

مطالعه تأثیر چند علف‌کش در مهار علف‌های هرز سورگوم علوفه‌ای

(*Sorghum bicolor* L. Moench)

محمد حسن هادی‌زاده^{۱*}، حسین ترابی^۱، رضا پوراآذر^۲ و محمد علی باغستانی^۳

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی ۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان ۳- موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۸

چکیده

به منظور بررسی کارایی ترکیب‌های مختلف علف‌کش‌های پیش‌رویشی و پس‌رویشی برای مهار علف‌های هرز سورگوم علوفه‌ای، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ و در سه منطقه مشهد، اهواز و ورامین انجام شد. قالب طرح، بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و ۱۰ تیمار بود. تیمارها شامل دو علف‌کش پیش‌رویشی استوکلا (آسنیت EC ۵۰٪) و پندی‌متالین (استومپ EC ۳۳٪) به میزان ۳/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار در ترکیب با چهار علف‌کش پس‌رویشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ (SL ۶۷/۵٪)، توفوردی + دای‌کامبا (دیالان سوپر SL ۴۶/۶٪)، بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ (برومایسید ام آ EC ۴۰٪) و بنتازون (بازاگران SL ۴۸٪) به ترتیب به میزان ۱/۵، یک، ۱/۵ و ۱/۲ لیتر از ماده تجاری در هکتار همراه با دو شاهد بدون وجین و با وجین پیاده شدند. همه تیمارها در کنترل پهن‌برگ‌ها موفق بودند و با توجه به غالبیت پهن‌برگ‌ها در این تحقیق، عملکرد علوفه خشک سورگوم نسبت به شاهد بدون وجین و با وجین تیمارها افزایش یافت. تیمار استوکلا به همراه بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ در مهار پهن‌برگ‌ها موفق‌تر بود، در حالی که تیمارهای ترکیبی با بنتازون از کارایی کمتری برخوردار بودند. هیچیک از علف‌کش‌های استوکلا و پندی‌متالین قادر به کنترل باریک‌برگ چند ساله قیاق (*Sorghum halepense*) نبودند، در حالی که باریک‌برگ یک‌ساله درنه‌سرخه (*Echinochloa colonum*) توسط آن‌ها کنترل شد. استوکلا در کنار بنتازون در مهار اویارسلام مؤثر بود ولی نشانه‌هایی از خسارت توسط آن‌ها روی سورگوم مشاهده شد. گیاه‌سوزی جزئی استوکلا در مشهد با کاهش عملکرد سورگوم همراه نبود و توانست علف‌های هرز را مهار کند در حالی که گیاه‌سوزی بنتازون در اهواز موجب کاهش عملکرد شد.

واژه‌های کلیدی: نشانگان خسارت، کنترل شیمیایی، پیش‌رویشی، پس‌رویشی

* Corresponding author. E-mail: mhadizadeh@gmail.com

مقدمه

توفوردی (SL ۷۲٪) پس‌رویشی (یک کیلوگرم در هکتار) و بتازون (SL ۴۸٪) به شکل پس‌رویشی (دو تا چهار لیتر در هکتار) برای سورگوم توصیه شده‌اند (Mirkamali, 2005). همچنین بر طبق راهنمای جامع کنترل علف‌های هرز آمریکا (Anonymous, 1998)، علف‌کش‌های پس‌رویشی ویژه مهار علف‌های هرز پهن برگ سورگوم شامل توفوردی، بتازون، بوموکسینیل، دای‌کامبا، دیورون، پروسولفورون و هالوسولفورون می‌باشند. در خصوص کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی، نکات ایمنی شامل زمان مناسب کاربرد علف‌کش و مسئله بادرنگی علف‌کش‌های هورمونی و رعایت فاصله زمانی کاربرد تا برداشت یا چرانیدن در سورگوم علوفه‌ای باید رعایت شوند (Rosales-Robles *et al.*, 2005). از جمله علف‌کش‌های دیگر که می‌تواند به صورت پس‌رویشی استفاده شود، آترازین است که طیف وسیع تری از علف‌های هرز پهن برگ را نسبت به باریک برگ‌ها مهار می‌کند. در واقع آترازین بیشتر پهن‌برگ‌کش است و برای مهار باریک برگ‌ها باید یک علف‌کش دی نیتروآیلین با آن مخلوط شود (Grichar *et al.*, 2005). البته، سورگوم به بسیاری از علف‌کش‌های رایج ذرت تحمل کافی ندارد و این موضوع رعایت زمان‌بندی و میزان مناسب مصرف علف‌کش‌ها را ضروری‌تر می‌کند. به‌طور مثال طی آزمایشی در هند، با افزایش میزان مصرف آترازین پیش‌رویشی از ۰/۵ به یک کیلوگرم ماده موثره در هکتار، یا بتازون از یک به دو کیلوگرم در هکتار، نشانگان ظاهری خسارت به سورگوم شامل کوتاهی ساقه و کوتاهی پانیکول مشاهده گردید که در مواردی به کاهش عملکرد منتهی شد (Ramakrishna *et al.*, 1991). علف‌کش‌های دیگری نیز در مهار علف‌های هرز سورگوم دانه‌ای به‌عنوان راهکارهای جدید مورد بررسی قرار گرفته‌اند که نتایج مثبتی در بر داشته‌اند. به‌طور مثال، علف‌کش‌های ویژه برنج شامل سینوسولفورون، پایروفوس، پرتیلاکلر (Ishaya *et al.*, 2007)، فلوروکسی پیر (Bradley *et al.*, 2009) و متسولفورون+توفوردی (Brown *et al.*, 2004) از آن جمله

سورگوم یک گیاه زراعی در حال توسعه در ایران است که تحقیقات اندکی در زمینه مبارزه با علف‌های هرز آن انجام شده است (Fouman, 2012). با توجه به سرعت کند رشد سورگوم در چند هفته اول پس از جوانه‌زنی، این دوره مهم‌ترین زمان کنترل علف‌های هرز در این محصول است (Burnside & Wicks, 1967; Grichar, 2006; Ferrell *et al.*, 2007). در یک تحقیق حضور علف‌های هرز حداکثر تا دو هفته پس از کاشت و یا حذف علف‌های هرز حداقل به مدت چهار هفته پس از کاشت باعث جلوگیری از کاهش عملکرد سورگوم نسبت به شاهد بدون علف‌هرز شد (Burnside & Wicks, 1969). همچنین آشکار شده است که دوره عاری از علف‌هرز در سورگوم، با قبول حداکثر پنج درصد کاهش مجاز عملکرد، می‌تواند بین ۱۹ تا ۲۲ روز (Everaarts, 1993) یا ۲۰ تا ۳۱ روز (Barjasteh & Rahimian, 2006) پس از کاشت سورگوم باشد. بنابراین، پاک‌سازی مزرعه سورگوم از علف‌های هرز بوسیله علف‌کش‌ها یا کولتیواتور باید در فاصله کاشت تا مرحله پنج برگی گیاه انجام شود تا از کاهش عملکرد بیش از حد مجاز ممانعت کنند. تحقیقات نشان داده‌اند که سورگوم از جانب علف‌های هرز تابستانه مورد تداخل قرار می‌گیرد (Johnson *et al.*, 2007). رقابت ناشی از علف‌های هرز پهن برگ با این گیاه، عملکرد دانه سورگوم را بیشتر از رقابت گونه‌های باریک برگ یا مخلوط پهن برگ‌ها و باریک برگ‌ها کاهش می‌دهد (Feltner *et al.*, 1969).

