

## اثر کاربرد اسید سالیسیلیک و مویان کوکووت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) و کارایی علف‌کش نیکوسولفورون

حسن مکاریان<sup>\*</sup>، عباس نصیری دهرخی<sup>۲</sup>، آی بی بی میری زاده<sup>۲</sup>، مهدی برادران فیروزآبادی<sup>۱</sup>، منوچهر قلی پور<sup>۱</sup>، حسین میرزایی مقدم<sup>۴</sup>

- ۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران
- ۲- دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
- ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران
- ۴- گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

\* مسئول مکاتبه: [H.makarian@yahoo.com](mailto:H.makarian@yahoo.com)

DOI: 10.22034/CSRAR.2021.271406.1085

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۰۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۳

### چکیده

استفاده از دز کاهش یافته علف‌کش‌ها توأم با مواد افزودنی می‌تواند باعث کاهش مصرف علف‌کش‌ها، افزایش کارایی آن‌ها و بهبود سلامت محصولات غذایی شود. لذا به منظور بررسی اثر اختلاط علف‌کش نیکوسولفورون با افزودنی اسید سالیسیلیک و مویان کوکووت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت و کارایی علف‌کش نیکوسولفورون، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد. عوامل آزمایش شامل روش کنترل علف‌هرز در چهار سطح: وجین علف‌هرز، عدم وجین علف‌هرز، مصرف یک و دو لیتر علف‌کش نیکوسولفورون به عنوان عامل اول و اسید سالیسیلیک در دو سطح، مصرف ۰/۷ میلی‌مولار و عدم مصرف اسید سالیسیلیک به عنوان عامل دوم و کوکووت در دو سطح، مصرف دو لیتر در هکتار کوکووت و عدم مصرف کوکووت به عنوان عامل سوم بودند. مصرف اسید سالیسیلیک در شرایط وجین به ترتیب سبب افزایش ۱۲/۵ و ۴۴ درصدی عملکرد بیولوژیک و دانه ذرت در مقایسه با عدم کاربرد آن شد. کمترین تعداد دانه در ردیف بلال، در تیمار عدم کنترل و عدم مصرف اسید سالیسیلیک مشاهده گردید. مصرف یک لیتر علف‌کش (دز کاهش یافته) توأم با کوکووت موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۴ درصد نسبت به عدم کاربرد کوکووت شد. دز کاهش یافته علف‌کش در اختلاط با مویان کوکووت توانست مانند دز کامل علف‌کش، جمعیت و وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ را کاهش دهد. بر اساس نتایج، کاربرد اسید سالیسیلیک پتانسیل افزایش رشد و رقابت ذرت با علف‌های هرز را دارد و کوکووت نیز می‌تواند سبب کاهش مصرف علف‌کش‌ها و افزایش کارایی آن‌ها شود.

**واژه‌های کلیدی:** افزودنی‌ها، دز کاهش یافته علف‌کش، علف‌هرز، کشاورزی پایدار

### مقدمه

مصرف علف‌کش‌ها است (Rao, 2000). نیکوسولفورون (کروز) علف‌کشی دامنظوره از خانواده سولفونیل اوره‌ها و متعلق به گروه دو یا B می‌باشد که بازدارنده استولاکتات سینتاز (ALS) است. علف‌کش‌های بازدارنده ALS سبب محدودسازی تولید اسیدهای آمینه ایزولوسین، لوسین و والین می‌شوند. این علف‌کش به تنهایی یا مخلوط با سایر علف‌کش‌ها جهت کنترل بیشتر علف‌های هرز یک‌ساله و تعدادی چندساله باریک‌برگ، مانند قیاق (*Sorghum halepense*) و برخی علف‌های هرز پهن‌برگ در مزرعه ذرت مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sensmen, 2007). اخیراً متخصصان علف‌های هرز به دنبال روش‌های جایگزینی می‌باشند که ضمن به حداقل رساندن مصرف علف‌کش‌ها،

بخش کشاورزی به‌خاطر مسائل زیست‌محیطی و سلامت مواد غذایی باید سیاست کاهش مصرف آفت‌کش‌ها را سرلوحه کار خویش قرار دهد. در همین رابطه، این سؤال پیش می‌آید که آیا کاهش مصرف علف‌کش‌ها باعث افزایش خسارت علف‌های هرز و کاهش عملکرد گیاهان زراعی نمی‌شود (Colbach and Cordeau, 2018)؟ بعد از تنش‌های محیطی، علف‌های هرز از مهم‌ترین مشکلات موجود بر سر راه تولید محصول ذرت است و رقابت بین ذرت و علف‌های هرز جدی‌ترین معضل تولید ذرت می‌باشد (Rajcan and Swanton, 2001). بخش قابل توجهی از عملکرد محصولات زراعی در کشورهای پیشرفته مرهون

تنش‌های زیستی و غیر زیستی از جمله تنش علف‌کش‌های غیر انتخابی را در گیاهان زراعی کاهش می‌دهد (Kim *et al.*, 2003). گزارش شده است که کاربرد خارجی اسیدسالیسیلیک موجب کاهش انتقال مس از طریق سیستم ریشه ذرت شده و اثر تنش سمیت مس را در ذرت کاهش داد (Moravcova *et al.*, 2018). محلول پاشی اسیدسالیسیلیک روی ذرت، ضمن افزایش رشد و قابلیت رقابت آن با علف‌های هرز توانست عملکرد بیولوژیک و دانه ذرت را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد (Najjari *et al.*, 2017). بنابراین در این تحقیق ضمن ارزیابی کنترل علف‌های هرز تحت تأثیر علف‌کش نیکوسولفورون و اختلاط آن با افزودنی کوکووت، تأثیر اسید سالیسیلیک بر عملکرد، اجزای عملکرد ذرت، جمعیت و زیست‌توده علف‌های هرز، مورد مطالعه قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا شد. محل آزمایش از نظر موقعیت جغرافیایی در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۶ متر است. منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالیانه در این منطقه بین ۱۵۰ تا ۱۶۰ میلی‌متر است و بارندگی‌ها عمدتاً در فصل پاییز و زمستان رخ می‌دهد. حداقل و حداکثر دمای مطلق منطقه به ترتیب ۹/۶- و ۴۰ درجه سانتی‌گراد است. به‌منظور تشخیص خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از عملیات اجرایی طرح از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد و در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱).

راندمان مدیریت علف‌های هرز را به حداکثر برسانند (Belkhadi *et al.*, 2010).

استفاده از مواد افزودنی یا عوامل فعال سطحی با تغییر دادن ساختار و ترکیب کوتیکولی سبب افزایش نفوذ روزه‌ای، کوتیکولی و کارایی علف‌کش می‌شود (Jinxia, 1996). نتایج پژوهشی نشان داد با کاربرد مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش نیکوسولفورون و ماده افزودنی هیدرومکس می‌توان علاوه بر کنترل مطلوب علف‌های هرز به عملکرد قابل قبولی دست یافت (Mamnoie *et al.*, 2017). در پژوهش دیگری محققان دریافتند کاربرد انفرادی نیکوسولفورون تأثیر معنی‌داری بر کاهش تراکم عروسک پشت پرده (*Physalis divaricate*) نداشت؛ اما افزودن روغن‌های ولک، کرچک، زیتون، بادام تلخ و بادام شیرین توانست کاهشی به اندازه وچین دستی در تراکم این علف هرز ایجاد نماید (Mohammadvand *et al.*, 2018).

اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک شبه‌هورمون فنولیک و مشتقات آن از جمله ترکیبات جدیدی هستند که به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد گیاهی در برخی گیاهان عمل نموده و بررسی‌ها نشان داده است که اسید سالیسیلیک باعث تغییر پاسخ گیاهان به سرما، دمای بالا، تنش شوری، تنش اسمزی و علف‌کش‌ها می‌گردد و رشد گیاه را تحت این شرایط بهبود می‌بخشد (Belkhadi *et al.*, 2010; Semida *et al.*, 2015). همچنین، کاربرد اسیدسالیسیلیک، موجب فعال شدن پاسخ‌های دفاعی گیاهان در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی از قبیل درجه حرارت بالا، آلودگی آزون، اشعه ماوراء بنفش، فلزات سنگین، خشکی و شوری شده است (Semida *et al.*, 2015). تیمار گیاهان با اسید سالیسیلیک باعث افزایش فعالیت آن‌تی‌اکسیدان‌ها و همچنین افزایش آمینواسید پرولین در گیاه می‌شود و اثر منفی

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Some physical and chemical of soil

هدایت الکتریکی EC (dS m <sup>-1</sup> )	اسیدیته pH	کربن آلی Organic carbon (%)	نیتروژن کل T. N (%)	فسفر قابل جذب P available (ppm)	پتاسیم قابل جذب K available (ppm)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	شن Sand (%)	بافت خاک Soil texture
2.1	7.5	0.41	0.033	3.55	164	35	15	50	Sandy loam

