Iranian Journal of Weed Science
Vol 18, No 1, 2022 (91-99)
DOI: 10.22092/IJWS.2021.355728.1397

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۸، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۱ (ص ۹۹-۹۱)

Evaluation of mesosulfuron-methyl+ iodosulfuron-methyl in the control of susceptible and resistant populations of Wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) under the effect of adjuvant application

Alireza Ghafouri[1], Laila Alimoradi[*2], Mohammad Ali Baghestani[3], Eskandar Zand[3], Mohammad Hasan Rashed Mohassel[4]

1,2. Department of Agricultural Sciences, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. 3. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. 4. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

(Received: September 8, 2021 - Accepted: December 31, 2021)

ABSTRACT

A greenhouse study was conducted during 2020 at the Plant Protection Research Institute in Tehran. A completely randomized design in factorial arrangement with four replications was performed to evaluate the effects of five adjuvants (first factor), different doses combined with mesosulfuron-methyl+iodosulfuron-methylsodium (Atlantis OD 1.2%) herbicide (second factor) on the clodinafop-propargyl herbicide resistant and sensitive populations of wild oat (third factor). At the 2 to 3 leaf stages of the wild oat, 1.05, 1.2, 1.35 and 1.5 liters of herbicides per hectare with five types of additives (4, 2, 0.1, 0.04 and 0.03 liters per hectare were applied. Four weeks after spraying, percentage of fresh and dry weights and survival of the plants were measured. In all doses, Ino Alg NPK (NG) adjuvant had the greatest effect on reducing the fresh weight of sensitive and resistant wild oat biotypes. Among 4 doses of mesosulfuron-methyl+iodosulfuron-methylsodium herbicide, 1.5 and 1.05 times the recommended dose had the highest and lowest efficacy in fresh and dry weights reduction in sensitive and resistant populations of wild oat, respectively. According to the EWRC index data, the effectiveness of all adjuvants was the same on the sensitive populations (100%) but different on resistant populations. In general, Ino Alg NPK (NG) adjuvant and 1.5 times the recommended dose showed the highest efficiency in the control of both susceptible and resistant populations of wild oat.

Keywords: Adjuvants, Atlantis OD 1.2%, dry weight, fresh weight, wheat, wild oat.

بررسی کارایی علف‌کش مزوسولفورون+یدوسولفورون در کنترل جمعیت‌های حساس و مقاوم یولاف‌وحشی زمستانه (*Avena ludoviciana* Durieu.) تحت تاثیر کاربرد موادافزودنی

علیرضا غفوری[۱]، لیلا علیمرادی [*۲]، محمدعلی باغستانی میبدی[۳]، اسکندر زند [۳]، محمد حسن راشد محصل [٤]

۱و۲- دانشجوی دکتری علفهای هرز و استادیار گروه علوم کشاورزی ، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.

۳- استاد بخش علفهای هرز موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور. ٤- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت:۱٤۰۰/٦/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۱۰/۱۰)

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر پنج ماده افزودنی (عامل اول) در اختلاط با دُزهای مختلف علف‌کش انتخابی مزوسولفورون+یدوسولفورون+ایمن‌کننده مفن‌پیردی‌اتیل (آتلانتیس OD 1.2%) (عامل دوم) در کنترل جمعیت‌های حساس و مقاوم علف‌هرز یولاف‌وحشی زمستانه به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل (فاکتور سوم)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۹۸ در گلخانه موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور اجرا شد. در مرحله دو تا سه برگی یولاف‌وحشی، سمپاشی با دُزهای ۱/۰۵، ۱/۲، ۱/۳۵، ۱/۵ لیتر در هکتار، به همراه پنج نوع ماده افزودنی به میزان چهار، دو، ۰/۱، ۰/۰۴ و ۰/۰۳ لیتر در هکتار انجام شد. چهار هفته بعد از کاربرد علف‌کش، وزن تر و خشک و درصد زنده‌مانی جمعیت‌های حساس و مقاوم یولاف‌وحشی زمستانه، اندازه‌گیری شدند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش دُز علف‌کش، صفت وزن تر در هر دو جمعیت حساس و مقاوم کاهش یافت. در همه دُزهای به‌کار برده شده، ماده‌افزودنی Ino Alg NPK (NG) بیشترین تأثیر را در کاهش وزن تر و خشک جمعیت‌های حساس و مقاوم یولاف‌وحشی زمستانه داشت. از میان چهار دُز مصرفی علف‌کش مزوسولفورون+یدوسولفورون، دُزهای مصرفی ۱/۵ و ۱/۰۵ برابر دُز توصیه شده، به‌ترتیب بیشترین و کمترین کارآیی را در کاهش وزن تر و خشک جمعیت‌های حساس و مقاوم یولاف‌وحشی زمستانه داشتند. با توجه به داده‌های شاخص EWRS، کارآیی همه مواد افزودنی در کنترل جمعیت حساس یکسان (۱۰۰ درصد کنترل) اما در کنترل جمعیت‌های مقاوم متفاوت بود. به‌طورکلی در این آزمایش، ماده‌افزودنی Ino Alg NPK (NG) و دُز ۱/۵ برابر دُز توصیه شده، بیشترین کارآیی را در کنترل هر دو جعیت حساس و مقاوم یولاف‌وحشی زمستانه نشان داد.

