Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 3, Fall 2022, p. 385-398

Effect of Sulfonylurea Herbicides on Weeds Control, Growth and Yield of Sweet Corn (*Zea mays* L. var. Saccharata)

F. Bastegan[1], S.A. Kazemeini[2]*, H. Ghadiri[3]

Received: 12-02-2022
Revised: 27-02-2022
Accepted: 17-04-2022
Available Online: 08-12-2022

How to cite this article:
Bastegan, F., Kazemeini, S.A., & Ghadiri, H. (2022). Effect of Sulfonylurea Herbicides on Weeds Control, Growth and Yield of Sweet Corn (*Zea mays* L. var. Saccharata). *Journal of Iranian Plant Protection Research 36*(3): 385-398. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/JPP.2022.75107.1077

Introduction

Sweet corn (*Zea mays* L. var. saccharata) is an important crop, grown over 2,000 hectares in Iran. The consumption demand for sweet corn in its fresh form or as a processed crop has contributed to a significant increase in its cultivation in recent years. Sweet corn is susceptible to weed competition for nutrients, moisture, and light interception. Herbicides labeled for use on sweet corn are limited. Chemical control can be very important because of the low efficiency and cost effectiveness of mechanical or other methods of weed control. Hence, it is necessary to provide information about the sulfonylurea herbicides and suitable doses. Sulfonylureas such as nicosulfuron, rimsulfuron, and foramsulfuron are effective group of herbicides for annual and perennial weed control in maize. These herbicides provide a new chance for weed management in maize. Their mode of action occurs through inhibiting acetolactate synthase (ALS), thereby interfering with the production of branched-chain amino acids, leucine, isoleucine, and valine. The objectives of this experiment were to evaluate the effect of different doses of sulfonylurea herbicides on weeds control and growth and yield of sweet corn.

Materials and Methods

In order to evaluate the effect of different doses of sulfonylurea herbicides on weeds control and growth and yield of sweet corn (KSC403su), a field study carried out during 2015 growing seasons at the Agricultural College of Shiraz University. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 4 replications. Treatments included different doses of nicosulfuron (1.5, 2 and 2.5 l ha^{-1}), foramsulfuron + idosulfuron (1, 1.5 and 2 l ha^{-1}) and acetochlor (4.5, 5 and 5.5 l ha^{-1}) herbicides and weed free and weedy control. The number and dry weight of aboveground weeds parts were harvested within three fixed 1 × 1 m quadrats in every plot, separated by species, enumerated, oven-dried at 75 °C for 48 h, and then weighed. Then, percent weed density and dry weight reductions were measured. The traits included ear length, ear diameter, ear number per plant, row number per ear, grain number per row, grain number per ear and canned grain yield. Data were analyzed using SAS v. 9.1 software (SAS Institute 2003). When significant differences were observed among treatments, mean comparisons were made using Duncan's multiple range tests ($P < 0.05$). Correlation coefficients between different traits were also calculated.

Results and Discussion

Results showed that the canned grain yield, 1000 grain weight and number of grain per ear were reduced by weeds up to 73, 33 and 60%, respectively. The highest dry weights reduction obtained were of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) (75.8 and 59.5%), lambsquarters (*Chenopodium album*) (49.84 and 38.76%), barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) (58.37 and 40.85%) and bindweed (*Convolvulus arvensis*) (60.56 and 55.06%), so that applying of nicosulfuron (2.5 l ha^{-1}) and foramsulfuron + idosulfuron (2 l ha^{-1}) herbicides caused reduction in total dry weight of weeds in comparison with weedy treatment, and canned seed yield increased by

1, 2 and 3- M.Sc. Student and Professors in Department of Plant Production and Genetics, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: akazemeini@shirazu.ac.ir)

nicosulfuron (2.5 l ha^{-1}) and foramsulfuron + idosulfuron (2 l ha^{-1}) herbicides in comparison to the acetochlor. Acetochlor was the weakest treatment in the reduction of weed density and dry weight. The highest canned grain yield (8.00 and 7.03 t ha^{-1}), number of row per ear (12.00 and 11.50), number of grain per row (25.00 and 24.75), number of grain per ear (299.00 and 285.50) and 1000 grain weight (325.06 and 308.44 g) were obtained in nicosulfuron (2.5 l ha^{-1}) and foramsulfuron + idosulfuron (2 l ha^{-1}) herbicides, respectively. Positive correlation was found between canned grain yield and 1000 grain weight ($r = 0.83$, $p<0.05$) and number of grain per ear ($r = 0.96$, $p<0.05$). Applying nicosulfuron showed a high efficiency as compared to the foramsulfuron + idosulfuron and acetochlor for weed suppression.

Conclusion

It can conclude that nicosulfuron at 2.5 l ha^{-1} showed the best performance for weed control, especially broadleaved weeds and were associated with the maximum sweet corn canned grain yield. Therefore, due to the restricted use of herbicide in sweet corn, the herbicide used in this experiment is not created serious injury in sweet corn at the recommended rate while effectively controlling weeds. Hence, utilization of this herbicide could be a favorable option in contemporary weed control programs for local or regional sweet corn growers.

Acknowledgements

We would like to thank the School of Agriculture, Shiraz University for their support, cooperation, and assistance throughout this research.

Keywords: Canned grain yield, Foramsulfuron + idosulfuron, Nicosulfuron, Weed dry weight

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱، ص. ۳۹۸-۳۸۵

اثر دزهای علف‌کش‌های سولفونیل اوره بر کنترل علف‌های هرز و رشد و عملکرد ذرت شیرین (*Zea mays* L. var. saccharata)

فاطمه بستگان[۱]- سیدعبدالرضا کاظمینی[۲*]- حسین غدیری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۸