کوادراتی به ابعاد  $30 \times 50$  سانتی‌متر که سه مرتبه در هر کرت به‌طور تصادفی قرار داده می‌شد، انجام شد. علف‌های هرز موجود در کوادرات پس از شناسایی و شمارش تعداد هر گونه، از محل طوقه قطع شده، داخل پاکت قرار گرفتند و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های علف هرز و بخش هوایی پنج بوته ذرت از هر کرت نیز جهت محاسبه عملکرد بیولوژیک ذرت به مدت ۴۸ ساعت در آن با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند سپس با ترازوی یک هزارم گرم وزن شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

### نتایج و بحث

#### تعداد ردیف دانه در بلال

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تیمارهای آزمایشی نتوانستند تأثیر معنی‌داری بر تعداد ردیف دانه در بلال ایجاد کنند. اصولاً تعداد ردیف دانه در بلال یک صفت ژنتیکی و با ثبات بالا بوده، بنابراین کمتر تحت تأثیر شرایط مدیریتی و محیطی قرار می‌گیرد (Bayat and Sepehri, 2012). این در حالی است که در بعضی مطالعات گزارش شده است که تیمار علف‌کش نیکوسولفورون بر تعداد ردیف دانه اثر مثبت داشت و دلیل آن را ایجاد شرایط مطلوب‌تر برای ذرت از نظر جذب آب، مواد غذایی و نور ناشی از حذف علف‌های هرز دانستند (Moravcova et al., 2018). به نظر می‌رسد تنوع و تراکم علف‌های هرز در مزارع مختلف می‌تواند تأثیر متفاوتی بر تعداد ردیف دانه در بلال داشته باشد، به‌طوری‌که انتظار می‌رود تراکم‌های بالای علف‌هرز یا گونه‌هایی با قابلیت رقابت بیشتر می‌توانند تأثیر منفی بیشتری بر تعداد ردیف در بلال داشته باشند.

#### تعداد دانه در ردیف بلال

براساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۲)، اثر متقابل روش کنترل و اسید سالیسیلیک در سطح پنج درصد بر تعداد دانه در ردیف بلال معنی‌دار بود.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل، روش کنترل در چهار سطح: عدم وجین علف‌هرز، وجین علف‌هرز، مصرف یک لیتر علف‌کش نیکوسولفورون در هکتار (از نوع تجاری) و مصرف دو لیتر علف‌کش نیکوسولفورون در هکتار به-عنوان عامل اول و اسیدسالیسیلیک در دو سطح: مصرف اسید سالیسیلیک (۰/۷ میلی‌مولار) و عدم مصرف اسید سالیسیلیک به‌عنوان عامل دوم و همچنین مویان کوکووت در دو سطح: مصرف دو لیتر در هکتار کوکووت و عدم مصرف کوکووت به-عنوان عامل سوم بودند. هر کرت دارای چهار خط کاشت به طول پنج متر بود. فاصله بین ردیف‌ها در هر کرت ۷۵ سانتی‌متر و - فاصله کاشت روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر بود. بین هر کرت ۱/۵ متر و بین دو تکرار دو متر فاصله در نظر گرفته شد.

رقم ذرت مورد آزمایش سینگل کراس ۷۰۴ بود. کاشت بذور در عمق پنج تا هفت سانتی‌متری و در اواخر خردادماه انجام شد. اولین آبیاری پس از کاشت بذور انجام شد به‌صورتی که پشته‌ها کاملاً خیس شدند. آبیاری‌های بعدی نیز در طول فصل رشد، هر هشت روز یک بار انجام شد. با توجه به کمبود نیتروژن مشاهده شده در بوته‌های ذرت، در زمان دو تا سه برگی به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه نیترات آمونیوم طبق عرف منطقه به‌صورت سرک استفاده گردید. در تیمار وجین علف‌های هرز، کلیه علف‌های هرز هر هفته تا پایان فصل رشد وجین گردید. محلول‌پاشی علف‌کش نیکوسولفورون، اسید سالیسیلیک و کوکووت در زمان شش برگی ذرت در عصر و در هوای ملایم انجام شد، به‌طوری‌که برگ‌های گیاه کاملاً خیس شدند. در کرت‌های مربوط به کاربرد علف‌کش، نیکوسولفورون (۴٪ SC) به-وسیله سم‌پاش ماتابی دارای نازل شره‌ای ساخت کشور اسپانیا با فشار ۲/۵ بار و با حجم محلول مصرفی ۳۵۰ لیتر در هکتار در بین و روی ردیف‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه، پس از حذف اثر حاشیه‌ای تعداد ۱۰ بوته از خطوط وسط برداشت گردید و با توجه به تراکم بوته، عملکرد نهایی بر حسب کیلوگرم در مترمربع برآورد گردید. اجزاء عملکرد در ذرت شامل تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف و وزن صد دانه با پنج بوته برداشت‌شده اندازه‌گیری شدند. به‌منظور ارزیابی نحوه تأثیر تیمارها بر علف‌های هرز، نمونه‌برداری از علف‌های هرز ذرت ۲۱ روز بعد از محلول‌پاشی، به کمک

جدول ۲- میانگین مربعات اجزای عملکرد ذرت تحت تأثیر تیمارهای آزمایش

Table 2- Mean of squares of yield components of maize as affected by experimental treatments

منابع تغییرات s.o.v	درجه آزادی df	تعداد ردیف در بلال Row number per ear	تعداد دانه در ردیف Grain number per row	وزن صد دانه 100-grain weight
تکرار Replication	2	0.75 <sup>ns</sup>	16.05 <sup>**</sup>	2.08 <sup>ns</sup>
روش کنترل Control method	3	0.222 <sup>ns</sup>	588.81 <sup>**</sup>	13.516 <sup>**</sup>
اسید سالیسیلیک Salicylic acid	1	0.333 <sup>ns</sup>	12.21 <sup>*</sup>	143.514 <sup>**</sup>
کوکوت Cocowet	1	0.333 <sup>ns</sup>	2.15 <sup>ns</sup>	19.049 <sup>**</sup>
روش کنترل × اسید سالیسیلیک Control method × Salicylic acid	3	1.444 <sup>ns</sup>	5.31 <sup>*</sup>	16.204 <sup>**</sup>
روش کنترل × کوکوت Control method × Cocowet	3	0.556 <sup>ns</sup>	1.3 <sup>ns</sup>	1.736 <sup>ns</sup>
اسید سالیسیلیک × کوکوت Salicylic acid × Cocowet	1	1.333 <sup>ns</sup>	4.2 <sup>ns</sup>	1.321 <sup>ns</sup>
روش کنترل × اسید سالیسیلیک × کوکوت Control method × Salicylic acid × Cocowet	3	1.111 <sup>ns</sup>	0.85 <sup>ns</sup>	1.723 <sup>ns</sup>
خطا Error	30	0.75	1.768	1.874
ضریب تغییرات CV (%)		6.42	4.66	6.88

<sup>ns</sup>, \* and \*\* به ترتیب بیانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

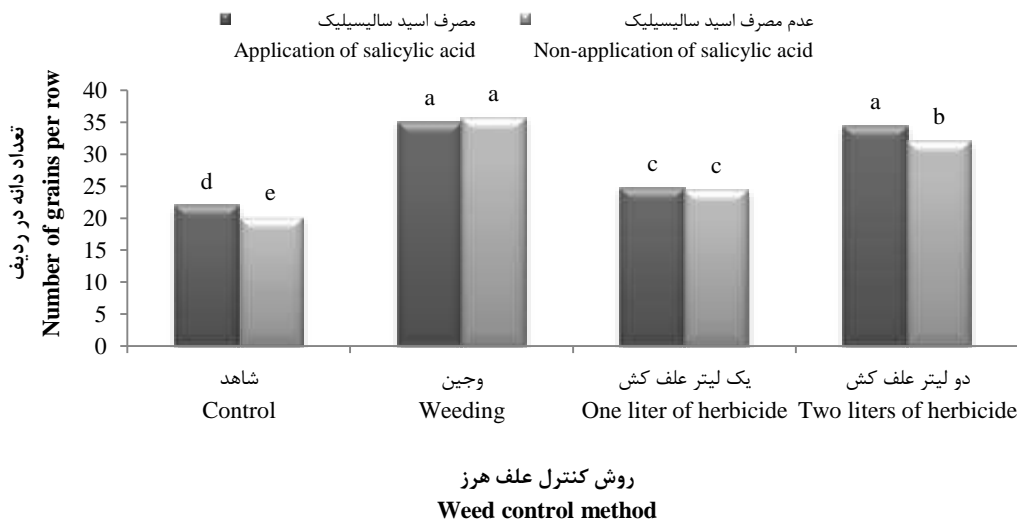
<sup>ns</sup>, \* and \*\* not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

