مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۱۵، شماره ۲، ۱۴۰۲
صفحات ۷۴-۶۳

ISSN NO: 2008-6563

کاربرد پس‌رویشی اختلاط علف‌کش‌های آترازین و توفوردی ام. سی. پی. ای در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز ذرت علوفه‌ای (*Zea mays*)

Integrated Weed Management by Post Emergence Mixing Application of Atrazine and 2,4-D M.C.P.A in Corn (*Zea mays*) silage

سید داوود سجادیان[۱]، محمدحسن راشد محصل[۲] و کمال حاج محمدنیا قالی‌باف[۳*]

چکیده

این پژوهش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۴۰۰ انجام شد. عامل اصلی شامل کولتیواتور در سه سطح: بدون کولتیواتور، یک‌بار و دو بار کولتیواتور و عوامل فرعی شامل ترکیب تیماری کاربرد پس‌رویشی علف‌کش‌های آترازین (WP ۸۰٪) با سه سطح صفر، یک و دو کیلوگرم در هکتار و توفوردی ام. سی. پی. ای (SL ۶۷/۵٪) با سه سطح صفر، ۰/۷۵۰ و ۱/۵ لیتر در هکتار به‌صورت فاکتوریل بود. بر اساس نتایج حاصله، حساس‌ترین علف‌های هرز پهن‌برگ به توفوردی ام. سی. پی. ای سلمه و توق بودند، در صورتی که علف‌های هرز خرفه، تاج‌خروس رونده، تاج‌خروس ریشه قرمز و داتوره حساسیت کمتری داشتند. در بین علف‌های هرز باریک‌برگ نیز سوروف نسبت به آترازین حساس بود، در صورتی که علف‌های هرز دم‌روباهی کشیده و علف خرچنگ مقاومت ذاتی داشتند. اثر کولتیواتور، آترازین و توفوردی ام. سی. پی. ای بر وزن خشک ذرت در سطح یک درصد معنی‌دار بود، به‌طوری که با افزایش تعداد کولتیواتور در هکتار وزن خشک ذرت افزایش یافت. آترازین به مقدار یک کیلوگرم در هکتار موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک ذرت شد، در حالی که افزایش مقدار آترازین کاهش وزن خشک کل محصول را باعث شد. افزایش مقدار مصرف توفوردی ام. سی. پی. ای نیز وزن خشک کل ذرت را به‌صورت معنی‌داری افزایش داد. در مجموع، کاربرد دو بار کولتیواتور، یک کیلوگرم آترازین و ۱/۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای در هکتار، به ترتیب موجب ۲۱، ۲۹ و ۴۲ درصد افزایش در وزن خشک کل ذرت نسبت به تیمار شاهد شد.

کلمات کلیدی: کنترل شیمیایی، کنترل مکانیکی، کولتیواتور، مخلوط علف‌کش‌ها، مدیریت علف‌های هرز.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۲

۱- دانشجوی دکتری، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲- استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۳- استادیار، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
* نویسنده مسئول Email: hajmohamadnia@um.ac.ir

مقدمه

یکی از مشکلات اساسی در جلوگیری از افزایش عملکرد ذرت در واحد سطح علف‌های هرز هستند. عدم کنترل علف‌های هرز و تداخل ناشی از آن در ایالات متحده آمریکا و کانادا به‌طور متوسط موجب ۵۲ درصد کاهش عملکرد در ذرت می شود که معادل از دست رفتن ۱۴۲ میلیون تن به ارزش تقریبی سالانه ۲۸ میلیارد دلار آمریکا است (Soltani *et al*., 2016).

رقابت علف‌های هرز باعث کاهش عملکرد، دشواری در برداشت و کاهش کیفیت دانه می شود (Jhala *et al*., 2014). در هندوستان خسارت اقتصادی ناشی از علف‌های هرز در ۱۰ گیاه اصلی زراعی سالانه ۱۱ میلیارد دلار برآورد شده است که بالغ بر ۲۵/۳ درصد این خسارت مربوط به ذرت است (Gharde *et al*., 2018). کاهش عملکرد ذرت ناشی از تراکم ۸ بوته تاج خروس پالمر (*Amaranthus palmeri*) در متر ردیف ذرت ۹۱ درصد گزارش شده است (Massinga *et al*., 2003).

کنترل علف‌های هرز در ذرت به شیوه های مختلفی انجام می گیرد که پرکاربردترین آنها کنترل شیمیایی و مکانیکی (کولتیواسیون) یا تلفیقی از این دو روش است (Vasileiadis *et al*., 2015). استفاده از علف‌کش‌ها توسط اکثریت کشاورزان ذرت‌کار در ایالات متحده و سایر نقاط جهان به دلیل مؤثر بودن و اقتصادی بودن رایج است. علف‌کش‌ها به صورت قبل از کشت، قبل از سبز شدن و پس از سبز شدن بکار می روند (Jhala *et al*., 2014).

در بین علف‌کش‌های موجود ذرت، آترازین به عنوان علف‌کش پایه در برنامه‌های کنترل علف‌های هرز در ایالات متحده محسوب می شود. علف‌کش آترازین از جمله علف‌کش‌هایی است که پس از سبز شدن نیز به دلیل اثر تماسی خوب، اکثر علف‌های هرز پهن‌برگ یکساله و برخی از علف‌های هرز باریک‌برگ یکساله نظیر سوروف (*Echinochloa crus-galli*) را کنترل می‌کند. کاربرد آترازین ده روز پس از کشت ذرت باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز و افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در واحد سطح شده است (Moinuddin *et al*., 2018). آترازین در کنترل برخی از علف‌های هرز نظیر سوروف، گونه‌های دم‌روباهی (*Setaria faberi* و *Setaria pulmila*)، توق (*Xanthium strumarium*)، داتوره (*Datura stramonium*)، سلمه (*Chenopodium album*)، تاج‌خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus*) و خرفه (*Portulaca oleracea*) مؤثر است (Richburg, 2019).

در ذرت شیرین تیمارهای استاندارد دارای هر دو علف‌کش آترازین و مزوتریون در کاربرد پس رویشی، مؤثرترین تیمارهای کنترل علف‌های هرز در طول فصل رشد (۹۵ درصد کنترل) بودند. کاربرد آترازین بصورت پس رویشی باعث کاهش ریسک عملکرد ضعیف سایر علف‌کش‌ها در تیمارهای دارای آترازین شده است (Arslan *et al*., 2016). در ارزیابی تیمارهای مختلف علف‌کش برای کنترل علف‌های هرز ذرت، حداکثر عملکرد دانه ذرت از دو تیمار آترازین+ آلاکلر، به ترتیب ۱+۲/۴۴ و ۱/۵+۱/۹۲ کیلوگرم ماده فعال در هکتار به دست آمد (Bijanzadeh and Ghadiri, 2006). آترازین به تنهایی در سال ۲۰۱۳ در دو منطقه‌ی Taylor و Ganado موجب تولید ۵۵۸۶ و ۷۶۹۵ کیلوگرم دانه ذرت در هکتار شده است، در صورتی که در تیمار کنترل (بدون کاربرد علف‌کش) در دو منطقه ذکر شده تولید دانه‌ی ذرت به ترتیب ۴۵۰۶ و ۶۸۱۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (Janak and Grichar, 2016).

