Research Article

Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research
Vol. 39, No. 3, Page 352-366 (2023)

DOI: 10.22092/ijmapr.2023.360807.3262
DOR: 20.1001.1.17350905.1402.39.3.3.2

Integrated weed management of cumin (*Cuminum cyminum* L.) using reduced rates of herbicides and straw mulch

Maryam Salimi Koochi[1] and Mehdi Madandoust[2*]

1- M.Sc. graduate of Weed Identification and Control, Fasa Branch, Islamic University, Fasa, Iran
2*- Corresponding author, Agronomy Department, Fasa Branch, Islamic University, Fasa, Iran
E-mail: mehdimadandoust@yahoo.com

Received: December 2022 Revised: March 2023 Accepted: April 2023

Abstract

Background and objectives: Cumin (*Cuminum cymium* L.) is an annual plant with delicate stems and a height between 15 and 50 cm. For high yield and increased product quality, consuming the appropriate amount of dinitroaniline herbicides and using mulches to control weeds is important. Therefore, the use of trifluralin, pendimethalin herbicides, and wheat mulch was investigated in this experiment to investigate the population and growth of weeds, physiological and vegetative characteristics, yield, and percentage of cumin essential oil.

Materials and methods: This experiment was conducted as a randomized complete block design with three replications. In this study, the experimental treatments included 100% and 50% recommended amounts of trifluralin and pendimethalin herbicides alone and in combination with wheat stubble mulch, which was considered together with wheat stubble mulch alone and no weed control (control). Wheat stubble mulch, 5 cm long and equal to 5 tons per hectare, was applied. The herbicide was spread using a 20-liter book-back sprayer with a rain nozzle. Weed species were identified by Zarghan Agricultural Research Station, Fars Province weed experts. After that, quadrats with dimensions of 50 x 50 cm were used to determine weeds' density and dry weight. Three fully opened and fresh young leaves were selected to measure the relative water content of leaves and the chlorophyll content of each treatment. Sampling was done in the morning and before sunrise. Before the end of the growth period, the height and number of branches were measured. After harvesting, yield and yield components (including the number of umbels per plant, the number of seeds per umbel, and the weight of 1000 seeds) were determined. From the harvested seeds in each plot, 50 grams of samples were randomly taken and analyzed to determine the percentage of essential oil. To extract essential oil from the prepared samples, the steam distillation method was used by a Clevenger machine. The percentage of essential oil in each sample was determined. The mean comparison of the studied traits was compared using Duncan's multiple range test at 0.05.

Results: The dominant weed species identified in the field included 6 genera and 6 species. The mean comparison results showed that using trifluralin herbicide with the recommended dose + mulch reduced weeds' density and dry weight by 88% and 87%, respectively, compared to no weed control (control). Mulch treatment alone reduced weed density and dry weight compared to control plants by 29.6% and 37.5%, respectively. 85% mulch + trifluralin herbicide at the recommended dose resulted in the highest relative leaf water content. Also, the highest chlorophyll b and total leaf chlorophyll content were obtained for both trifluralin and pendimethalin herbicides in combination with mulch, which showed a significant increase compared to mulch alone and no weed control. The lowest cumin plant height was observed in the weed-infested treatment (control). Among the management treatments, the number of lateral branches in the treatment of 100% of the recommended herbicide dose was more than in the

Copyright: © 2023 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijmapr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

treatment of 50%. Also, adding mulch to the treatments showed a significant increase in lateral branches. Cumin aerial parts dry weight increased by 4% with the 50% dose and 10% with the full dose. With trifluralin herbicides, cumin seed yield increased by 47% and pendimethalin by 45%. By applying mulch management treatments, cumin seed yield increased by 48%.
Conclusion: The application of wheat mulch, by increasing leaf water and chlorophyll's relative content, improves growth indicators. In addition to the application of 100% of the recommended dose of trifluralin and pendimethalin herbicides in combination with wheat mulch, which increased the dry weight of shoot and seed yield in cumin, the treatment of 50% of the recommended dose in combination with wheat mulch at a lower level improved these traits. Therefore, due to reduced herbicide consumption, 50% of the recommended dose of trifluralin herbicides in combination with wheat mulch is recommended to control weeds in cumin.

Keywords: Cumin, essential oil, chemical poisons, chlorophyll, Rrelative water content.

مدیریت تلفیقی علف‌های هرز *Cuminum cyminum* L. با استفاده از مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش و مالچ کلش

مریم سلیمی کوچی[۱] و مهدی مدن‌دوست[۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران، پست الکترونیک: mehdimadandoust@yahoo.com

تاریخ دریافت: آذر ۱۴۰۱ تاریخ اصلاح نهایی: فروردین ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۴۰۲

چکیده

سابقه و هدف: زیره سبز (*Cuminum cymiumn* L.) گیاهی یکساله با ساقه‌های ظریف و ارتفاع بین ۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر است. میزان مناسب مصرف انواع علف‌کش‌های گروه دی نیتروآنیلین‌ها و اثرهای مثبت استفاده از انواع مالچ‌ها در گیاهان دارویی برای از بین بردن علف‌های هرز، از لحاظ بدست آوردن بالاترین عملکرد و افزایش کیفیت محصول مهم می‌باشد. ازاین‌رو کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین همراه با مالچ گندم با هدف بررسی جمعیت و رشد علف‌های هرز، خصوصیات فیزیولوژیک، رویشی، عملکرد و درصد اسانس زیره سبز در این آزمایش بررسی شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این مطالعه تیمارهای آزمایش شامل مقادیر ۱۰۰٪ و ۵۰٪ توصیه شده علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین به‌تنهایی و در تلفیق با مالچ کلش گندم بود که به‌همراه مالچ کلش گندم به‌تنهایی و عدم کنترل علف‌های هرز (شاهد) در نظر گرفته شد. از مالچ کلش گندم به طول ۵ سانتی‌متر و به‌میزان در حدود ۵ تن در هکتار استفاده شد. علف‌کش با استفاده از سم‌پاش پشتی کتابی ۲۰ لیتری با نازل بارانی پخش شد. شناسایی گونه‌های علف‌های هرز توسط متخصصان علف‌های هرز ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان استان فارس انجام شد. پس از آن، از کوادراتی به ابعاد ۵۰× ۵۰ سانتی‌متر برای اندازه‌گیری صفات تراکم و وزن خشک علف‌های هرز استفاده شد. اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ‌ها و میزان کلروفیل از هر تیمار سه برگ جوان کاملاً باز شده و شاداب انتخاب شد، همچنین نمونه‌برداری اول صبح و قبل از طلوع آفتاب انجام شد. قبل از پایان دوره رشد ارتفاع و تعداد شاخه اندازه‌گیری شد. در پایان پس از برداشت، عملکرد و اجزای عملکرد (شامل تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزاردانه) اندازه‌گیری گردید. از دانه‌های برداشت شده در هر کرت به‌طور تصادفی ۵۰ گرم نمونه برداشت شده و برای تعیین درصد اسانس استفاده شد. به‌منظور استخراج اسانس از نمونه‌های تهیه شده از روش تقطیر با بخار آب توسط دستگاه کلونجر استفاده شد و درصد اسانس مربوط به هر نمونه تعیین گردید. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شد.