نتایج نشان داد که مصرف اسید سالیسیلیک با کاربرد دو لیتر علفکش نیکوسولفورون، به طور معنی داری تعداد دانه در ردیف بلال را نسبت به عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک افزایش داد. همچنین در شرایط عدم وجین نیز مصرف اسیدسالیسیلیک توانست به طور معنی داری تعداد دانه در ردیف را افزایش دهد (شکل ۱). نتایج تحقیقی نشان داد که اسید سالیسیلیک نه تنها کارایی بنتازون و بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ را کاهش نداد، بلکه موجب افزایش کارایی این دو علفکش گردید (Porheidar Ghafarbi et al., 2017). به نظر می‌رسد که کاربرد اسید سالیسیلیک از طریق بهبود رشد گیاه زراعی، تنش حاصل از کاربرد علفکش و نیز تنش ناشی از حضور علف‌های هرز را تعدیل کرده است و در نهایت باعث افزایش تعداد دانه در ردیف بلال شده است. دیگر محققین نیز به نقش اسیدسالیسیلیک در کاهش اثر تنش‌های وارد شده به گیاهان اشاره کرده‌اند (Moravcova et al., 2018; Sharma et al., 2017). اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی گیاهی است که به عنوان یک

مقایسه میانگین اثر متقابل روش کنترل × اسیدسالیسیلیک نشان داد که کمترین تعداد دانه در ردیف بلال (۲۰/۲) در تیمار شاهد (عدم کنترل) و عدم مصرف اسید سالیسیلیک مشاهده گردید که اختلاف معنی داری را با کلیه تیمارها نشان داد (شکل ۱). گزارش شده است که تعداد دانه در ردیف با افزایش کنترل علف‌هرز افزایش یافت و تیمارهایی که دارای علفکش به همراه دو بار کولتیواسیون بود، تعداد دانه در ردیف بیشتری داشتند که این تأثیر در نتیجه کاهش رقابت علف‌هرز و انتقال آسمیلات به دلیل تغذیه مناسب در ابتدای رشد و عدم مصرف انرژی جهت رقابت با علف‌های هرز رخ داده است (William et al., 1995). کاهش تعداد دانه در ردیف بلال می‌تواند به علت عدم تلقیح مناسب ذرت و یا کاهش تولید و اختصاص مواد پرورده به دانه‌ها در شرایط رقابت با علف‌های هرز باشد. تعداد دانه در ردیف بلال به پتانسیل ژنتیکی گیاه نیز بستگی دارد (Husseini et al., 2009). لذا به نظر می‌رسد که تیمار عدم وجین با تأثیرپذیری از شرایط محیطی و رقابت با علف‌های هرز تعداد دانه در ردیف بلال کمتری تولید کرده است.

هورمون گیاهی و تنظیم کننده‌ی رشد شناخته شده و نقش آن در ارتباط با مکانیسم‌های دفاعی در برابر عوامل تنش‌زای زیستی و غیر زیستی به خوبی مشخص شده است ( Hayat *et al.*, 2010; Hayat and Ahmad, 2007; Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2014). بنابراین به نظر می‌رسد اسیدسالیسیلیک قابلیت تعدیل اثر علف‌کش روی گیاه زراعی را دارد و می‌تواند سبب افزایش تعداد دانه در بلال ذرت شود.

هورمون گیاهی و تنظیم کننده‌ی رشد شناخته شده و نقش آن در ارتباط با مکانیسم‌های دفاعی در برابر عوامل تنش‌زای زیستی و غیر زیستی به خوبی مشخص شده است ( Hayat *et al.*, 2010; Hayat and Ahmad, 2007; Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2014).



شکل ۱- اثر برهمکنش روش کنترل و کاربرد اسیدسالیسیلیک بر تعداد دانه در ردیف بلال  
Figure 1- Interaction effect of control method and salicylic acid on number of grain per row

نسبت به عدم مصرف کوکووت، وزن صد دانه را کاهش داد. بنابراین، به نظر می‌رسد افزایش تعداد دانه در بلال به دلیل کاربرد کوکووت، سبب تخصیص مواد فتوسنتزی به تعداد دانه بیشتری شد و وزن دانه‌ها کاهش یافت.

با توجه به نتایج به دست آمده در مورد اثر کاربرد اسیدسالیسیلیک بر وزن صد دانه ذرت، چنانکه در شکل ۱ نشان داده شد، کاربرد اسیدسالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در بلال به خصوص در دز بالای علف‌کش گردید، بنابراین با توجه به افزایش تعداد دانه در بلال، توزیع مواد فتوسنتزی در بین تعداد دانه بیشتری صورت گرفته است و در مقابل وزن صد دانه کاهش یافته است. در بین تیمارهای کنترل، در شرایط وجین و کاربرد علف‌کش، اسید سالیسیلیک توانست به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد (عدم وجین) وزن صد دانه را افزایش دهد (شکل ۲). گزارش شده است که استفاده از اسیدسالیسیلیک در ذرت و سویا (*Glycine max*) باعث افزایش تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف، وزن صد دانه و عملکرد بوته گردید (Khan *et al.*, 2003). این امر می‌تواند ناشی از اثر

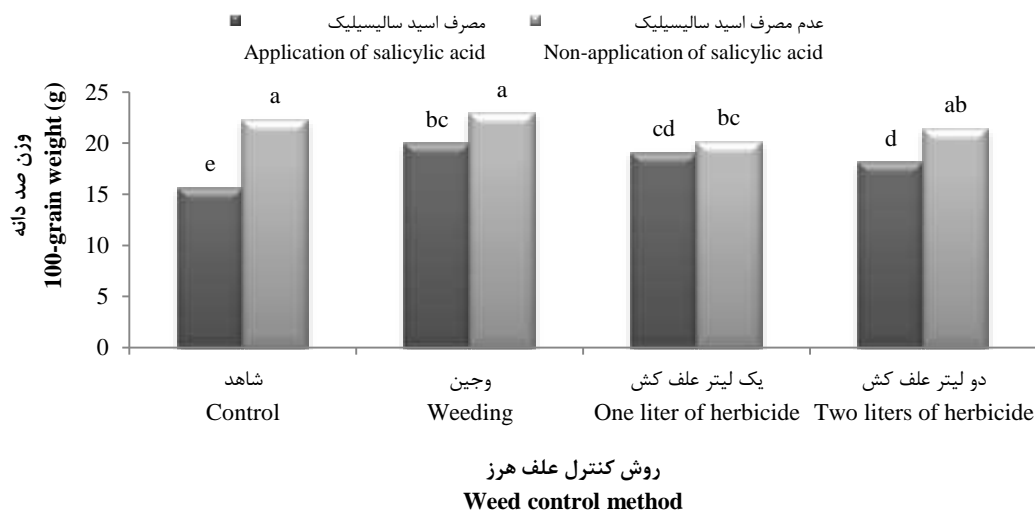
## وزن صد دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده شد که اثر کوکووت و اثر متقابل روش کنترل × اسید سالیسیلیک بر وزن صد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به مقایسه میانگین اثر متقابل روش کنترل × اسید سالیسیلیک مشاهده شد که مقادیر بالایی از وزن صد دانه در تیمارهای شاهد (عدم کنترل) و وجین در شرایط عدم مصرف اسید سالیسیلیک به دست آمد در حالی که کمترین وزن صد دانه (۱۵/۶ گرم) مربوط به تیمار شاهد (عدم کنترل) و مصرف اسید سالیسیلیک بود (شکل ۲). در کلیه تیمارها مصرف اسید سالیسیلیک باعث کاهش وزن صد دانه گردید. این در حالی است که محقق گزارش نمود وزن دانه در گندم (*Triticum aestivum* L.) تحت تأثیر اسیدسالیسیلیک افزایش نشان داد (Sharma *et al.*, 2017).

در بررسی مقایسه میانگین اثر مصرف کوکووت بر وزن صد دانه (شکل ۳) مشاهده شد که عدم مصرف کوکووت (۲۰/۵۳ گرم) بیشترین و مصرف کوکووت (۱۹/۲۷ گرم) کمترین وزن صد دانه را به همراه داشت. مصرف کوکووت به میزان ۶/۱۳ درصد

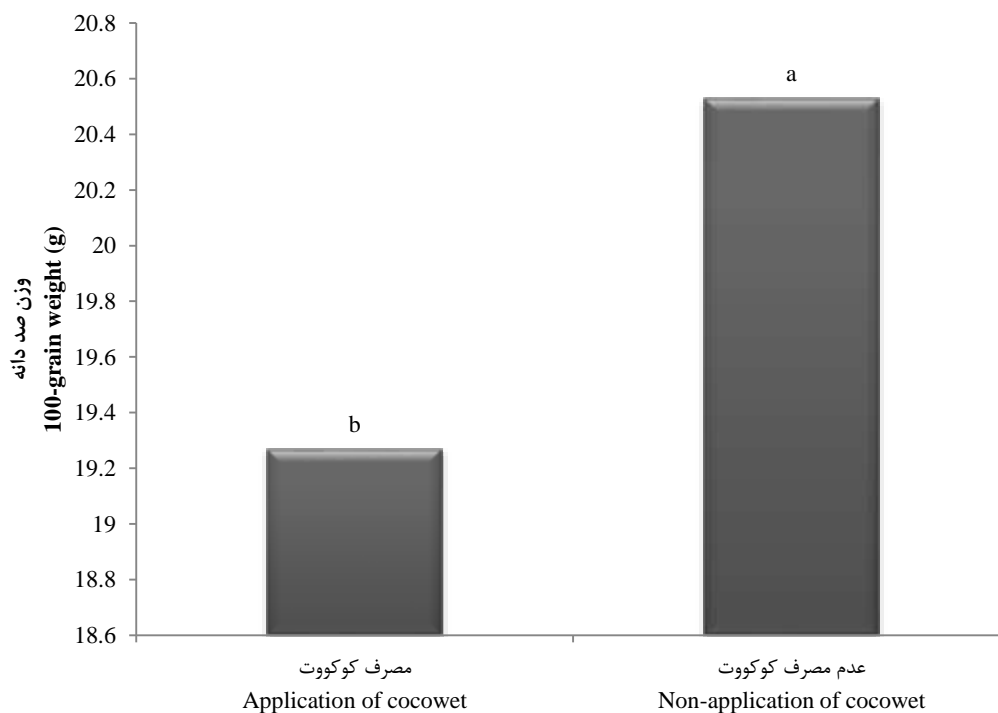
با تولید آنتی‌اکسیدان‌ها و افزایش گلاسیسین بتائین، پروتئین محلول کل، کلروفیل، کاروتنوئید و محتوای آنتوسیانین و فلاونوئید توانست اثرات زیان‌بار تنش شوری را روی گلرنگ کاهش دهد (Shaki *et al.*, 2018).

