Iranian Journal of Weed Science
Vol 17, No 2, 2021 (27-44)
DOI: 10.22092/IJWS.2021.343429.1372

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۲، ۱۴۰۰ (ص ۴۴-۲۷)

کارآیی دو علف‌کش جدید مزوتریون+نیکوسولفورون (OD 10.5%) و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ (SL 46%) در مقایسه با علف‌کش‌های رایج در مهار علف‌های‌هرز پهن‌برگ مزارع ذرت

حمیدرضا ساسان‌فر[1*]، اسکندر زند[1]، محمد جمالی[2]، پیمان ثابتی[3]، پرویز شریفی‌زیوه[4]، اسحاق کشتکار[5]، محمد حسین زمانی[5]

۱- به ترتیب استادیار و استاد، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ۲- مربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، زرقان، ۳- مربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، کرمانشاه، ٤- مربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، مغان، ۵- به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۱٤ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/٦)

چکیده

به‌منظور بررسی کارآیی دو علف‌کش جدید مزوتریون+نیکوسولفورون و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ بر مهار علف‌های‌هرز پهن‌برگ مزارع ذرت، آزمایش‌های مزرعه‌ای در استان‌های البرز، فارس و کرمانشاه در سال ۱۳۹۷ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷، یک و ۱/۳ لیتر ماده تجاری در هکتار، بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵، دو و ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار + وجین باریک‌برگ‌ها، مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین ۴/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار، نیکوسولفورون دو لیتر ماده تجاری در هکتار، بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار + وجین باریک‌برگ‌ها، ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون ۱۷۵ گرم ماده تجاری در هکتار، نیکوسولفورون دو لیتر ماده تجاری در هکتار + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ ۰/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار و شاهد وجین دستی علف‌های‌هرز بودند. ۴۵ روز پس از سم‌پاشی، تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز به تفکیک گونه بررسی شد. بر اساس نتایج، تیمارهای مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین، نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ با کارآیی بیش از ۸۵ درصد، مؤثرترین ترکیبات در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ در سه منطقه آزمایش بودند. نیکوسولفورون و ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون نیز با حدود ۹۰ درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز، کارآیی مناسبی در استان‌های فارس و البرز داشتند. همچنین کارآیی بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار در استان‌های فارس و البرز، بیش از ۸۵ درصد و در استان کرمانشاه بین ۷۰ تا ۸۵ درصد بود. در مقایسه با تیمارهای آزمایش، کارآیی مزوتریون+نیکوسولفورون در هیچ یک از دزهای به‌کار رفته برای کنترل علف‌های‌هرز رضایت‌بخش نبود. همچنین در استان کرمانشاه، بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ و نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ به همراه وجین دستی با حدود ۱۲۲ درصد و در استان فارس، نیکوسولفورون با ۲۱۱ درصد نسبت به شاهد بدون تیمار، بیشترین افزایش عملکرد دانه ذرت را نشان دادند.

کلمات کلیدی: بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ، پس‌رویشی، کنترل شیمیایی، مزوتریون+نیکوسولفورون

The efficacy of mesotrione+nicosulfuron (OD 10.5%) and bentazon+MCPA (SL 46%), two new herbicides, in comparison with some commonly used herbicides in the control of broad-leaved weeds of corn

Hamidreza Sasanfar[*1], Eskandar Zand[1], Mohammad Jamali[2], Peyman Sabeti[3], Parviz Sharifiziveh[4], Eshagh Keshtkar[5], Mohammad Hosein Zamani[5]

1. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, 2. Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zarghan, Iran, 3. Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran, 4. Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ardabil, Iran, 5. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

(Received: October 5, 2020- Accepted: February 24, 2021)

ABSTRACT

Field experiments were conducted to evaluate the efficacy of mesotrione+nicosulfuron and bentazon+MCPA, two new herbicides, in the control of broad-leaved weeds of corn in Alborz, Fars and Kermanshah provinces in 2018. The treatments consisted of mesotrione+nicosulfuron at three doses of 0.7, 1 and 1.3 L ha^{-1}, bentazon+MCPA + weeding grass species at three doses of 1.5, 2 and 2.5 L ha^{-1}, mesotrione+s-metolachlor+terbuthylazine at 4.5 L ha^{-1}, nicosulfuron at 2 L ha^{-1}, bromoxynil+MCPA at 1.5 L ha^{-1} + weeding grass species, rimsulfuron+nicosulfuron at 175 g ha^{-1}, nicosulfuron at 2 L ha^{-1} + bromoxynil+MCPA at 0.5 L ha^{-1} and hand weeding control. Density and dry weight of weeds were evaluated 45 days after spraying. The results showed that mesotrione+s-metolachlor+terbuthylazine, nicosulfuron + bromoxynil+MCPA and bromoxynil+MCPA were the most effective herbicides (efficacy>85%) in control of broad-leaved weeds in all the studied provinces. Also, nicosulfuron and rimsulfuron+nicosulfuron controled broad-leaved weeds most effectively (by roughly 90% reduction in weeds dry weight) in Fars and Alborz provinces. The efficacy of 2.5 L ha^{-1} bentazon+MCPA in Fars and Alborz provinces were over than 85%, while this treatment led to 70% to 85% weeds control in Kermanshah province. The efficacy of none of the applied rates of mesotrione+nicosulfuron did not lead to a satisfactory control of broad-leaved weeds compared to the commonly used herbicide treatments. Moreover, bromoxynil+MCPA, nicosulfuron + bromoxynil+MCPA and manual weeding in Kermanshah and nicosulfuron in Fars resulted in the highest increase in corn grain yield by approximately 122% and 211% compared to the untreated control, respectively.

Keywords: Bentazon+MCPA, chemical control, mesotrione+nicosulfuron, post emergence.

* Corresponding author E-mail: sasanfar@iripp.ir

مقدمه

ذرت با بیش از یکصد و نود و سه میلیون هکتار سطح زیر کشت و حدود یک میلیارد و یکصد و پنجاه میلیون تن محصول تولیدی در سال ۲۰۱۸، از مهم‌ترین گیاهان زراعی در سراسر جهان به شمار می‌رود، به‌طوری‌که از سال ۱۹۹٤ تا ۲۰۱۸، سطح زیر کشت این محصول تقریبا ۱/٤ و تولید آن حدود دو برابر افزایش یافته است (Shiferaw *et al*., 2011; FAOSTAT, 2020). اما رقابت علف‌های‌هرز برای مواد غذایی، آب و نور، علت اصلی کاهش عملکرد در گیاهان زراعی و به خصوص ذرت می‌باشد (Gower *et al*., 2003; Myers *et al*., 2005; Oerke, 2006). در آمریکای شمالی، پتانسیل کاهش عملکرد ذرت در صورت عدم کنترل علف‌های‌هرز، به طور متوسط تا ۵۲ درصد تخمین زده شده است که این میزان معادل ۱٤۲ میلیون تن ذرت به ارزش ۲۸ میلیارد دلار می‌باشد (Soltani *et al*., 2016). در ایران، مهم‌ترین علف‌های‌هرز مزارع ذرت شامل چهار گونه باریک‌برگ یک‌ساله، ۱٦ گونه پهن‌برگ یک‌ساله و ۱۳ گونه علف‌هرز چندساله می‌باشد (Zand *et al*., 2019). وجود علف‌های‌هرز در گیاه زراعی ذرت مانند سایر غلات از جمله گندم، باعث خسارت قابل توجهی در عملکرد کیفی و کمی می‌شود، به طوری‌که بر اساس برخی گزارش‌ها در کشور، حضور علف‌های‌هرز غالب پهن‌برگ مانند توق (*Xanthium strumarium* L.) و تاج‌خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus* L.) در تراکم‌های به ترتیب هشت و ۱۲ بوته در متر مربع، عملکرد ذرت دانه‌ای را حدود ٦۰ درصد کاهش می‌دهد (Oveisi *et al*., 2008). همچنین تراکم هشت و ۱٦ بوته در متر مربع عروسک‌پشت‌پرده یک‌ساله (*Physalis divaricata* L.) که به‌وسیله اغلب علف‌کش‌های رایج ذرت قابل کنترل نیست، عملکرد ذرت دانه‌ای را ۱۸ تا ۲۵ درصد کاهش می‌دهد (Sabeti *et al*., 2019).

هرچند علف‌کش‌ها، راه‌حل نهایی برای چالش پیچیده علف‌های‌هرز نیستند، اما کاربرد این مواد شیمیایی، ابزار اصلی کنترل علف‌های‌هرز در کشاورزی مدرن می‌باشند (Harker &O'Donovan, 2013). در ایران نیز تاکنون ۱۵ علف‌کش (شامل دو پهن‌برگ‌کش و ۱۳ دو منظوره) برای مبارزه با علف‌های‌هرز ذرت معرفی شده‌اند (Nosratti *et al*., 2017; Zand *et al*., 2019). از سه پهن‌برگ‌کش (توفوردی، توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ) معرفی شده در ذرت تنها علف‌کش توفوردی به‌صورت رسمی ثبت شده است و بازدارنده‌های استولاکتات سینتاز (ALS)، به‌ویژه علف‌کش‌های خانواده سولفونیل‌اوره، به دلیل طیف کنترلی وسیع، متداول‌ترین روش کنترل انتخابی علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ اراضی ذرت می‌باشند (Baghestani *et al*., 2007; Scarabel *et al*., 2007). علف‌کش نیکوسولفورون از خانواده سولفونیل‌اوره، رایج‌ترین ترکیبی است که با مقدار کم، قادر به کنترل پس‌رویشی بسیاری از علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ مشکل‌ساز در ذرت می‌باشد (Green & Hale, 2005). تیموری و همکاران (Taymori *et al*., 2012) گزارش کردند که در بین ترکیبات شیمیایی رایج در کنترل علف‌های‌هرز ذرت، کاربرد دو لیتر در هکتار از علف‌کش نیکوسولفورون توانست ضمن کنترل مناسب و کاهش ۷۰ درصدی تعداد و وزن خشک علف‌های‌هرز، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت به میزان ۱۹/۷۵ تن در هکتار نسبت به تیمار عدم وجین شود.

