



Original Article

Evaluation of Herbicide Imazamox (Immertar Xtra® WG 70%) in the Control of New-Seeded Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Weeds

Fariba Meighani^{*1}, Hossein Sabet Zangeneh², Azhang Jahedi³, Mohammad Reza Karami Nejad⁴

1,4. Weed Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran.

2. Plant Protection Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaze, Iran.

3. Agricultural Research Center, Hamedan, Iran.

Article Info

Received:

July 21, 2024

Accepted:

December 14, 2024

First published online:

December 21, 2024

Corresponding Author:

Fariba Meighani

Email:

fmaighany@yahoo.com

Key words: Chemical control, forage crops, formulation, new herbicide.

Abstract

In order to evaluate the herbicide imazamox (Immertar Xtra® WG 70%) on weed control in new-seeded alfalfa, an experiment was done in Karaj, Hamedan, and Ahwaz during 2021-2022 in a randomized complete block design with 4 replications and 11 treatments. Herbicide treatments, all applied in alfalfa at the 8-leaf stage, included: 2,4-DB (Butress® SL 50%) at 3 and 3.5 L ha⁻¹, imazethapyr (Pursuit®) at 1 L ha⁻¹ and 0.4 L ha⁻¹ + citogate 2%, imazamox (Immertar Xtra® WG 70%) at 45, 50, and 55 g ha⁻¹, imazamox (Immertar Xtra® WG 70%) at 40, 50, and 55 g ha⁻¹ + citogate 2%, and weeding treatment. The effect of herbicides was evaluated on dominant weed density and biomass, and alfalfa yield during the first harvesting. Results showed that in Karaj, imazamox at 45 and 50 g ha⁻¹ could suppress *Descurainia sophia*, *Chorispora tenella*, and *Veronica persica* by more than 80%. However, in Hamedan, *Lactuca serriola* and *Carduus pycnocephalus* were not controlled under the effect of imazamox. In Karaj and Hamedan, imazamox at 50 g ha⁻¹ + citogate 2% and imazamox at 50 and 55 g ha⁻¹ caused the maximum increase (53 to 62%) in alfalfa yield. In Ahwaz, the efficacy of imazethapyr at 1 L ha⁻¹ in increasing alfalfa yield (47%) was more than imazamox (32.5 to 38.5%) with and without citogate. Overall, imazamox had no phytotoxicity on alfalfa. Therefore, imazamox at 45 to 50 g ha⁻¹ + citogate could be recommended for controlling broad-leaved annual weeds in new-seeded alfalfa.

Cite this article: Meighani, F. Sabet Zangeneh, H. Jahedi, A. and Karaminejad, M.R. (2025). Evaluation of herbicide imazamox (Immertar Xtra® WG 70%) in the control of new-seeded alfalfa (*Medicago sativa* L.) weeds. Iran. J. of Weed Sci. 20(2): 1-19. DOI: [10.22034/ijws.2024.366468.1462](https://doi.org/10.22034/ijws.2024.366468.1462).





مقاله پژوهشی

ارزیابی علف‌کش ایمازاموکس (ایمرتارایکس ترا® WG 70%) در کنترل علف‌های هرز یونجه (*Medicago sativa* L.) تازه کاشت

فریا میقانی^{۱*}، حسین ثابت زنگنه^۲، آژنگ جاهدی^۳، محمدرضا کریمی‌نژاد^۴

۱- بخش تحقیقات علف هرز، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران، ایران.

۲- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

۳- مرکز تحقیقات کشاورزی، همدان، ایران.

چکیده

به منظور ارزیابی علف‌کش ایمازاموکس (ایمرتارایکس ترا® WG 70%) در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ یونجه تازه کاشت، آزمایشی طی سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۱ تیمار و چهار تکرار در کرج، همدان و اهواز انجام شد. تیمارهای علف‌کش که همگی در مرحله هشت‌برگی یونجه و ابتدای رشد رویشی علف‌های هرز اعمال شدند عبارت بودند از: توفوردی بی (بوترس® SL 50%) سه و ۳/۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری، ایمازتاپیر (پرسویت® SL 10%) ۰/۴ (سیتوگیت دو درصد) و یک لیتر در هکتار از ماده تجاری، ایمازاموکس (ایمرتارایکس ترا® WG 70%) ۰/۴۵، ۵۰ و ۵۵ گرم در هکتار از ماده تجاری، ایمازاموکس (ایمرتارایکس ترا® WG 70%) ۰/۴۵، ۴۰ و ۵۰ گرم در هکتار از ماده تجاری + سیتوگیت دو درصد و شاهد با وجین دستی علف‌های هرز. بعد از برداشت یونجه و علف‌های هرز غالب طی چین اول، اثر علف‌کش‌ها بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و عملکرد یونجه بررسی شد. بر اساس نتایج، در کرج، ایمازاموکس ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار + سیتوگیت باعث کنترل بیش از ۸۰ درصد علف‌های هرز پهن‌برگ یک‌ساله (خاکشیر ایرانی، خردل آبی‌فام و سیزاب) شد. ایمازاموکس در همدان، قادر به کنترل علف‌هرز دوساله کاهوی وحشی و علف‌هرز چندساله تاتاری، نبود. در کرج و همدان، ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار + سیتوگیت و ایمازاموکس ۵۰ و ۵۵ گرم در هکتار، باعث بیشترین افزایش عملکرد یونجه (۵۳ الی ۶۲ درصد) شدند. در اهواز، کارایی ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار در افزایش عملکرد یونجه (۴۷ درصد)، بیشتر از ایمازاموکس با و بدون سیتوگیت (۳۲/۵-۳۸/۵ درصد) بود. در مجموع، هیچ‌یک از دزهای ایمازاموکس با و بدون سیتوگیت، منجر به گیاه‌سوزی یونجه نشدند. بدین ترتیب، ایمازاموکس ۴۵ تا ۵۰ گرم در هکتار ماده تجاری + سیتوگیت، برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ یک‌ساله در یونجه تازه کاشت قابل توصیه است.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۴/۳۱

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۹/۲۴

تاریخ انتشار برخط:

۱۴۰۳/۱۰/۰۱

نویسنده مسئول:

فریا میقانی

ایمیل:

fmaighany@yahoo.com

واژه‌های کلیدی: فرمولاسیون

جدید علف‌کش،

کنترل شیمیایی،

گیاهان علوفه‌ای.

استناد: میقانی، ف. ثابت زنگنه، ح. جاهدی، آ. و کریمی‌نژاد، م. ر. (۱۴۰۳). ارزیابی علف‌کش ایمازاموکس (ایمرتارایکس ترا® WG 70%) در کنترل علف‌های هرز یونجه (*Medicago sativa* L.) تازه کاشت. دانش علف‌های‌هرز ایران، ۲۰(۲): ۱-۱۹.

DOI: 10.22034/ijws.2024.366468.1462

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان است. © ۱۴۰۳. ناشر این مقاله، انجمن علوم علف‌های‌هرز 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

جنس یونجه (*Medicago*) بخش مهمی از فلور نواحی مدیترانه‌ای، جنوب اروپا، آسیا و شمال آفریقا را به خود اختصاص می‌دهد. در میان گونه‌های مختلف این جنس، یونجه به عنوان ملکه گیاهان علوفه‌ای شناخته می‌شود. یونجه، یک گیاه علوفه‌ای چندساله می‌باشد که با تولید علوفه باکیفیت، عملکرد و سازگاری بالا، تثبیت نیتروژن و بهبود ویژگی‌های خاک، از سایر گیاهان علوفه‌ای متمایز می‌شود (Putnam & Orloff, 2014). سابقه کشت یونجه به بیش از ۴۰۰۰ سال قبل بازمی‌گردد. این گیاه نخستین بار در مکانی نزدیک به موقعیت کنونی ترکمنستان، ایران، ترکیه و کوه‌های قفقاز اهلی شد. یونجه در بیش از ۸۰ کشور و در اقلیم‌های مختلف کشت می‌شود (Putnam *et al.*, 2008).

