Iranian Journal of Weed Science
Vol 17, No 2, 2021 (175-185)
DOI: 10.22092/IJWS.2021.355196.1395

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۲، ۱۴۰۰ (ص ۱۸۵-۱۷۵)

تأثیر برخی مواد افزودنی بر کارایی علف‌کش‌های توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ، بروموکسینیل اکتانوات+ ام‌سی‌پی‌آ+ اتیل هگزیل استر، تری بنورون متیل و بنتازون+ دیکلورپروپ در کنترل علف‌هرز گل قاصد (*Taraxacum officinale*) در چمن برمودا گراس (*Cynodon dactylon*)

محسن دهقانی[۱]، علی مختصی بیدگلی[۲]، سعیدرضا یعقوبی[۳]
۱و۲- کارشناس ارشد و استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۳- استادیار گروه علوم کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای تهران.
(تاریخ دریافت:۱۴۰۰/٤/۲۰ - تاریخ پذیرش:۱٤۰۰/۷/۲٤)

چکیده

این آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در فضای سبز شهر قم در سال ۱۳۹۷ انجام شد. عامل اصلی، زمان مصرف علف‌کش در فصول بهار و تابستان و عامل فرعی، ترکیب فاکتوریلی از علف‌کش‌های توفوردی + ام‌سی پی‌آ (U46 Combi Fluid, SL 67.5%) با دز ۱۰۱۲/۵ گرم ماده موثره در هکتار، بروموکسینیل اکتانوات+ ام‌سی پی‌آ + اتیل هگزیل استر (Bromicide MA, EC 40%) با دز ۶۰۰ گرم ماده موثره در هکتار، تری بنورون متیل (Granstar, DF 75%) با دز ۱۵ گرم ماده موثره در هکتار و بنتازون + دیکلورپروپ (Basagran DP, SL 56.6%) با دز ۱۱۳۲ گرم ماده موثره در هکتار و مواد افزودنی شامل مویان‌های مختلف دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم و اسید اولئیک اتوکسیلات با غلظت سه در هزار و کاربرد سولفات آمونیوم و تیمار شاهد بدون کاربرد مواد افزودنی بود. نتایج نشان داد که با وجود کاهش موثر وزن خشک گل قاصد توسط برخی تیمارها، صدمه شدیدی نیز به چمن وارد شد. در اختلاط اولئیک اسید اتوکسیلات یا سدیم سولفوسوکسینات با سولفات آمونیوم با بنتازون+ دیکلورپروپ در فصل بهار، ماده خشک گل قاصد به‌ترتیب از ۳۳۷ در تیمار شاهد به ۸۱/۶ و ۱۰۰ گرم در مترمربع کاهش یافت. همچنین در اختلاط اولئیک اسید اتوکسیلات و سولفات آمونیوم با تری بنورون متیل در فصل تابستان، ماده خشک گل قاصد از ۲۹۸ در تیمار شاهد به ۱۱۳ گرم در مترمربع کاهش یافت که موارد مذکور، کمترین صدمه را در چمن در قیاس با سایر تیمارها داشتند.

کلمات کلیدی: مویان، مدیریت علف‌هرز، نیتروژن، وزن خشک.

Effects of some adjuvants on 2,4-D+MCPA, bromoxynil octanoate + MCPA + ethylhexyl ester, tribenuron methyl, bentazone + dichlorprop efficacy in dandelion (*Taraxacum officinale*) control in bermuda grass lawn (*Cynodon dactylon*)

Mohsen Dehqani[1], Ali Mokhtassi-Bidgoli[2*], Saeed Reza Yaghoobi[3]
1,2. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, 3. Department of Agricultural Science, Technical and Vocational University (TVU), Tehran.
(Received: July 11, 2021 - Accepted: October 16, 2021)

ABSTRACT

A split-factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in a landscape of Qom in 2018. The main factor was the time of herbicide application in spring and summer and sub-factors were factorial combination of 1052.5 g ai.ha^{-1} 2,4-D+MCPA (U46 Combi Fluid, SL 67.5%), 600 g ai.ha^{-1} Bromoxynil octanoate + MCPA + ethylhexyl ester, 15 g ai.ha^{-1} tribenuron methyl, and 1132 g ai.ha^{-1} bentazone + dichlorprop and 0.3% of dioctyl sulfosuccinate sodium salt and oleic acid ethoxylate adjuvants and ammonium sulfate (VI) and the control treatment. Results showed that although some treatments caused an effective loss in dandelion dry weight, they also caused severe damage to the lawn. Mixing oleic acid ethoxylate or sodium sulfosuccinate with ammonium sulfate with bentazone + dichloroprop in the spring resulted in the reduction of the dry matter of dandelion from 337 in the control treatment to 81.6 and 100 g.m^{-2}, respectively. Also, mixing oleic acid ethoxylate and ammonium sulfate with tribenuron methyl in summer reduced dandelion dry matter from 298 in the control treatment to 113 g.m^{-2}, which had the least damage to the grass compared to other treatments.
Key words: Adjuvant, dry weight, nitrogen, weed management.

* Corresponding author E-mail: mokhtassi@modares.ac.ir

مقدمه

چمن یکی از عناصر لازم و جزو جدایی‌ناپذیر در احداث پارک ها و فضای سبز به شمار می‌رود و از گذشته، استفاده از چمن در طراحی باغات و فضای سبز محوطه‌های خصوصی و یا عمومی از قبیل پارک‌ها، گردشگاه‌ها، ورزشگاه‌ها و حتی بیمارستان‌ها مرسوم بوده است. علاوه بر این‌که چمن مانند سایر گیاهان نقش بسزایی در کاهش آلودگی‌های محیطی و تلطیف هوا و جلوگیری از فرسایش خاک دارد، در زیباسازی محیط نیز نقش اساسی دارد (Marques *et al.*, 2021). چمن به دو صورت چمن گراسی[1] و چمن شبدری[2] وجود دارد. چمن گراسی یا چمـــن معمولی، گیاهـــی از تیره گندمـــان است و به چمن‌های سردسیری و چمن‌های گرمسیری تقسیم می‌شود که هر کدام شامل گونه‌های مختلفی از تیره گندمیان می‌باشند. چمن‌های سردسیری برای رشد روزانه به دمای ۱٤ تا ۲٦ و چمن‌های گرمسیری به ۲۷ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد نیازمند هستند و برای هر اقلیمی می‌توان نوع مناسب چمن را کشت نمود (Salehi, 2020). چمن مورد استفاده در این آزمایش یعنی چمن برمودا‌گراس (*Cynodon dactylon*)، از چمن های گرمسیری بود که مقاوم به گرما، خشکی و شوری می‌باشد.

قاصدک یا گل قاصد با نام علمی *Taraxacum officinale* Weber، گیاهی علفی با ریشه اصلی دو یا چندساله، سه کربنه و علف‌هرز عمده چمن، گیاهان زینتی، چمن‌زارها و مراتع می باشد. هر بوته گل قاصد حدود ۱۲۰۰۰ بذر تولید می‌کند. در چمن، گل قاصد به شکل انبوه، باعث پاخوری ضعیف چمن می‌شود (Powell *et al.*, 1979). این گیاه، مناطق بومی و مسکونی سراسر جهان را مورد تهاجم قرار داده است و به‌عنوان علف‌هرز مشکل‌ساز در مناطق مسکونی، تجاری و محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (Schnick & Boland, 2002).

