



Original Article

Evaluating the Efficacy of Different Formulations of the Herbicides Imazamox and Imazetapyr for Controlling Soybean Weeds (*Glycine max*)

Parviz Sharifziveh^{1*} , Seyedkarim Mousavi², Rasoul Fakhari³, Mourtaza Noralizadeh⁴

^{1,3} Plant Protection Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, (AREEO), Moghan, Iran.

² Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP), Agricultural Research Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

⁴ Plant Protection Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, (AREEO), Sari, Iran.

Article Info

Received:

February 08, 2025

Accepted:

May 31, 2025

First published online:

June 22, 2025

Corresponding Author:

Parviz Sharifziveh

Email:

sharifziveh@yahoo.com

Key words: Imazamox, Imertar Extra, Pursuit, Weed biomass.

Abstract

To evaluate the efficacy of different formulations of the herbicide Imazamox (Imertar Extra) in controlling weeds in soybean fields, an experiment was conducted during the 2023–2024 cropping season using a randomized complete block design (RCBD) with ten treatments and four replications in the provinces of Mazandaran and Ardabil, Iran. The treatments included: Imazamox (Imertar Extra SL 4%) at 1125, 1250, and 1375 mL ha⁻¹; Imazamox (Imertar Extra WDG 70%) at 100, 140, and 180 g ha⁻¹; Imazethapyr (Pursuit SL 10%) at 50 mL ha⁻¹; Imazamox (Imertar Extra WG 70%) at 50 g ha⁻¹; Bentazon (Basagran SL 48%) at 2.5 L ha⁻¹ combined with Clethodim (Select Super EC 12%) at 1 L ha⁻¹; and a weed-free control. Herbicide treatments were applied post-emergence at the 3–4 leaf stage of soybean. The results showed that in the Mazandaran experiment, the application of Imertar Extra WDG at 140 g ha⁻¹ had 19% and 20% more control over weed biomass than Pursuit and Imertar Extra SL, respectively, and no significant difference was observed between Imertar Extra SL at 1250 mL ha⁻¹ and the other treatments. In the Ardabil experiment, Imertar Extra WDG at 140 g ha⁻¹ and Imertar Extra SL at 1250 mL ha⁻¹ were among the best control treatments, reducing weed biomass by 93.4% and 91.5%, respectively, and their post-emergence application did not provide a significant advantage over Pursuit SL at 750–1000 mL ha⁻¹ and Imertar Extra WG at 45–50 g ha⁻¹, which used a lower amount of active ingredient per unit area. Importantly, Imertar Extra WDG at 140 g ha⁻¹ and Imertar Extra SL at 1250 mL ha⁻¹ did not have any significant adverse effect on soybean crops.

Cite this article: Sharifziveh, P., Mousavi, S.K., Fakhari, R., & Noralizadeh, M. (2025). Evaluating the efficacy of different formulations of the herbicides Imazamox and Imazetapyr for controlling soybean weeds (*Glycine max*). Iran. J. of Weed Sci. 21(1): 49-74. DOI: [10.22034/ijws.2026.371246.1506](https://doi.org/10.22034/ijws.2026.371246.1506)





ارزیابی کارایی فرمولاسیون‌های مختلف علف‌کش ایمازاموکس و ایمازتاپیر برای کنترل علف‌های هرز سویا (*Glycine max*)

پرویز شریفی‌زیوه^{۱*}، سید کریم موسوی^۲، رسول فخاری^۳، مرتضی نورعلیزاده^۴

^۱ بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مغان، ایران.
^۲ بخش تحقیقات علفی هرز، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
^۳ بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.
^۴ بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

چکیده

به منظور ارزیابی کارایی فرمولاسیون‌های مختلف علف‌کش ایمازاموکس (ایمترتاریکس ترا) و ایمازتاپیر (پرسونیت) در مقایسه با برخی علف‌کش‌های موجود برای سویا، آزمایشی طی سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار در استان‌های مازندران و اردبیل انجام شد. تیمارها عبارت بودند از ایمازاموکس (ایمترتاریکس ترا 4% SL) در دزهای ۱۱۲۵، ۱۲۵۰ و ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار از ماده تجاری، ایمازاموکس (ایمترتاریکس ترا 70% WGD) در دزهای ۱۰۰، ۱۴۰ و ۱۸۰ گرم در هکتار از ماده تجاری، ایمازتاپیر (پرسونیت 10% SL) ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار از ماده تجاری، ایمازاموکس (ایمترتاریکس ترا 70% WG) ۵۰ گرم در هکتار از ماده تجاری، بنزاون (بازاگران 48% SL) ۲/۵ لیتر در هکتار از فرم تجاری همراه با کلتودیم (سلکت سوپر 12% EC) به مقدار یک لیتر در هکتار از ماده تجاری و شاهد وجین علف‌های هرز. تیمارهای علف‌کش به صورت پس‌رویشی در مرحله سه تا چهار برگگی سویا و ابتدای رشد علف‌های هرز اعمال شدند. نتایج نشان داد در آزمایش مازندران در خصوص زیست‌توده علف‌های هرز، کاربرد ایمترتاریکس ترا WGD به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار نسبت به پرسونیت و ایمترتاریکس ترا SL به ترتیب ۱۹ و ۲۰ درصد کنترل بیشتری داشت. بین تیمار کاربرد ایمترتاریکس ترا SL به مقدار ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در آزمایش اردبیل تیمارهای کاربرد ایمترتاریکس ترا WGD به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار و ایمترتاریکس ترا SL به مقدار ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار به ترتیب با کاهش ۹۳/۴ درصد و ۹۱/۵ درصد در شمار بهترین تیمارهای کنترلی بودند. لازم به ذکر است که کاربرد پس‌رویشی علف‌کش ایمترتاریکس ترا SL به مقدار ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و کاربرد پس‌رویشی علف‌کش ایمترتاریکس ترا WGD به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار از نظر سطح کنترل علف‌های هرز مزارع سویا نسبت به دو علف‌کش دیگر مورد آزمایش پرسونیت و SL به مقدار ۱۰۰۰-۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و ایمترتاریکس ترا WG به مقدار ۵۰-۴۵ گرم در هکتار با مقدار ماده موثره کمتر در واحد سطح، برتری معنی‌داری نداشتند. کاربرد دو علف‌کش ایمترتاریکس ترا WGD به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار و ایمترتاریکس ترا SL به مقدار ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار بر گیاه‌زراعی سویا اثر نامطلوب مشهودی نداشتند.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۱۱/۲۰

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۳/۱۰

تاریخ انتشار برخط:

۱۴۰۴/۰۴/۰۱

نویسنده مسئول:

پرویز شریفی‌زیوه

ایمیل:

sharifiziveh@yahoo.com

واژه‌های کلیدی: ایمازاموکس،

ایمترتاریکس ترا، پرسونیت، زیست‌توده علف‌های هرز.

استناد: شریفی‌زیوه، پ.، موسوی، س.ک.، فخاری، ر.، و نورعلیزاده، م. (۱۴۰۴). ارزیابی کارایی فرمولاسیون‌های مختلف علف‌کش ایمازاموکس و ایمازتاپیر برای کنترل علف‌های هرز سویا (*Glycine max*). دانش علف‌های هرز ایران، ۲۱(۱): ۴۹-۷۴.

DOI: [10.22034/ijws.2026.371246.1506](https://doi.org/10.22034/ijws.2026.371246.1506)

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان است. © ۱۴۰۴. 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.) به عنوان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی و منبع غنی پروتئین، نقش اساسی در امنیت غذایی و تأمین خوراک دام ایفا می‌کند. با این حال، عملکرد و کیفیت این محصول استراتژیک همواره تحت تأثیر عوامل محدودکننده‌ای از جمله رقابت با علف‌های هرز قرار دارد. در میان این عوامل، علف‌های هرز باریک‌برگ مهاجم، به‌ویژه سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) و قیاق (*Sorghum halepense* L.)، به دلیل رشد سریع، تولید زیست‌توده بالا و توانایی رقابت شدید بر سر منابع نور، آب و مواد غذایی، از اصلی‌ترین تهدیدات کشت سویا در ایران به شمار می‌روند. این رقابت می‌تواند خسارت‌های کمی و کیفی قابل توجهی وارد کند و در صورت عدم مدیریت صحیح، منجر به کاهش شدید عملکرد، حتی تا بیش از ۷۰ درصد شود (FAO, 2024). بر اساس آمار سازمان فائو عملکرد سویا در ایران در سال ۲۰۲۳ به میزان ۲۴۰۵/۱ کیلوگرم در هکتار و سطح زیر کشت ۷۹۰۰۰ هکتار بود که ۶۰ درصد از میانگین عملکرد سویا در آسیا بیشتر و ۱۱/۳ درصد از میانگین آن در جهان کمتر است (FAO, 2024).