در ایران حدود ۹۰۰ هزار هکتار از سطح زیر کشت محصولات زراعی، متعلق به گیاهان علوفه‌ای است. از این مقدار حدود ۶۰۰ هزار هکتار (پنج درصد از سطح زیر کشت محصولات زراعی و ۶۸ درصد از سطح زیر کشت گیاهان علوفه‌ای) به یونجه اختصاص دارد. استان‌های آذربایجان شرقی، همدان، آذربایجان غربی، کرمان، سیستان و بلوچستان و خراسان رضوی به ترتیب با ۱۲/۷، ۱۱/۴، ۹/۷، ۷/۶، ۶/۵ و ۵/۳ درصد تولید یونجه کشور، مناطق عمده تولید یونجه در ایران محسوب می‌شوند (Bureau of Statistics & IT, 2020). برحسب شرایط خاک و محیط، عملکرد علوفه تر و خشک یونجه به ترتیب ۵۰ تا ۱۰۰ تن در هکتار و ۱۲ تا ۱۹ تن در هکتار است (Nesic *et al.*, 2005). در ایران

میانگین عملکرد علوفه خشک یونجه، حدود پنج تن و متوسط عملکرد دیم آن ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. البته با توجه به اقلیم هر منطقه، می‌توان چهار تا ۱۲ تن علوفه خشک در هر هکتار تولید کرد (Deputy Ministry of Agriculture, 2018).

یکی از چالش‌های تولید یونجه، وجود علف‌های هرز در این محصول می‌باشد. علف‌های هرز به طور مستقیم برای کسب نور، مواد غذایی و رطوبت با یونجه رقابت و باعث کاهش کمی و کیفی علوفه و کاهش ۳۳ تا ۶۰ درصدی قیمت آن می‌شوند (Meighani & Karaminejad, 2015). تاکنون برآورد دقیقی از خسارت علف‌های هرز مزارع یونجه در کشور صورت نگرفته است. البته بیشترین خسارت، مربوط به چین اول و عمده‌تاً علف‌های هرز زمستانه است (Meighani *et al.*, 2010).

روش‌های متعددی برای مدیریت علف‌های هرز به کار می‌رود، اما کنترل شیمیایی، از مهم‌ترین روش‌های مدیریت علف‌های هرز در ایران و جهان محسوب می‌شود (Behroozi & Meighani, 2021). با وجود مزایای استفاده از علف‌کش‌ها، باید توجه داشت که تک‌کشتی به همراه تکرار یک علف‌کش خاص یا علف‌کش‌های با نحوه عمل مشابه، سبب بروز مشکلاتی از قبیل مقاومت به علف‌کش‌ها می‌شود (Gadamski *et al.*, 2000). راهکار مناسب برای حل این مشکل، عبارت است از عدم استفاده مکرر از علف‌کش‌های با مکانیسم عمل مشابه و استفاده از پایین‌ترین دوز توصیه‌شده

روی برچسب علف کش (Mick *et al.*, 2003). در مجموع، تلفیق روش‌های زراعی و شیمیایی، منجر به کنترل مطلوب علف‌های هرز خواهد شد (Canevari *et al.*, 2007).

از علف کش‌های انتخابی یونجه، می‌توان به بنتازون (بازاگران®) و ایمازتاپیر (پرسوئیت®) اشاره کرد که به‌صورت پس‌رویشی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنتازون از خانواده بنزوتیادiazول‌ها و بازدارنده فتوسنتز II است و برای کنترل انتخابی علف‌های هرز پهن‌برگ تیره بقولات (Fabaceae) به کار می‌رود (Zimdahl, 2007). علف کش‌های خانواده ایمیدازولینون‌ها از جمله ایمازتاپیر، دارای کارایی مناسب، دز پایین مصرف و دوام بالا در خاک هستند. دوام ایمازتاپیر در خاک تحت تأثیر عواملی از قبیل مواد آلی، رطوبت، pH و بافت خاک قرار می‌گیرد و ۶۰ تا ۳۶۰ روز است (Darwent *et al.*, 1997).

علف کش‌های توصیه‌شده در مزارع یونجه کشور عبارتند از: کلرتال‌دی‌متیل (داکتال® WP 75%)، پاراکوات (گراماکسون® SL 20%)، گلایفوسیت (رانداپ® SL 41%)، ایمازتاپیر (پرسوئیت® SL 10%) و بنتازون (بازاگران® SL 48%). البته کاربرد پاراکوات از ابتدای سال ۱۴۰۱ از سوی سازمان حفظ نباتات کشور، ممنوع اعلام شده است. علف کش گالانت‌سوپر (هالوکسی‌فوپ‌اتوکسی‌اتیل® EC 10.8%) کارایی مطلوبی در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ یونجه دارد؛ هرچند در مواردی، منجر به بروز مقاومت علف‌های هرز به علف کش‌ها می‌شود. توفوردی‌بی

(بوترس®) از علف کش‌های انتخابی مزارع یونجه است که برای کنترل انتخابی علف‌های هرز پهن‌برگ گیاهان تیره بقولات استفاده می‌شود. البته با وجود کارایی مطلوب آن در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ یونجه، در ایران هنوز ثبت نشده است (Meighani *et al.*, 2012 & 2018).

به گزارش رئوفی و آل‌ابراهیم (Raoofi & Alebrahim, 2017) ایمازتاپیر+ سیتوگیت دو درصد، تراکم علف‌های هرز را ۸۸ درصد کاهش و عملکرد یونجه را ۹۴ درصد افزایش می‌دهد. پندی‌متالین (استومپ® EC 33%) (Raj & Patel, 1995)، ایمازتاپیر و بنتازون (Silva *et al.*, 2004) برخی از علف‌های هرز پهن‌برگ یونجه را کنترل می‌کنند. توفوردی‌بی ۳/۱ تا ۳/۵ لیتر در هکتار، قادر به کنترل رضایت‌بخش پنیرک (*Malva neglecta* L.) در یونجه و علف کش مناسبی برای افزایش عملکرد یونجه در اقلیم سرد است، اما کارایی آن در مناطق گرم کاهش می‌یابد (Meighani & Karaminejad, 2017). علف کش‌های توفوردی‌بی، بنتازون و ایمازتاپیر، منجر به افزایش عملکرد یونجه می‌شوند (Mamnoie & Meighani, 2020).

علف کش پس‌رویشی و انتخابی ایمازاموکس، بازدارنده ALS است؛ اوانل رشد رویشی و در مرحله حدود هشت‌برگی یونجه تازه کاشت و مستقر به کار می‌رود و طیف کنترل علف‌های هرز آن، مشابه ایمازتاپیر است. دوام ایمازاموکس در خاک، ۵۰ درصد ایمازتاپیر است و هر دو علف کش چند ماه در خاک باقی می‌مانند

مواد و روش‌ها

بررسی حاضر در کرج، همدان و اهواز در یونجه تازه کاشت و در مزرعه تحقیقاتی با سابقه آلودگی به علف‌های هرز انجام شد. ارقام مورد استفاده در کرج، همدان و اهواز به ترتیب "همدانی"، "قه‌اوند" و "امید" بودند. یونجه تازه کاشت نیمه اول مهرماه ۱۳۹۸ کشت شد. ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار در سه نوبت، یک نوبت قبل از کاشت و دو نوبت در مرحله داشت به صورت سرک، ۲۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل در هکتار قبل از کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم در هکتار قبل از کاشت مورد استفاده قرار گرفت. تراکم کاشت یونجه، ۲۵ کیلوگرم بذر در هکتار بود. پس از عملیات تهیه زمین و بستر بذر، کرت‌های آماده شده با دست کشت شدند. آبیاری هفته‌ای یک بار انجام می‌شد.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۱ تیمار و چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای علف‌کش که همگی در مرحله هشت‌برگی یونجه و اوائل رشد رویشی علف‌های هرز اعمال شدند، عبارت بودند از: تیمار ۱ و ۲: توفوردی بی (بوترس® SL 50%) سه و ۳/۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری، تیمار ۳ و ۴: ایمازتاپیر (پرسویت® SL 10%) ۰/۴ (+سیتوگیت دو درصد) و یک لیتر در هکتار از ماده تجاری، تیمار ۵، ۶ و ۷: ایمازاموکس (ایمرتارایکس ترا® WG 70%) ۴۵، ۵۰ و ۵۵ گرم در هکتار از ماده تجاری، تیمار ۸، ۹ و ۱۰: ایمازاموکس (ایمرتارایکس ترا® WG 70%) ۴۰، ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار از ماده تجاری + سیتوگیت دو