به‌طورکلی اطلاعات زیادی در مورد کنترل علف‌هرز در چمن وجود ندارد. برای کنترل گل قاصد، معمولاً از علف‌کـش‌های کلروفنوکسی که در طبقه بندی HRAC در گروه O و در گروه بندی WSSA، در گروه چهار قرار دارد، استفاده می‌شود (Schnick & Boland, 2002; Fresenburg, 2007). توفوردی، ام سی پی آ، تریکلوپیر و مکوپروپ برای کنترل دانه‌رست‌های گل قاصد توصیه می‌شوند اماکنترل گل قاصد مستقر با یک‌بار استفاده از علف‌کـش‌های فوق دشوار است (Koski, 2007) و توفوردی در شرایط تنش ممکن است به چمن‌های حساسی مانند بنت گراس[3] آسیب وارد کند (Fresenburg, 2007). به‌منظور افزایش کنترل علف‌های‌هرز، توفوردی در ترکیب با سایر علف‌کش‌ها در چمن به کار می‌رود (Schnick & Boland, 2002). از علف‌کش‌های پس رویشی متعددی مانند توفوردی، کلوپیرالید، دایکامبا، فلوروکسی پیر، ام سی پی پی، ام سی پی آ + تریکلوپیر، کارفنترازون اتیل، کلوپیرالید + تریکلوپیر، دیکلوپروپ، فلوروکسی پیر، ام سی پی آ و کویین کلوراک برای کنترل گل قاصد استفاده شده است (Landry *et al.*, 2007). برخی از محققان نیز برای کنترل گل قاصد، علف‌کـش‌های توفوردی + ام سی پی پی یا ام سی پی آ، توفوردی + دیکلوپروپ و توفوردی + تریکلوپیر را در بهار یا پاییز در چمن‌های چپرمعمولی، چچم چندساله و فتان بلند توصیه می‌کنند (Fresenburg, 2007).

در دهه‌های اخیر، مویان‌ها یا ادجوانت‌ها با هدف افزایش کارایی آفت‌کش‌های نباتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در مورد علف کش‌ها نیز ادجوانت‌هایی با کارایی‌های مختلف مانند کاهش دهنده‌های کشش سطحی (Anderson, 2021)، افزایش‌دهنده‌های میزان جذب (Agriculture.com Staff, 2007)، اسیدی‌کننده‌ها (Thelen; *et al.*, 1995)، بهبوددهنده آب مخزن سمپاش مانند سولفات آمونیوم (Khan & Thiem 2006; Mueller *et al*., 2006; Soltani *et al.*, 2011; Devkota

[1] Grass lawn
[2] Clover lawn
[3] Bent grass

et al., 2016)، نیترات آمونیوم و فسفات پتاسیم (Aliverdi *et al.*, 2014) و موارد متعدد دیگر مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

شارما و سینگ (Sharma & Singh, 2000) طی آزمایشی بیان داشتند که استفاده از مویان ارگانوسیلیکونی و روغن گیاهی متیله[1]، کارایی علف‌کش گلیفوسیت را در کنترل دو دندان (*Bidens frondosa* L.) و ارزن وحشی (*Panicum maxicum* Jacq.) بهبود بخشید. علاوه بر این مشخص کردند که اگرچه مویان ارگانوسیلیکونی (۲۱/۵ میلی نیوتن بر متر) نسبت به روغن گیاهی غلیظ (۳۳/٦ میلی نیوتن بر متر)، کشش سطحی محلول علف‌کش گلیفوسیت را بیشتر کاهش داد، ولی میزان جذب و انتقال علف‌کش گلیفوسیت با استفاده از روغن گیاهی غلیظ بیشتر از مویان ارگانوسیلیکونی بود. در آزمایشی دیگر، کاربرد سولفات آمونیوم همراه با علف‌کش توفوردی، باعث افزایش کارایی آن در کنترل بارهنگ کبیر و قاصدک شد (Patton *et al.*, 2016).

مطالعه حاضر با هدف تعیین کارایی علف‌کش‌های توفوردی+ امسی پی‌آ، بروموکسینیل اکتانوات + امسی پی‌آ + اتیل هگزیل استر، تری بنورون متیل و بنتازون + دیکلورپروپ، با مواد افزودنی برای مهار گل قاصد در چمن برموداگراس و در زمان‌های متفاوت انجام شد و در نهایت برای هر فصل، علف‌کش‌های مناسب، همراه با مواد افزودنی برای مبارزه با گل قاصد در چمن معرفی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۷ در فضای سبز منطقه یک شهرداری شهرستان قم (با مشخصات عرض جغرافیایی ۳٤ درجه ۳۷ دقیقه و ۳۷ ثانیه شمالی و طول ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه و پنج ثانیه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۹۳۰ متر) در بخش چمن کاری‌های بستر رودخانه خیابان ساحلی، درون عرصه‌ای به مساحت ۵۰۰۰ متر مربع چمن برموداگراس آلوده به گل قاصد و در قطعه‌ای به مساحت ۷۲۰ متر مربع اجرا شد.

این آزمایش به‌صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اصلی، زمان مصرف علف‌کش در فصول بهار و تابستان بود؛ بدین صورت که هر کرت آزمایشی به دو قسمت تقسیم و یک قسمت در بهار و قسمت دیگر در تابستان سمپاشی شد. عامل فرعی، ترکیب فاکتوریلی از علف‌کش‌های توفوردی + امسی پی‌آ (U46 Combi Fluid, SL 67.5%) با دز ۱۰۱۲/۵ گرم ماده موثره در هکتار، بروموکسینیل اکتانوات+ امسی پی‌آ + اتیل هگزیل استر (Bromicide MA, EC 40%) با دز ٦۰۰ گرم ماده موثره در هکتار، تری بنورون متیل (Granstar, DF 75%) با دز ۱۵ گرم ماده موثره در هکتار، بنتازون + دیکلورپروپ (Basagran DP, SL 56.6%) با دز ۱۱۳۲ گرم ماده موثره در هکتار و مواد افزودنی شامل کاربرد مویان‌های مختلف دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم (Dioctyl sulfosuccinate sodium salt 96%) و اسید اولئیک اتوکسیلات Oleic acid (ethoxylate) با غلظت سه در هزار و کاربرد سولفات آمونیوم به میزان ۱۰ گرم در لیتر و تیمار شاهد بدون کاربرد مواد افزودنی بود.