تاکنون هیچ علف‌کش برای مهار علف‌های هرز سورگوم از سوی سازمان حفظ نباتات ایران ثبت نشده است (Anonymous, 2008; Yeganeh, 2011). در عین حال، در برخی منابع تعدادی علف‌کش شامل آترازین (WP ۸۰٪) به شکل پس‌رویشی (۱/۵ تا سه کیلوگرم در هکتار)، آلاکلر (EC ۴۸٪) به شکل پیش‌رویشی (۲/۵ تا سه لیتر در هکتار) به شرط آغشته سازی بذور سورگوم با مواد ایمن‌کننده،

مصرف و به وسیله دیسک با خاک مخلوط گردید. پس از ماه‌کشی، ردیف‌های کاشت احداث شدند و نقشه آزمایش پیاده شد. عملیات کاشت در مشهد به وسیله بذر کار آزمایشی و در سایر مناطق با دست انجام شد. باقی مانده کود شامل ۲۰۰ کیلوگرم اوره در دو نوبت به نسبت مساوی در مرحله چهار و هشت برگی سورگوم در بین ردیف‌ها و به صورت نواری پخش و با استفاده از فاروئر در عمق حدود ۱۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. سمپاشی با استفاده از سمپاش پشتی شارژی و افشانک بادبزی برای تیمارهای پیش‌کاشت و پیش‌رویش و افشانک شره‌ای برای تیمارهای پس‌رویش با فشار ثابت ۲/۵ بار که برای حداکثر ۲۸۰ لیتر در هکتار کالیبره شده بود، انجام شد. برای هر بلوک یک زهکش در نظر گرفته شد تا زه آب بلوک بالا وارد بلوک زیردست نشود. تیمار وجین دستی تا مرحله‌ی غلاف‌رفتن^۲ سورگوم ادامه یافت تا از عدم کاهش عملکرد توسط علف‌های هرزی که پس از آن سبز می‌شوند، اطمینان حاصل گردد. نمونه‌برداری از علف‌های هرز برابر زمان بندی (جدول ۲) به صورت تخریبی و با استفاده از دو بار کادر ۰/۵ × ۰/۵ متر مربع از یک سوم ابتدای هر کرت انجام شد که براساس آن، تعداد و وزن خشک علف‌های هرز به تفکیک گونه‌های اصلی مشخص شدند. خشک کردن نمونه‌ها در آون و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت صورت گرفت.

تعیین خسارت ظاهری علف‌کش به سورگوم دو هفته پس از اعمال آخرین تیمار و با استفاده از روش امتیازدهی اروپایی (EWRS) انجام شد (جدول ۳) (Kroschel, 2001). برای تعیین عملکرد علوفه خشک سورگوم، از دوسوم باقی مانده هر کرت نمونه‌برداری به عمل آمد. برای این منظور، ابتدا در هر چین علوفه دو ردیف وسط در طول چهار متر (در مشهد) و دو متر (در اهواز و ورامین) برداشت شد و وزن تر آن‌ها اندازه‌گیری شد. سپس از نمونه‌های علوفه تر هر کرت یک نمونه به وزن دو کیلوگرم جدا شد و پس از خشک کردن در آون، درصد

هستند که آخرین مورد دارای اثر آنتاگونیستی^۱ روی سورگوم و مهارکنندگی روی علف‌های هرز بوده است.

با توجه به حساسیت سورگوم به علف‌کش‌ها، لازم است راه‌کارهای مبارزه شیمیایی با حداقل تأثیر سوء بر عملکرد سورگوم و حداکثر توان مهار علف‌های هرز مورد بررسی قرار گیرند. همچنین حساسیت زیاد گیاهان زراعی پهن برگ مستقر در مجاورت مزارع سورگوم به بادبردگی علف‌کش‌های هورمونی و خطرات جانبی استفاده از آن‌ها، می‌تواند از طریق جایگزین کردن، اختلاط یا کاهش مصرف علف‌کش‌ها تعدیل شود. بر این اساس، آزمایش فوق به‌منظور یافتن تیمارهای شیمیایی مناسب در دو مرحله‌ی پیش‌رویشی و پس‌رویشی با استفاده از پهن برگ‌کش‌های هورمونی و غیر هورمونی برای مهار علف‌های هرز در سورگوم و بررسی احتمال نشانگان ظاهری خسارت ناشی از کاربرد آن‌ها در گیاه زراعی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سه منطقه‌ی مشهد، اهواز و ورامین به مدت یک سال (۱۳۸۹) به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۱). هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف ۱۱ متری به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از هم (در مشهد) و پنج ردیف شش متری در اهواز و ورامین بود. فاصله بوته‌ها در هر ردیف ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. رقم سورگوم اسپیدفید، از ارقام متوسط رس (۱۲۰ روزه) در دو منطقه اهواز و ورامین و لاین امید بخش MSL201 در مشهد با تراکم ۲۶۷۰۰۰ بوته در هکتار در تاریخ‌هایی که شرح آنها در جدول ۲ آورده شده است، کاشته شد. پس از انجام عملیات شخم در پاییز ۱۳۸۸، زمین تا بهار سال بعد به حال خود رها شد. در خرداد ماه و به محض مناسب شدن شرایط خاک برای تردد تراکتور، کود مورد نیاز براساس توصیه کارشناسان (شامل ۲۵۰ کیلوگرم فسفات، ۱۵۰ کیلوگرم پتاس به همراه ۵۰ کیلوگرم اوره)

² Booting

¹ Antagonistic

رطوبت آن‌ها محاسبه شد. با استفاده ضرایب بدست آمده عملکرد علوفه خشک هر کرت (تن بر هکتار) محاسبه شد.