کنترل شیمیایی با استفاده از علف‌کش‌های انتخابی، کارآمدترین، سریع‌ترین و اغلب اقتصادی‌ترین روش برای مدیریت علف‌های هرز در مقیاس وسیع است. با این حال، انتخاب علف‌کش مناسب با کارایی بالا، دز صحیح و کمترین اثرات جانبی روی گیاه زراعی و محیط زیست، یک چالش فنی بزرگ برای کشاورزان محسوب می‌شود

(Heap, 2023). همچنین، ظهور بیوتیپ‌های مقاوم به علف‌کش‌های رایج، لزوم ارزیابی مستمر فرمولاسیون‌های جدید و کاربرد تناوبی علف‌کش‌ها با مکانیسم‌های اثر مختلف را بیش از پیش آشکار ساخته است. از منظر اقتصادی، کاهش عملکرد ناشی از آلودگی به علف‌هرز مستقیماً درآمد کشاورز را کاهش می‌دهد. بنابراین، شناسایی یک راهکار شیمیایی بهینه که با کمترین هزینه و بیشترین بازدهی، جمعیت علف‌هرز را کنترل کند، نه تنها باعث افزایش سودآوری می‌شود، بلکه پایداری سیستم کشت را نیز به همراه خواهد داشت (Heap, 2023). مطالعات متعددی در سال‌های اخیر به ارزیابی کارایی علف‌کش‌های مختلف در مزارع سویا پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال، در مطالعه‌ای در استان گلستان گزارش کردند که علف‌کش سوپراور (کتودیم + فلوآزیفوپ-پی-بوتیل) در مقایسه با هالوکسی فوپ آرمیل (گالانت-سوپر)، کارایی بالاتری در کنترل علف‌هرز سوروف داشت (Rahimi et al., 2021). در مطالعه‌ای دیگر، نشان دادند که کاربرد علف‌کش پنتر (کوئیزالوفوپ-پ-اتیل) در مرحله دو تا چهار برگی سویا، کنترل مطلوبی بر علف‌های هرز باریک‌برگ ایجاد کرد بدون اینکه اثر سوء قابل-توجهی بر رشد گیاه داشته باشد (Mohammadi & Seraj, 2020).

همچنین، تحقیقی در گیلان حاکی از آن بود که فرمولاسیون کتودیم + فلوآزیفوپ-پی-بوتیل (الکتیو) در دز توصیه‌شده، توانست کنترل بالای ۸۵ درصدی روی قیاق را محقق سازد

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر برای بررسی کارایی فرمولاسیون‌های مختلف علف‌کش‌های ایمازاموکس و ایمازتاپیر در مقایسه با سایر علف‌کش‌های موجود برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ سویا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار، طی سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ در استان‌های مازندران (قائم‌شهر) و اردبیل (مغان) انجام شد. تیمارهای علف‌کش که همگی به صورت پس‌رویشی در مرحله سه تا چهاربرگی سویا و ابتدای رشد علف‌های‌هرز اعمال شدند عبارت بودند از ایمازاموکس (ایمرتاریکس ترا ۴% SL)، ۴۵، ۵۰ و ۵۵ میلی‌لیتر در هکتار از ماده موثره، ایمازاموکس (ایمرتاریکس ترا ۷۰% WDG)، ۷۰، ۹۸ و ۱۲۶ گرم در هکتار از ماده موثره، ایمازتاپیر (پرسوئیت ۱۰% SL) پنج میلی‌لیتر در هکتار از ماده موثره، ایمازاموکس (ایمرتاراکسترا ۷۰% WG) ۳۵ گرم در هکتار از ماده موثره، بنتازون (بازاگران ۴۸% SL) ۹۸/۴ لیتر در هکتار از ماده موثره به علاوه کلتودیم (سلکت‌سوپر ۱۲% EC) به مقدار ۰/۱۲ در هکتار از ماده موثره و شاهد با وجین علف‌های‌هرز بودند. مشخصات علف‌کش‌های مورد آزمایش در جدول ۱ آمده است.

(Hosseini & Karimi, 2019). با این وجود، پاسخ علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها می‌تواند تحت تأثیر شرایط اقلیمی و خاکی مناطق مختلف باشد که لزوم انجام مطالعات منطقه‌ای را توجیه می‌کند (Fakhari et al., 2020).

با توجه به خلأ اطلاعاتی در مورد عملکرد مقایسه‌ای این علف‌کش‌ها در دو اقلیم متفاوت (معتدل و مرطوب مازندران و سرد و نیمه‌خشک اردبیل)، این پژوهش با هدف اصلی بررسی کارایی فرمولاسیون‌های متفاوت علف‌کش ایمازاموکس و ایمازتاپیر و سایر علف‌کش‌های رایج در کنترل علف‌های‌هرز مزارع سویا طراحی شد. اهداف ویژه این تحقیق عبارتند از: ۱) تعیین مؤثرترین علف‌کش و دز بهینه آن برای کنترل علف‌های‌هرز، ۲) ارزیابی درصد کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز تحت تأثیر تیمارهای مختلف و ۳) ارائه راهکار علمی و عملی برای کنترل اقتصادی و پایدار این علف‌های‌هرز با حداقل اثرات زیست‌محیطی. براساس فرضیه پژوهش، انتظار می‌رود برخی از علف‌کش‌های جدید با فرمولاسیون‌های بهبودیافته، کارایی معادل یا بالاتری نسبت به نمونه‌های قدیمی‌تر داشته و گزینه مناسبی برای برنامه‌های مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز باشند.

جدول ۱. مشخصات علف‌کش‌های مورد آزمایش.

Table 1. Characteristics of the herbicides evaluated in the experiment.

Chemical group	Formulation	Trade name	Generic name
Imidazolinone	SL%4	Immertar Xtra	Imazamox
Imidazolinone	WGD%70	Pursuit	Imazethapyr
Imidazolinone	SL%10	Pursuit	Imazapyr
Imidazolinone	WG%70	Immertar Xtra	Imazamox
Benzothiadiazinone	SL%48	Basagran	Bentazone
Cyclohexanedione	EC%12	Select Super	Clethodim

مشخصات محل آزمایش و عملیات زراعی

کارایی علف‌کش‌ها با کاشت سویا در زمینی با سابقه آلودگی به علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن-برگ مورد ارزیابی قرار گرفت. مشخصات محل‌های آزمایش در جدول ۲ آمده است. خلاصه اطلاعات عملیات زراعی در هر یک از محل‌های اجرای آزمایش نیز در جدول ۳ بیان شده است. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۱۰

متر بود و از نظر طولی به دو قسمت پنج متری تقسیم شد. فواصل بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر، فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر و تراکم کاشت ۱۶۶ هزار بوته در هکتار در نظر گرفته شد. قسمت بالایی هر کرت، سمپاشی نشده و شاهد همان کرت بود. در تیمار وجین دستی تمام علف‌های هرز طی فصل رشد توسط فوکا حذف شدند. عملیات کاشت و داشت براساس دستورالعمل‌های فنی کشت سویا انجام شد.

جدول ۲. مشخصات محل‌های اجرای آزمایش.

Table 2. Characteristics of the experimental sites.

Province	County	Climate	Elevation (m)	Soil Texture	Organic Matter (%)	pH	Previous Crop
Ardabil	Parsabad	Semi-warm and humid	79	ClaySilty	0.92	7.53	Wheat
Mazandaran	Neka	Semi-warm and humid	15	Silty loam	1.5	8.0	Wheat

جدول ۳. اطلاعات عملیات زراعی در هر یک از محل‌های اجرای آزمایش.

Table 3. Agricultural operations information at each experimental site.

Province	Planting Method	Seeder Model	Seed Rate (kg ha ⁻¹)	Cultivar	Irrigation Method	Planting Date	Spraying Date	Harvest Date
Ardabil	Mechanized	Gaspardo	75	Williams	Furrow (Surface)	2017/05/11	2017/06/17	2017/10/07
Mazandaran	Manual	-	65	Sari	Sprinkler	2017/06/30	2017/07/28	2017/11/06

عملیات سمپاشی و نمونه‌برداری

سمپاشی با استفاده از سمپاش پستی ماتابی با نازل شره‌ای کالیبره شده بر اساس پاشش ۳۰۰ لیتر آب در هکتار انجام شد. به فاصله ۱۵ روز پس از سمپاشی، تولید زیست‌توده علف‌های هرز در دو بخش تیمار شده و تیمار نشده هر کرت با نمونه‌برداری از سطح کادر ۰/۵×۰/۵ متری در هر نیم‌کرت اندازه‌گیری شد. تراکم و وزن خشک علف‌های هرز به تفکیک گونه شمارش و اندازه‌گیری شد. در مورد علف‌های هرز باریک‌برگ چندساله تعداد شاخه یا ساقه روند مبنای شمارش بود. با نمره‌دهی مبتنی بر ارزیابی چشمی، تأثیرگذاری علف‌کش‌ها روی هر

یک از گونه‌های باریک‌برگ و گیاه زراعی سویا سنجیده شد (صفر = کاملاً بی‌تأثیر، ۱۰۰ = نابودی کامل) (Thomas et al., 1991).