(Canevari et al., 2003). کاربرد ایمازاموکس در مرحله سه تا پنج سانتی متری علف‌های هرز و دوبرگی یونجه، منجر به بیشترین کارایی آن خواهد شد (Sprague et al., 2005). 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. اختلاط ایمازاموکس با سایر پهن‌برگ‌کش‌ها، کارایی آن را افزایش می‌دهد. اختلاط ایمازاموکس و ایمازتاپیر، منجر به افزایش تعداد دانه در غلاف و عملکرد سویا می‌شود (Yadav et al., 2017). پترسون و دانکن (Petrerson & Duncan, 2002) گیاه‌سوزی ایمازاموکس را در یونجه معمولی و یونجه مقاوم به گلایفوسیت و کاهش کمتر از پنج درصد عملکرد یونجه را تحت تاثیر ایمازاموکس گزارش دادند. البته خسارت ایمازاموکس در یونجه، به تنش‌های محیطی در زمان سمپاشی بستگی دارد. با توجه به اهمیت یونجه در میان گیاهان علوفه‌ای و اثر سوء علف‌های هرز بر کمیت و کیفیت این محصول راهبردی، یکی از راهکارهای مدیریت علف‌های هرز یونجه، معرفی علف‌کش‌های به‌تازگی ثبت شده با هدف افزایش تنوع سبب علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز این محصول است. بنابراین، در پژوهش حاضر کارایی علف‌کش ایمازاموکس با نام تجاری ایمرتار ایکس ترا (Immertar Xtra WG 70%) برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ یونجه تازه کاشت مورد بررسی قرار گرفت.

درصد، تیمار ۱۱: شاهد با وجین تمام فصل علف‌های هرز. علف‌های هرز باریک‌برگ با وجین دستی حذف شدند. سمپاشی با استفاده از سمپاش پستی از نوع ماتابی شارژی با نازل بادبزی یکنواخت (شره‌ای) و با فشار ۲/۵ بار انجام شد. سمپاش بر اساس ۳۵۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد.

واحدهای آزمایشی شامل کرت‌هایی به طول شش متر و عرض دو متر بودند. فاصله بین کرت‌ها ۱/۵ متر و بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. هر کرت به دو نیم کرت مساوی تقسیم شد. "نیم کرت" بالا به عنوان شاهد بدون کنترل علف‌هرز، سمپاشی نشد و "نیم کرت" پایین با علف‌کش‌های مورد نظر سمپاشی شد. برای افزایش دقت و ممانعت از اختلاط اثر علف‌کش‌ها، برای هر بلوک فاضلابی جداگانه در نظر گرفته شد.

بر اساس تجربیات نگارندگان مقاله حاضر، با توجه به کاهش چشمگیر تراکم علف‌های هرز بعد از چین اول، اثر تیمارهای علف‌کش بر وزن خشک (عملکرد) یونجه و تراکم و وزن خشک علف‌های هرز، صرفاً طی چین اول ارزیابی شد. چین اول یونجه در کرج و همدان، اردیبهشت و در اهواز، فروردین برداشت شد. طی چین اول، نمونه‌برداری از یونجه و علف‌های هرز غالب هر منطقه به تفکیک گونه انجام شد. برداشت نمونه‌ها با استفاده از یک کادر ثابت به ابعاد نیم در نیم متر در "نیم کرت" سمپاشی نشده و یک کادر با همین ابعاد در "نیم کرت" سمپاشی شده؛ با در نظر گرفتن اثر حاشیه و اینکه کادر در مکانی که نماینده آن کرت باشد قرار گیرد انجام شد. وزن خشک یونجه و علف‌های هرز پس از خشک کردن

نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS Ver. 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. کارایی تیمارهای آزمایش به صورت درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کنترل علف‌هرز سنجیده شد. به همین علت در جدول مقایسه میانگین، شاهد بدون کنترل علف‌هرز، به عنوان تیماری مستقل بیان نشده است. تیمار شاهد با وجین دستی صرفاً برای آنالیز عملکرد یونجه تحت تاثیر تیمارهای علف‌کش، مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

با توجه به طیف متفاوت علف‌های هرز در کرج، همدان و اهواز، اثر تیمارهای علف‌کش در هر منطقه به صورت جداگانه مورد تجزیه آماری قرار گرفت. علف‌های هرز غالب هر منطقه در جدول ۱ ارائه شده است. پنیرک، تنها علف‌هرز غالب در اهواز بود و سایر گونه‌های پهن‌برگ با تراکم غیر یکنواخت، به عنوان سایر علف‌های هرز پهن‌برگ در نظر گرفته شدند.

۱- اثر تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش

تراکم علف‌های هرز طی چین اول

الف) کرج: اثر علف‌کش‌ها بر تراکم علف‌های هرز طی چین اول معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

خاکشیر ایرانی: هرچند ایمازاموکس ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار + سیتوگیت و همچنین ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار با قرار گرفتن در یک گروه آماری، منجر

به کاهش حدود ۸۶ درصدی تراکم خاکشیر ایرانی شدند، اما این تیمارها تفاوت معنی داری با توفوردی بی ۳/۵ لیتر در هکتار با توانایی کاهش ۷۶ درصدی تراکم این علف هرز نداشتند. ایمازتاپیر ۰/۴ لیتر در هکتار + سیتوگیت، ایمازاموکس ۵۰ و ۵۵ گرم در هکتار و ایمازاموکس ۴۰ گرم در هکتار + سیتوگیت بدون تفاوت معنی دار با یکدیگر، تراکم خاکشیر ایرانی را به ترتیب ۷۳، ۶۴، ۶۹ و ۶۲ درصد کاهش دادند. ایمازاموکس ۴۵ گرم در هکتار به عنوان ضعیف ترین تیمار، باعث کاهش ۴۲ درصدی تراکم خاکشیر ایرانی شد (جدول ۲).

جدول ۱- علف‌های هرز غالب مناطق مورد بررسی.

Table 1. Dominant weed species in the studied regions.

Region	Weed Species	Family	Annual/Biennial/perennial	Density (number/m ²)
Karaj	<i>Descurainia sophia</i> L.	Cruciferae	Annual	18
	<i>Chorispora tenella</i> L.	Cruciferae	Annual	15
	<i>Veronica persica</i> Poir.	Scriphulariaceae	Annual	26
Hamedan	<i>Descurainia sophia</i> L.	Cruciferae	Annual	16
	<i>Echium italicum</i> L.	Boraginaceae	Annual	13
	<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	Annual	14
	<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Asteraceae	Perennial	15
Ahwaz	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	Perennial	16
	<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae	Annual	Other weeds
	<i>Beta maritima</i> L.	Chenopodiaceae	Annual	Other weeds
	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Asteraceae	Perennial	Other weeds
	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Asteraceae	Biennial	Other weeds
	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Papilionaceae	Perennial	Other weeds

جدول ۲- کارایی تیمارهای علف کش بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کنترل طی چین اول در کرج.

Table 2. Efficacy of herbicide treatments on weed density (decrease percent) compared to the untreated control during the first cutting in Karaj.