کلمات کلیدی: ادجونت، کارایی علف‌کش، نمره‌دهی چشمی، وزن تر و خشک، یولاف وحشی.

* Corresponding author E-mail: alimoradi4128@mshdiau.ac.ir

مقدمه

گندم با نام علمی (*Triticum aestivum* L.) از خانواده گندمیان Poaceae، یکی از محصولات استراتژیک در کشور ما می‌است که تولید این گیاه زراعی به میزان مورد نیاز، یکی از محورهای استقلال کشور محسوب می‌شود (Naghshbandi *et al*., 2008). در میان عوامل کاهش‌دهنده عملکرد این گیاه زراعی، علف‌های‌هرز یکی از عوامل مهم خسارت‌زا در مزارع گندم می‌باشند (Uludag *et al*., 2008). گزارش شده است که در مزارع گندم کشور ما، علف‌های‌هرز به‌طور متوسط می‌توانند خسارت ۲۵ تا ۳۰ درصدی داشته باشند (Koochaki & Khajeh Hosseini, 2013). یولاف‌وحشی زمستانه از جمله علف‌های‌هرز مهم مزارع غلات آبی و دیم مانندگندم، به‌خصوص در کشت‌های پاییزه است (Medd, 1996). با توجه به مشکلاتی از قبیل عدم دسترسی به نیروی انسانی و هزینه‌بر بودن عملیات وجین دستی و زراعی در مدیریت علف‌های‌هرز مزارع گندم از جمله یولاف‌وحشی، مدیریت شیمیایی علف‌های‌هرز در این مزارع یکی از روش‌های پرکاربرد است (Zand *et al*., 2011). یکی از مهم‌ترین علف‌کش‌های مصرفی در کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ در مزارع گندم، استفاده علف‌کش‌های بازدارنده آنزیم استولاکتات‌سینتاز (ALS) از جمله علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + ایمن‌کننده مفن‌پایردای‌اتیل است (Zand *et al*., 2020). وجود مشکلات ناشی از مصرف بی‌رویه علف‌کش‌ها نظیر افزایش هزینه و بروز مشکلات زیست محیطی باعث شده است تا دانشمندان به دنبال رویکرد جدیدی در استفاده از علف‌کش‌ها باشند (Kirkwood. 1993). برای جلوگیری از بروز مشکلات بالقوه علف‌کش‌ها، باید تلاش‌هایی در راستای بهبود تأثیر علف‌کش و روش‌هایی غیر از افزایش میزان دُز علف‌کش انجام گیرد (Barrosa *et al*., 2007). در اغلب موارد، کنترل رضایت بخش علف‌هرز و افزایش عملکرد با استفاده از دُزهای کاهش یافته علف‌کش‌ها به‌دست آمده است (Kirkwood, 1993). برای این منظور، مواد افزودنی از اهمیت قابل توجهی برخوردار هستند. این مواد عموماً با علف‌کش‌های پس‌رویشی و به‌منظور افزایش کارآیی علف‌کش مصرف می‌شوند و در افزایش اثربخشی علف‌کش به‌ویژه در شرایط نامساعد کمک می‌کنند (Hassan *et al*., 2005). مواد افزودنی معمولا تأثیر گیاه‌سوزی یا سمیت ندارند، اما در ترکیب با علف‌کش‌ها، موجب افزایش کارآیی ماده موثر علف‌کش می‌شوند (Jeffrey *et al*., 2004).

مواد افزودنی ممکن است باعث بهبود اثر علف‌کش شوند، به‌طوری‌که غلظت یا مقدار کل علف‌کش مورد نیاز برای رسیدن به هدف را بذون آسیب به گیاه زراعی افزایش می‌دهند و میزان نشست علف‌کش روی علف‌هرز هدف را چند برابر بیشتر می‌کنند (Travlos, 2012). برای مثال، بانتینگ و همکاران (Bunting *et al*., 2004) تأثیر سه نوع ماده افزودنی مختلف شامل روغن دانه متیله شده (MSO)[1]، سورفکتانت غیر یونی (NIS)[2] و کنسانتره روغن محصول (COC)[3] را در افزایش کارآیی علف‌کش فورام‌سولفورون (اکوئیپ) در کنترل سه نوع علف‌هرز شامل گاو پنبه (*Abutilon theophrasti* Medicus.)، دم اسبی (*Setaria faberi* Herrm.) و سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) بررسی کردند که در میان سه گونه علف‌هرز مورد، بررسی اضافه کردن هر سه نوع از ماده افزودنی فوق، بیشترین تأثیر را در افزایش کارآیی علف‌کش