با توجه به گسترش سریع علف‌های‌هرز مقاوم به علف‌کش‌ها در سال‌های اخیر، بهره‌گیری از علف‌کش‌های مخلوط دارای نحوه عمل چندگانه، از مهم‌ترین اصول برنامه‌های مدیریت علف‌های‌هرز در جهت به تأخیر انداختن مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌ها می‌باشد (Norsworthy *et al*., 2012; Heap, 2020). نظام‌آبادی و همکاران (Nezamabadi *et al*., 2016) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش ترکیبی یدوسولفورن‌متیل‌سدیم+فورام‌سولفورون‌سدیم+تین‌کاربا زون‌متیل+سایپروسولفامید (مایستر پاور اُدی) به میزان یک لیتر در هکتار می‌تواند علف‌های‌هرز پهن‌برگ و برخی از علف‌های‌هرز باریک‌برگ را همانند علف‌کش‌های رایج شامل نیکوسولفورون و نیکوسولفورون+ریم سولفورون به خوبی کنترل کند.

در همین راستا، عبدی و همکاران (Abdi *et al*., 2012) اظهار نمودند که کاربرد علف‌کش مایستر اُدی (فورام‌سولفورون+یدوسولفورون) در ذرت به مقدار ۱/۷۵ لیتر در هکتار توانست وزن خشک علف‌های‌هرز خرفه، تاج خروس ریشه قرمز، تاتوره (*Datura stramonium*)، دم‌روباهی سبز (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv) را به‌ترتیب ۸۵، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۸۲ درصد کاهش دهد. در برخی کشورها علف‌کش نیکوسولفورون در ترکیب با مزوتریون/ریم سولفورون برای مبارزه با علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ مزارع ذرت ثبت شده است (Curran & Foster, 2002; Vencill, 2002; Lemieux *et al*., 2003; Tomlin, 2003; Network, 2012). علف‌کش مزوتریون، بازدارنده آنزیم هیدروکسی‌فنیل‌پیروات‌دی‌اکسیژناز (HPPD) می‌باشد که به دو صورت پیش‌رویشی و پس‌رویشی برای کنترل علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ مزارع ذرت مصرف می‌شود (Lee *et al*., 1998; Sutton *et al*., 2002; Armel *et al*., 2003; Cornes, 2005). بنتازون از گروه بازدارنده‌های فتوسنتز در فتوسیستم دو، علف‌کشی تماسی است که در برخی کشورها به‌منظور کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ یک‌ساله و چندساله مزراع ذرت استفاده می‌شود (Fleming *et al*., 1988; Bradshaw *et al*., 1992; AFIPA, 2002). همچنین در برخی کشورها، فرمولاسیون تجاری بنتازون و MCPA برای کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ شبدر استفاده می‌شود (Liu *et al*., 1994; AFIPA, 2002; Ceballos *et al*., 2009). سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2011) گزارش کردند که کاربرد ترکیب علف‌کشی مزوتریون+آترازین و بنتازون+آترازین، به‌ترتیب سبب کاهش ۹۵ و ۹۶ درصدی وزن خشک علف‌هرز آمبروزیا در ذرت شدند. نتایج آزمایش جانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2013) نشان داد که کاربرد نیکوسولفورون و مزوتریون+نیکوسولفورون بدون تاثیر سوء بر ذرت، در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ این محصول مؤثر می‌باشد.

با توجه به این که بیشتر علف‌کش‌های ثبت شده برای ذرت در کشور از گروه بازدارنده‌های ALS می‌باشند که ریسک بالایی از نظر مقاومت علف‌های‌هرز دارند (Moss *et al*., 2019) و تنها پهن‌برگ‌کش توفوردی به‌صورت رسمی در مزراع ذرت ثبت شده است، پژوهش حاضر با هدف بررسی کارآیی دو علف‌کش مخلوط مزوتریون+نیکوسولفورون و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ و مقایسه آن‌ها با چند علف‌کش رایج در مزارع ذرت کشور انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و چهار تکرار، در سال ۱۳۹۷ در استان‌های البرز (محمدشهر)، فارس (زرقان) و کرمانشاه (ماهیدشت) انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل

کاربرد مزوتریون+نیکوسولفورون (کاروزو، OD 10.5%) به میزان ۰/۷، یک و ۱/۳ لیتر ماده تجاری در هکتار، کاربرد بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ (بازاگران ام٦۰، 46% SL) به میزان ۱/۵، دو و ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار به همراه وجین دستی علف‌های‌هرز باریک برگ، کاربرد مزوتریون+اس-متالاکلر+ تربوتیلازین (لوماکس، 53.75% SE) به میزان ٤/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار، کاربرد نیکوسولفورون (کروز، 4% SC) به میزان دو لیتر ماده تجاری در هکتار، کاربرد بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ (بروماکسید ام‌آ، 40% EC) به میزان ۱/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار به همراه وجین دستی علف‌های‌هرز باریک‌برگ، کاربرد ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون (اولتیما، 75% DF) به میزان ۱۷۵ گرم ماده تجاری در هکتار، کاربرد نیکوسولفورون (کروز، 4% SC) به میزان دو لیتر ماده تجاری در هکتار+بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ (بروماکسید ام‌آ، 40% EC) به میزان ۰/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار و شاهد وجین دستی تمام فصل علف‌های‌هرز بودند.

به‌منظور انجام آزمایش در مناطق یاد شده در بهار سال ۱۳۹۷، قطعه زمینی که دارای سابقه آلودگی کافی به علف‌های‌هرز منطقه بود انتخاب شد. در بهار و پس از انجام عملیات تهیه زمین و بستر بذر، کرت‌های آزمایش آماده شدند و بذر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰٤ کشت شد. کرت‌های آزمایشی به عرض سه متر، شامل چهار خط کشت به طول هشت متر بود و فاصله بین بوته‌ها ۱۸ تا ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر (تراکم ٦۵ تا ۷۵ هزار بوته در هکتار) در نظر گرفته شد (جدول ۱). با توجه به نتایج آزمون خاک، کودهای فسفر (سوپر فسفات تریپل)، پتاس (کلرور پتاسیم) وکود نیتروژنی (اوره) به کرت‌ها اضافه شد.

جدول ۱- خصوصیات خاک، تاریخ‌های کاشت، برداشت و کاربرد علف‌کش‌ها در سه منطقه مورد مطالعه

Table 1. Soil properties and dates of seed sowing, harvest and herbicides application in the three studied locations

Location	Soil texture	pH	Organic matter (%)	K ($mg\ kg^{-1}$)	P ($mg\ kg^{-1}$)	Sowing date	Herbicides application date	Harvestation date
Fars	Silty clay loam	7.9	1.2	285	8.2	2018-07-08	2018-08-28	2018-10-20
Kermanshah	Silty clay loam	7.3	0.79	266	6.9	2018-05-28	2018-07-02	2018-10-13
Alborz	Clay loam	7.5	0.78	367	17	2018-06-26	2018-07-15	2018-11-18

هر کرت آزمایش از نظر طولی به دو قسمت تقسیم شد؛ قسمت بالایی هر کرت سمپاشی نشد و به عنوان شاهد آن کرت در نظر گرفته شد و تیمارها در نیمه پایینی کرت، با استفاده از سمپاش پشتی مجهز به نازل شره‌ای شماره دو (۸۰۰۲) و بر اساس میزان پاشش حدود ۳۰۰ لیتر در هکتار محلول در فشار ۲/۵ بار اعمال شد. کلیه تیمارهای سمپاشی در مرحله سه تا پنج برگی ذرت انجام شد و در طول دوره رشد کلیه علف‌های‌هرز موجود در کرت شاهد با وجین دستی حذف شد. لازم به ذکر است، با توجه به این‌که علف‌کش‌های پهن‌برگ‌کش در برخی تیمارها (مانند بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ) به تنهایی به‌کار رفتند، علف‌های‌هرز باریک برگ در قسمت شاهد و قسمت تیمارشده (قسمت بالا و پایین کرت) تا آخر فصل وجین شدند. همچنین برای هر بلوک، یک جوی در نظر گرفته شد تا زه‌آب بلوک بالا وارد بلوک زیردست نشود.

حدود ٤۵ روز پس از عملیات سمپاشی، یک کوادرات به ابعاد ۵۰ در ۱۰۰ سانتی‌متر در قسمت سمپاشی نشده و یک کوادرات در قسمت سمپاشی شده هر کرت پرتاب شد (با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای) و سپس تعداد علف‌های‌هرز به تفکیک گونه شمارش

شد و وزن خشک علف‌های‌هرز (در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت) نیز به تفکیک گونه اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب، درصد کاهش تعداد و وزن خشک علف‌های‌هرز به تفکیک گونه برای هر تیمار نسبت به قسمت سمپاشی نشده همان کرت محاسبه شد. داده‌های حاصل از آزمایش پس از تجزیه واریانس، بر اساس آزمون دانکن مقایسه میانگین شدند. قبل از انجام تجزیه واریانس روی داده‌ها، همگنی واریانس‌ها و نرمال بودن باقیمانده به‌ترتیب با استفاده از آزمون‌های بارتلت و شپیرو-ویلک بررسی شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها (آزمون چند دامنه دانکن در سطح معنی‌دار پنج درصد) با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به تنوع علف‌های‌هرز در سه منطقه مورد بررسی، از تجزیه مرکب داده‌ها صرف نظر شد و نتایج هر منطقه به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت و در پایان جمع‌بندی نتایج ارائه شد. لیست علف‌های‌هرز غالب در مناطق مختلف به تفکیک گونه در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- فهرست علف‌های‌هرز مهم در سه منطقه آزمایش

Table 2. List of major weed species at the three experimental locations

Common name	Scientific name	Experimental locations		
		Karaj	Kermanshah	Zarghan
Ground cherry	*Physalis divaricata* D. Don		*	
Johnsongrass	*Sorghum halepense* (L.) pers.			*
Green bristlegrass	*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.	*		
Redroot amaranth	*Amaranthus retrofexus* L.	*	*	*
Cultivated licorice	*Glycyrrhiza glabra* L.		*	
Mat amaranth	*Amaranthus blitoides* S. Watson.	*		
Lambsquarters	*Chenopodium album* L.	*		
Little hogweed	*Portulaca oleracea* L.			*
Field bindweed	*Convolvulus arvensis* L.		*	
Black nightshade	*Solanum nigrum* L.	*		

استان فارس (زرقان)

در مزرعه آزمایشی در ایستگاه زرقان فارس، علف‌های‌هرز پهن‌برگ خرفه و تاج خروس غالب بودند که نتایج به تفکیک گونه ارائه می‌شود.