افزایشی اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل برگ و کاروتنوئید گیاه باشد (Choudhury and Panda, 2004). یا اینکه طبق نظر برخی از پژوهش‌گران می‌تواند ناشی از کاهش اثر تنش‌زای علف‌کش بر رشد ذرت باشد (Krantev *et al.*, 2008). در همین راستا، پژوهش‌گران گزارش کردند که اسید سالیسیلیک



شکل ۲- اثر برهمکنش روش کنترل و کاربرد اسید سالیسیلیک بر وزن صد دانه

Figure 2- Interaction effect of control method and salicylic acid on 100-grain weight



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر مصرف کوکووت بر وزن صد دانه

Figure 3- Mean comparison of cocowet application on 100-grain weight

## عملکرد بیولوژیک

شاهد در ذرت باعث افزایش فتوسنتز و با بهبودی شاخص سطح برگ و میزان رشد گیاه، عملکرد بیولوژیک بیشتری حاصل شد (Bayat and Sepehri, 2012). به نظر می‌رسد افزایش بیوماس در اثر استفاده از اسید سالیسیلیک به‌خاطر فعالیت آنتی‌اکسیدانی این ماده در غشاء سلولی باشد (Tarigholeslami *et al.*, 2018). محلول پاشی اسیدسالیسیلیک روی ذرت، ضمن افزایش رشد و قابلیت رقابت آن با علف‌های هرز توانست عملکرد بیولوژیک و دانه ذرت را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد (Najjari *et al.*, 2017). با توجه به نتایج به‌دست آمده به نظر می‌رسد تأثیر مثبت اسیدسالیسیلیک بر رشد ذرت توانسته است باعث بهبود قابلیت رقابت آن با علف‌های هرز شده و منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت گردد.

براساس نتایج آزمایش، اثر متقابل روش کنترل و کاربرد اسید سالیسیلیک بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل (جدول ۴) نشان داد که تیمار وجین علف‌هرز و مصرف اسید سالیسیلیک نسبت به تیمار شاهد (عدم کنترل) و عدم مصرف اسید سالیسیلیک ۵۴/۵ درصد عملکرد بیولوژیک را افزایش داد. به‌عبارتی عملکرد بیولوژیک با مصرف اسید سالیسیلیک در شرایط حضور علف‌های هرز و وجین، افزایش معنی‌داری نسبت به عدم مصرف آن نشان داد، به‌طوری‌که در شرایط عدم وجین، مصرف اسیدسالیسیلیک باعث افزایش ۱۶/۹ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به عدم کاربرد آن گردید (جدول ۴). محققان اظهار داشتند محلول پاشی اسید سالیسیلیک نسبت به

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای آزمایش

Table 3- Results of analysis variance of biological yield, grain yield and harvest index as affected by experimental treatments

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
s.o.v	df	Biological yield	Grain yield	Harvest index
تکرار Replication	2	317497.52 <sup>ns</sup>	49525.32 <sup>ns</sup>	5.59 <sup>ns</sup>
روش کنترل Control method	3	51704390.57 <sup>**</sup>	27120002.58 <sup>**</sup>	381.88 <sup>**</sup>
اسید سالیسیلیک Salicylic acid	1	11723134.22 <sup>*</sup>	37905648.4 <sup>**</sup>	1045.70 <sup>**</sup>
کوکووت Cocowet	1	122990.37 <sup>ns</sup>	3342780.76 <sup>**</sup>	181.81 <sup>**</sup>
روش کنترل × اسید سالیسیلیک Control method × Salicylic acid	3	7919915.98 <sup>*</sup>	2785929.46 <sup>**</sup>	128.66 <sup>**</sup>
روش کنترل × کوکووت Control method × Cocowet	3	2928738.05 <sup>ns</sup>	1268208.49 <sup>**</sup>	50.23 <sup>*</sup>
اسید سالیسیلیک × کوکووت Salicylic acid × Cocowet	1	17968635.61 <sup>ns</sup>	3323567.98 <sup>**</sup>	31.78 <sup>ns</sup>
روش کنترل × اسید سالیسیلیک × کوکووت Control method × Salicylic acid × Cocowet	3	1101639.98 <sup>ns</sup>	201301.78 <sup>ns</sup>	17.05 <sup>ns</sup>
خطا Error	30	1977768.92	159246.04	14.42
ضریب تغییرات CV (%)		8.53	9.16	14.56

<sup>ns</sup>, \* و <sup>\*\*</sup> به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

<sup>ns</sup>, \* and <sup>\*\*</sup> not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت ذرت تحت تأثیر روش کنترل و اسید سالیسیلیک

Table 4- Mean comparison for biological yield, grain yield and harvest index of maize as affected by control method and salicylic acid

روش کنترل Control method	اسید سالیسیلیک Salicylic acid	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	شاخص برداشت Harvest index (%)
شاهد (عدم وجین) Control	کاربرد اسید سالیسیلیک Application of salicylic acid	15510c	3009de	19.5d
	عدم کاربرد اسید سالیسیلیک Non-application of salicylic acid	13260d	2544e	18.8d
وجین Weeding	کاربرد اسید سالیسیلیک Application of salicylic acid	20490a	7528a	36.9a
	عدم کاربرد اسید سالیسیلیک Non-application of salicylic acid	18210b	5227b	28.7c
یک لیتر علفکش 1 liter of herbicide	کاربرد اسید سالیسیلیک Application of salicylic acid	15520c	4752c	30.9bc
	عدم کاربرد اسید سالیسیلیک Non-application of salicylic acid	16650bc	3069d	18.4d
دو لیتر علفکش 2 liter of herbicide	کاربرد اسید سالیسیلیک Application of salicylic acid	16380c	5686b	35.0ab
	عدم کاربرد اسید سالیسیلیک Non-application of salicylic acid	15820c	3025d	19.1d

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

Means within each column followed by the same letter are not different at 5% level according to least significance difference (LSD) test.

## عملکرد دانه

محققین اظهار داشتند که تیمار عدم وجین در تمام فصل باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) به میزان ۵۰/۵ درصد نسبت به تیمار وجین تمام فصل گردید (Nasiri Dehsorkhi et al., 2017). نتایج نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک در تیمارهای کنترل علف‌های هرز (به جز تیمار عدم وجین) باعث افزایش معنی‌دار در عملکرد دانه ذرت شد. مصرف اسید سالیسیلیک به همراه علف‌کش، تنش علف‌کش وارده به گیاه زراعی را کاهش داده و در نهایت، عملکرد دانه ذرت را افزایش داد. در پژوهشی گزارش شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش عملکرد دو واریته گندم در شرایط تنش خشکی گردید (Sharma et al., 2017). اسید