علف‌کش توفوردی به مدت ۷۰ سال است که در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد و هنوز هم جایگاه مهمی در کنترل علف‌های هرز دارد. گیاهان هرز یک‌ساله در خانواده‌های *Asteraceae*، *Fabaceae*، *Brassicaceae* و *Convolvulaceae* جزو حساس‌ترین علف‌های هرز به توفوردی محسوب می‌شوند. در صورتی که خانواده‌های *Polygonaceae*، *Lamiaceae* و *Solanaceae* تحمل بیشتری دارند. در خانواده‌ی *Chenopodiaceae* علف هرز سلمه کاملاً حساس و جاروی روستایی (*Bassia*) متحمل است. علف‌های هرز در جنس *Amaranthus* معمولاً در غلظت‌های بالای توفوردی به‌خوبی کنترل می‌شوند (Peterson *et al*., 2016). مخلوط توفوردی و ام. سی. پی. ای به میزان ۳۶۰ گرم توفوردی و ۳۱۵ گرم ام. سی. پی. ای در هکتار (یک لیتر فرمولاسیون تجاری توفوردی ام. سی. پی. ای SL ۶۷/۵ درصد) در سال ۲۰۰۱ منجر به ۱۵۸ درصد افزایش در عملکرد دانه‌ی ذرت در هکتار نسبت به تیمار بدون کنترل علف‌های هرز شد (Bijanzadeh and Ghadiri, 2006).

اختلاط علف‌کش‌ها یکی از استراتژی‌های کنترل علف‌های هرز در گیاهان زراعی است که از اهداف آن افزایش طیف کنترل علف‌های هرز می‌باشد. در کنترل علف‌های ذرت با استفاده از علف‌کش‌های پس رویشی مشخص شد که اختلاط علف‌کش‌های پس‌رویشی ذرت با دایکامبا یا دایکامبا+ آترازین، کنترل علف‌های‌هرز پهن‌برگ را بصورت معنی‌داری بدون آسیب به ذرت و کاهش عملکرد آن افزایش داد و موجب کنترل ۱۰۰ درصدی علف‌های هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز، تاج‌خروس رونده (*Amaranthus blitoides*) و سلمه تا جولای شده است. اضافه کردن علف‌کش‌های مورد اشاره به ترکیب سایر علف‌کش‌ها

باعث افزایش کنترل علف‌شور خاردار (*Salsola iberica*) نیز شد (Arnold *et al.*, 2005).

کولتیواسیون بین ردیف‌ها برای کنترل علف‌های هرز پس از کشت ذرت بکار می رود. در این نوع کولتیواسیون، تنظیم کولتیواتور اهمیت زیادی دارد. تنظیم باید به‌گونه‌ای باشد که حداکثر کنترل علف‌های هرز و حداقل خسارت به گیاه زراعی محقق شود (Jhala *et al.*, 2014). تحقیقات نشان می‌دهد عملکرد دانه‌ی ذرت حتی زمانی که علف‌های هرز توسط روش شیمیایی پیش‌رویشی کنترل شدند، به یک تا دوبار کولتیواسیون پاسخ مثبت داده است. یک‌بار کولتیواتور عملکرد دانه ذرت را ۱۲ درصد (۹۳۶ کیلوگرم در هکتار) و دوبار کولتیواتور ۲۸/۱ درصد (۲۱۹۴ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای بدون کولتیواتور افزایش داد. عمل کولتیواتور در سست کردن خاک، محیط مناسبتری را برای رشد ذرت فراهم کرده، باعث افزایش عملکرد حتی در کرت‌های دارای تیمار علف‌کش سراسری شده است (Svečnjak *et al.*, 2009).

در پژوهشی اعمال خاکورزی بین خطوط کشت باعث کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز شد. کولتیواتور در سطح یک درصد و علف‌کش در سطح پنج درصد اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک ذرت داشت، ولی اثر متقابل آنها از نظر آماری معنی‌دار نبود. کولتیواتور بین خطوط کشت باعث افزایش ۱۷ درصدی عملکرد بیولوژیک ذرت نسبت به عدم کولتیواتور شد (Zarin Kaviani *et al.*, 2018).

در مجموع، با توجه به مرسوم نبودن مصرف علف‌کش آترازین در ذرت به‌صورت کاربرد پس‌رویشی، جمع‌آوری اطلاعات در این زمینه مفید به نظر می‌رسد. لذا استفاده‌ی پس‌رویشی آترازین در اختلاط با علف‌کش توفوردی ام. سی. پی. ای در غلظت‌های پایین و در تلفیق با کولتیواتور ممکن است علاوه بر کنترل مؤثر علف‌های هرز، نقش مهمی در افزایش طیف کنترل علف‌های هرز و کاهش مصرف سموم علف‌کش داشته باشد که از اهداف این پژوهش است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه‌ی آموزشی و تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۰ انجام شد. عامل اصلی شامل کولتیواتور در سه سطح: بدون کولتیواتور، یک‌بار کولتیواتور و دو بار کولتیواتور (به ترتیب C1، C2 و C3) و عوامل فرعی شامل ترکیب تیماری کاربرد پس-رویشی علف‌کش‌های تجاری آترازین و توفوردی ام. سی. پی. ای به‌صورت فاکتوریل بود که در آن آترازین به‌صورت پودر وتابل تجاری ۸۰ درصد با سه سطح صفر، یک کیلوگرم و دو کیلوگرم در هکتار (به ترتیب A1، A2 و A3) و توفوردی ام. سی. پی. ای به‌صورت مایع SL ۶۷/۵ درصد با سه سطح صفر، ۷۵۰ و ۱۵۰۰ میلی‌لیتر در هکتار (به ترتیب T1، T2 و T3) بکار رفت. به‌منظور افزایش اثر تماسی علف‌کش آترازین در تیمارهای دارای این علف‌کش از روغن با پایه نفتی شرکت غزال شیمی به میزان یک لیتر در هکتار استفاده شد.

کود فسفره با توجه به آزمایش خاک به شکل سوپر فسفات تریپل به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از عملیات خاک‌ورزی روی زمین پخش شد. پس از آماده‌سازی زمین، در تاریخ ۱۴۰۰/۳/۱۳، با ردیف‌کار پنوماتیکی ساخت شرکت تراشکده کشت ذرت رقم «سینگل کراس ۷۰۴» انجام شد. فاصله بین ردیف-ها ۷۰ سانتی‌متر، فاصله بذور روی ردیف ۱۱ سانتی‌متر، عرض هر کرت ۲/۸ متر (۴ ردیف ذرت) و طول آن ۶ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. تاریخ اولین آبیاری ۱۴۰۰/۳/۱۹ و آبیاری‌های بعدی به فواصل زمانی هر ۴ روز یک‌بار (مدت‌زمان آن با توجه به مرحله رشد و نیاز ذرت از ۲ ساعت تا ۸ ساعت تغییر می‌کرد) انجام شد. کوددهی مرحله‌ی داشت توسط ونتوری و از طریق شبکه آبیاری طرح و با توجه به مرحله رشدی ذرت و آزمایش خاک به مقدار ۵۱۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۴۸ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاس قابل حل در آب انجام شد.