چکیده

به منظور بررسی اثر دزهای علف‌کش‌های سولفونیل اوره بر کنترل علف‌های هرز، رشد و عملکرد ذرت شیرین (KSC403su)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شیراز اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه دز نیکوسولفورون (کروز) (۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار)، سه دز فورام‌سولفورون + یدوسولفورون (مایستردادی) (۱، ۱/۵و ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار)، سه دز استوکلر (سورپاس) (۴/۵، ۵ و ۵/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) و دو تیمار شاهد بدون علف هرز و آلوده به علف هرز بودند. نتایج نشان داد که علف‌های هرز منجر به کاهش ۷۳ درصدی عملکرد دانه کنسروی، ۳۳ درصدی وزن تر ۱۰۰۰ دانه و ۶۰ درصدی تعداد دانه در بلال شدند. کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار و فورام سولفورون + یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار باعث بیشترین درصد کاهش در تراکم (۷۵/۸ و ۵۹/۵ درصد) و وزن خشک (۶۴/۳ و ۵۵/۴ درصد) کل علف‌های هرز در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرزی شد. کاربرد تیمارهای علف‌کش باعث کاهش وزن خشک علف‌های هرز شد و بیشترین درصد کاهش وزن خشک علف هرز تاج‌خروس ریشه قرمز (۷۳/۲۵ و ۶۲/۶۰ درصد)، سلمه‌تره (۴۹/۸۴ و ۳۸/۷۶ درصد)، سوروف (۵۸/۳۷ و ۴۰/۸۵ درصد) و پیچک (۶۰/۵۶ و ۵۵/۰۶ درصد) به ترتیب در تیمارهای علف‌کش نیکوسولفورون (۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) و فورام سولفورون + یدوسولفورون (۲ لیتر ماده تجاری در هکتار) نسبت به تیمار شاهد آلوده به علف هرز به دست آمد. همچنین بیشترین عملکرد دانه کنسروی (۸/۰۰ و ۷/۰۳ تن در هکتار)، تعداد ردیف دانه در بلال (۱۲/۰۰ و ۱۱/۵۰)، تعداد دانه در ردیف (۲۵/۰۰ و ۲۴/۷۵)، تعداد دانه در بلال (۲۹۹/۰۰ و ۲۸۵/۵۰) و وزن تر ۱۰۰۰ دانه (۳۲۵/۰۶ و ۳۰۸/۴۴ گرم) بدون تفاوت معنی دار نیز به ترتیب با کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار و فورام سولفورون + یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار به دست آمد. بطور کلی علف‌کش نیکوسولفورون (۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) نسبت به سایر تیمارهای علف‌کش در این مطالعه بطور معنی‌داری از بیشترین کارایی در کنترل تراکم و وزن خشک علف‌های هرز و بیشترین عملکرد دانه کنسروی برخوردار بوده و لذا در کشت ذرت شیرین رقم ایرانی در این منطقه بر اساس نتایج این پژوهش قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه کنسروی، فورام‌سولفورون+یدوسولفورون، نیکوسولفورون، وزن خشک علف هرز

مقدمه

ذرت شیرین (*Zea mays* var. saccharata) گیاهی تک‌لپه‌ای از خانواده Poaceae، با سطح زیر کشتی حدود ۲۰۰۰ هکتار در ایران، دارای ارقام زودرس و دیررس می‌باشد (Rahmani *et al*., 2010). این گیاه فرم تغییریافته ژنتیکی ذرت معمولی است که در کروموزوم شماره ۴ آن جهش رخ داده و به دلیل وجود ژن یا ژن‌هایی که سنتز نشاسته در آندوسپرم را تغییر داده، به آن قابلیت تازه‌خوری می‌دهد (Kaukis and Davis, 1986). مبارزه با علف‌های هرز در مزارع ذرت شیرین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Wilson *et al*., 2010). از مهمترین علف‌های هرز ذرت شیرین می‌توان به

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادان گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: akazemeini@shirazu.ac.ir
DOI: 10.22067/JPP.2022.75107.1077

تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) و سوروف (*Echinochloa crus-galli*) اشاره کرد (Chikoye *et al*., 2009). برای به حداقل رساندن خسارت ناشی از علف‌های هرز بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی، کنترل باید به طور موثر و در زمانی (دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز) انجام شود که علف هرز کمترین تاثیر سوء بر گیاه زراعی را داشته باشد (Khan *et al*., 2016). کنترل شیمیایی یکی از روش‌های مهم کنترل علف‌های هرز در گیاهان زراعی است که به دلیل هزینه پایین، تسهیل در کاربرد و تأثیر سریع آن، نسبت به سایر روش‌های مدیریت برتری دارد (Chikoye *et* Khan *et al*., 2016 ; *al*., 2001).

علف‌کش‌های سولفونیل اوره (بازدارنده آنزیم استولاکتات سنتاز) مانند نیکوسولفورون، ریم‌سولفورون و فورام‌سولفورون موثرترین گروه علف‌کش‌ها جهت کنترل انتخابی علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در مزارع ذرت به شمار می‌آیند (Chitband *et al*., 2021) که به دلیل کنترل مناسب علف‌های هرز در مقادیر کم و سمیت پائین برای موجودات زنده از مقبولیتی زیادی برخوردارند (Lair and Redente, 2004). این علف‌کش‌ها مانع از عمل آنزیم استولاکتات می‌شوند که نقش حیاتی برای بیوسنتز اسیدآمینه‌های زنجیره‌ای شاخه‌دار مانند والین، لویسین و ایزولویسین دارد و با جلوگیری از سنتز پروتئین‌ها و برخی مولکول‌های حیاتی دیگر از متابولیسم و تقسیم سلولی گیاه ممانعت می‌کنند (Zhang *et al*., 2013).

محققین گزارش کردند که نیکوسولفورون، ریم‌سولفورون و فورام‌سولفورون از موثرترین علف‌کش‌ها جهت کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک برگ ذرت در استان‌های مختلف ایران هستند (Baghestani *et al*., 2007). همچنین بیان شد با کاربرد نیکوسولفورون و ریم‌سولفورون، کنترل موفق تاج‌خروس وحشی و سلمه‌تره میسر شد (Koeppe *et al*., 2000). کاربرد نیکوسولفورون و ریم‌سولفورون موثرترین کنترل بر باریک برگ‌ها و بیشترین اثر را بر روی علف‌های هرز پهن‌برگ داشتند (Zand *et al*., 2009). در پژوهش‌های مختلف نیز مشخص شد که بیشترین شاخص برداشت ذرت در تیمار علف‌کش فورام‌سولفورون (۰/۰۳ کیلوگرم ماده موثره در هکتار) و سطح ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به دست آمد (Najafi and Ghadiri, 2012). در آزمایشی دیگر بر روی ذرت گزارش شد که کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون با کاهش ۴۳ درصدی علف‌های هرز، عملکرد دانه ذرت را در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز تا ۱۶ درصد افزایش داد. از سوی دیگر کاربرد علف‌کش فورام‌سولفورون تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را به ترتیب ۷۶ و ۹۴ درصد کاهش و عملکرد دانه ذرت را ۱۷ درصد افزایش داد (Sikkema *et al*., 2007). در پژوهشی دیگر مشخص شد که ۲۸ روز بعد از کاربرد فورام‌سولفورون، علف‌های هرز ارزن (*Panicum miliaceum* L.)، دم‌روباهی (*Setaria italica* L.)، ارزن پاییزه (*Panicum dichtomiflorum*) و تاج خروس وحشی (*Amaranthus retroflexus*) به ترتیب به میزان ۸۸، ۹۹ و ۹۹ درصد در مزارع ذرت کنترل شدند. کاربرد این علف‌کش به تنهایی توانست باعث کنترل ۸۱ درصدی سلمه‌تره و ۸۴ درصدی گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*) شود که با کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون برابری می‌کرد اما کنترل علف‌های هرز توق (*Xanthium strumarium* L.) و گاوپنبه با علف‌کش فورام‌سولفورون به طور معنی‌داری بیشتر از نیکوسولفورون بود (Bunting *et al*., 2005). در پژوهشی دیگر نیز گزارش شد که کاربرد علف‌کش‌های فورام سولفورون و نیکوسولفورون به ترتیب با غلظت ۲/۵ و ۲ لیتر در هکتار توانستند علف‌های هرز باریک برگ و به خصوص قیاق (*Sorghum halepense*) را به صورت رضایت بخشی کنترل کنند و در مجموع پس از علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ از نظر کنترل علف‌های هرز پهن برگ کارآیی نسبتا مناسبی داشتند (Baghestani *et al*., 2007).