Herbicide treatment	Application rate	<i>Descurainia sophia</i>	<i>Chorispora tenella</i>	<i>Veronica persica</i>
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3 L/ha	57.56 c	50.34 d	66.16 c
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3.5 L/ha	76.15 ab	77.14 ab	81.68 ab
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10% +Citogate 2%	0.4 L/ha	73.26 b	72.31 b	77.80 b
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10%	1 L/ha	86.43 a	83.27 a	81.42 ab
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	45 g/ha	42.34 d	68.31 bc	61.42 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	50 g/ha	63.78 bc	67.83 bc	73.33 bc
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	55 g/ha	69.59 bc	76.50 ab	78.02 ab
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	40 g/ha	62.49c	60.90 c	66.93 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	45 g/ha	86.05 a	79.95 ab	78.09 ab
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	50 g/ha	85.65 a	76.47 ab	88.19 a

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

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

خردل آبی فام: ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار منجر به بیشترین کاهش تراکم (۸۳ درصد) خردل آبی فام شد. البته این تیمار تفاوت معنی‌داری با ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار، ایمازاموکس ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار+سیتوگیت و توفوردی بی ۳/۵ لیتر در هکتار با توانایی کاهش به ترتیب ۷۶، ۸۰ و ۷۶ درصد تراکم خردل آبی فام نداشت. ایمازتاپیر ۰/۴ لیتر در هکتار+سیتوگیت، ایمازاموکس ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار با توانایی کاهش به ترتیب ۷۲، ۶۸ و ۶۸ درصدی تراکم، تفاوت معنی‌داری با گروه قبل (بجز ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار) نداشتند. کمترین توانایی کاهش تراکم خردل آبی فام (۵۰ درصد)، مربوط به توفوردی بی سه لیتر در هکتار بود (جدول ۲).

سبزاب: بیشترین کاهش تراکم سبزاب (۸۸ درصد) در پاسخ به سمپاشی با ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار+سیتوگیت به دست آمد. هرچند ایمازاموکس ۴۵ گرم در هکتار+سیتوگیت، ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار، ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار و توفوردی بی ۳/۵ لیتر در هکتار با توانایی کاهش ۷۸ الی ۸۲ درصدی تراکم سبزاب، تفاوت معنی‌داری با تیمار برتر نداشتند. ضعیف‌ترین تیمارها عبارت بودند از: توفوردی بی سه لیتر در هکتار، ایمازاموکس ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار و ایمازاموکس ۴۰ گرم در هکتار+سیتوگیت با کاهش ۶۱ الی ۷۳ درصدی تراکم سبزاب (جدول ۲).

بنابراین در کرج، ایمازاموکس ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار+سیتوگیت به عنوان یکی از تیمارهای برتر در کاهش تراکم خاکشیر ایرانی، خردل آبی فام و

سبزاب عمل کرد. یکی از مزایای کاربرد ایمازاموکس نسبت به ایمازتاپیر، دوام کمتر آن در خاک (حدود نصف ایمازتاپیر) است؛ بنابراین، برای نواحی دارای الگوی کشت متعدد، مناسب‌تر از ایمازتاپیر است (Canevari et al., 2003). با توجه به اینکه دو علف کش اخیر به یک گروه علف کشی تعلق دارند، تاکید می‌شود برای اجتناب از بروز مقاومت به علف‌کش‌ها، از علف‌کش‌های با مکانیسم عمل متفاوت استفاده شود (Paul, 2024). ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار نیز کارایی رضایت‌بخشی در کنترل خاکشیر ایرانی، خردل آبی فام و سبزاب داشت. این علف‌کش به تنهایی یا مخلوط با یکی از علف‌کش‌های بروموکسینیل، توفوردی استر، بنتازون یا پندی‌متالین قادر به کنترل رضایت‌بخش ارزن وحشی (*Setaria viridis* L.)، *P. Beauv*، خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium arvensis* L.)، یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.)، تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) و پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) است (Zamora et al., 1991). به گزارش ممنوعی و شیمی (Mamnoie & Shimi, 2013) در یونجه تازه کشت، علف‌های هرز سلمه‌تره و تاج‌خروس بدل تحت تاثیر علف‌کش ایمازتاپیر، به خوبی کنترل می‌شوند.

ب) همدان: اثر علف‌کش‌ها بر تراکم کاهوی وحشی و تاتاری معنی‌دار بود، اما بر تراکم گاوزبان بدل و خاکشیر ایرانی معنی‌دار نبود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

خاکشیر ایرانی و گاوزبان بدل: این دو

علف‌هرز در پاسخ به تیمارهای علف‌کش کاملاً کنترل شدند؛ به‌طوری‌که طی چین اول در کرت‌های آزمایشی مشاهده نشدند.

کاهوی وحشی: توفوردی بی سه و ۳/۵ لیتر در

هکتار و ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار منجر به کنترل کامل تراکم کاهوی وحشی شدند. ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار و ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار+سیتوگیت، بدون تفاوت معنی‌دار با تیمارهای برتر، منجر به کاهش حدود ۸۹ درصدی تراکم

کاهوی وحشی شدند. ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار و ایمازاموکس ۴۵ گرم در هکتار+سیتوگیت، تفاوت معنی‌داری با دو تیمار اخیر نداشتند. سایر تیمارها کارایی مطلوبی در کاهش تراکم کاهوی وحشی نداشتند (جدول ۳). ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار به عنوان علف‌کشی کارآمد برای کنترل خاکشیر ایرانی، خردل آبی فام و سیزاب عمل کرد. به گزارش سایر محققان نیز ایمازتاپیر به‌عنوان یکی از علف‌کش‌های توصیه‌شده در یونجه، کارایی قابل قبولی در کنترل انتخابی گونه‌های متعددی از علف‌های هرز دارد (Raj & Patel, 1995).

جدول ۳- کارایی تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کنترل طی چین اول در همدان.

Table 3. Efficacy of herbicide treatments on weed density (decrease percent) compared to the untreated control during the first cutting in Hamedan.

Herbicide treatment	Application Rate	<i>Lactuca serriola</i>	<i>Carduus pyconcephalus</i>
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3 L/ha	100 a	100 a
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3.5 L/ha	100 a	100 a
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10% +Citogate 2%	0.4 L/ha	50.56 d	90.23 b
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10%	1 L/ha	100 a	98.50 ab
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	45 g/ha	47.22 d	36.11 d
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	50 g/ha	83.33 b	46.67 cd
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	55 g/ha	88.89 ab	52.22 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	40 g/ha	66.33 c	54.44 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	45 g/ha	85.67 b	52.22 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	50 g/ha	88.89 ab	59.72 c

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

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

تاتاری: توفوردی بی سه و ۳/۵ لیتر در هکتار منجر به

کنترل کامل تراکم تاتاری شد. ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار تفاوت معنی‌داری با تیمارهای برتر نداشت و این صفت را ۹۹ درصد کاهش داد. ایمازتاپیر ۰/۴ لیتر در هکتار + سیتوگیت بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار اخیر، منجر به کاهش ۹۰ درصدی تراکم تاتاری شد. کارایی

سایر تیمارها در کنترل تاتاری، رضایت‌بخش نبود (جدول ۳). بنابراین در همدان، ایمازاموکس ۴۵ گرم در هکتار +سیتوگیت، ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار و ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار با و بدون سیتوگیت، به‌عنوان یکی از تیمارهای برتر در کاهش تراکم کاهوی وحشی عمل کردند. با وجودی که افزودن

سیتوگیت به ایمازاموکس، منجر به افزایش کارایی آن (۵۴ الی ۶۰ درصد) در کنترل تاتاری شد؛ اما این علف‌کش با و بدون سیتوگیت، قادر به کنترل رضایت‌بخش تاتاری نبود. توفوردی‌بی سه و ۳/۵ لیتر در هکتار و ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار نیز در کاهش تراکم علف‌های هرز مورد بررسی موفق عمل کردند. مطالعات دیگر نیز بیانگر آن است که توفوردی‌بی ۳/۵ لیتر در هکتار در یونجه، کارایی مطلوبی در کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ تیره شب‌بو، کاهوی وحشی (Mirvakili & Meighani, 2010)، پیرک و پیچک دارد (Meighani *et al.*, 2010).