با توجه به روش آبیاری قطره‌ای (تیپ) و سبز خوب و یکنواخت بذور کشت‌شده در همه کرت‌ها، تراکم ذرت در مرحله‌ی دو برگ حقیقی ذرت (مشاهده یقه‌ی کامل و مشخص در دو برگ) در حدود ۱۲۰ هزار بوته در هکتار برآورد شد. علف‌های هرز در مرحله‌ی دو برگ حقیقی ذرت شناسایی شدند.

تیمارهای کولتیواتور در مراحل سه‌برگی و چهاربرگی ذرت به ترتیب در تاریخ ۱۴۰۰/۴/۷ و ۱۴۰۰/۴/۱۳ (ارتفاع تقریبی ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری ذرت) با کولتیواتور انگشتی تراکتوری انجام شد. سم‌پاشی با سم‌پاش الکتریکی پشتی مزرعه دانشکده با نازل بادبزنی در فشار ۲/۵ بار و با حجم ۴۰۰ لیتر در هکتار در مرحله‌ی بین سه-برگی و چهاربرگی ذرت در تاریخ ۱۴۰۰/۴/۱۰ صورت گرفت. ارزیابی چشمی درصد کنترل علف‌های هرز و نمره مربوط به آن توسط علف‌کش‌ها بر اساس جدول ۱ (Boutin *et al.*, 1993) در تاریخ ۱۴۰۰/۴/۲۰ انجام شد. چون در این روش هدف ارزیابی اثر علف‌کش‌ها بود، برای جلوگیری از تداخل اثر کولتیواتور، تنها علف‌های هرز در شعاع ۲۰ سانتی‌متری دو طرف ردیف‌های کشت ذرت که تحت تأثیر کولتیواتور قرار نگرفته بودند، مبنای ارزیابی چشمی قرار گرفتند.

جدول ۱- ارزیابی چشمی علف هرز در معرض علف‌کش (Boutin *et al*., 1993)

Table 1. Visual assessment of weed exposed to herbicide

نمره Rating	دامنهRange (٪)	میانگین Midpoint (٪)	توضیح جزئیات Detailed description
0	0	0	بدون تأثیر (No effect)
1	1-5	3	تأثیر جزئی: معمولاً همراه با کمی تحریک رشد Trace effect: generally associated with growth stimulation
2	6-15	10.5	تأثیر کم (Slight effect)
3	16-29	22.5	تأثیر ملایم: بوته‌ها ۷۵٪ اندازه شاهد (۲۵٪ کاهش رشد) Moderate effect: plants 75% the size of control (decrease by 25%)
4	30-44	37	خسارت: بوته‌ها بیش از ۵۰٪ شاهد و با علائم واضح چشمی روی برگ‌ها و ساقه‌ها Injury: plants more than 50% of control and with some clear visible on leaves and stems
5	45-64	54.5	خسارت قطعی: بوته‌ها نصف اندازه‌ی شاهد، برگ آویخته، قسمت‌هایی از گیاه تغییر شکل داده و بی‌رنگ شده است Definite injury: plants half the size of control, leaf epinasty, plant parts deformed and discoloured
6	65-79	72	تأثیر علف کشی: بوته‌ها ۲۵٪ اندازه شاهد، برگ آویخته، قسمت‌هایی از گیاه تغییر شکل داده و بی‌رنگ شده است Herbicidal effect: plants 25% the size of control, leaf epinasty, plant parts deformed and discoloured
7	80-90	85	تأثیر خوب علف‌کش: بوته‌های خیلی کوچک، برگ آویخته، قسمت‌هایی از گیاه تغییر شکل داده و بی‌رنگ شده است Good herbicidal effect: very small plants, leaf epinasty, plant parts deformed and discoloured
8	91-99	95	نزدیک به مرگ کامل، تنها بخش کوچکی از گیاه سبز باقی‌مانده است Approaching complete kill, only few green parts left
9	100	100	مرگ کامل گیاه (Complete kill)

نمونه‌گیری از سطح یک مترمربع ذرت (تقریباً ۱۴۳ سانتی‌متر فاصله روی ردیف) در مرحله‌ی شروع سفت شدن دانه انجام شد و در مورد ذرت صفات قطر ساقه، سطح برگ، وزن خشک بلال، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و وزن خشک کل بوته اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری قطر ساقه با کولیس ورنیه و اندازه‌گیری وزن تر و وزن خشک (پس از خشک کردن در آون ۷۲ درجه سانتی‌گراد طی ۴۸ ساعت) با ترازوی دیجیتال با دقت یک گرم انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات به‌دست‌آمده و رسم نمودارها توسط نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۱۹ و محیط Excel نسخه ۱۵ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

شناسایی علف‌های هرز

شناسایی علف‌های هرز در مرحله دو برگ حقیقی ذرت انجام شد. علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ مزرعه تحت آزمایش و خصوصیات آن‌ها در جدول ۲ آمده است. پراکندگی گونه‌های علف‌هرز در هر کرت آزمایشی بسیار غیریکنواخت بود، با این حال تراکم گونه‌های علف هرز پهن‌برگ در حدود ۲۰ بوته در مترمربع و تراکم گونه‌های علف هرز باریک‌برگ در حدود ۱۵ بوته در مترمربع برآورد شد.

ارزیابی چشمی کنترل علف‌های هرز

همان‌گونه که انتظار می‌رفت، تأثیر علف‌کش توفوردی در کنترل علف های هرز باریک‌برگ در تیمارهای بدون آترازین، صفر بود. در غیاب کاربرد آترازین در تیمار ***A1T3*** (صفر آترازین و ۱/۵ لیتر در هکتار توفوردی ام. سی. پی. ای)، درصد کنترل علف های هرز پهن‌برگ سه برابر تیمار ***A1T2*** (صفر آترازین و ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار توفوردی ام. سی. پی. ای) بود (جدول ۳)؛ زیرا با توجه به حجم سم‌پاشی (۴۰۰ لیتر در هکتار) در سطح ۰/۷۵ لیتر توفوردی در هکتار، غلظت علف‌کش به‌شدت کاهش یافته ا ست، به‌طوری که به غیر از بعضی از علف‌های هرز پهن‌برگ حساس نظیر سلمه و توق، تأثیر کمی در کنترل سایر علف‌های هرز پهن‌برگ نظیر خرفه، تاج‌خروس رونده، تاج‌خروس ریشه قرمز و داتوره داشته است. در تیمار ***A1T3*** (صفر آترازین و ۱/۵ لیتر در هکتار توفوردی ام. سی. پی. ای) کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ ۹۰ درصد بود و بیشتر علف‌های هرز کنترل نشده گونه های خرفه و تاج‌خروس رونده بودند (جدول ۳).