اندازه‌گیری صفات سویا

تعیین صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد سویا بر مبنای ۱۰ بوته تصادفی از هر نیم‌کرت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل وزن خشک کل، عملکرد دانه و اجزای عملکرد سویا (تعداد غلاف در هر بوته، تعداد دانه در هر غلاف و وزن صددانه) بود. در زمان رسیدگی دانه با برداشت سه ردیف میانی به طول دو متر، عملکرد دانه در هر نیم‌کرت اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش، برای مقایسه تیمارهای علف‌کش با شاهد بدون کنترل علف‌های هرز، میانگین داده‌های مربوط به نیم‌کرت‌های سمپاشی نشده در هر بلوک به عنوان تیمار شاهد بدون کنترل منظور شد. تجزیه و تحلیل نهایی داده‌های هر منطقه به‌طور مستقل با استفاده از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد آماری با نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به طیف متفاوت علف‌های هرز در مازندران و اردبیل، اثر تیمارهای علف‌کش در هر منطقه به صورت جداگانه مورد تجزیه آماری قرار گرفت. علف‌های هرز غالب در هر منطقه در جدول ۴ ارائه شده است.

مازندران

اثر تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای علف‌کش روی تراکم علف‌های هرز قیاق معنی‌دار بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر سطح کاهش تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ قیاق تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵). بیشترین میانگین درصد کاهش تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ قیاق به میزان ۷۰/۹ درصد در تیمار کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم مشاهده شد و

کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار تفاوت معنی‌داری با آن نداشت. دزهای پیشنهادی علف‌کش‌های ایمازاموکس و ایمازتاپیر از نظر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز قیاق با علف‌کش‌های رایج (کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر از فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و کاربرد علف‌کش ایمازاموکس از فرم تجاری ایمرتاراکسترا) اختلاف معنی‌داری نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح کاهش تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ قیاق در تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به میزان ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار مشاهده شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش روی تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ ارزنی به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان مازندران، گویای عدم پاسخ معنی‌دار به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). البته بر اساس نتایج مقایسه بین تیمارهای علف‌کش از نظر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ ارزنی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵).

بیشترین میانگین کاهش تراکم علف‌های هرز باریک‌برگ ارزنی به میزان ۸۵/۴ درصد در تیمار کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم مشاهده شد که به استثنای کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار، سایر تیمارهای مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند.

جدول ۴. علف‌های هرز غالب مناطق مورد بررسی.

Table 4. Dominant weed species in the studied regions.

Region	Weed Species	Family	Annual/Biennial/Perennial
Mazandaran	<i>Abutilon theophrasti</i> L.	Malvaceae	Annual
	<i>Acalypha</i> sp.	Euphorbiaceae	Perennial
	<i>Cucumis melo</i> L.	Cucurbitaceae	Annual
	<i>Sorghum halepense</i> L.	Poaceae	Perennial
	<i>Setaria viridis</i> L.	Poaceae	Annual
	<i>Paspalum distichum</i> L.	Poaceae	Perennial
Ardabil	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	Annual
	<i>Abutilon theophrasti</i> L.	Malvaceae	Annual
	<i>Solanum nigrum</i> L.	Solanaceae	Annual
	<i>Echinochloa crus-galli</i> L.	Poaceae	Perennial

بیشترین میانگین کاهش تراکم علف‌هرز باریک‌برگ بندواش به میزان ۹۳/۸ درصد به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم تعلق داشت که البته به استثنای دز کاهش یافته علف‌کش سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. دزهای پیشنهادی دو علف‌کش ایمازاموکس و ایمازتاپیر از نظر سطح کاهش تراکم علف‌هرز باریک‌برگ بندواش با علف‌کش‌های شاهد آزمایش (کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم) تفاوت معنی‌داری نداشتند. در بین تیمارهای شاهد علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح کاهش تراکم علف‌هرز باریک‌برگ بندواش به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم) تفاوت معنی‌داری نداشتند. در بین تیمارهای شاهد علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح کاهش تراکم علف‌هرز باریک‌برگ بندواش در کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به میزان ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار مشاهده شد که در بین تیمارهای مورد آزمایش، تنها تیمار با سطح کاهش تراکم علف‌هرز باریک‌برگ بندواش به میزان کمتر از ۵۰ درصد بود.

دزهای پیشنهادی دو علف‌کش ایمازاموکس و ایمازتاپیر از نظر سطح کاهش تراکم علف‌هرز باریک‌ارزنی با علف‌کش‌های شاهد آزمایش (علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم) تفاوت معنی‌داری نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح کاهش تراکم علف‌هرز باریک‌برگ ارزنی به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار تعلق داشت. نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش روی تراکم علف‌هرز باریک‌برگ بندواش (*Paspalum* sp.) به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان مازندران، گویای پاسخ معنی‌داری به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه بین تیمارهای علف‌کش، از نظر سطح کاهش تراکم علف‌هرز باریک‌برگ بندواش تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۵. تاثیر تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش تراکم علف‌های‌هرز باریک‌برگ نسبت به شاهد بدون کنترل در استان مازندران، ۱۵ روز بعد از سمپاشی.

Table 5. Effect of herbicide treatments on the percentage reduction of narrow-leaved weed density relative to the untreated control in Mazandaran Province, 15 days after application.

Herbicide treatment	Application rate	Total weed density	<i>Sorghum halepense</i>	<i>Setaria viridis</i>	<i>Paspalum distichum</i>
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1125ml	29.6 ^g	16.7 ^c	43.7 ^{ab}	20.8 ^b
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1250ml	45.7 ^{ef}	26.7 ^{bc}	47.9 ^{ab}	55.4 ^a
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1375ml	62.5 ^{bc}	50.0 ^{ab}	66.7 ^a	72.9 ^a
Imazethapyr (Pursuit®)WDG70%	100g	38.0 ^{fg}	25.0 ^{bc}	41.7 ^b	50.0 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®)WDG70%	140g	60.2 ^{bed}	44.2 ^{ab}	66.7 ^{ab}	79.2 ^a
Imazethapyr (Pursuit®)WDG70%	180g	70.9 ^{ab}	54.2 ^{ab}	81.3 ^a	79.2 ^a
Imazethapyr (Pursuit®)SL10%	500ml	46.1 ^{def}	33.3 ^{ab}	48.3 ^{ab}	56.3 ^a
Imazamox (Immertar Xtra®)WG70%	50g	52.8 ^{cde}	48.3 ^{ab}	50.0 ^{ab}	60.4 ^a
Bentazon (Bazagran SL 48%)+Cletodim (Select Super EC 12%)	2.5L+1l	82.2 ^a	70.9 ^a	85.4 ^a	93.8 ^a

Within each column, values followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($\alpha = 0.05$).

تحت تاثیر مرحله رشدی علف‌هرز و شرایط محیطی است (Gherekhloo *et al.*, 2021). این موضوع می‌تواند توجیه‌کننده عملکرد متفاوت تیمارهای مختلف در کنترل گونه‌های خاصی مانند بندواش، سوروف و ارزنی در این تحقیق باشد. بنابراین، انتخاب علف‌کش بهینه نباید صرفاً براساس حداکثر کارایی باشد؛ بلکه باید عواملی مانند طیف کنترلی، مرحله رشدی علف‌هرز و امکان تناوب علف‌کش‌ها برای جلوگیری از مقاومت نیز در نظر گرفته شوند (Mehdizadeh, 2024). نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش در کاهش تراکم جمعیت علف‌های‌هرز پهن‌برگ در فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان مازندران، گویای پاسخ معنی‌دار به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر

با توجه به نتایج این پژوهش، برتری علف‌کش‌های این آزمایش با یافته‌های مطالعات پیشین همخوانی دارد. به‌عنوان مثال، دپرادو و همکاران (De-Prado *et al.*, 2000) نشان دادند که این علف‌کش‌ها با مهار آنزیم ACCase، سنتز اسیدهای چرب را در علف‌های‌هرز گرامینه مختل می‌کنند. عملکرد مطلوب تیمارهایی مانند علف‌کش‌های ایمازاموکس و ایمازتاپیر نشان داد که اگرچه ممکن است از نظر کارایی نهایی با علف‌کش‌های رایج اختلاف آماری نداشته باشند، اما ممکن است در سرعت عمل یا میزان جذب و انتقال علف‌کش در گونه‌های مختلف علف‌هرز تفاوت‌هایی وجود داشته باشد (Baghestani *et al.*, 2022). به‌عنوان مثال، مطالعه‌ای نشان داد که کارایی علف‌کش پینوکسادن در کنترل علف‌هرز سوروف به میزان قابل توجهی

ایمازاموکس به مقدار ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار تعلق داشت که به استثنای دز کاهش‌یافته علف‌کش ایمازاموکس، سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. میانگین سطح کاهش تراکم علف‌هرز گاوپنبه برای دزهای پیشنهادی علف‌کش‌های ایمازاموکس و ایمازتاپیر به ترتیب برابر ۶۶/۴ درصد و ۷۱/۱ درصد بود. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح کارایی در کاهش تراکم علف‌هرز گاوپنبه در تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار مشاهده شد، این موضوع گویای ناکافی‌بودن مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار علف‌کش ایمازاموکس برای حصول نتیجه کنترلی روی علف‌هرز گاوپنبه در حد قابل‌قبول بود.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر سطح کاهش تراکم علف‌هرز خربزه وحشی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶). بیشترین میانگین کاهش تراکم علف‌هرز خربزه وحشی به میزان ۶۶/۷ درصد به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۸۰ گرم در هکتار تعلق داشت، که البته دزهای پیشنهادی برای کاربرد علف‌کش‌های ایمازاموکس و ایمازتاپیر تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش کمترین سطح کاهش تراکم علف‌هرز خربزه وحشی به کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار تعلق داشت که البته از این نظر با کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم اختلاف معنی‌داری نداشت.