تعداد علف‌های‌هرز

نتایج تجزیه واریانس برای درصد کاهش تعداد علف‌های‌هرز خرفه، تاج خروس و مجموع علف‌های‌هرز در ٤٥ روز پس از سمپاشی حاکی از آن بود که تأثیر تیمارهای مختلف بر تعداد گونه‌های فوق و مجموع علف‌های‌هرز، از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بر این اساس، تفاوت‌هایی بین تیمارهای مختلف از نظر شاخص ذکر شده وجود داشت (جدول ۳).

خرفه

بیشترین تأثیر کاهش تراکم علف‌هرز خرفه، به کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ تعلق داشت، به طوری‌که این تیمار، تراکم خرفه را به میزان ٩٦/٣٤ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. البته تیمارهای بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار، نیکوسولفورون، بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ و ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون نیز با تأثیر بیش از ۹۰ درصدی کاهش تعداد خرفه نسبت به شاهد، با تیمار فوق در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). تیمارهای مزوتریون+اس‌متالاکلر+تربوتیلازین و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ به میزان دو لیتر در هکتار نیز با کاهش حدود ۸۷ درصدی تعداد خرفه، در یک گروه آماری قرار گرفتند. بین تیمارهای

مزوتریون+نیکوسولفورون ۱/۳ لیتر در هکتار و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار نیز از نظر کاهش تعداد خرفه تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. در بین تیمارها، علف‌کش مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر در هکتار و پس از آن مزوتریون+نیکوسولفورون یک لیتر در هکتار، کمترین تأثیر را بر کاهش تراکم خرفه دارا بودند؛ این تیمارها به‌ترتیب باکاهش ٥٦/٨٧ و ٦٠/١٨ درصدی تعداد خرفه، در یک گروه آماری قرار گرفتند ولی با دیگر تیمارهای آزمایش، تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳).

تاج خروس

در بین تیمارها، کاربرد علف‌کش بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ با ۹۳/۱۱ درصد، بالاترین کاهش تراکم تاج خروس را سبب شد. با این وجود، این تیمار اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری با تیمارهای مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین، نیکوسولفورون، ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون و اختلاط مخزنی نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ نداشت. تیمارهای مذکور به‌ترتیب با ٨٥/٥٤، ٩٠/٠٤، ٨٦/٤٧ و ٩٥/٥٩ درصد کاهش تاج خروس نسبت به شاهد در یک گروه آماری قرار گرفتند. تیمارهای مزوتریون+نیکوسولفورون ۱/۳ لیتر در هکتار و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ در مقادیر ۱/۵، دو و ۲/۵ لیتر در هکتار نیز از لحاظ آماری در یک گروه قرار داشتند. این تیمارها سبب کاهش ٤٧ تا ٥٧ درصدی تعداد تاج خروس نسبت به شاهد شدند که بیانگر متحمل بودن گونه‌های تاج خروس به این تیمارها بود و بنابراین در شرایطی که علف‌هرز غالب مزرعه، گونه‌های تاج خروس باشند، استفاده از این علف‌کش‌ها توصیه نمی‌شود. بین دُزهای مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ و یک لیتر در هکتار نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. درحالی‌که کاربرد مزوتریون+نیکوسولفورون یک لیتر در هکتار، باعث کاهش تعداد تاج خروس به میزان ٤٢/٦٦ درصد شد، مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر در هکتار، کمترین کاهش تراکم این علف‌هرز به میزان ۲۱/۷۸ را سبب شد که با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۳).

مجموع علف‌های‌هرز

نتایج نشان داد که بهترین تأثیر در کاهش تراکم مجموع علف‌های‌هرز، به تیمارهای نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ (۹۵/۱۳ درصد)، بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ (۹٤/۸٥ درصد)، نیکوسولفورون (۹۲/٦۷ درصد) و ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون (۸۹/۰۸ درصد) تعلق داشت، به‌طوری‌که این چهار تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند. بین تیمارهای بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ به میزان دو و ۲/۵ لیتر در هکتار و مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین نیز تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد و تیمارهای فوق، به‌ترتیب با کاهش ۸۰/۰٦، ۸۳/۹٦ و ۸٦/۰۸ درصدی تعداد مجموع علف‌های‌هرز در یک گروه آماری قرار گرفتند. علاوه بر این، در تیمار بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار، کاهش تعداد مجموع علف‌های‌هرز نسبت به شاهد عدم سمپاشی به میزان ۷۰/۸۹ درصد به‌دست آمد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت. بین دُزهای مختلف مزوتریون+نیکوسولفورون نیز از نظر کاهش تراکم مجموع علف‌های‌هرز تفاوت آماری معنی‌دار مشاهده شد. در حالی که کمترین تأثیر بر تراکم مجموع علف‌های‌هرز با ۳٥/٦۹ درصد به تیمار مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر در هکتار تعلق داشت، دُزهای یک و ۱/۳ لیتر در هکتار این علف‌کش، به‌ترتیب منجر به کاهش ٤۹/۰٥ و ٦٤/۰۸ درصدی تعداد علف‌های‌هرز نسبت به شاهد شدند (جدول ۳). معنی‌دار نشدن اثر علف‌کش‌ها بر بعضی

گونه‌ها، به دلیل کنترل نامناسب تیمارها نیست، بلکه می‌تواند به دلیل ویژگی لکه‌ای حضور آن‌ها در کرت آزمایشی یا در کادر نمونه‌گیری باشد. در زمین مورد آزمایش، علف‌های‌هرز خرفه و تاج خروس از یکنواختی حضور بیشتری در کل کرت برخوردار بودند. روند تأثیر تیمارها بر مهار هر یک از گونه‌های علف‌هرز، با اثر آن‌ها بر مجموع علف‌های‌هرز همسو بود که در مورد خرفه و تاج خروس معنی‌دار شد. مطالعات گذشته نشان داده است گونه‌های موجود در طیف علف‌کش‌های مورد آزمایش، به طور یکسان به این تیمارهای مصرفی واکنش نشان ندادند و درصد مهارشوندگی بعضی از گونه‌ها به خوبی بقیه نبود (Hadizadeh *et al*., 2020). همچنین زند و همکاران (Zand *et al*., 2010) گزارش کردند که کاربرد ۱۷۵ گرم در هکتار از علف‌کش دو منظوره ریم سولفورون+نیکوسولفورون توانست به خوبی علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ ذرت را کنترل کند.

جدول ۳- تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کش بر درصد کاهش تعداد علف‌های‌هرز (نسبت به شاهد عدم سمپاشی)، ٤٥ روز پس از سمپاشی در استان فارس (زرقان)

Table 3. The effects of different herbicide treatments on the number of weed species reduction percentage (relative to untreated control), 45 days after herbicide application at Fars province (Zarghan).

Treatments	little hogweed (*Portulaca oleracea* L.)	redroot amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.)	Total weeds
mesotrione+nicosulfuron 0.7 L ha^{-1}	56.87e	21.78d	35.69g
mesotrione+nicosulfuron 1 L ha^{-1}	60.18e	42.66c	49.05f
mesotrione+nicosulfuron 1.3 L ha^{-1}	73.82d	57.47b	64.08e
bentazon+MCPA 1.5 L ha^{-1}	79.15cd	47.29bc	70.89d
bentazon+MCPA 2 L ha^{-1}	86.38bc	57.89b	80.06c
bentazon+MCPA 2.5 L ha^{-1}	95.06ab	53.46bc	83.96bc
mesotrione+s-metolachlor+terbuthylazine 4.5 L ha^{-1}	87.01bc	85.54a	86.08bc
nicosulfuron 2 L ha^{-1}	92.52ab	90.04a	92.67a
bromoxynil+MCPA 1.5 L ha^{-1}	92.08ab	93.11a	94.85a
rimsulfuron+nicosulfuron 175 g ha^{-1}	90.30ab	86.47a	89.08ab
nicosulfuron 2 L ha^{-1} + bromoxynil+MCPA 0.5 L ha^{-1}	96.34a	90.59a	95.13a

در هر ستون، اعدادی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (Duncan P≤0.05).

Different letters in the same column show significant diffrences (Duncan P≤0.05).

وزن خشک علف‌های‌هرز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کشی بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز خرفه، تاج خروس و مجموع علف‌های‌هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بر این اساس، تفاوت‌هایی بین تیمارهای مختلف روی صفات ذکر شده وجود داشت.