جدول ۲- علف‌های هرز موجود در مزرعه ذرت و خصوصیات آن‌ها

Table 2. Weeds in the corm field and their characteristics

نام فارسی	نام علمی	خانواده	شکل برگ	چرخه‌ی زندگی	مسیر فتوسنتزی	تراکم	فراوانی نسبی
Persian name	Scientific name	Family	leaf shape	Life cycle	Photosynthetic pathway	Density (p/m^2)	Relative Frequency
پنیرک	*Malva neglecta*	*Mavaceae*	پهن‌برگ	یک‌ساله	سه‌کربنه	1	2.9
پیچک صحرایی	*Convolvulus arvensis*	*Convolvulaceae*	پهن‌برگ	چندساله	سه‌کربنه	0.5	1.4
تاج‌خروس رونده	*Amaranthus blitoides*	*Amaranthaceae*	پهن‌برگ	یک‌ساله	چهارکربنه	2	5.7
تاج‌خروس ریشه قرمز	*Amaranthus retroflexus*	*Amaranthaceae*	پهن‌برگ	یک‌ساله	چهارکربنه	4	11.4
توق	*Xanthium strumarium*	*Asteraceae*	پهن‌برگ	یک‌ساله	سه‌کربنه	2	5.7
خارخسک	*Tribulus terrestris*	*Zygophillaceae*	پهن‌برگ	یک‌ساله	سه‌کربنه	1	2.9
ختمی سه رنگ	*Sinapis arvensis*	*Malvaceae*	پهن‌برگ	یک‌ساله	سه‌کربنه	1	2.9
خرفه	*Portulaca oleracea*	*Portulcaceae*	پهن‌برگ	یک‌ساله	چهارکربنه	5	14.3
داتوره	*Datura stramonium*	*Solanaceae*	پهن‌برگ	یک‌ساله	سه‌کربنه	2	5.7
سلمه	*Chenopodium album*	*Chenopodiaceae*	پهن‌برگ	یک‌ساله	سه‌کربنه	1	2.9
اویارسلام زرد	*Cyperus esculentus*	*Cyperaceae*	باریک‌برگ	یک‌ساله	سه‌کربنه	0.5	1.4
دم‌روباهی کشیده	*Alopecurus myosuroides*	*Poaceae*	باریک‌برگ	یک‌ساله	سه‌کربنه	4	11.4
سوروف	*Echinochloa crus-galli*	*Poaceae*	باریک‌برگ	یک‌ساله	چهارکربنه	6	17.1
علف خرچنگ	*Digitaria ciliaris*	*Poaceae*	باریک‌برگ	یک‌ساله	سه‌کربنه	5	14.3

جدول ۳- نمره چشمی درصد کنترل علف‌های هرز تحت تأثیر علف‌کش‌های آترازین و توفوردی ام. سی. پی. ای

Table 3. Visual rating of weed control percentage affected Atrazine (A) and 2,4-D M.C.P.A (T) herbicides

آترازین	توفوردی ام. سی. پی. ای	علف‌های هرز پهن‌برگ	نمره	علف‌های هرز باریک‌برگ	نمره
Atrazine	2,4-D M.C.P.A	Broad leaf weeds	Rating	Narrow leaf weeds	Rating
A1	T1	0	0	0	0
A1	T2	30	3.2	0	0
A1	T3	90	7.6	0	0
A2	T1	40	4.3	35	3.8
A2	T2	50	4.6	35	3.8
A2	T3	100	9	35	3.5
A3	T1	80	6.6	60	5
A3	T2	100	9	60	5
A3	T3	100	9	60	5

آترازین (A1 صفر،A2: ۱ کیلوگرم در هکتار، A3: ۲ کیلوگرم در هکتار). توفوردی ام. سی. پی. ای (T1: صفر، T2: ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار، T3: ۱/۵ لیتر در هکتار).

Atrazine (A1: zero, A2: 1 kg/ha, A2: 2 kg/ha). 2,4-D M.C.P.A (T1: zero, T2: 750 ml/ha, T2: 1.5 l/ha).

تحقیقات نشان می دهد، گیاهان هرز یکساله در خانواده‌های *Asteraceae*، *Fabaceae*، *Brassicaceae* و *Convolvulaceae* جزو حساس‌ترین علف‌های هرز به توفوردی محسوب می‌شوند. در صورتی که خانواده‌های *Polygonaceae*، *Lamiaceae* و *Solanaceae* تحمل بیشتری دارند. در خانواده‌ی *Chenopodiaceae* علف‌هرز سلمه کاملاً حساس و جاروی روستایی (*Bassia scoparia*) متحمل است. علف‌های‌هرز در جنس *Amaranthus* معمولاً در غلظت‌های بالای توفوردی به خوبی کنترل می شوند (Peterson *et al*., 2016).

در تیمار A3T1 (۲ کیلوگرم در هکتار آترازین و صفر توفوردی ام. سی. پی. ای) کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ ۸۰ درصد بود (جدول ۳) که دلیل آن اثر تماسی علف‌کش آترازین پس از کاشت در کنترل علف‌های هرز و عدم پوشش مناسب روی علف‌های هرز پهن‌برگ با ارتفاع زیاد بود، به‌طوری که اضافه کردن ۰/۷۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای در هکتار (تیمار A3T2؛ ۲ کیلوگرم در هکتار آترازین و ۰/۷۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای) به دلیل اثر هورمونی این علف‌کش (عدم نیاز به پوشش کامل روی علف‌های هرز پهن‌برگ) موجب کنترل ۱۰۰ درصدی علف‌های هرز پهن‌برگ شد (جدول ۳).

بر اساس تحقیقات، اختلاط علف‌کش‌ها یکی از راهکارهای کنترل علف‌های هرز در گیاهان زراعی است که از اهداف آن افزایش طیف کنترل علف‌های هرز است. در کنترل علف‌های ذرت با استفاده از علف‌کش های پس رویشی مشخص شد که اختلاط علف‌کش های پس رویشی ذرت با دایکامبا یا دایکامبا+ آترازین کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ را بصورت معنی‌داری بدون آسیب به ذرت و کاهش عملکرد آن افزایش داده است و موجب کنترل ۱۰۰ درصدی علف‌های هرز تاج خروس ریشه قرمز، تاج خروس رونده و سلمه تا جولای شده است (Arnold *et al*., 2005).

در هیچ‌یک از تیمارهای سطح سوم آترازین (۲ کیلوگرم در هکتار) شامل A3T1 (۲ کیلوگرم در هکتار آترازین و صفر توفوردی ام. سی. پی. ای)، A3T2 (۲ کیلوگرم در هکتار آترازین و ۰/۷۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای) و A3T3 (۲ کیلوگرم در هکتار آترازین و ۱/۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای) کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ ۱۰۰ درصد نبود که دلیل اصلی آن تأثیر بسیار ضعیف کاربرد پس‌رویشی آترازین روی علف خرچنگ و دم‌روباهی کشیده بود (تنها برخی از گیاهچه‌های بسیار کوچک کنترل شدند). با این حال، سوروف در کلیه مراحل رشدی از گیاهچه‌های کوچک تا مرحله پنجه‌زنی به‌خوبی کنترل شد (جدول ۳). تحقیقات نشان داده است که علف‌کش آترازین از جمله علف‌کش‌هایی است که پس از سبز شدن نیز به دلیل اثر تماسی خوب، اکثر علف‌های هرز پهن‌برگ یکساله و برخی از علف‌های هرز باریک‌برگ یکساله نظیر سوروف را کنترل می‌کند. به طوری که کاربرد آترازین ده روز پس از کشت ذرت باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز در واحد سطح شده است (Moinuddin *et al*., 2018).