سطح تاثیر کنترلی بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز پهن‌برگ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶). بیشترین میانگین کاهش تراکم علف‌های هرز پهن‌برگ به میزان ۸۳/۴ درصد در تیمار کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با دز ۱۸۰ گرم در هکتار مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با دز پیشنهادی همین علف‌کش، دز بالای علف‌کش ایمازاموکس و همچنین کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم نداشت. براساس آزمون مقایسه میانگین در سطح پنج درصد تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس مطابق دز پیشنهادی با کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا و کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسویت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار فاقد اختلاف معنی‌دار بود. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح کاهش تراکم علف‌های هرز پهن‌برگ به کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار تعلق داشت؛ این موضوع گویای ناکافی‌بودن مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار در مورد علف‌کش ایمازاموکس برای حصول نتیجه کنترلی روی علف‌های هرز پهن‌برگ در حد قابل‌قبول بود. سایر تیمارهای آزمایش کاهش بیش از ۵۰ درصد تراکم علف‌های هرز پهن‌برگ را نشان دادند. بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر سطح کاهش تراکم علف‌هرز گاوپنبه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶).

بیشترین میانگین کاهش تراکم علف‌هرز گاوپنبه به میزان ۹۰ درصد به کاربرد علف‌کش

جدول ۶. تاثیر تیمارهای علف کش بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز پهن‌برگ نسبت به شاهد بدون کنترل در استان مازندران، ۱۵ روز بعد از سمپاشی.

Table 6. Effect of herbicide treatments on the percentage reduction in broadleaf weed density relative to the untreated control in Mazandaran Province, 15 days after herbicide application.

Herbicide treatment	Application rate	Total weed density	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Acalypha</i> sp.	<i>Cucumis melo</i>
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1125ml	25.8 ^d	24.6 ^d	6.3 ^d	36.6 ^d
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1250ml	52.0 ^c	66.4 ^{bc}	39.6 ^{ab}	45.9 ^{cd}
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1375ml	80.4 ^a	90.0 ^a	62.5 ^a	77.7 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	100g	51.4 ^c	58.4 ^c	16.7 ^{bcd}	61.7 ^{bc}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	140g	68.4 ^{abc}	71.1 ^{abc}	45.8 ^a	80.2 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	180g	83.4 ^a	88.8 ^a	66.7 ^a	90.8 ^a
Imazethapyr (Pursuit®) SL10%	500ml	60.4 ^{bc}	65.8 ^{bc}	45.8 ^a	62.5 ^{bc}
Imazamox (Immertar Xtra®)WG70%	50g	53.9 ^{bc}	54.6 ^c	35.0 ^{abc}	64.7 ^{bc}
Bentazon (Bazagran SL 48%)+Cletodim (Select Super EC 12%)	2.5L+1l	70.3 ^{ab}	80.4 ^{ab}	10.0 ^{cd}	96.9 ^a

Within each column, values followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح کاهش تراکم علف‌هرز آکالیفا (کاهش تراکم ۳۶/۶ درصد) به کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار تعلق داشت. البته گاهی عدم توانایی ایمازاموکس در کنترل علف‌های هرز، به علت سبز شدن علف‌هرز بعد از سمپاشی و به عبارت دیگر، فرار از علف‌کش است (Kousta et al., 2024). به گزارش کانواری و همکاران (Canevari et al., 2003) کاربرد ایمازاموکس در اوایل رشد رویشی علف‌های هرز منجر به کنترل ۹۵ تا ۱۰۰ درصدی آن‌ها می‌شود.

ارزیابی اثرات علف‌کش‌ها بر زیست‌توده علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش روی زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ قیاق به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر سطح کاهش تراکم علف‌هرز آکالیفا تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶). بیشترین میانگین کاهش تراکم علف‌هرز آکالیفا به میزان ۹۶/۹ درصد به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم تعلق داشت که البته دو دز بالای علف‌کش ایمازتاپیر و همچنین دز بالای کاربرد علف‌کش ایمازاموکس تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند.

بر اساس آزمون مقایسه میانگین در سطح پنج درصد علف‌کش ایمازاموکس در دز پیشنهادی شرکت در مقایسه با علف‌کش‌های رایج ثبت‌شده (کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر از فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و کاربرد علف‌کش ایمازاموکس از فرم تجاری ایمرتاراکسترا) فاقد اختلاف معنی‌دار بود.

خزانه آمینواسید آزاد و کاهش مقدار پروتئین می‌باشد. بازدارندگی AHAS منجر به انباشتگی سوبسترای آن یعنی ۲-کتوتوبرات نیز می‌شود. علاوه بر این، بازدارندگی سریع تقسیم سلولی و سپس توقف رشد به علت حساسیت بالای بافت‌های مرستمی، از اثرات بازدارندگی AHAS می‌باشد. اثرات منفی ایمازاموکس بر گیاهان در حال رشد، در شرایط پر تنش (خشکی، گرما و غرقابی) افزایش می‌یابد (Balabanova et al., 2020).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش روی زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ ارزنی (*Setaria spp.*) به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان مازندران، گویای عدم پاسخ معنی‌دار به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر درصد کاهش زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ ارزنی نسبت به نیم‌کرت سمپاشی‌نشده تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۷). بیشترین میانگین کاهش زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ ارزنی به میزان ۸۸/۹ درصد به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۸۰ گرم در هکتار تعلق داشت که دز پیشنهادی علف‌کش مذکور (با درصد کاهش ۸۰/۱ درصد) و همچنین دز بالای علف‌کش ایمازاموکس (با درصد کاهش ۷۴/۹ درصد) و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند.

علف‌کش در استان مازندران، گویای پاسخ معنی‌دار به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ قیاق نسبت به شاهد سمپاشی‌نشده تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۷).

بیشترین میانگین درصد کاهش زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ قیاق به میزان ۷۷/۶ درصد به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم و در رتبه بعدی با درصد کاهش ۵۸/۲ درصد به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۸۰ گرم در هکتار تعلق داشت. تیمار کاربرد دز پیشنهادی علف‌کش ایمازتاپیر ضمن عدم اختلاف معنی‌دار با کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا، نسبت به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسویت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار دارای برتری معنی‌دار بود؛ تیمار کاربرد دز پیشنهادی علف‌کش ایمازاموکس نیز با دو علف‌کش رایج مذکور اختلاف معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش کمترین سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ قیاق به کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار تعلق داشت. محل اصلی عمل ایمازاموکس، آنزیم AHAS (استوهیدروکسی‌اسیدستاز) است، اما اثرات فیزیولوژیکی آن کاملاً ناشناخته است. زودهنگام‌ترین اثرات، تغییر مقادیر متابولیت‌ها از قبیل افزایش

جدول ۷. تاثیر تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز باریک‌برگ نسبت به شاهد بدون کنترل در استان مازندران، ۱۵ روز بعد از سمپاشی.

Table 7. Effect of herbicide treatments on the percentage decrease in dry weight of narrow-leaved weeds compared to the untreated control in Mazandaran, Iran, 15 days after herbicide application.

Herbicide treatment	Application rate (per hectare)	Total weed density	<i>Sorghum halepense</i>	<i>Setaria viridis</i>	<i>Paspalum distichum</i>
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1125 mL	38.6 ^e	13.7 ^g	58.7 ^d	39.6 ^d
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1250 mL	50.6 ^d	26.7 ^{def}	67.9 ^{bcd}	55.0 ^{bcd}
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1375 mL	60.7 ^{bc}	36.7 ^c	74.9 ^{abc}	77.6 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®)WDG70%	100 g	42.4 ^e	23.3 ^{efg}	57.3 ^d	41.0 ^{cd}
Imazethapyr (Pursuit®)WDG70%	140 g	68.1 ^b	35.4 ^{cd}	80.1 ^{ab}	85.3 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®)WDG70%	180 g	81.3 ^a	58.2 ^b	88.9 ^a	91.4 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®)SL10%	500 mL	50.4 ^d	20.6 ^{fg}	61.1 ^{cd}	63.3 ^{abc}
Imazamox (Immertar Xtra®)WG70%	50 g	53.9 ^{cd}	32.0 ^{cde}	59.5 ^{cd}	69.2 ^{ab}
Bentazon (Bazagran SL 48%) +Cletodim (Select Super EC 12%)	2.5 L+1 L	87.1 ^a	77.6 ^a	88.5 ^a	96.4 ^a

Values in each column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($\alpha = 0.05$).

گویای پاسخ معنی‌دار به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ بندواش نسبت به نیم‌کرت سمپاشی‌نشده تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۷).

بیشترین میانگین کاهش زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ بندواش به میزان ۹۶/۴ درصد به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم تعلق داشت که به استثنای تیمارهای دز کاهش‌یافته علف‌کش‌های ایمازاموکس و ایمازتاپیر و همچنین دز پیشنهادی ایمازاموکس، سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند.

