکل ۳- روند تغییرات ارتفاع گیاه پیاز در دُزهای مختلف علف‌کش سولفوسولفورون در شرایط وجین (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی شده و نقاط داده‌های مشاهده شده است).

Figure 3. Trend of changes in onion plant height at different doses of sulfosulfuron herbicide under weeding conditions. The line and points indicate predicted and observed data, respectively.

تعداد برگ در بوته پیاز

تغییرات تعداد برگ در بوته با افزایش دُز علف‌کش سولفوسولفورون در شرایط عدم وجین در شکل ۶ و پارامترهای برآورد شده در جدول ۳ ارائه شده است. این مدل تغییرات تعداد برگ در بوته گیاه پیاز را با افزایش دُز علف‌کش در شرایط رقابت توجیه کرد؛ به‌طوری که ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف علف‌کش، ۰/۹۷ برآورد شد. همچنین در شرایط عدم مصرف علف‌کش تعداد برگ در بوته (پارامتر MAX) ۳/۵ بود. اختلاف اندکی بین داده‌های مشاهده شده تعداد برگ در بوته و پیش‌بینی شده مدل دیده شد. طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی تعداد برگ در بوته در گیاه پیاز در دُزهای مورد استفاده مشاهده نشد (جدول ۲). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، تعداد برگ در پیاز کاهش یافت (۲/۹ برگ در بوته) (شکل ۶).

برازش تابع دُز-پاسخ به تغییرات تعداد برگ در بوته با افزایش دُز علف‌کش سولفوسولفورون در شکل ۵ و پارامترهای برآورد شده در جدول ۳ ارائه شده است. این مدل تغییرات تعداد برگ در بوته گیاه پیاز را با افزایش دُز علف‌کش در شرایط وجین به‌طور مناسب پیش‌بینی کرد؛ به‌طوری که ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف علف‌کش، ۰/۸۸ برآورد شد. همچنین در شرایط عدم مصرف علف‌کش تعداد برگ در بوته (پارامتر MAX) ۹/۴ بود. اختلاف اندکی بین داده‌های مشاهده شده تعداد برگ در بوته و پیش‌بینی شده مدل دیده شد. طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی تعداد برگ در بوته در گیاه پیاز در دُزهای مورد استفاده مشاهده نشد (جدول ۲). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، تعداد برگ در پیاز کاهش نشان داد (۶/۸ برگ در بوته) (شکل ۵). برازش تابع دُز-پاسخ به

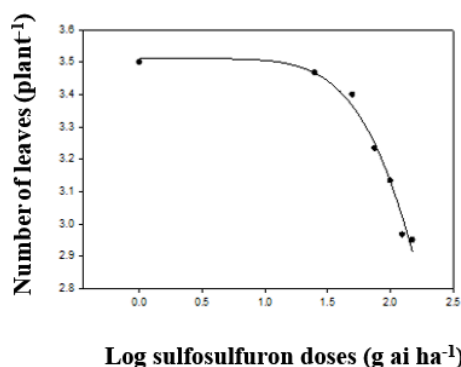
جدول ۳- زیست توده مشاهده شده و پارامترهای برآورد شده برای مدل دز-پاسخ صفات پیاز مورد مطالعه به دزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون.

Table 3. Observed biomass and the estimated parameters of the dose-response model for the studied onion traits at different doses of sulfosulfuron herbicide.

Trait	Treatment	Observed biomass	R ²	RMSE	Parameters		
					b	ED50	Max
Number of leaves (plant ⁻¹)	No weeding	9.5 (0.66)	0.88	0.214	2.92 (0.95)	3.24 (0.46)	9.43 (0.28)
	Weeding	3.4 (0.10)	0.97	0.029	6.25 (0.03)	2.80 (0.12)	3.51 (0.03)
Plant density (m ⁻²)	No weeding	54.33 (2.33)	0.90	3.69	1.76(0.18)	1.04 (0.40)	54.31 4.89)
	Weeding	13.67 (4.33)	0.64	0.08	0.87 (1.23)	2.92 2.06)	13.66 (1.43)
Fresh weight of stem (g m ⁻²)	No weeding	3866 (1034.51)	0.85	293.21	1.25 (0.174)	1.13 (0.56)	3864.6(387.8)
	Weeding	60 (35.47)	0.51	6.48	1.84 (1.627)	2.23 (0.53)	59.91 (8.57)
Dry weight of stem (g m ⁻²)	No weeding	380 (79.37)	0.76	37.56	2.48 (1.54)	1.55 (0.268)	380.33 (49.67)
	Weeding	20.66 (9.76)	0.53	2.96	2.32 (2.22)	1.65 (0.39)	20.62 (3.91)
Onion tuber yield (g m ⁻²)	No weeding	9151.6 (329.1)	0.95	436.53	1.62 (0.87)	0.91 (0.34)	9152 (577.47)
	Weeding	166.66 (29.05)	0.30	31.72	2.80 (0.51)	0.97 (3.62)	166.63 (41.97)
Total yield (g m ⁻²)	No weeding	13017.67 (806.57)	0.95	605.96	1.46 (0.79)	0.956 (0.34)	13017 (801.61)
	Weeding	271 (174.26)	0.49	46.05	4.08 (2.98)	1.73 (0.27)	280.03 (60.66)