در سطح دوم کاربرد علف‌کش آترازین (یک کیلوگرم در هکتار) شامل A2T1 (۱ کیلوگرم در هکتار آترازین و صفر توفوردی ام. سی. پی. ای)، A2T2 (۱ کیلوگرم در هکتار آترازین و ۰/۷۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای) و A2T3 (۱ کیلوگرم در هکتار آترازین و ۱/۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای)، ارزیابی درصد کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ ثابت و ۳۵ درصد بود که شامل اثر تماسی آترازین روی گیاهچه‌های سوروف (قبل از پنجه‌زنی) بود. آترازین در این سطح کاربرد روی گیاهچه‌های سوروف در مرحله پنجه‌زنی به دلیل افزایش ارتفاع گیاهچه‌ها و در نتیجه عدم پوشش کافی سم‌پاشی و پایین بودن غلظت آترازین، اثر ناچیزی داشت و همچنین روی گیاهچه‌های علف خرچنگ و دم روباهی کشیده در هر مرحله رشدی که قرار داشتند، بی‌اثر بود. در مجموع، تیمار سطح دوم آترازین بدون توفوردی (A2T1) بر تیمار سطح دوم توفوردی بدون آترازین (A1T2) از منظر کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ برتری داشت (جدول ۳).

اثر تیمارهای کولتیواتور، آترازین و توفوردی ام. سی. پی. ای بر صفات رشدی مرحله‌ی برداشت ذرت نظیر قطر ساقه، ارتفاع بوته، وزن خشک برگ، وزن خشک بلال، وزن خشک ساقه، وزن خشک کل و شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۴). بر اساس مقایسه میانگین وزن خشک کل ذرت، بین سطوح مختلف کولتیواتور اختلاف معنی‌داری وجود داشت، با این حال با افزایش تعداد کولتیواتور از یک‌بار به دو بار، از شدت تأثیر آن کاسته شد. به‌طوری که یک و دو بار کولتیواتور به ترتیب موجب ۱۴/۶ و ۲۱/۱ درصد افزایش وزن خشک کل ذرت نسبت به تیمار بدون کولتیواتور شد (شکل ۱).

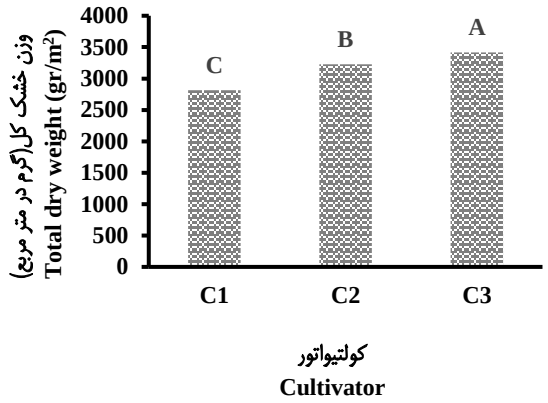
جدول ۴- تجزیه واریانس اثر سطوح علف‌کش‌های آترازین، توفوردی ام. سی. پی. ای و سطوح کولتیواتور روی صفات ذرت علوفه‌ای

Table 4- ANOVA for the effects of Atrazine, 2,4-D M.C.P.A and cultivator levels on Corn silage traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع Height	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک بلال Ear dry weight	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک کل Total dry weight	شاخص سطح برگ L.A.I
بلوک (Block)	2	47.8**	4.8^{ns}	6448**	247989.3**	3154.4**	296845.5**	1.3**
کولتیواتور (Cultivator)	2	99.5**	4472.9**	27049**	853445.9**	260282.1**	2555051.8**	5.6**
خطای کرت اصلی Main plot error	4	0.1^{ns}	5.4^{ns}	16^{ns}	853.5^{ns}	13.9^{ns}	1015.6^{ns}	0.003^{ns}
آترازین (Atrazine)	2	124.7**	17.5**	100692**	1073060.1*	669475.3**	4641376.3**	20.8**
آترازین×کولتیواتور Cultivator×Atrazine	4	0.1^{ns}	12.8^{ns}	80^{ns}	2768.2^{ns}	1775.6^{ns}	10277.8^{ns}	0.017^{ns}
توفوردی ام. سی. پی. ای 2,4-D M.C.P.A	2	172.3**	20.7**	173544**	2588000.9**	660749**	8029230.7**	35.8**
توفوردی ام. سی. پی. ای×کولتیواتور Cultivator×2,4-D M.C.P.A	4	0.2^{ns}	19^{ns}	150^{ns}	6808.3^{ns}	1734.9^{ns}	18291.2^{ns}	0.031^{ns}
آترازین× توفوردی ام. سی. پی. ای 2,4-D M.C.P.A×Atrazine	4	19.5^{ns}	4.2^{ns}	28103*	449050.5^{ns}	105666.8*	1249174.7^{ns}	5.8^{ns}
کولتیواتور×آترازین× توفوردی ام. سی. پی. ای Atrazine×Cultivator×2,4-D M.C.P.A	8	0.2^{ns}	1.8^{ns}	25^{ns}	835.5^{ns}	179.2^{ns}	1648.7^{ns}	0.005^{ns}
خطای کرت فرعی Sub plot error	48	9	2.7	6635	275186.9	38939.9	608417.1	1.4
ضریب تغییرات CV (%)		11.5	37	19	30	20	25	18.8

ns، ** و * به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and *: non-significant, significant at p≤0.01 and p≤0.05, respectively.



شکل ۱- وزن خشک کل بوته ذرت تحت تأثیر تیمار کولتیواتور. C1: بدون کولتیواتور، C2: ۱ بار کولتیواتور، C3: ۲ بار کولتیواتور. حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشد

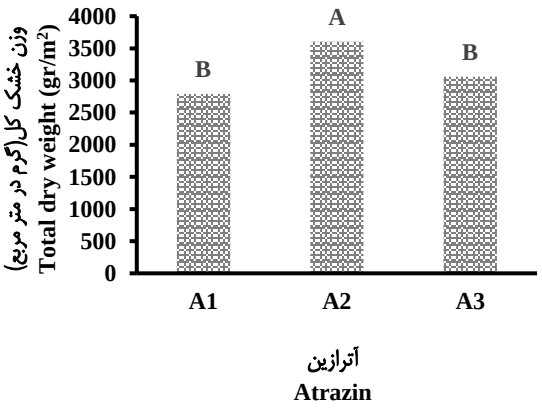
Figure 1- Effect of cultivator on corn total dry weight. C1: no cultivator, C2: Once the cultivator, C3: Twice the cultivator. Dissimilar letter in each column indicates significant difference at 1% level based on Duncan's Test.

اثر متقابل کولتیواتور با آترازین و توفوردی ام. سی. پی. ای بر وزن خشک کل ذرت معنی‌دار نبود (جدول ۴). با توجه به روش آبیاری طرح (قطره‌ای تیپ)، بیشترین تراکم علف‌های هرز در شعاع ۲۰ سانتی‌متری در دو طرف ردیف‌های کشت ذرت (محل قرار گرفتن تیپ) مشاهده شد. تحقیقات نشان می‌دهد، عملکرد دانه ذرت با هر بار کولتیواسیون (تا سه بار) به دلیل بهبود کنترل علف‌های هرز افزایش یافته است. عملکرد دانه ذرت حتی زمانی که علف‌های هرز توسط روش شیمیایی پیش رویشی کنترل شدند، به یک تا دو بار کولتیواسیون پاسخ مثبت داده است، یک بار کولتیواتور عملکرد دانه ذرت را ۱۲ درصد (۹۳۶ کیلوگرم در هکتار) و دو بار کولتیواتور ۲۸/۱ درصد (۲۱۹۴ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای بدون کولتیواتور افزایش داد. یکی از دلایل بهبود عملکرد ذرت در کرت‌های دارای تیمار کولتیواتور، احتمالاً کنترل علف‌های هرز بوده است، چنان که کرت‌های دارای تیمار کولتیواتور علف‌هرز کمتری تولید کردند. عمل کولتیواتور با سُست کردن خاک، محیط مناسب تری را برای رشد ذرت فراهم کرده، باعث افزایش عملکرد حتی در کرت‌های دارای تیمار علف‌کش سراسری شده است (Svečnjak *et al.*, 2009).