دز پیشنهادی علف‌کش ایمازاموکس از نظر سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز باریک‌ارزنی (۶۷/۹ درصد) با علف‌کش‌های شاهد آزمایش (کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسویت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا) تفاوت معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش کمترین سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ ارزنی به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار تعلق داشت. نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش روی زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ بندواش (*Paspalum sp.*) به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان مازندران،

میلی‌لیتر در هکتار در مورد علف‌کش ایمازاموکس برای حصول نتیجه کنترلی روی علف‌های هرز پهن‌برگ در حد قابل قبول بود. سایر تیمارهای آزمایش کاهش بیش از ۵۰ درصد زیست‌توده علف‌های هرز پهن‌برگ را در پی داشتند. به گزارش برخی از محققان ایمازتاپیر به عنوان یکی از علف‌کش‌های توصیه‌شده در یونجه، کارایی قابل‌قبولی در کنترل انتخابی گونه‌های متعددی از علف‌های هرز دارد (Raj & Patel, 1995). کاربرد ایمازاموکس به صورت پس‌رویشی نیز باعث کنترل علف‌های هرز یکساله و چندساله می‌شود (Driver, 2024).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر زیست‌توده علف‌هرز پهن‌برگ گاوپنبه به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان مازندران، گویای پاسخ معنی‌دار به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز گاوپنبه نسبت به شاهد سمپاشی نشده تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۸). بیشترین میانگین کاهش زیست‌توده علف‌هرز گاوپنبه به میزان ۸۹/۴ درصد به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۸۰ گرم در هکتار تعلق داشت که به استثنای دز کاهش-یافته علف‌کش ایمازاموکس و کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا، سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش در کاهش زیست‌توده مجموع علف‌های هرز پهن‌برگ به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان مازندران، گویای پاسخ معنی‌دار به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر سطح تاثیر کنترلی بر درصد کاهش زیست‌توده علف‌های هرز پهن‌برگ نسبت به شاهد سمپاشی نشده تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۸).

بیشترین میانگین کاهش زیست‌توده علف‌های هرز پهن‌برگ به میزان ۸۲/۷ درصد به تیمار کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با مقدار کاربرد ۱۸۰ گرم در هکتار تعلق داشت که دز بالای علف‌کش ایمازاموکس با درصد کاهش ۷۷/۵ درصد تفاوت معنی‌داری با آن نداشت. بر اساس آزمون مقایسه میانگین در سطح پنج درصد کاربرد علف‌کش‌های ایمازاموکس و ایمازتاپیر مطابق دزهای پیشنهادی با کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا، کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم فاقد اختلاف معنی‌دار بود. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح کاهش زیست‌توده علف‌های هرز پهن‌برگ به کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار تعلق داشت. این موضوع گویای ناکافی بودن مقدار ۱۱۲۵

جدول ۸. تاثیر تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز پهن‌برگ نسبت به شاهد بدون کنترل در استان مازندران، ۱۵ روز بعد از سمپاشی.

Table 8. Effect of herbicide treatments on the percentage decrease in dry weight of broad-leaf weeds compared to the untreated control in Mazandaran, Iran, 15 days after herbicide application.

Herbicide treatment	Application rate	Total weed density	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Acalypha</i> sp.	<i>Cucumis melo</i>
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1125 mL	30.6 ^c	40.0 ^c	13.6 ^c	47.9 ^f
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1250 mL	54.5 ^b	63.8 ^{ab}	37.1 ^{ab}	64.1 ^{de}
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1375 mL	77.5 ^a	87.1 ^a	65.9 ^a	85.9 ^{abc}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	100 g	50.6 ^b	62.0 ^{ab}	32.3 ^b	70.8 ^{cde}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	140 g	59.6 ^b	66.3 ^{ab}	48.8 ^{ab}	77.5 ^{bcd}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	180 g	82.7 ^a	89.4 ^a	73.0 ^a	91.4 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®) SL10%	500 mL	53.1 ^b	59.8 ^{ab}	45.1 ^{ab}	59.5 ^{ef}
Imazamox (Immertar Xtra®)WG70%	50 g	50.7 ^b	56.1 ^{bc}	39.3 ^{ab}	69.1 ^{de}
Bentazon (Bazagran SL 48%) +Cletodim (Select Super EC 12%)	2.5 L+1 L	56.0 ^b	78.4 ^{ab}	24.2 ^b	94.4 ^a

Values in each column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($\alpha = 0.05$).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر زیست‌توده علف‌هرز پهن‌برگ خربزه وحشی (*Cucumis melo*) به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان مازندران، گویای پاسخ معنی‌داری به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز خربزه وحشی نسبت به شاهد سمپاشی نشده تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۸). بیشترین میانگین کاهش زیست‌توده علف‌هرز خربزه وحشی به میزان ۷۳/۰ درصد به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۸۰ گرم در هکتار تعلق داشت که البته به استثنای دزهای پایین علف‌کش ایمازاموکس و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بتنازون و کلتودیم، سایر تیمارهای

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر زیست‌توده علف‌هرز پهن‌برگ آکالیفا (*Acalypha* sp.) به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان مازندران، گویای پاسخ معنی‌دار به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین این تیمارهای علف‌کش از نظر سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز آکالیفا نسبت به شاهد سمپاشی نشده تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۸). بیشترین میانگین کاهش زیست‌توده علف‌هرز آکالیفا به میزان ۹۴/۴ درصد به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بتنازون و کلتودیم تعلق داشت که البته دزهای بالای علف‌کش‌های ایمازتاپیر و ایمازاموکس تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند.

عنوان یک ابزار موثر در کنار سایر روش‌ها برای دست‌یابی به اهداف کنترل پایدار علف‌هرز مورد استفاده قرار گیرد.

عملکرد بیولوژیک و دانه سویا

نتایج تجزیه واریانس داده‌های عملکرد بیولوژیک گیاه‌زراعی سویا در استان مازندران، گویای عدم پاسخ معنی‌دار عملکرد بیولوژیک سویا به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین، تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر بر عملکرد بیولوژیک سویا به‌طور معنی‌داری متفاوت بودند (جدول ۹). بر اساس مقایسه عملکرد بیولوژیک سویا، بیشترین میانگین (۳۷۹۵) کیلوگرم در هکتار) به تیمار وجین دستی علف‌های هرز تعلق داشت که به استثنای کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار، علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش بیشترین عملکرد بیولوژیک سویا در تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار مشاهده شد. بر اساس آزمون مقایسه میانگین، دزهای پیشنهادی علف‌کش‌های ایمازتاپیر و ایمازاموکس از نظر عملکرد بیولوژیک گیاه‌زراعی سویا با هر سه علف‌کش شاهد آزمایش (کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر از فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کاربرد علف‌کش ایمازاموکس از فرم تجاری ایمرتاراکسترا و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم)

آزمایش تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. بر اساس آزمون مقایسه میانگین، دزهای پیشنهادی علف‌کش‌های ایمازتاپیر و ایمازاموکس از نظر سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز خربزه وحشی با هر سه علف‌کش شاهد آزمایش (کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم) تفاوت معنی‌داری نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش کمترین سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز خربزه وحشی به کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار تعلق داشت. با توجه به نتایج مطلوب این پژوهش می‌توان از این علف‌کش‌ها در برنامه‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز استفاده کرد. این نتایج با اصول مطرح‌شده توسط برخی پژوهشگران که بر اهمیت انتخاب روش مدیریتی مناسب، اعم از شیمیایی و غیرشیمیایی، برای کنترل موثر علف‌های هرز تاکید می‌کنند مطابقت دارد ([Ahmadi et al., 2017](#)).

همچنین، مشاهده کاهش کارایی در دزهای پایین برخی علف‌کش‌ها (مانند کاهش ۴۸ تا ۶۳ درصدی) به خوبی تایید‌کننده این دیدگاه است که کاربرد نادرست یا با دز ناکافی علف‌کش‌ها نه تنها می‌تواند منجر به کنترل ناقص شود، بلکه ممکن است با ایجاد فشار انتخابی، زمینه‌ساز بروز مقاومت در جمعیت‌های علف‌هرز شود ([Ahmadi et al., 2023](#)). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده بهینه از علف‌کش‌ها می‌تواند به

معنی دار عملکرد دانه سویا به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر بر عملکرد دانه سویا تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۹). بر اساس مقایسه عملکرد دانه سویا، بیشترین میانگین عملکرد دانه سویا به میزان ۱۸۵۰ کیلوگرم در هکتار به تیمار وجین دستی علف‌های هرز تعلق داشت که بر اساس آزمون مقایسه میانگین غیر از کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار، علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار و مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم، با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش بیشترین عملکرد دانه سویا (۱۵۱۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار مشاهده شد. بر اساس نتایج، تیمار کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۱۴۰ گرم در هکتار نیز با تیمارهای علف‌کش برتر تفاوت معنی‌داری نداشت و به‌طور معنی‌داری نسبت به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم برتری داشت. دزهای پیشنهادی علف‌کش‌های ایمازتاپیر و ایمازاموکس از نظر عملکرد دانه گیاه‌زراعی سویا با هر سه علف‌کش شاهد آزمایش (کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم) تفاوت معنی‌داری نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کش

تفاوت معنی‌داری نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح عملکرد بیولوژیک سویا به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار تعلق داشت. نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد تغییرات عملکرد بیولوژیک گیاه‌زراعی سویا نسبت به شاهد سمپاشی‌نشده در استان مازندران، گویای عدم پاسخ معنی‌دار درصد تغییرات عملکرد بیولوژیک سویا به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است)؛ البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر درصد تغییرات عملکرد بیولوژیک سویا تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۹).

