



Original Article

Metribuzin Herbicide Combination with Organic and Inorganic Mulch to Weed Control in Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Arash Maghsoudi¹, Ebrahim Izadi-Darbandi^{2*}, Bizhan Malaek-Nikouei³

1. Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

2. Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

3. Department of Pharmaceutics, Mashhad Faculty of Pharmacy, Mashhad, Iran.

Article Info

Received:
April 13, 2024

Accepted:
May 28, 2024

First published online:
June 21, 2024

Corresponding Author:
Ebrahim Izadi-Darbandi
Email:
e-izadi@um.ac.ir

Key words: Mulch-Herbicide combination approach, plastic mulch, straw mulch, tomato yield.

Abstract

One of the methods to enhance weed control during the growing season is combining mulches with herbicides. With the aim of investigating the effectiveness of reduced metribuzin dosage in combination with wheat straw and plastic mulch, an experiment was conducted based on the randomized complete block design with three replications and eleven treatments in 2020-2021 in the research farm of Ferdowsi University of Mashhad. Treatments included wheat straw mulch, dark plastic, and metribuzin dosage with amounts of 400 and 200 (g a.i. ha⁻¹) alone and in combination with mulches. The results indicated that using metribuzin with inorganic mulches was more successful than using it with organic mulches. Use of metribuzin under the layer of plastic mulch increased weed control and tomato yield. Application rate of 400 and 200 g a.i. ha⁻¹ of metribuzin under plastic mulch increased the tomato fruit yield by 162 and 56 percent, respectively, compared to the application of plastic mulch alone. The combining of 400 (g a.i. ha⁻¹) of metribuzin with plastic mulch resulted in a significant reduction in weed biomass (57.6%) and weed density (71.5%) compared to the application of plastic mulch alone. Based on the results, it is suggested to use a combination of metribuzin herbicide at a rate of 400 g a.i. ha⁻¹ when applying it under plastic mulch in tomato cultivation.

Cite this article: Maghsoudi, A. Izadi-Darbandi, A. and Malaek-Nikouei, B. (2024). Metribuzin herbicide combination with organic and inorganic mulch to weed control in tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Iran. J. of Weed Sci. 20(1): 1-17. DOI: 10.22034/ijws.2024.366439.1461.



مقاله پژوهشی

تلفیق کاربرد علف کش متری بیوزین با مالچ‌های آلی و غیر آلی در کنترل علف‌های‌هرز گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

آرش مقصودی^۱، ابراهیم ایزدی دربندی^{۲*}، بیژن ملاتکه نیکوئی^۳

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۲- گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳- گروه فارماسیوتیکس، دانشکده داروسازی مشهد، مشهد، ایران.

چکیده

کاربرد مالچ‌ها به همراه علف کش یکی از راهکارهای افزایش کارایی کنترل علف‌های‌هرز در طول فصل رشد می‌باشد. به منظور بررسی کارایی مقادیر کاهش یافته علف کش متری-بیوزین در تلفیق با کاربرد مالچ‌های کاه گندم و مالچ پلاستیک، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۱ تیمار در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد مالچ کاه گندم، پلاستیک تیره، و علف کش متری بیوزین با مقادیر کاربرد ۴۰۰ و ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار به تنهایی و در تلفیق با مالچ بود. نتایج نشان داد که تلفیق کاربرد متری بیوزین با مالچ‌های غیر آلی کارایی بیشتری نسبت به تلفیق با مالچ‌های آلی داشت. کاربرد متری بیوزین در زیر لایه مالچ پلاستیک باعث افزایش کنترل علف‌های‌هرز و عملکرد گوجه‌فرنگی شد. بر اساس نتایج حاصل، تلفیق کاربرد ۴۰۰ و ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار متری بیوزین با مالچ پلاستیک به ترتیب باعث افزایش ۱۶۲ و ۵۶ درصدی عملکرد میوه گوجه‌فرنگی شد. تلفیق کاربرد ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار متری بیوزین با مالچ پلاستیک باعث کاهش زیست توده (۵۷/۶ درصد) و تراکم علف‌های‌هرز (۷۱/۵ درصد) نسبت به کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی شد. با توجه به نتایج آزمایش، تلفیق علف کش متری بیوزین در مقدار کاربرد ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار در زیر مالچ پلاستیک در کشت گوجه‌فرنگی پیشنهاد می‌شود.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۱/۲۵

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۳/۰۸

تاریخ انتشار برخط:

۱۴۰۳/۰۴/۰۱

نویسنده مسئول:

ابراهیم ایزدی دربندی

ایمیل:

e-izadi@um.ac.ir

واژه‌های کلیدی: رهیافت

اختلاط مالچ-علف کش، عملکرد

گوجه‌فرنگی، مالچ پلاستیک، مالچ

کاه.

استناد: مقصودی، آ. ایزدی دربندی، ا. و ملاتکه نیکوئی، ب. (۱۴۰۳). تلفیق کاربرد علف کش متری بیوزین با مالچ‌های آلی و غیر آلی در کنترل علف‌های‌هرز گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum* Mill.). دانش علف‌های‌هرز ایران، ۲۰(۱): ۱-۱۷.

Doi: 10.22034/ijws.2024.366439.1461

ناشر: انجمن علوم علف‌های‌هرز ایران و موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

© نویسندگان.

مقدمه

مطالعات نشان داده اند که کنترل علف های هرز توسط یک روش به تنهایی و در طولانی مدت باعث سازگاری علف های هرز به آن روش و کاهش کارایی کنترل می شود (Liebman *et al.*, 2016). یکی از راهکارهای کنترل پایدار علف های هرز مدیریت تلفیقی می باشد که به معنی استفاده از شیوه های مختلف مدیریتی از جمله کنترل مکانیکی، شیمیایی، زراعی و بیولوژیکی است که هدف آن کاهش مصرف علف کش ها در جهت رسیدن به مدیریت پایدار علف های هرز می باشد (Scavo & Mauromicale, 2020). با کمک این روش می توان میزان مصرف علف کش ها را کاهش داد و علاوه بر کاهش اثرات منفی آن ها، سود بالاتری کسب کرد (Swanton *et al.*, 2008).

استفاده از مالچ ها در کشت سبزیجات و صیفی جات مزایای متعددی برای کشاورزان دارد. از جمله این مزایا می توان به کنترل علف های هرز، افزایش عملکرد اقتصادی، کاهش آفات و بیماری ها، بهبود جذب عناصر غذایی و همچنین افزایش راندمان مصرف آب اشاره کرد (Agarwal *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2019). در سال های اخیر در ایران استفاده از مالچ ها بخصوص مالچ های پلی اتیلن به عنوان روشی جهت کاهش مشکلات علف های هرز و افزایش راندمان آبیاری مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است (Ghaderi & Rezaei, 2017; Haj- Ebrahimi *et al.*, 2011). با این حال، کاربرد مالچ ها به تنهایی توانایی کنترل طیف کامل علف های هرز را ندارد و

مطالعات مختلفی نشان دادند که علف های هرز سازگاری سریعی در مقابله با کاربرد مالچ های آلی و غیر آلی پیدا می کنند (Marble, 2015; Boyd *et al.*, 2021). برخی علف های هرز مانند اوپارسلام به دلیل فرم نوک تیز برگ های آن امکان پاره کردن پلاستیک و خروج از آن را دارند و همچنین برخی علف های هرز می توانند از یک لایه چند سانتی متری در زیر مالچ های آلی جوانه بزنند و رشد کنند (Marble, 2015). در مزارع گوجه فرنگی آمریکا مشاهده شد که پس از مدت طولانی استفاده از مالچ پلاستیک، جمعیت اوپارسلام در این مزارع افزایش پیدا کرده و این روش به تنهایی کارایی کنترل قابل قبولی بر علف های هرز این مزارع ندارد (Webster, 2005).

