



Original Article

The Effect of Different Tillage Systems and Herbicide Applications on Weed Control, Yield, and Yield Components of Soybean (*Glycine max* L.)

Hossein Kamaraki¹, Hassan Makarian^{*2}, Javid Gherekhloo³, Mehdi Baradaran Firouzabadi⁴

1, 2, 4. Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

3. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resource, Gorgan, Iran.

Article Info

Received:

June 05, 2024

Accepted:

October 30, 2024

First published online:

December 21, 2024

Corresponding Author:

Hassan Makarian

Email:

h.makarian@shahroodut.ac.ir

Key Words: Conservation agriculture, harvest index, integrated weed management, soil properties.

Abstract

With the development of conservation tillage methods in soybean cultivation, evaluating the effects of these methods on weed control and herbicide efficacy has become increasingly important. An experiment was conducted during 2020-2021 in a strip-plot arrangement based on a randomized complete block design at two locations in Golestan Province, Iran. In the vertical factor, different tillage methods, including no-tillage (NT), minimum tillage (MT), and conventional tillage (CT), were applied, and in the horizontal factor, different weed management treatments, including hand weeding, no weeding, and various combinations of pre-emergence metribuzin and post-emergence herbicides (imazethapyr, bentazon, and clethodim), were used. The results showed that the highest reduction in weed dry weight, compared to the no-weed-control check, was observed in treatments combining metribuzin with post-emergence herbicides. Additionally, traits such as the number of pods per plant, number of seeds per pod, grain yield, biological yield, and harvest index significantly increased by 12.21%, 14.35%, 24.95%, 19.11%, and 5.95%, respectively, in the no-tillage treatment with combined pre- and post-emergence herbicides, compared to the conventional tillage treatment with the same herbicides. Soybean grain yield in the no-tillage treatment with pre-emergence metribuzin and post-emergence herbicides (bentazon and clethodim) increased by 141.2% compared to the conventional tillage treatment with no weed control. Overall, the results indicate that the no-tillage treatment combined with pre- and post-emergence herbicides increased grain yield by improving soybean growth conditions and enhancing weed control efficiency.

Cite this article: Kamaraki, H. Makarian, H. Gherekhloo, J. and Baradaran Firouzabadi, M. (2025). The effect of different tillage systems and herbicide application on weed control, yield, and yield components of soybean (*Glycine max* L.). Iran. J. of Weed Sci. 20(2): 123-147. DOI: [10.22034/ijws.2025.369639.1488](https://doi.org/10.22034/ijws.2025.369639.1488).





تأثیر نظام‌های مختلف خاک‌ورزی و کاربرد علف‌کش بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.)

حسین کمرکی^۱، حسن مکاریان^{۲*}، جاوید قرخلو^۲، مهدی برادران فیروزآبادی^۳

۴، ۲، ۱- دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

۳- دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

با توسعه روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در کشت سویا، بررسی تأثیر این روش‌ها بر کنترل علف‌های هرز و اثربخشی علف‌کش‌ها اهمیت فزاینده‌ای یافته است. به همین منظور، جهت بررسی تأثیر نظام‌های مختلف خاک‌ورزی و کاربرد علف‌کش بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد سویا، آزمایشی به صورت کرت‌های نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو منطقه از استان گلستان در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ انجام شد. در کرت‌های عمودی روش‌های مختلف خاک‌ورزی شامل بدون خاک‌ورزی (NT)، کم‌خاک‌ورزی (MT) و خاک‌ورزی مرسوم (CT) قرار گرفت و تیمارهای مختلف مدیریتی علف‌های هرز شامل وجین، عدم وجین و ترکیب‌های مختلفی از کاربرد پیش‌رویشی متری بوزین و علف‌کش‌های پس‌رویشی ایمازتایپر، بنتازون و کلتودیم در کرت‌های افقی قرار گرفتند. نتایج نشان داد بیشترین درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز نسبت به شاهد عدم کنترل علف‌های هرز، متعلق به تیمارهای کاربرد متری بوزین + علف‌کش‌های پس‌رویشی بود. همچنین صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در تیمار بدون خاک‌ورزی با کاربرد ترکیبی علف‌کش‌های پیش و پس‌رویشی به ترتیب ۱۲/۲۱، ۱۴/۳۵، ۲۴/۹۵، ۱۹/۱۱ و ۵/۹۵ درصد نسبت به تیمار خاک‌ورزی مرسوم و کاربرد علف‌کش‌های مذکور افزایش داشتند. عملکرد دانه سویا در تیمار عدم خاک‌ورزی و کاربرد ترکیبی علف‌کش‌های پیش‌رویشی متری بوزین و پس‌رویشی بنتازون و کلتودیم به میزان ۱۴۱/۲ درصد نسبت به تیمار خاک‌ورزی مرسوم و عدم کنترل علف‌های هرز افزایش نشان داد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که تیمار بدون خاک‌ورزی به همراه استفاده ترکیبی از علف‌کش‌های پیش و پس‌رویشی از طریق بهبود شرایط رشد سویا و کنترل مطلوب علف‌های هرز باعث افزایش عملکرد دانه شد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۳/۱۶

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۸/۰۹

تاریخ انتشار برخط:

۱۴۰۳/۱۰/۰۱

نویسنده مسئول:

حسن مکاریان

ایمیل:

h.makarian@shahroodut.ac.ir

واژه‌های کلیدی: خصوصیات خاک،

شاخص برداشت، کشاورزی حفاظتی،

مدیریت تلفیقی علف‌های هرز.

استناد: کمرکی، ح.، مکاریان، ح.، قرخلو، ج. و برادران فیروزآبادی، م. (۱۴۰۳). تأثیر نظام‌های مختلف خاک‌ورزی و کاربرد علف‌کش بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.). دانش علف‌های هرز ایران، ۲۰(۲): ۱۲۳-۱۴۷.

DOI: [10.22034/ijws.2025.369639.1488](https://doi.org/10.22034/ijws.2025.369639.1488)

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

سویا (*Glycine max* L.) یک گیاه زراعی بسیار مهم است که محتوای روغن آن از ۱۴ تا ۲۳ درصد و پروتئین آن از ۳۲ تا ۵۰ درصد تحت تاثیر محیط و ژنوتیپ گیاه متغیر می‌باشد (Divsalar *et al.*, 2016). این گیاه یکی از منابع عمده تولید روغن نباتی و پروتئین گیاهی است و از نظر تولید روغن در سطح جهان مقام اول را بین گیاهان روغنی دارد (USDA, 2021). علاوه بر این، استفاده از گیاهان خانواده نخودیان از جمله سویا به دلیل کمبود خاک‌های کشور از نظر کربن آلی به خصوص در مناطق گرمسیری، می‌توانند باعث بهبود کیفیت خاک شوند (Raphael *et al.*, 2016).

خاک‌ورزی و آماده‌سازی اولیه بستر کاشت عملیاتی انرژی‌خواه در کشاورزی است که تقریباً ۵۰ درصد انرژی کل مصرفی را به خود اختصاص می‌دهد (Yonesi-Alamoti *et al.*, 2015). کشاورزی حفاظتی رویکردی برای مدیریت کشاورزی زیست‌محیطی جهت بهبود و پایداری بهره‌وری، افزایش سود و امنیت غذایی و در عین حال افزایش و بهبود منابع پایه و حفظ محیط زیست و شیوه‌ای برای تولید سودآور محصولات کشاورزی و حفظ پایداری منابع محیط زیست می‌باشد (FAO, 2019). بقایای گیاهی از مهم‌ترین اشکال ورود مواد آلی به خاک هستند که شامل برگ، شاخه، ریشه‌ها و ترشحات ریشه‌ای می‌باشند. افزایش ماده آلی علاوه بر افزایش حاصلخیزی، بر بهبود دانه‌بندی و پایداری خاکدانه‌ها تأثیرگذار بوده و از فرسایش خاک نیز جلوگیری می‌کند

(Jianhua *et al.*, 2019). امروزه روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل اثرات زیست‌محیطی مطلوب، مورد توجه تولیدکنندگان محصولات کشاورزی و همچنین محققان قرار گرفته‌اند. خاک‌ورزی حفاظتی با حفظ بقایا، باعث تثبیت ذرات خاک، جلوگیری از تخریب ساختار خاک و افزایش مواد آلی خاک می‌گردد (Monsefi *et al.*, 2022). بر این اساس در تحقیقی مشخص شد در شرایط بدون خاک‌ورزی در کشت گندم درصد کربن آلی خاک ۸/۲ درصد بالاتر بود که این امر می‌تواند در افزایش عملکرد دانه گندم اثرگذار باشد (Nadeem *et al.*, 2019). با توجه به کاهش باران در سالهای اخیر در کشور و به منظور حفظ رطوبت در خاک می‌توان از روش بدون خاک‌ورزی استفاده نمود؛ در همین راستا گزارش شده است که در روش بی‌خاک‌ورزی به دلیل وجود بقایا در سطح خاک نفوذپذیری آب به داخل خاک بیشتر شده و رطوبت خاک افزایش می‌یابد (Saraei *et al.*, 2022).

مطالعات نشان داده است که نظام‌های خاک‌ورزی به‌طور معنی‌داری بر شاخص‌های کیفی (Chetan *et al.*, 2015) و از طریق تاثیر بر وضعیت خاک بر تولید محصول سویا تاثیر می‌گذارند (Chetan *et al.*, 2022). براساس تحقیقات انجام‌شده در سه روش بدون خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و روش خاک‌ورزی مرسوم مشخص شد عملکرد سویا در روش بدون خاک‌ورزی بالاترین عدد را به خود اختصاص داده است (Momen-Yesaghi *et al.*, 2017). با توجه به مزایای روش بدون خاک‌ورزی، جهت توسعه پایدار

در بخش کشاورزی بایستی با تغییر روش به خاک ورزی حفاظتی روی آورد (Molai, 2012).