بر اساس مقایسه میانگین درصد تغییرات عملکرد بیولوژیک سویا، بیشترین میانگین درصد افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد سمپاشی‌نشده به میزان ۱۱۱/۳ درصد به تیمار وجین دستی علف‌های هرز تعلق داشت که به استثنای کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار و کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار، با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش بیشترین درصد افزایش عملکرد بیولوژیک سویا (۷۳/۸ درصد) در تیمار کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار مشاهده شد.

عملکرد دانه سویا

نتایج تجزیه واریانس داده‌های عملکرد دانه گیاه‌زراعی سویا در استان مازندران، گویای عدم پاسخ

مورد آزمایش کمترین سطح عملکرد دانه سویا به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار تعلق داشت.

جدول ۹. تاثیر تیمارهای علف‌کش بر عملکرد بیولوژیک و دانه سویا در مازندران.

Table 9. Effects of herbicide treatments on biological yield and seed yield of soybean in Mazandaran.

Herbicide treatment	Application rate (per hectare)	Biological yield	Percentage of changes	Seed yield	Percentage change
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1125 mL	2715 ^{ab}	30.5 ^{bc}	1360 ^{abc}	31.4 ^{bc}
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1250 mL	3100 ^{ab}	57.0 ^{abc}	1465 ^{abc}	59.8 ^{abc}
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1375 mL	3150 ^{ab}	60.0 ^{abc}	1515 ^{ab}	59.4 ^{abc}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	100 g	2295 ^b	32.7 ^c	980.0 ^c	30.9 ^c
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	140 g	3095 ^{ab}	73.8 ^{ab}	1360 ^{abc}	70.3 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	180 g	2975 ^{ab}	59.6 ^{abc}	1406 ^{abc}	77.7 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®) SL10%	500 mL	2290 ^b	48.2 ^{abc}	1095 ^{bc}	39.8 ^{bc}
Imazamox (Immertar Xtra®)WG70%	50 g	2670 ^{ab}	60.5 ^{abc}	1240 ^{abc}	55.1 ^{abc}
Bentazon (Bazagran SL 48%) +Cletodim (Select Super EC 12%)	2.5 L+1 L	2435 ^b	47.1 ^{abc}	1105 ^{bc}	48.8 ^{abc}

In each column, values followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($\alpha = 0.05$).

درصد) در تیمار وجین دستی علف‌های هرز مشاهده شد که به استثنای کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به میزان ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار، کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار و کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش بیشترین درصد افزایش عملکرد دانه سویا (۷۷/۷ درصد) در تیمار

نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد تغییرات عملکرد دانه گیاه‌زراعی سویا نسبت به شاهد سمپاشی‌نشده در استان مازندران، گویای عدم پاسخ معنی‌دار درصد تغییرات عملکرد دانه سویا به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است)؛ البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر درصد تغییرات عملکرد دانه سویا تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۹).

بر اساس مقایسه میانگین درصد تغییرات عملکرد دانه سویا، بیشترین میانگین درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد سمپاشی‌نشده (۱۲۱/۲)

کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار حاصل شد.

کمترین سطح بهبود عملکرد دانه سویا به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۱۰۰ گرم در هکتار تعلق داشت. به گزارش یاداو و همکاران (Yadav et al., 2017) علف‌کش ایمازاموکس و ایمازتاپیر منجر به افزایش تعداد دانه در غلاف و عملکرد سویا می‌شود.

اردبیل

اثر تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش تراکم علف‌های‌هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر تراکم علف‌هرز تاج‌خروس وحشی به فاصله ۱۴ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان اردبیل، گویای عدم پاسخ معنی‌دار درصد تغییرات تراکم علف‌هرز تاج‌خروس وحشی به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر کنترلی بر تراکم علف‌هرز تاج‌خروس وحشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱۰).

بر اساس مقایسه تراکم علف‌هرز تاج‌خروس وحشی در ۱۴ روز پس از سمپاشی نسبت به قبل از سمپاشی، بیشترین میانگین کاهش تراکم علف‌هرز تاج‌خروس وحشی (۹۳/۳ درصد) به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به میزان ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار مربوط بود که با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نداشت.

نتایج آنالیز واریانس اثرات تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش علف‌هرز گاوپنبه به فاصله ۱۴ روز بعد از سمپاشی معنی‌دار بود (جدول ارائه نشده است). تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر بر درصد کاهش تراکم گاوپنبه براساس مقایسه میانگین در سطح احتمال پنج درصد اختلاف آماری نشان دادند (جدول ۱۰)؛ بجز ایمازاموکس با دز ۱۱۲۵ میلی‌لیتر و ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار که با هم اختلاف آماری نداشته و به ترتیب ۸۵/۶ و ۹۰/۳ درصد تراکم علف‌هرز گاوپنبه را کاهش دادند، بقیه علف‌کشهای کاربردی بالای ۹۳/۸ درصد تراکم علف‌هرز گاوپنبه را کاهش داده و با هم اختلاف آماری نداشتند. نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر تراکم علف‌هرز تاج‌خروزی به فاصله ۱۴ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان اردبیل، گویای پاسخ معنی‌دار درصد تغییرات تراکم علف‌هرز تاج‌خروزی به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بین تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر کنترلی بر تراکم علف‌هرز تاج‌خروزی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱۰). بر اساس مقایسه تراکم علف‌هرز تاج‌خروزی در ۱۴ روز پس از سمپاشی نسبت به قبل از سمپاشی، بیشترین میانگین کاهش تراکم علف‌هرز تاج‌خروزی (۱۰۰ درصد) به تیمارهای کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به میزان ۱۴۰ و ۱۸۰ گرم در هکتار مربوط بود که با کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا و کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر

علف‌کش مورد آزمایش کمترین درصد کاهش تراکم علف‌هرز تاجریزی به میزان ۸۷/۵ درصد در کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با دز ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار مشاهده شد که البته با دو دز دیگر این علف‌کش تفاوت معنی‌داری نداشت.

با فرم تجاری پرسویت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشتند.

تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با دز ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار با درصد کاهش تراکم تاجریزی به میزان ۹۲/۳ درصد با تیمارهای برتر تفاوت معنی‌داری نداشت. در بین تیمارهای

جدول ۱۰. کارایی تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کنترل در استان اردبیل، ۱۴ روز بعد از سمپاشی.

Table 10. Efficacy of herbicide treatments on percentage reduction of weed density compared with the untreated control in Ardabil Province, 14 days after application.

Herbicide treatment	Application rate (per hectare)	Total weed density	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Solanum nigrum</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>
Imazamox (Immertar Xtra®) SL4%	1125 mL	87.2 ^e	85.6 ^c	87.5 ^b	82.5 ^a	62.5 ^{ab}
Imazamox (Immertar Xtra®) SL4%	1250 mL	94.5 ^{bcd}	100.0 ^a	92.3 ^{ab}	89.2 ^a	70.8 ^a
Imazamox (Immertar Xtra®) SL4%	1375 mL	93.3 ^{cd}	100.0 ^a	89.2 ^b	83.3 ^a	90.8 ^a
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	100 g	90.5 ^{de}	90.3 ^{bc}	91.0 ^b	85.2 ^a	40.6 ^b
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	140 g	95.9 ^{abc}	100.0 ^a	100.0 ^a	84.2 ^a	81.4 ^a
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	180 g	97.3 ^{ab}	100.0 ^a	100.0 ^a	88.3 ^a	89.7 ^a
Imazethapyr (Pursuit®) SL10%	500 mL	98.6 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	93.3 ^a	73.9 ^a
Imazamox (Immertar Xtra®) WG70%	50 g	96.4 ^{abc}	100.0 ^a	100.0 ^a	84.2 ^a	82.3 ^a
Bentazon (Bazagran SL 48%) +Cletodim (Select Super EC 12%)	2.5 L+1L	91.2 ^d	93.8 ^{ab}	89.0 ^b	85.8 ^a	64.2 ^a

In each column, values followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

علف‌هرز سوروف در ۱۴ روز پس از سمپاشی نسبت به قبل از سمپاشی، بیشترین میانگین کاهش تراکم علف‌هرز سوروف (۹۰/۸ درصد) به تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار مربوط بود که غیر از دز کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار نیز با درصد کاهش تراکم سوروف (۹۲/۳ درصد) با

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر تراکم علف‌هرز سوروف به فاصله ۱۴ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان اردبیل، گویای پاسخ معنی‌دار درصد تغییرات تراکم علف‌هرز سوروف به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر کنترلی بر تراکم علف‌هرز سوروف تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱۰). بر اساس مقایسه تراکم

اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر کنترلی بر زیست‌توده علف‌هرز تاجریزی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱۱).