کاربرد علف کش ها و مالچ ها به صورت تلفیقی امکان کنترل طیف کامل علف های هرز و همچنین افزایش طول دوره کنترل علف های هرز را دارد. در مطالعات مختلفی مشاهده شده است که کاربرد علف کش های پیش کاشت مانند پندی متالین و تری فلورالین در تلفیق با مالچ های پلی اتیلن تیره و تراشه چوب باعث افزایش کارایی کنترل علف های هرز و عملکرد گیاه زراعی نسبت به کاربرد مالچ یا علف کش به تنهایی شد (Ranjbaran, 2018; Maghsoudi, 2018). در پژوهشی مشاهده شد که تلفیق مالچ تراشه چوب با علف کش متری بوزین علاوه بر بهبود کارایی کنترل علف هرز، باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در کشت زعفران شد (Hosseini-Evari *et al.*, 2022). در مطالعه ای تلفیق علف کش سولفن ترازون به عنوان یک

علف کش پیش کاشت در زیر مالچ پلاستیک منجر به افزایش کارایی کنترل علف‌های هرز و همچنین افزایش عملکرد میوه گوجه‌فرنگی شد (Yu et al., 2020).

در برخی مطالعات از کاهش کارایی علف کش یا عدم تاثیر آن بر علف‌های هرز در شرایط تلفیق با مالچ‌های آلی گزارش شده است. در آزمایشی در بررسی علف کش‌های اوگرازیازون و پندی‌متالین در تلفیق با مالچ کاه برنج مشاهده کردند که برخی از گونه‌های علف‌هرز تاثیری از این روش نگرفته و قادر به جوانه‌زنی بودند (Chauhan & Abugho, 2012). در آزمایشی اثر کاربرد متری‌بیوزین در مزارع دارای مالچ بقایای گندم در کشت‌های حفاظتی بررسی و مشاهده شد که متری‌بیوزین در شرایط حضور کاه و کلش کارایی کمتری نسبت به شرایط عدم حضور بقایا در سطح خاک داشت (Banks & Robinson, 1982). محققین معتقدند که کاهش کارایی علف‌کش‌ها در شرایط حضور مالچ‌های آلی می‌تواند به دلیل ممانعت از رسیدن علف‌کش به سطح خاک یا افزایش فعالیت میکروبی و افزایش سرعت تجزیه علف‌کش باشد (Locke & Chauhan & Abugho, 2012; Bryson, 1997).

گوجه‌فرنگی در اغلب نقاط دنیا به صورت نشاء کشت می‌شود و به دلیل عدم استقرار مناسب ریشه در مراحل اولیه انتقال نشاء، به شدت تحت تاثیر رقابت با علف‌های هرز قرار می‌گیرد (Radics et al., 2006). در حال حاضر در ایران سنکور (متری‌بیوزین 70% WP) و ترفلان (تری‌فلورالین 48% EC) از علف‌کش‌های متداول

کنترل علف‌های هرز در مزارع گوجه‌فرنگی هستند (Mousavi, 2001). متری‌بیوزین یکی از علف‌کش‌های مهم مزارع گوجه‌فرنگی در ایران است که با اختلال در انتقال الکترون در فتوسیستم II، گیاهان هدف را از بین می‌برد و نتایج اثربخشی را در کنترل علف‌های هرز و بهبود عملکرد آن داشته است. این علف‌کش به صورت پیش‌کاشت، پیش‌رویشی و پس‌رویشی به کار برده می‌شود (Zand et al., 2018)؛ لذا قابلیت کاربرد تلفیقی آن با مالچ‌ها وجود دارد. با توجه به اهمیت و جایگاه گوجه‌فرنگی در کشور و نظر به اینکه کنترل علف‌های هرز آن یکی از مهم‌ترین عملیات زراعی آن به شمار می‌رود، این مطالعه به منظور بررسی کارایی مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش متری‌بیوزین در تلفیق با مالچ‌های کاه گندم و پلاستیک پلی‌اتیلن بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد گوجه‌فرنگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به مختصات جغرافیایی (36°14'08.6"N 59°40'37.1"E) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۱ تیمار در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام شد. بافت خاک مزرعه لوم با ۵۹٪ درصد ماده آلی بود. در نیمه اردیبهشت‌ماه خاک‌ورزی اولیه با کمک گاواهن برگردان‌دار و سپس با کمک دیسک نرم کردن کلوخه‌ها انجام شد و پس از آن توسط لولر نسبت به تسطیح و آماده‌سازی زمین اقدام شد. تراکم بوته گوجه‌فرنگی چهار بوته در متر مربع در نظر گرفته

شد و ابعاد کرت های آزمایش با در نظر گرفتن سه ردیف کاشت، ۳/۶ متر در چهار متر بود. فاصله بین کرت های آزمایش نیم متر و بین بلوک ها یک متر در نظر گرفته شد. آبیاری با کمک نوار آبیاری و نصب لوله ها و نوارهای آبیاری با توجه به تراکم و آرایش کاشت انجام شد.

تیمارهای آزمایش ۴۸ ساعت قبل از انتقال نشاءهای گوجه فرنگی به صورت کاربرد پیش کاشت متری بیوزین به تنهایی به مقدار ۴۰۰ و ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار (معادل ۵۲۰ و ۲۶۰ گرم ماده تجاری در هکتار)، کاربرد مالچ پلاستیک تیره به عرض ۱۱۰ سانتی متر و به ضخامت ۶۰ میکرون تولید شرکت رخ پلاستیک توس مشهد به تنهایی روی ردیف های کاشت، کاربرد مالچ کاه گندم در سطح خاک به ارتفاع سه تا پنج سانتی متر (پنج تن در هکتار) به تنهایی، کاربرد پیش کاشت متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک به مقدار ۴۰۰ و ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار، کاربرد پیش کاشت متری بیوزین زیر مالچ کاه به مقدار ۴۰۰ و ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار، کاربرد مالچ کاه آغشته به متری بیوزین با مقدار ۴۰۰ و ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار و تیمار شاهد و جین تمام فصل علف های هرز بودند.

علف کش متری بیوزین با کمک سم پاش پستی شارژی مدل (Matabi) با نازل بادبزی (۸۰۰۱) و حجم پاشش ۳۵۰ لیتر در هکتار و با فشار ثابت ۲۰۰ کیلوپاسکال کالیبره شد. به منظور کاربرد متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک، ابتدا علف کش در سطح خاک به کار برده شد و بلافاصله پلاستیک در کرت مورد نظر نصب شد. در کرت های مربوط به

متری بیوزین زیر مالچ آلی، پس از کاربرد متری بیوزین در سطح خاک، مالچ کاه نیز به ارتفاع سه تا پنج سانتی متر روی آن توزیع شد. برای تیمارهای مربوط به مالچ کاه آغشته به متری بیوزین نیز کاه مورد نیاز در خارج از کرت های آزمایش روی پلاستیک پخش شد و علف کش روی آن به مقدار مصرفی در سطح بر سطح کاه پاشیده و پس از مخلوط کردن یکنواخت آن ها با یکدیگر به کرت مورد نظر انتقال داده و با کمک شن کش در سطح کرت پخش شد. با توجه به مقادیر کاربرد متری بیوزین، غلظت علف کش متری بیوزین در هر یک از تیمارهای ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین در هکتار به ترتیب ۰/۶۷ و ۱/۳۳ گرم متری بیوزین در یک متر مکعب کاه بود.