ج) اهواز: اثر تیمارهای علف‌کش بر تراکم پیرک و سایر علف‌های هرز پهن‌برگ معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

- پیرک: کارایی ایمازاموکس ۴۰، ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار + سیتوگیت و همچنین ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار به‌عنوان بهترین تیمارها در کنترل تراکم پیرک، ۹۱ تا ۱۰۰ درصد بود. ایمازاموکس ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار، با قرارگرفتن در گروه آماری جداگانه، این صفت را ۸۵ الی ۸۸ درصد کاهش دادند. توفوردی‌بی سه و ۳/۵ لیتر در هکتار، ایمازتاپیر ۰/۴ لیتر در هکتار + سیتوگیت و ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار با قرارگرفتن در یک گروه آماری، به‌عنوان ضعیف‌ترین تیمارها تراکم پیرک را ۶۰ الی ۶۹ درصد کاهش دادند (جدول ۴). ایمازاموکس، علف‌کشی پس‌رویشی است که باعث کنترل علف‌های هرز یک و چندساله می‌شود. معمولاً پاییز یا اوایل بهار استفاده و برای یونجه توصیه می‌شود (Driver, 2024).

جدول ۴- کارایی تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش تراکم علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کنترل طی چین اول در اهواز.

Table 4. Efficacy of herbicide treatments on weed density (decrease percent) compared to the untreated control during the first cutting in Ahwaz.

Herbicide treatment	Application rate	<i>Malva sylvestris</i>	Other broad-leaved weeds
2,4-DB (butress®) SL 50%	3 L/ha	68.8 c	55.6 bc
2,4-DB (butress®) SL 50%	3.5 L/ha	65 c	65 b
Imazethapyr (perduit®) SL 10% +Citogate 2%	0.4 L/ha	60.5 c	69.8 ab
Imazethapyr (perduit®) SL 10%	1 L/ha	62.5 c	78.5 a
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	45 g/ha	85 b	35.4 d
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	50 g/ha	87.7 b	47.5 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	55 g/ha	91.5 ab	54.2 bc
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	40 g/ha	95 ab	50 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	45 g/ha	96.4 ab	65 b
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	50 g/ha	100 a	79.2 a

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

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

- سایر علف‌های هرز پهن‌برگ: ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار + سیتوگیت، ایمازتاپیر یک لیتر در

هکتار و ایمازتاپیر ۰/۴ لیتر در هکتار + سیتوگیت، به‌عنوان بهترین تیمارها منجر به کاهش به‌ترتیب ۷۹،

۲- اثر تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش

وزن خشک علف‌های هرز طی چین اول

الف) کرج: اثر تیمارهای علف‌کش بر وزن خشک

علف‌های هرز طی چین اول معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

خاکشیر ایرانی: بیشترین کاهش وزن خشک

خاکشیر ایرانی (۸۵ درصد) تحت‌تاثیر ایمازاموکس ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار+سیتوگیت به‌دست آمد که البته تفاوت معنی‌داری با ایمازاموکس ۴۰ گرم در هکتار+سیتوگیت و ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار با کاهش حدود ۸۱ درصد وزن خشک این علف‌هرز نداشتند. ایمازاتاپیر یک و ۴/۰ (+سیتوگیت) لیتر در هکتار و توفوردی بی ۳/۵ لیتر در هکتار، وزن خشک خاکشیر ایرانی را به‌ترتیب ۷۵، ۷۰ و ۶۶ درصد کاهش دادند. ایمازاموکس ۴۵ گرم در هکتار با کاهش ۴۴ درصدی وزن خشک خاکشیر ایرانی، ضعیف‌ترین تیمارها از این نظر بودند (جدول ۵).

۷۹ و ۷۰ درصدی تراکم سایر علف‌های هرز پهن‌برگ شدند. سایر تیمارهای علف‌کش منجر به کنترل رضایت‌بخش این صفت نشدند (جدول ۴). بنابراین در اهواز، ایمازاموکس ۴۰، ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار با و بدون سیتوگیت و ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار، به‌عنوان یکی از تیمارهای برتر در کنترل پنیرک عمل کردند. سایر تیمارها، کارایی قابل‌قبولی در کنترل پنیرک نداشتند.

ایمازاموکس یک علف‌کش اسیدی ایمیدازولینونی است که نخستین‌بار برای کنترل علف‌های هرز یونجه به ثبت رسید (Juhász *et al.*, 2024) و در حال حاضر، برای کنترل علف‌های هرز گندم، نخودیان، ذرت و کلزا به‌کار می‌رود. علف‌کشی قابل‌تبدیل به یون با توانایی بالای حل در آب است که توسط ذرات خاک به‌طور ضعیفی نگه‌داری می‌شود (Cabrera *et al.*, 2016).

جدول ۵- کارایی تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کنترل طی چین اول در کرج.

Table 5. Efficacy of herbicide treatments on weed biomass (decrease percent) compared to the untreated control during the first cutting in Karaj.

Herbicide treatment	Application Rate	<i>Descurainia Sophia</i>	<i>Chorispora tenella</i>	<i>Veronica persica</i>
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3 L/ha	56.52 c	70.70 c	68.67 c
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3.5 L/ha	65.83 bc	76.57 b	82.53 ab
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10% +Citogate 2%	0.4 L/ha	69.68 bc	73.39 bc	70.4 bc
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10%	1 L/ha	74.82 b	79.9 b	76.16 b
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	45 g/ha	44.48 d	64.96 c	69.47 bc
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	50 g/ha	57.97 c	78.82 b	74.9 b
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	55 g/ha	81.6 ab	78.46 b	80.82 ab
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	40 g/ha	80.83 ab	69.58 c	81.78 ab
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	45 g/ha	85.2 a	85.49 ab	80.80 ab
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	50 g/ha	85.09 a	93.77 a	88.83 a

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

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

خردل آبی فام: ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار+سیتوگیت بهترین تیمار در کاهش وزن خشک خردل آبی فام بود و این صفت را ۹۴ درصد کاهش داد. البته این تیمار تفاوت معنی‌داری با ایمازاموکس ۴۵ گرم در هکتار+سیتوگیت با کاهش ۸۵ درصدی وزن خشک خردل آبی فام نداشت. تیمارهایی با کارایی کمتر، شامل ایمازاموکس ۵۰ و ۵۵ گرم در هکتار، ایمازتاپیر یک و ۰/۴ (+سیتوگیت) لیتر در هکتار و توفوردی بی ۳/۵ لیتر در هکتار بودند که این صفت را به ترتیب ۷۹، ۷۸، ۸۰، ۷۳ و ۷۶ درصد کاهش دادند. ایمازاموکس ۴۵ گرم در هکتار و ایمازاموکس ۴۰ گرم در هکتار+سیتوگیت، کمترین کارایی (به ترتیب ۶۵ و ۶۹ درصد) را در کاهش وزن خشک خردل آبی فام داشتند (جدول ۵).

سبزاب: ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار+سیتوگیت قادر به بیشترین کاهش (۸۹ درصد) وزن خشک سبزاب بود. البته این تیمار با ایمازاموکس ۴۰ و ۴۵ گرم در هکتار+سیتوگیت، ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار و توفوردی بی ۳/۵ لیتر در هکتار با توانایی کاهش ۸۱ الی ۸۲ درصدی این صفت، در یک گروه آماری قرار گرفت. توفوردی بی سه لیتر در هکتار، ایمازتاپیر ۰/۴ (+سیتوگیت) لیتر در هکتار و ایمازاموکس ۴۵ گرم در هکتار به عنوان ضعیف‌ترین تیمار، باعث کاهش حدود ۷۰ درصدی وزن خشک سبزاب شدند (جدول ۵). بنابراین در کرج، ایمازاموکس ۴۰، ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار+سیتوگیت و ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار به عنوان یکی از تیمارهای برتر در کاهش وزن خشک خاکشیر

ایرانی، خردل آبی فام و سبزاب عمل کرد. البته ایمازاموکس ۴۰ گرم در هکتار+سیتوگیت و ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار، در کاهش وزن خشک خردل آبی فام چندان موفق نبودند. به گزارش برخی محققان، ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار قادر به کنترل مطلوب (بیش از ۸۰ درصد) سبزاب است (Kousta et al., 2024).