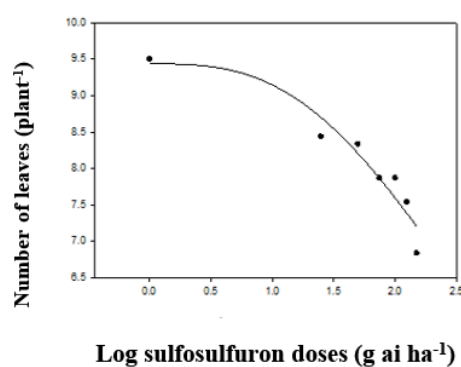
Max: مقادیر صفات مختلف در شرایط بدون علف کش ، ED₅₀: دز علف کشی است که مقادیر صفات مختلف را ۵۰٪ کاهش می دهد، b: شیب منحنی، RMSE: خطا، R²: ضریب تبیین. اعداد داخل پرانتز، نشانگر خطای استاندارد می باشند.

Max: the values of different traits under the herbicide-free condition; ED₅₀: the herbicide dose that reduces the values of different traits by 50%; b: the slope of the graph curve; RMSE: root mean square error; R²: coefficient of determination. Numbers in parentheses indicate the standard error.



شکل ۶- روند تغییرات تعداد برگ در بوته پیاز در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط عدم وجین (تداخل با علف هرز) (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی شده و نقاط داده‌های مشاهده شده است).

Figure 6. Trend of changes in the number of leaves at different doses of sulfosulfuron herbicide under no-weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.



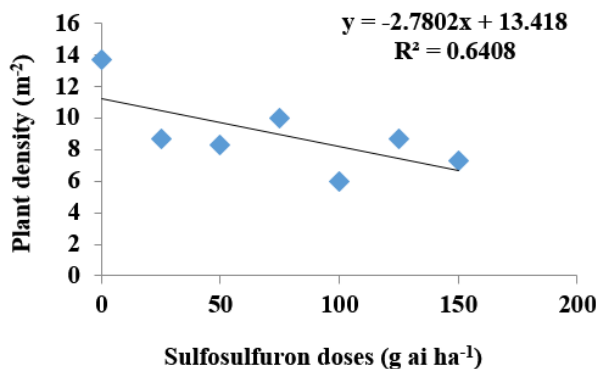
شکل ۵- روند تغییرات تعداد برگ در بوته پیاز در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط وجین (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی شده و نقاط داده‌های مشاهده شده است).

Figure 5. Trend of changes in the number of leaves at different doses of sulfosulfuron herbicide under weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.

کاهش ۵۰ درصدی تراکم بوته گیاه پیاز در دُز ۱۱ گرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، تراکم بوته در پیاز کاهش یافت (شکل ۷). با این حال، پاسخ تراکم بوته گیاه پیاز به دُزهای مختلف علف کش در شرایط تداخل با علف هرز دارای روند خطی بود (جدول ۳). در شرایط تداخل با علف‌های هرز RMSE خط ۰/۰۸۴ بود و به ازای هر واحد افزایش دُز علف کش ۲/۷ بوته از تعداد بوته‌های گیاه پیاز در هر متر مربع کاسته شد (شکل ۸). طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی تراکم بوته پیاز در دُزهای مورد استفاده مشاهده نشد (جدول ۳). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، تراکم بوته در پیاز کاهش یافت (شکل ۸).