به دلیل تعداد کم و پایین بودن تنوع علف‌کش‌های ثبت شده برای کنترل علف‌های هرز ذرت شیرین در کشور، این پژوهش با هدف بررسی مقایسه کارایی و انتخاب بهترین دز در بین علف‌کش‌های جدید سولفونیل اوره برای کنترل علف‌های هرز در رقم ایرانی ذرت شیرین (KSC403su) اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر کاربرد دزهای مختلف علف‌کش‌های سولفونیل اوره بر کنترل علف‌های هرز و رشد و عملکرد ذرت شیرین، آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در ۱۸ کیلومتری شمال شرقی شیراز (باجگاه) با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲۵ دقیقه، عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۴۰ دقیقه و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نیکوسولفورون (کروز ۸۰ گرم ماده موثره در هکتار و فرمولاسیون ۴ درصد SC) به مقدار ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار، فورام‌سولفورون + یدوسولفورون (مایستردادی ۱/۵ لیتر در هکتار و فرمولاسیون ۳/۱ درصد OD) به مقدار ۱، ۱/۵و ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار، استوکلر (سورپاس با ۳۷۵ تا ۷۵۰ گرم ماده موثره در هکتار و فرمولاسیون ۷۶ درصد EC) به مقدار ۴/۵، ۵ و ۵/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار و دو تیمار شاهد وجین علف هرز در تمام فصل رشد (بدون علف هرز) و آلوده به علف هرز بودند. پیش از کشت گیاه در زمین، برای تعیین برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

آزمایشی، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه‌برداری انجام شد (جدول ۱). بر این اساس خاک مزرعه دارای بافت سیلتی رسی از گروه Fine Mixed, Mesic Typic Calcixerepets بود.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در عمق صفرتا ۳۰ سانتی‌متری
Table 1- Physico-chemical properties of the soil in 0-30 cm depth

فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی O.C. (%)	نیتروژن کل Total N (%)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
14.5	0.70	0.06	18	48	34	0.71

کرت‌ها به مساحت ۱۵ متر مربع با ابعاد ۵×۳ متر و هر کرت شامل ۴ ردیف با فواصل بین ردیف ۷۵ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌های متوالی در هر تکرار ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. ذرت شیرین هیبرید ایرانی (KSC403su) از موسسه نهال و بذر کرج تهیه و پس از ضدعفونی با قارچ‌کش کاربوکسی تیرام در تراکم بهینه (معادل ۸۰/۰۰۰ هزار بوته در هکتار) در اواسط خرداد ماه کشت شد. علف‌کش‌های پس‌رویشی شامل نیکوسولفورون و فورام‌سولفورون + یدوسولفورون در ۲۸ روز پس از کاشت (ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری ذرت معادل۴ تا ۶ برگی) با سمپاش دستی و بوسیله نازل بادبزنی تی‌جت و فشار ۲۵۰ کیلوپاسکال اعمال شد. سم‌پاش بر اساس میزان ۳۰۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد. علف‌کش استوکلر نیز به صورت پیش‌رویشی و همزمان با خاک‌آب مورد استفاده قرار گرفت. در تیمار بدون علف هرز، کلیه علف‌های هرز واحد آزمایشی توسط وجین‌دستی حذف و در تیمار آلوده به علف هرز، کلیه علف‌های هرز واحد آزمایشی تا پایان مرحله رشد نگه‌داری شدند. چهار هفته پس از سم‌پاشی با استفاده از کوادرات ۱×۱ متر ، نمونه‌برداری از علف‌های هرز هر کرت انجام و تراکم اندازه‌گیری شد و برای تعیین وزن خشک نیز، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت ذرت شیرین در مرحله ابتدای خمیری شدن دانه‌ها (رطوبت دانه ۷۰-۶۵ درصد)، ابتدا در هر کرت دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتها به عنوان اثر حاشیه حذف و بقیه بوته‌ها ابتدا شمارش شده و سپس بلال‌ها به صورتی دستی برداشت و توزین شد. سپس بر روی ۱۰ بلال انتخابی تصادفی از هر کرت، صفات طول بلال، قطر بلال، تعداد بلال در بوته، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن تر ۱۰۰۰ دانه و عملکرد دانه کنسروی اندازه‌گیری شد. داده‌های مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها و جداول با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

تراکم و وزن خشک علف‌های هرز

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد گونه‌های علف هرز یکساله از نظر ایجاد خسارت، تراکم بالاتری را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). غالب‌ترین علف‌های هرز مشاهده شده در کرت‌های این آزمایش در جدول ۲ مشخص شده است.

جدول ۲- مشخصات علف‌های هرز مشاهده شده در این آزمایش
Table 2- Weed observed specifications in this experiment

نام علمی Scientific names	نام تیره Family names	نام فارسی Persian names	نام انگلیسی English names	چرخه زندگی Life cycle	فصل رشد Vegetation season
Amaranthus retroflexus	Amaranthaceae	تاج خروس ریشه قرمز	Redroot pigweed	A	S
Chenopodium album	Chenopodioideae	سلمه‌تره	Lambsquarters	A	S
Echinochloa crus-galli	Poaceae	سوروف	Barnyard grass	A	S
Convolvulus arvensis	Convolvulaceae	پیچک	Bindweed	P	S

A: Annual; یکساله، P: Perennial; چندساله ، S: Summer; تابستان

نتایج مقایسه میانگین درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز نشان داد که در پایان فصل رشد کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار و فورام‌سولفورون+یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار منجر به بیشترین درصد کاهش در تراکم (۷۵/۸ و ۵۹/۵ درصد) و وزن خشک علف‌های هرز (۶۴/۳ و ۵۵/۴ درصد) در مقایسه با تیمار