پس از آماده سازی مزرعه آزمایشی، نشاءهای گوجه فرنگی (رقم زمرد) که از گلخانه مزرعه نمونه آستان قدس رضوی تهیه شده بود به صورت دو ردیفه روی پشته هایی به عرض ۱۴۰ سانتی متر و فاصله روی ردیف ۳۵ سانتی متر کشت شدند و به منظور آبیاری، نوار آبیاری در بین دو ردیف کشت قرار گرفت. مالچ پلاستیک مورد استفاده در این آزمایش از نوع پلی اتیلن ضد اشعه فرابفش بود که به صورت دو رنگ (یک روی نقره ای و روی دیگر مشکی) تهیه شد. به منظور پیشگیری و مبارزه با بیماری های قارچی از گوگرد پودری در مرحله میوه دهی بوته های گوجه فرنگی به صورت دست پاش روی بوته ها استفاده شد.

به منظور بررسی میزان خسارت متری بیوزین به گوجه فرنگی به صورت چشمی از مقیاس درصد با

توجه به روش استاندارد ارزیابی خسارت شورای تحقیقات علوم علف‌های هرز اروپا (EWRC) استفاده شد (Dear et al., 2003). این ارزیابی در چهار مرحله ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ روز پس از نشاءکاری انجام شد. جهت بررسی تاثیر تیمارها بر علف‌های هرز در سه مرحله دو، هشت و ۱۴ هفته پس از نشاءکاری با کمک کوادراتی به مساحت نیم متر مربع اقدام به نمونه‌برداری از علف‌های هرز شد. پس از شمارش و شناسایی علف‌های هرز، به منظور تعیین وزن خشک، آنها را کف‌بر کرده و پس از قرار دادن در پاکت‌های کاغذی به آون منتقل شدند. دمای آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم و نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آن نگهداری شدند. در مرحله آخر نمونه‌برداری (۱۴ هفته پس از اعمال تیمارها) به دلیل افزایش حجم نمونه‌ها مدت زمان نگهداری در آون به مدت ۱۲۰ ساعت افزایش پیدا کرد.

به منظور بررسی تاثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد و اجزای عملکرد گوجه‌فرنگی، در انتهای فصل چهار بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شدند و پس از شمارش میوه‌های کاملاً رسیده آنها چین اول (دوم شهریور ماه) برداشت شد. نمونه‌های برداشت شده با پلاستیک به آزمایشگاه انتقال داده شدند و با ترازویی به دقت دهم گرم توزین شدند. در چین دوم (۳۰ شهریورماه) نیز پس از رسیدگی کامل میوه‌ها، برداشت کامل میوه‌ها در بوته‌های علامت‌گذاری شده انجام و مانند چین اول به آزمایشگاه منتقل و توزین شد. سپس به منظور اندازه‌گیری وزن خشک زیست‌توده بوته‌های

گوجه‌فرنگی، بوته‌ها از محل طوقه کف‌بر شدند و پس از قرار دادن در کیسه‌های نخی به آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و تا زمان خشک شدن کامل بوته‌ها (یک هفته) نگهداری شدند سپس وزن خشک آنها با کمک ترازویی به دقت یک گرم اندازه‌گیری شد. به منظور به‌دست آوردن عملکرد نهایی میوه و صفات آن از جمله تعداد میوه در متر مربع و تعداد میوه در بوته در کرت‌های آزمایش، عملکرد دو چین برداشت شده (دوم و ۳۰ شهریورماه) ادغام شدند و عملکرد نهایی به دست آمد. پس از جمع‌بندی داده‌های مورد نیاز و بررسی نرمال بودن آنها و در صورت لزوم تبدیل آنها با کمک نرم‌افزارهای Excel 2021 و Sigma plot Ver. 15، آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq 0.05$) با کمک نرم‌افزار SAS Ver. 9.1 انجام شد.

نتایج و بحث

گیاهان علف‌های هرز مزرعه

بر اساس نتایج آزمایش، غالب علف‌های هرز مزرعه را علف‌های هرز پهن‌برگ تشکیل می‌دادند و علف‌های هرز باریک‌برگ شامل سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) و دم‌روباهی چسبان (*Sertaria verticillata* L.) بودند که در مجموع ۱۲ درصد از کل تراکم نسبی را تشکیل دادند. در بین علف‌های هرز، خرفه با ۶۱/۵ درصد، بیشترین تراکم نسبی را به خود اختصاص داد که بیش از نیمی از علف‌های هرز مزرعه را شامل می‌شد.

جدول ۱- علف های هرز مزرعه مورد مطالعه و برخی خصوصیات آن ها.

Table 1. Weeds in the studied farm and some of their characteristics.

Common name	Scientific name	Family	Relative frequency (%)	Leaf shape	Photosynthetic pathway	Life cycle
Purslane	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	61.5	Broadleaf	CAM	Annual
Black nightshade	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	7	Broadleaf	C3	Annual
Redroot pigweed	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	7	Broadleaf	C4	Annual
Barnyard grass	<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	Poaceae	7	Grass	C4	Annual
Bristly foxtail	<i>Setaria verticillata</i> L.	Poaceae	5	Grass	C3	Annual
Lambsquarter	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	4	Broadleaf	C3	Annual
Field bindweed	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	3.5	Broadleaf	C3	Perennial
Prostrate pigweed	<i>Amaranthus blitoides</i> S. Wats	Amaranthaceae	3	Broadleaf	C4	Annual

تاثیر تیمارهای آزمایش بر تراکم و زیست-توده علف های هرز

اثر تیمارهای آزمایش بر تراکم علف های هرز در تمامی مراحل نمونه برداری در سطح یک درصد معنی دار شد. همچنین تاثیر تیمارهای آزمایش بر زیست توده علف های هرز در مرحله اول و دوم در سطح یک درصد و در مرحله سوم در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول های تجزیه واریانس ارائه نشده است).

تراکم علف های هرز

با توجه به نتایج آزمایش، دو هفته پس از نشاء کاری، بیشترین تراکم علف های هرز (۱۵۶ بوته در متر مربع) مربوط به تیمار مالچ کاه به تنهایی بود و در تیمارهایی که مالچ پلاستیک استفاده شده بود هیچ علف هرزی مشاهده نشد و علف های هرز به طور کامل کنترل شده بودند. تلفیق کاربرد ۲۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ کاه چه در زیر مالچ و چه به صورت آغشته، اختلاف معنی داری را از نظر آماری نسبت به کاربرد متری بیوزین به تنهایی یا مالچ کاه به تنهایی ایجاد نکرد. اما افزایش مقدار کاربرد متری بیوزین از ۲۰۰ به ۴۰۰ گرم ماده موثره و تلفیق آن با کاربرد مالچ کاه منجر به کاهش معنی دار تراکم

علف های هرز شد؛ به طوری که تیمار کاربرد ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین آغشته به کاه منجر به کاهش ۵۱ درصدی تراکم علف های هرز نسبت به تیمار کاه به تنهایی شد (جدول ۲). با توجه به نتایج حاصل، به نظر می رسد که تلفیق متری بیوزین با کاه بخصوص با مقدار کاربرد ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار منجر به افزایش کارایی علف کش متری بیوزین نخواهد شد. در مطالعه ای مشابه گزارش شده است که تلفیق کاربرد متری بیوزین به مقدار ۲۱۰ گرم ماده موثره در هکتار زیر مالچ کاه گندم تاثیری بر کارایی کنترل علف های هرز نسبت به کاربرد تنهای مالچ یا علف کش نداشت (Shafiei et al., 2013). در آزمایشی در بررسی علف کش های اوگزا دیازون و پندی متالین در تلفیق با مالچ کاه برنج مشاهده شد که برخی از گونه های علف هرز تاثیری از این روش نگرفته و قادر به جوانه زنی بودند (Chauhan & Abugho, 2012). در آزمایشی اثر کاربرد متری بیوزین در مزارع دارای مالچ بقایای گندم در کشت های حفاظتی بررسی و مشاهده شد که متری بیوزین در شرایط حضور کاه و کلس کارایی کمتری نسبت به شرایط عدم حضور

بقایا در سطح خاک داشت (Banks & Robinson, 1982).