در پژوهشی اعمال خاکورزی بین خطوط کشت باعث کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز شد، کولتیواتور در سطح یک درصد و علف‌کش در سطح ۵ درصد اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک ذرت داشت، ولی اثر متقابل آنها از نظر آماری معنی‌دار نبود. کولتیواتور بین خطوط کشت باعث افزایش ۱۷ درصدی عملکرد بیولوژیک ذرت نسبت به عدم کولتیواتور شد (Zarin Kaviani *et al.*, 2018).

در این آزمایش در تیمار بدون علف‌کش، کولتیواتور تمامی علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ بین خطوط کشت را به‌صورت مؤثری کنترل کرد، با این حال تأثیری در کنترل علف‌های هرز روی خطوط کشت نداشت. در کرت‌هایی که تنها دارای تیمار علف‌کش توفوردی ام. سی. پی. ای بودند، کولتیواتور تنها عامل کنترل مؤثر علف‌های هرز باریک‌برگ سوروف، علف خرچنگ و دم‌روباهی کشیده در بین خطوط کشت بود. تأثیر کولتیواتور بر میانگین وزن خشک برگ، وزن خشک بلال، وزن خشک ساقه، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و قطر ساقه ذرت مشابه وزن خشک کل بوته بود (جدول ۴).

اثر آترازین بر وزن خشک کل بوته ذرت در سطح یک درصد معنی‌دار بود کاربرد آترازین به مقدار یک و دو کیلوگرم در هکتار به ترتیب موجب تولید ۳۶۰۴/۸ و ۳۰۵۸/۳ وزن خشک کل در مترمربع (به ترتیب ۲۹ و ۹/۶ درصد افزایش در وزن خشک کل ذرت نسبت به تیمار بدون آترازین) شد (شکل ۲). آترازین به مقدار یک کیلوگرم در هکتار موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک کل شد، با این حال افزایش مقدار آترازین به دو کیلوگرم در هکتار باعث کاهش وزن خشک کل نسبت به کاربرد یک کیلوگرم آترازین در هکتار شد. وزن خشک کل در سطح دو کیلوگرم آترازین در هکتار بیشتر از سطح صفر بود، ولی از نظر آماری معنی‌دار نشد (شکل ۲).



شکل ۲ – تأثیر تیمار آترازین بر وزن خشک کل بوته ذرت. A1: صفر، A2: ۱ کیلوگرم در هکتار، A3: ۲ کیلوگرم در هکتار. حروف غیر مشابه هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشد.

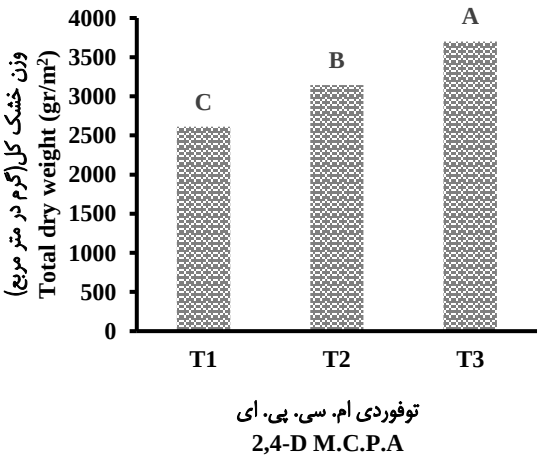
Figure 2- Effect of Atrazine on corn total dry weight. A1: zero, A2: 1 kg/ha, A3: 2 kg/ha. Dissimilar letter in each column indicates significant difference at 1% level based on Duncan's Test.

تأثیر منفی و پایدار کاربرد پس‌رویشی آترازین بر ذرت در منابع علمی گزارش نشده است، با این حال پس از کاربرد آترازین در مرحله‌ی ارتفاع یک متری ذرت، به دلیل آبیاری نامناسب، ذرت دچار تنش خشکی موقت شده که احتمالاً این تنش موقت باعث تأثیر منفی آترازین (در غلظت بالا) بر وزن خشک کل ذرت شده است (شکل ۲).

تأثیر آترازین بر میانگین وزن خشک برگ، بلال، ساقه ذرت و شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و قطر ساقه مشابه وزن خشک کل بوته بود (جدول ۴). تحقیقات نشان داده است که کاربرد آترازین ده روز پس از کشت ذرت باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز و افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در واحد سطح شده است (Moinuddin *et al*. 201). آترازین به تنهایی در غلظت‌های ۱ و ۱/۵ کیلوگرم ماده فعال در هکتار به ترتیب موجب ۱۷۳ و ۱۷۶ درصد افزایش در عملکرد دانه ذرت در هکتار نسبت به تیمار بدون کنترل علف‌های هرز شد (Bijanzadeh and Ghadiri, 2006). آترازین تنها در سال ۲۰۱۳ در دو منطقه Taylor و Ganado موجب تولید ۵۵۸۶ و ۷۶۹۵ کیلوگرم دانه ذرت در هکتار شده است در صورتی که در تیمار کنترل (بدون کاربرد علف‌کش) در دو منطقه ذکر شده تولید دانه ذرت به ترتیب ۴۵۰۶ و ۶۸۱۶ کیلوگرم در هکتار بود (Janak and Grichar, 2016).

در این آزمایش آترازین به‌ویژه در غلظت بالا، تأثیر خوبی روی کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ کوچک (تا ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر) داشت، با این حال به دلیل عدم پوشش کامل، تأثیر کمتری بر روی علف‌های هرز پهن‌برگ با ارتفاع زیاد داشت و اختلاط با توفوردی باعث بهبود عملکرد آن شد. تأثیر آترازین به‌ویژه در غلظت بالا به‌تنهایی یا در اختلاط با توفوردی روی سوروف خوب بود و تقریباً تمامی سوروف های با ارتفاع کمتر از ۱۵ سانتی‌متر که اغلب در مرحله پنجه‌زنی بودند، کنترل شدند. آترازین حتی در غلظت بالا تأثیر ضعیفی روی علف خرچنگ و دم‌روباهی کشیده داشت و تعداد کمی از گیاهچه‌های کوچک این علف‌های هرز (با ارتفاع کمتر از ۵ سانتی‌متر) را کنترل کرد. تحقیقات نشان داده است علف کش آترازین از جمله علف‌کش هایی است که پس از سبز شدن نیز به دلیل اثر تماسی خوب، اکثر علف‌های هرز پهن‌برگ یکساله و برخی از علف‌های هرز باریک‌برگ یکساله نظیر سوروف را کنترل می‌کند. آترازین برای فعال شدن و اثر روی علف‌های هرز در حال سبز شدن درون خاک، به فاصله زمانی ۷ الی ۱۰ روز پس از کاربرد نیاز به باران یا آبیاری دارد. کاربرد پیش رویشی آترازین باعث کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز تا سه هفته پس از کاربرد می‌شود. کاربرد آترازین ده روز پس از کشت ذرت باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز و افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در واحد سطح شده است (Moinuddin *et al*., 2018).