علف‌های هرز از طریق رقابت با گیاهان زراعی مجاور خود بر سر نور، آب و مواد غذایی، باعث کاهش رشد و عملکرد سویا می‌گردند (Shaygan, 2008). علف‌های هرز مزارع سویا بسته به منطقه کم و بیش متفاوتند. علف‌های هرز غالب مزارع اجرای طرح شامل گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medik)، توق (*Xanthium strumarium* L.)، گونه‌های مختلف تاج‌خروس (*Amaranthus* spp.)، اوپارسلام (*Cyperus rotundus* L.) و ارزن وحشی (*Setaria viridis* L.) هستند. همچنین گزارش‌ها حاکی از تهاجم برخی علف‌های هرز جدید از جمله خربزه وحشی (*Cucumis melo* L.) و کنجد شیطانی (*Cleome viscosa* L.) در مزارع سویای استان گلستان است (Zand et al., 2018). به دلیل اهمیت کشت سویا در کشورهای توسعه‌یافته، علف-کش‌های متعددی برای کنترل علف‌های هرز آن تولید یا به ثبت رسیده است (Abtali et al., 2009). استفاده از علف‌کش‌ها به‌عنوان راهکاری موثر در کنترل علف‌های هرز بوده ولی عواقب منفی از قبیل آلودگی زیست‌محیطی، غذایی (Tang et al., 2021) و مقاومت علف‌های هرز را به همراه دارد (Heap, 2023). آلودگی علف‌های هرز عامل اصلی عملکرد ضعیف سویا بوده و مدیریت صحیح علف‌های هرز یکی از مهمترین و گران‌ترین مراحل تولید سویا است؛ لذا با توجه به اهمیت و کنترل علف‌های-هرز در مزارع سویا، آلودگی مزارع به علف‌های هرز

پس از کاربرد علف‌کش کاهش می‌یابد (Stefanic et al., 2022). گزارش شده است که روش‌های مدیریت علف‌های هرز باعث کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز سویا در مقایسه با عدم کنترل آنها می‌گردد (Ajokporise et al., 2018) و متعاقباً افزایش عملکرد سویا را به همراه دارد (Stefanic et al., 2022). بنابراین، معرفی علف‌کش‌های با طیف کنترلی وسیع و به‌ویژه با محل‌های هدف متنوع از جمله ضرورت‌های مدیریت کاربرد علف‌کش‌ها و به‌تأخیر انداختن بروز مقاومت جمعیت‌های علف هرز می‌باشد (Mousavi et al., 2005). لذا با توجه به اهمیت کنترل علف‌های هرز در مزارع سویا، آلودگی مزارع به علف‌های هرز پس از کاربرد علف‌کش کاهش یافته و باعث افزایش عملکرد می‌شود (Stefanic et al., 2022). استفاده از روش‌های مختلف خاک‌ورزی با تاثیر بر قرار گرفتن بذر علف‌های هرز در عمق‌های مختلف خاک، بر جوانه‌زنی آنها تاثیر می‌گذارد و با افزایش عمق قرار گرفتن بذر علف‌های هرز در عمق خاک، درصد سبز شدن آنها کاهش می‌یابد (Chauhan et al., 2018). بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد علف‌کش متری‌بوزین در تلفیق با بقایای گیاهی می‌تواند علف‌های هرز یکساله از جمله تاج‌خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.) و سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.) را به‌خوبی کنترل نماید (Mohammaddoust Chamanabad, 2011). بر اساس گزارش پژوهشگران، استفاده

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت‌های نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو منطقه از استان گلستان با شرایط آب و هوایی متفاوت در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام شد. منطقه اول در شهرستان گرگان (دارای شرایط آب و هوایی نیمه-مرطوب با میزان بارندگی سالیانه حدود ۶۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۶۰ متری از سطح دریا و مشخصات طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۶ دقیقه و ۰۴ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه و ۳۷ ثانیه) و منطقه دوم در شهرستان بندرترکمن (با شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک با میزان بارندگی سالیانه حدود ۴۳۰ میلی‌متر و ارتفاع حدوداً ۲۰ متری از سطح دریا با مشخصات طول جغرافیایی ۵۴ درجه ۰۴ دقیقه و ۲۱ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۳ دقیقه و ۴۹ ثانیه) بود. وضعیت میانگین دما و میزان بارندگی در دو منطقه گرگان و بندرترکمن طی دوره آزمایش مطابق جدول ۱ می‌باشد.

جهت تعیین وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک هر مزرعه به صورت جداگانه و تصادفی تعداد ده نمونه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه شد. با مخلوط کردن این نمونه‌ها یک نمونه همگن به دست آمد (Shahdi-Komaleh *et al.*, 2018) و برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد. جدول ۲ مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در دو منطقه گرگان و بندرترکمن را نشان می‌دهد.

ترکیبی علف‌کش متری‌بوزین با مقدار ۷۰۰ گرم در هکتار به صورت پیش‌رویشی به همراه علف‌کش بنتازون به مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار به صورت پس-رویشی و استفاده ترکیبی علف‌کش پرسوئیت به مقدار یک لیتر در هکتار به همراه علف‌کش بنتازون به مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار به صورت پس‌رویشی به عنوان بهترین تیمارها برای کنترل علف هرز خربزه وحشی بودند (Armashi, 2014). همچنین گزارش شده است که استفاده از دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر شامل ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار به صورت پیش‌رویشی و پس‌رویشی، و متری‌بوزین به میزان ۶۰۰ گرم در هکتار به صورت پیش‌رویشی نشان داد که تغییر غلظت و زمان مصرف ایمازتاپیر بر وزن خشک علف‌های هرز موثر بوده؛ به طوری که با افزایش غلظت علف‌کش ایمازتاپیر کارایی آن افزایش یافت و کارایی متری‌بوزین ۲۵ و ۴۰ روز پس از سم‌پاشی مشابه مصرف ایمازتاپیر با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار می‌باشد (Siahmargoui *et al.*, 2016). بر اساس تحقیقات صورت گرفته روی باقلا مشخص شد در میان تیمارهای علف‌کش، ایمازتاپیر با دز ۰/۶ لیتر در هکتار، ماده خشک علف‌های هرز را ۹۸/۷ درصد کاهش داد (Aboali & Saeedipour, 2015). با توجه به لزوم توسعه روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در ایران و از طرفی اهمیت کنترل علف‌های هرز مزارع سویا، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و مدیریت علف‌های هرز بر کنترل علف‌های هرز، عملکرد و اجزای عملکرد سویا صورت گرفت.

جدول ۱- وضعیت میانگین دما و میزان بارندگی در دو منطقه گرگان و بندرترکمن طی دوره آزمایش (سال ۱۴۰۰).

Table 1. Average temperature and rainfall in Gorgan and Bandar Torkaman during the experimental period (2021).

Month	Gorgan		Bandar Torkeman	
	Average Temperature (°C)	Rainfall Amount (mm)	Average Temperature (°C)	Rainfall Amount (mm)
July	30.7	28.2	29.8	23.2
August	30.5	1.6	30.1	4.5
September	28.8	2.8	28.3	1
October	20.4	58.2	20.8	47.1
November	12.5	41.7	13.8	45.8

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک دو منطقه گرگان و بندرترکمن.

Table 2. Comparison of the physical and chemical properties of soils in Gorgan and Bandar Torkaman regions.

Region	Soil Structure (%)			Soil pH	Electrical Conductivity (EC) (ds m ⁻¹)	Total Nitrogen (%)	Soil Organic Matter (%)	Available Phosphorus (mg kg ⁻¹)	Available Potassium (mg kg ⁻¹)
	clay	silt	sand						
Gorgan	51.4	25.3	23.3	7.51	0.89	0.13	2.11	11.35	264
B. Torkeman	46.5	35.5	18	7.95	4.9	0.1	1.81	10.75	275

۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار، علف‌کش ایمازتاپیر به- صورت پسریشی به میزان ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، علف‌کش ایمازتاپیر به صورت پسریشی به میزان ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار، علف‌کش متری‌بوزین به صورت پسریشی به میزان ۶۰۰ گرم در هکتار به همراه علف‌کش‌های بنتازون (بازاگران SL48%) به میزان ۲۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و کلتودیم (سوپر پاور EC12%) به میزان ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار به- صورت پسریشی) بودند. زمان سمپاشی با توجه به دمای بالا در بعد از ظهر انجام شد.

عملیات کاشت با توجه به هدف اعمال نظام‌های خاک‌ورزی، بعد از برداشت گندم در دو منطقه (گرگان و بندرترکمن) انجام شد. در اراضی مورد آزمایش در دو سال قبل گندم به روش خاک‌ورزی مرسوم کشت شده بود. رقم سویای مورد استفاده در آزمایش DPX (کتول) بوده که از مرکز توزیع بذر

در این پژوهش کرت‌های عمودی با ابعاد ۷×۲۴ متر شامل روش‌های مختلف خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی (NT)، نیمه‌خاک‌ورزی (MT) و خاک‌ورزی مرسوم (CT))، و کرت‌های افقی با ابعاد ۷×۳ متر شامل روش‌های مدیریتی علف‌های هرز در هشت سطح (شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز)، وجین (چهار مرحله)، استفاده از علف‌کش متری-بوزین (سنکور WP70%) به صورت پسریشی (بعد از کاشت و قبل از سبز شدن گیاه زراعی) به میزان ۶۰۰ گرم در هکتار، استفاده از علف‌کش متری‌بوزین به صورت پسریشی به میزان ۶۰۰ گرم در هکتار به علاوه علف‌کش ایمازتاپیر (پرسوئیت SL10%) به صورت پسریشی به میزان ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، علف‌کش متری‌بوزین به صورت پسریشی به میزان ۶۰۰ گرم در هکتار به علاوه علف‌کش ایمازتاپیر به صورت پسریشی به میزان

سویا که مورد تایید سازمان جهاد کشاورزی استان می‌باشد تهیه شد. رقم کتول جزء گروه رسیدگی دیررس، پابلند، رنگ گل بنفش، رنگ غلاف طلایی و تیپ رشدی نیمه محدود است. در هر کرت پنج ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتیمتر، فاصله روی ردیف ۱۰ سانتیمتر و عمق چهار سانتیمتر با کارنده خطی کار مکانیکی کشت مستقیم که قابلیت کشت در تمام روش‌های خاک‌ورزی را دارا می‌باشد در نظر گرفته شد. در روش بدون خاک-ورزی، سویا به‌طور مستقیم در بقایای گندم کشت شد. در روش نیمه خاک‌ورزی بعد از زدن یک چیزل به همراه دیسک و در روش خاک‌ورزی مرسوم بعد از زدن گاوا آهن برگردان‌دار و سه دیسک عمود بر هم اقدام به کشت شد. در اجرای طرح از تراکتور ITM-399/4 شش سیلندر ۱۱۰ اسب بخار و از دیسک ۳۶ پره تاندوم ۲۴ اینچ با عمق کار ۱۷ سانتیمتر استفاده شد. بر اساس عرف منطقه از کودهای پایه شامل کودهای اوره و سوپرفسفات تریپل هر کدام به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و مایع تلقیح بذر سویا (کود بیولوژیک بایوسوی^۱ دارای میکروارگانیزم *Bradyrhizobium japonicum* تولیدشده توسط شرکت فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا و تهیه‌شده از مرکز توزیع بذر سویا) به میزان نیم‌لیتر برای ۶۰ کیلوگرم بذر جهت کشت یک هکتار استفاده شد. برای محلول‌پاشی علف‌کش‌ها بر اساس تیمارهای ارائه‌شده، از سمپاش پستی ماتابی با نازل تی‌جت و فشار ۲/۵ بار که بر اساس میزان ۳۰۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شده بود استفاده شد.