هشت هفته پس از نشاء کاری، بیشترین تراکم علف‌های هرز (۴۴ بوته در متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد مالچ کاه به تنهایی بود و تیمار کاربرد ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک با کنترل ۱۰۰ درصدی علف‌های هرز، کاراترین تیمار در کنترل علف‌های هرز بود (جدول ۲). در این مرحله از نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری بین مقادیر کاربرد متری بیوزین به تنهایی و روش‌های تلفیق آن‌ها با مالچ کاه گندم مشاهده نشد و در بین تیمارها، تیمار کاه آغشته به ۴۰۰ گرم متری بیوزین دارای کمترین تراکم علف‌های هرز (۲۳/۶ بوته در متر مربع) بود. در بین تیمارهای کاربرد مالچ پلاستیک و تلفیق آن با مقادیر کاربرد متری بیوزین، بیشترین تراکم علف‌های هرز (۱۰ بوته در متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد که کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی در این مرحله توانایی کنترل کامل علف‌های هرز را نداشته و برخی از گونه‌های هرز قابلیت تطابق و جوانه‌زنی پیدا کردند. در این تیمار در لبه‌های مالچ و نواحی پانچ‌شده که به منظور کاشت نشاء ایجاد شدند، علف‌های هرز خرفه، تاج-خروس ریشه‌قرمز و سوروف قابلیت جوانه‌زنی پیدا کرده و ظاهر شدند. در تیمارهایی که ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ پلاستیک تلفیق شده بود کنترل کاملی بر علف‌های هرز صورت گرفت. تیمارهایی که ۲۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ پلاستیک تلفیق شده بود باعث کاهش ۷۴ درصدی تراکم علف‌های هرز نسبت به کاربرد مالچ

پلاستیک به تنهایی شدند (جدول ۲). در سایر مطالعات گزارش شده است که کاربرد مالچ پلاستیک در کشت گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) به تنهایی توانایی کنترل طیف کامل علف‌های هرز را در طول فصل رشد ندارد و به منظور کنترل موثر و کامل علف‌های هرز در طول فصل رشد نیاز به تلفیق مالچ‌ها با علف‌کش‌ها است (Yu et al., 2020; Arana et al., 2022).

۱۴ هفته پس از نشاء کاری، بیشترین (۴۶/۳ بوته در متر مربع) و کمترین تراکم علف‌های هرز (چهار بوته در متر مربع) به ترتیب مربوط به تیمار کاربرد ۲۰۰ گرم متری بیوزین زیر مالچ کاه و ۴۰۰ گرم متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک بود (جدول ۲). در بین تیمارهای تلفیق مالچ کاه با مقادیر کاربرد متری بیوزین، بیشترین کارایی کنترل در تیمار ۴۰۰ گرم متری بیوزین آغشته به کاه با تراکم علف‌های هرز (۲۱/۶ بوته در متر مربع) مشاهده شد که در مقایسه با کاربرد ۴۰۰ گرم متری بیوزین زیر مالچ کاه منجر به افزایش ۵۱/۲ درصدی در کارایی کنترل علف‌های هرز شد. در تیمارهای مربوط به مالچ پلاستیک و تلفیق آن با مقادیر کاربرد متری بیوزین، تیمار کاربرد ۴۰۰ گرم متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک و مالچ پلاستیک به تنهایی به ترتیب با چهار و ۱۴ بوته در متر مربع دارای کمترین و بیشترین تراکم علف‌های هرز بودند (جدول ۲).

با توجه به نتایج تراکم علف‌های هرز در این آزمایش، مالچ‌های غیر آلی توانایی بیشتری در کنترل علف‌های هرز نسبت به مالچ‌های آلی داشتند که با توجه به ماهیت فیزیکی این نوع مالچ‌ها این

نتیجه دور از انتظار نیست. تلفیق مقادیر کاربرد علف کش متری بیوزین با مالچ کاه تاثیر معنی داری بر تراکم علف های هرز نسبت به کاربرد متری بیوزین به تنهایی نداشت. در بین مقادیر کاربرد متری بیوزین در تلفیق با مالچ کاه، تلفیق مقدار ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ کاه اثر کنترلی بیشتری نسبت به تلفیق مقدار ۲۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ کاه داشت. در برخی مطالعات از کاهش کارایی علف کش یا عدم تاثیر آن بر علف های هرز در شرایط تلفیق با مالچ های آلی گزارش شده است. در آزمایشی در بررسی علف کش های اوگزا دیازون و پندی متالین در تلفیق با مالچ کاه برنج مشاهده کردند که برخی از گونه های علف هرز تاثیری از این روش نگرفته و قادر به جوانه زنی بودند (Chauhan & Abugho, 2012). در آزمایشی اثر کاربرد متری بیوزین در مزارع دارای مالچ بقایای گندم در کشت های حفاظتی بررسی و مشاهده شد که متری بیوزین در شرایط حضور کاه و کلش کارایی کمتری نسبت به شرایط عدم حضور بقایا در سطح خاک داشت (Banks & Robinson, 1982). با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش نیز این احتمال وجود دارد که مالچ کاه با افزایش جذب متری بیوزین، منجر به کاهش زیست فراهمی و کاهش بقایای فعال و قابل جذب این علف کش در خاک شده است. به طوری که این مهم به ویژه در تیمارهای ترکیب مالچ کاه و متری بیوزین،

به خصوص در تیمارهای مالچ آغشته به علف کش، برجسته تر بوده است؛ به گونه ای که در این تیمارها تراکم علف های هرز نسبت به تیمار استفاده از متری بیوزین به تنهایی بیشتر بود. این امکان نیز محتمل است که افزایش ماده آلی از طریق افزایش فعالیت میکروارگانیسم های خاک منجر به تسریع تجزیه و کاهش ماندگاری علف کش شده باشد. با این حال در مطالعات آتی پژوهش های تکمیلی جهت بررسی دقیق تر رفتار متری بیوزین در شرایط تلفیق با مالچ کاه پیشنهاد می شود. در رابطه با مالچ پلاستیک نتایج نشان دادند که تلفیق آن با متری بیوزین منجر به افزایش کارایی کنترل علف های هرز می شود و افزایش مقدار مصرف متری بیوزین از ۲۰۰ به ۴۰۰ گرم ماده موثره در زیر مالچ پلاستیک منجر به افزایش طول دوره کنترل علف های هرز در طول فصل رشد شد. Ranjbaran (2018) نیز در پژوهشی گزارش کرد که افزایش مقدار کاربرد علف کش های ترفلان و پندی متالین در زیر مالچ پلاستیک باعث افزایش کارایی کنترل علف های هرز در طول فصل رشد گوجه فرنگی شد. همچنین در مطالعه ای تلفیق علف کش سولفن ترازون به عنوان یک علف کش پیش کاشت در زیر مالچ پلاستیک منجر به افزایش کارایی کنترل علف های هرز و همچنین افزایش عملکرد میوه گوجه فرنگی شد (Yu et al., 2020) که در تطابق با نتایج این آزمایش است.