تراکم بوته پیاز

برازش تابع دُز- پاسخ به تغییرات تراکم بوته پیاز با افزایش دُز علف کش سولفوسولفورون در شکل ۷ و پارامترهای برآورد شده در جدول ۳ ارائه شده است. این مدل تغییرات تراکم در بوته گیاه پیاز را با افزایش دُز علف کش در شرایط وجین توجیه کرد؛ به طوری که ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف علف کش، ۰/۹۰ برآورد شد. همچنین در شرایط عدم مصرف علف کش بین زیست توده تولید شده (پارامتر MAX) در تراکم بوته تیمار وجین با عدم وجین اختلاف زیادی وجود داشت؛ به طوری که تعداد بوته در تیمار وجین تقریباً چهار برابر بیشتر از تیمار عدم وجین بود که حاکی از اثرگذاری وجین علف هرز در جوانه زنی و رویش بوته‌ها است. طبق پیش‌بینی مدل، در شرایط وجین، دُز مورد نیاز جهت



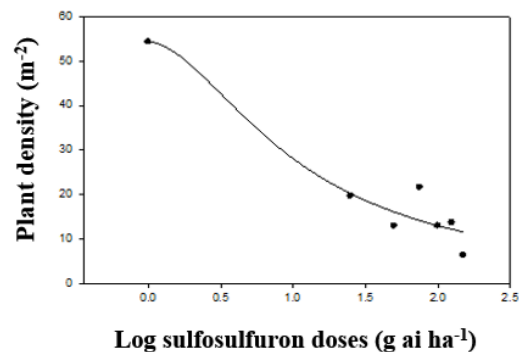
شکل ۸- روند تغییرات تراکم بوته پیاز (در متر مربع) در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط عدم وجین (تداخل با علف هرز) (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی شده و نقاط داده‌های مشاهده شده است).

Figure 8. Trend of changes in plant density at different doses of sulfosulfuron herbicide under no-weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.

با این حال، پاسخ وزن تر اندام هوایی گیاه پیاز به دُزهای مختلف علف کش در شرایط عدم وجین دارای روند خطی بود (جدول ۳). در شرایط تداخل با علف‌های هرز RMSE برابر ۶/۴۸ بود. به ازای هر واحد افزایش در دُز علف کش ۱۱/۲۷ کیلوگرم در متر مربع از وزن تر اندام هوایی کاسته شد (شکل ۱۰). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، وزن تر اندام هوایی پیاز کاهش یافت (شکل ۱۰). در این راستا گزارش شده است که مقدار ۰/۰۱ میلی گرم ماده مؤثره در کیلوگرم خاک از باقیمانده علف کش نیکوسولفورون، به شدت رشد گیاهان خردل و یولاف را کاهش داد (James & Trollove, 2009).

وزن خشک اندام هوایی

برازش تابع دُز- پاسخ به تغییرات وزن خشک اندام هوایی با افزایش دُز علف کش سولفوسولفورون در شکل ۱۱ و پارامترهای برآورد شده در جدول ۳ ارائه



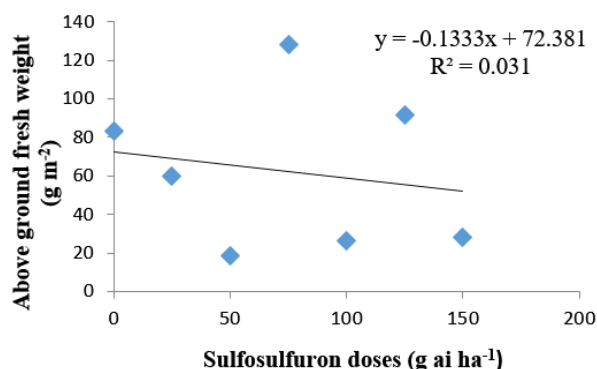
شکل ۷- روند تغییرات تراکم بوته پیاز (در متر مربع) در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط وجین (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی شده و نقاط داده‌های مشاهده شده است).

Figure 7. Trend of changes in plant density at different doses of sulfosulfuron herbicide under no-weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.

وزن تر اندام هوایی

برازش تابع دُز- پاسخ به تغییرات وزن تر اندام هوایی در شکل ۹ و پارامترهای برآورد شده در جدول ۳ ارائه شده است. ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف علف کش، ۰/۸۵ برآورد شد. در شرایط عدم مصرف علف کش وزن ساقه تر (پارامتر MAX) ۳۸۶۴ گرم در متر مربع بود. همچنین اختلاف چندانی بین داده‌های مشاهده شده وزن تر اندام هوایی و پیش‌بینی شده مدل دیده نشد. طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی وزن تر اندام هوایی در گیاه پیاز ۱۸ گرم در هکتار بود (جدول ۳). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، وزن تر اندام هوایی در پیاز کاهش زیادی نشان داد (شکل ۹). همچنین بین حداکثر زیست توده تولید شده (پارامتر MAX) در وزن تر اندام هوایی در تیمار وجین با عدم وجین اختلاف زیادی وجود داشت (جدول ۳).