بررسی صفات علف‌های هرز در هر کرت نسبت به شاهد متناظر آن انجام شد، به این صورت که از کرت هفت متری، دو متر اول آن بدون هیچگونه عملیات و به عنوان شاهد متناظر و در پنج متر دیگر روش‌های مدیریتی علف‌های هرز اعمال شد که در ادامه با هم مقایسه شدند. اندازه‌گیری صفت تراکم علف‌های هرز در مرحله چهارمین گرهی سویا با انداختن سه مرتبه کادری به ابعاد ۰/۵×۰/۵ متر به صورت تصادفی در هر کرت و شمارش علف‌های هرز در هر کادر انجام شد (Minbashi et al., 2008). برای تعیین صفت وزن خشک علف‌های هرز در مرحله برداشت سویا با لحاظ کردن اثر حاشیه‌ای، بعد از سه پرتاب تصادفی کادری به ابعاد ۰/۵ × ۰/۵ متر، علف‌های هرز آن جمع‌آوری و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در آون (مدل Memert D-91126 ساخت کشور آلمان) قرار گرفت و سپس با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد (Nehbandani et al., 2016). علف‌های هرز غالب در مزارع اجرای طرح برای منطقه گرگان شامل توق، گاوپنبه و تاج‌خروس ریشه‌قرمز و در منطقه بندر ترکمن شامل اویارسلام و ارزن وحشی بودند که خصوصیات آنها در جدول ۳ نشان داده شده است.

برای تعیین اجزای عملکرد، بعد از حذف اثرات حاشیه‌ای در هر کرت تعداد پنج بوته به صورت تصادفی (سه ردیف وسط) برداشت و سپس فاکتورهای اجزای عملکرد آنها شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در هر غلاف و وزن هزار دانه

نتایج و بحث

تراکم علف‌های هرز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده خاک‌ورزی، روش‌های مدیریت علف‌های هرز و اثر متقابل روش خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر صفت تراکم علف‌های هرز، بسیار معنی‌دار (در سطح یک درصد) و سایر اثرات تیمارها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل روش خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز نشان داد که بیشترین درصد کاهش تراکم علف‌های هرز مربوط به استفاده ترکیبی علف‌کش-های متری‌بوزین+ بنتازون+ کلتودیم در تیمار عدم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم و همچنین کاربرد علف‌کش متری‌بوزین+ ایمازتاپیر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار در شرایط کم‌خاک‌ورزی و عدم خاک‌ورزی حاصل شد. کمترین کاهش تراکم متعلق به ایمازتاپیر ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار به‌تنهایی و متری‌بوزین ۶۰۰ گرم در هکتار به‌تنهایی در شرایط کم‌خاک‌ورزی به‌دست آمد. در شرایط وجین، تراکم علف‌های هرز در روش عدم خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم به میزان ۷۶/۲۸ و ۳۹/۵۹ درصد کاهش یافتند (شکل ۱). استفاده از روش خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی به دلیل تغییر در سطح خاک و جابجایی بذر علف‌های هرز در لایه‌های مختلف خاک و همچنین مصرف ترکیبی از علف‌کش‌های مختلف به دلیل کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ باعث کاهش بهتر تراکم علف‌های هرز شد و بیشترین درصد کاهش تراکم را به خود اختصاص داد. نتایج محققان نشان داد

اندازه‌گیری شد (Gorzin et al., 2015). برای تعیین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بعد از حذف اثر حاشیه‌ای بوته‌ها از سطحی به مساحت دو متر مربع (سه ردیف وسط) از هر کرت برداشت و دانه‌ها از بوته‌ها جدا شد. بعد از اندازه‌گیری وزن دانه‌ها عملکرد دانه مشخص شد. سپس جهت تعیین عملکرد بیولوژیک، بوته‌های سویای برداشت‌شده توسط آون (مدل Memert D-91126 ساخت کشور آلمان در دمای ۸۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت) خشک شدند. سپس وزن خشک اندام‌های هوایی آنها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری و عملکرد بیولوژیک آنها محاسبه شد. در ادامه شاخص برداشت با معادله زیر تعیین شد (Kokhaki & Sarmadanya, 2017):

شاخص برداشت = $100 \times (\text{عملکرد کل زیست‌توده} / \text{عملکرد دانه})$

برای بررسی کفایت داده‌ها جهت تجزیه مرکب، آزمون بارتلت انجام شد. نتایج نشان داد سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ بود، بنابراین تجزیه مرکب انجام شد. پس از اندازه‌گیری و به‌دست آوردن داده‌ها برای تجزیه واریانس و تجزیه مرکب دو مکان از نرم‌افزار SAS (نسخه 9.1) و برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. ضریب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی نیز با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شد. برای ترسیم نمودارها نرم‌افزار Excel به کار گرفته شد.

علف‌کش‌های ایمازتاپیر، پندیمتالین و اکسیفلورفن در کنترل علف‌های هرز مزارع سویا تاثیر گذار بوده و کلیه تیمارهای مصرف علف‌کش سبب کاهش درصد تراکم علف‌های هرز نسبت به تیمار شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز) شدند (Younesabadi et al., 2021). همچنین بر اساس تحقیق صورت گرفته بیشترین کاهش تراکم علف‌های هرز (باریک‌برگ و پهن‌برگ) در مزرعه پنبه، تحت تاثیر دز ۲۰ گرم انوک (تری‌فلوکسی-سولفورون سدیم) در هکتار به همراه سیتوگیت در خاک‌ورزی مرسوم مشاهده شد (Sardar et al., 2014). در تحقیقی دیگر با بررسی سه سیستم خاک‌ورزی مرسوم، حداقل و حفاظتی مشخص شد در تناوب گندم - کلزا در طی چهار سال تراکم علف‌های هرز در روش خاک‌ورزی مرسوم کمتر از خاک‌ورزی حداقل و حفاظتی بود (Jafarzadeh & Hatami, 2013).

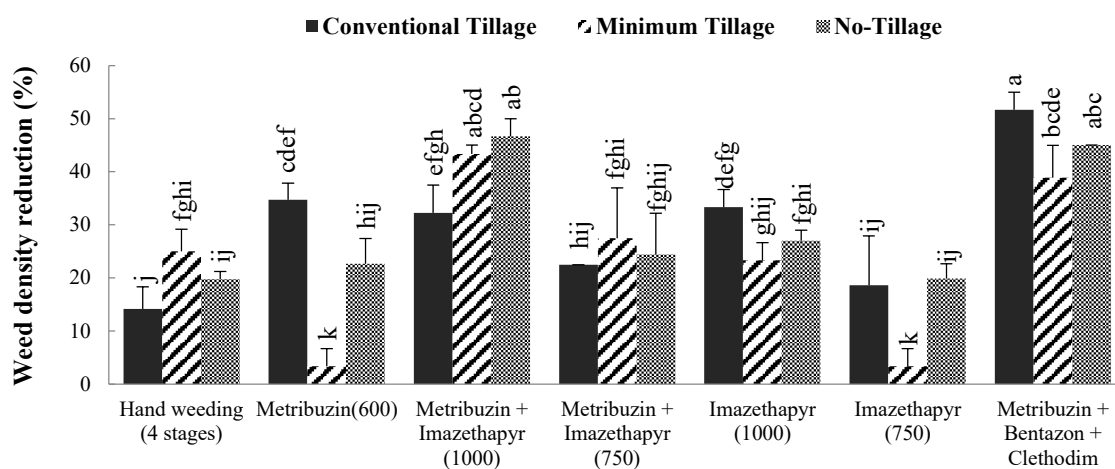
وزن خشک علف‌های هرز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثر ساده منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر وزن خشک علف‌های هرز در پایان فصل رشد در سطح یک درصد معنی‌دار شد؛ درحالی‌که سایر منابع تغییر تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده منطقه نشان داد وزن خشک علف‌های هرز در منطقه گرگان ۲۲/۰۹ درصد نسبت به منطقه بندرترکمن کاهش داشت (شکل ۲). شرایط آب و هوایی عامل مهمی است که کارایی علف‌کش‌ها را تحت تاثیر قرار دهد (Cieslik et al., 2013)، بنابراین با توجه به وجود

شرایط آب و هوایی مناسب در منطقه گرگان نسبت به منطقه بندرترکمن (جدول ۲)، تاثیر علف‌کش‌ها روی علف‌های هرز در این منطقه بهتر بوده است و در نتیجه کاهش بیشتر وزن خشک علف‌های هرز را به همراه داشته است. همچنین در بین روش‌های مدیریتی علف‌های هرز، کاربرد متری‌بوزین+ بنتازون+ کلتودیم نسبت به تیمارهای کاربرد علف-کش ایمازتاپیر به میزان ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و وچین به ترتیب ۲۵۰/۲۷ و ۲۴۱/۸۸ درصد وزن خشک علف‌های هرز را کاهش داد (شکل ۳). روش‌های مختلف خاک‌ورزی تاثیر چندانی بر وزن خشک علف‌های هرز در مرحله برداشت گیاه زراعی نداشتند، ولی مصرف علف‌کش به صورت تنها و ترکیبی از طریق تاثیر بر جوانه‌زنی و جلوگیری از رشد علف‌های هرز مختلف، وزن خشک علف‌های هرز را کاهش داد. به‌طور کلی، استفاده ترکیبی از علف‌کش تاثیر بهتری بر کاهش وزن خشک علف‌های هرز داشت. در راستای نتایج این پژوهش، استفاده ترکیبی از علف‌کش‌های پندی‌متالین، اکسی‌فلورفن و اگرادپازون جمعیت و وزن خشک علف‌های هرز را کاهش داد و موجب افزایش عملکرد پیاز شده است (Aien & Mamnoie, 2014). در گزارشی دیگر و در بررسی سطوح مختلف علف‌کش متری‌بوزین مشخص شد میزان ۶۰۰ گرم از این علف‌کش در هکتار باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز شده است (Nor Aftab et al., 2021). همچنین مصرف ۶۰۰ میلی‌لیتر در هکتار علف‌کش ایمازتاپیر

تاثیر مثبتی داشته است (Kumar Mawalia *et al.*, 2015).

در کاهش وزن خشک علف‌های هرز نخود در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز)



Weed Managment Methods

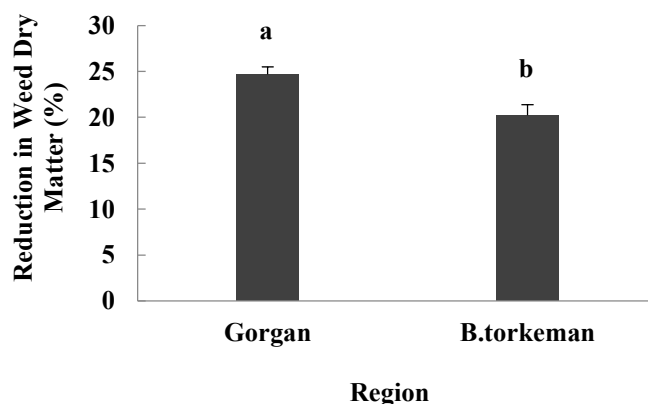
شکل ۱- اثر متقابل روش خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر تراکم علف‌های هرز در مرحله چهارمین گره سویا. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بدون تفاوت معنی‌دار آماری در سطح یک درصد هستند.

Figure 1. Interaction effect of tillage method and weed management on weed density at the fourth node of soybean. The means with common letters are not significantly different at the 1% probability level.