جدول ۱- مشخصات تیمارها

Table 1-Treatment specifications

Herbicide Common Name	Product and Formulation	Product Application Rate	Application Time
acetochlor+(2,4-D+MCPA)	Acenit (EC50%)+U46 combi fluid (SL67.5%)	3.5 L ha ⁻¹ +1.5 L ha ⁻¹	Acenit as preemergence, irrigation and then application of U 46 Combi Fluid at 5 leaf stage of sorghum
acetochlor+(2,4-D+dicamba)	Acenit (EC50%)+Dialen Super (SL46.6%)	3.5 L ha ⁻¹ +1 L ha ⁻¹	Acenit as preemergence, irrigation and then application of Dialan Super at 3-5 leaf stage of sorghum
acetochlor+(bromoxynil+MCPA)	Acenit (EC50%)+Bromicide MA (20% Bromoxynil+20% MCPA)	3.5 L ha ⁻¹ +1.5 L ha ⁻¹	Acenit as preemergence, irrigation and then application of Bromicide MA at 5 leaf stage of sorghum
acetochlor+bentazon	Acenit (EC50%)+Basagran (SL48%)	3.5 L ha ⁻¹ +1.2 L ha ⁻¹	Acenit as preemergence, irrigation and then application of Basagran at 5 leaf stage of sorghum
pendimethalin+(2,4-D+MCPA)	Stomp (EC33%)+U 46 combi fluid (SL 67.5%)	4 L ha ⁻¹ +1.5 L ha ⁻¹	Stomp as preemergence, irrigation and then application of U 46 combi fluid at 5 leaf stage of sorghum
pendimethalin+(2,4-D+dicamba)	Stomp (EC33%)+Dialen Super (SL46.4%)	4 L ha ⁻¹ +1 L ha ⁻¹	Stomp as preemergence, irrigation and then application of Dialan Super at 3-5 leaf stage of sorghum
pendimethalin+(bromoxynil+MCPA)	Stomp (EC33%)+Bromicide MA (EC40%)	4 L ha ⁻¹ +1.5 L ha ⁻¹	Stomp as preemergence, irrigation and then application of Bromicide MA at 5 leaf stage of sorghum
pendimethalin+bentazon	Stomp (EC33%)+Basagran (SL48%)	4 L ha ⁻¹ +1.2 L ha ⁻¹	Stomp as preemergence, irrigation and then application of Basagran at 5 leaf stage of sorghum
Weed-Infestation Check (WI)	--	--	2 plots per block
Weed-Free Check (WF)	--	--	Up to sorghum booting stage

جدول ۲- جدول زمانی کاشت، نمونه‌گیری علف‌های هرز و برداشت سورگوم در مناطق اجرای تحقیق

Table 2- Sorghum seeding, weed sampling and harvest schedule in research locations

Locations	Seeding Dates	Weed Sampling Intervals (days after last spray)	Cutting Dates	
			First Cut	Second Cut
Mashhad	7 June 2010	30	16 Oct. 2010	--
Ahwaz	16 June 2010	40	30 Aug. 2010	1 Nov. 2010
Varamin	8 July 2010	40	16 Aug. 2010	2 Oct. 2010

جدول ۳- امتیاز بندی خسارت ظاهری به گیاه زراعی بر اساس روش امتیاز بندی اروپایی

Table 3- EWRS-scale for visual rating of phytotoxicity

Class	Symptoms of damage
1	No damage/healthy plant
2	Very slight symptoms/weak suppression
3	Slight, but clearly visible symptoms
4	Sever symptoms (e.g. chlorosis), which do not lead to as negative effect on yield
5	Thining, severe chlorosis or suppression; yield reduction expected
6	
7	
8	Sever damage up to complete destruction
9	

نتایج و بحث

طیف علف‌های هرز

طیف علف‌های هرز غالب در سه آزمایش در جدول ۴ نشان داده شده است. دو علف‌هرز کنجد شیطان (*Cleome viscosa*)، و طحله (*Corchorus olitorius*) خاص اقلیم خوزستان هستند و در مناطق دیگر آزمایش به کلی یافت نمی‌شوند (Shimi & Termeh, 2004). علف‌هرز درنه سرخه (*Echinochloa colonum*)، نیز در آزمایش خوزستان حضور داشت ولی در مناطق دیگر مشاهده نشد و همچنین می‌توان گفت جزو طیف علف‌های هرز مزارع آن مناطق هم نیست (Shimi & Termeh, 2004). تاتوره (*Datura stramonium*)، قیاق (*Sorghum halepense*) و سوروف (*Echinochloa crus-galli*) در آزمایش مشهد مشاهده نشدند ولی جزو طیف علف‌های هرز مزارع این منطقه محسوب می‌شوند (Shimi & Termeh, 2004).

تراکم و وزن خشک علف‌های هرز

اثر تیمار بر تراکم سه گونه تاج‌خروس (*Amaranthus sp.*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و خرفه (*Portulaca oleracea*) و همچنین کل علف‌های هرز در منطقه مشهد و به ترتیب در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۵ معنی‌دار شد. همچنین این اثر بر وزن خشک گونه‌های مذکور و کل علف‌های هرز به ترتیب در سطح ۰/۰۱، ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۱ معنی‌دار شد (جدول نشان داده نشده است). در

این آزمایش دو گونه‌ی دیگر شامل پیچک (*Convolvulus arvensis*) و اوپارسلام (*Cyperus sp.*) هم حضور داشتند (جدول ۴) که تیمارها تأثیر معنی‌دار بر جمعیت آنها نگذاشت. آزمایش مشهد تأیید کرد که همه تیمارهای علف‌کش مورد استفاده، نسبت به شاهد بدون وجین در گروه جداگانه‌ای با آن قرار گرفتند ولی در مهار پهن برگ‌ها موفقیت یکسانی نداشتند (جدول ۵) این علف‌کش‌ها دارای طیف وسیع پهن برگ‌کشی هستند و کاربرد آن‌ها برای این منظور توصیه شده است (Fennimore, 2009; Tomlin, 2009; Kegley et al., 2010; Yeganeh, 2011; EPA, 2012). تیمارهای حاوی پندیمتالین در کاهش وزن خشک کل علف‌های هرز ضعیف‌تر از تیمارهای حاوی استوکلر بودند (جدول ۵). همچنین طیف پهن برگ‌کشی بتازون نسبت به سایر علف‌کش‌های پس‌رویشی مورد استفاده که همگی به طور کلی ضعیف‌تر است (Fennimore, 2009, Tomlin, 2009). از این رو ترکیب تیماری پندیمتالین و بتازون نتوانست علف‌های هرز آزمایش مشهد را به خوبی بقیه تیمارها مهار کند. با این که اثر تیمار بر صفات اوپارسلام و پیچک معنی‌دار نشد، مقایسه میانگین‌ها تفاوت‌هایی را بین تیمارها آشکار ساخت. بر این اساس بتازون در کنار استوکلر برتری خود را در مهار اوپارسلام نسبت به بقیه نشان داد (جدول ۵). در تأیید این نتیجه گزارش شده است که بتازون در مهار گونه‌های اوپارسلام شامل *C. serotinus*، *C. esculentus*، *Cyperus difformis* تا حدودی موفق بوده است و استوکلر به میزان سه کیلوگرم ماده