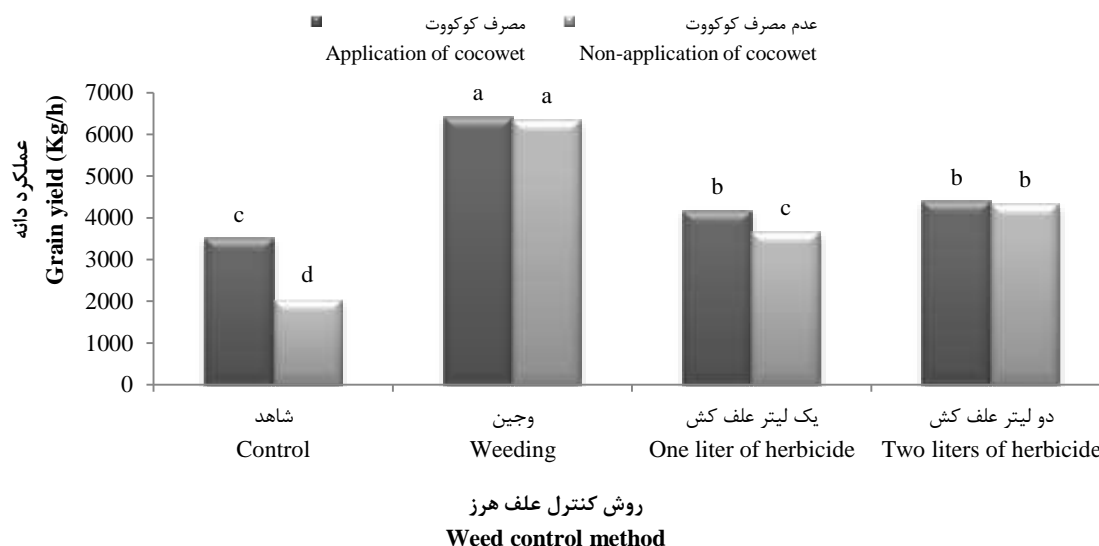
مطابق جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثرات متقابل تیمارها (به جزء اثر سه‌جانبه) تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر عملکرد دانه داشتند. مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای روش کنترل × اسید سالیسیلیک نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار وجین علف‌هرز و مصرف اسید سالیسیلیک بود. کمترین میزان عملکرد دانه نیز مربوط به تیمار عدم وجین علف‌هرز و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک بود (جدول ۴) که کاهش عملکرد در این تیمار، می‌تواند به دلیل افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز و تأثیر بیشتر آن‌ها بر عملکرد و ویژگی‌های رشدی ذرت باشد (Makarian, 2002).



همچنین تیمار یک لیتر علفکش (دز کاهش یافته) توانست در اختلاط با کوکووت به اندازه تیمار دو لیتر علفکش (دز کامل) علفهای هرز را کنترل نموده و در نهایت باعث رشد بهتر و افزایش عملکرد دانه گردد. این امر حاکی از این است که مصرف علفکش به میزان توصیه شده ضروری نیست و می توان با دزهای پایین تری به عملکرد بهینه رسید (Kim et al., 2011). کاهش مصرف علفکشها یکی از اهداف کشاورزی پایدار در ارتباط با کاهش آلودگی های زیست محیطی و سلامت محصولات کشاورزی است.

سالیسیلیک معمولاً با تأثیر بر هورمون های اسید آبسزیک و اتیلن بسیاری از روندهای فیزیولوژیکی و رشد گیاه را تنظیم می کند، از جمله از طریق تجمع اسید آبسزیک در گیاه، موجب خوگیری گیاهان نسبت به تنش های محیطی می شود که نتیجه آن جلوگیری از کاهش عملکرد دانه است (Shakirova and Sahabudinova, 2003).

بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل کوکووت و روش های کنترل، تیمار شاهد (عدم کنترل) و عدم مصرف کوکووت دارای کمترین عملکرد دانه بود (شکل ۴).

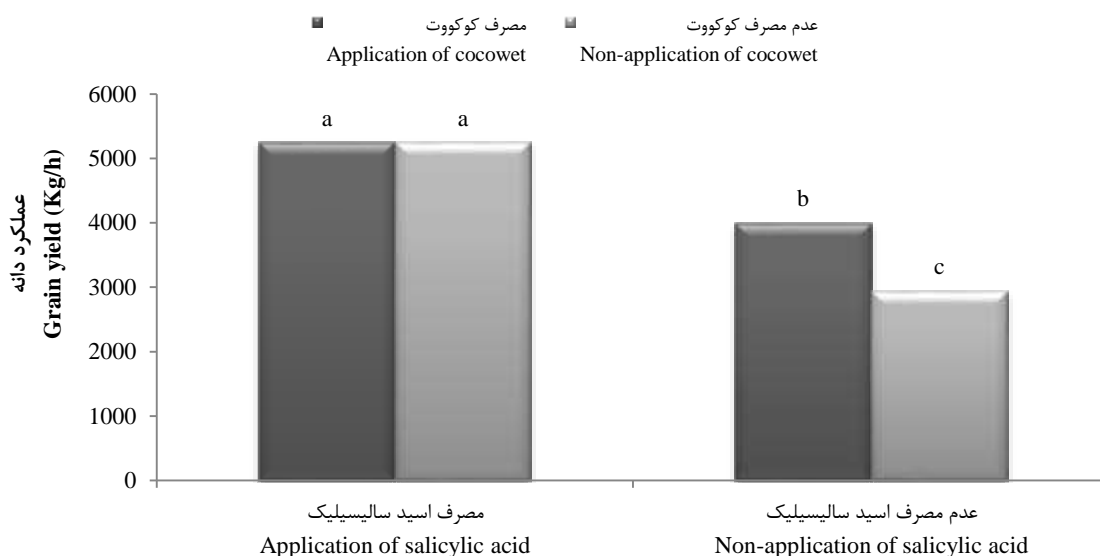


شکل ۴- اثر برهمکنش روش کنترل و کوکووت بر عملکرد دانه

Figure 4- Interaction effect of control method and cocowet on grain yield

بررسی اثرات متقابل اسید سالیسیلیک × کوکووت (شکل ۵) نشان داد که در شرایط مصرف اسید سالیسیلیک بین مصرف و عدم مصرف کوکووت اختلاف معنی داری مشاهده نشد. در حالی که در شرایط عدم حضور اسید سالیسیلیک، مصرف کوکووت توانست به طور معنی داری عملکرد دانه را بهبود بخشد. به این ترتیب تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک و عدم مصرف کوکووت با ۲۹۳۹ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد را تولید کرد. در خصوص تشریح تأثیر کاربرد مویان کوکووت به تنهایی بر برخی ویژگی ها از جمله عملکرد ذرت می توان به گزارش محققین دیگر اشاره نمود. به عنوان مثال، پژوهشگران

(Mamnoie et al., 2017) گزارش دادند با کاربرد مقادیر کاهش یافته علفکش نیکوسولفورون و ماده افزودنی، عملکرد دانه و بیولوژیک ذرت به طور معنی دار افزایش می یابد. محققین دیگری (Mohammadvand et al., 2018) نیز اظهار داشتند بیشترین عملکرد دانه ذرت با کاربرد توأم نیکوسولفورون با روغن زیتون و کرچک مشاهده شد. در این پژوهش، احتمالاً کوکووت با ایجاد خراش سطحی در کوتیکول برگ و از بین بردن موانع خارجی روی اپیدرم برگ و دهانه روزنه ها سبب افزایش تبادلات گازی بین محیط و درون برگ شده و از این طریق سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه می شود.



شکل ۵- اثر برهمکنش اسید سالیسیلیک و کوکووت بر عملکرد دانه

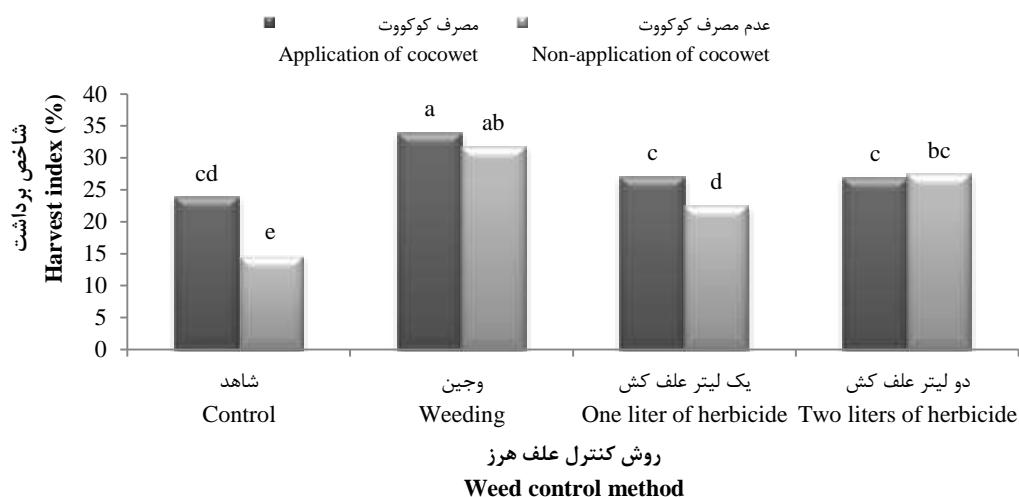
Figure 5- Interaction effect of salicylic acid and cocowet on grain yield

و مصرف کوکووت و کمترین درصد شاخص برداشت (۱۴/۶۲ درصد)، در تیمار شاهد (عدم کنترل) و عدم مصرف کوکووت حاصل شد (شکل ۶). اختلاط یک لیتر علفکش با مویان کوکووت به اندازه دو لیتر علفکش نیکوسولفورون جمعیت علفهای هرز را کاهش داد و با کاهش رقابت علفهای هرز با گیاه زراعی و بهبود شرایط رشد، سبب افزایش معنی‌دار شاخص برداشت شده است. این نتایج گویای این است که کنترل علفهای هرز به‌طور مستقیم بر شاخص برداشت مؤثر بوده و این امر به‌طور عمده از طریق تأثیر بر عملکرد اقتصادی ذرت می‌باشد. به‌عبارتی دیگر، افزایش عملکرد دانه موجب افزایش شاخص برداشت شده است. در همین راستا، محققان اظهار داشتند کنترل مؤثر علفهای هرز به‌ویژه روش‌های تلفیقی نقش به‌سزایی در افزایش شاخص برداشت گیاه دارد (Nasiri et al., 2017). نتایج پژوهشی (Mohammadvand et al., 2018) نشان داد شاخص برداشت ذرت در شرایط عاری از علف هرز و آلوده به علف هرز به‌ترتیب ۵۷ و ۴۰ درصد بود. بنابراین می‌توان گفت به علت کاهش رقابت علفهای هرز و غالب شدن گیاه ذرت بر علفهای هرز در تیمارهای وجین و مصرف علفکش، سهم عملکرد اقتصادی به نسبت عملکرد بیولوژیک افزایش یافته و باعث افزایش شاخص برداشت شده است.