نتایج: گونه‌های غالب علف هرزی شناسایی شده در مزرعه شامل ۶ تیره و ۶ گونه بودند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که استفاده از علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده + مالچ، میزان تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را به‌ترتیب ۸۸٪ و ۸۷٪ نسبت به عدم کنترل علف‌های هرز (شاهد) کاهش داد. تیمار مالچ به‌تنهایی توانست تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۲۹/۶٪ و ۳۷/۵٪ کاهش دهد. بیشترین محتوای نسبی آب برگ در شرایط علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده+ مالچ با میزان ۸۵٪ بدست آمد. همچنین بیشترین محتوای کلروفیل b و کلروفیل کل برگ برای هر دو علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین در تلفیق با مالچ بدست آمد که نسبت به مصرف تنهای مالچ و عدم کنترل علف‌های هرز افزایش معنی‌داری را نشان داد. کمترین ارتفاع بوته زیره سبز در تیمار آلوده به علف هرز (شاهد) مشاهده شد. تعداد شاخه جانبی در تیمار ۱۰۰٪ دوز توصیه شده علف‌کش بیشتر از تیمار ۵۰٪ دوز توصیه شده علف‌کش بود. همچنین با اضافه کردن مالچ به تیمارها افزایش معنی‌داری در تعداد شاخه جانبی مشاهده شد. وزن خشک اندام هوایی زیره سبز با دوز ۵۰٪، ۴٪ و با دوز کامل، ۱۰٪ افزایش نشان داد. با کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین

عملکرد دانه زیره سبز به‌طور متوسط ۴۷٪ و پندیمتالین ۴۵٪ افزایش یافت. با اعمال تیمارهای مدیریتی مالچ، عملکرد دانه زیره سبز به میزان ۴۸٪ افزوده شد.

نتیجه‌گیری: کاربرد مالچ گندم با افزایش محتوای نسبی آب برگ و محتوای کلروفیل برگ در بهبود شاخص‌های رشد تأثیر گذاشته است. علاوه بر کاربرد ۱۰٪ دوز توصیه شده علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین در تلفیق با مالچ گندم که سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه در زیره سبز شد، تیمار ۵۰٪ دوز توصیه شده در تلفیق با مالچ گندم در سطح پایین‌تر توانسته این صفات را بهبود دهد. از این رو، کاربرد ۵۰٪ دوز توصیه شده علف‌کش‌های تریفلورالین در تلفیق با مالچ گندم به دلیل کاهش مصرف علف‌کش، برای کنترل علف‌های هرز در گیاه زیره سبز قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: زیره، درصد اسانس، سموم شیمیایی، کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ.

مقدمه

زیره سبز (*Cuminum cymiumn* L.) گیاهی یک‌ساله با ساقه‌های ظریف و ارتفاع بین ۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر است و کنترل علف‌های هرز در بهبود صفات کمّی و کیفی آن نقش به‌سزایی دارد. به‌منظور بررسی اثر روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر زیره سبز، آزمایشی در مشهد اجرا شد که تیمارها شامل شخم در شب، بستر کاذب، سه گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.)، خلر (*Lathyrus* sp.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و بقایای گیاهی مالچ سیر (*Allium sativum* L.)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و جو (*Hordeum vulgare* L.) بود. نتایج نشان داد که خصوصیات رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد بیولوژیکی، دانه و اسانس زیره سبز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر روش‌های مدیریت غیرشیمیایی علف‌های هرز قرار گرفت. بیشترین عملکرد بیولوژیک و دانه به‌ترتیب ۲۲۰/۷ و ۱۰۳/۱ گرم بر مترمربع برای تیمار ماشک گل‌خوشه‌ای و کمترین میزان به‌ترتیب ۷۲/۴ و ۲۸/۶ گرم بر مترمربع برای شاهد مشاهده شد. میانگین این صفات در تمام تیمارهای مدیریتی در مقایسه با شاهد بیش از ۱۰۰٪ بهبود یافت. بالاترین عملکرد اسانس (۲/۸ گرم در مترمربع) برای گیاه پوششی ماشک گل خوشه‌ای و کمترین میزان (۰/٦ گرم در مترمربع) برای شاهد بدست آمد (Khorramdel *et al*., 2017).

علف‌کش تریفلورالین با نام تجاری ترفلان، علف‌کشی انتخابی از گروه دی نیتروآنیلین است که علیه بسیاری از علف‌های هرز کشیده‌برگ و پهن‌برگ یک‌ساله مانند تاج‌خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، پیچک (*Convolvulus arvensis*)، ارزن وحشی (*Setaria faberil*)، سوروف (*Echinochloa crus-galli*)، یولاف وحشی (*Avena fatua*)، قیاق (*Sorghum halepense*)، پنیرک (*Malva sylvestris*) و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) به‌صورت قبل از رویش در مزارع پنبه (*Gossypium herbaceum*)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*)، سویا (*Glycine max*)، آفتابگردان (*Helianthus annuus*)، چغندرقند (*Beta vulgaris*)، هویج (*Daucus carota*)، کلزا (*Brassica napus*) و کنجد (*Sesamum indicum*) توصیه شده و می‌توان از آن در نخود (*Cicer arietinum*)، کاهو (*Lactuca sativa*)، گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*)، پیاز (*Allium cepa*)، سیر (*Allium sativum*)، انگور (*Vitis vinifera*)، توت‌فرنگی (*Fragaria vesca*)، نیشکر (*Saccharum officinarum*) و گیاهان زینتی نیز استفاده کرد. تریفلورالین علف‌کشی است که با ورود به بذر جوانه‌زده علف هرز، از تقسیم سلولی در هیپوکوتیل و از توسعه سیستم ریشه‌ای جلوگیری می‌نماید. تریفلورالین می‌بایست قبل از کاشت و قبل از رویش علف‌های هرز در سطح خاک پاشیده شود و تا عمق ۱۰-۵ سانتی‌متری خاک مخلوط گردد. بدین ترتیب بذر علف‌های هرز متعدد را پس از جوانه زدن در خاک از بین می‌برد، ولی روی علف‌های هرزی که

قبل از پاشش آن در خاک سبز شده‌اند، تأثیر ندارد. تری فلورالین با سایر علف‌کش‌هایی که به‌صورت مصرف در خاک هستند، قابل اختلاط است. مقدار مصرف این علف‌کش ۲/۵–۲ لیتر در هکتار می‌باشد که می‌بایست مقدار توصیه شده با مقدار لازم آب و با سمپاش مناسب در سطح خاک استفاده شود (Zand *et al*., 2021).

اثر کاربرد مالچ در تلفیق با مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش تریفلورالین در زیره سبز کرمانشاه، در آزمایش دیگری بررسی شد. تیمارهای آزمایش مقادیر مختلف علف‌کش تریفلورالین شامل ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد دوز توصیه شده (۲ لیتر در هکتار) و مقادیر مختلف نفت سفید شامل ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد دوز توصیه شده (۱۰۰۰ لیتر در هکتار) به‌تنهایی و در تلفیق با دو نوع مالچ کلشی (گندم) و پلاستیکی (سیاه) و تیمار عاری از علف‌هرز بودند. نتایج نشان داد که صفات رشدی و اجزای عملکرد زیره سبز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مدیریت تلفیقی قرار گرفتند. تیمارهای تریفلورالین و نفت سفید در تلفیق با مالچ‌های پلاستیکی و کلشی کارایی بیشتری نسبت به تیمارهای بدون مالچ در کنترل علف هرز داشتند. همچنین تیمارهای تلفیقی تریفلورالین با مالچ‌های کلشی و پلاستیکی اختلاف معنی‌داری با تیمارهای تلفیق نفت با مالچ‌های کلشی و پلاستیکی داشتند. تیمارهای مدیریت تلفیقی بر عملکرد دانه زیره سبز نیز اثرگذار بودند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که علف‌کش تریفلورالین با دوز ۷۵٪ دوز توصیه شده و در تلفیق با مالچ کلش می‌تواند جایگزین مناسبی برای نفت سفید در مدیریت پایدار علف‌های هرز زیره سبز باشد (Ahmadi Kakavandi *et al*., 2022).