جدول ۲- مقایسه میانگین تراکم علف‌های هرز تحت تاثیر تیمارهای آزمایش دو، هشت و ۱۴ هفته پس از نشاءکاری گوجه‌فرنگی.

Table 2. Mean comparison of weed density under the effect of treatments at 2, 8, and 14 weeks after tomato transplanting.

Treatments		Weed Density (Plants M ⁻²)		
		2 WAP	8 WAP	14 WAP
Metribuzin (200 g a.i. ha ⁻¹)	Non mulch	146 a	32 a	27.3 bc
	Under plastic	0 c	3.6 c	10 f
	Under straw	101 b	38 a	44.3 a
	Mixture with straw	154 a	42.3 a	39.3 ab
Metribuzin (400 g a.i. ha ⁻¹)	Non mulch	64 b	42 a	17 cde
	Under plastic	0 c	0 d	4 f
	Under straw	87 b	43 a	44.3 a
	Mixture with straw	77 b	23.6 ab	21.6 cd
-	Straw	156 a	44 a	38 ab
	Plastic	0 c	10.3 bc	14 ef

WAP: Weeks after planting. Means within each column that do not share a letter are significantly different at the 5% and 1% probability levels.

زیست‌توده علف‌های هرز

دو هفته پس از نشاءکاری، بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز (۱۸/۸ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کاه به تنهایی بود و کمترین زیست‌توده (صفر گرم در متر مربع) در تیمارهایی که مالچ پلاستیک به تنهایی و در تلفیق با مقادیر کاربرد متری‌بیوزین استفاده شده بود مشاهده شد (جدول ۳). در ابتدای فصل رشد مالچ پلاستیک به تنهایی قادر به کنترل طیف کامل علف‌های هرز بود. تلفیق مالچ کاه با مقادیر کاربرد متری‌بیوزین در هردو حالت زیر مالچ یا آغشته با مالچ باعث کاهش معنی‌دار زیست‌توده علف‌های هرز نسبت به کاربرد تنهای مالچ کاه شد (جدول ۳). تلفیق ۲۰۰ گرم ماده موثره متری‌بیوزین در زیر مالچ کاه و آغشته با مالچ کاه به ترتیب باعث کاهش ۷۹/۲ و ۶۰/۶ درصدی زیست‌توده علف‌های هرز نسبت به کاربرد مالچ کاه به تنهایی شد. در پژوهشی مشاهده شد که تلفیق متری‌بیوزین با مالچ کاه در کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز

تاثیر معنی‌داری ایجاد نکرد. در این آزمایش مقدار کاربرد متری‌بیوزین ۲۱۰ گرم ماده موثره در هکتار بود و ارتفاع مالچ استفاده شده ده سانتی‌متر بود (هفت سانتی‌متر بیشتر از این مطالعه) که به نظر می‌رسد ارتفاع بالای مالچ و افزایش ماده آلی خاک باعث کاهش کارایی متری‌بیوزین شده است (Shafiei *et al.*, 2013). از عوامل تاثیرگذار بر رفتار علف‌کش‌ها در تلفیق با مالچ‌های آلی، ارتفاع مالچ (میزان مصرف) است (Marble, 2015).

هشت هفته پس از نشاءکاری، بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز (۸۰۰ گرم در متر مربع) در تیمار ۲۰۰ گرم ماده موثره متری‌بیوزین در هکتار به تنهایی مشاهده شد و کمترین زیست‌توده علف‌های هرز (صفر گرم در متر مربع) در تیمار ۴۰۰ گرم ماده موثره متری‌بیوزین در تلفیق با مالچ پلاستیک مشاهده شد (جدول ۳). در بین تیمارهای مالچ کاه به تنهایی و تلفیق آن با ۲۰۰ گرم ماده موثره متری‌بیوزین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، افزایش مقدار

کاربرد متری بیوزین از ۲۰۰ به ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار در تلفیق با مالچ کاه اثر معنی داری را بر زیست توده علف های هرز داشت. تلفیق ۴۰۰ کاربرد گرم ماده موثره متری بیوزین در زیر کاه و آغشته با کاه به ترتیب باعث کاهش ۲۹/۳ و ۵۸/۲ درصدی زیست توده علف های هرز شد. بر اساس نتایج حاصل، کمترین زیست توده علف های هرز (۳۸۶ گرم در متر مربع) مربوط به کاه آغشته به ۴۰۰ گرم متری بیوزین بود. در این مرحله تلفیق متری بیوزین در هر دو مقدار مصرف ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار با مالچ پلاستیک، منجر به کاهش معنی دار زیست توده علف های هرز نسبت به کاربرد تنهای مالچ پلاستیک شد. تلفیق کاربرد ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ پلاستیک به ترتیب باعث کاهش ۹۰/۹ و ۱۰۰ درصدی زیست توده علف های هرز نسبت به کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی شد. در مطالعه ای در رابطه با کاربرد مالچ پلاستیکی و علف کش های ترفلان و پندی متالین در گوجه فرنگی مشاهده شد که تلفیق مالچ پلاستیک تیره و علف کش منجر به افزایش کارایی کنترل علف های هرز نسبت به کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی خواهد شد (Ranjbaran, 2018).

۱۴ هفته پس از نشاء کاری، بیشترین زیست توده علف های هرز (۲۰۰۰ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار مالچ پلاستیک به تنهایی بود که اختلاف معنی داری با کاربرد مالچ کاه به تنهایی (۱۷۶۵ گرم در متر مربع) و کاربرد متری بیوزین در مقدار مصرف ۲۰۰ گرم ماده موثره در هکتار به تنهایی و کاربرد آن در زیر مالچ کاه و نیز آغشته با آن نداشت. کمترین

زیست توده علف های هرز (۸۵۰ گرم در متر مربع) مربوط به تلفیق ۲۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین در هکتار با مالچ پلاستیک بود (جدول ۳). در این مرحله تلفیق علف کش متری بیوزین با مالچ پلاستیک در هر دو مقدار مصرف ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار به ترتیب منجر به کاهش ۵۹/۵ و ۵۷/۶ درصد زیست توده علف های هرز نسبت به کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی شد (جدول ۳). از سویی اختلاف معنی داری بین تیمارهای کاربرد متری بیوزین به تنهایی و تلفیق آن با مالچ کاه در زیر مالچ و یا آغشته با مالچ مشاهده نشد. با این حال در بین تیمارهای تلفیق متری بیوزین با مالچ کاه کمترین زیست توده علف های هرز (۱۱۷۰ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کاه آغشته به ۴۰۰ گرم متری بیوزین بود که نسبت به تیمار مالچ کاه به تنهایی باعث کاهش ۳۳/۷ درصدی زیست توده علف های هرز شد (جدول ۳). به طور کلی طبق نتایج آزمایش، تلفیق کاربرد متری بیوزین با مالچ پلاستیک تاثیر معنی داری بر کاهش زیست توده علف های هرز در طول فصل رشد داشت. تلفیق ۲۰۰ گرم متری بیوزین با مالچ کاه کنترل کافی در طول فصل رشد بر علف های هرز نداشت اما افزایش مقدار کاربرد متری بیوزین به ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار و در تلفیق با مالچ کاه منجر به افزایش کارایی کنترل علف های هرز شد. اگرچه در هشت هفته پس از کاشت گوجه فرنگی افزایش مقدار کاربرد متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک باعث کنترل کامل علف های هرز شد؛ اما در انتهای فصل رشد اختلاف معنی داری بین کاربرد ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار متری بیوزین در تلفیق با مالچ

متری بیوزین علائم خسارت (کلروز، نکروز و توقف رشد) ایجاد شد و قابل مشاهده بود و پس از آن بوته‌های گوجه‌فرنگی در تمام تیمارها بدون علائم کلروز و نکروز ادامه فصل رشد را سپری کردند. به همین منظور مقایسات میانگین در دو مرحله اول و همچنین در بین تیمارهایی که علف کش و تلفیق آن با مالچ‌ها به کار رفته بود صورت گرفت (جدول ۴).