جدول ۴- علف‌های هرز حاضر در سه منطقه مختلف اجرای تحقیق

Table 4-Weeds observed in three locations

Commun name	Binomial name	Locations		
		Mashhad	Ahwaz	Varamin
Pigweed	<i>Amaranthus sp.</i>	+	+	+
Common lambsquarters	<i>Chenopodium album L.</i>	+		+
Field bindweed	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	+		+
Jimson weed	<i>Datura stramonium L.</i>			+
Common purslane	<i>Portulaca oleracea L.</i>	+		+
Nutsedge	<i>Cyperus sp.</i>	+		+
Barnyard grass	<i>Echinochloa crus-galli (L.) Beauv</i>			+
Johnson grass	<i>Sorghum halepense (L.) Pers.</i>			+
Jungle rice	<i>Echinochloa colonum (L.) Link</i>		+	
Nalta jute	<i>Corchorus olitorius L.</i>		+	
Jazmin de rio	<i>Cleome viscosa L.</i>		+	

درنه سرخه به‌راحتی توسط پندی‌متالین کنترل شده است (Caseley *et al.*, 1997). در جدول ۶ افزایش قابل ملاحظه‌ی وزن خشک درنه سرخه در تیمارهای دارای بنتازون نسبت به سایر تیمارها مشاهده می‌شود. این افزایش وزن که به معنی رشد بیشتر این علف‌هرز است زیر تاثیر گیاه‌سوزی بنتازون روی سورگوم و رشد کمتر بوته‌های سورگوم و نه اثر علف‌کش‌های پس‌رویشی اتفاق افتاد. این نتیجه نقش رقابت-کنندگی سورگوم را روی علف‌های‌هرز به خوبی آشکار می‌کند.

در منطقه ورامین با توجه به اینکه تیمار وجین دستی حذف علف‌های‌هرز تا زمان خوشه دهی ادامه نیافت، داده‌های بدست آمده از آن در تجزیه و تحلیل‌های آماری مورد استفاده قرار نگرفت تا از صحت مقایسات اطمینان حاصل گردد. بر این اساس اثر تیمار بر تراکم و وزن خشک مجموع علف‌های‌هرز پهن برگ مهم شامل تاج‌خروس، سلمه‌تره و تاتوره در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار شد. سایر علف‌های‌هرز مهم این آزمایش شامل قیاق و اوپارسلام بودند که اثر تیمار بر صفات آن‌ها معنی‌دار نشد. این اثر بر وزن خشک کل علف‌های‌هرز در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار شد (جدول نشان داده نشده است). مطابق نتایج دو آزمایش دیگر، موفقیت عملکرد همه تیمارها در کنترل پهن برگ‌ها متفاوت بود ولی توانستند وزن خشک آن‌ها را نسبت به شاهد بدون وجین کاهش دهند (جدول ۷). در این آزمایش قیاق و اوپارسلام سهم قابل توجهی از کل علف‌های‌هرز را به خود اختصاص دادند. این امر موجب کاهش کارایی سه تیمار آزمایش شامل استوکلر به همراه توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ، پندی‌متالین به همراه بروموکسینیل +ام‌سی‌پی‌آ و پندی‌متالین + بنتازون در کاهش وزن خشک کل علف‌های‌هرز گردید به‌طوری که نتوانستند وزن خشک کل علف‌های‌هرز را نسبت به شاهد بدون وجین کاهش دهند (جدول ۷). مطابق دو آزمایش دیگر عملکرد پندی‌متالین+ بنتازون در این خصوص از سایر تیمارها ضعیف‌تر بود (جدول ۵، جدول ۶ و جدول ۷). در این آزمایش هیچ تیماری

مؤثره در هکتار (۱/۷ برابر میزان مصرف در این تحقیق)، اوپارسلام زرد (*C. esculentus*) را در ذرت به‌طور کامل کنترل کرده‌است (Fennimore, 2009, Tomlin, 2009). در خصوص سایر علف‌کش‌های مورد استفاده در این تحقیق چنین توانایی گزارش نشده است. همچنین گزارش شده است که توفوردی و دای کامبا تا حدودی پیچک را کنترل کرده‌اند (Fennimore, 2009). نتایج آزمایش مشهد هم نشان داد وزن خشک پیچک در تیمارهای حاوی توفوردی+دای کامبا نسبت به شاهد بدون وجین در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند (جدول ۵).

در اهواز اثر تیمار بر تراکم گونه‌های تاج خروس، درنه سرخه، کنجد شیطانی و کل علف‌های‌هرز در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار شد. همچنین این اثر بر تراکم طحله در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار گردید. اثر تیمار بر وزن خشک گونه‌های مذکور و وزن خشک کل علف‌های‌هرز هم در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار شد (جدول نشان داده نشده است). بر اساس مقایسه میانگین داده‌های آزمایش، همه علف‌کش‌ها تراکم (جدول نشان داده نشد) و وزن خشک تک تک و کل علف‌های‌هرز را نسبت به شاهد بدون وجین کاهش دادند که حاکی از عملکرد کم و بیش موفقیت آمیز همگی آن‌ها بود (جدول ۶). موفقیت علف‌کش‌ها در مهار پهن برگ‌ها (تاج خروس، کنجد شیطانی و طحله) برابر انتظار بود و همان‌طور که جدول ۶ نشان می‌دهد، این عملکرد در تیمارهایی که از بنتازون به عنوان علف‌کش پس‌رویشی استفاده شده بود نسبت به سایر تیمارهای علف‌کش ضعیف‌تر بود. اما درنه سرخه یک باریک برگ یک ساله است و همان‌طور که جدول ۶ نشان می‌دهد علف‌کش‌های پس‌رویشی آزمایش که همگی پهن‌برگ‌کش هستند نقشی در کنترل آن نداشتند و مهار آن توسط پندی‌متالین و استوکلر انجام شد. تحقیقات نشان داده‌اند هر دو علف‌کش پیش‌رویشی استوکلر و پندی‌متالین طیف وسیعی از گندمیان یک ساله را کنترل می‌کنند (Fennimore, 2009; Tomlin, 2009; Kegley *et al.*, 2010) و در چند آزمایش

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های وزن خشک علف‌های هرز (گرم در متر مربع) ۳۰ روز پس از سمپاشی در مشهد