پندیمتالین نیز با نام تجاری استامپ، علف‌کشی انتخابی از گروه دی نیتروآنیلین‌ها بوده و از طریق ریشه و برگ‌ها جذب شده و سبب مرگ گیاه در مدت زمان کوتاهی پس از جوانه‌زنی یا سبز شدن می‌شود. پندیمتالین برای بسیاری از محصولات زراعی شامل غلات، حبوبات و گیاهان روغنی نیز کاربرد دارد. این علف‌کش معمولاً به‌صورت پیش‌کاشت یا پیش‌رویشی و آمیخته با خاک مصرف می‌شود. مصرف پیش‌رویشی باید زمانی انجام شود که علف‌کش چند روز بعد از مصرف، توسط آبیاری یا باران وارد خاک شود. این علف‌کش پس از محلول‌پاشی بر روی علف‌های هرز سبز شده و با جلوگیری از تقسیم سلولی به‌سرعت باعث مرگ گیاهان می‌شود. میزان مصرف این علف‌کش ۵–۴/۵ لیتر در هکتار می‌باشد (Zand *et al*., 2021).

در این پژوهش اثر مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش‌ها همراه با کاربرد مالچ ارزیابی شد. میزان مناسب مصرف انواع علف‌کش‌های گروه دی نیتروآنیلین‌ها و اثرهای مثبت استفاده از انواع مالچ‌ها در گیاهان دارویی برای از بین بردن علف‌های هرز، از لحاظ بدست آوردن بالاترین عملکرد و افزایش کیفیت محصول مهم است. ازاین‌رو کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین همراه با مالچ گندم با هدف بررسی جمعیت و رشد علف‌های هرز، خصوصیات فیزیولوژیک، رویشی، عملکرد و درصد اسانس زیره سبز در این آزمایش بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

کاشت بذر گیاه زیره سبز بومی منطقه کرمان به سفارش بخش تحصیلات تکمیلی شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا در روستای دستجه واقع در شهرستان فسا (عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۹۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۶۵ دقیقه شرقی و ارتفاع حدود ۱۴۳۰ متر از سطح دریا) در سال ۱۴۰۱–۱۴۰۰ به‌صورت مزرعه‌ای انجام شد. براساس طبقه‌بندی آمبرژه، شهرستان فسا جزو مناطق خشک طبقه‌بندی می‌شود که منطقه در فصل زمستان دارای آب و هوای نسبتاً سرد توأم با بارندگی و فصل تابستان، هوایی گرم و خشک دارد.

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این مطالعه تیمارهای آزمایش شامل مقادیر ۱۰۰٪ توصیه شده علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین و ۵۰٪ توصیه شده آنها به‌تنهایی و در تلفیق با مالچ کلش گندم بود. بنابراین تیمارهای آزمایشی عبارت

بودند از: ۱- علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده (۲/۵ لیتر در هکتار)، ۲- علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده+ مالچ کلش گندم (۵ تن در هکتار)، ۳- علف‌کش تریفلورالین با ۵۰٪ دوز توصیه شده، ۴- علف‌کش تریفلورالین با ۵۰٪ دوز توصیه شده+ مالچ کلش گندم، ۵- علف‌کش پندیمتالین با دوز توصیه شده (۴/۵ لیتر در هکتار)، ۶- علف‌کش پندیمتالین با دوز توصیه شده+ مالچ کلش گندم (۵ تن در هکتار)، ۷- علف‌کش پندیمتالین با ۵۰٪ دوز توصیه شده، ۸- علف‌کش پندیمتالین با ۵۰٪ دوز توصیه شده+ مالچ کلش گندم، ۹- مالچ کلش گندم و ۱۰- عدم کنترل علف‌های هرز (شاهد) بود. برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش به شرح جدول ۱ بود.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری

Table 1. Chemical and physical characteristics of experimental soil at depth of 0-30 cm

Texture	EC ($dS.m^{-1}$)	pH	Cu	Fe	Zn	Mn	K	P	N (%)	Organic carbon (%)
			($mg.kg^{-1}$)							
Silty loam	1.01	7.11	0.60	9.1	1.4	3.1	187	8	0.1	0.54

ابتدا زمین توسط گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد و بعد از آن کلوخه‌ها توسط دیسک خرد و تسطیح کامل با ماله انجام و در نهایت فاروبندی انجام گردید. کاشت در کرت‌هایی به ابعاد ۴×۳ متر انجام و در هر کرت ۶ ردیف کشت شد. تراکم در نظر گرفته شده ۵۰ بوته در مترمربع بود. کاشت به‌صورت ردیفی و فاصله روی ردیف ۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. توده بذرهای زیره سبز از شرکت پارس اکسیر تهیه شد. بذرها پس از ضدعفونی با محلول هیپوکلریت سدیم ۵٪ به مدت ۳۰ ثانیه، درون مزرعه کشت گردید. بذرها روی ردیف‌های متراکم کشت شد و بعد از دو هفته و اطمینان از استقرار گیاهچه به مقدار تراکم مشخص شده تنک گردید (Saeid Nezhad & Rezvani Moghaddam, 2010). فواصل بین کرت و فواصل بین بلوک‌ها به‌ترتیب ۱ و ۲ متر بود. در اوایل اسفندماه ۱۴۰۰ کاشت به صورت دستی انجام شد. برای تأمین نیاز غذایی گیاه به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌صورت تقسیط در سه نوبت (در مرحله شش برگی، ساقه‌دهی و شروع گلدهی) و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم استفاده شد. بعد از کاشت بذرها، تمام کرت‌های مزبور آبیاری شد. آبیاری برای تمامی تیمارها براساس آبیاری به‌صورت ۲۵٪ تخلیه رطوبتی انجام شد. آبیاری کرت‌های آزمایشی به‌صورت نوار تیپ انجام گردید. میزان ۵ تن در هکتار مالچ کاه و کلش گندم برای تیمارهای دارای مالچ به طول ۵ سانتی‌متر استفاده شد. یادآوری می‌شود که مالچ کلش گندم قبل از تیمار علف‌کش پندیمتالین در کرت‌های انتخاب شده اعمال گردید (Ebrahimi *et al*., 2019). علف‌کش با استفاده از سمپاش پشتی کتابی ۲۰ لیتری با نازل بارانی پخش شد.

شناسایی گونه‌های علف‌های هرز توسط متخصصان علف‌های هرز ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان استان فارس انجام شد. پس از آن، از کوادراتی به ابعاد ۵۰× ۵۰ سانتی‌متر برای اندازه‌گیری صفات تراکم و وزن خشک علف‌های هرز استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، علف‌های هرز پس از نمونه‌برداری، در پاکت گذاشته شدند. به‌منظور محاسبه وزن خشک آنها، ابتدا ریشه را حذف کرده، اندام هوایی را داخل پاکت قرار داده و بعد درون آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و به‌وسیله ترازو (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) وزن خشک اندام هوایی تعیین شد.