پلاستیک مشاهده نشد. با این وجود کاربرد متری بیوزین با مقدار ۴۰۰ گرم ماده موثره در زیر لایه پلاستیک، در مقایسه با کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی منجر به افزایش معنی‌دار کارایی کنترل علف‌های هرز شد (جدول ۳).

اثرات تیمارهای آزمایش بر صفات گوجه‌فرنگی

در بررسی خسارت تیمارهای آزمایش به بوته‌های گوجه‌فرنگی، ۱۲ و ۲۲ روز پس از کاربرد

جدول ۳- مقایسه میانگین زیست‌توده علف‌های هرز تحت تاثیر تیمارهای آزمایش ۲، ۸ و ۱۴ هفته پس از نشاءکاری گوجه‌فرنگی.

Table 3. Mean comparisons of the effect of treatments on weed biomass at 2, 8, and 14 weeks after tomato planting.

Treatments		Weed Biomass (g m ⁻²)			
		2 WAP		8 WAP	
				14 WAP	
Metribuzin (200 g a.i. ha ⁻¹)	Non mulch	8.3	b	800	a
	Under plastic	0	d	33	c
	Under straw	3.9	c	552	a
	Mixture with straw	7.4	bc	539	a
Metribuzin (400 g a.i. ha ⁻¹)	Non mulch	4.8	c	521	a
	Under plastic	0	d	0	d
	Under straw	4.7	c	386	a
	Mixture with straw	5.1	c	228	bc
-	Straw	18.8	a	546	a
	Plastic	0	d	363	ab

WAP: Weeks after planting. Means within each column that do not share a letter are significantly different at the 5% and 1% probability levels.

جدول ۴- مقایسات میانگین تاثیر تیمارهای آزمایش بر بوته‌های گوجه‌فرنگی با توجه به روش استاندارد ارزیابی خسارت شورای تحقیقات علوم علف‌های هرز اروپا (EWRC).

Table 4. Mean comparisons of the effect of treatments on tomato according to the method of the European Weed Research Council

Treatments		Tomato injury (percent)			
		12 DAT		22 DAT	
Metribuzin (200 g a.i. ha ⁻¹)	Non mulch	26.3	b	11	ab
	Under plastic	31.5	ab	15	a
	Under straw	8.7	d	0	b
	Mixture with straw	1.2	d	0	b
Metribuzin (400 g a.i. ha ⁻¹)	Non mulch	29.5	ab	13.7	ab
	Under plastic	33.8	ab	15	a
	Under straw	17.5	c	2	b
	Mixture with straw	5	d	6	ab

DAT: Day After Treatment

نسبت به کاربرد متری بیوزین به تنهایی نداشت. به نظر می رسد با توجه به خاصیت جذب سطحی بالای متری بیوزین به مواد آلی، خسارت این علف کش در ابتدای مراحل کاربرد کاهش پیدا کرده است. مالچ های آلی به دلیل ویژگی هایی که در ساختار خود دارند (نسبت C/N بالا) علف کش ها را مهار کرده و اجازه رهاسازی یک باره را به علف کش ها نمی دهند (Chauhan & Abugho, 2012). از طرفی مطالعات نشان دادند که افزایش مواد آلی در خاک می تواند باعث افزایش فعالیت میکروبی خاک شود و باعث افزایش سرعت تجزیه علف کش ها شود (Marble, 2015). در مطالعات مختلفی افزایش سرعت تجزیه علف کش هایی نظیر متری بیوزین و نیکوسولفورون در شرایط حضور مواد آلی نسبت به عدم حضور مواد آلی گزارش شده است (Mehdizadeh et al., 2019; Mamnoei et al., 2021). همچنین نتایج پژوهشی نشان داد که سرعت تجزیه علف کش متری بیوزین در مزارعی که بقایای کاه گندم حضور داشت بیشتر از مزارعی بود که عاری از کاه گندم بود (Fouad et al., 2023). تلفیق مقادیر کاربرد متری بیوزین با مالچ پلاستیک تاثیر معنی داری بر افزایش میزان خسارت به گوجه فرنگی نداشت.

عملکرد گوجه فرنگی

نتایج نشان دادند که در بین صفات اندازه گیری شده در گوجه فرنگی، تاثیر تیمارهای آزمایش بر متوسط وزن میوه معنی دار نشد و بر سایر صفات در سطح یک درصد معنی دار شد.

بیشترین زیست توده گوجه فرنگی (۵۸۰۰ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد ۲۰۰ گرم ماده

۱۲ روز پس از سم پاشی، بیشترین میزان خسارت متری بیوزین بر گوجه فرنگی در تیمارهای تلفیق کاربرد متری بیوزین با مالچ پلاستیک مشاهده شد و اختلاف معنی داری بین کاربرد متری بیوزین به تنهایی در هر دو مقدار کاربرد ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار و کاربرد در زیر مالچ پلاستیک مشاهده نشد و کمترین خسارت متری بیوزین زمانی مشاهده شد که متری بیوزین در ۲۰۰ گرم ماده موثره و در تلفیق با مالچ کاه گندم به ویژه به صورت آغشته آن به کار رفت (جدول ۴).

۲۲ روز پس از سم پاشی، نتایج تا حدودی مشابه مرحله قبلی بود؛ به طوری که بیشترین میزان خسارت (۲۰ درصد) در تیمارهای تلفیق مالچ پلاستیک با مقادیر مصرف متری بیوزین مشاهده شد. کمترین آن (صفر درصد) در تیمارهای تلفیق ۲۰۰ گرم متری بیوزین با مالچ کاه مشاهده شد. در مطالعات مختلفی گزارش شده است که تلفیق مالچ های آلی با علف کش ها به دلیل رهاسازی تدریجی علف کش در محیط خاک می تواند باعث کاهش خسارت علف کش ها به گیاه زراعی در طول فصل رشد و بخصوص در مراحل ابتدایی کاربرد شود (Marble, 2015).