شاهد آلوده به علف هرز شد (جدول ۳). بیشترین درصد کاهش تراکم علف‌های هرز تاج‌خروس ریشه قرمز، سلمه‌تره، سوروف و پیچک به ترتیب به میزان ۷۸ و ۷۳ ، ۸۲ و ۵۰ درصد، و وزن خشک به ترتیب به میزان ۶۷ و ۵۸ ، ۷۳ و ۶۱ درصد در مقایسه با تیمار شاهد آلوده به علف هرز مربوط به کاربرد نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار بود و کاربرد فورام‌سولفورون+یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار در رده بعدی قرار گرفت وکمترین آن مربوط به کاربرد استوکلر بود. (جدول ۳). تراکم و وزن خشک علف‌های هرز تاج‌خروس، سلمه‌تره، سوروف و پیچک را به ترتیب به میزان ۶۱ و ۶۳ درصد، ۶۹ و ۳۹ درصد، ۶۱ و ۴۱ درصد، ۷۱ و ۵۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد آلوده به علف هرز کاهش یافت (جدول ۲). محققین نیز بیان کردند که با توجه به کارایی علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام‌سولفورون بر کنترل طیف وسیعی از علف‌های هرز مزارع ذرت، می‌توان این علف‌کش‌ها را به عنوان علف‌کش‌های دو منظوره که قدرت باریک برگ‌کشی آن‌ها بهتر از پهن‌برگ‌کشی است معرفی کرد (Zand *et al.*, 2007; Baghestani *et al.*, 2007). نتایج مقایسه دو به دو علف‌کش‌ها نشان داد که وزن خشک تاج‌خروس ریشه قرمز بطور معنی‌داری تحت تاثیر کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام‌سولفورون + یدوسولفورون در مقایسه با استوکلر قرار گرفت به صورتی که به ترتیب به میزان ۳۰ و ۱۹ درصد (۲۰۷/۳۷ و ۲۳۸/۷۹ در مقابل ۲۹۶/۴۳ گرم در متر مربع) کاهش یافت لکن، اختلاف معنی‌داری بین تاثیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون و فورام‌سولفورون + یدوسولفورون بر وزن خشک تاج‌خروس ریشه قرمز مشاهده نشد (جدول ۴). کاهش تراکم تاج‌خروس ریشه قرمز نیز روند مشابه وزن خشک نشان داد و در مقایسه های دوتایی علف‌کش نیکوسولفورون در مقابل فورام‌سولفورون + یدوسولفورون و استوکلر به ترتیب به میزان ۳۲/۵ و ۴۳/۷ درصد (۲/۷۵ در مقابل ۴ و ۴/۸۳ بوته در مترمربع) کاهش یافت (جدول ۴). وزن خشک سلمه‌تره تحت تاثیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در مقایسه با فورام‌سولفورون + یدوسولفورون و استوکلر به ترتیب به میزان ۱۱/۷ و ۲۴/۶ درصد (۱۲۱/۵۸ در مقابل ۱۳۷/۷۵ و ۱۶۱/۴۱ گرم در متر مربع) کاهش یافت، لکن اختلاف معنی‌داری بین تاثیر کاربرد علف‌کش فورام-سولفورون + یدوسولفورون و استوکلر بر وزن خشک علف هرز سلمه-تره مشاهده نشد (جدول ۴). بیشترین تاثیر بر کاهش تراکم سلمه تره در مقایسه کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون با استوکلر به میزان ۵۲/۹ درصد (۱/۵۸ در مقابل ۳/۴۱ بوته در مترمربع) بدست آمد (جدول ۴). وزن خشک علف هرز سوروف بطور معنی‌داری تحت تاثیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون ، فورام‌سولفورون + یدوسولفورون در مقایسه با استوکلر قرار گرفت و به میزان ۳۲/۲ و ۱۸/۱ درصد (۹۴/۲۲ و ۱۱۳/۸۲در مقابل ۱۳۸/۹۳ گرم در مترمربع) کاهش یافت (جدول ۴).

تراکم سوروف در سطح ۵ درصد تحت تاثیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در مقایسه با استوکلر قرار گرفت و بیشترین کاهش تراکم علف هرز سوروف مربوط به کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در مقایسه با استوکلر ۳۷ درصد (۱/۴۲ در مقابل ۲/۲۵ بوته در متر مربع) مشاهده شد. (جدول ۴). وزن خشک پیچک نیز بطور معنی‌داری تحت‌تاثیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در مقایسه با علف‌کش استوکلر قرار گرفت و به میزان ۲۴/۳ درصد (۹۶/۱۸ در مقابل ۱۲۶/۹۸ گرم در متر مربع) کاهش یافت (جدول ۴). همچنین مقایسه دو به دو علف‌کش‌ها نشان داد که تراکم علف هرز پیچک در سطح ۵ درصد تحت تاثیر کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون، فورام‌سولفورون + یدوسولفورون در مقایسه با استوکلر قرار گرفت و به ترتیب به میزان ۴۵/۴ و ۳۱/۸ درصد (۱/۲۵ و ۱/۵ در مقابل ۲/۱۶ بوته در متر مربع) کاهش یافت (جدول ۴).

عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر دزهای مختلف علف‌کش بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین طول بلال (۱۱/۹۰ سانتی‌متر) در تیمار شاهد بدون علف هرز مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد آلوده به علف هرز بیش از ۸۰ درصد افزایش داشت (جدول ۶) و نتایج ما با نتایج نجفی و غدیری (Najafi and Ghadiri, 2012) مطابقت داشت. همبستگی منفی وزن خشک (r =-۰/۹۲**) و تراکم کل علف‌های هرز (r =-۰/۸۵**) با طول بلال نیز تاییدکننده این مطلب می‌باشد (جدول ۷). در میان تیمارهای علف‌کش، بیشترین طول بلال (۹/۸۳ سانتی متر) در تیمار علف‌کش فورام‌سولفورون + یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار علف‌کش نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). کمترین طول بلال (۶/۹۶ سانتی‌متر) در تیمار ۴/۵ لیتر در هکتار علف‌کش استوکلر مشاهده شد که نسبت به تیمار ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار علف‌کش فورام سولفورون + یدوسولفورون ۲۹ درصد کاهش نشان داد (جدول ۶). به نظر می‌رسد کاربرد علف‌کش با کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز منجر به کاهش رقابت ذرت و علف‌های هرز می‌شود که این امر منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی و اختصاص سهم بیشتری از آسیمیلات‌ها به سمت اندام‌های زایشی شده و طول بلال را افزایش می‌دهد. علاوه براین، کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام سولفورون + یدوسولفورون نسبت به تیمار علفکش استوکلر در کاهش تاثیر منفی علف‌های هرز بر طول بلال ذرت از کارآیی بالاتری برخوردار بودند که این امر را می‌توان ناشی از کارآیی بهتر این علف‌کش‌ها در کنترل

و کاهش رقابت علف‌های هرز و افزایش دسترسی گیاه زراعی به عناصرغذایی و تولید بیشتر مواد فتوسنتزی مرتبط دانست. باغستانی و همکاران (Baghestani *et al.*, 2007) نیز نتایج مشابهی را در کاربرد علفکش فورام سولفورن + یدوسولفورون به میزان ۱/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار گزارش کردند. به‌طورکلی تشدید رقابت بین‌گونه‌ای در شرایط آلوده به علف هرز و افزایش فشار زیست توده علف‌های هرز و کاهش نفوذ نور به بخش‌های پایین‌تر سایه‌انداز، فتوسنتز خالص گیاه زراعی را کاهش داد و این امر منجر به کاهش طول بلال ذرت شد (Bijanzadeh and Ghadiri, 2006).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که علف‌های هرز منجر به کاهش قطر بلال شد به گونه‌ای که کمترین قطر بلال (۱۷/۱۹ میلی‌متر) در تیمار شاهد آلوده به علف هرز مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز حدود ۴۶ درصد کاهش داشت (جدول ۶). این نتایج با نتایج بدست آمده از جدول همبستگی و وجود رابطه منفی میان قطر بلال با وزن خشک (r =-۰/۹۳**) و تراکم کل علف‌های هرز (r =-۰/۸۷**) تایید شد (جدول ۷). در میان تیمارهای علف‌کش، بیشترین قطر بلال (۲۶/۲۵ میلی‌متر) در تیمار علف‌کش فورام سولفورون + یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار علف‌کش نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). همچنین کمترین قطر بلال در تیمار علف‌کش استوکلر به میزان ۴/۵ لیتر در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمار علف‌کش فورام سولفورون + یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار (۱۸/۹۶ در مقابل ۲۶/۲۵ میلی‌متر) ۲۸ درصد کاهش نشان داد (جدول ۶). احتمالا افزایش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز با تشدید رقابت بر سر منابع غذایی و کاهش نفوذ نور منجر به کاهش فتوسنتز و در نتیجه کاهش قطر بلال ذرت شد که با نتایج سایر محققین مطابقت داشت (Najafi and Ghadiri, 2012). محققین همچنین نتایج مشابهی را در ارتباط با کاربرد علفکش فورام سولفورون + یدوسولفورون (مایسترادی) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار گزارش کردند (Baghestani *et al.*, 2007).