خرفه

کاربرد نیکوسولفورون در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تأثیر را در کاهش وزن خشک خرفه داشت، به‌طوری‌که در این تیمار، وزن خشک خرفه ۹٦/۰٦ درصد نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد (جدول ٤). پس از این تیمار، نیکوسولفورون دو لیتر در هکتار+بروماسید امآ ۰/۵ لیتر در هکتار، بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/۵ لیتر در هکتار، بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵ لیتر در هکتار + وجین باریک‌برگ‌ها، ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون ۱۷۵ گرم در هکتارو مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین ٤/۵ لیتر در هکتار با بیش از ۹۳ درصد کاهش وزن خشک خرفه، با تیمار قبل تفاوت معنی‌داری نشان ندادند و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. در بین تیمارها، مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر در هکتار با ۱۵/۵۵ درصد، کمترین تأثیر را در کاهش وزن خشک خرفه داشت و با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نشان داد. کاربرد دُزهای یک و۱/۳ لیتر در هکتار مزوتریون+نیکوسولفورون نیز به‌ترتیب

سبب کاهش ۳۲/۹۷ و ٤٥/٥٦ درصدی وزن خشک خرفه شد که این مقادیر از لحاظ آماری با یکدیگر و همچنین با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌دار داشتند. در بین دُزهای مختلف بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ، دُز ۲/٥ لیتر تفاوت معنی‌دار نسبت به دُزها ۱/٥ و دو لیتر داشت. کاربرد بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ با دُزهای ۱/٥ و دو لیتر سبب کاهش وزن خشک خرفه به‌میزان ۷۸/۳۳ و ۸۳/۰۷ درصد شد که البته هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ٤).

تاج خروس

بیشترین کاهش وزن خشک تاج خروس در تیمار کاربرد بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۱/٥ لیتر در هکتار حاصل شد. به‌طوری‌که در این تیمار وزن خشک تاج خروس به میزان ۹۳/۰۲ درصد نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد که البته با تیمارهای نیکوسولفورون + برومایسید ام‌آ، نیکوسولفورون، ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/٥ در یک گروه آماری قرار گرفتند. تیمارهای ذکر شده به‌ترتیبسبب کاهش ۹۰/۹۹، ۸۹/۳۳، ۸۹/۱٤ و ۸٦/۱٥ درصدی وزن خشک تاج خروس نسبت به شاهد شدند. بعد از این تیمارها، کاربرد ترکیبات علف‌کشی مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲ لیتر در هکتار نیز به‌ترتیب با کاهش ۷۷/۱۰ و ۷٤/۸۷ درصدی وزن خشک تاج خروس، در یک گروه آماری قرار گرفتند. بین مقادیر ۰/۷ و یک لیتر مزوتریون+نیکوسولفورون با دُز ۱/۳ لیتر این علف‌کش نیز تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد، به‌طوری‌که کاربرد مزوتریون+نیکوسولفورون به میزان ۰/۷ و یک لیتر، به‌ترتیب سبب کاهش ۱۲/۱۹ (پایین‌تأثیر در بین تیمارها) و ۲۰/٤۰ درصدی وزن خشک تاج خروس شد. این در حالی بود که کاربرد مزوتریون+نیکوسولفورون به میزان ۱/۳ لیتر در هکتار نیز تنها سبب کاهش ۳٦/۲۳ درصدی وزن خشک تاج خروس نسبت به شاهد شد (جدول ٤). کاهش تأثیر این ترکیب، به علت کاهش دُز علف‌کش در این ترکیب بود، زیرا هر یک از این ترکیبات در دُز توصیه شده، تأثیرات بهتری در کنترل علف‌های‌هرز مذکور دارند و چون هدف از کاربرد علف‌کش‌های ترکیبی، کاهش دُز می‌باشد، بنابراین نتایج مطلوبی از این ترکیب در دُز کاهش یافته به‌دست نیامد (Nosratti *et al.*, 2017).

مجموع علف‌های‌هرز

بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها، به‌طورکلی، کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آبه تنهایی و یا به‌صورت ترکیبی، بیشترین تأثیر را در کاهش وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز داشت، به‌طوری‌که با کاربرد این تیمارها، وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز حدود ۹٤ درصد نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. البته تیمارهای ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/٥ لیتر در هکتار نیز به‌ترتیب با ۹۱/۳۸ و ۹۲/٤۱ درصد، کارآیی مناسبی در کاهش وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز نشان دادند و با تیمارهای ذکر شده در بالا در یک گروه آماری قرار گرفتند. پس از تیمارهای فوق، کاربرد مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین با ۸۷/۲۱ درصد کاهش وزن خشک، در گروه آماری بعدی قرار گرفتند. همچنین دُزهای ۱/٥ و دو لیتر بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ نیز به‌ترتیب سبب کاهش ۷٤/۳۸ و ۸۳/۰٤ درصدی وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز شدند که با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نشان دادند. در بین تیمارها، پایین‌ترین کاهش وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز با کاربرد تیمارهای مختلف علف‌کش مزوتریون+نیکوسولفورون به‌دست آمد، به‌طوری‌که کاربرد این علف‌کش در دُزهای ۰/۷، یک و ۱/۳ لیتر در هکتار، به‌ترتیب تنها سبب کاهش ۲۱/۷۰، ۳٥/۳۰ و ٥۰/٤۱ درصدی وزن خشک مجموع

علف‌های‌هرز نسبت به شاهد شد که بین این مقادیر و همچنین با سایر تیمارهای آزمایش، تفاوت‌ها معنی‌دار وجود داشت (جدول ٤). جانگ و همکاران (Zhang *et al*., 201) گزارش کردند که کاربرد نیکوسولفورون، تاپ‌رمزان و ترکیب مزوتریون+نیکوسولفورون، سبب کارآیی کنترل بهتری در مقایسه با مصرف منفرد مزوتریون شد.

جدول ٤- تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کش بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز (نسبت به شاهد عدم سمپاشی)، ٤٥ روز پس از سمپاشی در استان فارس (زرقان)

Table 4. The effects of different herbicide treatments on the dry weight of weed species reduction percentage (relative to untreated control), 45 days after herbicide application at Fars province (Zarghan).

Treatments	Little hogweed (*Portulaca oleracea* L.)	Redroot amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.)	Total weeds
mesotrione+nicosulfuron 0.7 L ha^{-1}	15.55e	12.19f	21.70g
mesotrione+nicosulfuron 1 L ha^{-1}	32.97d	20.40f	35.30f
mesotrione+nicosulfuron 1.3 L ha^{-1}	45.56c	36.23e	50.41e
bentazon+MCPA 1.5 L ha^{-1}	78.33b	64.04d	74.38d
bentazon+MCPA 2 L ha^{-1}	83.07b	74.87c	83.04c
bentazon+MCPA 2.5 L ha^{-1}	94.62a	86.15ab	92.41a
mesotrione+s-metolachlor+terbuthylazine 4.5 L ha^{-1}	93.05a	77.10bc	87.21b
nicosulfuron 2 L ha^{-1}	96.14a	89.33a	94.05a
bromoxynil+MCPA 1.5 L ha^{-1}	94.06a	93.02a	94.05a
rimsulfuron+nicosulfuron 175 g ha^{-1}	93.81a	89.14a	91.38a
nicosulfuron 2 L ha^{-1} + bromoxynil+MCPA 0.5 L ha^{-1}	95.31a	90.99a	93.78a

در هر ستون، اعدادی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (Duncan P≤0.05).

Different letters in the same column show significant diffrences (Duncan P≤0.05).

استان کرمانشاه (کرمانشاه)

در مزرعه آزمایشی در استان کرمانشاه، علف‌های‌هرز تاج خروس، عروسک پشت پرده، شیرین بیان و پیچک غالب بودند (جدول ۲) که نتایج به تفکیک گونه ارائه شده است.

تعداد علف‌های‌هرز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمارها از نظر کاهش تعداد علف‌هرز تاج خروس و عروسک پشت پرده و مجموع علف‌های‌هرز درسطح یک درصد آماری معنی‌دار بود. در ادامه، نتایج مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای آزمایش بر درصد کاهش تعداد علف‌های‌هرز به تفکیک گونه ارائه شده است.

تاج خروس

بر اساس نتایج مقایسه میانگین از نظر کاهش تعداد تاج خروس نسبت به شاهد در پاسخ به تیمارهای مختلف علف‌کش، تیمار نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ، بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ و مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین با میزان حدود ۸۸ درصد بیشترین تأثیر را در کاهش تعداد این علف‌هرز داشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). همچنین تیمارهای نیکوسولفورون و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/۵ لیتر با حدود ۷۹ درصد کاهش تعداد تاج خروس از این نظر در گروه آماری بعدی قرار گرفتند. زند و همکاران (Zand *et al*., 2006) در مطالعه‌ای نشان دادند که کاربرد ۸۰ گرم ماد مؤثره نیکوسولفورون در هکتار قادر است تاج خروس ریشه‌قرمز را ۹٦ درصد کنترل کند که نشان‌دهنده این مطب است در تیمارهای فوق، ترکیب نیکوسولفون، کمک زیادی به کنترل تاج خروس کرده است. بین تیمارهای مزوتریون+نیکوسولفورون ۱/۳ لیتر، بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵ و دو لیتر و ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون نیز از نظر کاهش تعداد تاج خروس، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. میزان کاهش تعداد تاج خروس در این تیمارها حدود ٦۷ تا ۷۱ درصد بود. در بین تیمارها، مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر در هکتار با

۱۸/۹٤و مزوتریون+نیکوسولفورون یک لیتر با ۲۲/۱۲ درصد پایین‌ترین تأثیر را در کاهش تعداد تاج خروس داشتند که این تفاوت از نظر آماری با سایر تیمارهای آزمایش نیز معنی‌دار بود (جدول ۵). از آن‌جا که مدت فعالیت مزوتریون در خاک، نسبتا کوتاه است، روش کاربرد و دُز بهینه برای کنترل مطلوب علف‌های‌هرزی که قبل و بعد از کاربرد پس‌رویشی مزوتریون سبز می‌شوند ضروری است. برخی پژوهش‌ها حاکی از فعالیت هم‌افزایی اختلاط مزوتریون با بازدارنده‌های فتوسیستم دو می‌باشند (Sutton *et al*., 2002; Abendroth *et al*., 2006).