به طور کلی نتایج نشان دادند که تلفیق متری بیوزین با کاه در ابتدای فصل رشد منجر به کاهش خسارت علف کش به گوجه فرنگی نسبت به کاربرد متری بیوزین به تنهایی در هر دو مقدار مصرف ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار شد و تلفیق آن با مالچ پلاستیک تاثیری معنی داری بخصوص در مقدار مصرف ۴۰۰ گرم ماده موثره

موثره متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک بود و کمترین زیست‌توده گوجه‌فرنگی (۱۰۵۰ گرم در متر مربع) در تیمار مالچ کاه به تنهایی مشاهده شد. تلفیق کاربرد ۲۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ کاه تاثیر معنی‌داری بر عملکرد زیست‌توده گوجه‌فرنگی نداشت اما تلفیق کاربرد ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین به صورت آغشته با کاه منجر به افزایش ۴۴/۴ درصدی زیست‌توده گوجه‌فرنگی نسبت به کاربرد ۴۰۰ گرم متری بیوزین به تنهایی شد (جدول ۵). بر اساس نتایج آزمایش، کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی با وجین تمام فصل از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت؛ اما تلفیق کاربرد ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ پلاستیک به ترتیب به-طور معنی‌داری منجر به افزایش ۸۸/۱ و ۶۴/۸ درصدی عملکرد زیست‌توده گوجه‌فرنگی نسبت به کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی شد (جدول ۵). در آزمایشی مشابه گزارش شده است که کاربرد علف‌کش‌های پندی متالین و تریفلورالین در زیر مالچ پلاستیک منجر به افزایش عملکرد زیست‌توده گوجه‌فرنگی نسبت به کاربرد علف‌کش به تنهایی شد و کاربرد علف‌کش‌های مذکور در زیر مالچ پلاستیک اختلاف معنی‌داری بر عملکرد زیست‌توده گوجه‌فرنگی نداشتند (Ranjbaran, 2018) که مطابق با نتایج این آزمایش است.

بیشترین عملکرد میوه گوجه‌فرنگی (۷۰۷۳ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد ۴۰۰ گرم متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک بود و کمترین عملکرد میوه (۱۰۶۱ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار مالچ کاه به تنهایی بود. تلفیق مقادیر مصرف ۴۰۰ و ۲۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ

پلاستیک به ترتیب منجر به افزایش ۵۶ و ۱۶۲ درصدی عملکرد میوه گوجه‌فرنگی نسبت به کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی شد. در رابطه با تلفیق متری بیوزین با کاه نتایج نشان داد که در هر دو مقدار کاربرد متری بیوزین، در حالت آغشته به کاه عملکرد معنی‌دار بیشتری نسبت به کاربرد آن زیر کاه مشاهده شد (جدول ۵). از آنجایی که تلفیق ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین با مالچ پلاستیک اثرات کنترلی طولانی‌تری بر علف‌های هرز نسبت به کاربرد ۲۰۰ گرم ماده موثره آن در طول فصل زراعی داشت، بیشترین عملکرد میوه در این تیمار دور از انتظار نیست. در مطالعه Ranjbaran (2018) مشاهده شد که مقادیر مصرف بالاتر علف‌کش پندی متالین زیر مالچ پلاستیک عملکرد میوه بیشتری نسبت به مقادیر کاهش یافته آن داشت که مطابق با نتایج این آزمایش است.

بیشترین (۱۱۰ عدد) و کمترین تعداد میوه در متر مربع (۲۵ عدد) به ترتیب مربوط به تیمار کاربرد ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین در زیر مالچ پلاستیک و کاربرد مالچ کاه به تنهایی بود. تلفیق مالچ کاه با مقادیر مصرف متری بیوزین تاثیر معنی‌داری بر تعداد میوه در متر مربع نداشت. در رابطه با تعداد میوه در تک‌بوته نیز نتایج مشابه صفت تعداد میوه در متر مربع بود و بیشترین تعداد میوه در تک‌بوته (۲۷/۸ عدد) و کمترین تعداد میوه در تک‌بوته (۶/۶ عدد) به ترتیب در تیمار ۴۰۰ گرم متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک و مالچ کاه مشاهده شد. بیشترین و کمترین عملکرد میوه در تک‌بوته نیز به ترتیب در تیمار ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک (۱۷۵۱ گرم) و مالچ کاه (۲۶۵ گرم) مشاهده شد. افزایش مقدار

پلاستیکی با رنگ تیره بیشترین اثرات را در افزایش عملکرد میوه و صفات عملکردی گوجه فرنگی داشتند (Rajablariani *et al.*, 2012). همچنین در مطالعه Ranjbaran (2018)، مشاهده شد که کاربرد علف کش ها به همراه مالچ پلاستیک می تواند صفات عملکردی گوجه فرنگی را نسبت به کاربرد تنهای علف کش افزایش دهد که مطابق با نتایج این آزمایش است.

کاربرد متری بیوزین از ۲۰۰ به ۴۰۰ گرم ماده موثره متری بیوزین زیر مالچ پلاستیک باعث افزایش ۶۶/۴ درصدی عملکرد میوه تک بوته شد (جدول ۵). از آنجایی که تیمارهای مربوط به تلفیق مالچ پلاستیک و متری بیوزین دارای اثرات کنترلی معنی داری نسبت به سایر تیمارها بر تراکم و زیست توده علف های هرز داشتند نتایج مذکور دور از انتظار نیست. در آزمایشی نشان داده شد که کاربرد مالچ های

جدول ۵- مقایسات میانگین تاثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد گوجه فرنگی.

Table 5. Mean comparisons of the effect of the treatments on tomato yield.

Treatments		Tomato				
		Biomass (g m ⁻²)	Fruit Yield (g m ⁻²)	Fruit Number (m ⁻²)	Fruit Number per Plant	Fruit Yield per Plant
Metribuzin (200 g a.i. ha ⁻¹)	Non mulch	1383 e	1828 ef	26 c	7 bc	457 efg
	Under plastic	5800 a	4208 b	85 a	21.4 a	1052 b
	Under straw	1550 de	1795 ef	47 bc	11.8 bc	449 efg
	Mixture with straw	1066 e	2285 de	49 bc	12.3 bc	572 def
Metribuzin (400 g a.i. ha ⁻¹)	Non mulch	1500 de	1718 ef	36 bc	9 bc	430 fg
	Under plastic	5083 a	7073 a	110 a	27.8 a	1757 a
	Under straw	1366 e	1888 ef	47 bc	11.2 bc	472 efg
	Mixture with straw	2166 cd	3838 bc	54 b	13.5 bc	960 bc
-	Straw	1050 e	1061 f	25 c	6.6 c	265 g
	Plastic	3083 b	2696 de	45 bc	11.2 bc	674 cde
	Weeding	2766 bc	3095 cd	50 bc	12.6 bc	774 cd

Means within each column that do not share a letter are significantly different at the 5% and 1% probability levels.

نتیجه گیری کلی

نمی شود. تلفیق کاربرد متری بیوزین با مالچ پلاستیک تیره علاوه بر افزایش معنی دار عملکرد گوجه فرنگی، کنترل بیشتر و معنی دار علف های هرز تا انتهای فصل رشد را نیز به دنبال داشت. کاربرد مالچ پلاستیک به تنهایی اگرچه در اوایل فصل رشد کنترل کاملی بر علف های هرز داشت؛ اما در ادامه فصل برخی از گونه های علف های هرز از جمله خرفه و سوروف از حاشیه پلاستیک و محل کاشت گوجه فرنگی (سوراخ های ایجاد شده به منظور کاشت نشاء گوجه فرنگی) ظاهر شدند و منجر به کاهش معنی دار عملکرد میوه و زیست توده گوجه فرنگی نسبت به

نتایج این آزمایش نشان داد که در بین تیمارهای آزمایش، بین مالچ های آلی و غیر آلی بهترین گزینه جهت تلفیق با مقادیر کاهش یافته متری بیوزین، مالچ های غیر آلی هستند که بیشترین کارایی را در کنترل علف های هرز و افزایش عملکرد گوجه فرنگی به دنبال داشتند. از سوی دیگر، کاربرد مالچ آلی به ویژه در خاک هایی که دارای فقر مواد آلی هستند می تواند باعث افزایش حاصلخیزی خاک شود. اما بر اساس نتایج این آزمایش، تلفیق آن با علف کش متری بیوزین در مقادیر کاهش یافته توصیه

علف‌کش در زیر مالچ پلاستیکی ضمن کاهش مقدار مصرف علف‌کش، منجر به افزایش کارایی و طول دوره کنترل علف‌های هرز و کاهش هزینه‌های مرتبط با وجین آن‌ها خواهد شد. از سوی دیگر جنبه‌های زیست‌محیطی ناشی از کاهش مصرف علف‌کش در این رهیافت و نیز سلامت محصول تولیدی به دلیل کاهش بقایای احتمالی علف‌کش در میوه گوجه‌فرنگی نیز می‌تواند از مزایای این رهیافت باشد. با این حال پیشنهاد می‌شود جنبه‌های اقتصادی این رهیافت در مطالعات آتی مورد بررسی دقیق‌تری قرار گیرد.