براساس مقایسه زیست‌توده علف‌هرز تاجریزی در ۱۵ روز پس از سمپاشی نسبت به نیم کرت‌های شاهد سمپاشی‌نشده، بیشترین میانگین کاهش زیست‌توده علف‌هرز تاجریزی (۹۶/۹ درصد) در کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار مشاهده شد که غیر از کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار (دز پیشنهادی شرکت)، سایر تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش کمترین سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز تاجریزی (۷۰/۶ درصد) در کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار (دز پیشنهادی شرکت) مشاهده شد که البته با تیمارهای کاربرد دو دز دیگر این علف‌کش و همچنین کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم و کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتارا کسترا تفاوت معنی‌داری نداشت.

لازم به ذکر است که همه تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش، کاهش حداقل ۷۰ درصدی زیست‌توده علف‌هرز تاجریزی را نشان دادند که این موضوع گویای کارایی قابل قبول تیمارهای مذکور در کنترل این علف‌هرز است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر زیست‌توده علف‌هرز تاج‌خروس وحشی به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد

تیمارهای برتر تفاوت معنی‌داری نداشت. بین دزهای کاهش‌یافته دو علف‌کش مورد آزمایش از نظر کاهش تراکم علف‌هرز سوروف تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در بین تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش کمترین درصد کاهش تراکم علف‌هرز سوروف (۴۰/۶ درصد) در کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار مشاهده شد که البته با کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار با تاثیر کنترلی ۶۲/۵ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت.

این موضوع گویای کارایی پایین دزهای کاهش‌یافته دو علف‌کش مورد آزمایش در کاهش تراکم علف‌هرز باریک‌برگ سوروف است. پتانسیل خوب این ترکیبات در برنامه‌های مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز، بیانگر آن است که برخی از علف‌کشاها در برخی از مناطق مثل مغان کارایی بهتری نشان می‌دهند و این نتایج با اصول مطرح‌شده توسط برخی پژوهشگران که بر اهمیت انتخاب روش مدیریتی مناسب، اعم از شیمیایی و غیرشیمیایی، برای کنترل موثر علف‌های‌هرز تاکید می‌کنند مطابقت دارد (Ahmadi et al., 2023).

ارزیابی اثرات علف‌کش‌ها بر زیست‌توده علف‌های‌هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر زیست‌توده علف‌هرز تاجریزی به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان اردبیل، گویای عدم پاسخ معنی‌دار درصد تغییرات زیست‌توده علف‌هرز تاجریزی به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است)؛ البته بر

علف‌کش در استان اردبیل، گویای عدم پاسخ
معنی‌دار درصد تغییرات زیست‌توده علف‌هرز
تاج‌خروس وحشی به کاربرد علف‌کش‌ها بود
(جدول ارائه نشده است).

جدول ۱۱. کارایی تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کنترل در استان اردبیل، ۱۵ روز بعد از سمپاشی.

Table 11. Efficacy of herbicide treatments on percentage reduction in dry weight of weed dry weight compared with the untreated control in Ardabil Province, 15 days after application.

Herbicide treatment	Application rate (per hectare)	<i>Abutilon theophrasti</i>	<i>Solanum nigrum</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1125 mL	93.1 ^{ab}	91.1 ^a	85.3 ^{ab}	85.1 ^a
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1250 mL	94.5 ^{ab}	91.9 ^a	90.7 ^{ab}	92.0 ^a
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1375 mL	95.8 ^a	95.0 ^a	95.4 ^a	93.6 ^a
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	100 g	71.9 ^c	80.2 ^{ab}	64.3 ^c	63.1 ^b
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	140 g	83.3 ^{abc}	70.6 ^b	79.0 ^{abc}	84.1 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	180 g	84.2 ^{abc}	93.8 ^{ab}	81.0 ^{abc}	82.6 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®) SL10%	500 mL	92.2 ^{ab}	96.9 ^a	86.0 ^{ab}	73.4 ^{ab}
Imazamox (Immertar Xtra®)WG70%	50 g	90.9 ^{ab}	88.7 ^{ab}	85.2 ^{ab}	80.8 ^{ab}

In each column, values followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($\alpha=0.05$).

معنی‌داری با آن نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش کمترین سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز تاج‌خروس وحشی به میزان ۶۴/۳ درصد به کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار تعلق داشت که البته با تیمارهای کاربرد دو دز دیگر این علف‌کش و همچنین کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم تفاوت معنی‌داری نداشت. لازم به ذکر است که به استثنای دز کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر، سایر تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش، کاهش حداقل ۷۵ درصدی زیست‌توده علف‌هرز تاج‌خروس وحشی را نشان دادند که این موضوع گویای کارایی قابل قبول تیمارهای مذکور در کنترل این علف‌هرز است.

البته براساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر کنترلی بر زیست‌توده علف‌هرز تاج‌خروس وحشی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱۱). بر اساس مقایسه زیست‌توده علف‌هرز تاج‌خروس وحشی در ۱۵ روز پس از سمپاشی نسبت به نیم‌کرت‌های شاهد سمپاشی نشده، بیشترین میانگین کاهش زیست‌توده علف‌هرز تاج‌خروس وحشی (۹۵/۴ درصد) در کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار مشاهده شد که غیر از کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم، سایر تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش تفاوت

دز کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر، سایر تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش، کاهش حداقل ۷۳ درصدی زیست‌توده علف‌هرز سوروف را نشان دادند که این موضوع گویای کارایی قابل‌قبول تیمارهای مذکور در کنترل این علف‌هرز باریک‌برگ است. در مقابل، عملکرد ضعیف برخی از علف‌کش‌ها، می‌تواند نشان‌دهنده کاهش حساسیت یا بروز مقاومت در جمعیت‌های علف‌هرز منطقه به این مواد باشد که لزوم بکارگیری تناوب علف‌کش‌ها با مکانیسم‌های عمل مختلف را برای مدیریت پایدار علف‌های‌هرز سویا تأیید می‌کند (Zhang et al., 2021).

عملکرد بیولوژیک و دانه سویا

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر عملکرد بیولوژیک گیاه‌زراعی سویا در استان اردبیل، گویای پاسخ معنی‌دار عملکرد بیولوژیک سویا به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). براساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر بر عملکرد بیولوژیک سویا تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱۲). بر اساس مقایسه عملکرد بیولوژیک سویا، بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک سویا (۲۲۵۸۰ کیلوگرم در هکتار) به تیمار وجین دستی علف‌های‌هرز تعلق داشت که به‌طور معنی‌داری برتر از همه تیمارهای علف‌کشی بود. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش بیشترین عملکرد بیولوژیک سویا در تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس (۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار) حاصل شد؛ این تیمار نیز بر اساس مقایسه میانگین در

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر زیست‌توده علف‌هرز باریک‌برگ سوروف به فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علف‌کش در استان اردبیل، گویای عدم پاسخ معنی‌دار درصد تغییرات زیست‌توده علف‌هرز سوروف به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است)؛ البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر کنترلی بر زیست‌توده علف‌هرز سوروف تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱۱).

بر اساس مقایسه زیست‌توده علف‌هرز سوروف در ۱۵ روز پس از سمپاشی نسبت به نیم‌کرت‌های شاهد سمپاشی‌نشده، بیشترین میانگین کاهش زیست‌توده علف‌هرز سوروف در دامنه ۸۵/۱ درصد تا ۹۳/۶ درصد برای سه دز کاربرد علف‌کش ایمازاموکس بدون تفاوت معنی‌دار بین آنها حاصل شد که غیر از کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار، سایر تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری با آنها نداشتند. در بین تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش کمترین سطح کاهش زیست‌توده علف‌هرز سوروف (۶۳/۱ درصد) در کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار مشاهده شد که البته با تیمارهای کاربرد دو دز دیگر این علف‌کش و همچنین کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر با فرم تجاری پرسوئیت به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار، کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا و کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم تفاوت معنی‌داری نداشت. لازم به ذکر است که به استثنای

مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم تعلق داشت که البته دز کاهش‌یافته علف‌کش

ایمازاموکس تفاوت معنی‌داری با آن نداشت.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های اثرات کنترلی تیمارهای علف‌کش بر عملکرد دانه گیاه‌زراعی سویا در استان اردبیل، گویای پاسخ معنی‌دار عملکرد دانه سویا به کاربرد علف‌کش‌ها بود (جدول ارائه نشده است). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای علف‌کش از نظر تاثیر بر عملکرد دانه سویا تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۱۲).

سطح پنج درصد نسبت به سایر تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش برتری معنی‌داری نشان داد. کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار در مقایسه با کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم و کاربرد علف‌کش ایمازاموکس با فرم تجاری ایمرتاراکسترا برتری معنی‌داری داشت. تیمار کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار از نظر عملکرد بیولوژیک سویا نسبت به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم و کاربرد علف‌کش ایمازاموکس از فرم تجاری ایمرتاراکسترا از برتری معنی‌داری برخوردار بود. در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش کمترین سطح عملکرد بیولوژیک سویا به کاربرد

جدول ۱۲. اثر تیمارهای علف‌کش بر عملکرد بیولوژیک و دانه سویا در اردبیل.