عروسک پشت پرده

تیمارهای بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ، مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین و نیکوسولفورون+ بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ به‌ترتیب سبب کاهش ۹۷/۵۰، ۹۰/۲۷ و ۸۰/۳۹ درصدی تعداد عروسک پشت پرده نسبت به شاهد شدند که از نظر آماری نیز تفاوت معنی‌دار بین این تیمارها مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد که عروسک پشت پرده به بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ بسیار حساس بود، به‌طوری‌که با کاربرد ۰/۵ لیتر از آن به همراه نیکوسولفورون، کارآیی آن نسبت به مصرف نیکوسولفورون به تنهایی حدود ۳۵ درصد افزایش پیدا کرد. کاربرد نیکوسولفورون و بنتازون+ام‌سی‌پی آ ۲/۵ لیتر در هکتار با کاهش حدود ٤۵ درصدی تعداد عروسک پشت پرده، در گروه آماری بعدی قرار گرفتند. در بین تیمارها، مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر در هکتار، پایین‌ترین تأثیر را در کاهش تعداد عروسک پشت پرده نشان داد، به‌طوری‌که کاربرد این تیمار تنها سبب کاهش ۲۳/۰۳ درصدی تعداد این علف‌هرز نسبت به شاهد شد که این مقدار با سایر تیماهای آزمایش دارای تفاوت معنی‌دار بود. تیمار بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ دو لیتر در هکتار نیز توانست تعداد عروسک پشت پرده را نسبت به شاهد، تنها ۳۳/۱۱ درصد کاهش دهد. بقیه تیمارهای آزمایش شامل دُزهای یک و ۱/۳ لیتر مزوتریون+نیکوسولفورون، ۱/۵ لیتر بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ و ۱۷۵ گرم در هکتار ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون در یک گروه آماری قرار گرفتند. کاهش تعداد عروسک پشت پرده در این تیمارها حدود ۳۰ درصد نسبت به شاهد بود (جدول ۵). از آن‌جا که بنتازون به‌صورت تماسی و مستقیما در جایی که به‌کار می‌رود عمل می‌کند (Tomlin, 1995)، در نتیجه ممکن است تاثیر آن بر برخی گونه‌های سمج مانند عروسک پشت پرده نسبت به علف‌کش‌های سیستمیک پایین‌تر باشد.

مجموع علف‌های‌هرز: در بین تیمارهای مختلف، کاربرد مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ و یک لیتر در هکتار، پایین‌ترین تأثیر را بر کاهش تعداد علف‌های‌هرز داشت، به‌طوری‌که در این تیمارها، تعداد مجموع علف‌های‌هرز به‌ترتیب فقط ۳۰/۲۰ و ۳۳/۸٦ درصد کاهش پیدا کرد و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. در بین تیمارهای آزمایشی، کاربرد مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ به‌ترتیب با کاهش ۸۵/٤۲ و ۸۳/۵۹ درصدی تعداد مجموع علف‌های‌هرز، بالاترین کارآیی را در کاهش تراکم علف‌های‌هرز داشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند. پس از این تیمارها، مصرف نیکوسولفورون+بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ با ۷۲/۰۵ درصد کاهش تعداد مجموع علف‌های‌هرز، در گروه آماری بعدی قرار گرفت. بین تیمارهای بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵، دو و ۲/۵ لیتر در هکتار نیز از از نظر کاهش تعداد علف‌های‌هرز، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. تیمارهای اخیر، به‌ترتیب سبب کاهش ۵۲/۸۲، ۵۷/۵۷ و ٦۳/۲۹ درصدی تعداد مجموع علف‌های‌هرز شدند. سایر تیمارهای آزمایش شامل نیکوسولفورون و ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون نیز با حدود ٤۷ درصد کاهش تعداد مجموع علف‌های‌هرز، در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵).

جدول ۵- تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کش بر درصد کاهش تعداد علف‌های‌هرز (نسبت به شاهد عدم سمپاشی)، ٤٥ روز پس از سمپاشی در استان کرمانشاه (کرمانشاه)

Table 5. The effects of different herbicide treatments on the number of weed species reduction percentage (relative to untreated control), 45 days after herbicide application at Kermanshah province (Kermanshah).

Treatments	Redroot amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.)	Ground cherry (*Physalis divaricata* D. Don)	Total weeds
mesotrione+nicosulfuron 0.7 L ha^{-1}	18.94d	23.03g	30.21g
mesotrione+nicosulfuron 1 L ha^{-1}	22.12d	30.52f	33.86g
mesotrione+nicosulfuron 1.3 L ha^{-1}	67.21c	29.55f	48.82ef
bentazon+MCPA 1.5 L ha^{-1}	70.80c	30.49f	52.82e
bentazon+MCPA 2 L ha^{-1}	69.58c	33.11e	57.57d
bentazon+MCPA 2.5 L ha^{-1}	79.13b	44.97d	63.29c
mesotrione+s-metolachlor+terbuthylazine 4.5 L ha^{-1}	88.00a	90.27b	85.42a
nicosulfuron 2 L ha^{-1}	78.65b	45.00d	46.56f
bromoxynil+MCPA 1.5 L ha^{-1}	88.28a	97.50a	83.59a
rimsulfuron+nicosulfuron 175 g ha^{-1}	71.10c	29.72f	47.80f
nicosulfuron 2 L ha^{-1} + bromoxynil+MCPA 0.5 L ha^{-1}	88.79a	80.39c	72.05b

در هر ستون، اعدادی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (Duncan P≤0.05).

Different letters in the same column show significant diffrences (Duncan P≤0.05).

وزن خشک علف‌های‌هرز

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر تیمارها بر کاهش وزن خشک علف‌هرز تاج خروس، عروسک پشت پرده، شیرین بیان، پیچک و مجموع علف‌های‌هرز در سطح یک درصد معنی‌دار بود، در نتیجه تفاوت‌هایی بین تیمارها از نظر شاخص‌های مربوطه مشاهده شد (جدول ٦).

تاج خروس

کاربرد نیکوسولفورون+برومایسیدام‌آ، مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ، بیشترین تأثیر را در کاهش وزن خشک علف‌هرز تاج خروس نسبت به شاهد داشت (جدول ٦)، به‌طوری‌که وزن خشک تاج خروس با کاربرد این تیمارها حدود ۸۹ درصد نسبت به شاهد بدون سمپاشی کاهش پیدا کرد بود. پس از این تیمارها، کاربرد نیکوسولفورون و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/۵ لیتر در هکتار با حدود ۸۰ درصد کاهش وزن خشک تاج خروس در رتبه آماری بعدی قرار گرفتند. از سوی دیگر، تیمارهای مزوتریون+نیکوسولفورون یک و ۰/۷ لیتر در هکتار به‌ترتیب با ۲۰/۷۳ و ۲۲/٦۹ درصدکاهش وزن خشک تاج خروس، پایین‌ترین کارآیی را در کنترل این علف‌هرز نشان دادند. بین تیمارهای بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ دو لیتر، مزوتریون+نیکوسولفورون ۱/۳ و ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون نیز از نظر کاهش وزن خشک علف‌هرز تاج خروس تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این تیمارها به‌ترتیب سبب کاهش ٦۹/۰۳ تا ۷۱/۹۵ درصدی وزن خشک تاج خروس نسبت به شاهد شدند (جدول ٦).

عروسک پشت پرده

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، به جز تیمارهای برومایسید ام‌آ، مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین و نیکوسولفورون+برومایسید ام‌آ، سایر تیمارهای آزمایشی در کنترل علف‌هرز عروسک پشت پرده نسبتا ضعیف بودند. تیمارهای ذکر شده به‌ترتیب سبب کاهش ۹۷/٤٦، ۹۱/۳٤ و ۷۸/۸٦ درصدی وزن خشک عروسک پشت پرده نسبت به شاهد شدند که این مقادیر از نظر آماری با یکدیگر تفاوت داشتند. پس از تیمارهای فوق، کاربرد بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/۵ لیتر و نیکوسولفورون با ٤۹/٤۵ درصد کاهش وزن خشک این علف‌هرز، در یک گروه آماری قرار گرفتند. تیمار مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر در هکتار با ٦/۲٤ درصد، کمترین تأثیر را در کاهش وزن خشک علف‌هرز عروسک پشت پرده داشت که از لحاظ آماری با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد.

استفاده از علف‌کش مزوتریون+نیکوسولفورون با دُز ۱/۳ و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ با دُز ۱/۵ لیتر نیز با حدود ۳۲ درصد، نتایج مشابهی در کاهش وزن خشک علف هرز عروسک پشت پرده داشتند. دُز دو لیتر بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ و مزوتریون+نیکوسولفورون یک لیتر نیز با حدود ۲۷ درصد کاهش وزن خشک عروسک پشت پرده، در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ٦).

مجموع علف‌های‌هرز

نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن است که تیمارهای مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ به‌ترتیب با ۸۲/۲۵ و ۸۰/۸۲ درصد، بیشترین تأثیر را در کاهش وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز داشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. پس از این تیمارها، کاربرد نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ با ٦۷/۳٦ درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز در رتبه آماری بعدی قرار گرفت. همچنین بین دُزهای مختلف علف‌کش بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ نیز از نظر کاهش وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز تأثیر معنی‌داری مشاهده نشد و همه مقادیر با تأثیر ٥٦ تا ٦۰ درصدی بر وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز، در یک گروه آماری قرار گرفتند. تیمارهای مزوتریون+نیکوسولفورون ۱/۳ و ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون نیز به‌ترتیب با کاهش ٥۲/٥٥ و ٥۱/۲۱ درصدی وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز، در یک گروه آماری قرار گرفتند. در بین تیمارهای آزمایشی، کاربرد مزوتریون+ نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر در هکتار با ۳۷/۰۷ درصد، کمترین تأثیر را در کاهش وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز داشت که با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت آماری معنی‌داری داشت. تیمارهای نیکوسولفورون دو لیتر در هکتار و مزوتریون+نیکوسولفورون یک لیتر در هکتار نیز اختلاف آماری با هم نداشتند و دو تیمار به‌ترتیب با کاهش ٤٤/۳٥ و ٤۱/۲۱ درصدی وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز، در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ٦).