[1] methylated seed oil
[2] non-ionic surfactant
[3] crop oil concentrate

فورام‌سولفورون بر کنترل علف‌هرز سوروف در مقایسه با دو گونه دیگر داشته است. همچنین از میان این سه ماده افزودنی، روغن دانه متیله شده بیشترین تأثیر را در افزایش کارآیی علف‌کش فورام‌سولفورن در کاهش وزن خشک و درصد کنترل علف‌های هرز سوروف، دم اسبی و گاوپنبه نشان داد. در مطالعه‌ای، استفاده از ماده افزودنی، منجر به کاهش ۲۵ درصد دُز توصیه شده علف‌کش تری بنورون‌متیل در کنترل علف‌های‌هرز غلات بهاره (گندم و جو بهاره) شد (Domaradzki & Kieloch, 2009). در پژوهشی دیگر، استوان و همکاران (Stevan *et al.*, 2010) بیان کردند که دُز علف‌کش سافلوفنسیل در ترکیب با مواد افزودنی، از ۳۰۳ به ۲۰۱ گرم ماده موثره در هکتار کاهش یافت. همچنین در پژوهشی گزارش شده است که تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه گندم و درصد کنترل یولاف‌وحشی در دُز توصیه شده و دُز کاهش یافته (٦٧ درصد دُز توصیه شده) علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل مشاهده نشد. این نتیجه بیان می‌کند که امکان کاهش دُز مصرفی علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل بدون افت عملکرد دانه وجود دارد (Armin *et al.*, 2006).

بنابراین با توجه به عدم اجتناب از مصرف علف‌کش‌ها در مدیریت علف‌های‌هرز با وجود مشکلات زیست محیطی فراوان از جمله مقاومت علف‌های‌هرز به این سموم، این پژوهش در راستای امکان افزایش کارآیی علف‌کش مزوسولفورن + یدوسولفورون + ایمن کننده مفن پیردای‌اتیل و بر همکنش آن‌ها بر کنترل جمعیت‌های مقاوم و حساس یولاف‌وحشی زمستانه، بررسی امکان کاهش کاربرد علف‌کش مصرفی مزوسولفورن + یدوسولفورون + ایمن کننده مفن پاردی‌اتیل با مواد افزودنی مناسب به‌منظور کنترل جمعیت‌های یولاف‌وحشی زمستانه حساس و مقاوم به کلودینافوپ‌پروپارژیل و همچنین تأثیر کارآیی پنج ماده افزودنی مورد استفاده در افزایش کارآیی علف‌کش فوق در کنترل جمعیت حساس یولاف‌وحشی زمستانه در مقایسه با جمعیت مقاوم همین علف‌هرز انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر نوع ماده افزودنی بر کارآیی دُزهای مختلف علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + ایمن‌کننده مفن‌پییردای‌اتیل (آتلانتیس OD 1.2%)، (به ترتیب با سه، شش و نُه درصد) و بر همکنش‌های آن‌ها بر کنترل جمعیت‌های مقاوم و حساس علف‌هرز یولاف‌وحشی زمستانه به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل (از بذرهای استاندارد مقاوم و حساس موجود در بانک بذر بخش تحقیقات علف‌های‌هرز موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور استفاده شد)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور در سال ۱۳۹۸ انجام شد. فاکتورهای مورد آزمایش، دُزهای مختلف علفش‌کش مزوسولفورون+ یدوسولفورون+ ایمن‌کننده مفن‌پایردی‌اتیل در چهار سطح: ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد دُز توصیه شده شامل ((١٢/٦ گرم ماده موثره در هکتار برابر با ۱/۰۵ برابر دُز توصیه شده، ١٤/٤ گرم ماده موثره در هکتار برابر با ۱/۲ برابر دُز توصیه شده، ١٦/٢ گرم ماده موثره در هکتار برابر با ۱/۳۵ برابر دُز توصیه شده و به همراه دُز توصیه شده ۱/۵ لیتر در هکتار برابر با ۱۸ گرم ماده موثره در هکتار)، پنج نوع ماده افزودنی شامل Ino Alg NPK (شامل ۲۰٪ عصاره جلبک دریایی به میزان چهار لیتر در هکتار)، کود Ino Alg NPK (NG) شامل ۲۰٪ عصاره جلبک دریایی و ۱۰ ٪ اسید آمینه‌های آزاد با دُز دو لیتر در هکتار)، Torpedo II (با دُز ۱/ ۰ لیتر در هکتار)، Doctil (با دُز ۰/۰٤ لیتر در هکتار) و اسید آمینه لوسین (با دُز سه درصد تولید شرکت سیگما آلدریچ) و جمعیت حساس و مقاوم به علف‌کش کلودینافوپ-پروپارژیل

یولاف‌وحشی بودند.