علف‌های هرز بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار (در سطح پنج درصد) و اثر متقابل خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز و اثر سه‌جانبه منطقه و خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر تعداد غلاف در بوته غیر معنی‌دار شد (جدول ۵).

تعداد غلاف در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثر ساده منطقه، خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر تعداد غلاف در بوته بسیار معنی‌دار (در سطح یک درصد)، اثر متقابل منطقه و خاک‌ورزی و اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت

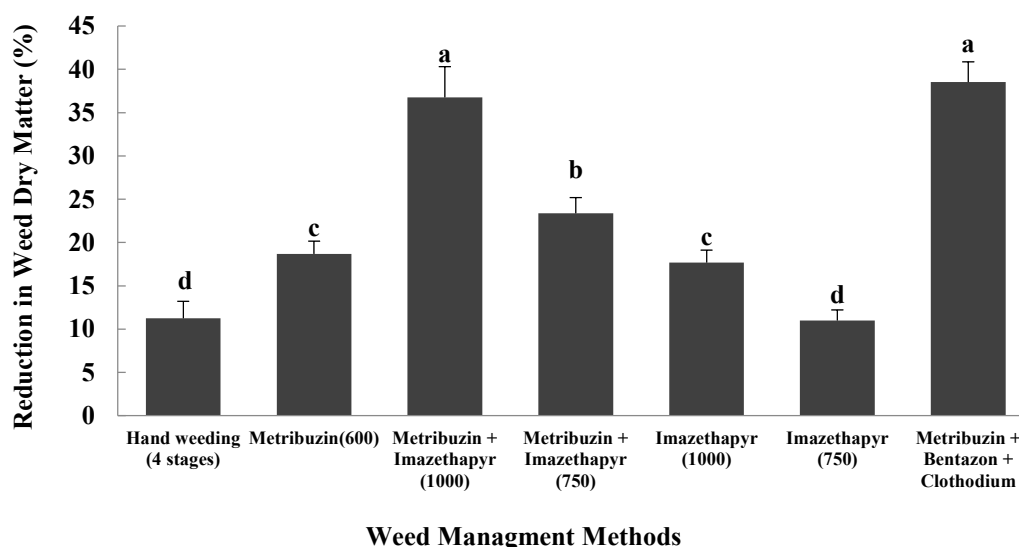


شکل ۲- اثر ساده منطقه بر وزن خشک علف‌های هرز.

Figure 2. Simple effect of region on weed dry weight.

نتایج به‌دست آمده مشخص شد صفت تعداد غلاف در بوته در تیمار کاربرد متری‌بوزین + بنتازون + کلتودیم نسبت به تیمار شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز) در منطقه گرگان ۴۲/۲ درصد و در منطقه بندرت‌رکمن ۵۰/۳۷ درصد افزایش داشت که حاکی از اهمیت کنترل علف‌های هرز می‌باشد (جدول ۷).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل منطقه و خاک‌ورزی بر صفت تعداد غلاف در بوته نشان داد که تیمارهای بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی در منطقه گرگان نسبت به تیمار خاک‌ورزی مرسوم در منطقه بندرت‌رکمن به ترتیب ۲۲/۶۲ و ۲۰/۹۹ درصد تعداد غلاف در بوته بیشتری داشتند (جدول ۶). بر اساس



شکل ۳- اثر روش‌های مختلف مدیریت علف‌های هرز بر وزن خشک علف‌های هرز. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک روی هر ستون، بدون تفاوت معنی‌دار آماری در سطح یک درصد هستند.

Figure 3. Effect of different weed management methods on weed dry weight. The means with common letters are not significantly different at the 1% probability level.

گل و به تبع آن غلاف کمتری تولید کند. در روش بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی به دلیل حفظ بقایا و افزایش رطوبت و جذب بهتر مواد مغذی خاک توسط ریشه گیاه زراعی و همچنین کنترل بهتر علف‌های هرز با استفاده از تیمارهای ترکیبی علف‌کش به علت کاهش رقابت علف‌های هرز، بیشترین تاثیر را بر تعداد غلاف در بوته نسبت به تیمار خاک-ورزی مرسوم و استفاده از علف‌کش به تنهایی داشت. در مطالعه‌ای روی پنبه مشخص شد تیمارهای بدون خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی در مقایسه با

در اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف-های هرز، تیمار کاربرد متری‌بوزین + بنتازون + کلتودیم در منطقه گرگان ۶۱/۳۴ درصد، تعداد غلاف در بوته بیشتری نسبت به تیمار شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز) در منطقه بندرت‌رکمن داشت (جدول ۷). در روش خاک‌ورزی مرسوم، به دلیل کاهش رطوبت و دمای بیشتر خاک، گیاه زراعی برای حفظ بقای خود زودتر به مرحله زایشی وارد شده و طول دوره رشدی خود را کاهش داده است (Saini *et al.*, 2024) که این امر باعث می‌شود

تیمار خاک‌ورزی مرسوم تعداد قوزه در بوته بیشتری داشتند (Ghaderifar *et al.*, 2011). محققان گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته در شرایط کنترل نسبت به عدم کنترل علف‌های هرز حدود ۳۵ درصد بیشتر بود که علت آن حذف فشار رقابتی ناشی از حضور علف‌های هرز و در دسترس بودن بیشتر منابع می‌باشد (Eshaghi *et al.*, 2011). نتایج محققان نشان می‌دهد به دلیل کاهش جمعیت علف‌های هرز در اثر کاربرد علف‌کش فضای کافی در اختیار گیاه سویا قرار می‌گیرد که باعث افزایش

معنی‌دار تعداد غلاف در بوته سویا می‌شود (Egli & Bruening, 2010). همچنین طی مطالعه‌ای روی نخودفرنگی مشخص شد تمامی تیمارهای مصرف علف‌کش تاثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته داشته ولی اثر ترکیبی پندی‌متالین (یک کیلوگرم در هکتار) به صورت پیش‌رویشی به علاوه ایمازتاپیر با دز ۵۰ گرم ماده مؤثره در هکتار به صورت پس‌رویشی تعداد غلاف در بوته بالاتری را نسبت به مصرف علف‌کش به تنهایی داشت (Kumar *et al.*, 2013).

جدول ۳- خصوصیات علف‌های هرز غالب مشاهده شده در کرت‌های آزمایشی.

Table 3. Characteristics of dominant weeds in the experimental fields.

Scientific Name	Family	Life Cycle	Photosynthesis Pathway	Seed Production
<i>Xanthium strumarium</i>	Asteraceae	Annual	C3	High
<i>Abutilon theophrasti</i>	Malvaceae	Annual	C3	Medium to high
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	Annual	C4	Very high
<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	perennial	C4	High
<i>Setaria viridis</i>	Poaceae	Annual	C4	High

تعداد دانه در غلاف

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثر ساده منطقه، خاک‌ورزی، روش‌های مدیریت علف‌های هرز، اثر متقابل منطقه و خاک‌ورزی و اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر تعداد دانه در غلاف بسیار معنی‌دار (در سطح یک درصد) و اثر متقابل خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز و اثر سه‌جانبه منطقه در خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نشد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل منطقه و خاک‌ورزی بر صفت تعداد دانه در غلاف نشان داد تیمار بدون خاک‌ورزی در منطقه گرگان نسبت به تیمارهای

خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی در منطقه بندرترکمن به ترتیب ۴۸/۶۶ و ۴۳/۸۷ درصد تعداد دانه در غلاف بیشتری تولید نمود (جدول ۶). در اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز، کاربرد متری بوزین + ایمازتاپیر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کاربرد متری بوزین + ایمازتاپیر ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و کاربرد متری بوزین + بنتازون + کلتودیوم در منطقه گرگان به ترتیب ۷۴/۶۳، ۷۳/۹۱ و ۷۲/۷۶ درصد، تعداد دانه در غلاف بیشتری نسبت به تیمار شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز) در منطقه بندرترکمن داشت (جدول ۷). همانطور که در جدول ۲ مشخص است گرگان به دلیل داشتن ماده آلی خاک بیشتر نسبت به بندرترکمن و تیمار بدون

تریفلورالین باعث افزایش تعداد دانه در خورجین گیاه کلزا می‌شود (Fruzandeh *et al.*, 2016). در مطالعه‌ای روی گیاه سویا گزارش شده است که استفاده ترکیبی از علف‌کش ۱۰۰ درصد ایمازتاپیر + ۵۰ درصد تریفلورالین به دلیل کاهش جمعیت علف‌های هرز و رقابت برون‌گونه‌ای و همچنین ایجاد پوشش گیاهی مطلوب برای گیاه زراعی سبب افزایش تعداد دانه در بوته نسبت به بقیه تیمارهای استفاده از علف‌کش شد (Gholamalipour-Alamdari *et al.*, 2016). همچنین بر اساس تحقیق صورت گرفته استفاده از روش بدون خاک‌ورزی با کاربرد ترکیبی علف‌کش‌ها (pendimethalin + imazethapyr) به صورت پیش‌رویشی باعث کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و همچنین افزایش جذب مواد مغذی (N, P, K) توسط سویا می‌شود که به طور غیر مستقیم باعث افزایش صفات عملکردی مثل تعداد دانه در غلاف می‌گردد (Bhan & Kukal, 2015).

خاک‌ورزی به علت حفظ رطوبت بیشتر در طول دوره رشدی و جذب بهتر عناصر غذایی موجود در خاک و همچنین تاثیر بهتر استفاده ترکیبی از علف‌کش نسبت به کاربرد منفرد علف‌کش جهت کنترل بهتر جمعیت علف‌های هرز و کاهش رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز، باعث افزایش تعداد دانه در غلاف شد. در پژوهشی بیشترین تعداد دانه در متر مربع در زراعت گندم به دلیل حفظ رطوبت و بهبود حاصلخیزی خاک مربوط به تیمار کم خاک‌ورزی و حفظ بقایای ذرت به دست آمد (Mirzavand *et al.*, 2021). در مطالعه‌ای مشخص شد تعداد دانه در غلاف به طور معنی‌داری تحت تاثیر ژنوتیپ و علف‌های هرز قرار دارد (Ghanbari Motlagh *et al.*, 2011) و افزایش تعداد بوته علف‌های هرز از طریق افزایش رقابت بر سر مواد مغذی خاک باعث کاهش تعداد دانه در غلاف می‌گردد (Sadeghipour *et al.*, 2004). همچنین مشخص شد استفاده از علف‌کش

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات علف‌های هرز مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای آزمایش.

Table 4. Combined analysis of variance (mean squares) for the studied weed traits under the influence of experimental treatments.