به‌طورکلی با توجه به غالب بودن برخی علف‌های‌هرز چندساله شامل شیرین بیان و پیچک در مزرعه مورد آزمایش، در مجموع اکثر ترکیبات علف‌کشی، کارآیی رضایت بخشی بر گونه‌های مورد نظر نداشتند. در بین تیمارها، تنها دو علف‌کش مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ توانستند به‌طور مطلوب‌تری (کارایی بیش از ۸۰ درصد) نسبت به بقیه تیمارها روی گونه‌های مورد نظر تأثیرگذار باشند؛ بنابراین کارآیی مناسب ترکیبات آزمایش صرفا بر گونه‌های چندساله، نمی‌تواند شاخص قطعی برای ارزیابی کارآمدی نهایی آن‌ها در نظر گرفته شود، به‌طوری‌که حتی برخی از ترکیب‌های مؤثر رایج در مزارع ذرت مانند نیکوسولفورون و نیکوسولفورون+بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ نیز در کنترل گونه‌های چندساله متوسط عمل کردند. از سوی دیگر، با مشاهده تأثیر تیمارها بر گونه‌های یک‌ساله مانند تاج خروس نیز به روشنی می‌توان بیان کرد که برخی از تیمارها مانند دُزهای ۰/۷ و یک لیتر در هکتار علف‌کش مزوتریون+نیکوسولفورون بسیار ضعیف عمل کرده‌اند (جدول ٦)، درحالی‌که بر اساس نتایج پژوهش‌ها، کاربرد نیکوسولفورون با مزوتریون به‌صورت اختلاط مخزنی، سبب اثرات هم‌کاهی بر علف‌های‌هرز باریک‌برگ ارزن وحشی (*Setaria viridis* L.) و قیاق (*Sorghum bicolor* L.) شده است (Schuster *et al*., 2007; Schuster *et al*., 2008)، اما اسکرزیپژاک و همکاران (Skrzypczak *et al*., 2011) گزارش کردند که اختلاط مخزنی این دو علف‌کش و مواد افزودنی، منجر به اثرات هم‌کاهی نمی‌شود.

جدول ٦- تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کش بر درصد کاهش وزن خشک علف‌های‌هرز (نسبت به شاهد عدم سمپاشی)، ٤٥ روز پس از سمپاشی در استان کرمانشاه (کرمانشاه)

Table 6. The effects of different herbicide treatments on the dry weight of weed species reduction percentage (relative to untreated control), 45 days after herbicide application at Kermanshah province (Kermanshah).

Treatments	Redroot amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.)	Ground cherry (*Physalis divaricata* D. Don)	Total weeds
mesotrione+nicosulfuron 0.7 L ha^{-1}	22.69e	6.24h	37.07f
mesotrione+nicosulfuron 1 L ha^{-1}	20.73e	26.76g	41.21e
mesotrione+nicosulfuron 1.3 L ha^{-1}	69.42cd	32.02f	52.55d
bentazon+MCPA 1.5 L ha^{-1}	74.90bc	31.62f	58.36c
bentazon+MCPA 2 L ha^{-1}	69.03d	27.17g	56.84c
bentazon+MCPA 2.5 L ha^{-1}	79.49b	49.45d	60.03c
mesotrione+s-metolachlor+terbuthylazine 4.5 L ha^{-1}	88.35a	91.34b	82.25a
nicosulfuron 2 L ha^{-1}	79.71b	48.33d	44.35e
bromoxynil+MCPA 1.5 L ha^{-1}	88.21a	97.46a	80.82a
rimsulfuron+nicosulfuron 175 g ha^{-1}	71.95cd	35.18e	51.21d
nicosulfuron 2 L ha^{-1} + bromoxynil+MCPA 0.5 L ha^{-1}	89.10a	78.86c	67.36b

در هر ستون، اعدادی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (Duncan P≤0.05).

Different letters in the same column show significant diffrences (Duncan P≤0.05).

البرز (کرج)

با وجود این که مزرعه مورد آزمایش، دارای تنوع علف‌هرزی بالایی بود، اما به‌دلیل عدم یکنواختی کامل علف‌های‌هرز در کرت‌های مورد آزمایش در مزرعه و در نتیجه عدم حضور گونه‌های مختلف علف‌های‌هرز در کرت‌های شاهد بدون سمپاشی، تجزیه واریانس و مقایسه آماری روی مجموع کل علف‌های‌هرز صورت گرفت.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای آزمایش بر تعداد علف‌های‌هرز معنی‌دار نبود، اما تأثیر تیمارها بر وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز در سطح پنج درصد آماری معنی‌دار بود (جدول ۷).

تعداد مجموع علف‌های‌هرز

با وجود عدم تفاوت آماری معنی‌دار بین تیمارها از نظر تأثیر بر تعداد مجموع علف‌های‌هرز، مقایسه میانگین تیمارها، تفاوت‌هایی را بین تیمارهای مورد نظر نشان داد. بر این اساس، تیمارهای نیکوسولفورون، بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/۵ لیتر در هکتار، مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین، ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون و نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ، به‌ترتیب سبب کاهش ۸۱ تا ۹۰ درصدی تعداد علف‌های‌هرز نسبت به شاهد شدند. همچنین میزان کاهش تعداد در تیمارهای مزوتریون+نیکوسولفورون یک و ۱/۳ لیتر در هکتار، بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵ و دو لیتر در هکتار و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ نسبت به شاهد عدم سمپاشی، بین ٦۲ تا ۷۲ درصد بود. تیمار مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ نیز با ۵۲/۱۷ درصد، کمترین تأثیر را در کاهش تعداد علف‌های‌هرز داشت (جدول ۷).

وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز

نتایج مقایسه میانگین تأثیر تیمارها در ٤٥ روز پس از سمپاشی نشان داد که در بین تیمارها، کاربرد نیکوسولفورون+بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ با ۹۹ درصد، بیشترین کاهش را در وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز سبب شد. البته تیمارهای ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون، بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/۵ لیتر در هکتار، نیکوسولفورون، مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین، بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ دو لیتر در هکتار و مزوتریون+نیکوسولفورون ۱/۳ لیتر در هکتار نیز به‌ترتیب با کاهش ۹۲/۹۳، ۸۹/۹۵، ۸۹/۱۲، ۸٦/٦۲، ۸٦/۸۰ و ۷۹/۳۰ درصدی وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز، با تیمار نیکوسولفورون+بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ در یک گروه آماری قرار گرفتند و تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین تیمارهای مزوتریون+ نیکوسولفورون یک و ۰/۷ لیتر در هکتار نیز به همراه بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ در یک گروه آماری قرار گرفتند. این تیمارها به‌ترتیب سبب کاهش ۷٦/۸٦، ۷۵/٤۸ و ۷۳/۸۲ درصدی وزن خشک نسبت به شاهد شدند. در بین تیمارها، پایین‌ترین کاهش وزن خشک

با کاربرد بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵ لیتر در هکتار به‌دست آمد، به‌طوری‌که در این تیمار، وزن خشک نسبت به شاهد به میزان ٦٧/٦٥ درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۷). این کاهش تأثیر، غالباً با توجه به این مسئله اتفاق می‌افتد که به‌دلیل مصرف متوالی علف‌کش‌های رایج مثل توفوردی در سال‌های متمادی، بسیاری از علف‌های‌هرز متحمل به این علف‌کش در مزارع ذرت غالب شده‌اند، به‌طوری‌که وقتی این علف‌کش با دُز کاهش یافته در ترکیب با سایر علف‌کش‌ها به‌کار می‌رود، میزان تأثیر آن بسیار کم است (Nosratti *et al.*, 2017).

جدول ۷- تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کش بر درصد کاهش تعداد و وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز (نسبت به شاهد عدم سمپاشی)، ٤٥ روز پس از سمپاشی در استان البرز (کرج)

Table 7. The effects of different herbicide treatments on the total number and total dry weight reduction percentage of weeds (relative to untreated control), 45 days after herbicide application at Alborz province (Karaj).

Treatments	Total number of weeds	Total dry weight of weeds
mesotrione+nicosulfuron 0.7 L ha^{-1}	52.17b	75.48bc
mesotrione+nicosulfuron 1 L ha^{-1}	62.08ab	76.86bc
mesotrione+nicosulfuron 1.3 L ha^{-1}	65.29ab	79.30abc
bentazon+MCPA 1.5 L ha^{-1}	63.95ab	67.65c
bentazon+MCPA 2 L ha^{-1}	66.32ab	86.80abc
bentazon+MCPA 2.5 L ha^{-1}	81.51a	89.95ab
mesotrione+s-metolachlor+terbuthylazine 4.5 L ha^{-1}	83.50a	88.62abc
nicosulfuron 2 L ha^{-1}	81.17a	89.12ab
bromoxynil+MCPA 1.5 L ha^{-1}	72.14ab	73.82bc
rimsulfuron+nicosulfuron 175 g ha^{-1}	85.60a	92.93ab
nicosulfuron 2 L ha^{-1} + bromoxynil+MCPA 0.5 L ha^{-1}	90.90a	99.00a

در هر ستون، اعدادی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (Duncan P≤0.05).