اختلاف زیادی با هم داشتند. طبق پیش‌بینی مدل، دُز ۳۵ گرم در هکتار باعث کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک اندام هوایی پیاز در شرایط وجین شد (جدول ۳). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، وزن خشک اندام هوایی پیاز کاهش یافت (شکل ۱۱).

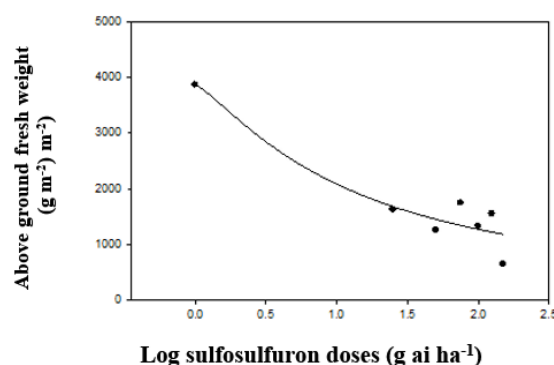


شکل ۱۰- روند تغییرات وزن تر اندام هوایی (گرم در متر مربع) در دُزهای مختلف علف‌کش سولفوسولفورون در شرایط عدم وجین (تداخل با علف هرز) (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی‌شده و نقاط داده‌های مشاهده‌شده است).

Figure 10. Trend of changes in fresh weight of stem at different doses of sulfosulfuron herbicide under no-weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.

(شکل ۱۲). بر اساس گزارش‌های حسامی و همکاران (Hesami et al., 2007) گندم بیشترین عملکرد بیولوژیکی را در سولفوسولفورون به میزان ۳۱ گرم در هکتار نسبت به علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + مفن‌پایر دارد که دلیل آن کنترل علف هرز و عدم تأثیر سوء این علف‌کش بر گندم است که با نتایج این مطالعه مغایرت دارد. در تایید نتایج این مطالعه گزارش شده که بقایای کلروسولفورون استفاده‌شده به میزان ۳۵ گرم در هکتار در گندم زمستانه، به یونجه و ذرت در ۸۰ و

شده است. ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف علف‌کش، ۰/۷۶ برآورد شد و اختلاف بین داده‌های مشاهده‌شده زیست‌توده و پیش‌بینی‌شده مدل بسیار اندک بود. همچنین در شرایط عدم مصرف علف‌کش زیست‌توده تولیدشده (پارامتر MAX) در وزن خشک اندام هوایی در تیمار وجین و عدم وجین



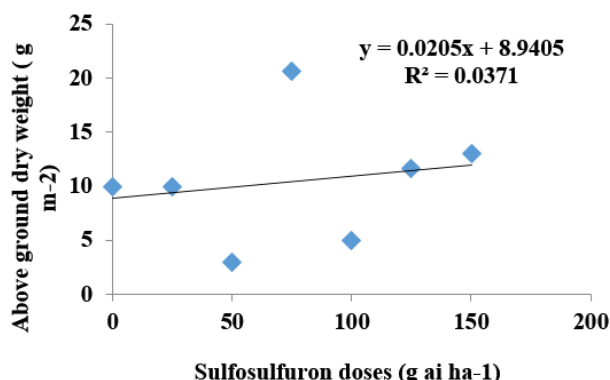
شکل ۹- روند تغییرات وزن تر اندام هوایی (گرم در متر مربع) در دُزهای مختلف علف‌کش سولفوسولفورون در شرایط وجین (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی‌شده و نقاط داده‌های مشاهده‌شده است).

Figure 9. Trend of changes in fresh weight of stem at different doses of sulfosulfuron herbicide under weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.