بر اساس نتایج بدست آمده از جدول همبستگی مشخص شد که بین تعداد بلال در بوته و تراکم (r =-۰/۹۴**) و وزن خشک کل (r =-۰/۸۶**) علف‌های هرز یک رابطه منفی و معنی‌داری وجود داشت که نشان‌دهنده اثرات منفی حضور علف‌های هرز بر این پارامتر بود (جدول ۷). بر همین اساس کمترین تعداد بلال در تیمار شاهد آلوده به علف هرز مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز ۸۴/۵ درصد کاهش داشت (جدول ۶). اگرچه در بین تیمارهای علف‌کش بیشترین تعداد بلال (۱/۵۶) در تیمار نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار به دست آمد که با کاربرد علف‌کش فورام‌سولفورن + یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶). این نتایج با نتایج سایر محققین که بیان کردند کاربرد نیکوسولفورون و فورام‌سولفورون در بالاترین دز با کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز نقش مهمی در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت داشت (Chitband *et al.*, 2021; Baghestani *et al.*, 2007).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین مشخص شد که حضور علف هرز بطور معنی‌داری باعث کاهش تعداد ردیف دانه در بلال شد به طوری که کمترین تعداد ردیف دانه در بلال (۸ ردیف) در تیمار شاهد آلوده به علف هرز بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز ۳۸/۵ درصد کاهش نشان داد (جدول ۶). در بین تیمارهای کاربرد علف‌کش نیز کاربرد ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار نیکوسولفورون با بیشترین تعداد ردیف در بلال (۱۲ ردیف) تفاوت معنی‌داری با کاربرد ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار فورام‌سولفورن + یدوسولفورون (۱۱/۵ ردیف) نشان نداد (جدول ۶). کاربرد علف‌کش‌های نیکوسولفورون (۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) و فورام‌سولفورن + یدوسولفورون (۲ لیتر ماده تجاری در هکتار) با افزایش تعداد ردیف دانه در بلال در مقایسه با سایر تیمارهای علف‌کش در کنترل علف‌های هرز برتری داشتند (جدول ۶) که نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققین مطابقت داشت (Chitband *et al.*, 2021; Zand *et al.*, 2006). بین تعداد ردیف دانه در بلال و قطر بلال (r =+۰/۷۶**) نیز یک رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت که تاییدکننده این موضوع است که با افزایش قطر بلال، تعداد ردیف دانه در بلال نیز افزایش می‌یابد (جدول ۷).

علف‌کش نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار توانست با کنترل بهتر علف‌های هرز بیشترین تعداد دانه در ردیف (۲۵ عدد) را تولید نماید که نسبت به تیمار علف‌کش استوکلر به میزان ۴/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار ۲۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۶). بطورکلی، با کاهش ۶۴ و ۵۵ درصدی وزن خشک کل علف‌های هرز در کاربرد تیمارهای علف‌کش نیکوسولفورون (۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) و فورام‌سولفورن + یدوسولفورون (۲ لیتر ماده تجاری در هکتار) نسبت به شاهد آلوده به علف هرز و بدون کاربرد علف‌کش، بنظر می‌رسد این علف‌کش‌ها شرایط بهتری را جهت رشد گیاه ذرت فراهم می‌کنند که در نتیجه آن گیاه از ظرفیت فتوسنتزی بیشتری جهت افزایش رشد زایشی خود بهره می‌برد (جدول ۶). بررسی همبستگی نیز نشان داد که میان تعداد دانه در ردیف با طول (r =+۰/۶۶**) و قطر بلال (r =+۰/۶۵**) یک ارتباط مثبت و معنی‌دار وجود داشت و بیشترین میزان همبستگی با طول بلال مشاهده شد به عبارتی افزایش طول بلال در ذرت منجر به افزایش تعداد دانه در ردیف بلال شد (جدول ۷). مطالعات پیشین نیز بیان کردند که حضور علف هرز با ایجاد رقابت در مراحل اولیه رشد ذرت منجر به کاهش معنی‌دار تعداد دانه شد (Chikoye *et al.*, 2009; Lum *et al.*, 2005).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرتیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش تراکم و وزن خشک علف هرز ذرت شیرین نسبت به شاهد آلوده به علف هرز

Table 3- Mean comparison of effects of herbicide treatments on percentage reduction of weed density and dry weight of sweet corn compared with weedy control

علف کش Herbicide	دز علف‌کش Herbicide doses (l ha^{-1})	گونه‌های علف هرز Weed species									
		تاج خروس ریشه قرمز Redroot pigweed		سلمه تره Lambsquarters		سوروف Barnyard grass		پیچک Bindweed		کل علف هرز Weed total	
		تراکم Density (%)	وزن خشک Dry weight (%)	تراکم Density (%)	وزن خشک Dry weight (%)	تراکم Density (%)	وزن خشک Dry weight (%)	تراکم Density (%)	وزن خشک Dry weight (%)	تراکم Density (%)	وزن خشک Dry weight (%)
نیکوسولفورون Nicosulfuron	1.5	20.80 ^{e}	27.97^{e}	55.69^{c}	16.06^{f}	53.40^{c}	35.02^{d}	53.71^{e}	38.54^{e}	43.33^{c}	27.72^{f}
	2	60.65^{b}	33.29^{c}	68.65^{b}	33.22^{b}	61.41^{b}	40.81^{b}	61.04^{d}	55.06^{b}	59.50^{b}	42.14^{c}
	2.5	78.03 ^{a}	73.25^{a}	81.69^{a}	49.84^{a}	66.75^{a}	58.37^{a}	73.25^{a}	60.56^{a}	75.82^{a}	64.32^{a}
فورام سولفورون + یدوسولفورون Foramsulfuron + idosulfuron	1	12.13^{g}	13.31^{h}	42.70^{e}	5.49^{h}	40.05^{e}	17.51^{g}	36.62^{g}	11.01^{f}	32.49^{e}	13.30^{h}
	1.5	22.54 ^{d}	33.29^{e}	40.84^{f}	30.46^{d}	61.38^{b}	37.94^{c}	68.36^{c}	52.30^{c}	37.91^{d}	41.03^{d}
	2	60.69 ^{b}	62.60^{b}	68.69^{b}	38.76^{b}	61.41^{b}	40.85^{b}	70.81^{b}	55.06^{b}	59.54^{b}	55.44^{b}
استوکلر Acetochlor	4.5	8.67 ^{h}	14.65^{g}	22.27^{h}	5.53^{h}	26.70^{g}	23.34^{f}	29.30^{h}	8.25^{g}	27.08^{f}	11.08^{i}
	5	15.60 ^{f}	19.97^{f}	31.56^{g}	11.07^{g}	34.71^{f}	29.18^{e}	43.95^{f}	11.01^{f}	32.49^{e}	15.52^{g}
	5.5	24.27 ^{c}	30.63^{d}	44.55^{d}	16.61^{e}	50.73^{d}	35.02^{d}	53.71^{e}	44.04^{d}	37.90^{d}	33.26^{e}

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند ($LSD \leq 0.05$).