به‌منظور شکستن خواب بذرها، ابتدا پوسته بذور شکافته شد و لما و پالئا از بذرها جدا شدند (Beckie *et al.*, 2000). سپس بذرهای پاک شده روی دو لایه کاغذ صافی اشباع از آب درون پتری‌های شیشه‌ای ۱٤ سانتی‌متری قرار گرفت و در داخل انکوباتور با شرایط نوری ۱٦ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی در دمای پنج درجه سانتی‌گراد به مدت چهار روز سرمادهی شدند (Bena Kashani et al., 2007). پس از رفع خواب، ۱۰ عدد بذر در هر گلدان نیم لیتری (قطر دهانه گلدان نُه و ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر) کاشته شد. گلدان‌ها در داخل گلخانه با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با تناوب نوری ۱٦ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی قرار گرفتند. بعد از جوانه‌زنی گیاهچه‌ها (در مرحله تک برگی) و قبل از سم‌پاشی، برای جلوگیری از رقابت درون گونه‌ای، تعداد گیاهان در داخل گلدان به هفت عدد کاهش یافت. ۲۸ روز بعد از کاشت و در مرحله دو تا سه برگی، گیاهچه‌های یولاف‌وحشی در معرض دُزهای مختلف علف‌کش مزوسولفورون+یدوسولفورون+ایمن‌کننده مفن‌پایردی اتیل به همراه مواد افزودنی اشاره شده قرار گرفتند. علف‌کش توسط سم‌پاش پشتی برقی، مجهز به نازل بادبزنی و حجم پاشش ۲۰۰ لیتر در هکتار در فشار دو بار به کار برده شد. ارزیابی درصد کنترل علف‌هرز، ۱٤ و ۲۸ روز بعد از کاربرد علف‌کش و براساس شاخص EWRS انجام شد. همچنین ۲۸ روز بعد از کاربرد علف‌کش، اندام هوایی گیاهان زنده از سطح خاک بریده و وزن تر آن‌ها توسط ترازویی با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد. وزن خشک نیز بعد از قرار دادن نمونه‌ها در دستگاه آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت اندازه‌گیری شد.

تمام تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ((SAS institute In (2002))، انجام شد. قبل از انجام عمل تجزیه واریانس، یکنواختی واریانس درون تیماری داده‌ها با استفاده از آزمون بارتلت مورد بررسی قرار گرفت و از نرمال بودن توزیع باقیمانده‌ها با استفاده از رویه Univariate اطمینان حاصل شد. تجزیه واریانس داده‌های آزمایش با استفاده از رویه GLM و مقایسه میانگین اثرهای اصلی تیمارهای آزمایشی و اثرات متقابل معنی‌دار، بر پایه روش برش‌دهی فیزیکی و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای دُز، ماده‌افزودنی و نوع جمعیت بر کاهش وزن تر یولاف‌وحشی زمستانه نشان داد که بر هم کنش دُز، ماده‌افزودنی و جمعیت در سطح احتمال P≤۰/۰۱، اثر معنی‌داری روی کاهش وزن تر یولاف‌وحشی زمستانه داشت.

افزایش دُز مصرفی علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون، تأثیر معنی‌داری روی کاهش وزن تر یولاف‌وحشی داشت، به‌طوری‌که کمترین و بیشترین کاهش میانگین وزن تر، در در هر دو جمعیت حساس و مقاوم، به‌ترتیب به دُزهای ۱/۰۵ و ۱/۵ لیتر در هکتار تعلق داشت (جدول ۳)، به‌طوری‌که در دُز مصرفی ۱/۰۵ لیتر در هکتار، میانگین وزن تر در جمعیت حساس و مقاوم، به‌ترتیب ۰/۵۵ و ۰/۵۹ گرم بر بوته (٦٤/٤۰ و ٦۱/٤۰ درصد کاهش وزن تر نسبت به شاهد بدون تیمار) بود. همچنین میانگین وزن تر در دُز مصرفی ۱/۵ لیتر در هکتار در جمعیت حساس و مقاوم، به‌ترتیب ۰/۳۷ و ۰/۳۳ گرم بر بوته (۷٦/۱۳ و ۷۸/۷۱ درصد کاهش وزن تر نسبت به شاهد بدون تیمار) مشاهده شد؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که میانگین کاهش وزن تر در جمعیت‌های حساس و مقاوم یولاف‌وحشی زمستانه، به‌ترتیب با افزایش دُز مصرفی از ۱/۰۵ به ۱/۵، به میزان ۱/٤۷ برابر و ۱/۷۹ برابر کاهش

یافت. کاربرد مواد افزودنی مورد استفاده به همراه دُزهای به کار برده شده نشان از کاهش وزن تر در جمعیت‌های حساس و مقاوم یولاف‌وحشی نسبت به عدم کاربرد این ماده‌افزودنی‌ها به همراه دُزهای مختلف داشت (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل دُز و جمعیت و ماده‌افزودنی روی کاهش وزن تر یولاف‌وحشی زمستانه

Table 1. Mean comparison of the interaction effects of dose×population×adjuvant on of the *Avena ludoviciana* fresh weight reduction.