پاسخ وزن خشک اندام هوایی پیاز به دُزهای مختلف علف‌کش در شرایط عدم وجین (تداخل با علف هرز) دارای روند خطی بود (جدول ۳). در شرایط تداخل با علف‌های هرز RMSE خط ۲/۹۶ بود. در شرایط رقابت با علف‌های هرز به ازای هر واحد افزایش دُز علف‌کش ۰/۸۱ کیلوگرم در متر مربع بر وزن خشک اندام هوایی پیاز افزوده شد. همچنین طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک اندام هوایی پیاز، دُز ۴۵ گرم در هکتار بود (جدول ۳). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، وزن ساقه اندام هوایی پیاز کاهش یافت

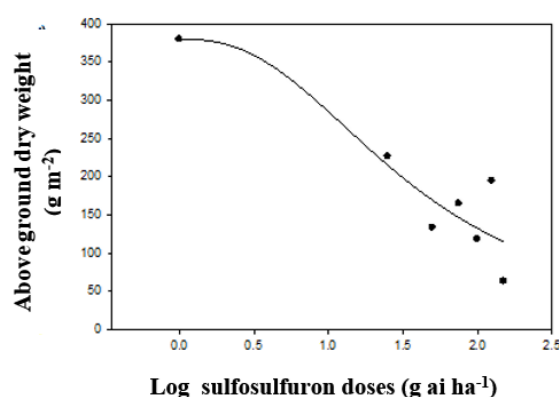
۱۸۰ روز پس از کاربرد علف کش آسیب رساند

(Halloway *et al.*, 2006).



شکل ۱۲- روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی (گرم در متر مربع) در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط عدم وجین (تداخل با علف هرز) (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی شده و نقاط داده‌های مشاهده شده است).

Figure 12. Trend of changes in dry weight of stem at different doses of sulfosulfuron herbicide under no-weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.



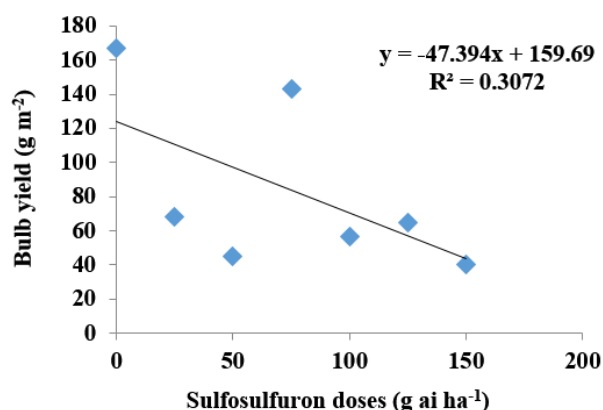
شکل ۱۱- روند تغییرات وزن خشک اندام هوایی (گرم در متر مربع) در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط وجین (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی شده و نقاط داده‌های مشاهده شده است).

Figure 11. Trend of changes in dry weight of stem at different doses of sulfosulfuron herbicide under weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.

عملکرد سوخ

۸/۲۸ گرم در هکتار بود (جدول ۳). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، عملکرد سوخ پیاز کاهش یافت (شکل ۱۳). عدم کنترل کامل و مؤثر علف‌های هرز توسط علف کش مانع از دستیابی به عملکرد اقتصادی قابل قبول شده است. به نظر می‌رسد با توجه به فصل رشد طولانی و سرعت رشد پایین گیاه پیاز در نتیجه عدم پوشش سریع فاصله بین ردیف‌ها، دُز کاهش یافته کاملاً مؤثر نبوده و تعدادی از علف‌های هرز فرصت رویش مجدد یافته‌اند و با رقابت در اواسط و اواخر فصل مانع از رسیدن به عملکرد مناسب شده‌اند. از طرف دیگر، کارایی علف کش‌ها در کنترل قابل قبول علف‌های هرز بستگی به نوع گونه علف هرز نیز دارد (Barros *et al.*, 2007).

برازش تابع دُز-پاسخ به تغییرات عملکرد سوخ با افزایش دُز علف کش سولفوسولفورون در شکل ۱۳ و پارامترهای برآورد شده در جدول ۳ ارائه شده است. ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف علف کش، ۰/۹۵ برآورد شد. اختلاف بین داده‌های مشاهده شده زیست‌توده و پیش‌بینی شده مدل بسیار اندک بود. همچنین در شرایط عدم مصرف علف کش زیست‌توده تولید شده (پارامتر MAX) در عملکرد سوخ پیاز در تیمار وجین و عدم وجین اختلاف زیادی با هم داشتند. در شرایط عدم مصرف علف کش عملکرد سوخ پیاز (پارامتر MAX) ۹۱۵۱ گرم در متر مربع بود. طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی عملکرد سوخ پیاز