Sources of Variation (SOV)	DF	Weed Density at the Fourth Node of Soybean	Dry Weight of Weeds at the Harvest Stage of Soybean
Region	1	22.4 ^{ns}	628.46 ^{**}
Repetition (Region)	4	7.46 ^{**}	64.51 ^{ns}
Vertical factor (Tillage)	2	13.36 ^{**}	11.16 ^{ns}
Region × Tillage	2	0.21 ^{ns}	59.53 ^{ns}
Main Error	8	1.07	109.78
Horizontal factor (Weed Management)	6	30.75 ^{**}	2274.07 ^{**}
Weed Management × Region	6	2.97 ^{ns}	84.29 ^{ns}
Secondary Error	24	1.61	67.86
Weed Management × Tillage	12	7.1 ^{**}	59.1 ^{ns}
Weed Management × Tillage × Region	12	3.28 ^{ns}	87.52 ^{ns}
Total Error	48	1.77	46.27
Coefficient of Variation (C.V.%)	-	27.28	30.28

^{ns}, ^{*}, ^{**} به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت بسیار معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار و تفاوت غیر معنی‌دار می‌باشند.

^{ns}, ^{*}, and ^{**} indicate highly significant, significant, and non-significant differences, respectively.

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی تحت تاثیر تیمارهای آزمایش.

Table 5. Combined analysis of variance (mean squares) of the studied traits under the influence of experimental treatments.

Sources of Variation (SOV)	DF	Yield Components			Economic Yield	Biological Yield	Harvest Index
		Number of Pods per Plant	Number of Seeds per Pod	Thousand-Seed Weight			
Region	1	108.51**	10.4**	11701.83**	39367781.64**	139673002.8**	1456.06**
Repetition (Region)	4	0.65 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1.25 ^{ns}	26009.56 ^{ns}	355590.3 ^{ns}	0.35 ^{ns}
Vertical factor (Tillage)	2	40.51**	0.63**	54.61**	2553481.42**	43252359.5**	5.14*
Tillage × Region	2	3.55*	0.06**	2.96 ^{ns}	122590.17**	7607513.7**	48.42**
Main Error	8	2.11	0.01	1.09	25985.39	795556.7	5.21
Horizontal factor (Weed Management)	7	80.81**	0.59**	42.53**	3714612.46**	18166361.1**	143.45**
Weed Management × Region	7	1.81*	0.15**	9.73**	447013.12**	4541638.9**	4.89**
Secondary Error	28	0.76	0.01	1.24	20194.15	254945.8	1.51
Weed Management × Tillage	14	1.09 ^{ns}	0.02 ^{ns}	2.02 ^{ns}	44823.11*	987322 ^{ns}	2.23 ^{ns}
Weed Management × Tillage × Region	14	1.04 ^{ns}	0.01 ^{ns}	2.74*	19477.71 ^{ns}	532429 ^{ns}	1.87 ^{ns}
Total Error	56	0.75	0.01	1.36	22839.92	709451.8	1.45
Coefficient of Variation (C.V.%)	143	4.97	5.63	0.62	6.94	8.50	5.57

**، *، °، °° به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت بسیار معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار و تفاوت غیر معنی‌دار می‌باشند.

**، *، and ^{ns} indicate highly significant, significant, and non-significant differences, respectively.

وزن هزار دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده منطقه، خاک‌ورزی، روش‌های مدیریت علف‌های هرز و اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر وزن هزار دانه بسیار معنی‌دار (در سطح یک درصد) و اثر سه‌جانبه منطقه در خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر وزن هزار دانه معنی‌دار (در سطح پنج درصد) و اثر متقابل منطقه و خاک‌ورزی و اثر متقابل خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر وزن هزار دانه معنی‌دار نشد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر صفت وزن هزار دانه نشان داد تیمار شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز) در منطقه گرگان ۱۲/۴۹ درصد، وزن هزار دانه بیشتری نسبت به کاربرد متری بوزین + ایمازتاپیر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار در منطقه بندرترکمن داشت (جدول ۷). در اثر سه‌جانبه منطقه در خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز، تیمار خاک‌ورزی مرسوم در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز در منطقه گرگان ۱۴/۸۹ درصد وزن هزار دانه بیشتری نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی و کاربرد متری بوزین + بنتازون + کلتودیم در منطقه بندرترکمن داشت (شکل ۴). شهرستان گرگان به دلیل ماده آلی بیشتر در خاک (جدول ۲) نقش مهمی در وزن دانه دارد؛ اما کاهش رطوبت خاک (افزایش دمای خاک) در تیمار خاک‌ورزی مرسوم و عدم کنترل علف‌های هرز باعث افزایش رقابت بین گیاه زراعی و علف‌های هرز در مراحل مختلف رشدی گیاه و کاهش سطح برگ و فتوسنتز در برگ‌ها شده

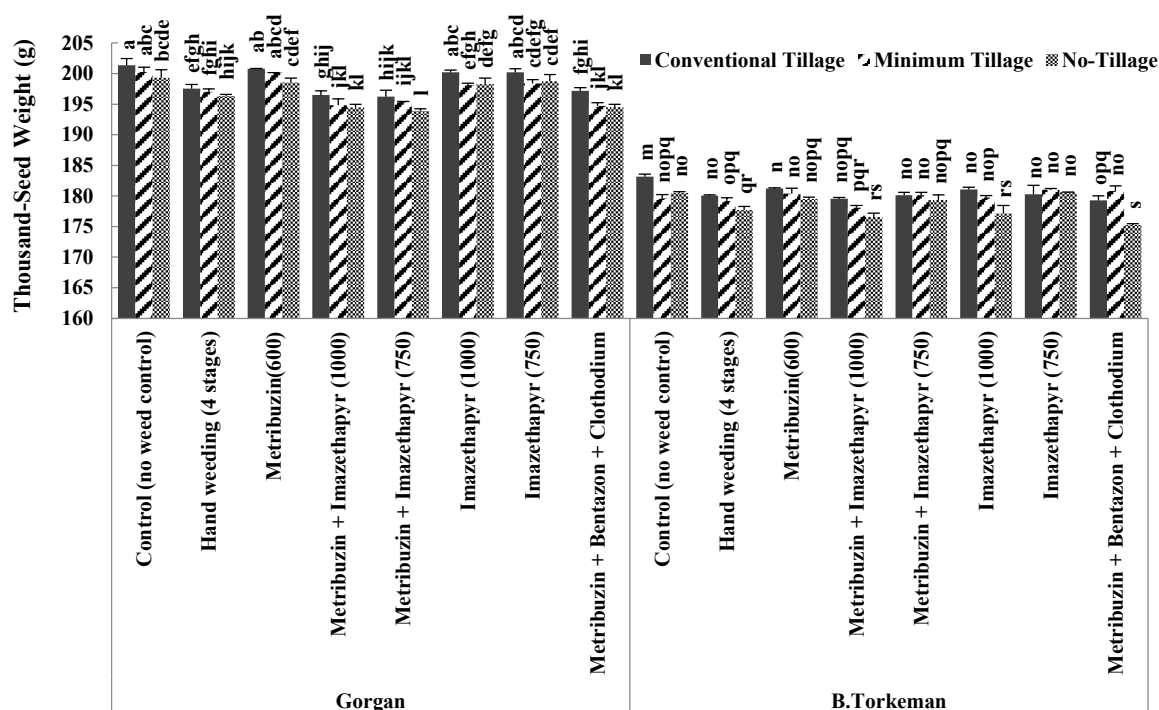
لذا از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف باعث افزایش وزن هزار دانه شد. در آزمایشی مشخص شد حفظ رطوبت در خاک به دلیل وجود بقایا در سطح آن، باعث کاهش دمای خاک در مراحل مختلف رشد و نمو گیاه شده که در نتیجه باعث کاهش وزن هزار دانه در تیمار بدون خاک‌ورزی می‌شود (Sepide-dam & Ramroudi, 2016). در تحقیقی مشخص شد افزایش تراکم از ۲۰ به ۴۰ بوته در متر مربع در تداخل با علف‌های هرز، موجب کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف شد؛ اما وزن صد دانه را افزایش داد (Mousavi et al., 2005).

عملکرد دانه سویا

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده منطقه، خاک‌ورزی، روش‌های مدیریت علف‌های هرز، اثر متقابل منطقه و خاک‌ورزی و اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر عملکرد دانه سویا بسیار معنی‌دار (در سطح یک درصد)، اثر متقابل خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر عملکرد دانه سویا معنی‌دار (در سطح پنج درصد) و اثر سه‌جانبه منطقه در خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر عملکرد دانه سویا غیر معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل منطقه و خاک‌ورزی نشان داد بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار بدون خاک-ورزی در منطقه گرگان و کمترین مقدار این صفت از تیمار خاک‌ورزی مرسوم در منطقه بندرترکمن به‌دست آمد. همچنین در هر دو منطقه به‌ترتیب

درصد عملکرد دانه بیشتری داشت. عملکرد دانه سویا در تیمار عدم خاک‌ورزی و عدم کنترل علف-های هرز به میزان ۳۰/۳ درصد نسبت به تیمار شاهد عدم خاک‌ورزی و عدم کنترل علف‌های هرز افزایش نشان داد. همچنین عملکرد دانه در تیمارهای استفاده از متری‌بوزین و ایمازتاپیر ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار در روش خاک‌ورزی مرسوم کمتر از روش بدون خاک‌ورزی با تیمار شاهد (بدون کنترل علف-های هرز) شد که حاکی از تاثیر روش بدون خاک-ورزی (بدون مصرف علف‌کش) در کنترل علف-های هرز و افزایش عملکرد دانه می‌باشد (شکل ۵).

تیمارهای عدم خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم عملکرد دانه بیشتری داشتند (جدول ۶). اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز نشان داد کاربرد متری‌بوزین + بنتازون + کلتودیم در منطقه گرگان ۱۹۸/۰۶ درصد عملکرد دانه بیشتری نسبت به تیمار شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز) در منطقه بندرترکمن تولید کرد (جدول ۷). در اثر متقابل خاک‌ورزی در روش‌های مدیریت علف-های هرز، تیمار بدون خاک‌ورزی با کاربرد متری-بوزین + بنتازون + کلتودیم نسبت به تیمار خاک-ورزی مرسوم بدون کنترل علف‌های هرز ۱۴۱/۲۶



شکل ۴- اثر متقابل سه گانه منطقه، روش خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر وزن هزار دانه. میانگین‌های با حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد هستند.

Figure 4. Triple interaction effect of region, tillage method, and weed management on 1000-grain weight. Means sharing the same letters are not significantly different at the 1% probability level.