Table 5- Means comparison for weed dry matter (g.m⁻²) 30 days after last spray in Mashhad

Treatment	<i>Amaranthus</i> sp.	<i>Chenopodium album</i>	<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Cyperus</i> spp.	Total
acetochlor+(2,4-D+MCPA)	5.0cd	0.5b	9.5bc	6.3ab	1.3a	22.6c
acetochlor+(2,4-D+dicamba)	9.3cd	0.0b	0.0c	2.1b	0.4a	11.8c
acetochlor+(bromoxynil+MCPA)	1.2d	0.0b	0.5c	5.6ab	0.9a	8.2c
acetochlor+bentazon	4.3cd	1.4b	0.9c	6.2ab	0.0a	12.8c
pendimethalin+(2,4-D+MCPA)	25.7bc	0.0b	0.0c	3.4ab	5.6a	34.7c
pendimethalin+(2,4-D+dicamba)	40.8bc	0.0b	3.8bc	1.4b	3.0a	49bc
pendimethalin+(bromoxynil+MCPA)	29.3bcd	0.0b	0.5c	0.9b	0.2a	30.9c
pendimethalin+bentazon	73.3b	0.5b	25.9ab	0.1b	1.6a	101.4b
WI	117.2a	5.5a	36.9a	20.7a	5.2a	185.5a

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

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های وزن خشک علف‌های هرز (گرم در متر مربع) ۴۰ روز پس از سمپاشی در اهواز

Table 6- Means comparison for weed dry matter (g.m⁻²) 40 days after last spray in Ahwaz

Treatment	<i>Amaranthus</i> sp.	<i>Echinochloa colonum</i>	<i>Corchorus olitorius</i> L.	<i>Cleome viscosa</i> L.	Total
acetochlor+(2,4-D+MCPA)	9.8c	13.0c	20.8c	13.0c	56.6c
acetochlor+(2,4-D+dicamba)	11.0c	12.8c	16.8c	11.8c	52.4c
acetochlor+(bromoxynil+MCPA)	9.3c	12.8c	17.8c	10.0c	49.9c
acetochlor+bentazon	115.3b	79.3b	114.8b	98.3b	407.7b
pendimethalin+(2,4-D+MCPA)	13.8c	11.0c	19.0c	10.5c	54.3c
pendimethalin+(2,4-D+dicamba)	13.0c	9.8c	12.8c	10.0c	45.6c
pendimethalin+(bromoxynil+MCPA)	12.0c	8.8c	13.5c	9.3c	43.6c
pendimethalin+bentazon	115.8b	72.8b	112.5b	89.3b	390.4b
WI	194.8a	170.3a	210.0a	173.35a	748.5a

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

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های وزن خشک علف‌های هرز (گرم در متر مربع) ۴۰ روز پس از سمپاشی در ورامین

Table 7- Means comparison for weed dry matter (g.m⁻²) 40 days after last spray in Varamin

Treatment	Broadleaves*	<i>Sorghum halepense</i>	<i>Cyperus</i> spp.	Total
acetochlor+(2,4-D+MCPA)	102.0b	121.0ab	9.9ab	232.9ab
acetochlor+(2,4-D+dicamba)	51.1bcd	110.0ab	22.5a	183.6b
acetochlor+(bromoxynil+MCPA)	34.1cd	34.6ab	9.9ab	78.6c
acetochlor+bentazon	63.4bcd	26.3ab	6.9ab	96.6c
pendimethalin+(2,4-D+MCPA)	33.2cd	82.5ab	14.9ab	130.6bc
pendimethalin+(2,4-D+dicamba)	22.7d	49.9ab	49.7a	122.3bc
pendimethalin+(bromoxynil+MCPA)	88.8b	128.0ab	13.4a	230.2ab
pendimethalin+bentazon	103.2bc	143.4a	8.2ab	254.8ab
WI	329.9a	31.6ab	1.7b	363.6a

*Including *Amaranthus* sp., *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Datura stramonium* and *Portulaca oleracea*. In the same column, values followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($\alpha=0.05$).

شدید پهن برگ‌ها و عدم تأثیر علف‌کش‌ها روی قیاق و اوپارسلام، به آن‌ها فرصت رشد داده است.

عملکرد علوفه

در آزمایش مشهد به علت برخورد با سرمای زودرس فقط یک چین برداشت شد. در تجزیه واریانس اثر تیمار بر عملکرد علوفه خشک معنی‌دار نشد (جدول نشان داده نشده است). با این حال آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ تفاوت‌هایی را بین تیمارها آشکار ساخت (جدول ۸)، به طوری که تیمار استوک‌ر به همراه بتازون در گروه آماری برترین و دو تیمار

قیاق را کنترل نکرد. در بررسی منابع شواهدی مبنی بر کنترل باریک برگ‌های چند ساله از جمله قیاق توسط علف‌کش‌های مورد استفاده در این تحقیق وجود ندارد (Fennimore, 2009, Tomlin, 2009). نکته دیگر این‌که تراکم و وزن خشک قیاق و اوپارسلام در تیمار شاهد بدون وجین کمتر از تیمارهای شیمیایی بود (جدول ۷). این نتیجه نشان می‌دهد که در شاهد بدون وجین حضور غالب پهن برگ‌ها باعث سرکوب این دو گونه شده است در حالی که در تیمارهای شیمیایی، سرکوب