Means in each column followed by the similar letters are not significantly different at 5% probability level ($LSD \leq 0.05$).

جدول ٤- مقایسه گروهی بین اثرات علف کش بر وزن خشک و تراکم علف‌های هرز ذرت شیرین

Table 4- Comparison groups between the herbicide effects on weed dry weight and density of sweet corn

صفات Traits	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares	نیکوسولفورون در مقابل نیکوسولفورون + پدوسولفورون Nicosulfuron vs Foramsulfuron + idosulfuron	فورام‌سولفورون + پدوسولفورون Foramsulfuron + idosulfuron	میانگین مربعات Means of squares	نیکوسولفورون در مقابل استوکلر Nicosulfuron vs Acetochlor	استوکلر Acetochlor	میانگین مربعات Means of squares	فورام‌سولفورون + پدوسولفورون در مقابل استوکلر Foramsulfuron + idosulfuron vs Acetochlor
تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)									
وزن خشک (گرم در مترمربع) Dry weight (g m^{-2})	1	800.80^{ns}	207.37	238.79	56313.68**	207.37	296.43	43683.76**	238.79	296.43
تراکم (در مترمربع) Density (1 m^{-2})	1	10.12*	2.75	4.00	18.00**	2.75	4.83	1.12^{ns}	4.00	4.83
سلمه تره (*Chenopodium album*)									
وزن خشک (گرم در مترمربع) Dry weight (g m^{-2})	1	2812.50*	121.58	137.75	6272.00**	121.58	161.41	684.50^{ns}	137.75	161.41
تراکم (در مترمربع) Density (1 m^{-2})	1	1.12^{ns}	1.58	2.58	3.12*	1.58	3.41	0.50^{ns}	2.58	3.41
سوروف (*Echinochloa crus-galli*)									
وزن خشک (گرم در مترمربع) Dry weight (g m^{-2})	1	768.71^{ns}	94.22	113.82	1200.50*	94.22	138.93	47.92*	113.82	138.93
تراکم (در مترمربع) Density (1 m^{-2})	1	0.13^{ns}	1.42	1.75	1.13*	1.42	2.25	0.50^{ns}	1.75	2.25
پیچک (*Convolvulus arvensis*)									
وزن خشک (گرم در مترمربع) Dry weight (g m^{-2})	1	225.35^{ns}	96.18	114.42	2409.91*	96.18	126.98	1161.37^{ns}	114.42	126.98
تراکم (در مترمربع) Density (1 m^{-2})	1	0.12^{ns}	1.25	1.50	0.50*	1.25	2.16	0.12*	1.50	2.16

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی‌دار.

*, ** and ns: are significant at 0.05 and 0.01 probability levels and not significant, respectively.

جدول ۵- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین.

Table 5- Analysis of variance (mean of squares) for yield and yield components of sweet corn

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares							
		طول بلال Ear length	قطر بلال Ear diameter	تعداد بلال در بوته Ear number per plant	تعداد ردیف دانه در بلال Row number per ear	تعداد دانه در ردیف Grain number per row	تعداد دانه در بلال Grain number per ear	وزن تر ۱۰۰۰ دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه کنسروی Canned grain yield
بلوک Block	3	1.61	10.23	0.03	6.45	16.51	8056.72	1537.02	7.89
تیمار Treatment	10	10.64**	64.82*	0.80**	12.21*	27.11*	16620.09**	5463.58**	19.69**
خطا Error	30	1.69	21.64	0.05	2.92	5.93	1522.92	978.98	1.55
ضریب تغییرات CV (%)		15.64	20.57	20.08	17.32	10.78	17.23	11.19	23.78

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی‌دار.

*, ** and ns: are significant at 0.05 and 0.01 probability levels and not significant, respectively.

جدول ٦-مقایسه میانگین اثرتیمارهای علف کش بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین

Table 6- Mean comparison for effects of herbicide treatments on yield and yield components of sweet corn

علف کش Herbicide	دز علف‌کش Herbicide doses (l ha^{-1})	طول بلال Ear length (cm)	قطر بلال Ear diameter (mm)	تعداد بلال در بوته Ear number per plant	تعداد ردیف دانه در بلال Row number per ear	تعداد دانه در ردیف Grain number row per	تعداد دانه در بلال Grain number per ear	وزن تر ۱۰۰۰ دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه کنسروی Canned grain yield (t ha^{-1})
نیکوسولفورون Nicosulfuron	1.5	7.99^{b-d}	21.73^{b-d}	1.18^{c-e}	9.50^{bc}	22.25^{b-d}	210.00^{c}	285.58^{bc}	4.77^{cd}
	2	8.51^{bc}	22.62^{b-d}	1.43^{bc}	9.50^{bc}	22.75^{b-d}	216.50^{c}	289.88^{bc}	5.17^{c}
	2.5	9.76^{b}	25.31^{a-c}	1.56^{b}	12.00^{a}	25.00^{ab}	299.00^{b}	325.06^{ab}	8.00^{b}
فورام سولفورون + یدوسولفورون Foramsulfuron + idosulfuron	1	7.26^{cd}	21.31^{b-d}	1.06^{d-f}	9.00^{c}	21.25^{c-e}	190.50^{cd}	274.19^{c-e}	4.20^{c-e}
	1.5	8.46^{bc}	21.67^{b-d}	1.31^{b-d}	9.50^{bc}	22.75^{b-d}	216.00^{c}	279.31^{cd}	4.72^{cd}
	2	9.83^{b}	26.25^{ab}	1.46^{bc}	11.50^{ab}	24.75^{a-c}	285.50^{b}	308.44^{a-c}	7.03^{b}
استوکلر Acetochlor	4.5	6.96^{cd}	18.96^{cd}	0.75^{f}	8.50^{c}	20.50^{de}	175.50^{cd}	231.69^{ef}	3.23^{de}
	5	7.13^{cd}	20.11^{b-d}	0.93^{ef}	8.50^{c}	21.00^{de}	181.00^{cd}	236.66^{d-f}	3.42^{c-e}
	5.5	7.38^{cd}	21.60^{b-d}	1.06^{d-f}	9.50^{bc}	22.00^{b-d}	206.50^{c}	276.00^{c-e}	4.56^{cd}
شاهد بدون علف هرز Weed free		11.90^{a}	32.01^{a}	2.00^{a}	13.00^{a}	28.00^{a}	365.50^{a}	340.08^{a}	9.96^{a}
شاهد آلوده به علف هرز Weedy		6.33^{d}	17.19^{d}	0.31^{g}	8.00^{c}	18.25^{e}	145.00^{d}	226.88^{f}	2.64^{e}

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند (LSD ≤ 0.05).