علف‌های هرز و همچنین استفاده ترکیبی از علف-کش‌ها که کنترل موثر بر جمعیت علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ را به همراه داشت، از طریق تاثیر بر اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد

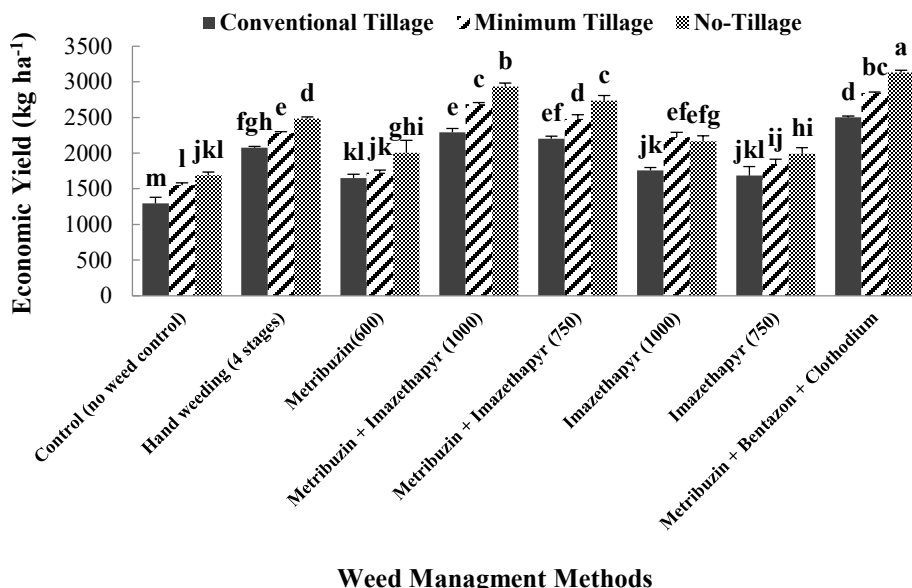
استفاده از تیمار بدون خاک‌ورزی به دلیل حفظ بقایا در سطح خاک و افزایش رطوبت در طول دوره رشدی گیاه زراعی، افزایش ماده آلی خاک و مهیا-کردن شرایط بهتر برای رشد گیاه زراعی نسبت به

2015). با آزمایشی روی گیاه گندم مشخص شد استفاده ترکیبی از علف‌کش‌های پندی‌متالین به- علاوه بروموکسینیل باعث افزایش ۱۵ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد (Verma et al., 2015). همچنین در تحقیقی روی گیاه سویا مشخص شد استفاده از ترکیب متری‌بوزین + سولفترازون در روش بدون خاک‌ورزی، کنترل مؤثری بر علف‌های هرز مانند چلغوزک و جودره داشته که از طریق کاهش رقابت با گیاه سویا باعث افزایش عملکرد می‌گردد (Dalley, 2024). در پژوهشی بالاترین عملکرد گندم در شرایط بدون خاک‌ورزی، کاربرد تلفیقی علف‌کش‌های کلودینافوپ پروپارزایل (با نام تجاری تاپیک) و متسولفورون متیل (با نام تجاری توتال) به همراه چهار تن مالچ در هکتار به دست آمد (Pratikshya-Rani et al., 2020).

عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب، اثر ساده منطقه، خاک‌ورزی، روش‌های مدیریت علف‌های هرز، اثر متقابل منطقه و خاک‌ورزی و اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر عملکرد بیولوژیک بسیار معنی‌دار (در سطح یک درصد) و اثر متقابل خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز و اثر سه‌جانبه منطقه در خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر عملکرد بیولوژیک سویا غیر معنی‌دار شد (جدول ۵).

اقتصادی گیاه سویا شد. در راستای نتایج این پژوهش گزارش شده است که تیمارهای خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، عملکرد و رشد سویا به‌طور قابل توجهی تاثیر دارد (Aruna et al., 2024). در بررسی دیگری شرایط کشت حفاظتی علاوه بر افزایش ۱۰ درصدی کربن آلی خاک باعث افزایش عملکرد محصول شد (Zhao et al., 2017). تحقیقات در یک آزمایش چهارساله روی گیاه نخود نشان داد بهبود عملکرد دانه در کشت مستقیم (No-tillage) نسبت به کشت مرسوم بیشتر است (Piggin et al., 2015). در پژوهشی مشخص شد در روش خاک‌ورزی حفاظتی (No-Till) وجود بقایای گیاهی روی سطح خاک باعث حفظ رطوبت شده که می‌تواند سبز شدن و رشد علف‌های هرز را تسهیل کند و باعث رقابت بر سر منابع محدود مانند نور، آب و عناصر غذایی با گیاه سویا و در نتیجه کاهش عملکرد دانه شود (Alhammad et al., 2023)؛ لذا در روش بدون خاک‌ورزی استفاده از کاربرد ترکیبی علف‌کش‌ها، به‌ویژه ترکیب پیش‌رویشی و پس‌رویشی می‌تواند تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را کاهش دهد و به این ترتیب اثر رقابتی آن‌ها را محدود کند که این کنترل مؤثر علف‌های هرز موجب افزایش عملکرد دانه سویا می‌شود (Hunter, 2020). همچنین در ارتباط با کاربرد تلفیقی علف‌کش در شرایط عدم خاک‌ورزی گزارش شده است که کاربرد علف‌کش انتخابی در تیمار بدون خاک-ورزی موجب افزایش عملکرد نخود نسبت به تیمار خاک‌ورزی مرسوم شده است (Dixit et al., 2020).



شکل ۵- اثر متقابل روش خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر عملکرد دانه سویا. میانگین‌های با حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد هستند.

Figure 5. Interaction effect of tillage method and weed management on soybean economic yield. The means with common letters are not significantly different at the 1% probability level.

رویشی گیاه زراعی شده و تاثیر مثبتی بر عملکرد بیولوژیک داشت. در راستای نتایج این پژوهش استفاده از تیمار کم‌خاک‌ورزی در کشت ذرت باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شده است (Sorkheh *et al.*, 2019). همچنین در پژوهشی روی گیاه نخود تیمار بدون خاک‌ورزی به دلیل فراهم نمودن شرایط مناسب رطوبتی خاک باعث افزایش معنی‌دار در بیوماس اندام هوایی (عملکرد بیولوژیک) در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی مرسوم شد (Onyari *et al.*, 2010). در تحقیقی مشخص شد افزایش طول دوره رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز در جذب عناصر غذایی، نور و رطوبت سبب کاهش تعداد شاخه‌های فرعی و در نهایت عملکرد بیولوژیک می‌شود (Tingle *et al.*, 2003). در پژوهشی عملکرد

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل منطقه و خاک-ورزی بر عملکرد بیولوژیک نشان داد تیمار بدون خاک‌ورزی در منطقه گرگان نسبت به تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی در منطقه بندرترکمن به ترتیب ۴۵/۶۴ و ۳۸/۰۴ درصد عملکرد بیولوژیک بیشتری داشت (جدول ۶). در اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز، عملکرد بیولوژیک در تیمار کاربرد متری‌بوزین + بنتازون + کلتودیم در منطقه گرگان نسبت به کاربرد متری‌بوزین ۶۰۰ گرم در هکتار نسبت به منطقه بندرترکمن ۵۴/۴۸ درصد افزایش یافت (جدول ۷). استفاده از تیمار بدون خاک‌ورزی به دلیل حفظ رطوبت و همچنین استفاده ترکیبی از علف‌کش‌ها به منظور کاهش شرایط رقابتی بین گیاه زراعی با علف‌های هرز باعث افزایش رشد

هرز و اثر سه‌جانبه منطقه در خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر شاخص برداشت غیر معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد صفت شاخص برداشت در تیمار خاک‌ورزی مرسوم نسبت به تیمار بدون خاک‌ورزی در منطقه گرگان شش درصد افزایش یافت؛ ولی در منطقه بندرترکمن تیمار بدون خاک‌ورزی نسبت به تیمار خاک‌ورزی مرسوم ۱۳/۵۸ درصد افزایش به همراه داشت که این نتایج نشان می‌دهد وجود رطوبت به دلیل حفظ بقایا در سطح خاک در مناطق نیمه‌خشک (بندرترکمن) بر صفت شاخص برداشت بیشتر تأثیرگذار است (جدول ۶).

بیولوژیک در تیمارهای با مصرف علف‌کش بنتازون به دلیل کنترل بهتر علف‌های هرز و کاهش تراکم آنها بیشتر از تیمارهای شاهد بدون مصرف علف‌کش بود (Rezvani *et al.*, 2022).

شاخص برداشت

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها اثر ساده منطقه، روش‌های مدیریت علف‌های هرز، اثر متقابل منطقه و خاک‌ورزی و اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر شاخص برداشت بسیار معنی‌دار (در سطح یک درصد)، اثر ساده خاک‌ورزی بر شاخص برداشت معنی‌دار (در سطح پنج درصد) و اثر متقابل خاک‌ورزی و روش‌های مدیریت علف‌های

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر اثر متقابل منطقه و روش خاک‌ورزی.

Table 6. Comparison of the mean values of the studied traits as influenced by the interaction between region and tillage method.

Region	Tillage treatment	Yield Components			Economic Yield (kg ha ⁻¹)	Biological Yield (kg ha ⁻¹)	Harvest Index (%)
		Number of Pods per Plant	Number of Seeds per Pod	Thousand-Seed Weight (g)			
Gorgan	Conventional Tillage	17.45 ^b	1.96 ^c	198.75 ^a	2409.1 ^c	9540 ^e	25.17 ^a
	Minimum Tillage	18.5 ^a	2.15 ^b	197.34 ^b	2782.2 ^b	10900 ^b	25.44 ^a
	No-Tillage	18.75 ^a	2.23 ^a	196.76 ^b	2908.2 ^a	12233 ^a	23.74 ^b
Bandar Torkeman	Conventional Tillage	15.29 ^d	1.5 ^e	180.59 ^c	1457.4 ^f	8399 ^d	17.31 ^e
	Minimum Tillage	16.58 ^c	1.55 ^e	179.86 ^d	1629.6 ^e	8862 ^d	18.31 ^d
	No-Tillage	17.62 ^b	1.69 ^d	178.32 ^e	1875.4 ^d	9503 ^e	19.66 ^c

میانگین‌های با حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد هستند.

Means with the same letter do not have significant differences at the 1% level of probability.

صفت باشد بر مقدار شاخص برداشت نیز تاثیر خواهد داشت. با توجه به این موضوع حفظ رطوبت با استفاده از تیمار بدون خاک‌ورزی و همچنین کنترل به موقع علف‌های هرز در جهت کاهش رقابت گیاه زراعی با علف‌های هرز باعث افزایش شاخص برداشت شد. پژوهشگران گزارش نموده‌اند که تیمار بدون خاک‌ورزی از طریق حفظ رطوبت باعث افزایش شاخص برداشت در زراعت نخود نسبت به تیمار خاک‌ورزی مرسوم شد (Akgün *et al.*, 2018).

در اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز، صفت شاخص برداشت در تیمار کاربرد متری‌بوزین + بنتازون + کلتودیم و کاربرد متری‌بوزین + ایمازتاپیر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر در هکتار در منطقه گرگان نسبت به تیمار شاهد (بدون کنترل علف‌های هرز) در منطقه بندرتراکم به ترتیب ۱۰۷/۸۹ و ۱۰۴/۶۷ درصد افزایش داشت (جدول ۷). شاخص برداشت تحت تاثیر دو صفت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌باشد و هر عاملی تاثیرگذار بر این دو

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تاثیر اثر متقابل منطقه و روش‌های مدیریت علف‌های هرز.