Different letters in the same column show significant diffrences (Duncan P≤0.05).

عملکرد دانه ذرت

نتایج مقایسه میانگین داده‌های عملکرد دانه ذرت از استان فارس نشان داد که بیشترین افزایش عملکرد دانه ذرت به میزان ۲۱۱/۳۱ درصد نسبت به شاهد بدون سمپاشی، در تیمار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون مشاهده شد که با تیمارهای نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ (۱۹۵/۷۲ درصد) و شاهد وجین (۱۹۵/۷۱ درصد) در یک گروه آماری قرارگرفت، اما با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت آماری معنی‌دار داشت. پس از این تیمار، کاربرد ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون و مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین به‌ترتیب با افزایش ۱۸۸/۱۵ و ۱۸٦/۸۲ درصدی عملکرد دانه ذرت در رتبه بعدی قرار گرفتند. بین دُزهای مختلف بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ نیز از نظر آماری تفاوت معنی‌دار وجود داشت. از میان دُزهای مختلف این علف‌کش، بیشترین افزایش عملکرد ذرت با ۱۷۷/٦٥ درصد، مربوط به کاربرد دو لیتر در هکتار بود. تیمار بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ نیز سبب افزایش ۱٦۲/۷۸ درصدی عملکرد دانه ذرت شد. پایین‌ترین افزایش عمکرد دانه (۱۰۵/۹۸ درصد)، در تیمار مزوتریون+نیکوسولفورون یک لیتر در هکتار مشاهده شد که البته با تیمار مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر (۱۰۷/۸۸ درصد) در یک گروه آماری قرار داشت. مزوتریون+نیکوسولفورون ۱/۳ لیتر در هکتار نیز منجر به افزایش ۱۲٦/۸۹ درصدی عملکرد دانه ذرت در مقایسه با شاهد عدم سمپاشی شد که با بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵ لیتر در یک گروه قرار گرفت، اما با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۸).

عملکرد دانه ذرت از استان کرمانشاه نشان داد که همه تیمارها منجر به افزایش عملکرد دانه ذرت شدند.

تیمار وجین دستی تمام فصل علف‌های‌هرز با ۱۲۲/۹۹ درصد نسبت به شاهد تیمار نشده، بیشترین افزایش عملکرد دانه ذرت را به خود اختصاص داد که با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت آماری معنی‌دار داشت. تفاوت‌ها بین بالاترین و پایین‌ترین افزایش عملکرد دانه در تیمارهای مختلف، حدود ۱۳/۵ درصد بود. در بین تیمارهای علف‌کشی، کاربرد برموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ و نیکوسولفورون + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ با ۱۲۱ درصد افزایش در مقایسه با شاهد عدم سمپاشی، بیشترین افزایش عملکرد دانه ذرت را سبب شدند. پس از این تیمارها، کاربرد مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین با ۱۲۰/۷۰ درصد از این نظر در گروه آماری بعدی قرار گرفت. تیمارهای نیکوسولفورن و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/۵ لیتر در هکتار نیز سبب افزایش ۱۱۶ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شدند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. بین تیمارهای مزوتریون+نیکوسولفورون یک لیتر و بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵ و دو لیتر در هکتار نیز از نظر افزایش عملکرد دانه، تفاوت معنی‌دار نبود و هر سه تیمار با حدود ۱۱۱ درصد افزایش عملکرد دانه ذرت، در یک گروه آماری قرار گرفتند. در بین تیمارها، کمترین تأثیر در افزایش عملکرد دانه ذرت را کاربرد مزوتریون+نیکوسولفورون ۰/۷ لیتر در هکتار داشت، به‌طوری‌که در این تیمار، عملکرد دانه ذرت ۱۰۹/۴۲ درصد افزایش یافت که از نظر آماری با بقیه تیمارها معنی‌دار بود (جدول ۸).

از نظر افزایش عملکرد دانه ذرت در استان البرز، کلیه تیمارها از لحاظ آماری با هم تفاوتی نشان ندادند و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. اما بیشترین تأثیر در افزایش عملکرد دانه ذرت با ۱۲۵/۳۸ درصد نسبت به شاهد بدون تیمار، به تیمار وجین تعلق داشت. تیمارهای بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ ۲/۵ لیتر در هکتار، مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین، مزوتریون+نیکوسولفورون یک و ۰/۷ لیتر در هکتار نیز به‌ترتیب سبب افزایش ۱۲۳/۱۹، ۱۱۴/۰۰، ۱۱۲/۲۵ و ۱۱۱/۸۲ درصدی عملکرد دانه ذرت در مقایسه با شاهد بدون سمپاشی شدند (جدول ۸).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج ارزیابی تیمارها از نظر کارآیی کنترل گونه‌های مختلف علف‌های‌هرز نشان داد که به‌جز تیمارهای مزوتریون+نیکوسولفورون و مقادیر ۱/۵ و دو لیتر در هکتار بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ، سایر تیمارهای آزمایش در کنترل تاج خروس موفق بودند. بیشترین کارآیی در کنترل تاج خروس با بیش از ۸۵ درصد، به علف‌کش‌های رایج ذرت شامل مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین ۴/۵ لیتر در هکتار، نیکوسولفورون دو لیتر در هکتار، بروموکسینیل+ام‌سی پی‌آ ۱/۵ لیتر در هکتار، ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون ۱۷۵ گرم در هکتار و نیکوسولفورون دو لیتر در هکتار + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ ۰/۵ لیتر در هکتار تعلق داشت. همچنین به جز علف‌کش مزوتریون+نیکوسولفورون، نتایج تاثیر سایر ترکیبات در کنترل علف‌هرز خرفه مؤثر و رضایت‌بخش بود، اما اکثر تیمارهای آزمایش در کنترل علف‌هرز عروسک پشت پرده ناموفق عمل کردند. در این بین، تنها علف‌کش‌های مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین و بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ با بیش از ۹۰ درصد و اختلاط علف‌کشی نیکوسولفورون دو لیتر در هکتار + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ ۰/۵ لیتر در هکتار، بین ۷۸ تا ۸۰ درصد در کنترل عروسک پشت‌پرده مؤثر بودند.

جدول ۸- تأثیر تیمارهای آزمایش بر درصد افزایش عملکرد دانه ذرت (نسبت به شاهد عدم سمپاشی) در استان‌های فارس (زرقان)، کرمانشاه (کرمانشاه) و البرز (کرج)

Table 8. The effects of experimental treatments on the increase percentage of corn grain yield (relative to untreated control) at Fars (Zarghan), Kermanshah (Kermanshah) and Alborz (Karaj) provinces.

Treatments	Fars	Kermanshah	Alborz
mesotrione+nicosulfuron 0.7 L ha-1	107.88h	109.42h	11.82a
mesotrione+nicosulfuron 1 L ha^{-1}	105.98h	111.50g	112.25a
mesotrione+nicosulfuron 1.3 L ha^{-1}	126.89g	112.56f	102.12a
bentazon+MCPA 1.5 L ha^{-1}	136.89g	110.85g	100.00a
bentazon+MCPA 2 L ha^{-1}	177.65cd	111.50g	106.02a
bentazon+MCPA 2.5 L ha^{-1}	152.57ef	116.06d	123.19a
mesotrione+s-metolachlor+terbuthylazine 4.5 L ha^{-1}	186.82bc	120.70c	114.00a
nicosulfuron 2 L ha^{-1}	211.31a	116.10d	108.97a
bromoxynil+MCPA 1.5 L ha^{-1}	162.78de	121.85b	102.99a
rimsulfuron+nicosulfuron 175 g ha^{-1}	188.15bc	114.94e	96.06a
nicosulfuron 2 L ha^{-1} + bromoxynil+MCPA 0.5 L ha^{-1}	195.72ab	121.48b	103.28a
Weeding	195.71ab	122.99a	125.38a

در هر ستون، اعدادی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (Duncan P≤0.05).

Different letters in the same column show significant diffrences (Duncan P≤0.05).

به طورکلی نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای مزوتریون+اس-متالاکلر+تربوتیلازین ۴/۵ لیتر در هکتار و نیکوسولفورون دو لیتر در هکتار + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ ۰/۵ لیتر در هکتار در هر سه منطقه آزمایش، به همراه نیکوسولفورون دو لیتر در هکتار، بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ ۱/۵ لیتر در هکتار و ریم‌سولفورون+نیکوسولفورون ۱۷۵ گرم در هکتار (به جز کرمانشاه) با کارآیی بیش از ۸۵ درصد، مؤثرترین ترکیبات در کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ بودند. همچنین کارآیی علف‌کش بنتازون+ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار در استان‌های فارس و البرز با بیش از ۸۵ درصد و در استان کرمانشاه بین ۷۰ تا ۸۵ درصد کنترل علف‌های‌هرز قابل قبول بود. کارآیی دُزهای ۰/۷ و یک لیتر در هکتار از علف‌کش مزوتریون+نیکوسولفورون در کنترل علف‌های‌هرز نسبتا ضعیف بود و حتی کاربرد ۱/۳ لیتر در هکتار علف‌کش مزوتریون+نیکوسولفورون در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایش بر کنترل علف‌های‌هرز رضایت‌بخش نبود.

به‌طورکلی، نتایج تیمارهای مورد استفاده روی افزایش عملکرد دانه ذرت نشان داد که کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در استان فارس، بیشترین افزایش عملکرد را به میزان ۲۱۱/۳ درصد در مقایسه با شاهد بدون سمپاشی نشان داد. همچنین در استان کرمانشاه، عملکرد دانه ذرت در تیمارهای وجین دستی تمام فصل علف‌های‌هرز، بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ و نیکوسولفورن + بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ حدود ۱۲۲ درصد نسبت به شاهد عدم سمپاشی افزایش پیدا کرد، اما در بین تیمارهای مورد کاربرد، تفاوت آماری معنی‌داری از نظر افزایش عملکرد دانه ذرت در استان البرز مشاهده نشد.