Means in each column followed by the similar letters are not significantly different at 5% probability level (LSD ≤ 0.05).

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت شیرین

Table 7- Correlation coefficients between yield and yield components of sweet corn

	قطر بلال Ear diameter	طول بلال Ear length	تعداد بلال در بوته Ear number per plant	تعداد ردیف دانه در بلال Row number per ear	تعداد دانه در ردیف Grain number per row	تعداد دانه در بلال Grain number per ear	وزن تر ۱۰۰۰ دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه کنسروی Canned grain yield	وزن خشک کل علف‌های هرز Total weeds dry weight	تراکم کل علف‌های هرز Total weeds density
قطر بلال Ear diameter	1.00									
طول بلال Ear length	0.57*	1.00								
تعداد بلال در بوته Ear number per plant	0.56*	0.73**	1.00							
تعداد ردیف دانه در بلال Row number per ear	0.76**	0.62**	0.65**	1.00						
تعداد دانه در ردیف Grain number per row	0.65**	0.66**	0.70**	0.71**	1.00					
تعداد دانه در بلال Grain number per ear	0.67**	0.76**	0.67**	0.90**	0.79**	1.00				
وزن تر ۱۰۰۰ دانه 1000 grain weight	0.73**	0.69**	0.71**	0.73**	0.65**	0.67**	1.00			
عملکرد دانه کنسروی Canned grain yield	0.75**	0.71**	0.73**	0.83**	0.80**	0.96**	0.83**	1.00		
وزن خشک کل علف‌های هرز Total weeds dry weight	-0.92**	-0.93**	-0.86**	-0.86**	-0.95**	-0.91**	-0.84**	-0.83**	1.00	
تراکم علف‌های هرز Total weeds density	-0.85**	-0.87**	-0.94**	-0.76**	-0.76**	-0.82**	-0.86**	-0.79**	0.75**	1.00

*، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی‌دار.

*, ** and ns: are significant at 0.05 and 0.01 probability levels and not significant, respectively.

حضور علف هرز در رقابت با ذرت باعث کاهش ۶۰ درصدی تعداد دانه در بلال ذرت نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز (۱۴۵در مقابل ۳۶۵ عدد) شد (جدول ۶) و نتایج بدست آمده از جدول همبستگی نشانگر رابطه منفی و معنی‌دار بین تعداد دانه در بلال با تراکم (r =-۰/۸۲**) و وزن خشک کل علف هرز (r =-۰/۹۱**) بود (جدول ۷). همچنین بیشترین تعداد دانه در بلال ذرت (۲۹۹) در تیمار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار بدست آمد که نسبت به تیمار علف‌کش فورام‌سولفورن + یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶). کمترین تعداد دانه در بلال ذرت نیز (۱۷۵/۵) در تیمار کاربرد علف‌کش استوکلر به میزان ۴/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمار علف‌کش نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار به میزان ۴۱ درصد کاهش یافت (جدول ۶). محققین گزارش کردند که حساس‌ترین جزء عملکرد ذرت به تداخل علف‌های هرز تعداد دانه در بلال بود، به طوری‌که افزایش زمان تداخل علف‌های هرز موجب کاهش سیگموئیدی تعداد دانه در بلال شد (Lum *et al*., 2005 ; Evans *et al*., 2003).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در میان تیمارهای علف‌کش، کمترین وزن تر ۱۰۰۰ دانه (۲۳۱/۶۹ گرم) در تیمار علف‌کش استوکلر به میزان ۴/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار بدست آمد که نسبت به تیمار علف‌کش نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار ۲۹ درصد کاهش نشان داد (جدول ۶). کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار با کنترل بهتر علف هرز توانسته قدرت رقابت علف‌های هرز را کاهش دهد و بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دهد که در مقایسه با تیمار شاهد بدون علف هرز تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۶). بر اساس نتایج جدول همبستگی بین وزن تر ۱۰۰۰ دانه با اجزای آن یعنی تعداد بلال (r =+۰/۷۱**)، تعداد ردیف در بلال (r =+۰/۷۳**)، تعداد دانه در ردیف (r =+۰/۶۵**) و تعداد دانه در بلال (r =+۰/۶۷**) رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت، این در حالی است که بین وزن تر ۱۰۰ دانه با تراکم (r =-۰/۸۶**) و وزن خشک کل علف هرز (r =-۰/۸۴**) یک رابطه منفی و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۷). به‌طور کلی تیمار شاهد آلوده به علف هرز در مقایسه با تیمار شاهد بدون علف هرز باعث کاهش ۳۳ درصدی وزن تر ۱۰۰۰ دانه شد (جدول ۶). به نظر می‌رسد کاربرد علف‌کش با حذف و تضعیف علف‌های هرز منجر به استفاده بهتر گیاه زراعی از منابع شده و پر شدن دانه‌ها بهتر انجام می‌شود که با نتایج سایر محققین مطابقت داشت (Chikoye *et al*., 2009; Zand *et al*., 2009;).

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین مشخص شد که کمترین عملکرد دانه کنسروی (۲/۶۴ تن در هکتار) در تیمار شاهد آلوده به علف هرز بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز ۷۳/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۶). وجود رابطه منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه کنسروی و تراکم (r =-۰/۷۹**) و وزن خشک کل علف‌های هرز (r =-۰/۸۳**) بیان کنند این موضوع است که حضور علف‌های هرز با تشدید رقابت میان علف‌های هرز و ذرت منجر به کاهش ظرفیت فتوسنتزی ذرت و اختصاص کمتری از مواد فتوسنتزی به سمت اندام‌های در حال رشد و مریستم‌های زایشی از جمله مریستم‌های تولید بلال در ذرت می‌شوند (Evans *et al*., 2003). در میان علف‌کش‌ها نیز کمترین عملکرد دانه کنسروی (۳/۲۳ تن در هکتار) در تیمار کاربرد علف‌کش استوکلر به میزان ۴/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار علف‌کش نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار حدود ۶۰ درصد کاهش یافت (جدول ۶). بر اساس نتایج جدول همبستگی بین عملکرد دانه کنسروی با اجزای آن یعنی تعداد بلال (r =+۰/۷۳**)، تعداد ردیف در بلال (r =+۰/۸۳**)، تعداد دانه در ردیف (r =+۰/۸۰**)، تعداد دانه در بلال (r =+۰/۹۶**) و وزن هزار دانه (r =+۰/۸۳**) رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت که با کاهش اجزای عملکرد، عملکرد دانه کنسروی کاهش یافت (جدول ۷). از سویی دیگر، بیشترین عملکرد دانه کنسروی ذرت (۸ تن در هکتار) در تیمار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار به دست آمد که نسبت به تیمار علف‌کش فورام‌سولفورن + یدوسولفورون به میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول۶) که این نتایج با نتایج سایر محققین که بیان کردند بیشترین عملکرد ذرت با کاربرد نیکوسولفورون میسر می‌شود مطابقت داشت (Lum *et al*., 2005 ; Mohajeri *et al*., 2010).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی در این پژوهش مشخص شد که بیشترین درصد کاهش وزن خشک (۷۵/۸ درصد) و تراکم علف‌های هرز (۶۴/۳ درصد) بطور معنی‌داری در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرزی، در کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون (۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) نسبت به سایر تیمارهای علف‌کش فورام‌سولفورون + یدوسولفورون و استوکلر بدست آمد. بیشترین عملکرد کنسروی (۸/۰۰ و ۷/۰۳ تن در هکتار) بدون تفاوت معنی‌دار به ترتیب در تیمار علف‌کش نیکوسولفورون (۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) و فورام‌سولفورون + یدوسولفورون (۲ لیتر ماده تجاری در هکتار) بدست آمد. لذا به نظر می‌رسد اگرچه عملکرد کنسروی دانه ذرت شیرین در دو تیمار