Dose	Population	Adjuvant	Fresh weight (g.plant^{-1})	Fresh weight loss compared to control (%)
1.05	S	No additives	0.79^{a}	49.03e
		Ino Alg NPK	0.68^{ab}	56.12ef
		Ino Alg NPK (NG)	0.39^{c}	74.84a
		Torpedo II	0.45^{bc}	70.96a
		Doctil	0.5^{b}	67.74b
		Lusin acid-amine	0.5^{b}	67.74b
	R	No additives	0.72^{a}	53.55e
		Ino Alg NPK	0.53^{cde}	65.81bcd
		Ino Alg NPK (NG)	0.52^{cde}	66.45bc
		Torpedo II	0.62^{bcd}	60.00cde
		Doctil	0.53^{cde}	65.81bcd
		Lusin acid-amine	0.67^{abc}	56.77def
1.2	S	No additives	0.52^{a}	66.33d
		Ino Alg NPK	0.50^{b}	67.75c
		Ino Alg NPK (NG)	0.34^{d}	78.01a
		Torpedo II	0.40^{d}	74.20b
		Doctil	0.44^{c}	71.61 abcd
		Lusin acid-amine	0.48^{abc}	69.03bcd
	R	No additives	0.51^{ab}	67.09cd
		Ino Alg NPK	0.42^{bcd}	72.9 abcd
		Ino Alg NPK (NG)	0.38^{dc}	75.48ab
		Torpedo II	0.40^{dc}	74.20b
		Doctil	0.44^{abcd}	71.61abcd
		Lusin acid-amine	0.41^{bcd}	73.55ab
1.35	S	No additives	0.47^{a}	69.68e
		Ino Alg NPK	0.43^{abc}	72.25cde
		Ino Alg NPK (NG)	0.25^{e}	83.87a
		Torpedo II	0.33^{d}	78.71b
		Doctil	0.46^{a}	70.32de
		Lusin acid-amine	0.36^{c}	
	R	No additives	0.48a	69.03e
		Ino Alg NPK	0.46^{ab}	70.32de
		Ino Alg NPK (NG)	0.35^{dc}	77.41bc
		Torpedo II	0.43^{abc}	72.25cde
		Doctil	0.37^{bcd}	76.12bcd
		Lusin acid-amine	0.37^{bcd}	76.12bcd
1.5	S	No additives	0.48^{a}	69.03e
		Ino Alg NPK	0.42^{b}	72.90d
		Ino Alg NPK (NG)	0.22^{d}	85.80a
		Torpedo II	0.29^{dc}	81.29b
		Doctil	0.42^{b}	72.90d
		Lusin acid-amine	0.37^{bc}	76.13cd
	R	No additives	0.45$^{a\,b}$	70.97de
		Ino Alg NPK	0.30^{dc}	80.64b
		Ino Alg NPK (NG)	0.28^{dc}	81.93b
		Torpedo II	0.36^{bc}	76.77cd
		Doctil	0.30^{dc}	80.64b
		Lusin acid-amine	0.32^{c}	79.35bc
Untreated control				1.55

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with same letter in the same column are not significantly different at 5% of probability level, based on Duncan test.

به طورکلی در بین جمعیت‌ها نیز جمعیت مقاوم با افزایش دُزهای مصرفی علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون، کاهش وزن تر بیشتری در مقایسه با جمعیت حساس نشان داد، به طوری‌که با افزایش دُز مصرفی از ۱/۰۵ به ۱/۵، به میزان ۱/٤۷ و ۱/۷۹ برابر کاهش یافت. در بین مواد افزودنی مورد استفاده، کابرد

اجونت Ino Alg NPK (NG) در تمامی دُزها، در هر دو جمعیت حساس و مقاوم، کاهش وزن تر بیشتری در مقایسه با سایر مواد افزودنی سبب شد . همچنین کابرد ماده افزودنی Ino Alg NPK (NG) نشان داد که جمعیت حساس یولاف‌وحشی در مقایسه با جمعیت مقاوم در همه دُزهای مورد استفاده ،کاهش وزن تر بیشتری نسبت به عدم کاربرد ماده افزودنی ایجاد کرد (جدول ۱). در کل و با توجه به نتایج، بهترین و موثرترین ماده‌افزودنی مصرفی به همراه دُزهای مورد استفاده علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون، ماده افزودنی Ino Alg NPK (NG) بود که بیشترین کارآیی یا بیشترین کاهش وزن تر را در یولاف‌وحشی زمستانه داشت. بنابراین، کاربرد این ماده‌افزودنی به همراه این علف‌کش می‌تواند در مدیریت علف‌هرز یولاف‌وحشی موثر واقع شود. آزمایش راشد محصل و همکاران (Rashed Mohassel *et al*., 2011) نشان داد که استفاده از مواد افزودنی در ترکیب با علف‌کش ستوکسیدیم، موجب افزایش کارآیی این علف‌کش در کنترل یولاف‌وحشی شده است.

نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای دُز، ماده افزودنی و نوع جمعیت روی کاهش وزن خشک یولاف‌وحشی زمستانه نشان داد که اثر اصلی مواد افزودنی و اثر متقابل دُز درجمعیت، به‌ترتیب در سطح احتمال‌های پنج و یک درصد روی کاهش وزن خشک یولاف‌وحشی زمستانه معنی‌دار بود.