منابع

Abendroth, J.A., Martin, A.R. and Roeth, F.W. 2006. Plant response to combinations of mesotrione and photosystem II inhibitors. Weed Technol. 20: 267-274.

Abdi, J., Baghestani, M.A., Khorgami, A. and Sabeti, P. 2012. Efficacy of maister OD (foramsulfuron+idosulfuron) a new herbicide in controlling weeds of corn fields. J. of Crop Ecophysiol. 6(1): 57-68. (In Persian)

AFIPA. 2002. Manual fitosanitario asociación de distribuidores de plaguicidas. Santiago. Chile.

Armel, G.R., Wilson, H.P., Richardson, R.J. and Hines, T.E. 2003. Mesotrione, acetochlor, and atrazine for weed management in corn (*Zea mays*). Weed Technol. 17: 284-290.

Baghestani, M.A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., PourAzar, R., Veysi, M. and Nassirzadeh, N. 2007. Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). Crop Protect. 26: 936-942.

Bradshaw, L.D., Barrett, M. and Poneleit, C.G. 1992. Physiological basis for differential bentazon susceptibility among corn (*Zea mays*) inbreds. Weed Sci. 40: 522-527.

Ceballos, R., Cofre, X., Quiroz, A., Espinoza, N. and Palma, G. 2009. Bentazon-MCPA effect on fusarium oxysporum root rot on trifolium pratense in greenhouse conditions. Revista de la ciencia del sueloy nutrición vegetal. 9: 142-154.

Cornes, D. 2005. Callisto: a very successful maize herbicide inspired by allelochemistry. Pages 2636.

Curran, B.and Foster, R. 2002. Weed control manual 2002. Meister Poblishing Company. 578 Pp.

FAOSTAT. 2020. Production, Crops. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize. Accessed December 20, 2020.

Fleming, A.A., Banks, P.A. and Legg, J.G. 1988. Differential response of maize inbreds to bentazon and other herbicides. Canadian J. Plant Sci. 68: 501-507.

Gower, S.A., Loux, M.M., Cardina, J., Harrison, S.K., Sprankle, P.L., Probst, N.J., Bauman, T.T., Bugg, W., Curran, W.S., Currie, R.S., Harvey, R.G., Johnson, W.G., Kells, J.J., Owen, M.D.K., Regehr, D.L., Slack, C.H., Spaur, M., Sprague, C.L., Vangessel, M. and Young, B.G. 2003. Effect of postemergence glyphosate application timing on weed control and grain yield in glyphosate-resistant corn: results of a 2-yr multistate study. Weed Technol. 17: 821-828.

Green, J.M. and Hale, T. 2005. Increasing and Decreasing pH to enhance the biological activity of nicosulfuron. Weed Technol. 19: 468-475.

Hadizadeh, M. H., Karaminejad, M.R., Jamali, M.R. and Sabeti, P. 2020. Efficacy of thiencarbazone-methyl+Isoxaflutole +cyprosulfamide compared with common herbicides for weed control in corn (*Zea mays* L.). Applied Research in Field Crops. 33(3): 95-116. (In Persian)

Yousefi Moghaddam, R., Khoramdel, S., Bannayan Aval, M. and Nassiri Mahallati, M. 2018. Comparison of old and new dryland wheat cultivars in response to different planting dates. Appl. Res Field Crops. 31(2): 46-72. (In Persian)

Harker, K.N. and O'Donovan, J.T. 2013. Recent weed control, weed management, and integrated weed management. Weed Technol. 27: 1-11.

Heap, I. 2020. The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Monday, June 8, 2020. Available www.weedscience.org.

Lee, D.L., Knudsen, C.G., Michaely, W.J., Chin, H.L., Nguyen, N.H., Carter, C.G., Cromartie, T.H., Lake, B.H., Shribbs, J.M. and Fraser, T. 1998. The structure–activity relationships of the triketone class of HPPD herbicides. Pesticide Sci. 54: 377-384.

Lemieux, C., Vallée, L. and Vanasse, A. 2003. Predicting yield loss in maize fields and developing decision support for post-emergence herbicide applications. Weed Res. 43: 323-332.

Liu, S.H., Quick, W.A., Hsiao, A.I. and Streibig, J.C. 1994. Effect of MCPA on the phytotoxicity of imazamethabenz-methyl applied to wild oats (*Avena fatua* L.). Weed Res. 34: 425-431.

Moss, S., Ulber, L. and Hoed, I.D. 2019. A herbicide resistance risk matrix. Crop Protect. 115: 13-19.

Myers, M.W., Curran, W.S., Vangessel, M.J., Majek, B.A., Scott, B.A., Mortensen, D.A., Calvin, D.D., Karsten, H.D. and Roth, G.W. 2005. The effect of weed density and application timing on weed control and corn grain yield. Weed Technol. 19: 102-107.

Network, C.P.I., 2012. Database for Pesticides in China. Available on line at: http://www.chinapesticide.gov.cn/service/aspx/B4.aspx (accessed 22.11.12.).

Nezamabadi, N., Pourazar, R., Parviz, S. and Hadizadeh, M.H. 2016. Evaluation of Maister power OD (idosulfuron metal sodium+foramsulfuron metal+thincarbazone metal+saiprosulfamed) a New herbicide in controlling weeds of grain corn. Project Report. Iranian Research Institute of Plant Protection. Registered No. 49240.

Norsworthy, J.K., Ward, S.M., Shaw, D.R., Llewellyn, R.S., Nichols, R.L., Webster, T.M., Bradley, K.W., Frisvold, G., Powles, S.B., Burgos, N.R., Witt, W.W. and Barrett, M. 2012. Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. Weed Sci. 60: 31-62.

Nosratti, I., Sabeti, P., Chaghamirzaee, G. and Heidari, H. (2017). Weed problems, challenges, and opportunities in Iran. Crop Protect. 29 (11): 1223-1231.

Oerke, E.C. 2006. Crop losses to pests. J. Agricultural Sci. 144: 31-43.

Oveisi, M., Rahiman Mashadi, H., Baghestani, M. and Alizadeh, H. 2008. Modelling herbicide dose effect and multiple weed species interference in corn. Iranian J. Weed Sci. 4: 47-63.

Sabeti, P., Oveisi, M., Rahimian, M.H., Alizadeh, H. and Nosrati, I., 2019. Effect of different levels of N fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) under different densities of annual ground cherry (*Physalis divaricata* L.) competition. Iranian J. Weed Sci. 15 (1): 97-108. (In Persian)

Scarabel, L., Varotto, S. and Sattin, M. 2007. A European biotype of *Amaranthus retroflexus* cross-resistant to ALS inhibitors and response to alternative herbicides. Weed Res. 47: 527-533.

Schuster, C.L., Al-Khatib, K. and Dille, J.A. 2007. Mechanism of antagonism of mesotrione on sulfonylurea herbicides. Weed Sci. 55: 429-434.

Schuster, C.L., Al-Khatib, K. and Dille, J.A. 2008. Efficacy of sulfonylurea herbicides when tank mixed with mesotrione. Weed Technol. 22: 222-230.

Shiferaw, B., Prasanna, B.M., Hellin, J. and Bänziger, M. 2011. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. Food Sec. 3: 307.

Skrzypczak, G., Sobiech, Ł. and Waniorek, W. 2011. evaluation of the efficacy of mesotrione plus nicosulfuron with additives as tank mixtures used for weed control in maize (*Zea mays* L.). J. Plant Protect. Res. 51(3): 300-305.

Soltani, N., Dille, J.A., Burke, I.C., Everman, W.J., VanGessel, M.J., Davis, V.M. and Sikkema, P.H. 2016. Potential corn yield losses from weeds in North America. Weed Technol. 30: 979-984.

Soltani, N., Shropshire, C. and Sikkema, P. 2011. Giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) control in corn. Canadian J. Plant Sci. 91: 577-581.

Sutton, P., Richards, C., Buren, L. and Glasgow, L. 2002. Activity of mesotrione on resistant weeds in maize. Pest Manag. Sci. 58: 981-984.

Taymori, M., Baghestani, M.A., Zand, E., Madani, H. and BankeSaz, A. 2012. Investigating corn density and different weed management methods in corn (*Zea mays*) fields. Iranian J. Weed Sci. 7: 37-47.

Tomlin, C., 1995. The pesticide manual: incorporating the agrochemicals handbook: a world compendium: Royal Society of Chemisty.

Tomlin, C., 2003. The pesticide manual, British Crop Protection Council, Alton. Hampshire, United Kingdom. 1399 p.

Vencill, W.K. 2002. Herbicide handbook: Weed Science Society of America

Zand, E., Nezamabadi, N., Baghestani, M.A., Shimi, P. and Mousavi, S.K. 2019. A guid to chemical control of weeds in Iran. Jahad-e Daneshgahi Mashhad Publications. 216 Pp.

Zand, E., Baghestani, M.A., Porazar, R., Sabeti, P., Ghezeli, F., Khayami, M.M. and Razazi, A. 2010. Efficacy evaluation of Ultima (nicosulfuron+nimsulfuron), Lumax (mesotrion+s-metolacholor+terbuthlazine) and amicarbazone (Daynamic) in comparison with current herbicide to control of weeds in corn. J. Plant Protect. 23: 42-55. (In Persian)

Zand, E., Baghestani, M., Soufizadeh, S., Eskandari, A., Deihimfard, R., Pourazar, R. and Etemadi, F. 2006. Comparing the efficacy of amicarbazone, a triazolinone, with sulfonylureas for weed control in maize (*Zea mays*). Iranian J. Weed Sci. 2(2): 59-83.

Zhang, J., Zheng, L., Jäck, O., Yan, D., Zhang, Z., Gerhards, R. and Ni, H. 2013. Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. Crop Protect. 52: 26-32.