همان‌طور که جدول ۸ نشان می‌دهد در اهواز ضعف این ترکیب تیماری علف‌کش از نظر عملکرد تا چین دوم و تا پایان ادامه داشت. ارزیابی چشمی میزان گیاه سوزی بر اساس استاندارد انجمن علوم علف‌های‌هرز اروپا (جدول ۳) نشان داد علف‌کش‌های مورد استفاده به جز تیمارهای دارای بنتازون هیچ گونه اثر سوئی بر سورگوم نداشتند. اثر بنتازون در آزمایش اهواز به شکل زردی موقت دیده شد که از دو تا هفت هفته پس از کاربرد بنتازون بر پایه استوکلر، خسارت ظاهری به سورگوم از ۳۰ درصد به هشت درصد کاهش یافت. برای تیمار کاربرد بنتازون بر پایه پندیمتالین خسارت ظاهری از ۲۵ درصد در هفته دوم تا چهار درصد در هفته هفتم کاهش یافت. با وجود رفع اثر ظاهری خسارت، دامنه آن تا کاهش معنی‌دار عملکرد ادامه یافت. راماکرشنا و همکاران (Ramakrishna et al., 1991) نیز نشان دادند که علف‌کش بنتازون می‌تواند باعث کاهش عملکرد در سورگوم شود که تأییدی بر نتایج این منطقه آزمایش بود. در آزمایش آن‌ها افزایش میزان مصرف بنتازون از یک به دو کیلوگرم در هکتار باعث کوتاهی ساقه و پانیکول و کاهش عملکرد شد. در آزمایش‌های مشهد و ورامین، با توجه به شرایط اقلیمی سردتر، چنین خسارتی از جانب بنتازون مشاهده نشد. علف‌کش بازاگران (محتوی ۴۴٪ بنتازون به شکل نمک سدیم) در برخی کشورها از جمله آمریکا برای سورگوم علوفه‌ای و دانه‌ای هم توصیه شده است (EPA, 2012) در حالی که بازاگران ثبت شده در ایران که در این تحقیق استفاده شد (محتوی ۴۸٪ بنتازون به شکل نمک سدیم) تا سال ۱۳۹۰ برای سورگوم توصیه نشده است (Yeganeh, 2011). بنابراین تا انجام تحقیقات بیشتر رعایت احتیاط در شرایط و میزان مصرف آن در سورگوم ضروری است. همان‌طور که جدول ۶ نشان می‌دهد عملکرد در چین دوم اهواز کمتر از عملکرد در چین اول بود. این نتیجه طبیعی به نظر می‌رسد چرا که به دلیل مصادف شدن چین دوم با انتهای فصل و کاهش دما، رشد کمتر سورگوم را بدنبال داشته است.

پندی‌متالین به همراه توفوردی+دای‌کامبا و پندی‌متالین به همراه بنتازون در گروه ضعیف‌ترین قرار گرفتند (جدول ۸).

بررسی چشمی میزان گیاه‌سوزی بر اساس روش استاندارد (جدول ۳) نشان داد که تیمارهای استوکلر و پندی‌متالین در مواردی باعث بروز نشانگان خسارت به شکل زردی و بنفش شدن به گیاهچه‌های سورگوم شدند که گاهی با بد سبزی همراه بود. مسمومیت ناشی از کاربرد پیش‌کاشت پندی‌متالین در ذرت پیش‌تر نیز گزارش شده است و در خصوص پیشگیری از گیاه‌سوزی استوکلر توصیه جدی بر استفاده از مواد ایمن‌کننده است (Tomlin, 2009). در هر حال به دلیل آنکه سورگوم گیاهی است که با پنجه‌زنی قادر به پر کردن فواصل خالی بین بوته‌ها است، دامنه این موارد آسیب به عملکرد نرسید.

با توجه به نتایج این آزمایش تمام علف‌کش‌های مورد استفاده چه از نظر مهار علف‌های‌هرز و چه از نظر حفظ عملکرد در مقایسه با شاهد بدون و چین به طور نسبی موفق ارزیابی شدند و می‌توانند در سورگوم به صورت متناوب مورد استفاده قرار گیرند. سورگوم گیاه علوفه‌ای خفه‌کننده محسوب می‌شود و چنانچه در ابتدای رشد از جانب علف‌های‌هرز یا عوامل دیگر مورد تهدید قرار نگیرد به سرعت بر علف‌های‌هرز غلبه و عملکرد را جبران می‌کند (Everaarts, 1993).

نتایج تجزیه واریانس برای عملکرد در چین اول و دوم و مجموع دو چین در اهواز حاکی از اثر معنی‌دار ($p \leq 0.01$) تیمارها بود (جدول نشان داده نشده است) به طوری که همه تیمارهای علف‌کش بجز ترکیب‌های تیماری بر پایه علف‌کش پس‌رویشی بنتازون توانستند عملکرد علوفه را تا حد شاهد و چین شده حفظ کنند (جدول ۸). کم‌ترین عملکرد در چین اول مربوط به تیمارهای علف‌کش بر پایه پس‌رویشی بنتازون بود (جدول ۸). این نتیجه طبیعی به نظر می‌رسد چرا که حضور علف‌های‌هرز بیشتر در کنار سورگوم در مراحل اولیه رشد موجب کاهش عملکرد شده است (جدول ۶). اما

جدول ۸- مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای آزمایش بر عملکرد علوفه خشک سورگوم (تن در هکتار) در هر منطقه آزمایش

Table 8- Means comparison for Forage dry matter yield (t.ha⁻¹) in each location

Treatment	Location						
	Mashhad	Ahwaz			Varamin		
	1 Cut	1st Cut	2nd Cut	Total	1st Cut	2nd Cut	Total
acetochlor+(2,4-D+MCPA)	8.99ab	8.80a	5.81a	14.61a	9.08bc	9.03abc	18.11ab
acetochlor+(2,4-D+dicamba)	8.66ab	8.82a	5.91a	14.73a	11.83a	10.01ab	21.84a
acetochlor+(bromoxynil+MCPA)	9.50ab	9.01a	5.90a	14.91a	11.81a	10.20ab	22.01a
acetochlor+bentazon	11.33a	4.27b	3.15b	7.42b	11.99a	10.37ab	22.36a
pendimethalin+(2,4-D+MCPA)	9.62ab	9.08a	5.74a	14.82a	9.96abc	11.09a	21.05a
pendimethalin+(2,4-D+dicamba)	8.12b	8.75a	5.83a	14.58a	11.16ab	10.68a	21.84a
pendimethalin+(bromoxynil+MCPA)	8.89ab	8.67a	5.89a	14.56a	11.24ab	9.58ab	21.82a
pendimethalin+bentazon	7.94b	4.90c	2.88b	7.78b	11.13ab	8.43bc	19.56a
WI	7.27b	3.21d	2.22c	5.43c	7.73c	7.17c	14.91b
WF	9.13ab	12.20a	9.90a	22.10a	12.21a	9.93ab	22.14a

Values followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ($\alpha=0.05$).