تعداد کرت‌های آزمایشی، ۱٤٤ و اندازه آن‌ها، پنج در دو متر بود. کرت‌ها بصورت دو به دو در کنار هم قرار داشتند و یکی در بهار و دیگری در تابستان سمپاشی شد. به دلیل عدم پراکندگی یکسان علف‌های‌هرز، نیمی از کرت‌ها به‌عنوان کرت شاهد در نظر گرفته شد. تیمارها توسط سمپاش دستی فشاری پنج لیتری با نازل بادبزنی دوقلوی استاندارد زرد رنگ (۱۱۰۰۲) و فشار پاشش سه بار و مقدار محلول مصرفی ۳۰۰ لیتر در هکتار انجام گرفت. سه هفته بعد از اعمال علف‌کش، نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی با یک کوادرات یک در یک متر انجام شد. هر قسمت چمن در داخل کوادرات چیده شد و داخل اکثر کوادرات‌ها، حداقل سه بوته گل قاصد قرار داشت که برداشت شدند و صفات وزن خشک چمن و گل قاصد و وزن خشک نسبی گل قاصد و چمن اندازه‌گیری شد.

[1] Methylated seed oil

برای اندازه‌گیری وزن خشک گل قاصد، بوته‌های علف‌هرز، پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند و در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت نگهداری شدند. درصد وزن خشک نسبی گل قاصد، از تقسیم وزن خشک گل قاصد تیمار شده بر وزن خشک گل قاصد کرت شاهد×۱۰۰ به‌دست آمد. درصد وزن خشک نسبی چمن، از تقسیم وزن خشک چمن تیمار شده بر وزن خشک چمن کرت شاهد×۱۰۰ به‌دست آمد.

به‌منظور تجزیه آماری داده‌ها، از نرم‌افزار SAS استفاده شد. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، تست نرمالیتی روی باقیمانده‌ها انجام‌گرفت و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال باقیمانده‌ها، تجزیه واریانس از طریق مدل خطی عمومی (GLM) انجام شد. از وزن خشک علف‌های‌هرز در کرت‌های شاهد به‌عنوان عامل کووریت برای تجزیه کوواریانس استفاده شد و به‌دلیل این‌که معنی‌دار نبود، از مدل حذف‌شد و سپس تجزیه واریانس انجام شد. میانگین‌ها همراه با خطای معیار در شکل‌ها ارائه شدند و حداقل تفاوت معنی‌دار برای فصول بهار و تابستان به صورت جداگانه محاسبه و ارائه شد. رسم نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سه فاکتور فصل، علف-کش و مواد افزودنی روی وزن خشک و وزن خشک نسبی گل قاصد و چمن معنی‌دار شد ($P<0.01$).

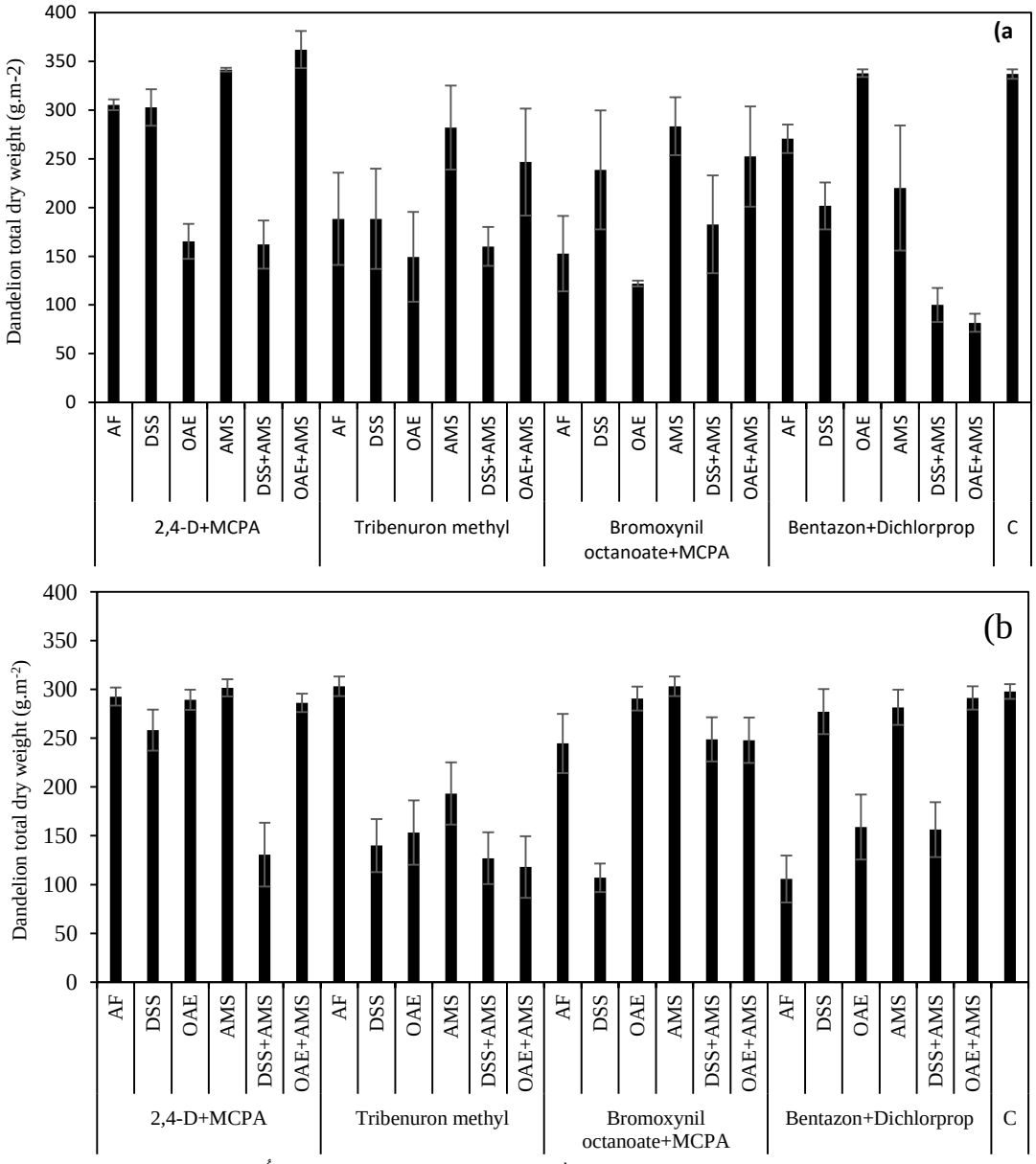
گل قاصد

در فصل بهار مشاهده شد که کمترین کارایی در کاهش وزن خشک گل قاصد به مقدار ۳٦۲ گرم در مترمربع، به تیمار علف‌کش توفوردی + امسی پی‌آ همراه با کاربرد ماده افزودنی سولفات آمونیوم و اسید اولئیک اتوکسیلات تعلق داشت. همچنین بیشترین کارایی در کاهش وزن خشک گل قاصد به میزان ۸۱/٦۷ گرم در مترمربع، در تیمار علف‌کش بنتازون+ دیکلورپروپ همراه با مواد افزودنی سولفات آمونیوم و اسید اولئیک اتوکسیلات در فصل بهار و همچنین به میزان ۱۱۳ گرم در متر مربع در اختلاط اولئیک اسید اتوکسیلات و سولفات آمونیوم با تری بنورون متیل در فصل تابستان مشاهده شد (شکل ۱، و ۲a) که همین تیمار نیز کمترین اثر سوء را بر چمن برمودا‌گراس داشت (شکل ۳a، ۳b).