بررسی اثر متقابل دُز در جمعیت و اثر اصلی ماده‌افزودنی روی کاهش وزن خشک یولاف وحشی زمستانه نشان داد که با افزایش دُز مصرفی از پایین‌ترین (۱/۰۵ لیتر در هکتار) به سمت بیشترین دُز مصرفی (۱/۵ لیتر در هکتار)، وزن خشک یولاف‌وحشی در هر دو جمعیت حساس و مقاوم کاهش پیدا کرد (جدول ۲)، به‌طوری‌که کاهش وزن خشک در توده حساس و مقاوم یولاف‌وحشی زمستانه، به‌ترتیب ۱/۵۵ و ۱/۴۲ برابر کاهش یافت که نشان‌دهنده کاهش وزن خشک در جمعیت حساس در مقایسه با جمعیت مقاوم بود. همچنین بین مواد افزودنی مورد استفاده در این پژوهش با عدم کاربرد این مواد، تفاوت چندانی در کاهش وزن خشک توده‌ها مشاهده نشد، ولی کمترین (۰/۱۱ گرم بر بوته) و بیشترین (۰/۱۵ گرم بر بوته) وزن خشک مشاهده شده به‌ترتیب به جمعیت تیمار شده با ماده افزودنی Ino Alg NPK (NG) و عدم کاربرد ماده‌افزودنی تعلق داشت (جدول ۲).

در یک پژوهش انجام شده در یک گلخانه نشان داده شد که ترکیب مواد افزودنی سورفکتانت غیریونی با علف‌کش بنتازون، باعث کاهش ۵۰ درصدی وزن خشک علف‌هرز شد (Bellinder *et al*., 2003). همچنین پاناچی و همکاران (Pannacci *et al*., 2010) بیان کردند که کارآیی علف‌کش تری‌بنورون‌متیل (گرانستار) در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ به هنگام اختلاط با مواد افزودنی از جمله سورفکتانت‌های یونی و غیریونی افزایش یافت.

تجزیه واریانس اثر متقابل فاکتورهای دُز، ماده‌افزودنی و نوع جمعیت روی شاخص EWRS یولاف‌وحشی زمستانه نشان داد که اثر سه‌گانه این فاکتورها در سطح احتمال یک درصد روی شاخص EWRS یولاف‌وحشی زمستانه معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین اثر سه‌گانه دُز در ماده‌افزودنی در جمعیت روی شاخص EWRS یولاف‌وحشی زمستانه نشان داد که افزایش دُز مصرفی از ۱/۰۵ (پایین‌ترین دُز مصرفی در آزمایش) به ۱/۵ برابر دُز توصیه شده (بالاترین دُز مصرفی در آزمایش)، روی شاخص EWRS یولاف‌وحشی (درصد کنترل) در هر دو توده حساس و مقاوم اثر معنی‌داری نداشته است (جدول ۳)، به‌طوری‌که توده‌های حساس و مقاوم در همه دُزهای مصرفی، تقریبا درصد کنترل یکسانی نشان دادند. همه دُزهای مصرفی به همراه مواد افزودنی مورد استفاده

توانستند کنترل ۱۰۰ درصدی روی جمعیت حساس داشته باشند و در همه این دُزها در توده حساس، کمترین درصد کنترل به تیمار عدم کاربرد ماده‌افزودنی با کنترل ۹۵ درصدی تعلق داشت (جدول ۳). همچنین مواد افزودنی مورد استفاده در این پژوهش در مقایسه با عدم کاربرد ماده افزودنی، تأثیر چندانی روی شاخص EWRS توده‌ها نداشتند، ولی کمترین و بیشترین وزن خشک مشاهده شده، به‌ترتیب به توده تیمار شده با ماده‌افزودنی Ino Alg NPK (NG) و عدم کاربرد ماده‌افزودنی تعلق داشت (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل دُز و جمعیت و اثر ماده‌افزودنی روی کاهش وزن خشک یولاف وحشی زمستانه

Table 2. Mean comparison of the interaction effects of dose and population and effect of adjuvant on *Avena ludoviciana* dry weight reduction.

adjuvant			dose-population interaction			
adjuvant	dry weight (gplant $^{-1}$)	Dry weight loss compared to control (%)	Dose	population	dry weight (gplant $^{-1}$)	Dry weight loss compared to control (%)
No additives	0.15a	84.44c	1.05	R	0.17a	80.29b
Ino Alg NPK	0.14a	85.43cb		S	0.14b	84.42a
Ino Alg NPK (NG)	0.11 bc	86.93a	1.2	R	0.14a	84.32b
Torpedo II	0.13 b	85.75b		S	0.12b	86a
Doctil	0.13 b	85.75b	1.36	R	0.11a	87a
Lusin acid-amine	0.12bc	86ab		S	0.10b	87.70a
-	-		1.5	R	0.12a	86.5
-	-			S	0.09b	89.77a
Untreated control			0.88			

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with same letter in the same column are not significantly different at 5% of probability level, based on Duncan test.