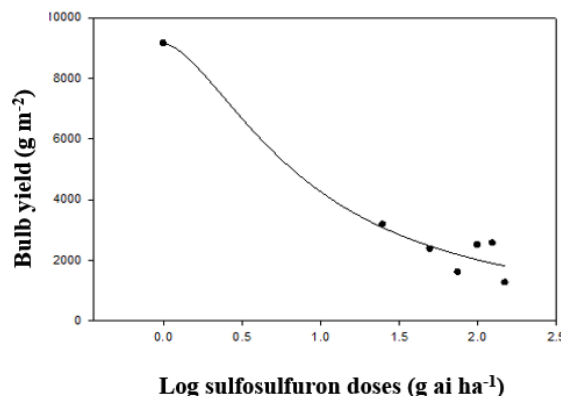


شکل ۱۴- روند تغییرات عملکرد سوخ پیاز (گرم در متر مربع) در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط عدم وجین (تداخل با علف هرز) (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی‌شده و نقاط داده‌های مشاهده‌شده است).

Figure 14. Trend of changes in onion tuber yield at different doses of sulfosulfuron herbicide under no-weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.

عملکرد کل

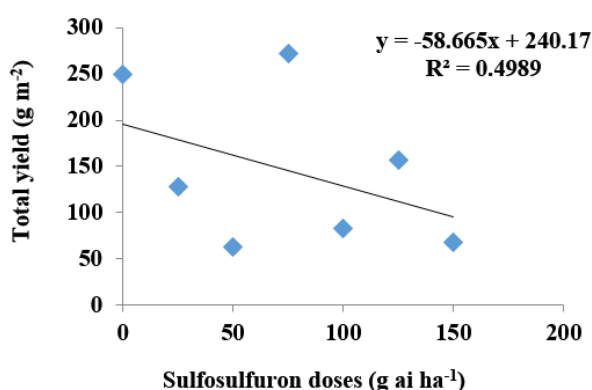
برازش تابع دُز-پاسخ به تغییرات عملکرد کل با افزایش دُز علف کش سولفوسولفورون در شکل ۱۵ و پارامترهای برآوردشده در جدول ۳ ارائه شده است. ضریب تبیین مدل برای سطوح مختلف علف کش، ۰/۹۵ برآورد شد. همچنین در شرایط عدم مصرف علف کش عملکرد تولیدشده (پارامتر MAX) در عملکرد غده در تیمار وجین و عدم وجین اختلاف زیادی با هم داشتند. همچنین طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی عملکرد کل پیاز، نه گرم در هکتار بود (جدول ۲). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، عملکرد کل پیاز کاهش یافت (شکل ۱۵).



شکل ۱۳- روند تغییرات عملکرد سوخ پیاز (گرم در متر مربع) در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط وجین (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی‌شده و نقاط داده‌های مشاهده‌شده است).

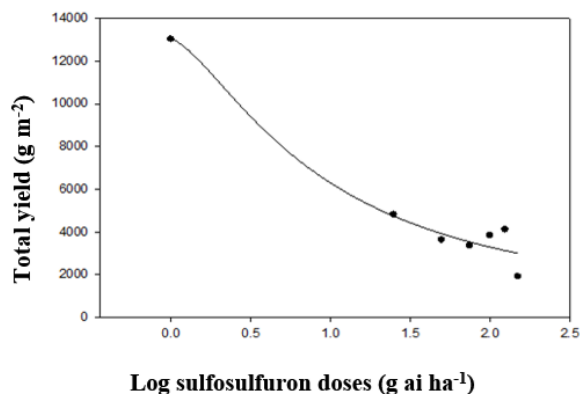
Figure 13. Trend of changes in onion tuber yield at different doses of sulfosulfuron herbicide under no-weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.

پاسخ عملکرد سوخ پیاز به دُزهای مختلف علف کش در شرایط تداخل با علف هرز دارای روند خطی بود (جدول ۳). در شرایط تداخل با علف‌های هرز RMSE خط ۳۱/۷ بود. در شرایط تداخل با علف‌های هرز به ازای هر واحد افزایش دُز علف کش ۴۷/۴ گرم در متر مربع از عملکرد سوخ پیاز کاسته شد (شکل ۱۴). در تایید این نتایج جایسوال (Jaiswal, 1992) اظهار داشت که علف‌های هرز مزارع سیب‌زمینی از طریق کاهش وزن غده‌ها باعث کاهش کمیت و کیفیت سیب‌زمینی شدند. طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی عملکرد سوخ پیاز، نه گرم در هکتار بود (جدول ۳). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، عملکرد سوخ پیاز کاهش یافت (شکل ۱۴).