در شرایط کاربرد ماده افزودنی در فصل بهار، کمترین ماده خشک و بالاترین کنترل گل قاصد در تیمارهای تووفوردی + امسی‌پی‌آ به همراه دی اکتیل سولفوسولفونات سدیم و سولفات آمونیوم، بروموکسینیل + امسی‌پی‌آ به همراه دی اکتیل سولفوسولفونات سدیم و همچنین تری بنورون متیل به همراه اولئیک اسید اتوکسیلات و سولفات آمونیوم به‌ترتیب به میزان ۱۳۰، ۱۰۷ و ۱۱۸ گرم در مترمربع نسبت به تیمار شاهد با ۲۹۸ گرم در مترمربع به‌دست آمد (شکل 1a). در فصل تابستان در تیمارهای همراه با ماده افزودنی، بیشترین کاهش در ماده خشک گل قاصد در تیمارهای بروموکسینیل+ امسی‌پی‌آ به همراه دی اکتیل سولفوسوکسینات سدیم و همچنین تری بنورون متیل به همراه اولئیک اسید اتوکسیلات و سولفات آمونیوم و تیمار تری بنورون متیل به همراه دی اکتیل سولفوسوکسینات سدیم و سولفات آمونیوم به‌ترتیب به میزان ۱۰۷ و ۱۱۸ گرم در متر مربع به‌دست آمد (شکل 1b).

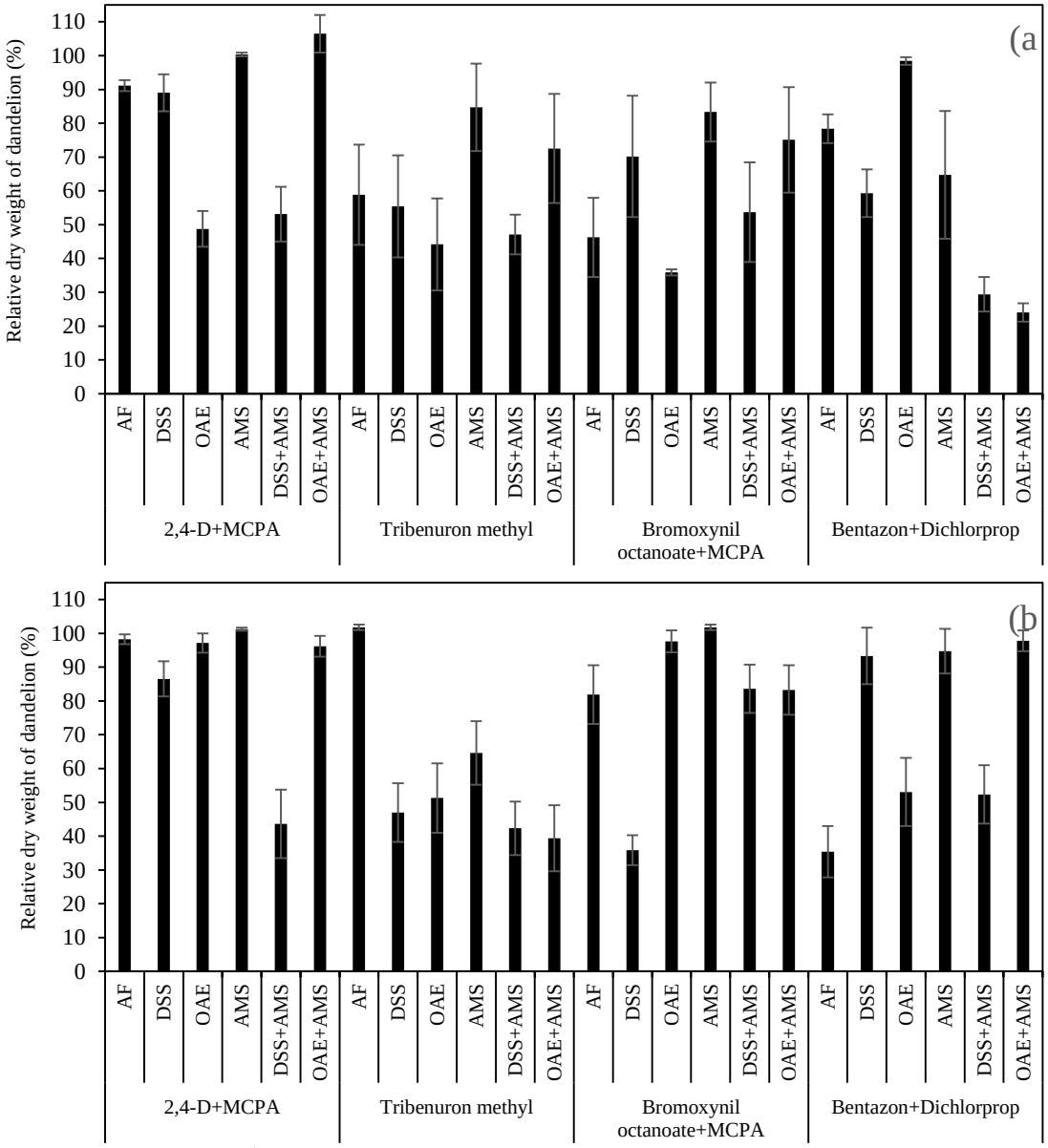
در فصل تابستان و در شرایط عدم مصرف مواد افزودنی، بیشترین وزن خشک گل قاصد به میزان ۳۰۳/۳۳ گرم در مترمربع، به علف‌کش تری بنورون متیل و کمترین آن به میزان ۱۰۵/٦۷ گرم در مترمربع، به علف‌کش بنتازون+ دیکلورپروپ متعلق بود و کاربرد بنتازون+ دیکلورپروپ، بیشترین کنترل علف‌هرز گل قاصد را در مقایسه با تیمار شاهد داشت (شکل ۱، 2b). در واقع در فصل تابستان، بیشترین وزن خشک نسبی گل قاصد به میزان ۱۰۱/۲٤، ۱۰۱/۷۸ و ۱۰۱/۷۸ درصد به‌ترتیب در تیمارهای توفوردی + امسی پی‌آ همراه با کاربرد ماده افزودنی سولفات آمونیوم، تری بنورون متیل در شرایط عدم حضور مواد افزودنی و بروموکسینیل اکتانوات+ امسی پی‌آ + اتیل هگزیل استر همراه با ماده افزودنی سولفات آمونیوم و همچنین کمترین وزن خشک نسبی به میزان ۳۵/۸۵ و ۳۵/۳۸

درصد به‌ترتیب در تیمار بروموکسینیل اکتانوات+ امسی پی‌آ + اتیل هگزیل استر همراه با ماده افزودنی دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم و کاربرد علف‌کش بنتازون+ دیکلورپروپ در عدم حضور مواد افزودنی مشاهده شد (شکل ۲b).