نتایج پژوهش ابوزینا و همکاران (Abouziena *et al.*, 2009) نشان داد که افزودن مواد افزودنی سورفکتانت غیریونی و سولفات آمونیوم، موجب افزایش کارآیی علف‌کش بنتازون در کنترل علف‌هرز توق، تاجریزی و گاوپنبه شد، به‌طوری‌که بنتازون در دُز ۰/۸٤ کیلوگرم ماده موثره در هکتار در ترکیب با مواد افزودنی، کنترلی برابر با دُز ۱/۱۲ کیلوگرم ماده موثره در هکتار بدون ماده افزودنی داشت. همچنین ماسچوف و همکاران (Maschhoff *et al.*, 2000) بیان کردند که افزودن ۲۰ گرم در لیتر ماده افزودنی سولفات آمونیوم به علف‌کش گلفوزینیت، کارآیی این علف‌کش را در کنترل علف‌های‌هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medic.) و تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) افزایش داده است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش (جدول ۱، ۲، ۳) می‌توان بیان کرد که دُزهای کاهش یافته علف‌کش مزوسولفورون+یدوسولفورون+ایمن‌کننده مفن‌پیردی اتیل، کارآیی دُز توصیه‌شده این علف‌کش را نداشت. البته براساس شاخص EWRS، تأثیر دُزهای مصرفی این علف‌کش روی توده‌های یولاف‌وحشی زمستانه به‌ویژه روی توده حساس تقریباً یکسان بود، ولی در بررسی اثر دُزهای مصرفی از این علف‌کش روی دیگر صفات مورد اندازه‌گیری از جمله کاهش وزن تر و خشک مشاهده شد که کمترین و بیشترین کارآیی در کاهش وزن تر و وزن خشک علف‌هرز یولاف‌وحشی زمستانه، به‌ترتیب به دُزهای مصرفی ۱/۰۵ و ۱/۵ برابر دُز توصیه شده علف‌کش مصرفی در آزمایش تعلق داشت. البته کاهش وزن تر و خشک در جمعیت حساس یولاف‌وحشی زمستانه در مقایسه با کاهش وزن تر و خشک جمعیت مقاوم همین علف‌هرز بیشتر بود. بررسی تأثیر مواد افزودنی در افزایش کارآیی علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون + ایمن‌کننده مفن‌پیردی‌اتیل در کنترل علف‌هرز یولاف‌وحشی زمستانه نشان داد که ماده افزودنی Ino Alg NPK (NG)

به همراه هر چهار دُز مصرفی علف‌کش فوق، بیشترین کارآیی را در صفات مورد اندازه‌گیری شامل کاهش وزن تر و خشک و درصد کنترل (شاخص EWRS) در مقایسه با سایر مواد افزودنی داشت. بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان ماده‌افزودنی Ino Alg NPK (NG) را به عنوان بهترین ماده‌افزودنی از بین مواد افزودنی مصرفی در افزایش کارآیی علف‌کش مزوسولفورون + یدوسولفورون در کنترل علف‌هرز یولاف‌وحشی زمستانه معرفی کرد.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دُز درجمعیت در ماده‌افزودنی روی شاخص EWRC یولاف‌وحشی زمستانه

Table 3. Mean comparison of the interaction effects of dose×population×adjuant on EWRC parameter of the *Avena ludoviciana*

Dose	Population	Adjuvant	Index EWRS(%)	Index† EWRS loss compared to control (%)
	S	No additives	5^{b}	95^{b}
		Ino Alg NPK	0^{c}	100^{a}
		Ino Alg NPK (NG)	0^{c}	100^{a}
		Torpedo II	0^{c}	100^{a}
1.05		Doctil	0^{c}	100^{a}
		Lusin acid-amine	0^{c}	100^{a}
	R	No additives	11.25^{a}	87.5^{c}
		Ino Alg NPK	11.25^{a}	88.75^{c}
		Ino Alg NPK (NG)	2.5^{ab}	97.5^{ab}
		Torpedo II	10^{a}	90^{c}
		Doctil	5^{b}	95^{b}
		Lusin acid-amine	5^{b}	95^{b}
	S	No additives	0^{c}	100^{a}
		Ino Alg NPK	0^{c}	100^{a}
		Ino Alg NPK (NG)	0^{c}	100^{a}
		Torpedo II	0^{c}	100^{a}
1.2		Doctil	0^{c}	100^{a}
		Lusin acid-amine	0^{c}	100^{a}
	R	No additives	18.75^{a}	81.25^{c}
		Ino Alg NPK	10^{b}	90^{b}
		Ino Alg NPK (NG)	8.75^{b}	91.25^{b}
		Torpedo II	10^{b}	90^{b}
		Doctil	10^{b}	90^{b}
		Lusin acid-amine	10^{b}	90^{b}
	S	No additives	5^{b}	95^{b}
		Ino Alg NPK	0^{c}	100^{a}
		Ino Alg NPK (NG)	0^{c}	100^{a}
		Torpedo II	0^{c}	100^{a}
1.35		Doctil	0^{c}	100^{a}
		Lusin acid-amine	2.5^{a}	97.5^{a}
	R	No additives	18.75^{a}	81.25^{c}
		Ino Alg NPK	8.75^{b}	91.25^{b}
		Ino Alg NPK (NG)	7.5^{b}	92.5^{b}
		Torpedo II	8.5^{b}	91.5^{b}
		Doctil	10^{b}	90^{b}
		Lusin acid-amine	10^{b}	90^{b}
	S	No additives	5^{ab}	95^{ab}
		Ino Alg NPK	0^{c}	100^{a}
		Ino Alg NPK (NG)	0^{c}	100^{a}
		Torpedo II	0^{c}	100^{a}
1.5		Doctil	0^{c}	100^{a}
		Lusin acid-amine	0^{c}	100^{a}
	R	No additives	11.5^{a}	88.5^{c}
		Ino Alg NPK	10^{b}	90^{c}
		Ino Alg NPK (NG)	8.5^{b}	91.5^{bc}
		Torpedo II	8.75^{b}	91.25^{bc}
		Doctil	10^{b}	90^{c}
		Lusin acid-amine	10^{b}	90^{c}
Untreated control				100

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون دانکن ندارند.