### شاخص برداشت

یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیک که برای نشان دادن درصد انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن استفاده می‌شود، شاخص برداشت است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر متقابل روش کنترل × اسید سالیسیلیک در سطح یک درصد و اثر متقابل روش کنترل × کوکووت در سطح پنج درصد بر شاخص برداشت معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین‌های روش کنترل × اسید سالیسیلیک نشان داد که تیمار وجین علف‌هرز و مصرف اسید سالیسیلیک با ۳۶/۹ درصد، بالاترین شاخص برداشت را داشت. همچنین در تیمارهای کاربرد دو لیتر علفکش (دز کامل) و یک لیتر علفکش (دز کاهش‌یافته)، مصرف اسید سالیسیلیک شاخص برداشت را نسبت به تیمارهای عدم مصرف اسید سالیسیلیک افزایش داد (جدول ۴). در پژوهشی که به منظور بررسی اثر کاربرد برگی اسید سالیسیلیک بر لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم‌آبی انجام شد نتایج نشان داد کاربرد اسید سالیسیلیک در سطوح ۴۵۰ میکرو مولار باعث افزایش عملکرد، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید (Afshari et al., 2016).

بررسی اثر متقابل روش کنترل × کوکووت نشان داد که بالاترین درصد شاخص برداشت (۳۳/۹۱ درصد)، در تیمار وجین



شکل ۶- اثر برهمکنش روش کنترل علف هرز و کوکووت بر شاخص برداشت

Figure 6- Interaction effect of weed control method and cocowet on harvest index

*Amaranthus* (تاج خروس (*Echinochloa crus-galli* L.)

### علف‌های هرز

و (*Chenopodium album* L.) سلمه تره (*retroflexus* L.)

مهم‌ترین گونه‌های علف هرز در زمان قبل از اعمال تیمارها،

تاج ریزی سیاه (*Solanum nigrum* L.) بودند.

به ترتیب فراوانی آن‌ها در سطح مزرعه شامل، سوروف

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فراوانی و وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ تحت تأثیر تیمارهای آزمایش

Table 5- Results of analysis variance of density and dry weight of broad and narrow leaf weeds as affected by experimental treatments

منابع تغییرات s.o.v	درجه آزادی df	تعداد پهن برگ‌ها Number of broad leaf weeds	وزن خشک پهن برگ‌ها Broad leaf weeds dry weight	تعداد باریک برگ‌ها Number of narrow leaf weeds	وزن خشک باریک برگ‌ها Narrow leaf weeds dry weight
تکرار Replication	2	8.75 <sup>ns</sup>	28.44 <sup>ns</sup>	40.58*	173.10 <sup>ns</sup>
روش کنترل Control method	3	2037.44**	56687.12**	83645.87**	192259.82**
اسید سالیسیلیک Salicylic acid	1	4.84 <sup>ns</sup>	3.71 <sup>ns</sup>	3.99 <sup>ns</sup>	40.33 <sup>ns</sup>
کوکووت Cocowet	1	37.79**	373.46**	206.38**	552.70**
روش کنترل × اسید سالیسیلیک Control method × Salicylic acid	3	3.37 <sup>ns</sup>	9.44 <sup>ns</sup>	12.10 <sup>ns</sup>	552.70**
روش کنترل × کوکووت Control method × Cocowet	3	14.15 <sup>ns</sup>	130.82*	97.58**	22.57 <sup>ns</sup>
اسید سالیسیلیک × کوکووت Salicylic acid × Cocowet	1	3.65 <sup>ns</sup>	28.16 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	22.57 <sup>ns</sup>
روش کنترل × اسید سالیسیلیک × کوکووت Control method × Salicylic acid × Cocowet	3	3.65 <sup>ns</sup>	10.20 <sup>ns</sup>	1.63 <sup>ns</sup>	22.57 <sup>ns</sup>
خطا Error	30	5.52	32.35	11.62	56.79
ضریب تغییرات CV (%)		32.5	12.1	7.9	11.9

<sup>ns</sup>, \* و \*\* به ترتیب بیانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

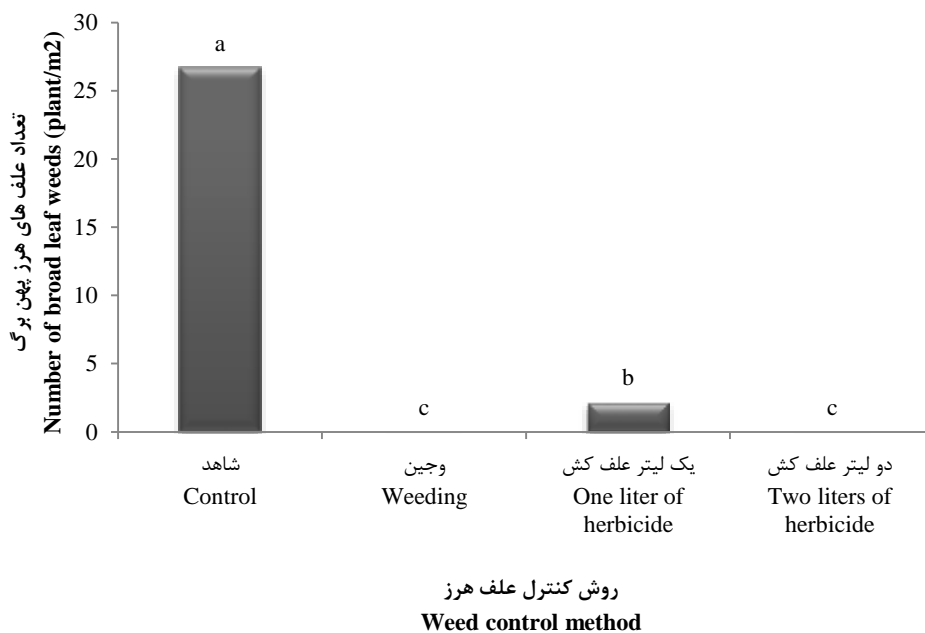
<sup>ns</sup>, \* and \*\* not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

### فراوانی علف‌های هرز پهن‌برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش کنترل و کوکووت بر فراوانی علف‌های هرز پهن‌برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین‌های روش کنترل بر فراوانی علف‌های هرز پهن‌برگ نشان داد که کمترین فراوانی علف‌های هرز پهن‌برگ (بعد از تیمار وجین) مربوط به تیمار دو لیتر علف‌کش (دز کامل) بود، به طوری که علف‌کش نیکوسولفورون به میزان دو لیتر در هکتار (دز کامل) باعث کنترل ۱۰۰ درصدی جمعیت علف‌های هرز پهن‌برگ نسبت به تیمار شاهد (عدم کنترل)

گردید (شکل ۷). تیمار یک لیتر علف‌کش نیز توانست به میزان ۹۱/۹۱ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم کنترل)، جمعیت علف‌های هرز را کاهش دهد. البته مصرف یک لیتر علف‌کش نیکوسولفورون نتوانست به اندازه دو لیتر علف‌کش، جمعیت علف‌های هرز پهن‌برگ را کاهش دهد. در تحقیقی تأثیر علف‌کش نیکوسولفورون بر کنترل علف‌های هرز مزارع ذرت بررسی شد و نتایج نشان داد که علف‌کش نیکوسولفورون در بالاترین دزهای مصرفی کنترل موفقیت‌آمیزی بر کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ داشت (Baghestani *et al.*, 2007).



شکل ۷- فراوانی علف هرز پهن‌برگ تحت تأثیر روش کنترل علف هرز

Figure 7- Density of broad leaf weeds affected as weed control method

### وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ

نتایج نشان داد اثر متقابل روش کنترل × کوکووت در سطح پنج درصد بر وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ معنی‌دار گردید (جدول ۵). بالاترین وزن علف‌های هرز پهن‌برگ بعد از تیمار شاهد (عدم کنترل) در تیمار یک لیتر علف‌کش (دز کاهش‌یافته) به دست آمد، بنابراین هرچند کاربرد یک لیتر علف‌کش (دز کاهش‌یافته)، وزن خشک علف‌های هرز را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد (عدم کنترل) کاهش داد، اما نتوانست به اندازه دو لیتر علف‌کش (دز کامل) علف‌های هرز پهن‌برگ را کنترل

نماید. تیمار دو لیتر علف‌کش سبب کاهش ۱۰۰ درصدی وزن خشک علف‌های هرز پهن گردید.