شکل ۱- تاثیر برهمکنش دو گانه علف‌کش و مواد افزودنی (AF: بدون ماده افزودنی، DSS: دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم، OAE: اسید اولئیک اتوکسیلات، AMS: سولفات آمونیوم) بر وزن خشک کل بوته گل قاصد در دو فصل بهار (a) و تابستان (b). حداقل تفاوت معنی‌دار برای فصل بهار و تابستان به‌ترتیب ۹۷/۹۱ و ۳۱/۰۷ است. خطوط عمودی روی ستون‌ها نشان دهنده خطای معیار است. میانگین کرت‌های شاهد بدون کاربرد علف‌کش با C مشخص شده است.

Figure. 1. Two-way interaction effects of herbicides and adjuvants (AF: without adjuvants, DSS: Dioctyl sulfosuccinate sodium, OAE: Oleic acid ethoxylate, AMS: Ammonium sulfate) on the total dry weight of dandelion in spring (a) and summer (b). The least significant differences for spring and summer are 97.91 and 31.07, respectively. Vertical bars on the columns indicate the standard error. The mean of control plots with no herbicide application is marked with C.



شکل ۲- تاثیر برهمکنش دو گانه علف‌کش و مواد افزودنی (AF: بدون ماده افزودنی، DSS: دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم، OAE: اسید اولئیک اتوکسیلات، AMS: سولفات آمونیوم) بر وزن خشک نسبی گل قاصد در دو فصل بهار (a) و تابستان (b). حداقل تفاوت معنی‌دار برای فصل بهار و تابستان به‌ترتیب برابر ۲۹/۱۵ و ۱۰/۹۲ است. خطوط عمودی روی ستون‌ها نشان دهنده خطای معیار هستند.

Figure 2. Two-way interaction effects of herbicides and adjuvants (AF: without adjuvants, DSS: Dioctyl sulfosuccinate sodium, OAE: Oleic acid ethoxylate, AMS: Ammonium sulfate) on the relative dry weight of dandelion in spring (a) and summer (b). The least significant differences for spring and summer are 29.15 and 10.92, respectively. Vertical bars on the columns indicate the standard error.

همان‌طور که نتایج نشان داد، مواد افزودنی باعث افزایش کارایی برخی علف‌کش‌ها کاهش برخی دیگرشد که بسته به فصل نیز این نتیجه متفاوت بود. مویان‌ها موجب کاهش زاویه تماس قطرک‌ها با سطح برگ می‌شوند و با این عمل، ناحیه بزرگ‌تری از کوتیکول مومی برگ به‌وسیله قطره پوشیده می‌شود. پوشاندن سطح بیشتری از برگ، موجب افزایش احتمال نفوذ ماده موثر علف‌کش به درون بافت‌های گیاه از طریق کوتیکول و روزنه‌ها می‌شود (Sharma & Singh, 2000). شارما و همکاران

(Sharma *et al*., 1996) نیز گزارش کردند که کاهش تعداد واحدهای اکسید اتیلن مویان‌ها باعث می‌شود که زاویه تماس قطره با سطح برگ کم‌تر و در نتیجه قدرت خیس‌کنندگی بیشتر شود.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که سولفات آمونیوم نسبت به کاهش دهنده‌های کشش سطحی مانند دی اکتیل سولفوسوکسینات سدیم و اولئیک اسید اتوکسیلات تاثیر ضعیف‌تری در افزایش کارایی علف‌کش‌ها در کنترل گل قاصد در چمن برموداگراس داشته است (شکل ۱، ۲a و ۲b). هر چند نتایج آزمایش‌های متعدد، تائیدکننده افزایش کارایی علف‌کش ها به‌واسطه مصرف سولفات آمونیوم بوده است (Green and Cahill, 2003; Aladesanwa & Oladimeji, 2005; Bastiani, 2021) و برای این افزایش کارایی علف‌کش‌ها توسط سولفات آمونیوم نیز دلایل فیزیولوژیک (Fielding & Stoller, 1990; Gronwald *et al*., 1993; Soltani *et al*., 2011) و فیزیکی (Devkota *et al*., 2016) ارائه شده است، ولی در مواردی نیز کاربرد سولفات آمونیوم تاثیری بر کارایی علف‌کش نداشت (Travlos *et al*., 2017).