اختلاط ایمازاموکس با سایر پهن‌برگ‌کش‌ها، منجر به افزایش طیف کنترل علف‌های هرز می‌شود. کنترل در اوایل رشد (۲/۵ الی ۷/۵ سانتی‌متر) که علف‌های هرز در مرحله رشد فعال هستند، موثرتر خواهد بود (Canevari et al., 2007). محل اصلی عمل ایمازاموکس، آنزیم AHAAH (استوئیدروکسی‌اسید سنتاز) است، اما اثرات فیزیولوژیکی آن، کاملاً شناخته نشده است. زودهنگام‌ترین اثرات، تغییر مقادیر متابولیت‌ها از قبیل افزایش خزانه آمینواسید آزاد و کاهش مقدار پروتئین (به علت توقف سنتز پروتئین) می‌باشد. بازدارندگی AHAAH 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 AHAAH می‌باشد. اثرات منفی ایمازاموکس بر گیاهان در حال رشد، در شرایط پرتنش (خشکی، گرما، غرقابی) افزایش می‌یابد (Balabanova et al., 2020).

ب) همدان: اثر علف‌کش‌ها بر وزن خشک کاهوی وحشی و تاتاری معنی‌دار بود، اما بر وزن خشک

گاوزبان بدل و خاکشیر ایرانی معنی‌دار نبود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

خاکشیر ایرانی و گاوزبان بدل: با توجه به

کنترل کامل خاکشیر ایرانی و گاوزبان بدل تحت تاثیر تیمارهای علف‌کش، نمونه‌ای برای تعیین وزن خشک وجود نداشت.

کاهوی وحشی: موثرترین تیمارها، توفوردی‌بی

سه و ۳/۵ لیتر در هکتار و ایمازتاپیر یک لیتر در

هکتار بودند که منجر به کنترل کامل کاهوی وحشی شدند. سایر تیمارها، قادر به کاهش مطلوب وزن خشک این علف‌هرز نبودند. هرچند کارایی ایمازاموکس ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار با افزودن سیتوگیت افزایش یافت؛ اما در مجموع، ایمازاموکس با و بدون سیتوگیت، کارایی قابل قبولی در کاهش وزن خشک کاهوی وحشی نداشت (جدول ۶).

جدول ۶- کارایی تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کنترل طی چین اول در همدان.

Table 6. Efficacy of herbicide treatments on weed biomass (decrease percent) compared to the untreated control during the first cutting in Hamedan.

Herbicide treatment	Application rate	<i>Lactuca serriola</i>	<i>Carduus pyconcephalus</i>
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3 L/ha	100 a	100 a
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3.5 L/ha	100 a	100 a
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10% +Citogate 2%	0.4 L/ha	53.43 b	89.85 b
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10%	1 L/ha	100 a	96.78 ab
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	45 g/ha	22.71 d	25.07 d
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	50 g/ha	38.69 c	28.57 d
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	55 g/ha	48.03 bc	41.49 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	40 g/ha	44.51 bc	34.70 cd
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	45 g/ha	49.76 bc	36.27 cd
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	50 g/ha	57.37 b	40.12 c

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

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

تاتاری: موثرترین تیمارها، توفوردی‌بی سه و ۳/۵

لیتر در هکتار (با کنترل کامل) و ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار (با کنترل حدود ۹۷ درصدی) تاتاری بودند. ایمازتاپیر ۰/۴ لیتر در هکتار + سیتوگیت با حدود کاهش ۹۰ درصدی وزن خشک تاتاری، تفاوت معنی‌داری با دز یک لیتر در هکتار این علف‌کش نداشت. مشابه تراکم، ایمازاموکس (با و بدون سیتوگیت) کارایی رضایت‌بخشی در کنترل علف‌هرز چندساله تاتاری نداشت (جدول ۶). بر

اساس نتایج همدان، به نظر می‌رسد ایمازاموکس صرفاً توانایی کاهش "تراکم" کاهوی وحشی را دارد. کارایی این علف‌کش با و بدون سیتوگیت در کاهش وزن خشک کاهوی وحشی و همچنین کاهش تراکم و وزن خشک تاتاری، رضایت‌بخش نیست.

(ج) اهواز: اثر تیمارهای علف‌کش بر وزن خشک

پنیرک و سایر علف‌های هرز پهن‌برگ معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است).

برتر، وزن خشک پنی‌رک را ۸۷ الی ۹۴ درصد کاهش دادند. ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار بدون تفاوت با سه تیمار برتر اخیر، وزن خشک پنی‌رک را ۸۵ درصد کاهش داد. کارایی سایر تیمارها قابل قبول نبود (جدول ۷).

- پنی‌رک: ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار +سیتوگیت، پنی‌رک را ۱۰۰ درصد کنترل کرد. البته ایمازاموکس ۴۰ و ۴۵ گرم در هکتار +سیتوگیت و ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار بدون تفاوت با تیمار

جدول ۷- کارایی تیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های هرز نسبت به شاهد بدون کنترل طی چین اول در اهواز.

Table 7. Efficacy of herbicide treatments efficacy on weed biomass (decrease percent) compared to the untreated control during the first cutting in Ahwaz.

Herbicide treatment	Application rate	<i>Malva sylvestris</i>	Other broad-leaved weeds
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3 L/ha	51.2 d	60.1 b
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3.5 L/ha	61.2 cd	70.6 ab
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10% +Citogate 2%	0.4 L/ha	62.8 cd	69.8 ab
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10%	1 L/ha	64 cd	73.3 a
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	45 g/ha	70 c	39.2 d
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	50 g/ha	84.8 b	42.2 cd
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	55 g/ha	87.5 ab	46 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	40 g/ha	89.7 ab	57.7 bc
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	45 g/ha	93.6 ab	67 b
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	50 g/ha	100 a	62.8 b

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

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

در صورت حضور علف‌های هرز با حساسیت کمتر به این علف‌کش، افزایش می‌دهد (Mick et al., 2003). کارایی ایمازاموکس بستگی به گونه علف‌هرز مورد بررسی دارد. این علف‌کش کارایی مطلوبی در کنترل سلمه‌تره دارد. البته گاهی عدم توانایی ایمازاموکس در کنترل علف‌های هرز، به علت سبزشدن علف‌هرز بعد از سمپاشی و به عبارت دیگر، فرار آن از علف‌کش است (Kousta et al., 2024).

۳- اثر تیمارهای علف‌کش بر عملکرد یونجه

طی چین اول

(الف) کرج: اثر تیمارهای علف‌کش بر عملکرد یونجه در چین اول معنی‌دار بود (جدول تجزیه

- سایر علف‌های هرز پهن‌برگ: موفق‌ترین

تیمارها در کاهش وزن خشک سایر علف‌های هرز پهن‌برگ، ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار و ۰/۴ لیتر در هکتار +سیتوگیت و توفوردی بی ۳/۵ لیتر در هکتار با کاهش ۷۰ الی ۷۳ درصدی این صفت بود. کارایی سایر تیمارها در کاهش تراکم وزن خشک سایر علف‌های هرز، مطلوب نبود (جدول ۷). بنابراین در اهواز، ایمازاموکس ۴۰، ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار +سیتوگیت و ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار به عنوان تیمارهای برتر در کاهش وزن خشک پنی‌رک عمل کرد. افزودن مویان به ایمازاموکس، توصیه می‌شود. علاوه بر مویان، افزودن کود نیتروژنی به محلول سمپاشی، کارایی این علف‌کش را، به‌ویژه

به ترتیب ۳۵، ۳۶، ۳۸ و ۳۳ درصدی عملکرد یونجه شدند. به نظر می‌رسد افزودن سیتوگیت به ایمازاموکس، با افزایش نفوذ علف کش و کنترل بیشتر علف‌های هرز، موجب افزایش عملکرد یونجه می‌شود. هیچ‌یک از تیمارهای علف کش، منجر به گیاه‌سوزی یونجه نشدند (جدول ۸).