مالچ پلاستیک تلفیق‌یافته با علف‌کش شد. با توجه به نتایج این آزمایش، کاربرد متری بیوزین در زیر مالچ پلاستیک تیره در مقدار کاربرد ۴۰۰ گرم ماده موثره در هکتار به منظور حداکثر کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی پیشنهاد می‌شود. به‌طور کلی، کنترل علف‌های هرز در گوجه‌فرنگی با توجه به اهمیت و ارزش اقتصادی آن، از پرهزینه‌ترین مراحل و مشکلات تولید آن به شمار می‌روند و این مهم با توجه به تعداد دفعات وجین و هزینه‌های کارگری مرتبط با آن نمود بیشتری دارد. از این رو اتخاذ روش‌هایی از جمله تلفیق کاربرد مالچ و علف‌کش به خصوص رهیافت کاربرد

منابع

- Agarwal, A. Prakash, O. Sahay, D. and Bala, M. 2022. Effect of organic and inorganic mulching on weed density and productivity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). J. Agric. Food Res. 7: 100274.
- Arana, J. Meyers, S.L. Johnson, W.G. and Guan, W. 2022. Dose-response of plasticulture summer squash and triploid watermelon to fomesafen applied pre-transplanting. Weed Technol. 36(6): 821-830.
- Banks, P.A. and Robinson, E.L. 1982. The influence of straw mulch on the soil reception and persistence of metribuzin. Weed Sci. 30(2): 164-168.
- Boyd, N.S. Sharpe, S.M. and Kanissery, R. 2021. Flumioxazin soil persistence under plastic mulch and effects of pretransplant applications on strawberry. Weed Technol. 35(2): 319-323.
- Chauhan, B.S. and Abugho, S.B. 2012. Interaction of rice residue and PRE herbicides on emergence and biomass of four weed species. Weed Technol. 26(4): 627-632.
- Dear, B.S. Sandral, G.A. Spencer, D. Khan, M.R.I. and Higgins, T.J.V. 2003. The tolerance of three transgenic subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) lines with the *bxn* gene to herbicides containing bromoxynil. Aust. J. Agric. Res. 54(2): 203-210.
- Fouad, M. Badawy, M. El-Aswad, A. and Aly, M. 2023. Experimental modeling design to study the effect of different soil treatments on the dissipation of metribuzin herbicide with effect on dehydrogenase activity. Curr. Chem. Lett. 12(2): 383-396.
- Ghaderi, R. and Rezaei, R. 2017. Comprehensive and illustrated handbook of tomato plant culture (soil and hydroponic system). 262 Pp. (In Persian).
- Haj- Ebrahimi, S. Forghani, D. and Jalali, S. 2011. Pest and diseases of tomato, 203 Pp. (In Persian).
- Hosseini-Evari, Z. Izadi-Drbandi, E. Kafi, M. and Makarian, H. 2022. Effect of organic mulch with pre-emergence herbicide combinations on weeds control and saffron yield. J. of I.P.P.R. 36(1): 79-96. (In Persian).

- Liebman, M. Baraibar, B. Buckley, Y. Childs, D. Christensen, S. Cousens, R. ... and Riemens, M. 2016. Ecologically sustainable weed management: How do we get from proof-of-concept to adoption? *Ecol. Appl.* 26(5): 1352-1369.
- Locke, M.A. and Bryson, C.T. 1997. Herbicide-soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems. *Weed Sci.* 45(2): 307-320.
- Maghsoudi, A. 2018. Herbicides combination and mulch-herbicide mixtures in chickpea (*Cicer arietinum* L.) weed control. Msc. Thesis Ferdowsi University of Mashhad.
- Mamnoei, E. Ezadi Darbandi, E. Rastgoo, M. Baghestani, M.A. and Hasanzade, M. 2021. Investigation the effect of organic and biofertilizers and Hydromax adjuvant on nicosulfuron herbicide persistence in soil using bioassay method. *Iran. J. of Weed Sci.* 17(2): 11-26.
- Marble, S.C. 2015. Herbicide and mulch interactions: A review of the literature and implications for the landscape maintenance industry. *Weed Technol.* 29(3): 341-349.
- Mehdizadeh, M. Izadi-Darbandi, E. Naseri Pour Yazdi, M.T. Rastgoo, M. Malaekheh-Nikouei, B. and Nassirli, H. 2019. Impacts of different organic amendments on soil degradation and phytotoxicity of metribuzin. *Int. J. Recycl. Org. Waste Agricult.* 8: 113-121.
- Mousavi, M.R. 2001. Integrated weed management principles and methods. 470 Pp. (In Persian).
- Radics, L. Szekelyne, E.B. Pusztai, P. and Horvath, K. 2006. Role of mulching in weed control of organic tomato. *Plant Dis. Prot.* 18: 643- 650.
- Rajablariani, H.R. Hassankhan, F. and Rafezi, R. 2012. Effect of colored plastic mulches on yield of tomato and weed biomass. *Environ. Sci. Dev.* 3(6): 590.
- Ranjbaran, A. 2018. Evaluation the effect of some pre-plant herbicide and plastic mulch on weed control and yield of transplanted tomato. Msc. Thesis Ferdowsi University of Mashhad.
- Ranjbaran, A. 2018. Evaluation the effect of some pre-plant herbicide and plastic mulch on weed control and yield of transplanted tomato. Msc. Thesis Ferdowsi University of Mashhad.
- Scavo, A. and Mauromicale, G. 2020. Integrated weed management in herbaceous field crops. *Agronomy*, 10(4): 466.
- Shafiei, S. Alizadeh, H.M. Moghadam, H. and Yousefi, A. 2013. Efficiency of reduced herbicides and their combinations with mulch in tomato weed control. *Crop Improv.* 15(2): 99-110. (In Persian).
- Swanton, C.J. Mahoney, K.J. Chandler, K. and Gulden, R.H. 2008. Integrated weed management: Knowledge-based weed management systems. *Weed Sci.* 56(1): 168-172.
- Tiwari, R. Bashyal, M. and Kanissery, R. 2022. Weed management strategies for tomato plasticulture production in Florida. *Plants*, 11(23): 3292.
- Wang, X. Fan, J. Xing, Y. Xu, G. Wang, H. Deng, J., ..., and Li, Z. 2019. The effects of mulch and nitrogen fertilizer on the soil environment of crop plants. *Adv. Agron.* 153: 121-173.
- Webster, T.M. 2005. Mulch type affects growth and tuber production of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Sci.* 53(6): 834-838.
- Yu, J. Sharpe, S.S. and Boyd, N.S. 2020. PRE herbicides and POST halosulfuron for purple nutsedge control in tomato grown in plasticulture systems. *Weed Technol.* 34(5): 642-646.
- Zand, E. Baghestani, M.A. Nezamabadi, N. Shimi, P. and Mousavi, S.K. 2018. Chemical weed control guide. Jihad Press. Pp. 223. (In Persian).