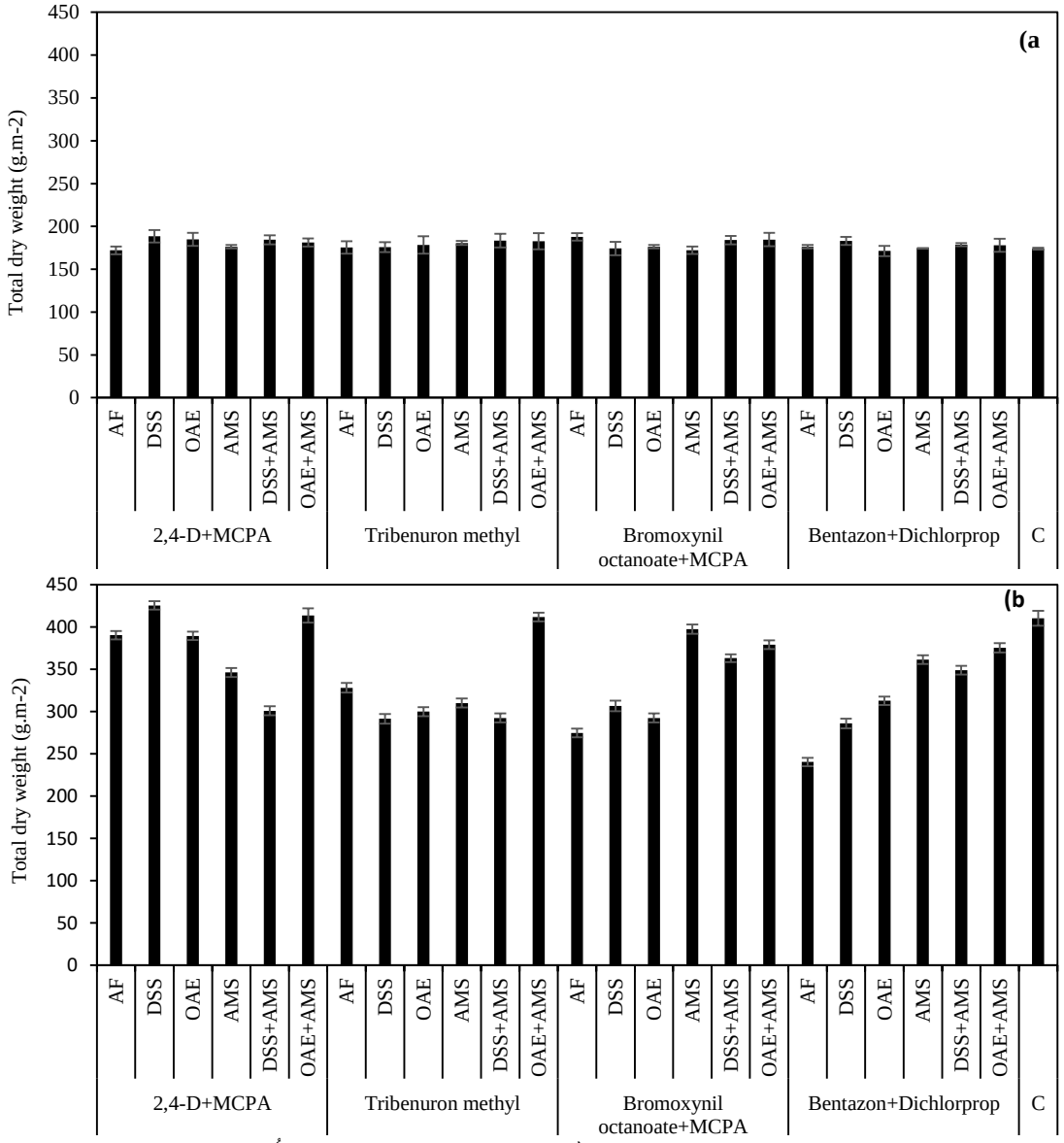
چمن

در فصل بهار مشاهده شد که بیشترین وزن خشک چمن به میزان ۱۸۸/۳۳ گرم در مترمربع، به تیمار علف‌کش توفوردی + امسی پی‌آ همراه با کاربرد ماده افزودنی دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم تعلق داشت که در مقایسه با تیمار شاهد، به میزان ۱۷٤ گرم افزایش داشت. همچنین کمترین وزن خشک چمن به میزان ۱۷۱/۳۳ گرم، در تیمار علف‌کش بنتازون+ دیکلورپروپ همراه با ماده افزودنی و اسید اولئیک اتوکسیلات مشاهده شد (شکل ۳a). در فصل تابستان نیز بیشترین وزن خشک چمن به میزان ٤۲۵/٦ گرم در مترمربع، در تیمار توفوردی + امسی پی‌آ همراه با کاربرد ماده افزودنی دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم و کمترین آن به میزان ۲٤۰/۵ گرم در مترمربع، در تیمار تری بنورون متیل در شرایط عدم کاربرد مواد افزودنی به دست آمد؛ وزن خشک چمن در تیمار شاهد، ٤۱۰/۲۵ گرم بود (شکل ۳b).

نتایج نشان داد که بالاترین وزن خشک نسبی چمن در فصل بهار، با استفاده از توفوردی+ امسی‌پی‌آ همراه با دی اکتیل سولفوسولفونات سدیم، بروموکسینیل+ امسی‌پی‌آ به همراه اولئیک اسید اتوکسیلات و سولفات آمونیوم به‌ترتیب به میزان ۱۰۸ و ۱۰٦ درصد و کمترین آن در بهار، با مصرف علف کش بروموکسینیل+ امسی‌پی‌آ به همراه سولفات آمونیوم و همچنین توفوردی+ امسی‌پی‌آ به‌ترتیب به میزان ۹۸ و ۹۹ درصد تولید شد (شکل ٤a). در فصل تابستان، بیشترین کاهش وزن خشک نسبی چمن از تیمار بنتازون + دیکلورپروپ به میزان ۵۸ درصد به‌دست آمد و بیشترین آن در تیمار تری‌بنورون متیل به همراه اولئیک اسید اتوکسیلات و سولفات آمونیوم و همچنین توفوردی+ امسی‌پی‌آ به همراه دی اکتیل سولفوسولفونات سدیم به‌ترتیب به میزان ۱۰۰/۵ و ۱۰۳/۸ تولید شد (شکل ٤b). در شرایط عدم مصرف مواد افزودنی در فصل بهار، بیشترین وزن خشک نسبی چمن به میزان ۱۰۷/۸۵ درصد، در تیمار علف‌کش بروموکسینیل اکتانوات+ امسی پی‌آ + اتیل هگزیل استر و کمترین آن به میزان ۹۸/۸۵ درصد، در تیمار علف‌کش توفوردی + امسی پی‌آ مشاهده شد (شکل ٤a). در فصل تابستان و در شرایط عدم مصرف مواد افزودنی، بیشترین وزن خشک نسبی چمن به میزان ۹۵/۲۷ درصد به علف‌کش توفوردی + امسی پی‌آ و آن به میزان ۵۸/٦۷ درصد، به علف‌کش بنتازون+ دیکلورپروپ تعلق داشت (شکل ٤b).

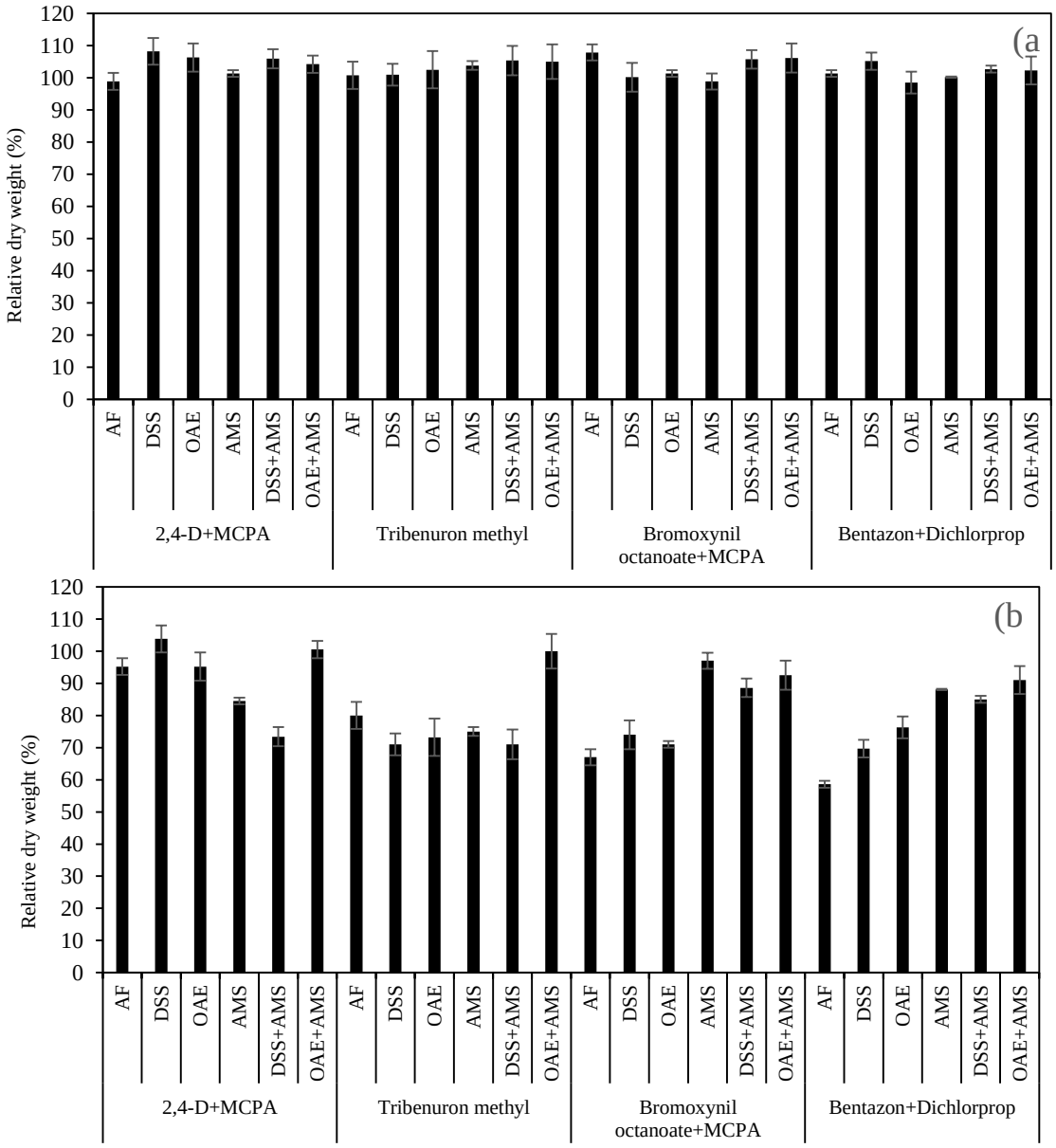
همان‌طور که ملاحظه می‌شود، رشد چمن در تابستان نسبت به بهار، تقریبا دو برابر بیشتر بود. گیاهان در هنگام رشد سریع به دلیل افزایش سریع حجم اندام هوایی، شاخ و برگ های ترد و تازه که هنوز لایه کوتیکولی ضعیف دارند تولید می‌کنند؛ در نتیجه علف‌کش‌ها به سادگی توسط آن‌ها جذب می‌شوند و در نهایت بیشتر تحت تأثیر علف‌کش‌ها قرار می‌گیرند (DeGreef *et al*., 2018). در بهار به دلیل رشد کمتر، خسارت معنی‌داری ایجاد نشد، ولی در تابستان باعث صدمه به چمن شد، به طوری که بیشترین خسارت به چمن توسط علف‌کش بنتازون+ دیکلورپروپ ایجاد شد. مشخص شده است که در شرایط بدون