برای اندازه‌گیری محتوای آب نسبی برگ‌ها از هر تیمار

سه برگ جوان کاملاً باز شده و شاداب انتخاب شد، نمونه‌برداری اول صبح و قبل از طلوع آفتاب انجام شد. مقدار محتوای آب نسبی برگ‌ها با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد که در آن FW: وزن تازه بافت برگ، DW: وزن خشک بافت برگ و TW: وزن آماس یافته بافت برگ است.

برای نمونه‌برداری از برگ‌های جوان و سالم استفاده شد، به این صورت که در ابتدای روز توسط قیچی قطعاتی تقریباً به یک اندازه از برگ جدا و با ترازو (دقت ۰/۰۰۱ گرم) وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن آماس یافته برگ، برگ‌ها در ظروف پتری‌دیش سربسته و حاوی آب مقطر در محلی تاریک با دمای ثابت به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. سپس رطوبت سطحی برگ‌ها با کاغذ واتمن شماره یک گرفته و وزن آماس محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، برگ‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۷۲ درجه سلسیوس قرار داده شد و بعد وزن (دقت ۰/۰۰۱ گرم) گردید.

برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل، ۰/۵ گرم برگ تازه را در یک هاون چینی ریخته و ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ سرد و ۰/۵ گرم پودر کربنات‌کلسیم (برای جلوگیری از تشکیل فئوفیتین) اضافه شد. سپس عملیات ساییدن نمونه‌های برگ تازه در محیطی با نور کم (برای جلوگیری از تجزیه کلروفیل) انجام شد تا مخلوطی کاملاً یکنواخت تشکیل شده و تمام کلروفیل از بافت برگ استخراج شود. مخلوط را درون لوله‌های سانتریفوژ ریخته و به‌مدت ۱۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. سپس یک میلی‌لیتر از محلول صاف شده را برداشته و به یک لوله آزمایش با حجم ۲۰ میلی‌لیتر منتقل و به آن ۹ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ اضافه شد. در نهایت میزان جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Vis 2100 از شرکت UNICO ساخت کشور آمریکا) قرائت شد (Arnon, 1949). غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل از طریق رابطه‌های ۲ تا ۴ حاصل شد. در این رابطه‌ها، V: حجم نمونه استخراج شده، OD: میزان جذب نوری در طول موج مورد نظر و W: وزن تر نمونه (گرم) است.

رابطه ۱ محتوای آب نسبی برگ = (FW - DW) / (TW - DW)) × 100)

رابطه ۲ کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) = [12.7 (OD663) - 2.69 (OD645)] × V/1000W

رابطه ۳ کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) = [22.9 (OD645) - 4.68 (OD663)] × V/1000W

رابطه ۴ کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) = [20.2 (OD645) - 8.02 (OD663)] × V/1000W

برای اندازه‌گیری عملکرد کل اندام هوایی (عملکرد برگ + عملکرد ساقه + عملکرد گل) نمونه‌برداری از یک مترمربع از وسط هر کرت انجام شد. ابتدا اندام هوایی را از ریشه جدا کرده و پس از شستشو با آب مقطر، کاملاً خشک کرده، در مرحله بعد به طور جداگانه داخل پاکت قرار داده شد و بعد درون آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و بعد از خشک شدن به‌وسیله ترازو (دقت ۰/۰۰۱ گرم)، وزن خشک اندام هوایی تعیین شد. همچنین در پایان دوره رشد، ارتفاع و تعداد شاخه اندازه‌گیری شد. ۱۰ بوته در خط وسط هر کرت به‌طور تصادفی در مرحله گلدهی انتخاب و از سطح زمین تا انتهای ساقه اصلی اندازه‌گیری شد و بعد میانگین آنها به‌عنوان ارتفاع بوته برای هر کرت در نظر گرفته شد. همچنین ۱۰ بوته در خط وسط هر کرت در مرحله گلدهی به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد شاخه اندازه‌گیری شد و بعد میانگین آنها به‌عنوان تعداد شاخه برای هر کرت منظور گردید.

در پایان پس از برداشت، عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزاردانه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، برای حذف

اثر حاشیه‌ای در هر کرت برداشت از ردیف‌های وسط با مساحتی در حدود یک مترمربع در مرحله گلدهی کامل انجام شد و عملکرد براساس کیلوگرم در هکتار گزارش گردید. همچنین ۱۰ بوته در خط وسط هر کرت در مرحله رسیدگی به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر شمارش گردید. همچنین میانگین آنها به‌عنوان تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری وزن هزاردانه ۱۰۰ عدد از بذرهای حاصل از ۱۰ بوته وسط کرت به‌طور تصادفی انتخاب و گزارش شد. شاخص برداشت محصول با تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک (وزن خشک اندام هوایی + عملکرد دانه) بر حسب درصد بدست آمد.

از دانه‌های برداشت شده در هر کرت به طور تصادفی ۵۰ گرم نمونه برداشت شده و برای تعیین درصد اسانس، استفاده شد. به منظور استخراج اسانس از نمونه‌های تهیه شده،ه از روش تقطیر با بخار آب توسط دستگاه کلونجر استفاده شده و درصد اسانس مربوط به هر نمونه تعیین گردید.

انجام محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. در مرحله نخست، تجزیه واریانس برای صفات اندازه‌گیری شده انجام گردید و پس از آن مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ مقایسه شد.

نتایج

تراکم و وزن خشک علف‌های هرز

گونه‌های شناسایی شده در مزرعه در جدول ۲ مشخص شده است. گونه‌های علف هرزی از ۶ تیره و ۶ گونه غالب بودند. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار مدیریت علف‌های هرز، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین تیمارهای مدیریتی علف‌های هرز استفاده از علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده+ مالچ، میزان تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را به‌ترتیب ۸۸٪ و ۸۷٪ نسبت به عدم کنترل علف‌های هرز (شاهد) کاهش داد که بهترین تیمار مدیریتی علف هرز محسوب می‌شود (جدول ۴). همچنین تفاوت تیمارهای تریفلورالین با دوز توصیه شده + مالچ و تیمار تریفلورالین با دوز توصیه شده در مورد تراکم و وزن خشک علف‌های هرز معنی‌دار نبود. به‌طور کلی میزان تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای کاربرد پندیمتالین بیشتر از مقادیر آن در تیمارهای کاربرد تریفلورالین بود. در هر دو علف‌کش اضافه شدن مالچ کلشی باعث کاهش تراکم و وزن خشک در علف‌های هرز گردید. به‌ویژه در تیمارهای کاربرد پندیمتالین، می‌توان به جای کاربرد پندیمتالین با ۵۰٪ دوز توصیه شده از تیمار پندیمتالین با ۵۰٪ دوز توصیه شده+ مالچ استفاده کرد که تراکم علف هرز در آن کاهش معنی‌داری داشته است. از سوی دیگر استفاده از تیمار مالچ به‌تنهایی توانست تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۲۹/۶٪ و ۳۷/۵٪ کاهش دهد، بنابراین تا حدودی می‌تواند برای کنترل علف‌های هرز استفاده شود (جدول ۴).