شکل ۱۶- روند تغییرات عملکرد کل (گرم در متر مربع) در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط عدم وجین (تداخل با علف هرز) (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی‌شده و نقاط داده‌های مشاهده‌شده است).

Figure 16. Trend of changes in total yield at different doses of sulfosulfuron herbicide under no-weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.



شکل ۱۵- روند تغییرات عملکرد کل (گرم در متر مربع) در دُزهای مختلف علف کش سولفوسولفورون در شرایط وجین (خط نشانگر داده‌های پیش‌بینی‌شده و نقاط داده‌های مشاهده‌شده است).

Figure 15. Trend of changes in total yield at different doses of sulfosulfuron herbicide under weeding conditions. The line and points indicate the predicted and observed data, respectively.

ذرت در اثر رقابت با علف‌های هرز، به علت کاهش سرعت رشد و در نتیجه کمتر شدن جذب نور توسط تاج‌پوشش گیاه زراعی، در آزمایش‌های زیادی گزارش شده است (Ghanizadeh *et al.*, 2014).

نتیجه‌گیری کلی

کمترین خسارت به سوخ پیاز در دُز ۲۵ گرم در هکتار سولفوسولفورون مشاهده شد و با مصرف ۱۵۰ گرم در هکتار سولفوسولفورون کاهش ۸۷ درصدی عملکرد سوخ اتفاق افتاد. عملکرد کل به ترتیب ۴/۴۷، ۶/۵۸ گرم در متر مربع به ازای هر واحد افزایش دُز علف کش کاهش یافت. از آنجایی که نیمه‌عمر علف کش سولفوسولفورون ۲۰ تا ۶۰ روز می‌باشد به نظر می‌رسد کاربرد این علف کش و ماندگاری آن در خاک، تناوب‌های

پاسخ عملکرد کل گیاه پیاز به دُزهای مختلف علف کش در شرایط عدم وجین دارای روند خطی بود (جدول ۳) و در شرایط تداخل با علف‌های هرز RMSE خط ۰/۵۹/۴۶ بود (شکل ۱۶). در شرایط رقابت با علف‌های هرز به ازای هر واحد افزایش در دُز علف کش، ۶/۵۸ گرم در متر مربع از عملکرد کل پیاز کاسته شد. همچنین طبق پیش‌بینی مدل، دُز مورد نیاز جهت کاهش ۵۰ درصدی عملکرد کل در گیاه پیاز ۵۵ گرم در هکتار بود (جدول ۳). با افزایش دُز تا ۱۵۰ گرم در هکتار، عملکرد کل پیاز کاهش نشان داد (شکل ۱۶). از آنجایی که اکثر گیاهان زراعی در مرحله اولیه رشد خود نسبت به رقابت با علف‌های هرز از حساسیت بیشتری برخوردار هستند، حضور علف‌های هرز در مرحله گیاهچه‌ای محصول موجب کاهش کیفیت و افت عملکرد می‌شود (Evans *et al.*, 2003). کاهش وزن خشک کل

زراعی که شامل پیاز باشند را دچار محدودیت می‌نماید. لذا ایجاد فاصله زمانی برای کشت گیاهان مذکور، ضرورت دارد. با توجه به اینکه این علف‌کش در دُزهای پایین نیز در کنترل علف‌های هرز مؤثر می‌باشد، می‌توان از دُزهای ۲۵ و ۵۰ گرم در هکتار در گیاهانی مانند گوجه‌فرنگی در اواسط تابستان استفاده کرد؛ به‌طوری‌که هم باعث کنترل علف‌هرز شود و هم باقیمانده این علف‌کش تا زمان کشت پیاز از بین رفته و محدودیتی برای کاشت این گیاه ایجاد ننماید.