تنش، اگر دما افزایش یابد، به‌دلیل تعرق بیشتر و باز شدن روزنه‌ها، فتوسنتز افزایش می‌یابد و تولید خالص چمن در اکوسیستم افزایش می‌یابد (Thienelt & Anderson, 2021).



شکل ۳- تاثیر برهمکنش دو گانه علف‌کش و مواد افزودنی (AF: بدون ماده افزودنی، DSS: دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم، OAE: اسید اولئیک اتوکسیلات، AMS: سولفات آمونیوم) بر وزن خشک کل چمن در دو فصل بهار (a) و تابستان (b). حداقل تفاوت معنی‌دار برای فصل بهار و تابستان به‌ترتیب برابر ۱٦/۷٦ و ۳/۷۵ است. خطوط عمودی روی ستون‌ها، نشان دهنده خطای معیار هستند. میانگین کرت‌های شاهد بدون کاربرد علف‌کش با C مشخص شده است.

Figur. 3. Two-way interaction effects of herbicides and adjuvants (AF: without adjuvants, DSS: Dioctyl sulfosuccinate sodium, OAE: Oleic acid ethoxylate, AMS: Ammonium sulfate) on the total dry weight of lawn in spring (a) and summer (b). The least significant differences for spring and summer are 16.76 and 3.75, respectively. Vertical bars on the columns indicate the standard error. The mean of control plots with no herbicide application is marked with C.



شکل ٤- تاثیر برهمکنش دو گانه علف‌کش و مواد افزودنی (AF: بدون ماده افزودنی، DSS: دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم، OAE: اسید اولئیک اتوکسیلات، AMS: سولفات آمونیوم) بر وزن خشک نسبی چمن در دو فصل بهار (a) و تابستان (b). حداقل تفاوت معنی‌دار برای فصل بهار و تابستان به‌ترتیب برابر ۹/٦۳ و ۱/۳۲ است. خطوط عمودی روی ستون‌ها نشان دهنده خطای معیار هستند.

Figure 4. Two-way interaction effects of herbicides and adjuvants (AF: without adjuvants, DSS: Dioctyl sulfosuccinate sodium, OAE: Oleic acid ethoxylate, AMS: Ammonium sulfate) on the relative dry weight of lawn in spring (a) and summer (b). The least significant differences for spring and summer are 9.63 and 1.32, respectively. Vertical bars on the columns indicate the standard error.

کارایی علف‌کش‌ها عموماً به عملکرد متابولیکی شامل سنتز اسید آمینه، فتوسنتز، سنتز چربی و موارد دیگر بستگی دارد که برای رشد گیاه ضروری است و در نتیجه هر گونه تغییر در آناتومی، مورفولوژی، فیزیولوژی و سوخت و ساز در شرایط تغییر اقلیم بر کارایی علف‌کش اثر می‌گذارد (Fernando *et al.*, 2016). به‌طورکلی اثرات علف‌کش‌ها بعد از سبز شدن در شرایط مطلوب محیطی بر علف‌های‌هرز افزایش می‌یابد و افزایش این کارایی، علاوه بر این‌که باعث کنترل بهتر علف‌هرز می‌شود و می‌تواند سبب خسارت به گیاه اصلی نیز شود (Shekoofa *et al.*, 2020). این نکته قابل ذکر است که

خوشبختانه اکثر گونه‌های چمن، این قابلیت را دارند که بعد از این‌که توسط علف‌کش‌ها حتی باریک‌برگ کش‌ها دچار خسارت شدند، با رشد مجدد، خود را احیا می کنند (Marques *et al*., 2021).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، بیشترین کاهش وزن خشک و وزن خشک نسبی گل قاصد در فصل بهار در حضور علف‌کش توفوردی + امسی پی‌آ، مربوط به کاربرد اسید اولئیک اتوکسیلات، در علف‌کش تری بنورون متیل مربوط به اسید اولئیک اتوکسیلات، در علف‌کش بروموکسینیل اکتانوات+ امسی پی‌آ + اتیل هگزیل استر مربوط به کاربرد اسید اولئیک اتوکسیلات و در علف‌کش بنتازون + دیکلورپروپ همراه با سولفات آمونیوم با اسید اولئیک اتوکسیلات بود. بیشترین کاهش وزن خشک و وزن خشک نسبی گل قاصد در فصل تابستان در حضور علف‌کش توفوردی + امسی پی‌آ مربوط به کاربرد سولفات آمونیوم با دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم، در علف‌کش تری بنورون متیل مربوط به سولفات آمونیوم با اسید اولئیک اتوکسیلات، در علف‌کش بروموکسینیل اکتانوات+ امسی پی‌آ + اتیل هگزیل استر مربوط به کاربرد دی اُکتیل سولفوسوکسینات سدیم بود. کاربرد مواد افزودنی همراه با علف‌کش بنتازون + دیکلورپروپ، باعث کاهش کارایی آن در تابستان شد. در مجموع کمترین کارایی در کنترل گل قاصد به تیمار علف‌کش توفوردی + امسی پی‌آ همراه با سولفات آمونیوم و اسید اولئیک اتوکسیلات تعلق داشت. همچنین بیشترین کارایی در کنترل گل قاصد به علف-کش بنتازون + دیکلورپروپ همراه با سولفات آمونیوم و اسید اولئیک اتوکسیلات در فصل بهار و تری بنورون متیل همراه با اولئیک اسید اتوکسیلات و سولفات آمونیوم در فصل تابستان تعلق داشت که همین تیمارها نیز کمترین اثر سوء را بر چمن برمودا‌گراس داشتند. در بهار به دلیل رشد کمتر چمن، خسارت معنی‌داری ایجاد نشد، ولی در تابستان باعث صدمه به چمن شد، به‌طوری‌که بیشترین خسارت به چمن توسط علف‌کش بنتازون+ دیکلورپروپ ایجاد شد.