واریانس ارائه نشده است). بعد از شاهد با وجین علف‌هرز، ایمازاموکس ۵۰ گرم در هکتار+سیتوگیت، منجر به بیشترین افزایش عملکرد یونجه (۴۸ درصد) شد. ایمازاموکس ۴۰ و ۴۵ گرم در هکتار+سیتوگیت، ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار و توفوردی بی ۳/۵ لیتر در هکتار، منجر به افزایش

جدول ۸- اثر تیمارهای علف کش بر درصد افزایش عملکرد یونجه طی چین اول در کرچ، همدان و اهواز.

Table 8. Efficacy of herbicide treatments on alfalfa yield (increases percent) during the first cutting in Karaj, Hamedan, and Ahwaz.

Herbicide treatment	Application Rate	Karaj	Hamedan	Ahwaz
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3 L/ha	19.29 e	60.13 b	21.8 e
2,4-DB (Buttress®) SL 50%	3.5 L/ha	33.59 cd	57.17 bc	37.6 c
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10%+Citogate 2%	0.4 L/ha	21.16 de	41.47 d	40.3 bc
Imazethapyr (Pursuit®) SL 10%	1 L/ha	37.78 c	61.94 b	47 b
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	45 g/ha	18.45 e	50.35 c	20.1 d
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	50 g/ha	25.58 d	53.11 bc	35.8 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%	55 g/ha	29.10 d	55.74 bc	38.5 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	40 g/ha	35.19 c	30.63 e	34 cd
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	45 g/ha	36.22 c	40.87 d	36.8 c
Imazamox (Immertar Xtra®)WG 70%+Citogate 2%	50 g/ha	47.90 b	48.66 cd	32.5 d
Control with weeding	-	97.81 a	95.93 a	91.7 a

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

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

می‌شوند. بازدارنده‌های ALS کاربرد وسیعی در کشاورزی دارند؛ زیرا در گیاهان زراعی، عملکرد انتخابی دارند که بر اساس توانایی گیاه زراعی در متابولیزه کردن این محصولات قبل از آسیب به گیاه زراعی است (Hijano et al., 2013).

ب) همدان: اثر تیمارهای علف کش بر عملکرد یونجه در چین اول معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). بعد از شاهد با وجین علف‌هرز، توفوردی بی سه و ۳/۵ لیتر در هکتار، ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار و ایمازاموکس ۵۰ و ۵۵ گرم در هکتار به عنوان بهترین تیمارها، باعث افزایش

به گزارش ویلسون و بورگنر (Wilson & Burgener, 2009) ایمازتاپیر و ایمازاموکس، اثر گیاه‌سوزی ناچیزی در یونجه دارند؛ در صورتی که در پژوهش حاضر، این دو علف کش هیچ گیاه‌سوزی بر یونجه نداشتند. ترکیب بنتازون با ایمازاموکس یا ایمازتاپیر، در مقایسه با کاربرد به تنهایی بنتازون، سبب خسارت جزیی (۹ الی ۱۲ درصد) به یونجه و کنترل بیش از ۸۰ درصد کنگر (*Cirsium vulgare* L.) می‌شود. مولکول‌های این گروه از علف کش‌ها توسط برگ و ریشه گیاهان جذب و از طریق هر دو آوند چوبی و آبکشی منتقل

یونجه تحت‌تاثیر ایمازاموکس است
(Mick et al., 2003).

نتیجه‌گیری کلی

برای کنترل کاهوی وحشی در یونجه، علف‌کش‌های توفوردی بی‌سه و ۳/۵ لیتر در هکتار و ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار توصیه می‌شوند. علف‌کش‌های توفوردی بی‌سه و ۳/۵ لیتر در هکتار، ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار و ایمازتاپیر ۰/۴ لیتر در هکتار + سیتوگیت برای کنترل تاتاری در یونجه، توصیه می‌شوند. دزهای ۴۵ و ۵۰ گرم در هکتار ایمازاموکس به‌همراه سیتوگیت، باعث کنترل مطلوب علف‌های هرز پهن‌برگ یک‌ساله (خاکشیر ایرانی، خردل آبی‌فام، سیزاب و گاوزبان بدل) می‌شوند. ایمازاموکس قادر به کاهش وزن خشک علف‌هرز دوساله کاهوی وحشی نیست؛ اما دز ۵۰ گرم در هکتار + سیتوگیت آن، تراکم کاهوی وحشی را حدود ۸۹ درصد کاهش می‌دهد. هیچ‌یک از دزهای ایمازاموکس با و بدون سیتوگیت حتی ایمازاموکس ۵۵ گرم در هکتار، منجر به گیاه‌سوزی یونجه نمی‌شوند. البته با توجه به درخواست سازمان حفظ نباتات، مجاز به توصیه دز بالاتر از ۵۰ گرم در هکتار ایمازاموکس نیستیم. علت بررسی کارایی این دز بالاتر، ارزیابی گیاه‌سوزی احتمالی آن بر یونجه بود. در مجموع، علف‌کش ایمازاموکس برای کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ یک‌ساله با دز ۴۵ تا ۵۰ گرم در هکتار ماده تجاری + سیتوگیت، قابل توصیه است.

به‌ترتیب ۶۰، ۵۷، ۶۲، ۵۳ و ۵۶ درصدی عملکرد یونجه شدند. کمترین افزایش عملکرد یونجه (۳۱ درصد)، تحت‌تاثیر ایمازاموکس ۴۰ گرم در هکتار + سیتوگیت، به‌دست آمد (جدول ۸). ایمازاموکس، علف‌کش موثر و مفیدی در یونجه محسوب می‌شود. این علف‌کش در ۷۵ درصد مزارع یونجه تازه‌کاشت کالیفرنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته در صورت نیاز به سمپاشی در فاصله بین چین‌های یونجه، باید برداشت محصول را ۲۰ روز به تاخیر انداخت (Canevari et al., 2003). گزارش‌های متعددی درباره اثر مطلوب ایمازتاپیر بر افزایش عملکرد یونجه، در دسترس است (به‌عنوان مثال: Wilson, 1994; Meighani & Karaminejad, 2017).

ج) اهواز: اثر تیمارهای علف‌کش بر عملکرد

یونجه در چین اول معنی‌دار بود (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). بعد از شاهد با وجین، ایمازتاپیر یک لیتر در هکتار و ایمازتاپیر ۰/۴ لیتر در هکتار + سیتوگیت به‌عنوان بهترین تیمارها، باعث افزایش ۴۰ الی ۴۷ درصدی عملکرد یونجه شدند. تیمارهای برتر در افزایش عملکرد یونجه در اهواز، همان تیمارهایی بودند که منجر به بیشترین کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز شدند. هیچ‌یک از دزهای ایمازاموکس با و بدون سیتوگیت، منجر به گیاه‌سوزی یونجه نشدند (جدول ۸).

علایم گیاه‌سوزی ایمازاموکس، شامل زردی و توقف رشد یونجه است (Canevari et al., 2007). گزارش‌ها در کالیفرنیا، بیانگر کنترل مطلوب علف‌های هرز پهن‌برگ و افزایش عملکرد و کیفیت

توصیه‌های کاربردی برای افزایش کارایی علف کش ایمازاموکس

علف‌های هرز در کوچک‌ترین اندازه ممکن، سمپاشی شوند. تاخیر در سمپاشی معمولاً کارایی ایمازاموکس را کاهش می‌دهد. سمپاشی در مرحله‌ای که علف‌های هرز جوان‌تر هستند، صورت گیرد؛ زیرا علف‌های هرز معمولاً سریع‌تر از یونجه رشد می‌کنند و تاخیر در سمپاشی به نفع

علف‌های هرز است. علاوه بر این، سمپاشی علف‌های هرز کوچک‌تر منجر به مصرف دز کمتر ایمازاموکس و کاهش هزینه می‌شود. از سمپاشی در شرایط تنش پرهیز شود، زیرا تنش‌های محیطی به‌ویژه رطوبت پایین خاک، متابولیسم را کند و موجب اختلال در جذب علف کش می‌شوند.