منابع

- Ahmadi, G.H. 2016. The critical period of weed control in dry peas. Master's thesis in agriculture. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
- Akhundi, S. Garakhlo, J. Yaqrani, N. and Soltani, A. 2018. Evaluation of the effect of mixing Tofordi and sulfosulfuron bergandam and weeds of wild mustard (*Melilotus officinalis* L.) and sweet clover (*Sinapis arvensis* L.) using co-effect curves. Crop Prod. 12(4): 25-40. (In Persian).
- Allen, E.J. 1972. The effect of row width on the yield of three potato varieties. J. Agric. Sci. 79: 315-321.
- Baghestani, M.A. Zand, E. Soufizadeh., S. Jamali, M. and Maighani, F. 2007. Evaluation of sulfosulfuron for broadleaved and grass weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Iran. J. Crop Prot. 26: 1385-1389.
- Bao, Z.Y. Nishiyama, S. and Kang, Y. 2003. Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip irrigated potato. Agric. Water Manag. 63: 153-167.
- Barros, J.F.C. Basch, G. and Carvalho, M. 2007. Effect of reduced doses of a post-emergence herbicide to control grass and broad-leaved weeds in no-till wheat under Mediterranean conditions. Crop Prot. 26: 1538-1545.
- Cheema, Z.A. Jaffer, I. and Khaliq, A. 2003. Reducing isoproturon dose in combination with sorgaab for weed control in wheat. Pak. J. Weed Sci. Res. 9: 153-160.
- Evans, S.P. Knezevic, S.Z. Lindquist, J.L. Shapiro, C.A. and Blankenship, E.E. 2003. Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. Weed Sci. 51: 408-417.
- García-Baudí'n, J.M. Alonso-Prados, J.L. Hernandez-Sevillano, E. Llanos S. and Villarroja, M. 2002. Effects of sulfosulfuron soil residues on barley (*Hordeum vulgare*), sunflower (*Helianthus annuus*) and common vetch (*Vicia sativa*). Crop Prot. 21: 1061-1066.
- Ghanizadeh, H. Lorzadeh, S.H. and Aryannia, N. 2014. Effect of weed interference on *Zea mays*: Growth analysis. Weed Biol. Manag. 14: 133-137.
- Halloway, K.L. Kookana, R.S. Noy, D.M. Smith, J.G. and Wilhelm, N. 2006. Crop damage caused by residual acetolactate synthase herbicides in the soils of south-eastern Australia. Aust. J. Exp. Agric. 46: 1323-1331.
- Helling, C.S. 2005. The science of soil residual herbicides. Pages 3-22 in R.C. Van Acker, ed. Soil residual herbicides: Science and management. Topics in Canadian Weed Science, Volume 3. Sainte-Anne-de Bellevue, Québec: Canadian Weed Science Society – Société canadienne de malherbologie.
- Hesami, A. Larzadeh, S. and Ariana, N. 2007. The effect of dual-purpose herbicides and tillage systems on wheat weed control. The second weed science conference. Mashhad, 9th and 10th of Bahman. 126-133. (In Persian).
- Izadi Darbandi, A. Rastgo, M. and African, R. 2014. Feasibility of reducing the amount of sulfosulfuron herbicide (*Apyrus*) in wheat (*Triticum aestivum* L.) with the help of nitrogen application management. J. plant prot. 4(29): 581-571. (In Persian).

- Jaiswal, V.P. 1992. Crop-weed competition studies in potato. *Indian J. Potato Assoc.* 18: 131-134.
- James, T. and Trolove, M. 2009. Persistence of residual herbicides in maize silage fields. *Found. Arable Res.* 66: 1-2.
- Mehdizadeh, M. Alebrahim, M.T. and Roushani, M. 2017. Determination of two sulfonylurea herbicides residues in soil environment using HPLC and phytotoxicity of these herbicides by lentil bioassay. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 99: 93-99.
- Moyer, J.R. and Hamman, W.M. 2001. Factors affecting the toxicity of MON 37500 residues to following crops. *Weed Tech.* 15: 42-47.
- Olson, W.A. and Nalewaja, I. 2004. Effect of MCPA on ¹⁴C-diclofop uptake and translocation. *Weed Sci.* 30: 59-63.
- Pestemer, W. and Zwerger, P. 1999. The application of a standardized bioassay to estimate the phytotoxic effects of frequently used herbicides on non-target plants. *Hum. Environ. Expo. Xeno.* 763-770.
- Rosenbom, A.E. Kjaer, J. and Olsen, P. 2010. Long-term leaching of rimsulfuron degradation products through sandy agricultural soils. *Chemosphere.* 79: 830-838.
- Talgre, L. Lauringson, E. Koppel, M. Nurmekivi, H. and Uusna, S. 2004. Weed control in spring barley by lower doses of herbicides in Estonia. *Latvian J. Agron.* 7: 171-175.
- Walworth, J.L. and Carling, D.E. 2002. Tuber initiation and development in irrigated and non-irrigated potatoes. *American J. Potato Res.* 79: 387-395.
- Zare, A. Rahimian Mashhadi, H. Alizadeh, H. and Beheshtian Mesgaran, M. 2017. The reaction of corn field weeds to nitrogen fertilizer and herbicide doses. *Weed Sci.* 4(2): 21-32. (In Persian).