با تیمارهای شاهد و پندی‌متالین به همراه بنتازون اختلاف آماری معنی‌دار نشان داد (جدول ۸). عملکرد تیمار پندی‌متالین به همراه بنتازون در چین اول بالا بود ولی در چین دوم کاهش نشان داد (جدول ۸) که مشابه نتایج مشهد و اهواز است. عدم اختلاف معنی‌دار بین اغلب تیمارها در چین دوم را می‌توان به برداشت و حذف علف‌های هرز همزمان با برداشت محصول در چین اول نسبت داد. براساس مشاهدات در زمان برداشت، عملاً اختلاف چشمگیری از نظر تراکم و میزان رشد علف‌های هرز در کرت‌های مختلف آزمایش وجود نداشت و حضور علف‌های هرز در این مرحله به حداقل مقدار خود رسید. رشد زیاد سورگوم و سایه‌اندازی آن در مرحله اول به همراه قطع علف‌های هرز از سطح خاک در زمان برداشت سبب گردید که اغلب علف‌های هرز باقی‌مانده حذف شده و نتوانند برای چین دوم ایجاد رقابت نمایند. تحقیقات نشان داده‌اند سورگوم در چند هفته اول پس از جوانه‌زنی، سرعت رشد کند دارد و این دوره مهم‌ترین زمان کنترل علف‌های هرز در این محصول است (Burnside & Wicks, 1967; Grichar, 2006;)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارها بر عملکرد چین اول، دوم و کل در منطقه ورامین در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار شد (جدول نشان داده نشده است)، به‌طوری که همه تیمارها عملکرد علوفه را نسبت به شاهد بدون وجین افزایش دادند. البته میزان افزایش عملکرد در تیمار استوک‌کلر به همراه توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ به اندازه‌ای نبود که در گروهی متفاوت از گروه شاهد بدون وجین قرار گیرد (جدول ۸). در چین اول تیمارهای استوک‌کلر به همراه بنتازون، استوک‌کلر به همراه توفوردی + دی‌کامبا و استوک‌کلر به همراه بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ در گروه تیمارهای برتر قرار داشتند. در مقابل کمترین میزان عملکرد علوفه خشک در تیمار شاهد بدون وجین بدست آمد (جدول ۸). مقایسه این نتایج با نتایج حاصل از تراکم، وزن خشک علف‌های هرز و ارزیابی‌های چشمی نیز تا حدود زیادی تأیید‌کننده نتایج بدست آمده از عملکرد می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در چین دوم اندکی با نتایج بدست آمده از چین اول متفاوت بود به‌طوری‌که در این مرحله بیشترین عملکرد در تیمار پندمتالین به همراه توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ بدست آمد و این تیمار فقط

توجه به این نتایج همه ترکیبات تیماری مورد استفاده در این پژوهش در سورگوم قابل توصیه هستند و به جهات خطر بروز مقاومت در علف‌های‌هرز، نوسانات قیمت علف‌کش، کمیابی احتمالی برخی از آن‌ها در بازار، وجود زراعت حساس به علف‌کش‌های هورمونی در نزدیکی سورگوم و سایر ملاحظات فنی و مدیریتی، می‌توانند به‌صورت متناوب در سورگوم مورد استفاده قرار گیرند. پیشنهاد می‌شود تا انجام بررسی‌های بیشتر در خصوص اثرات بتنازون، استفاده از آن در سورگوم از نظر میزان مصرف با احتیاط بیشتری انجام شود. در خصوص باریک برگ‌ها اثبات شد که نه استوک‌ر و نه پندیمتالین در کنترل باریک برگ چند ساله قیاق موفق نبودند در حالی که درنه سرخه (باریک برگ یک‌ساله) را کنترل کردند. همچنین مشخص شد که استوک‌ر در کنار بتنازون اندکی در مهار اویارسلام مؤثر بودند هر چند به‌نظر می‌رسد بر اساس نتایج تحقیقات دیگران میزان مصرف استوک‌ر در این تحقیق برای مهار مؤثر اویارسلام کافی نبود. از سوی دیگر این تحقیق نشان داد که افزایش میزان مصرف استوک‌ر می‌تواند برای سورگوم تهدید محسوب شود. همچنین در جایی که عاملی مثل گیاه‌سوزی مانع رشد سورگوم نشد، علف‌های‌هرز زیر کانوپی سورگوم به‌طور معنی‌داری سرکوب شده‌اند. بنابراین در انتخاب دو گزینه کنترل ضعیف‌تر علف‌های‌هرز و خطر گیاه‌سوزی در سورگوم در مراحل اولیه رشد، به نظر می‌رسد انتخاب گزینه اول به مراتب با صرفه‌تر خواهد بود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از راهنمایی‌های ارزنده آقایان دکتر اسکندر زند و دکتر سید علیرضا بهشتی در حین اجرا و انجام این پژوهش صمیمانه قدردانی می‌شود

(Ferrell et al., 2007). با توجه به نتایج این آزمایش و سایر تحقیقات به‌نظر می‌رسد که علف‌های‌هرز عمدتاً در چین اول ایجاد مشکل نموده‌اند که در این صورت کنترل علف‌های‌هرز در چین‌های بعدی ضروری نخواهند بود.

بر اساس نمره دهی چشمی به عمل آمده در این آزمایش هیچکدام از تیمارهای کاربردی تأثیر سوئی بر سورگوم نداشتند که با نتایج آزمایش مشهد منطبق است. با توجه به مجموع نتایج بدست آمده در این آزمایش تیمارهای استوک‌ر به‌همراه بروموکسینیل+ام‌سی‌پی‌آ و استوک‌ر به‌همراه بتنازون هم از نظر مهار علف‌های‌هرز و هم از نظر علوفه تولیدی سورگوم در رتبه اول قرار گرفتند. پس از آن تیمار پندی‌متالین به همراه توفوردی+دی‌کامبا از نظر مهار علف‌های‌هرز و عملکرد سورگوم در گروه قابل قبول قرار گرفت. سایر تیمارها در مهار علف‌های‌هرز ضعیف بودند و یا عملکرد علوفه آن‌ها پایین بود.

نتیجه‌گیری کلی

علف‌کش‌های مورد استفاده در این تحقیق دارای طیف غالب پهن‌برگ‌کشی بودند ضمن این‌که در هر سه منطقه محل اجرای این تحقیق پهن‌برگ‌ها غالب بودند. در نتیجه همه‌ی تیمارهای علف‌کش تراکم و وزن خشک علف‌های‌هرز را نسبت به شاهد بدون وجین کاهش دادند و عملکرد علوفه خشک افزایش یافت. تیمار استوک‌ر به‌همراه بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ در تمام صفات برتر بود و تیمارهای حاوی بتنازون نسبت به سایر تیمارها در مهار علف‌های‌هرز ضعیف‌تر بودند. گیاه‌سوزی جزئی استوک‌ر در مشهد عملکرد سورگوم را کاهش نداد در حالی که گیاه‌سوزی بتنازون در اهواز موجب کاهش عملکرد شد هرچند این کاهش به اندازه شاهد بدون وجین نبود. در ورامین هیچگونه گیاه‌سوزی مشاهده نشد. با

منابع

Anonymous, 1998. The all-crop quick references weed control. Vol. 31. Meister Publishing Co. U.S.A.

Anonymous, 2008. Guide to Iranian legal agricultural pesticides. Iranian Plant Protection Organization, Tehran. 334 pp. (In Persian with English summary).