منابع

Aladesanwa, R.D. and Oladimeji, M.O. 2005. Optimizing herbicidal efficacy of glyphosate isopropylamine salt through ammonium sulphate as surfactant in oil palm (*Elaeis guineensis*) plantation in a rainforest area of Nigeria. Crop Prot. 24:1068-1073.

Agriculture.com Staff. 2007. Hard water can hinder chemical efficacy. https://www.agriculture.com/crops/crop-protection/glyphosate-math-0. Accessed: April 22, 2022

Aliverdi, A., Ganbari, A., Rashed-Mohassel, M.H., Nassiri-Mahallati, M. and Zand, E. 2014. Overcoming the antagonistic effect from spray carrier minerals on imazethapyr activity. Agron. J. 106:1569-1573.

Anderson, E. 2021. The effect of anionic surfactants on herbicide mixtures and solutions. Master's thesis. Lincoln, NE: University of Nebraska. 92 pp.

Bastiani, M.O., Roma-Burgos, N., Langaro, A.C., Salas-Perez, R.A., Rouse, C.E., Fike, M.V., and Lamego, F. 2021. Ammonium sulfate improves the efficacy of glyphosate on South Africa lovegrass (*Eragrostis plana*) under water stress. Weed Sci. 69:167-176.

DeGreef, R.D., Varanasi, A.V., Dille, J.A., Peterson, D.E. and Jugulam, M. 2018. Influence of plant growth stage and temperature on glyphosate efficacy in common lambsquarters (*Chenopodium album*). Weed Technol. 32:448-453.

Devkota, P., Spaunhorst, D.J. and Johnson, W.G. 2016. Influence of carrier water pH, hardness, foliar fertilizer, and ammonium sulfate on mesotrione efficacy. Weed Technol. 30:617-628.

Fernando, N., Manalil, S., Florentine, S.K., Chauhan, B.S. and Seneweera, S. 2016. Glyphosate resistance of C3 and C4 weeds under rising atmospheric CO_2. Frontiers Plant Sci. 7:910.

Fielding, R.J. and Stoller, E.W. 1990. Effects of additives on the efficacy, uptake and translocation of the methyl ester of thifensulfuron. Weed Sci. 8:172-178.

Fresenburg, B.S. 2007. Commercial horticulture: Turf weed control. Available at http://extension.missouri.edu/xplor/agguides/hort/g06752.htm. Uni. of Missouri Ext. Accessed: May 14, 2007.

Green, J.M. and Cahill, W.R. 2003. Enhancing the biological activity of nicosulfuron whit pH adjusters. Weed Technol. 17:338-345.

Gronwald, J.W., Jourdan, S.W., Wyse, D.L., Somers, D.A. and Magnusson, M.U. 1993. Effect of ammonium sulfate on absorption of imazethapyr by quackgrass (*Elytrigia repens*) and maize (*Zea mays*) cell suspension cultures. Weed Sci. 41:325-334.

Khan, Z. and Thiem, L.T. 2006. Optimizing coagulation and direct filtration processes for low turbidity, low temperature waters. Electron. J. Environ. Agric. Food Chem. 5:1395-1406.

Koski, A.J. 2007. Broadleaf weed control in lawns. Available at http://www.ext.colostate.edu/ Pubs/Garden/ 03100.html. Accessed: July 2, 2007.

Landry, G., Murphy, T. Waltz, C., Braman, K., Hudson, W., Pettis, G. and Martinez, A. 2007. Turfgrass pest control recommendations for professionals. University of Georgia. 51-55.

Marques, R.F., de Marchi, S.R. and Martins, D. 2021. Development of lawns in response to applications of imazapic alone or combined with imazapyr. Rev. Bras. Eng. Agricola Ambient. 25:727-732.

Mueller, T.C., Main, C.L., Thompson, M.A. and Steckel, L.E. 2006. Comparison of glyphosate salts (Isopropylamine, Demonism, and Potassium) and calcium and magnesium concentration on the control of various weeds. Weed

Patton, A.J., Weisenberger, D.V. and Johnson, W.G. 2016. Divalent cations in spray water influence 2,4-D efficacy on dandelion (*Taraxacum officinale*) and broadleaf plantain (*Plantago major*). Weed Technol. 30:431-440.

Powell, A.J., Green, J.D. and Martin, J.R. 1979. Weed control recommendations for Kentucky bluegrass and tall fescue Technol. 20:164-171.lawns and recreational turf. Available at http://www.ca.uky. edu/agc/pubs/agr/ agr78/agr78.pdf. Uni. of Kentucky Ext. Revised: 2000. Accessed: May 20, 2000.

Salehi, E. 2020. Green Book 1400: Urban Green Space, Municipal procedure directive, Vol. 9, Municipalities and Rural Management Organization, Urban and Rural Planning Studies Centre, Ministry of Interior, Iran.

Schnick, P.J. and Boland, G.J. 2002. 2,4-D and Sclerotinia minor to control common dandelion. Weed Sci. 50:173-178.

Sharma, S.D., Kirkwood, R.C. and Whateley, T.I. 1996. Effect of non-ionic nonylphenol surfactants on surface physicochemical properties, uptake and distribution of asulam and diflufenican. Weed Res. 36:227-239.

Sharma, S.D. and Singh, M. 2000. Optimizing foliar activity of glyphosate on *Bidens frondosa* and *Panicum maximum* with different adjuvant types. Weed Res. 40:523-533.

Shekoofa, A., Brosnan, J.T., Vargas, J.J., Tuck, D.P. and Elmore, M.T. 2020. Environmental effects on efficacy of herbicides for postemergence goosegrass (*Eleusine indica*) control. Sci. Rep. 10:1-9.

Soltani, N., Nurse, R.E., Robinson, D.E. and Sikkema, P.H. 2011. Effect of ammonium sulfate and water hardness on glyphosate and glufosinate activity in corn. Can. J. Plant Sci. 91:1053-1059.

Thelen, K.D., Jackson, E.P. and Penner, D. 1995. The basis for the hard-water antagonism of glyphosate activity. Weed Sci. 43:541-548.

Thienelt, T.S. and Anderson, D.E. 2021. Estimates of energy partitioning, evapotranspiration, and net ecosystem exchange of CO_2 for an urban lawn and a tallgrass prairie in the Denver metropolitan area under contrasting conditions. Urban Ecosyst.1-20. In press.

Travlos, I., Cheimona, N. and Bilalis, B. 2017. Glyphosate efficacy of different salt formulations and adjuvant additives on various weeds. Agron. 60:2-9.