اثر توفوردی ام. سی. پی. ای بر وزن خشک کل بوته ذرت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). کاربرد توفوردی توفوردی ام. سی. پی. ای به مقدار ۰/۷۵ و ۱/۵ لیتر در هکتار به ترتیب موجب تولید ۳۱۴۳ و ۳۷۰۱ گرم وزن خشک کل بوته در مترمربع (۲۰ و ۴۲ درصد افزایش در وزن خشک کل ذرت) شد. افزایش کاربرد مقدار توفوردی ام. سی. پی. ای از ۰/۷۵ لیتر به ۱/۵ لیتر در هکتار باعث کاهش درصد تأثیر نشد (شکل ۳). تحقیقات نشان داده است که مخلوط ۳۶۰ گرم توفوردی و ۳۱۵ گرم ام. سی. پی. ای در هکتار (یک لیتر فرمولاسیون تجاری توفوردی ام. سی. پی. ای SL ۶۷/۵ درصد) منجر به ۱۵۸ درصد افزایش در عملکرد دانه ذرت در هکتار نسبت به تیمار بدون کنترل علف‌های هرز شد (Bijanzadeh and Ghadiri, 2006).



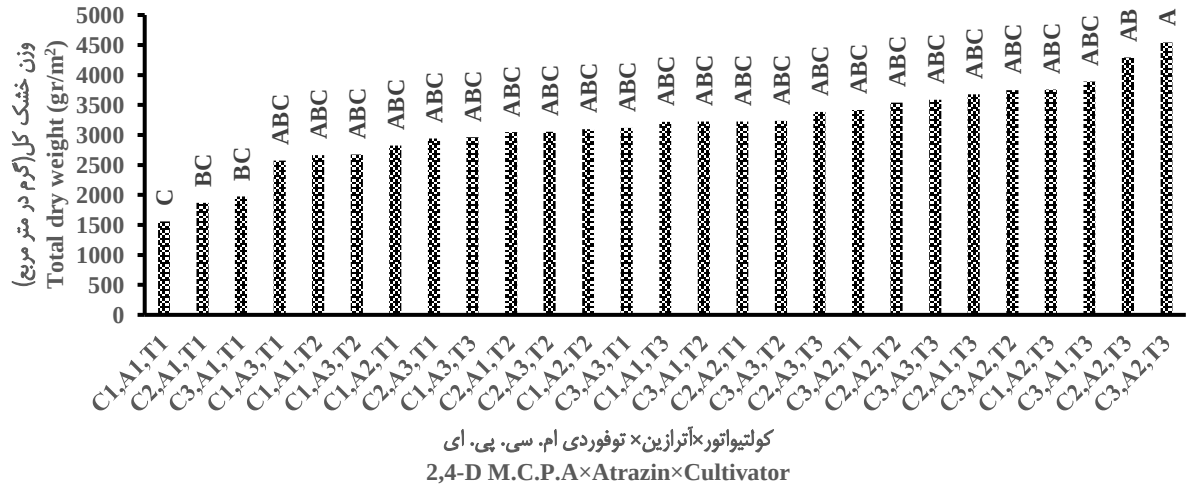
شکل ۳ – وزن خشک کل بوته ذرت تحت تأثیر تیمار علف‌کش توفوردی ام. سی. پی. ای. T1: صفر، T2: ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار، T3: ۱/۵ لیتر در هکتار. حروف غیر مشابه هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ می‌باشد.

Figure 3- Effect of 2,4-D M.C.P.A on corn total dry weight. T1: zero, T2: 750 ml/ha, T3: 1.5 l/ha. Dissimilar letter in each column indicates significant difference at 1% level based on Duncan's Test.

تأثیر توفوردی ام. سی. پی. ای بر میانگین وزن خشک برگ، بلال، ساقه ذرت و شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و قطر ساقه مشابه وزن خشک کل بوته بود (جدول ۴). تیمار ۰/۷۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای در هکتار به‌تنهایی تأثیر خوبی روی علف‌های هرز سلمه و توق داشت و آن‌ها را کنترل کرد، ولی روی

پهن‌برگ هایی نظیر تاج‌خروس ریشه قرمز و داتوره تأثیر کمتری داشت. تأثیر این غلظت از توفوردی ام. سی. پی. ای روی خرفه کمتر از تاج‌خروس ریشه قرمز و داتوره بود. تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار توفوردی ام. سی. پی. ای به‌خوبی تمامی علف‌های هرز پهن‌برگ را کنترل کرد. اختلاط توفوردی ام. سی. پی. ای به مقدار ۰/۷۵ یا ۱/۵ لیتر در هکتار با آترازین موجب بهبود کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ با ارتفاع بیش از ۱۵ سانتی‌متر شد (جدول ۳).

اثر متقابل سه‌گانه‌ی کولتیواتور، آترازین و توفوردی ام. سی. پی. ای بر صفات اندازه‌گیری شده در ذرت معنی‌دار نبود (جدول ۴). با این حال بیشترین وزن خشک کل بوته ذرت از کاربرد هم‌زمان دو بار کولتیواتور، یک کیلوگرم آترازین و ۱/۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای در هکتار (C3A2T3) و کمترین وزن خشک کل بوته ذرت در تیمار شاهد C1A1T1 (بدون کولتیواتور، صفر آترازین و صفر توفوردی ام. سی. پی. ای) به دست آمد (شکل ۴).



شکل ۴ – اثرات متقابل سه‌گانه تیمارهای کولتیواتور، علف‌کش آترازین و علف‌کش توفوردی ام. سی. پی. ای. بر وزن خشک کل بوته ذرت. C1: بدون کولتیواتور، C2: ۱ بار کولتیواتور، C3: ۲ بار کولتیواتور. A1: صفر، A2: ۱ کیلوگرم در هکتار، A3: ۲ کیلوگرم در هکتار. T1: صفر، T2: ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار، T3: ۱/۵ لیتر در هکتار. حروف غیر مشابه هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ است.

Figure 4- Triple Interactions of cultivator, Atrazine and 2,4-D M.C.P.A treatments on corn total dry weight. C1: no cultivator, C2: Once the cultivator, C3: Twice the cultivator. A1: zero, A2: 1 kg/ha, A3: 2 kg/ha. T1: zero, T2: 750 ml/ha, T3: 1.5 l/ha. Dissimilar letter in each column indicates significant difference at 1% level based on Duncan's Test.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، استفاده از تیمارهای کولتیواتور و علف‌کش و همچنین غلظت کاربرد علف‌کش‌ها بسته به گونه‌ی علف‌های هرز و حساسیت آن‌ها به علف‌کش، مرحله‌ی رشدی علف‌های هرز و ذرت، متفاوت خواهد بود. با این حال، استفاده از این تیمارها به‌تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک کل بوته در ذرت علوفه‌ای می‌شود. حساس‌ترین علف‌های هرز پهن‌برگ به توفوردی ام. سی. پی. ای سلمه و توق بودند، در صورتی که علف‌های هرز خرفه، تاج‌خروس رونده، تاج‌خروس ریشه قرمز و داتوره حساسیت کمتری داشتند. در بین علف‌های هرز باریک‌برگ نیز سوروف نسبت به آترازین حساس بود، در صورتی که علف‌های هرز دم‌روباهی کشیده و علف خرچنگ مقاومت ذاتی داشتند. اثر کولتیواتور، آترازین و توفوردی ام. سی. پی. ای بر وزن خشک ذرت در سطح یک درصد معنی‌دار بود، به‌طوری که با افزایش تعداد کولتیواتور در هکتار وزن خشک ذرت افزایش یافت. آترازین به مقدار یک کیلوگرم در هکتار موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک ذرت شد، در حالی که افزایش مقدار آترازین کاهش وزن خشک کل محصول را باعث شد. افزایش مقدار مصرف توفوردی ام. سی. پی. ای نیز وزن خشک کل ذرت را به‌صورت معنی‌داری افزایش داد. در مجموع، کاربرد دو بار کولتیواتور، یک کیلوگرم آترازین و ۱/۵ لیتر توفوردی ام. سی. پی. ای در هکتار، به ترتیب موجب ۲۱، ۲۹ و ۴۲ درصد افزایش در وزن خشک کل ذرت نسبت به تیمار شاهد شد.