Table 7. Comparison of the average values of the studied traits affected by the interaction of region and weed management.

Region	Weed Management Treatment	Yield Components			Seed Yield (kg ha ⁻¹)	Biological Yield (kg ha ⁻¹)	Harvest Index (%)
		Number of Pods per Plant	Number of Seeds per Pod	Thousand-Seed Weight (g)			
Gorgan	Control (no weed control)	15 ^h	1.76 ^{de}	200.32 ^a	1858.7 ^{fg}	10477 ^c	18.03 ^h
	Hand weeding (4 stages)	19.22 ^{bc}	2.2 ^b	196.96 ^c	2914.2 ^c	11717 ^b	24.88 ^{de}
	Metribuzin (600)	17 ^{de}	1.82 ^d	199.82 ^{ab}	2168.3 ^e	8618 ^{fg}	25.31 ^{cd}
	Metribuzin + Imazethapyr (1000)	19.88 ^b	2.41 ^a	195.25 ^d	3278.9 ^b	12079 ^{ab}	27.24 ^{ab}
	Metribuzin + Imazethapyr (750)	19.55 ^{bc}	2.4 ^a	195.15 ^d	3206.5 ^b	12289 ^{ab}	26.15 ^{bc}
	Imazethapyr (1000)	17.66 ^d	2.01 ^c	198.87 ^b	2481.4 ^d	9956 ^{cd}	25.13 ^{cd}
	Imazethapyr (750)	16.27 ^{ef}	1.95 ^c	199.11 ^b	2211.3 ^e	9399 ^{def}	23.87 ^e
	Metribuzin+ Bentazon+ Clethodim	21.33 ^a	2.38 ^a	195.47 ^d	3479.6 ^a	12592 ^a	27.67 ^a
Bandar Torkeman	Control (no weed control)	13.22 ⁱ	1.38 ⁱ	181.08 ^c	1167.4 ^j	8738 ^{efg}	13.31 ⁱ
	Hand weeding (4 stages)	16.44 ^{ef}	1.6 ^{fgh}	178.98 ^{hij}	1650 ^h	9493 ^{de}	17.34 ^h
	Metribuzin (600)	14.88 ^h	1.51 ^h	180.36 ^{efg}	1420.8 ⁱ	8151 ^g	17.45 ^h
	Metribuzin + Imazethapyr (1000)	18.88 ^c	1.68 ^{ef}	178.07 ^j	1993.9 ^f	9326 ^{def}	21.32 ^f
	Metribuzin + Imazethapyr (750)	17.33 ^d	1.58 ^{gh}	179.84 ^{fgh}	1738.8 ^{gh}	8898 ^{efg}	19.5 ^g
	Imazethapyr (1000)	16.1 ^{fg}	1.61 ^{fg}	179.32 ^{ghi}	1617.7 ^h	8777 ^{efg}	18.43 ^{gh}
	Imazethapyr (750)	15.33 ^{gh}	1.52 ^{gh}	180.62 ^{ef}	1474.1 ⁱ	8241 ^g	17.88 ^h
	Metribuzin+ Bentazon +Clethodim	19.88 ^b	1.74 ^{de}	178.44 ^{ij}	2170.4 ^e	9746 ^{cd}	22.18 ^f

میانگین‌های با حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد هستند.

Means with the same letters are not significantly different at the 1% level of probability.

جمله ماده آلی می‌تواند از تنش‌های خشکی در طول دوره رشد گیاه زراعی جلوگیری کرده و باعث افزایش عملکرد گیاه سویا شود. در روش کم‌خاک-ورزی و خاک‌ورزی مرسوم به دلیل بهم خوردن سطح خاک و زیر خاک رفتن بذور علف‌های هرز باعث کاهش جمعیت آنها شد. استفاده از علف‌کش پیش-رویشی متری‌بوزین و استفاده از علف‌کش‌های پس-رویشی کلتودیم و بنتازون به صورت ترکیبی از طریق کنترل موثر علف‌های هرز و کاهش رقابت آنها با گیاه زراعی باعث بهبود رشد گیاه زراعی شده و در نتیجه افزایش عملکرد سویا را به همراه داشت. به طور کلی نتایج نشان داد که منطقه گرگان با توجه به هدایت الکتریکی (شوری) کمتر و ماده آلی بیشتر در خاک و همچنین استفاده از تیمار بدون خاک‌ورزی همراه با کاربرد علف‌کش‌های متری‌بوزین، کلتودیم و بنتازون به صورت ترکیبی شرایط مناسب‌تری برای رشد و عملکرد گیاه زراعی سویا فراهم نمود. به طور کلی، برای دستیابی به بهترین عملکرد سویا، کاشت آن در منطقه گرگان و استفاده از تیمار بدون خاک‌ورزی در تلفیق با مدیریت علف‌های هرز از طریق کاربرد علف-کش‌ها به صورت ترکیبی توصیه می‌شود.

بر اساس تحقیق صورت گرفته کاربرد علف‌کش تریفلورالین و استفاده ترکیبی علف‌کش‌های تریفلورالین + فن‌مدیفام و تریفلورالین + هالوکسی-فوپ-آر-متیل نیز اثر افزایشی معنی‌داری بر شاخص برداشت در گیاه گلرنگ داشته و باعث افزایش این صفت در مقایسه با تیمار شاهد (عدم کنترل علف‌های هرز) شد (Shafagh-Kolvanagh et al., 2023).

با توجه به جدول همبستگی (جدول ۸) عوامل متعددی در افزایش عملکرد دانه سویا تأثیرگذار هستند. همانطور که مشخص است همبستگی مثبتی بین صفات مختلف با عملکرد دانه سویا در سطح یک درصد وجود دارد و افزایش هر یک از آنها تأثیر بسزایی در عملکرد دانه دارد. در این پژوهش بیشترین همبستگی با عملکرد دانه در صفت تعداد دانه در غلاف ($r=0.98$) مشاهده شد که می‌تواند به عنوان عامل مهمی در افزایش عملکرد دانه گیاه زراعی سویا مطرح باشد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این پژوهش وجود بقایای گیاهی در سطح خاک ضمن تأثیر بر خصوصیات خاک از

جدول ۸- ضریب همبستگی بین صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای آزمایش.

Table 8. Correlation coefficients between the studied traits under the influence of experimental treatments.

Measured traits	Number of Pods per Plant	Number of Seeds per Pod	Thousand-Seed Weight	Seed Yield	Biological Yield	Harvest Index
Number of Pods per Plant	1					
Number of Seeds per Pod	0.76597**	1				
Thousand-Seed Weight	0.20184 ^{ns}	0.62841**	1			
Seed Yield	0.86061**	0.98051**	0.57618**	1		
Biological Yield	0.72276**	0.87958**	0.42387**	0.87519**	1	
Harvest Index	0.78664**	0.84466**	0.63564**	0.87618**	0.54661**	1

**, *, and ^{ns} به ترتیب نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد و تفاوت غیر معنی‌دار می‌باشند.

**, *, and ^{ns} indicate significant differences at the 1% percent level, at the 5% level and non-significant, respectively.

منابع

- Aboali, Z. and Saeedipour, S. 2015. Efficacy evaluation of some herbicides for weed management and yield attributes in broad bean (*Vicia faba*). Res. J. Environ. Sci. 9: 289-295.
- Abtali, Y. Baghestani, M.A. Zand, E. and Abtali, M. 2009. Weeds and their management in soybean. Agricultural research, education & extension organization. Iranian Plant Protection Research Institute.
- Aien, A. and Mamnoie, A. 2014. Chemical control of weeds in onion field in seedlings planted in autumn in south of Kerman province. J. Plant Ecol. 2(1): 1-10.
- Ajokporise, D. Ogedegbe, F.O. and Nwangie, S.E. 2018. Effect of weed management methods on growth and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in the wet rain-forest zone of Nigeria. Int. J. Innov. Agric. Biol. Res. 6(1): 18-23.
- Akgün, N. Marakoğlu, T. and Çarman, K. 2018. Effect of tillage systems on chickpea (*Cicer arietinum* L.) productivity: Seed yield and yield components. Selcuk J. Agr. Food Sci. 32(3): 394-398.
- Alhammad, B.A. Kumar-Roy, D. Ranjan, S.H. Ranjan-Padhan, S. Sow, S. Nath, D. Seleiman, M. and Gitari, H. 2023. Conservation tillage and weed management influencing soybean productivity. Agron. 13(7): 1953; <https://doi.org/10.3390/agronomy13071953>.
- Armashi, M. 2014. Effects of herbicide and cultivation on weed control of wild melon (*Cucumis melo* L.) in soybean fields in Golestan province. Thesis for receiving M.Sc. degree, Islamic Azad University, Gorgan Branch.
- Aruna-Olasekan, A. Olajire-Damilola, A. and Ojo-Timothy, A. 2024. Soil characteristics, growth, yield, mineral composition and proximate content of soybeans under various tillage techniques. Int. J. Agron. 13 pp. <https://doi.org/10.1155/2024/2006392>.
- Bhan, M. and Kukal, S.S. 2015. Effect of tillage and tank-mix herbicide application on weed management in soybean (*Glycine max*). Indian J. of Weed Sci. 47(4): 373-377.
- Cieslik, L. Vidal, R. and Trezzi, M. 2013. Environmental factors affecting the efficacy of ACCase-inhibiting herbicides: A review. Planta daninha, 31(2): 483-489.
- Chauhan, B.S. Manalil, S. Florentine, S. and Jha, P. 2018. Germination ecology of *Chloris truncata* and its implication for weed management. Plos One, 13(7).
- Chetan, C. Rusu, T. Chetan, F. and Simon, A. 2015. Influence of soil tillage systems and weed control treatments on root nodules, production and qualitative indicators of soybean. Procedia Tech. 22: 457-464.
- Chetan, F. Rusu, T. Chetan, C. Urd̃a, C. Rezi, R. Simon, A. and Bogdan, I. 2022. Influence of soil tillage systems on the yield and weeds infestation in the soybean crop. Land, 11: 1708.
- Dalley, C. 2024. Weed control in soybean with preemergence application of metribuzin and sulfentrazone. North Dakota State University.
- Divsalar, M. Thamasbisarvestani, Z. Modaresanavi, A.M. and Hamidi, A. 2016. Study the effect of drought stress on oil, protein percent and fatty acids composition of soybean grain. J. Plant Ecophysiol. 8(27): 44-55.
- Dixit, A.K. Sunathi-Siva-Kumar, A. Kumar-Rai, A. and Kiran-Kumar, T. 2015. System productivity, profitability, nutrient uptake and soil health under tillage, nutrient and weed management in rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) fodder sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cropping system. Indian J. of Agron. 60: 205-211.
- Egli, D.B. and Bruening, W.P. 2010. Shade and temporal distribution of pod production and set in soybean. Crop Sci. 45(5): 1764-1769.
- Eshaghi, M. Rastgu, M. Poor-Yousef, M. and Fotovat, R. 2011. Effect of plant density and growth type on yield, yield components and red bean weeds (*Phaseolus vulgaris* L.). Iran. J. Pulses Res. 2(2): 19-34.