علف‌کش نیکوسولفورون (۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) و فورام‌سولفورون + یدوسولفورون (۲ لیتر ماده تجاری در هکتار) تفاوت معنی‌دار به لحاظ آماری ندارد، لکن با توجه به کارایی علف‌کش نیکوسولفورون (۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار) در کنترل معنی‌دار تراکم و وزن خشک علف‌های هرز نسبت به سایر علف‌کش‌های مورد مطالعه می‌تواند گزینه مناسبی برای توصیه در رقم ذرت شیرین ایرانی بر اساس نتایج این پژوهش باشد.

منابع

1. Baghestani, M.A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., PourAzar, R., Veysi, M., & Nassirzadeh, N. (2007). Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection 26*(7): 936-942. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.08.013.
2. Bijanzadeh, E., & Ghadiri, H. (2006). Effect of seprate and combined treatments of herbicides on weed control and corn (*Zea mays*) yield. *Weed Technology* 20: 640-645. https://doi.org/10.1614/WT-05-105R1.1.
3. Bunting, J.A., Sprague, C.L., & Riechers, D.E. (2005). Incorporating foramsulfuron into annual weed control systems for corn. *Weed Technology 19*(1): 160-167. https://doi.org/10.1614/WT-04-063R1.
4. Chikoye, D., Ekeleme, F., & Udensi, U.E. (2001). Cogongrass suppression by intercropping cover crops in corn/cassava systems. *Weed Science 49*(5): 658-667. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0658:CSBICC]2.0.CO;2.
5. Chikoye, D., Lum, A.F., Ekeleme, F., & Udensi, U.E. (2009). Evaluation of Lumax for preemergence weed control in maize in Nigeria. *International Journal of Pest Management 55*(4): 275-283. https://doi.org/10.1080/09670870902862693.
6. Chitband, A.A., Noghondar, M.N., & Sarabi, V. (2021). Yield of sweet corn varieties and response to sulfonylurea and mix herbicides. *Advances in Weed Science* 39: 1-11. https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2021;39:00018.
7. Evans, S.P., Knezevic, Z., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., & Blankenship, E.E. (2003). Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science* 51: 408-417. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0408:NAITCP]2.0.CO;2.
8. Hassannejad, S., & Porheidar-Ghafarbi, S. (2012). Introducing new indices for weed flora studies. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4*(22): 1653-1659. http://ijagcs.com/.../1653-1659.pdf.
9. Kaukis, K., & Davis, D.W. (1986). *Breeding vegetable crops*. AVI Pub, Westport, Conn.
10. Khan, I.A., Hassan, G., Malik, N., Khan, R., Khan, H., & Khan, S.A. (2016). Effect of herbicides on yield and yield components of hybrid maize (*Zea mays*). *Planta Daninha* 34: 729-736. https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340400013.
11. Koeppe, M. K., Hirata, C.M., Brown, H.M., Kenyon, W.H., O'Keefe, D.P., Lau, S.C., ... & Green, J.M. (2000). Basis of selectivity of the herbicide rimsulfuron in maize. *Pesticide Biochemistry and Physiology 66*(3): 170-181. https://doi.org/10.1006/pest.1999.2470.
12. Lair, K., & Redente, E.F. (2004). Influence of auxin and sulfonylurea herbicides on seeded native communities. *Rangeland Ecology and Management 57*(2): 211-218. https://doi.org/10.2111/1551-5028(2004)057[0211:IOAASH]2.0.CO;2.
13. Lum, A.F., Chikoye, D., & Adesiyan, S.O. (2005). Effect of nicosulfuron dosages and timing on the postemergence control of cogongrass (*Imperata cylindrica*) in corn. *Weed Technology 19*(1): 122-127. https://doi.org/10.1614/WT-03-276R2.
14. Mohajeri, F., Honarmandian, M., Pourazar, R., & Shirali, M. (2010). The evalution of mechanical, chemical and integrated *Zea mays* L. weeds control in Ramhormoz. *Journal of Weed Ecology 1*(1): 67-76. (In Persian).
15. Najafi, B., & Ghadiri, H. (2012). Weed control and grain yield response to nitrogen management and herbicides. *Journal of Biological and Environmental Sciences 6*(16): 39-47.
16. Rahmani, A., Nasrullahalhosseini, S.M., & Khavari Khorasani, S. (2010). Effects of sowing date and plant density on morphological traits, yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agroecology* 2: 302-312. https://doi.org/10.22067/jag.v2i2.7637.
17. Sikkema, P.H., Kramer, C., Vyn, J.D., Kells, J.J., Hillger, D.E., & Soltani, N. (2007). Control of *Muhlenbergia frondosa* (wirestem muhly) with post-emergence sulfonylurea herbicides in maize (*Zea mays*). *Crop Protection 26*(10): 1585-1588. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.02.006.
18. Szumigalski, A., & Van Acker, R. (2005). Weed suppression and crop production in annual intercrops. *Weed Science* 53: 813-825. https://doi.org/10.1614/WS-05-014R.1.
19. Wilson, G.C., Soltani, N., Tardif, F.J., Swanton, C.J., & Sikkema, P.H. (2010). Control of volunteer cereals with post-emergence herbicides in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection 29* (12): 1389-1395. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.07.020.
20. Zand, E., Baghestani, M.A., Soufizadeh, S., Eskandari, A., Deihimfard, R., Pourazar, R., Ghazali, F., Sabeti, P., Esfandiari, H., Mousavinik, A., & Etemadi, F. (2006). Comparing the efficacy of amicarbazon, a triazoline, with

sulfonylurease for weed control in maize (*Zea mays* L.). *Iranian Journal of Weed Science* 2: 59-83.

21. Zand, E., Baghestani, M.A., Pourazar, R., Sabeti, P., Ghezeli, F., Khayami, M.M., & Razazi, A. (2009). Efficacy evaluation of ultima (nicosulfuron+ nimsulfuron), lumax (mesotrion+ s-metolacholor+ terbuthlazine) and amicarbazone (daynamic) in comparison with current herbicide to control of weeds in corn. *Journal of Plant Protection 23*(2): 42-55. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.v23i2.2549.
22. Zhang, J., Zheng, L., Jäck, O., Yan, D., Zhang, Z., Gerhards, R., & Ni, H. (2013). Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. *Crop Protection* 52: 26-32. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.001.