جدول ۲- مشخصات گونه‌های علف‌های هرز مشاهده شده در مزرعه

Table 2. Weeds characteristics observed in the field

Row	Common name	Scientific name	Family
1	Redroot pigweed	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae
2	Black nightshade	*Solanum nigrum* L.	Solanaceae
3	Field bindweed	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulacease
4	Common lambsquarters	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae
5	Common purslane	*Portulaca oleracea* L.	Portulacacea
6	Green foxtail	*Setaria viridis* (L.) Beauv	Poaceae

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف مدیریت علف‌های هرز روی صفات علف‌های هرز و مشخصات فیزیولوژیک زیره سبز

Table 3. ANOVA of different weeds management treatments effects on weeds traits and physiological characteristics of *Cuminum cyminum*

S.O.V.	d.f.	Weed density	Weed dry matter	*Cuminum cyminum*			
				Relative water content	$Ch1_a$	$Ch1_b$	$Ch1_{a+b}$
Replication	2	7.43^{*}	110.79^{ns}	47.26^{ns}	0.65^{**}	0.31^{**}	1.19^{**}
Weeds management	9	124.31^{*}	3148.31^{**}	109.17^{**}	0.14^{*}	0.04^{**}	0.31^{*}
Experimental error	18	2.98	100.02	9.33	0.05	0.01	0.05
C.V. (%)		15.91	20.92	4.06	8.05	10.49	6.00

ns, *, and **: not significant, significant at 5%, and 1% probability levels, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات علف‌های هرز و مشخصات فیزیولوژیک زیره سبز تحت تأثیر تیمارهای مختلف مدیریت علف‌های هرز

Table 4. Means comparison of weeds traits and physiological characteristics of *Cuminum cyminum* affected by different weeds management treatments

Treatment	Weed density (number.m^{-2})	Weed dry matter (g.m^{-2})	*Cuminum cyminum*			
			Relative water content (%)	$Ch1_a$ (mg.g^{-1})	$Ch1_b$ (mg.g^{-1})	$Ch1_{a+b}$ (mg.g^{-1})
Trifluralin (recommended rate)	4.9^{ef}	19.3^{fg}	77.2^{b}	2.86^{a-d}	1.06^{abc}	3.92^{ab}
Trifluralin (recommended rate)+Mulch	3.3^{f}	15.3^{g}	85.1^{a}	3.05^{ab}	1.08^{a}	4.16^{a}
Trifluralin (50% of recommended rate)	10.1^{d}	43.4^{cde}	73.8^{bcd}	2.85^{a-d}	0.91^{abc}	3.76^{ab}
Trifluralin (50% of recommended rate)+Mulch	7.6d^{e}	35.3^{def}	78.8^{b}	2.89^{abc}	1.01^{abc}	3.90^{ab}
Pendimethalin (recommended rate)	9.3^{d}	37.3^{c-f}	70.9^{cd}	2.58^{cd}	0.91^{abc}	3.49^{bc}
Pendimethalin (recommended rate)+Mulch	7.3^{de}	25.6^{efg}	79.6^{b}	2.86^{a-d}	1.09^{ab}	3.95^{ab}
Pendimethalin (50% of recommended rate)	13.3^{c}	54.6^{c}	69.4^{d}	2.73^{a-d}	0.89^{bcd}	3.62^{bc}
Pendimethalin (50% of recommended rate)+Mulch	10.1^{d}	45.3^{cd}	78.9^{b}	3.16^{a}	1.00^{abc}	4.17^{a}
Mulch	17.6^{b}	77.6^{b}	75.0^{bc}	2.63^{bcd}	0.87^{cd}	3.50^{bc}
Weed-infested control	25.0^{a}	124.3^{a}	64.1^{e}	2.44^{d}	0.71^{d}	3.15^{c}

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (Duncan test).

محتوای نسبی آب برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار مدیریت علف‌های هرز، محتوای نسبی آب برگ زیره سبز را در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین محتوای نسبی آب برگ در شرایط علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده+ مالچ با میزان ۸۵٪ بدست آمد که در مقایسه با دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). بعد از آن تیمارهای ترکیب علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده، علف‌کش پندیمتالین با دوز توصیه شده+ مالچ و علف‌کش پندیمتالین با ۵۰٪ دوز توصیه شده+ مالچ نیز تأثیر زیادی بر محتوای نسبی آب برگ زیره سبز داشته است. تیمارهای علف‌کش پندیمتالین با دوز ۵۰٪ و ۱۰۰٪ توصیه شده تأثیر کمتری در مقایسه با مصرف این علف‌کش+ مالچ داشته است. همچنین تیمار عدم کنترل علف‌های هرز به‌عنوان شاهد با میانگین ۶۴٪ کمترین تأثیر را بر محتوای نسبی آب برگ زیره سبز داشت (جدول ۴).

محتوای کلروفیل a، b و a+b

مقدار رنگدانه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، b و کلروفیل کل تحت تأثیر تیمارهای مدیریتی کنترل علف‌های هرز قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین محتوای کلروفیل a برگ زیره سبز در شرایط علف‌کش پندیمتالین با ۵۰٪ دوز توصیه شده+ مالچ بدست آمد که نسبت به مصرف به‌تنهایی علف‌کش پندیمتالین با دوز توصیه شده افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). تیمارهای علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین با دوز ۵۰٪ و ۱۰۰٪ توصیه شده تأثیر کمتری در مقایسه با مصرف این علف‌کش+ مالچ داشته است (جدول ۴). همچنین بیشترین محتوای کلروفیل b و کلروفیل کل برگ برای هر دو علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین در تلفیق با مالچ بدست آمد که نسبت به مصرف به‌تنهایی مالچ و عدم کنترل علف‌های هرز افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۴). بنابراین تیمار عدم کنترل علف‌های هرز به‌عنوان شاهد کمترین تأثیر را بر کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ زیره سبز داشته است که نسبت به مصرف به‌تنهایی مالچ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

ارتفاع بوته و تعداد شاخه

ارتفاع و تعداد شاخه تحت تأثیر تیمارهای مدیریتی کنترل علف‌های هرز در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۵). در بین تیمارهای مدیریت علف‌های هرز بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده+ مالچ مشاهده شد که نسبت به تیمار علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده و علف‌کش پندیمتالین با دوز توصیه شده+ مالچ اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۶). کمترین ارتفاع بوته زیره سبز در تیمار آلوده به علف هرز (شاهد) مشاهده شد. طبق نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای ۱۰۰٪ دوز توصیه شده علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین با مصرف ۵۰٪ دوز توصیه شده اختلاف معنی‌داری نشان داد، اما تأثیر میزان کاهش دوز علف‌کش با استفاده از مالچ برطرف شد. به‌عبارت‌دیگر، در تیمارهای مصرف علف‌کش + مالچ، ارتفاع بوته بیشتری نسبت به تیمار علف‌کش بدون مالچ وجود داشت (جدول ۶).