مقایسه میانگین اثر متقابل روش کنترل × کوکووت نشان داد که کمترین وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ (پس از تیمار وجین تمام فصل) در تیمار دو لیتر علف‌کش (دز کامل) مشاهده گردید که باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز پهن-برگ نسبت به تیمار شاهد (عدم کنترل) گردید (جدول ۶). با کاربرد یک لیتر علف‌کش بین مصرف و عدم مصرف کوکووت اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، به طوری که اختلاط کوکووت با

مقایسه میانگین اثر متقابل روش کنترل × کوکووت (جدول ۶) نشان داد که تیمار دو لیتر علفکش (پس از تیمار وجین تمام فصل) دارای کمترین تعداد علف هرز باریک‌برگ بود؛ به طوری که، تیمار دو لیتر علفکش نسبت به تیمار شاهد (عدم کنترل)، ۱۰۰ درصد فراوانی علف‌های هرز باریک‌برگ را کاهش داد. البته تیمار مذکور اختلاف معنی‌داری با تیمار یک لیتر علفکش و مصرف کوکووت نداشت. این موضوع، گویای این مطلب است که در کنترل علف‌های هرز باریک‌برگ، مصرف دز توصیه‌شده نیکوسولفورون عملکردی مشابه با مصرف دز کاهش‌یافته نیکوسولفورون به همراه کوکووت داشت. محققین (Mammoie *et al.*, 2017) گزارش دادند کاربرد ماده افزودنی همراه با علفکش نیکوسولفورون، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را کاهش و درصد کنترل آن‌ها را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در پژوهش دیگری (Mohammadvand *et al.*, 2018) نیز دریافته‌اند کاربرد انفرادی نیکوسولفورون تأثیر معنی‌داری بر کاهش تراکم عروسک پشت پرده نداشت؛ اما افزودن روغن‌های ولک، کرچک، زیتون، بادام تلخ و بادام شیرین توانست کاهشی به اندازه وجین دستی در تراکم این علف هرز ایجاد نماید.

یک لیتر علفکش باعث کاهش ۲۶/۷۴ درصدی وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ نسبت به عدم اختلاط کوکووت گردید. همچنین مصرف کوکووت در تیمار شاهد (عدم کنترل) سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ نسبت به عدم کاربرد کوکووت شد. در همین راستا، محققین (Mammoie *et al.*, 2017) گزارش دادند با کاربرد ماده افزودنی کارایی نیکوسولفورون افزایش یافت، به طوری که تیمار کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس همراه با ۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده علفکش نیکوسولفورون توانست وزن خشک خرفه، تاجریزی و تاج خروس ریشه قرمز در ۲۰ و ۴۵ روز پس از سم‌پاشی به ترتیب ۸۴، ۷۱، ۸۶ و ۷۹، ۷۱ و ۱۰۰ درصد کاهش دهد. استفاده از مواد افزودنی یا عوامل فعال سطحی با تغییر دادن ساختار و ترکیب کوتیکولی سبب افزایش نفوذ روزنه‌ای و کوتیکولی و سبب افزایش کارایی علفکش می‌شود (Jinxia, 1996).

### فراوانی علف‌های هرز باریک‌برگ

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۵)، اثر متقابل روش کنترل × کوکووت بر فراوانی علف‌های هرز باریک‌برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از

جدول ۶- مقایسه میانگین فراوانی و وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ و وزن خشک علف‌های هرز پهن‌برگ تحت تأثیر روش کنترل و کوکووت

روش کنترل Control method	کوکووت Cocowet	وزن خشک پهن‌برگ‌ها Broad leaf weeds dry weight (g/m <sup>2</sup> )	تعداد باریک‌برگ‌ها Number of narrow leaf weeds (plant/m <sup>2</sup> )	وزن خشک باریک‌برگ‌ها Narrow leaf weeds dry weight (g/m <sup>2</sup> )
شاهد (عدم وجین) Control	کاربرد کوکووت Application of cocowet	140.9b	162.3b	239.6b
	عدم کاربرد کوکووت Non-application of cocowet	150.3a	174.4a	266.7a
	کاربرد کوکووت Application of cocowet	0e	0d	0c
وجین Weeding	کاربرد کوکووت Application of cocowet	0e	0d	0c
	عدم کاربرد کوکووت Non-application of cocowet	0e	0d	0c
	کاربرد کوکووت Application of cocowet	35.45d	2d	0c
یک لیتر علفکش 1 liter of herbicide	کاربرد کوکووت Application of cocowet	48.39c	6.5c	0c
	عدم کاربرد کوکووت Non-application of cocowet	0e	0d	0c
	کاربرد کوکووت Application of cocowet	0e	0d	0c
دو لیتر علفکش 2 liter of herbicide	کاربرد کوکووت Application of cocowet	0e	0d	0c
	عدم کاربرد کوکووت Non-application of cocowet	0e	0d	0c
	کاربرد کوکووت Application of cocowet	0e	0d	0c

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

Means within each column followed by the same letter are not different at 5% level according to least significance difference (LSD) test.

### وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵)، اثر متقابل روش کنترل و کوکووت بر وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمار روش کنترل × کوکووت (جدول ۶) نشان داد که تیمار یک لیتر علف‌کش به‌تنهایی و همراه با کوکووت سبب کاهش ۱۰۰ درصدی وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ شد و با تیمار ۲ لیتر علف‌کش در یک گروه آماری قرار گرفت. به‌عبارتی دیگر به‌لحاظ تأثیر مطلوب این علف‌کش روی باریک‌برگ‌ها، کاربرد یا عدم کاربرد کوکووت در دزهای کامل یا کاهش‌یافته تأثیری بر وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ نداشت، اما کوکووت توانست در تیمار شاهد (عدم کنترل)، وزن خشک علف‌های هرز را به‌طور معنی‌داری نسبت به عدم کاربرد آن کاهش دهد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج، بیشترین تعداد دانه در ردیف، عملکرد بیولوژیک و دانه و شاخص برداشت به ترکیب تیماری وجین علف هرز و کاربرد اسید سالیسیلیک اختصاص داشت. همچنین نتایج نشان داد که استفاده از دز کاهش‌یافته علف‌کش در اختلاط با مویان کوکووت توانست همانند دز کامل علف‌کش، جمعیت و وزن خشک علف‌های هرز باریک‌برگ را تحت تأثیر قرار دهد. به‌طور کلی، کاربرد کوکووت توأم با علف‌کش تأثیر مثبتی بر کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد ذرت داشت، همچنین کاربرد اسیدسالیسیلیک به‌همراه علف‌کش توانست تأثیر مثبتی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت ایجاد نماید که این تأثیرگذاری به‌دلیل افزایش رشد و احتمالاً کاهش تنش علف‌کش بر ذرت بود.

### References

- Afshari, M.A., Shekari, F., Afsahi, K. and Azimkhani, R. 2016. Effect of floral applied salicylic acid on dry weight, harvest index, yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under water deficit stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 9(1): 51-58. (In Persian).
- Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206-216.
- Baghestani, M.A., Zand, E., Soufizadeh, S., Skandari, E., PourAzar, R., Veysi, M., Mousavi, S. K. and Nassirzadeh, N. 2007. Efficiency evaluation of some dual purpose herbicide to control weeds in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection*, 26: 936-942.
- Bayat, S. and Sepehri, A. 2012. Paclobutrazol and salicylic acid application ameliorates the negative effect of water stress on growth and yield of maize plant. *Journal of Research in Agricultural Science*, 8-2: 127-139.
- Belkhadi, A., Hediji, H., Abbes, Z., Nouairi, I., Barhoumi, Z., Zarrouk, M., Chaibi, W. and Djebali, W. 2010. Effects of exogenous salicylic acid pre-treatment on cadmium toxicity and leaf lipid content in *Linum usitatissimum* L. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(5) 1004-1011.
- Choudhury, S. and Panda, S.K. 2004. Role of salicylic acid in regulating cadmium induced oxidative stress in *Oryza sativa* roots. *Plant Physiology*, 30(3- 4): 95-110.
- Colbach, N. and Cordeau, S. 2018. Reduced herbicide use does not increase crop yield loss if it is compensated by alternative preventive and curative measures. *European Journal of Agronomy*, 94: 67-78.
- Faraji-mehmani, A., Esmailpour, B., Sefikon, F. and Khorramdel, S. 2016. Effects of foliar spraying with salicylic acid and putrescine on growth characteristics and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(1): 73-85. (In Persian).
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68: 14-25.
- Hayat, S. and Ahmad, A. 2007. Salicylic Acid- a Plant Hormone. Springer.
- Husseini, S.A., Rashed Mohassel, M.H., Nassiri Mahallati, M. and Hajmohammadnia-Ghalibaf, K. 2009. The influence of nitrogen and weed interference periods on corn (*Zea mays* L.) yield and yield components. *Journal of Plant Protection*, 23: 97-105.