منابع

- Balabanova, D. Remans, T. Cuypers, A. Vangronsveld, J. and Vassilev, A. 2020. Imazamox detoxification and recovery of plants after application of imazamox to an imidazolinone resistant sunflower hybrid. *Biologia Plant.* 64: 335-342.
- Behroozi, D. and Meighani, F. 2021. Study of efficacy of different herbicides in alfalfa weeds control in Shahrekord. *Iranian J. Weed Sci.* 17(1): 85-99.
- Bureau of Statistics and Information Technology. 2020. Ministry of Jihad Agriculture.
- Cabrera, A. Rafael, C. and Mari Carmen Hermosín, M.C. 2016. Imazamox–clay complexes with chitosan- and iron (III)-modified smectites and their use in nanoformulations. *Pest Manag. Sci.* 72: 1285–1294.
- Canevari, M. Vargas, R. and Orloff, S. 2007. Weed management in alfalfa. Chapter 8: Irrigated alfalfa management for Mediterranean and desert zones. USA, University of California: UCANR Publications. PP: 82-94.
- Canevari, W.M. Orloff, S.B. Vargas, R.N. and Hembree, K.J. 2003. Raptor, a new herbicide for alfalfa weed control. *Proc. Calif. Weed Sci. Soc.* 55: 107-111.
- Darwent, A. Cole, D. and Malik, N. 1997. Imazethapyr, alone or with other herbicides for weed control during alfalfa (*Medicago sativa*) establishment. *Weed Technol.* 11: 346-353.
- Deputy Minister of Plant Production Affairs, 2018. Ministry of Agriculture
- Driver, J.P. 2024. <https://hay-kings.com/blogs/news/the-best-herbicides-for-alfalfa-ensuring-healthy-weed-free-fields> The best herbicides for alfalfa: Ensuring healthy, weed-free fields.
- Gadamski, G. Ciarka, D. Gressel, J. and Gawronski, S.W. 2000. Negative cross-resistance in triazine-resistant biotypes of *Echinochloa crus-galli* and *Conyza canadensis*. *Weed Sci.* 48: 176-180.
- Hijano, N. Monquero, P.A. Munhoz, W.S. and Gusmão, M.R. 2013. Herbicide selectivity in alfalfa crops1 seletividade de herbicidas na cultura da alfafa. *Planta Daninha, Viçosa-MG*, 31(4): 903-918.
- Juhász, C. Mender-Drienyovszki, N. Magyar-Tábori, K. Radócz, L. and László Zsombik, L. 2024. Effect of different herbicides on development and productivity of sweet white lupine (*Lupinus albus* L.). *Agronomy*, 14: 488.
- Kousta, A. Katsis, C. Tsekoura, A. and Chachalis, D. 2024. Effectiveness and selectivity of pre- and post-emergence herbicides for weed control in grain legumes. *Plants (Basel)*, 11, 13(2): 211.

- Mamnoie, E. and Shimi, P. 2013. Evaluation of some herbicides to weed control in seedling alfalfa. Iranian J. Weed Sci. 8: 13-23. (In Persian).
- Mamnoie, E. and Meighani, F. 2020. Effect of repeated spraying and efficacy of some herbicides on weed control and yield of alfalfa (*Medicago sativa*). Iranian J. Weed Sci. 16(1), 135-145.
- Meighani, F. and Karaminejad, M.R. 2017. Herbicides efficacy in control of broad-leaved weeds in new seeded and established alfalfa (*Medicago sativa* L.) in Alborz province. J. Plant Prot. 31(4): 592-604. (In Persian).
- Meighani, F. Jahedi, A. Baghestani, M.A. Shimi, P. and Mirvakili, M. 2010. Study of 2,4-DB (Butress) efficacy in weed control in established alfalfa (*Medicago sativa*). Iranian J. Weed Sci. 6(2), 66-77.
- Meighani, F. Jahedi, A. Mirvakili, M. Shimi, P. and Baghestani, M.A. 2012. Evaluation of chemical control of broad-leaved weeds in new seeded alfalfa (*Medicago sativa* L.). J. Crops Improv. 14(1), 43-55.
- Meighani, F. and Karaminejad, M.R. 2015. Comparison of pre-and post-emergence herbicides efficacy in the control of new-seeded alfalfa (*Medicago sativa* L.) weeds in Karaj. Proceedings of the 6th Iranian Weed Science Congress, 1-3 September, Birjand University, Birjand, Iran.
- Meighani, F. and Karaminejad, M.R. 2017. Herbicides efficacy in control of broad-leaved weeds in new seeded and established alfalfa (*Medicago sativa* L.) in Alborz province. J. Plant Protec. 31(4), 592-604.
- Meighani, F. and Karaminejad, M.R. (2018). Herbicides efficacy in control of broadleaved weeds in new seeded and established alfalfa (*Medicago sativa* L.) in Alborz province. J. Plant Protec. 31(4), 592-604.
- Mick, W. Canevari, S.B. Orloff, R. Vargas, N. and Hembree, K.J. 2003. Raptor, a new herbicide for alfalfa weed control. Proceedings of the California Weed Science Society. 55: 107-111.
- Mirvakili, S.M. and Meighani, F. 2010. Investigation of efficiency 2,4-DB (Butress) herbicide on weed control of seedling alfalfa in Yazd. Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress, Weeds. 3: 131. 31-33 July. 2010, Tehran, Iran. (In Persian).
- Nesic, Z. Tomic, Z. Zujovic, M. and Krnjaja, V. 2005. Production characteristics of domestic alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars in agroecological conditions of Srem district. Biotech. In Animal Husban. 21(2): 169-174.
- Peterson, D.E. and Duncan, S.R. 2002. Dormant treatments for weed control in alfalfa. Proc. North Cent. Weed Sci. Soc. 59: 21.
- Putnam, D.H. and Orloff, S.B. 2014. Forage crops. Encyclopedia of agriculture and food systems, 3: 381-405.
- Putnam, D.H. Summers, C.G. and Orloff, S.B. 2008. Alfalfa Production Systems in California. In Summers, C.G. and Putnam, D.H. (eds), Irrigated alfalfa management for Mediterranean and Desert Zones. USA, University of California: UCANR Publications, PP: 1-19.
- Raj, V.C. and Patel, Z.G. 1995. Integrated weed management in forage lucerne (*Medicago sativa*). Indian J. Agron. 40: 686-688.
- Raoofi, M. and Alebrahim, M.T. 2017. Efficiency of herbicides dose in mixture with cytotgate for weed control in alfalfa (*Medicago sativa* L.). App. Ecol. Environ. Res. 15(4): 249-265.
- Silva, W.D. Vilela, D. Cobucci, T. Heinemann, A.B. Reis, F.A. Pereira, A.V. and Ferreira, R.D. 2004. Herbicides and herbicides mix in alfalfa crop. Ciencia e Agrotecnol. 28: 729-735. (In English).
- Sprague, C.L. Kells, J.J. and Schirmacher, K. 2005. Weed control guide for field crops. Cooperative Extension Service.
- Wilson, R.G. 1994. Effect of imazethapyr on legumes and the effect of legumes on weeds. Weed Tech. 8: 536- 540.

- Wilson, R.G. and Burgener, P.A. 2009. Evaluation of glyphosate-tolerant and conventional alfalfa weed control systems during the first year of establishment. *Weed Technol.* 23: 257–263.
- Yadav, R. Bhullar, M.S. Kaur, M.S. Kaur, T. and Jhala, A.J. 2017. Weed control in conventional soybean with pendimethalin followed by azethapyr + imazamox/quizalofop-p-ethyl. *Canadian J. of Plant Sci.* 97(4): 654-664.
- Zamora, D. Alby, T. and Lym, R. 1991. Weed control in seedling alfalfa with imazethapyr. *Proceedings of the Western Society of Weed Science*, Seattle, Washington, USA, 12-14 March. 44: 97-98
- Zimdahl, R.L. 2007. *Fundamentals of weed science*. Elsevier Inc, USA.