کمترین تعداد شاخه مربوط به تیمار عدم کنترل علف‌های هرز بود که با اعمال تیمارهای مدیریتی و کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین به‌تنهایی یا با مالچ این تعداد افزایش یافت (جدول ۶). در بین تیمارهای مدیریتی، تعداد شاخه جانبی در تیمار ۱۰۰٪ دوز توصیه شده علف‌کش بیشتر از تیمار ۵۰٪ دوز توصیه شده علف‌کش بود. همچنین با اضافه کردن مالچ به تیمارها افزایش معنی‌داری در تعداد شاخه جانبی مشاهده شد (جدول ۶).

اجزای عملکرد دانه

اجزای عملکرد دانه زیره سبز (تعداد چتر در بوته، دانه در چتر و وزن هزاردانه) تحت تأثیر تیمارهای مدیریتی کنترل علف‌های هرز در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۵). کاربرد ۱۰۰٪ علف‌کش تریفورالین به‌تنهایی یا در تلفیق با مالچ کلشی تأثیر بیشتری نسبت به کاربرد ۵۰٪ دوز این علف‌کش روی تعداد چتر در بوته زیره سبز داشت. همچنین در تیمارهای ۵۰٪ تریفورالین با کاربرد مالچ کلشی کارایی علف‌کش در کنترل علف هرز بهبود یافته، در نتیجه تعداد چتر در بوته زیره سبز بیشتر شد. از سوی دیگر، کمترین میزان چتر در بوته زیره سبز در عدم کنترل علف‌های هرز مشاهده شد (جدول ۶).

کمترین میزان دانه در چتر و وزن هزاردانه مربوط به تیمار عدم کنترل علف‌های هرز و مالچ به‌تنهایی بود که با اعمال تیمارهای مدیریتی و کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین به‌تنهایی یا با مالچ، میزان دانه در چتر و وزن هزاردانه زیره سبز افزایش یافت. همچنین بین تیمارهای مصرف علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین با دوزهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف مدیریت علف‌های هرز روی صفات رویشی و اجزای عملکرد، عملکرد و درصد اسانس دانه زیره سبز

Table 5. ANOVA of different weeds management treatments effects on growth traits, yield components, yield, and essential oil of *Cuminum cyminum* seeds

S.O.V.	d.f.	Plant height	Number of branches per palnt	Number of umbels per plant	Number of seeds per umbel	1000-seed weight	Seed yield	Shoots dry weight	Harvest index	Essential oil percentage
Replication	2	1.11^{ns}	0.53^{ns}	15.70^{**}	2.10^{ns}	0.026^{**}	1123.63^{ns}	4175.42^{ns}	25.13^{ns}	4.05^{**}
Weeds management	9	38.44^{**}	2.40^{**}	29.81^{**}	20.89^{**}	0.445^{**}	18476.77^{*}	127683.2^{**}	128.94^{ns}	0.39^{**}
Experimental error	18	2.20	0.23	1.46	1.47	0.037	2760.26	6315.0	86.57	0.083
C.V. (%)		8.6	13.3	15.0	8.7	7.7	12.2	9.2	18.0	7.2

ns, *, and **: not significant, significant at 5, and 1% probability levels, respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات رویشی و اجزای عملکرد، عملکرد و درصد اسانس دانه زیره سبز تحت تأثیر تیمارهای مختلف مدیریت علف‌های هرز

Table 6. Means comparison of growth traits, yield components, yield, and seeds essential oil percentage in *Cuminum cyminum* affected by different weeds management treatments

Treatment	Plant height (cm)	Number of branches per palnt	Number of umbels per plant	Number of seeds per umbel	1000-seed weight (g)	Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	Shoots dry weight ($kg.ha^{-1}$)	Essential oil (%)
Trifluralin (recommended rate)	20.4^{ab}	4.3^{ab}	12.6^{ab}	14.6^{ab}	2.8^{a}	500^{a}	989^{ab}	4.4^{a}
Trifluralin (recommended rate)+Mulch	22^{a}	4.6^{a}	13.3^{a}	16.3^{a}	2.8^{a}	498^{a}	1048^{a}	4.4^{a}
Trifluralin (50% of recommended rate)	16.7^{de}	3.3^{cd}	9.6^{c}	15^{ab}	2.5^{a}	423^{ab}	902^{ab}	4^{abc}
Trifluralin (50% of recommended rate)+Mulch	18.7^{bcd}	4^{abc}	11^{abc}	15.3^{ab}	2.6^{a}	433^{ab}	1011^{ab}	4.2^{ab}
Pendimethalin (recommended rate)	18^{b-e}	4^{abc}	11^{abc}	15^{ab}	2.6^{a}	472^{a}	886^{b}	4.3^{ab}
Pendimethalin (recommended rate)+Mulch	19.8^{abc}	4.3^{ab}	11.3^{abc}	15.3^{ab}	2.8^{a}	490^{a}	980^{ab}	4.1^{ab}
Pendimethalin (50% of recommended rate)	15.6^{ef}	3.6^{bc}	11^{abc}	13.3^{bc}	2.4^{a}	408^{ab}	860^{b}	3.8^{bcd}
Pendimethalin (50% of recommended rate)+Mulch	17.2^{cde}	3.6^{bc}	9.3^{c}	15^{ab}	2.6^{a}	451^{ab}	898^{ab}	3.8^{bcd}
Mulch	14^{f}	2.6^{d}	5.6^{d}	11.6^{c}	2.1^{b}	358^{b}	606^{c}	3.5^{cd}
Weed-infested control	9.5^{g}	1.6^{e}	3^{e}	7.3^{d}	1.6^{c}	244^{c}	385^{d}	3.3^{d}

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (Duncan test).

وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه و شاخص برداشت

وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه تحت تأثیر تیمارهای مدیریتی کنترل علف‌های هرز در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت، اما اثر این تیمارها روی شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۵). بیشترین وزن خشک اندام هوایی مربوط به تیمار علف‌کش تریفلورالین با دوز توصیه شده+ مالچ به مقدار ۱۰۴۸ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمارهای علف‌کش پندیمتالین با دوز ۱۰۰٪ و ۵۰٪ توصیه شده و تیمارهای مصرف تنهای مالچ و شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. از سوی دیگر، تأثیر میزان دوز علف‌کش پندیمتالین با استفاده از مالچ افزایش نشان داد، به‌طوری‌که وزن خشک اندام هوایی زیره سبز با دوز ۵۰٪ ۴٪ و با دوز کامل ۱۰٪ افزایش نشان داد (جدول ۶).

کمترین میزان عملکرد دانه مربوط به تیمار عدم کنترل علف‌های هرز و مالچ به مقدار ۲۴۴ کیلوگرم در هکتار بود که با کاربرد علف‌کش‌های تریفلورالین عملکرد دانه زیره سبز به‌طور متوسط ۴۷٪ و پندیمتالین ۴۵٪ افزایش یافت. با اعمال تیمارهای مدیریتی مالچ میزان عملکرد دانه زیره سبز به‌طور متوسط ۴۸٪ افزایش یافت. همچنین بین تیمارهای مصرف علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین با دوزهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶).

درصد اسانس دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مدیریتی علف‌های هرز، درصد اسانس دانه زیره سبز را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف علف‌کش تریفلورالین به هر شکلی و مصرف علف‌کش پندیمتالین البته با دوز کامل (چه با مالچ و چه بدون مالچ) بیشترین تأثیر را بر درصد اسانس دانه زیره سبز داشته است. میانگین درصد اسانس دانه در اولین رده آماری ۴/۲٪ بدست آمد. کاربرد مالچ به‌تنهایی منجر به کمترین میزان درصد اسانس دانه پس از شاهد شد (۳/۵٪) و مصرف دوز ۵۰٪ علف‌کش پندیمتالین همراه با مالچ درصد اسانس دانه را در رده بالاتری نشان داد (۳/۸٪) (جدول ۶).