Table 12. Effects of herbicide treatments on biological yield and seed yield of soybean in Ardabil.

Herbicide treatment	Application rate (per hectare)	Biological yield (kg ha ⁻¹)	Seed yield (kg ha ⁻¹)
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1125 mL	11750 ^{ef}	2803 ^{cd}
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1250 mL	14880 ^c	3446 ^{bcd}
Imazamox (Immertar Xtra®)SL4%	1375 mL	17250 ^b	4963 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	100 g	13830 ^{cd}	4483 ^{ab}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	140 g	14420 ^{cd}	3550 ^{bcd}
Imazethapyr (Pursuit®) WDG70%	180 g	15000 ^c	3555 ^{abc}
Imazethapyr (Pursuit®) SL10%	500 mL	13830 ^{cd}	4437 ^{abc}
Imazamox (Immertar Xtra®)WG70%	50 g	12880 ^{de}	4037 ^{abc}
Bentazon (Bazagran SL 48%)+Cletodim (Select Super EC 12%)	2.5 L+1 L	10500 ^f	2347 ^d
Control with weeding	-	22580 ^a	5277 ^a

In each column, values followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($\alpha = 0.05$).

گرم در هکتار و کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار (دز پیشنهادی شرکت) تفاوت معنی‌داری با آن نداشتند.

در بین تیمارهای علف‌کشی مورد آزمایش بیشترین عملکرد دانه سویا (۴۹۶۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به

براساس مقایسه عملکرد دانه سویا، بیشترین میانگین عملکرد دانه سویا (۵۲۷۷ کیلوگرم در هکتار) به تیمار وجین دستی علف‌های هرز تعلق داشت که بر اساس آزمون مقایسه میانگین کاربرد علف‌کش ایمازاموکس به مقدار ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار، کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰

(SL4%) به مقدار ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و کاربرد پس‌رویشی علف‌کش ایمازتاپیر (WDG70%) به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار در حد خوب برآورد شدند. دزهای پایین دو علف‌کش مورد ارزیابی (ایمازاموکس به مقدار ۱۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار و ایمازتاپیر به مقدار ۱۰۰ گرم در هکتار) کارایی لازم و قابل‌قبولی برای کنترل علف‌های‌هرز نداشتند. لازم به ذکر است که کاربرد پس‌رویشی علف‌کش ایمازاموکس (SL4%) به مقدار ۱۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و کاربرد پس‌رویشی علف‌کش ایمازتاپیر (WDG70%) به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار از نظر سطح کنترل علف‌های‌هرز مزارع سویا نسبت به دو علف‌کش دیگر مورد آزمایش (پرسوئیت SL10% توصیه‌شده به مقدار ۱۰۰۰-۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار و ایمرتاراکسترا WG70% درصد به مقدار ۵۰-۴۵ گرم در هکتار) با مقدار ماده موثره کمتر در واحد سطح، برتری معنی‌داری نداشتند.

مقدار ۱۳۷۵ میلی‌لیتر در هکتار حاصل شد. تیمار کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر به مقدار ۱۴۰ گرم در هکتار نیز با تیمارهای علف‌کش برتر تفاوت معنی‌داری نداشت و به‌طور معنی‌داری نسبت به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم برتری داشت. در بین تیمارهای علف‌کش مورد آزمایش، کمترین سطح عملکرد دانه سویا به کاربرد مخلوط علف‌کش‌های بنتازون و کلتودیم تعلق داشت. آقائی‌فر و همکاران (Aghaeifar et al., 2023) نیز در آزمایش بررسی تاثیر تراکم سویا روی عملکرد گزارش کردند که کاربرد بنتازون تاثیر بسیار کمی روی علف‌های‌هرز و عملکرد سویا داشت.

نتیجه‌گیری نهایی

براساس نتایج این آزمایش دو علف‌کش ایمازاموکس و ایمازتاپیر در مقادیر پیشنهادی مورد بررسی بر گیاه‌زراعی سویا اثر نامطلوب مشهودی نداشتند. بر مبنای شاخص کارآمدی کلی، تیمارهای کاربرد پس‌رویشی علف‌کش ایمازاموکس

منابع

- Aghaeifard, Kh., Tobeh, A., Farzaneh, S., Karbalaie Khiavi, H., Sharifi-Ziveh, P. 2023. Investigating the effect of cover crops in density and different planting dates on weed control and soybean yield. *J. Crop Physiol.* 16(62): 99–123. (In Persian).
- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Abadzadeh, H.R., Hosseinpour, H., Abdollahshah, A., Kazemian, M., Rafiei, M. 2017. Agricultural statistics of the year 2015–2016. Ministry of Agriculture Jihad, Deputy of Planning and Economics, Information and Communication Technology Center, 117 pp. (In Persian).
- Ahmadi, M., Mohammaddost-Chamanabad, H.R., Farzaneh, S., Fakhari, R., Tobeh, A. 2023. The effect of some morphological and competitive traits of cultivars and management type on weed control in potato (*Solanum tuberosum* L.) fields. *J. Crop Physiol.* 15(60): 72–88. (In Persian).
- Baghestani, M.A., Soltani, E., Zand, E., Rashed Mohassel, M.H., Minbashi, M. 2022. Efficacy of different post-emergence herbicides in controlling narrow-leaf weeds in rice (*Oryza sativa* L.) fields. *Crop Prot.* 152: 105841.

- Balabanova, D., Remans, T., Cuypers, A., Vangronsveld, J., Vassilev, A. 2020. Imazamox detoxification and recovery of plants after application of imazamox to an imidazolinone resistant sunflower hybrid. *Biol. Plant.* 64: 335–342.
- Canevari, W.M., Orloff, S.B., Vargas, R.N., Hembree, K.J. 2003. Raptor, a new herbicide for alfalfa weed control. *Proceedings of the California Weed Science Society.* 55: 107–111.
- De-Prado, R., Franco, D., Menendez, J. 2000. Resistance to ACCase inhibitor herbicides in a green foxtail (*Setaria viridis*) biotype in Europe. *Weed Sci.* 48(3): 311–318.
- Driver, J.P. 2024. The best herbicides for alfalfa: Ensuring healthy, weed-free fields. Retrieved from <https://hay-kings.com/blogs/news/the-best-herbicides-for-alfalfa-ensuring-healthy-weed-free-fields>.
- Fakhari, R., Tobeh, A., Alebrahim, M.T., Mehdizadeh, M., Karbalaei Khiavi, H. 2020. The effect of weed control with common herbicides on yield and components of soybean yield (*Glycine max* L.). *Int. J. Adv. Biol. Biomed. Res.* 8(1): 92-99.
- FAO. (2024). OECD-FAO agricultural outlook 2021–2030. OECD Publishing, Paris.
- Gherekhlou, J., Yousefi, A.R., Rastgoo, M. 2021. Factors affecting the efficacy of pinoxaden in controlling barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in rice. *Weed Biol. Manage.* 21(3): 145–154.
- Heap, I. 2023. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Retrieved February 25, 2023, from <https://www.weedscience.org/Home.aspx>.
- Hosseini, S.M. and Karimi, P. 2019. Investigation of the efficacy of elective herbicide in controlling johnsongrass under the climatic conditions of Guilan. *J. Ornam. Plants.* 6(4): 112–125.
- Kousta, A., Katsis, C., Tsekoura, A., Chachalis, D. 2024. Effectiveness and selectivity of pre- and post-emergence herbicides for weed control in grain legumes. *Plants.* 13(2): 211.
- Mehdizadeh, M. 2024. Sustainable weed management strategies: Herbicide rotation and integration. In *Advances in Herbicide Science and Technology* (pp. 112–130). Springer, Cham.
- Mohammadi, J. and Seraj, A. 2020. Effect of post-emergence application of Panthera herbicide on control of grass weeds and soybean yield. *Iran. J. Weed Sci.* 10(1): 77–90. (In Persian).
- Rahimi, M., Fallahi, H., Eslami, A. 2021. Evaluation of the efficacy of Superpower herbicide in controlling barnyardgrass in soybean fields. *Iran. J. Weed Sci.* 12(2): 45–58. (In Persian).
- Raj, V.C. and Patel, Z.G. 1995. Integrated weed management in forage lucerne (*Medicago sativa*). *Indian J. Agron.* 40: 686–688.
- Thomas, A.G. 1991. Floristic composition and relative abundance of weeds in annual crops of Manitoba. *Can. J. Plant Sci.* 71: 831–839.
- Yadav, R., Bhullar, M.S., Kaur, M.S., Kaur, T., Jhala, A.J. 2017. Weed control in conventional soybean with pendimethalin followed by imazethapyr + imazamox/quizalofop-p-ethyl. *Can. J. Plant Sci.* 97(4): 654–664.
- Zhang, W., McGiffen, M.E., Ogbuchiekwe, E.J. 2021. Efficacy of new post-emergence herbicides on narrow-leaved weeds in soybean. *Weed Technol.* 35(3): 456–463.