References **فهرست منابع**

Arnold, R. N., Smeal, D. and O'Neill. M. 2005. Broadleaf Weed Control in Field Corn with Postemergence Herbicides. Crop Management, 4(1): 1-8.

Arslan, Z., Williams, M., Becker, R., Va, F., Peachey, E. and Rabaey, T. 2016. Alternatives to Atrazine for Weed Management in Processing Sweet Corn. Weed Science, 64(3): 531-539.

Bijanzadeh, E. and Ghadiri, H. 2006. Effect of Separate and Combined Treatments of Herbicides on Weed Control and Corn (*Zea mays*) Yield. Weed Technology, 20(3): 640-645.

Boutin, C., Freemark, K. E. and Keddy. C. J. 1993. Proposed guidelines for registration of chemical pesticides: Nontarget plant testing and evaluation, No. 145. Environment Canada, Hull, QC, Canada: Canadian Wildlife Service (headquarter).

Gharde, Y., Singh, P. K., Dubey, R. P. and Gupta, P. K. 2018. Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India. Crop Protection, 107: 12-18.

Janak, T. W. and Grichar, W. J. 2016. Weed Control in Corn (*Zea mays*) as Influenced by Preemergence Herbicides. International Journal of Agronomy 2016 Article 2607671.

Jhala, A. J., Knezevic, S. Z., Ganie, Z. A. Singh, and M. 2014. Integrated Weed Management in Maize. Recent Advances in Weed Management. B. S. Chauhan and G. Mahajan. New York, NY, Springer New York**:** 177-196.

Massinga, R. A ,.Currie, R. S. and Trooien, T. P. 2003. Water use and light interception under Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) and corn competition. Weed Science, 51(4): 523-531.

Moinuddin, G., Kundu, R., Jash, S., Sarkar, A. and Soren, C. 2018. Efficacy of atrazine herbicide for maize weed control in new alluvial zone of West Bengal. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences 6(4): 707-716.

Peterson, M. A., McMaster, S. A., Riechers, D. E., Skelton, J. and Stahlman, P. W. 2016. 2,4-D Past, Present, and Future: A Review. Weed Technology, 30(2): 303-345.

Richburg, J. T. 2019. Evaluation of Crop Tolerance and Weed Control in Corn and Grain Sorghum with Atrazine Replacements. Graduate Theses and Dissertations Retrieved from https://Scholarworks.uark.edu/etd/3220.

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 Technology, 30(4): 979-984.

Svečnjak, Z., Barić, K., Maćešić, D., Duralija, B. and Gunjača, J. 2009. Integrated weed management for maize crop in Croatia. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture, 66(1): 505-512.

Vasileiadis, V. P., Otto, S., Van Dijk, W., Urek, G., Leskovsek, R., Verschwele, A., Furlan, L. and Sattin M. 2015. On-farm evaluation of integrated weed management tools for maize production in three different agro-environments in Europe: Agronomic efficacy, herbicide use reduction, and economic sustainability. European Journal of Agronomy, 63: 71-78.

Zarin Kaviani, B., Zeidali, E., Moradi, R. and Zarin Kaviani, K. 2018. Evaluation of the effect of integrated weed management on quantitative and qualitative characteristics of corn, weed density and biomass under Dehloran climatic condition. Applied Field Crops Research, 31(4): 129-150.

Integrated Weed Management by Post Emergence Mixing Application of Atrazine and 2,4-D M.C.P.A in Corn (*Zea mays*) silage

S. D. Sajadian[1], M. H. Rashel Mohasel[2] and K. Hajmohammadnia Ghalibaf[3*]

Abstract

Weed control in corn conducted with various methods including chemical and mechanical or integrated of two mentioned methods. Atrazine is basic herbicide for many weeds control programs in USA. Atrazine is herbicide with good contact effect can be used as a post-emergence herbicide in corn. 2,4-D yet is an important part of weed control programs in the world and effective for many broad leaves weed control. Herbicide's mixture can broaden weed control spectrum in crop such as corn. Herbicide's mixture and cultivation caused effective weed control and reduce amount of herbicides application. In order to evaluate mixing and post emergence application of Atrazine and 2,4-D M.C.P.A on corn silage an experiment conducted in split plot factorial arranged in randomized complete block with three replication. Main factor was cultivation with three level 0, 1 and 2 time per hectare (respectively C1, C2 and C3) and factorial combination of Atrazine and 2,4-D M.C.P.A as a sub factor including Atrazine Wetable powder (%80 active ingredient) with 0, 1 and 2 kg per hectare (respectively A1, A2 and A3) and 2,4-D M.C.P.A soluble liquid (%67.5 active ingredient) with 0,.75 and 1.5 lit per hectare (respectively T1, T2 and T3), petroleum oil with Ghazal Shimi brand as an additive mixed with spraying solution as much as 1 liter per hectare in treatments with Atrazine to increase contact effect of Atrazine post emergence application. In this experiment Cocklebur and Common Lambs quarter were more sensitive broad leaves weeds to 2,4-D M.C.P.A but Purslane, Prostrate pigweed amaranth, red root pigweed and Jimsonweed were less sensitive. In narrow leaves weeds (grasses) Barnyard grass was sensitive to atrazine whereas Foxtail and Crab grass were tolerated. Effect of Cultivation, Atrazine and 2,4-D M.C.P.A on corn dry matter were significant (α=1%), so that one kilogram Atrazine per hectare caused significant dry matter increase in corn. Increase Atrazine application to two kg per hectare caused decrease in corn dry matter but was more than zero Atrazine and not significant. With increase 2,4-D M.C.P.A application from 0.75 to 1.5 liter per hectare, corn dry matter increased significantly. Interactions between cultivation, Atrazine and 2,4-D M.C.P.A were not significant. In simple effects of treatments, two-time cultivator (C2), one kilogram Atrazine (A2) and 1.5 liter 2,4-D M.C.P.A per hectare caused 21, 29 and 42 percent increase in corn dry mater, respectively.

Keywords: Chemical control, Cultivator, Mechanical control, Herbicide's mixture, Weeds management.

Received date: 22 October 2023 Accepted date: 12 January 2024

1- PhD student, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
2- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
3- Assistant Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
*-Corresponding author. E-mail: hajmohamadnia@um.ac.ir