بحث

کاهش تراکم علف‌های هرز در شرایط استفاده از مالچ گیاهی می‌تواند به دلیل کاهش امکان سبز شدن علف‌های هرز یا کاهش رشد باشد. از سوی دیگر، مصادف شدن زمان جوانه‌زنی غالب علف‌های هرز مزرعه با مراحل اولیه رشد گیاه زراعی، می‌تواند سبب تغییر در تراکم علف‌های هرز گردد (Azad Bakht *et al*., 2012). محققان گزارش کردند که بالاترین زیست توده علف‌های هرز در شرایط عدم استفاده از مالچ دیده شد. تداخل علف‌های هرز عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی بادرشبو را از ۵۴۹۵ کیلوگرم در هکتار در تیمار شاهد به ۸۵۲ کیلوگرم در هکتار کاهش داد (Moradian & Yousefi, 2018). Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که می‌توان بجای کاربرد ۱۰۰٪ تریفلورالین از تیمار ۵۰٪ تریفلورالین+ مالچ استفاده کرد که زیست توده علف هرز در آنها تفاوت معنی‌داری نداشته و میزان مصرف علف‌کش کاهش می‌یابد. علف‌های هرز از طریق رقابت برای جذب آب و عناصر غذایی، محتوای آب و عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Kaur *et al*., 2018). بنابراین استفاده از راهکارهای مدیریتی مناسب برای کنترل علف‌های هرز سبب افزایش جذب آب در گیاه زراعی شد که اهمیت به‌سزایی نیز دارد (Ronay *et al*., 2021). در نتیجه استفاده از نوع و میزان مناسب علف‌کش مناسب به‌دلیل کنترل بهتر علف‌های هرز در شرایط مختلف کاشت، سبب کاهش رقابت با گیاه زراعی می‌شود (Strehlow *et al*., 2020). از سوی دیگر، استفاده از مالچ به‌دلیل حفظ رطوبت خاک تا حدی شرایط لازم را برای ادامه جذب آب از محیط ریشه برای گیاه فراهم کرده و در نتیجه سبب بهبود جذب آب و افزیش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (Kader *et al*., 2019).

افزایش تراکم و حضور علف‌های هرز از محتوای کلروفیل برگ گیاه زیره سبز کاسته است، بنابراین استفاده از علف‌کش مناسب به‌دلیل حذف علف‌های هرز و کاهش رقابت با گیاه زیره سبز توانسته باعث بهبود محتوای کلروفیل شود. کاهش رقابت علف‌های هرز، منجر به افزایش

جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه و افزایش میزان کلروفیل در برگ‌ها می‌شود (Ronay *et al*., 2021). همچنین مالچ کاه و کلش گندم تا حدودی سبب بهبود محتوای کلروفیل شده است. گزارش شده است که استفاده از مالچ به‌دلیل حفظ رطوبت خاک تا حدی شرایط لازم را برای ادامه جذب آب از محیط ریشه برای گیاه فراهم کرده، در نتیجه سبب بهبود جذب عناصر غذایی می‌شود (Kader *et al*., 2019). مالچ‌پاشی خاک با بقایای گندم می‌تواند منجر به کاهش تراکم علف‌های هرز و اثرهای نامطلوب رقابت شود که می‌تواند سازوکاری برای جلوگیری از کاهش عملکرد در نظر گرفته شود (Raheem Lahmod *et al*., 2019).

با افزایش حضور علف‌های هرز و اشغال فضای رشد، گیاه زراعی با علف‌های هرز رقابت کرده که باعث کاهش ارتفاع گیاه شده است (Van der Meulen & Chauhan, 2017). علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد بیشتر با محصولات کشاورزی رقابت می‌کنند و راهبردی مدیریتی است که از سرکوب علف‌های هرز در اوایل فصل اطمینان می‌دهد و برای رشد، توسعه و عملکرد محصول بسیار مهم است (Osipitan *et al*., 2018). بنابراین کنترل علف‌های هرز با علف‌کش یکی از عوامل اصلی و مهم افزایش ارتفاع زیره سبز بوده است. محققان بیان کردند که کاربرد مالچ کلش تأثیر علف‌کش در کنترل علف‌های هرز را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، بیان شده است که مالچ از طریق افزایش دسترسی به آب، رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار داده و باعث افزایش شاخص‌های رویشی می‌شود (Shahriari *et al*., 2013).

محدودیت جذب عناصر غذایی به دلیل رقابت علف‌های هرز با تأثیر بر طول دوره رشد گیاه و کاهش طول دوره پر شدن دانه، منجر به کاهش اجزای عملکرد دانه شده است (Seyyedi *et al*., 2016). از سوی دیگر، بهبود جذب آب و عناصر غذایی در تیمار تلفیق علف‌کش و مالچ منجر به بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی زیره سبز شده که در نتیجه این موضوع، تولید مواد فتوسنتزی افزایش یافته است. افزایش تولید مواد فتوسنتزی منجر به افزایش عملکرد زایشی شده که به‌دنبال آن اجزای عملکرد زیره سبز افزایش یافته است. گزارش شده است که کمبود شدید آب به‌دلیل اختلال در توزیع مواد فتوسنتزی اجزای عملکرد سیاه‌دانه را کاهش می‌دهد (Sardari *et al*., 2020). گزارش‌های مشابهی از افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در اثر استفاده از مالچ وجود دارد (Rahman *et al*., 2005؛ Behzadnejad *et al*., 2020).

فراهمی عناصر غذایی کافی خاک و انتقال اسیمیلات‌ها از منبع به مخزن طی مراحل تشکیل و رسیدگی دانه، دلیل افزایش عملکرد دانه زیره سبز در سطح کنترل زمان مناسب علف‌های هرز است (Nassabadi *et al*., 2019). از سوی دیگر، در شرایط وجود علف‌های هرز سبب کاهش جذب عناصر غذایی و به‌دنبال آن کاهش عملکرد گیاه زراعی شده است (van der Meulen & Chauhan, 2017). به‌عبارت‌دیگر، محققان بیان کردند که مالچ گندم با بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی سبب افزایش عملکرد دانه گیاهان می‌شود (Guo *et al*., 2021). پژوهشگران دیگری هم نتایج مشابهی برای گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) با استفاده از مالچ گزارش کرده‌اند (Moradian & Yousefi, 2018). Amini و همکاران (۲۰۲۲) گزارش کردند که استفاده از تیمارهای مالچی باعث کاهش رقابت با علف‌های هرز شده و افزایش جذب آب و عناصر غذایی را در پی داشته و در نهایت به افزایش عملکرد محصول کمک می‌کند.

رشد و گسترش علف‌های هرز و عدم کنترل آنها باعث کاهش میزان رشد در گیاه دارویی سیاه‌دانه شده و علف‌های هرز با تخلیه عناصر غذایی از خاک در نهایت باعث کاهش میزان اسانس گردید (Ebrahimi *et al*., 2019). همچنین گزارش شده است که کاربرد تیمارهای مدیریتی تریفلورالین ۱۰۰٪+ مالچ باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس زیره سبز گردید (Ahmadi Kakavandi, 2018). در پژوهش دیگری Forouzin and Nour-Abadi (۲۰۱۱) گزارش کردند که عدم مبارزه با علف‌های هرز می‌تواند عملکرد

اسانس بادرشبو را تا ۹۰٪ کاهش دهد.