- FAO. 2019. <http://www.fao.org/conservationagriculture/en>.
- Fruzandeh, S.A. Elahi-Fard, A. Heydarpour, N. and Siahpoosh, A. 2016. The effect of tillage systems and the use of herbicides in the control of rapeseed weeds. *Scientific Res. J. Crop Plants Ecophysiol.* 11(4): 178-163.
- Ghaderifar, F. Ghajari, A. Sadeghnejad, H.R. and Gharnjiki, A. 2011. Effects of tillage systems on cotton yield after rapeseed in Gorgan. *J. Iran. Agric. Res.* 416-421.
- Ghanbari-Motlagh, M. Rastgo, M. Pour-Yousef, M. Saba, J. and Afsahi, K. 2011. Effect of planting date and weed interference on yield and yield components of red beans cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) with different growth. *Iran. J. Cereal Res.* 2(1): 1-20.
- Gholamalipour-Alamdari, E. Erteghzadeh, T. Biabani, A. and Nakhzari-Moghadam, A. 2016. Chemical and mechanical control of soybean (*Glycin max* L.) weeds. *J. Crop Ecophysiol.* 39(3): 763-778.
- Gorzin, M. Ghaderifar, F. Zainali, A. and Razavi, S.A. 2015. The effect of the length of different growth stages on soybean yield and yield components. *J. Crop Prod.* 8(1): 21-41.
- Heap, I. 2023. The international herbicide-resistant weed database. Retrieved May 23, 2023. <http://www.weedscience.org>.
- Hunter, M. 2020. Burndown herbicide options in no-till soybeans. Cornell Cooperative Extension. Retrieved from https://nydairyadmin.cce.cornell.edu/uploads/doc_777.
- Jafarzadeh, N. and Hatami, S. 2013. Effect of different tillage methods on the weed species incorporation and crop yield in wheat-canola-corn rotation. In: Fifth Iranian Weed Science Conference, Iran, 24 -26 August.
- Jianhua, L. Hua, L. Qiang, Z. Hongbo, S. and Xunzhong, Z. 2019. Effects of fertilization and straw return methods on the soil carbon pool and CO₂ emission in a reclaimed mine spoil in Shanxi Province, China. *So. Tillage Res.* 161: 20-25.
- Kokhaki, A. and Sarvadanya, G. 2017. *Physiology of crop plants book*. The seventh edition. Tehran University Publications.
- Kumar, R. 2013. Effect of weed management practices on growth and yield of irrigated field pea (*Pisum sativum* L.). Department of Agronomy Institute of Agricultural Sciences Banaras Hindu University, Varanasi – 221 005.
- Kumar Mawalia, A. Kumar, S. and Rana, S.S. 2015. Economics of post-emergence weed control in garden pea (*Pisum sativum* L.) under mid hill condition of Himachal Pradesh. *Himachal J. Agric. Res.* 41(1): 15-29.
- Minbashi, M. Baghestanii, M.A. and Rahimian, H. 2008. Introducing abundance index for assessing weed flora in survey studies. *Weed Biol. Manag.* 8: 172-180.
- Mirzavand, J. Jamali, M. and Moradi -Taleb -Beigi, R. 2021. The effect of soil tillage methods and corn residue management on wheat yield and weed control in Zarqan region of Fars province. *Scientific J. Res. Findings in Crop and Hort. Plants.* 9(2): 115-128.
- Mohammaddust Chamanabad, H.R. 2011. *Scientific and practical introduction to the basics of weed control*. JIHAD Press Organization. 236 pp.
- Molai, K. 2012. Studying the role of conservation tillage in sustainable agricultural development, First National Conference on Sustainable Development in Arid and Semi-Arid Regions, Abarkooh.
- Momen-Yesaghi, R. Siahmargoui, A. Zainali, A. Ghaderifar, F. and Kamkar, B. 2017. Study of changes in weed population and seed bank and soybean yield under the influence of different tillage methods. *Agric. Ecol.* 9(3): 575-592.
- Monsefi, A. Norouzi-Masir, M. and Izadi, Y. 2022. The effects of tillage systems and weed control methods on some physical and chemical properties of soil in corn-wheat crop rotation. *Agric. Eng.* 45(2): 183-205.

- Mousavi, S.K. Zand, E. and Saremi, H. 2005. Physiological function and application of herbicides. Zanzan University Press. 286 pp.
- Mousavi, S.K. Zand, A. and Baghestani, M.A. 2005. Effect of planting density on interference between beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and weeds. Plant Pests Dis. 73(1): 79-92.
- Nadeem, F. Farooq, M. Nawaz, A. and Ahmad, R. 2019. Boron improves productivity and profitability of bread wheat under zero and plough tillage on alkaline calcareous soil. Field Crops Res. 239, 1-9.
- Nehbandani, A. Soltani, A. Zainali, A. Raisi, S. and Najafi, R. 2016. Using a two-stage model to describe dry matter partitioning between leaves and stems of soybean cultivars. Iran. J. Agric. Sci. 18(1): 87-76.
- NorAftab, R. Monsefi, A. Rahnema, G.A. and Aynehband, A. 2021. Effect of conservation tillage and integrated weed management on yield, energy consumption and profitability of wheat in Khuzestan. Agric. Sci. Sustain. Prod. 31(2): 57-73.
- Onyari, C.A.N. Ouma, J.P. and Kibe, A.M. 2010. Effect of tillage method and sowing time on phenology, yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under semi-arid conditions in Kenya. J. App. Biosci. 34: 2156-2165.
- Piggin, C. Haddad, A. Khalil, Y. Loss, S. and Pala, M. 2015. Effects of tillage and time of sowing on bread wheat, chickpea, barley and lentil grown in rotation in rain-fed systems in Syria. Field Crops Res. 173: 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.12.014>.
- Pratikshya-Rani, S. Duary, B. and Priyatam, S. 2020. Effect of tillage and weed management practices on weed control and yield in wheat. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 9(6): 2328-2335.
- Raphael, J.P. Calonego, J.C. Milori, D.M.B. and Rosolem, C.A. 2016. Soil organic matter in crop rotations under no-till. Soil and Tillage Res. 155: 45-53.
- Rezvani, M. Tahmasbi, A.A. Ajamnoorizi, H. and Golmohammadzadeh, S. 2022. Effect of planting date and bentazon application on control of weeds and soybean (*Glycine max* L.) yield. Sci. Res. J. of Agric. Knowledge and Sustain. Prod. 33(4): 265-278.
- Saini, A. Manuja, S. Singh, G. Bhardwaj, B. Kumar, R. Sharma, R. Singh, J. Kaur, P. and Kaur, S. 2024. Impact of tillage methods and cultivars on phenology & productivity of wheat–rice system under irrigated conditions. Plant Sci. Today, 11(4), 1285–1295. <https://doi.org/10.14719/pst.4312>.
- Sadeghipour, A. Ghafari-khaligh, H. and Monem, R. 2004. The effect of plant density on determinate and indeterminate red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars yield and yield component yield. J. Agron. Sci. 11(1): 149-159.
- Saraei, F. Jasmi, M. Jozian, A. and Mirzaei, A. 2022. Evaluation of the direct drilling of chickpeas by conventional method in the dry conditions of Chardol farmers. Final Report 59808. Research Institute of Soil Protection and Watershed Management, Maragheh, Iran.
- Sardar, M. Behdani, M.A. Eslami, S.V. and Mahmoudi, S. 2014. The effect of different tillage methods and weed control on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield in the second crop after wheat. J. of Iran. Agric. Res. 12(4): 784-792. (In Persian).
- Sepide-dam, S. and Ramroudi, M. 2016. Effects of tillage systems and nitrogen fertilizer on yield, yield components and seed protein of wheat. App. Res. Plant Ecophysiol. J. 2(2): 33-46. URL: <http://arpe.gonbad.ac.ir/article-1-162-en.html>.
- Shafagh-Kolvanagh, J. Sabzi-Nojadeh, M. Vojodi, P. and Amani, M. 2023. Investigating the effect of combining different weed control methods on vegetative growth and harvest index of safflower (*Carthamus tinctorius*). J. Plant Prod. Res. 31(1): 69-88.
- Shahdi-Komaleh, A. Seyedi, S.R. Rabiei, M. and Foroughi, M. 2018. The effect of residual nitrogen and phosphorus fertilizers on soil properties in the bean-rice cropping system. Soil Water Cons. Res. 7(4): 103-115.

- Shaygan, M. 2008. Effect of planting date and intercropping of maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italic* L.) on their grain yield and weeds control. *Crop Sci.* 10: 31-46.
- Siahmargoui, A. Nasuti, B. and Baghrani, N. 2016. Integrated management of soybean weeds through plant density and imazapyr herbicide under Gorgan conditions. *J. App. Res. Plant Ecophysiol.* 3(2): 85-101.
- Sorkheh, M. Zaafarian, F. and Qurina, M.H. 2019. The effect of green manure under different tillage conditions on weed characteristics and corn yield. *Herbal Prod.* 43(2): 283-294.
- Stefanic, E. Rasic, S. Lucic, P. Tolic, S. Zima, D. Antunovic, S. Japundži'c-Palenki'c, B. and Stefanic, I. 2022. Weed community in soybean responses to agricultural management systems. *Agron.* 12: 28-46.
- Tang, F.H. Lenzen, M. McBratney, A. and Maggi, F. 2021. Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nature Geosci.* 14(4): 206-210.
- Tingle, C.H. Steele, G.L. and Chandler, J.M. 2003. Competition and control of smell melon (*Cucumis melo* var. dudaim Naud) in cotton. *Weed Sci.* 51: 589-591.
- USDA. 2021. U.S. Department of Agriculture.
- Verma, S.K. Singh, S.B. Meena, S.B. Prasad, R.N. Meena, S.K. and Guarav, R.S. 2015. Review of weed management in India the need of new direction for sustainable agriculture. *The Bioscan.* 10: 253-263.
- Yonesi-Alamoti, M. Solh-Jo, A.A. Sharifi, A. Javadi, A. Ashrafi-Zadeh, S.R. and Taki, O. 2015. Conservation Tillage and Application Guide. Agricultural Education Publication. Mahdasht, Iran. 77 pp.
- Younesabadi, M. Nouralizadeh-Otaghsara, M. Habibian, L. and Savarinrad, A. 2021. Evaluation the effect of imazethapyr, pendimethalin and oxyfluorfen in soybean weed control. *J. of Plant Prot.* 35(1): 103-115. Doi: 10.22067/JPP.2021.32671.0.
- Zand, A. Baghestani, M.A. and Mousavi, S. 2018. Guide to chemical control of soybean weeds. Iranian Plant Protection Research Institute. 30 pp.
- Zhao, X. Liu, S.L. Pu, C. Zhang, X.Q. Xue, J.F. Ren, Y.X. and Zhang, H.L. 2017. Crop yields under no-till farming in China: A meta-analysis. *Euro. J. Agron.* 84: 67-75.