- Jinxia, S.** 1996. Characterization of organosilicone surfactants and their on sulfonylurea herbicide activity. Approved: Foy CLC, Grayson RL, Hatzios KK, Hess JL and Orectt DM. Blacksburg. Virginia.
- Khan, W., Prithviraj, B. and Smith, D.L.** 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*, 160: 485-492.
- Kim, H., Lim, C.h., Han, T., Kim, J. and Jin, C.h.** 2003. Effects of salicylic acid on paraquat tolerance in *Arabidopsis thaliana* plants. *Plant Physiology*, 46: 31-37.
- Kim, D.S., Marshall, E.J.P., Brain, P. and Caseley, J.C.** 2011. Effects of crop canopy structure on herbicide deposition and performance. *Weed Research*, 51: 310-320.
- Krantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G. and Popova, L.** 2008. Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. *Journal of Plant Physiology*, 165(9): 920-931.
- Makarian, H.** 2002. Planting date and population density influence on competitiveness of corn (*Zea mayz* L.) with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). MSc Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
- Mamnoie, E., Izadi Darbandi, E., Rastgoo, M., Baghestani, M.A. and Hasanzade, M.** 2017. The effect of organic and bio fertilizers on maize (*Zea mays*) and hydroMax adjuvants application on optimizing of nicosulfuron herbicide efficacy. *Journal of Crop Production and Processing*, 7(1): 55-71. (In Persian).
- Mohammadvand, E., Moradi, K. and Asghari, J.** 2018. The effect of some vegetable oils on optimizing nicosulfuron efficacy in corn. *Journal of Crop Production*, 11(2): 91-107. (In Persian).
- Moravcova, S., Tuma, J., Ducaiova, Z.K., Waligorski, P., Kula, M., Saja, D., Slomka, A., Baba, W. and Libik-Konieczny, M.** 2018. Influence of salicylic acid pretreatment on seeds germination and some defense mechanisms of *Zea mays* plants under copper stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 122: 19-30.
- Najjari, M.H., Makarian, H. and Baradaran Firoozabadi, M.** 2017. Effect of salicylic acid and herbicide nicosulfuron on corn growth and yield and weed control. 7th Iranian Weed Science Congress, Gorgan. (In Persian).
- Nasiri Dehsorkhi, A., Makarian, H., Gholipoor, M. and Abbasdokht, H.** 2017. The effect of ultrasonic waves and seed priming in conjunction with weed management on yield and yield components of cowpea (*Vigna sinensis* L.). *Iranian Journal of Pulses Research*, 8(2): 126-140. (In Persian).
- Pirasteh-Anosheh, H., Ranjbar, G., Emam, Y. and Ashraf, M.** 2014. Salicylic acid-induced recovery ability in salt-stressed *Hordeum vulgare* plants. *Turkish Journal of Botany*, 37: 112-121.
- Porheidar Ghafarbi, S., Rahimian Mashhadi, H., Alizadeh, H. and Hassannejad, S.** 2017. Study on the effect of salicylic acid (SA) mixture with some herbicides on chlorophyll a fluoresce and some morphological traits of common lambesquarts (*Chenopodium album*). *Iranian Journal of Weed Science*, 13(2): 175-191. (In Persian).
- Rajcan, I. and Swanton, C.J.** 2001. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and whole plant. *Field Crop Research*, 71: 139-150.
- Rao, V.S.** 2000. Principles of Weed Science. Second ed. Science Publishers. Inc. New Hampshire.
- Semida, W.M., Rady, M.M., Abd El-Mageed, T.A., Howladar, S.M. and Abdelhamid, M.T.** 2015. Alleviation of cadmium toxicity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants by the exogenous application of salicylic acid. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, 90: 83-91.
- Sensmen, S.A.** 2007. Herbicide Handbook. (9th ed.). Weed Science Society of America. 458 p.
- Shaki, F., Ebrahimzadeh Maboud, H. and Niknam, V.** 2018. Growth enhancement and salt tolerance of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) by salicylic acid. *Current Plant Biology*, 13: 16-22.
- Shakirova, F.M. and Sahabudinova, A.R.** 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164: 317-322.

- Sharma, M., Gupta, S.K., Majumder, B., Maurya, V.K., Deeba, F., Alam, A. and Pandey, V.** 2017. Salicylic acid mediated growth, physiological and proteomic responses in two wheat varieties under drought stress. *Journal of Proteomics*, 163: 28-51.
- Streibig, J.C., Kudsk, P. and Jensen, J.E.** 1998. A general joint action model for herbicide mixture. *Pesticide Science*, 53: 21-28.
- Tarigholeslami, M., Kafi, M., Nezami, A. and Zarghami, R.** 2018. Effect of salicylic acid on improving chilling stress damage in corn hybrid SC 400 (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Process and Function*, 6(19): 281-292. (In Persian).
- William, K.V., Richbueg, J.S., Wilcut, J.W. and Hawf, L.R.** 1995. Effect of mon -12037 on purple (*Cyperus esculentcs*) nutsedge weed. *Weed Technology*, 29: 148-152.



## Effect of application of salicylic acid and cocowet adjuvant on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) and nicosulfuron herbicide efficiency

Hassan Makarian<sup>1\*</sup>, Abbas Nasiri Dehsorkhi<sup>2</sup>, Aibibi Mirzadeh<sup>3</sup>, Mehdi Baradaran Firouz Abadi<sup>1</sup>, Manouchehr Gholipoor<sup>1</sup>, Hossein Mirzaei Moghadam<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

<sup>2</sup> PhD Student of Agroecology, Department of Agronomy, University of Zabol, Zabol, Iran

<sup>3</sup> MSc graduate of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

<sup>4</sup> Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

\*Corresponding Author: [H.makarian@yahoo.com](mailto:H.makarian@yahoo.com)

Received: 1 February 2021

Accepted: 27 March 2021

DOI: 10.22034/CSRAR.2021.271406.1085

### Abstract

**Introduction:** Improving the efficiency of herbicides and reducing their consumption through the use of additives materials is one of the important strategies in sustainable weed management. Using reduced doses of herbicides with additives can reduce herbicide use, increase their effectiveness, and improve the health of food products. Therefore, this study investigated the effects of mixing herbicides with salicylic acid and cocowet adjuvant on corn yield, yield components, and weed control under Shahrood climate conditions.

**Materials and Methods:** A factorial experiment was conducted as randomized complete block design with three replications at the research field of Shahrood University of Technology. Factors included weed control method at four levels: control (no treatment), weeding throughout the growing season, recommended herbicide dose (nicosulfuron 2 L.ha<sup>-1</sup>) and reduced herbicide dose (nicosulfuron 1 L.ha<sup>-1</sup>) as the first factor, foliar application of salicylic acid and non-application of salicylic acid as the second factor, and cocowet in two levels, 2 liters per hectare and non-application of cocowet as the third factor. Treatments were performed at the 6-leaf stage. At the end of the season, corn traits were sampled and measured. The investigated traits included the number of rows per ear, the number of grains per row, the weight of 100 grains, the harvest index, grain, and biological yield, density and dry weight of broad and narrow leaf weeds.

MSTATC software was used to conduct an analysis of variance (ANOVA) on all collected data. Significant differences between means correspond to a probability level of 0.05 according to the LSD test.

**Results and Discussion:** The minimum grain number per row (20.2), biological yield (1.326 kg/ha), and grain yield (2,544 kg/ha) were observed when salicylic acid was not applied in weed-free conditions. The highest harvest index of 33.91 percent was obtained by applying cocowet under weeding conditions, while the lowest harvest index of 14.62% was observed in the control group (without cocowet consumption and no-weeding). Salicylic acid foliar spraying in conjunction with weeding, 1 liter of herbicide, and 2 liters of herbicide resulted in harvest index increases of 28.5, 67.9, and 83.2% in comparison to the absence of salicylic acid. In addition, the results demonstrated that foliar application of salicylic acid under weeding conditions increased the biological and grain yield of maize by 12.5% and 44%, respectively, compared to non-application. In this regard, researchers reported that the interaction effects of salicylic acid and herbicide could reduce weed dry weight and increase maize grain and biological yield. The effects of salicylic acid on physiological and biochemical processes, such as photosynthesis, ion uptake, membrane permeability, enzyme activities, flowering, heat production, and plant growth and development, are well documented. Similar reductions in population and dry weight of narrow-leaved weeds were

observed when reduced herbicide doses were combined with cocowet, according to the findings of the present study. Low doses of herbicide combined with cocowet increased the yield of corn by 14 percent. In this regard, researchers reported that nicosulfuron applied with petroleum and vegetable oil adjuvants enhanced weed control.

**Conclusion:** Based on the findings of this study, the use of salicylic acid can increase corn's growth and competitiveness against weeds, while cocowet adjuvant has the potential to reduce herbicide use by increasing herbicides' use efficiency.

**Key words:** Adjuvant, Reduced herbicide dose, Sustainable agriculture, Weed