- Barjasteh, A. R. and Rahimian, H. H. 2006. The critical period of weed control in sorghum (*Sorghum bicolor* L.). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 12:109-119. (In Persian with English summary)
- Bradley, K. W., Sweets, L. E., Bailey, W. C. and Wrather, J. A. 2009. Pest Management Guide: Corn Grain sorghum Soybean Winter wheat. Available online from: <http://ppp.missouri.edu/pestguide/index.cfm>. Accessed 09 Jan 2010.
- Brown, D. W., Al-Khatib, K., Regehr, D. L., Stahlman, P.W. and Loughin, T. M. 2004. Safening grain sorghum injury from metsulfuron with growth regulator herbicides. Weed Sci. 52:319-325.
- Burnside, O. C. and Wicks, G. A. 1967. The effect of weed removal treatments on sorghum growth. Weeds. LS: 204-207.
- Burnside, O. C. and Wicks, G. A. 1969. Influence of weed competition on sorghum growth. Weed Sci. 17: 332-334.
- Caseley, J. C., Palgrave, C., Haas, E., Riches, C. R. and Valverde, B. 1997. Herbicides with alternative modes of action for the control of propanil- and fenoxaprop-P-resistant *Echinochloa colona*. In Proceedings of the International Conference Crop Protection: Weeds, 17-20 November, Brighton, UK. pp. 215-220.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2012. Pesticides, Science and Policy Databases. Available online from: http://www.epa.gov/pesticides/science/databases_pg.htm. Accessed 09 March 2013.
- Everaarts, A. P. 1993. Effects of competition with weeds on the growth, development and yield of sorghum. J. of Agric. Sci. Camb. 120:187-196.
- Feltner, K. C., Hurst, H. R. and Anderson, L. E. 1969. Tall waterhemp competition in grain sorghum. Weed Sci. 17: 214-216.
- Fennimore, S. 2009. Weed Susceptibility to Herbicides Database. Available online from: http://info.ucanr.org/weed_sept/Default.asp. Accessed 28 September 2013.
- Ferrell, J. A., Macdonald, G. E. and Brecke, B. J. 2007. Weed management in sorghum. <http://www.weedmanagement.com>. Accessed 17 Dec. 2009.
- Fouman, A. 2012. A review of sorghum research activities in Iran, straits and develop strategies for its cultivation. 12th Iranian Crop Science Congress, 4-6 Sep. Karaj branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
- Grichar, W. J. 2006. Weed control and grain sorghum tolerance to flumioxazin. Crop Protect. 25: 174-177.
- Grichar, W. J., Besler, B. A. and Brewer, K. D. 2005. Weed control and grain sorghum (*Sorghum bicolor*) response to postemergence applications of atrazine, pendimethalin, and trifluralin. Weed Technol. 19: 999-1003.
- Ishaya, D. B., Dadari, S. A. and Shebayan, J. A. Y. 2007. Evaluation of herbicides for weed control in sorghum (*Sorghum bicolor*) in nigeria. Crop Protection. 26: 1697-1701.
- Johnson, B. A., Kendig, Smeda, R. and Fishel, F. 2007. Johnsongrass. <http://www.weedmanagement.com>. Accessed 10 Jul, 2007.
- Kegley, S.E., Hill, B.R., Orme, S. and Choi, A.H. 2010. Herbicides. PAN Pesticide Database, Pesticide Action Network, North America (San Francisco, CA). Available online from: http://www.pesticideinfo.org/Detail_Product.jsp?REG_NR=00026401103&DIST_NR=000264. Accessed 09 March 2013.
- Kroschel, J. (ed.). 2001. A technical manual for parasitic weed research and extension. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 276p
- Mirkamali, H. 2005. Manual for weed control in fields, gardens, non cultivated lands and water resources. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ministry of Agriculture, Tehran, Iran. 170p (In Persian with English summary).
- Ramakrishna, A., Ong, C. K. and Reddy, S. L. N. 1991. Studies on integrated weed management in sorghum. Tropical Pest Manag. 37: 159-161.
- Rosales-Robles, E., Sanchez, R., Salinas-Garcia, J. and Pencina-Quintero, V. 2005. Broadleaf weed management in grain sorghum with reduced rates of postemergence herbicides. Weed Technol. 19: 385-390.
- Shimi, P., Termeh, F. 2004. Weeds of Iran. Plant Pests and Diseases Research Institute, Tehran. 241 pp. (In Persian with English summary).
- Tomlin, C. D. S. (ed.) 2009. The Pesticide Manual (15th Edition). BCPC (British Crop Protection Council), Hampshire, UK. 1457pp.
- Yeganeh, M. (ed.) 2011. Guide to Iranian legal agricultural pesticides (Supplements). Iranian Plant Protection Organization, Tehran. 101 pp. (In Persian with English summary).

Effect of some Herbicides on Weed Suppression in Forage Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Mohammad Hassan Hadizadeh¹, Hossein Torabi¹, Reza Pourazar² and Mohammad Ali Baghestani³

1- Agricultural & Natural Resources Research Center of Khorassan Razavi 2- Agricultural & Natural Resources Research Center of Khozestan 3- Iranian Research Institute of Plant Protection

Abstract

This study was performed to evaluate the efficacy of combination of two pre-emergence herbicides with broad and narrow leaf weed spectrum and four post-emergence herbicides with broad leaf spectrum for use in forage sorghum in three locations (Iran): Mashhad, Ahwaz and Varamin during 2010. The experiment was conducted in a RCBD design with four replications. Treatments consisted of acetochlor (Acenit EC 50%, at 3.5 L ha⁻¹) and pendimethalin (Stomp EC 33%, 4 L ha⁻¹) as pre-emergence in combination with post application of 2,4-D+MCPA (U46 Combi Fluid SL 67.5%), Bromoxinil+MCPA (Bromicide MA EC 40%), 2,4-D+Dicamba (Dialen Super SL 46.4%), and Bentazon (Basagran SL 48%) at 1.5, 1, 1.5 and 1.2 L ha⁻¹ respectively and the weed free and weed infested controls. As expected, all treatments were successful in broad leaf weed suppression and therefore increased forage yield comparing to weed infested check. These results showed that all herbicides used in this research can be used alternatively in sorghum. Acetochlor in combination with 2,4-D+MCPA was the best treatment in weed suppression and yield increase while treatments containing bentazone were weak. Neither acetochlor nor pendimethalin succeeded in Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) suppression while Jungle rice (*Echinochloa colonum* (L.) Link) was controlled by these two herbicides. Acetochlor in combination with bentazone were effective in Nutsedge (*Cyperus* sp.) suppression but they show some injury on sorghum. This injury did not affect the yield in Mashhad but in Ahwas decreased yield. Since only broad leaf spectrum herbicides were used as post-emergence in this research, more study on post narrow leaf spectrum herbicides for sorghum are recommended.

Key words: Injury symptoms, pre-emergence, post-emergence