Means with same letter in the same column are not significantly different at 5% of probability level, based on Duncan test.

منابع

Abouziena, H.F.H., Sharma, S.D. and Sing, M. 2009. Impact of adjuvants on bentazon efficacy on selected broadleaf weeds. Crop Prot. 28: 1081–1085.

Armin, M., Zand E. and Baghestani M.A. 2006. The effect of low herbicide dose of Clodinafop-propargyl on percentage of wild oat (*Avena ludoviciana*) control, yield and economic return of wheat (*Triticum aestivum*). Plant Prot. (*Agricultural Sci. and Technol*). 22: 110-118.

Barrosa, J.F.C., Bascha, G. and Carvalho, R.D. 2007. Effect of reduced doses of a post-emergence herbicide to control grass and broad-leaved weeds in no-till wheat under mediterranean conditions. Crop Prot. 26: 1–15.

Bunting, J.A., Sprague, C.L. and Riechers, D.E. 2004. Proper adjuvant selection for foramsulfuron activity. Crop Prot. 23: 361-366.

Bellinder, R.R., Arsenovic, M., Shah, D.A. and Rauch, B.J. 2003. Effect of weed growth stage and adjuvant on the efficacy of fomesafen and bentazon. Weed Sci. 51: 1016-1021.

Beckie, H.J., Heap, I.M., Smeda, R.J. and Hall, L.M. 2000. Screening for herbicide resistance in weeds. Weed Technol. 14: 428–445.

Bena Kashani, F.B., Alizadeh, H.M., and Zand, E. 2007. Investigating the resistance of wild oat (*Avena ludoviciana* Durieu.) to fenoxaprop-p-ethyl by whole plant bioassay and seed bioassay. PJBS. 10: 72-77.

Domaradzki, K. and Kieloch, R. 2009. Possibilities of weed control in spring cereals by herbicides applied at reduced rates. Polish J. Agron. 1: 9–14.

Hassan, F.U., Leitch, M.H. and Abbasi, M.K. 2005. Effects of seeding densities and spacing on yield and yield components of linseed (*Linum Usitatissimum* L.). Acta Agronomica Hung. 3: 309-317.

Jeffrey, A. Bunting, C.L. and Riechers, D.E. 2004. Proper adjuvant selection for foramsulfuron activity. Crop Prot. 23: 361-366.

Kirkwood, R.C. 1993. Use and mode of action of adjuvants for herbicides: A review of some current work. Pestic. Sci. 38: 93-102.

Koochaki, A. and Khajeh Hosseini, M. 2013. Modern agriculture. Publications University of Mashhad. Pp. 712.

Medd, R.W. 1996. Ecology of wild oats. Plant Protect. Quarterly. 11: (1): 185-187.

Maschhoff, J.R., Hart, S.E. and Baldwin, J.L. 2000. Effect of ammonium sulfate on efficacy, absorption and translocation of glufosinate. Weed Sci. 48: 2-6.

Naghshbandi, S.M., Baghestani M.A., Zand, E. and Mansourian, S. 2008. Effects of metribuzin and plant density on weed control in wheat (*Triticum aestivum* L.). Weed Sci. 4: 85-95.

Pannacci, E., Mathiassen, S.K. and Kudsk, P. 2010. Effect of adjuvants on the rainfastness and performance of tribenuron-methyl on broad-leaved weeds. Weed Biol. Manag.10: 126-131.

Rashed Mohassel, M.H., Aliverdi, A. and Rahimi, S. 2011. Optimizing dosage of sethoxydim and fenoxaprop-p-ethyl with adjuvants to control wild oat. Ind. Crop Prot. 34: 1583- 1587.

Stevan, Z.K., Avishek, D., Jon, S. and Charvat, L.D. 2010. Application timing and adjuvant type affected saflufenacil efficacy on selected broadleaf weeds. Crop Prot. 29: 94–99.

Travlos, I.S. 2012. Reduced herbicide rates for an effective weed control in competitive wheat cultivars. Int. J.Plant Prod. 6: 1-14.

Uludag A., Park K.W., Cannon J. and Mallory A. 2008. Cross resistance of acety-CoA carboxylase (ACCase) inhibitor resistance wild oat (*Avena sterilis*) biotypes in the Pacific Northwest. Weed Technol. 22: 14-145.

Zand, E., Nezamabadi, N., Baghestani, M., Shimi, P. and Mosavi, S. 2020. A guide to chemical control of weeds in Iran. Mashhad: University Jihad Publications. Pp. 216.

Zand, E., Nezamabadi, N., Baghestani, M. and Shimi, P. 2011. Herbicides and important weeds in Iran. Publishing Center Publications. Pp. 80.