به‌عنوان نتیجه‌گیری، این پژوهش نشان داد که استفاده از علف‌کش تریفلورالین و پندیمتالین به‌تنهایی یا در تلفیق با مالچ گندم در افزایش مقدار رنگدانه‌های فتوسنتزی مؤثر بوده، در نتیجه سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گردید. کاربرد مالچ گندم با افزایش محتوای نسبی آب برگ و محتوای کلروفیل برگ در بهبود شاخص‌های رشد تأثیر گذاشته است. علاوه بر کاربرد ۱۰۰٪ دوز توصیه شده علف‌کش‌های تریفلورالین و پندیمتالین در تلفیق با مالچ گندم که سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی و عملکرد دانه در زیره سبز شد، تیمار ۵۰٪ دوز توصیه شده در تلفیق با مالچ گندم در سطح پایین‌تر توانسته این صفات را بهبود دهد. در مجموع کاربرد ۵۰٪ دوز توصیه شده علف‌کش‌های تریفلورالین در تلفیق با مالچ گندم به دلیل کاهش مصرف علف‌کش، برای کنترل علف‌های هرز در گیاه زیره سبز قابل توصیه است.

References

- Ahmadi Kakavandi, R., 2018. Application of trifluralin and kerosene reduced rates with mulch in integrated weed management of cumin (*Cuminum cyminum* L.). M.Sc. Thesis. Department of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz. Iran.
- Ahmadi Kakavandi, R., Amini, R., Shakiba, M.R. and Nosratti, I., 2022. Effect of Mulch Application in Integration with Reduced Rates of Trifluralin on Weeds and Essential Oil Yield of Cumin (*Cuminum cyminum* L.). Agriculture Science and Sustainable Production, 32(2): 161-179.
- Amini, R., Abbaszadeh, M. and Dabbagh Mohammadi Nassab, A., 2022. Effect of non-chemical methods in integration with reduced rates of trifluralin on weeds and yield of Dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 32: 245-259.
- Arnon, D.E., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase (*Beta vulgaris*). Plant Physiology, 24: 1-15.
- Azad Bakht, A., Mahmoodi, S. and Eslami, S.V., 2012. Effect of Nitrogen on Critical Period of Weed Control in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Birjand Region. Journal of Plant Protection, 26(1): 64-74.
- Behzadnejad, J., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Aein, A. and Mokhtassi-Bidgoli, A., 2020. Wheat straw mulching helps improve yield in sesame (*Sesamum indicum* L.) under drought stress. International Journal of Plant Production, 14: 389-400.
- Ebrahimi, A., Amini, R. and Dabbagh Mohammadi Nasab, A., 2019. Integrated Weed Management of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). Using Reduced Rates of Herbicides and Straw Mulch, 29(4): 129-144.
- Forouzin, F. and Nour-Abadi, A., 2011. Evaluating the integrated weed management methods in reduction of environmental effects of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). National Symposium of Climate Change and its Effect on Agriculture and Environment. Orumiyeh, Iran.
- Guo, J., Fan, J., Zhang, F., Yan, S., Wu, Y., Zheng, J. and Xiang, Y., 2021. Growth, grain yield, water and nitrogen use efficiency of rainfed maize in response to straw mulching and urea blended with slow-release nitrogen fertilizer: A two-year field study. Archives of Agronomy and Soil Science, 1-14.
- Kader, M.A., Singha, A., Begum, M.A., Jewel, A., Khan, F.H. and Khan, N.I., 2019. Mulching as water-saving technique in dryland agriculture. Bulletin of the National Research Centre, 43: 1-6.
- Kaur, S., Kaur, R. and Chauhan, B.S., 2018. Understanding crop-weed-fertilizer-water interactions and their implications for weed management in agricultural systems. Crop Protection, 103: 65-72.
- Khorramdel, S., Ghorbani, R., Azizi, H. and Seyedi, M., 2017. Effect of Non-chemical Procedures of Weed Management on Growth Characteristics and Yield of Cumin (*Cuminnum cyminum* L.). Journal of Agroecology, 4(4): 922-934.
- Moradian, A. and Yousefi, A., 2018. Evaluation of the effect of wheat mulch and nitrogen fertilizer on weed growth and some agronomic traits of *Dracocephalum moldavica*. Iranian Journal of Field Crop Science, 48: 1055-1068.
- Nassabadi, H., Armin, M. and Marvi, H., 2019. The effect of weed interference duration on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.) in irrigated and rainfed condition. Journal of Crop Production, 12: 157-170.
- Osipitan, O.A., Dille, J.A., Assefa, Y. and Knezevic, S.Z., 2018. Cover crop for early season weed suppression in crops: Systematic review and meta-analysis. Agronomy Journal, 110: 2211-2221.
- Raheem Lahmod, N., Talib Alkooranee, J., Gatea Alshammary, A.A. and Rodrigo-Comino, J., 2019. Effect of wheat straw as a cover crop on the

- Seyyedi, S.M., Moghaddam, P.R. and Mahallati, M.N., 2016. Weed competition periods affect grain yield and nutrient uptake of black seed (*Nigella Sativa* L.). Horticultural Plant Journal, 2: 172-180.
- Shahriari, S., Azizi, M., Aroiee, H. and Ansari, H., 2013. Effect of different irrigation levels and mulch application on growth parameters and essential oil content of peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 29: 568-582.
- Strehlow, B., de Mol, F. and Gerowitt, B., 2020. Herbicide intensity depends on cropping system and weed control target: Unraveling the effects in field experiments. Crop Protection, 129: 105-110.
- Van der Meulen, A. and Chauhan, B.S., 2017. A review of weed management in wheat using crop competition. Crop Protection, 95: 38-44.
- Zand, E., Keshtkar, A., Moosavi, S.K. and Heidari, A., 2021. Herbicides and their application technology (with the approach of optimizing and reducing consumption). Jahad Daneshgahi of Mashhad, Iran, 814p (in Persian).

chlorophyll, seed, and oilseed yield of *Trigonella foeunm graecum* L. under water deficiency and weed competition. Plants, 8: 503.
- Rahman, M.A., Chikushi, J., Saifizzaman, M. and Lauren, J.G., 2005. Rice straw mulching and nitrogen response of no-till wheat following rice in Bangladesh. Field Crops Research, 91: 71-81.
- Ronay, I., Ephrath, J.E., Eizenberg, H., Blumberg, D.G. and Maman, S., 2021. Hyperspectral reflectance and indices for characterizing the dynamics of crop–weed competition for water. Remote Sensing, 13: 513.
- Saeid Nezhad, A.H. and Rezvani Moghaddam, P., 2010. Effect of Biofertilizers and Chemical Fertilizers on Morphological Properties, Yield, Yield Components and Essence Percentage of Cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticultural Science, 24(1): 38-44.
- Sardari, H., Asghari Zakaria, R., Zare, N., Ghafarzadeh Namazi, L. and Moghaddaszadeh, M., 2020. Evaluation of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Ecotypes under Drought Stress Conditions at Flowering Stage. Journal of Crop Breeding, 12: 138-150.