# ارزیابی اختلاط علف‌کش نیکوسولفورون با مویان کوکووت و اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) و کنترل علف‌های هرز

حسن مکاریان[1*]، عباس نصیری دهسرخی[2]، آی بی بی میری‌زاده[3]، مهدی برادران فیروزآبادی[1]، منوچهر قلی‌پور[1]

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

* مسئول مکاتبه: H.makarian@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۰ **DOI: 10.22034/csrar.2021.263749.1075**

## چکیده

به‌منظور بررسی اثر اختلاط علف‌کش نیکوسولفورون با اسید سالیسیلیک و مویان کوکووت بر برخی خصوصیات رشدی، عملکرد و کنترل علف‌های هرز ذرت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل روش کنترل علف هرز (A) در چهار سطح شاهد (a1)، وجین علف هرز (a2)، مصرف یک لیتر علف‌کش (نیکوسولفورون) (a3) و مصرف دو لیتر علف‌کش (a4) به‌عنوان عامل اول، کاربرد اسید سالیسیلیک (B) در دو سطح مصرف ۰/۷ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک (b1) و عدم مصرف اسید سالیسیلیک (b2) به‌عنوان عامل دوم و کاربرد کوکووت (C) در دو سطح مصرف دو لیتر در هکتار کوکووت (c1) و عدم مصرف کوکووت (c2) به‌عنوان عامل سوم بودند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۱۴۳/۲ سانتی‌متر) و شاخص سطح برگ (۷/۷۶) در مصرف توأم اسید سالیسیلیک و کوکووت بدست آمد. همچنین بیشترین عملکرد دانه (۷۵۲۸ کیلوگرم در هکتار) و بیولوژیک (۲۰۴۹۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار وجین علف هرز و مصرف اسید سالیسیلیک مشاهده گردید. استفاده از دز کاهش‌یافته علف‌کش نیکوسولفورون در اختلاط با مویان کوکووت توانست مانند دز کامل علف‌کش، جمعیت علف‌های هرز را کاهش دهد و عملکردی معادل دوز کامل این علف‌کش تولید نماید. بر اساس نتایج این آزمایش، کاربرد کوکووت در ترکیب با دوز کاهش‌یافته علف‌کش نیکوسولفورون می‌تواند در کنترل مطلوب علف‌های هرز و افزایش رشد و عملکرد ذرت مؤثر بوده و سبب کاهش مصرف علف‌کش گردد.

**واژه‌های کلیدی:** دوز کاهش‌یافته علف‌کش، کارایی علف‌کش، کشاورزی پایدار، وجین علف هرز

## مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) به‌عنوان یک غله مهم بیشترین مقدار علوفه و دانه را برای تغذیه دام و طیور و تولیدات دامی تأمین می‌کند (Emam, 2009). بر اساس آمار، سطح زیر کشت و میانگین عملکرد دانه این گیاه در ایران، به ترتیب ۳۵۰۰۰۰ هکتار و ۳۴۹۴ کیلوگرم در هکتار است (FAO, 2012). ذرت از جمله گیاهان زراعی است که از توانایی رقابتی بالایی با علف‌های هرز برخوردار است اما ممکن است بسته به شدت آلودگی و ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز موجود، عملکرد این محصول، تحت تأثیر رقابت کاهش یابد (Najafi and Tollenaar, 2005; Teasdale, 1995). امروزه علی‌رغم برخی مشکلات زیست‌محیطی، از علف‌کش‌ها به‌عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در دنیا استفاده می‌شود و بخش قابل‌توجهی از عملکرد محصولات زراعی در کشورهای پیشرفته، مرهون مصرف علف‌کش‌ها است (Rao, 2000).

علف‌کش نیکوسولفورون از گروه سولفونیل اوره است که به‌صورت پس‌رویشی برای کنترل برخی علف‌های هرز پهن برگ و باریک ذرت استفاده می‌شود (Poppell *et al.*, 2002). سولفونیل اوره دسته‌ای از علف‌کش‌ها هستند که بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) بوده و مانع ساخت اسیدهای آمینه زنجیره‌ای می‌باشند (Izadi-Darbandi and

Aliverdi, 2015). باتوجه‌به اینکه یکی از مهم‌ترین مشکلات علف‌کش نیکوسولفورون، پسماند فعال آنها در محصولات تناوبی است، لذا با انتخاب مناسب ماده افزودنی به همراه کاربرد مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش، ضمن توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، می‌توانند در بهبود کارایی علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز نقش‌آفرینی کند (Mamnoie *et al.*, 2018).

استفاده از مواد افزودنی یا عوامل فعال سطحی با تغییر دادن ساختار و ترکیب کوتیکول سبب افزایش نفوذ روزنه‌ای و کوتیکولی و نیز افزایش کارایی علف‌کش می‌شود (Jinxia, 1996). ممنوعی و همکاران (Mamnoie *et al.*, 2017) گزارش کردند که با کاربرد مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش نیکوسولفورون و ماده افزودنی هیدرومکس می‌توان علاوه بر کنترل مطلوب علف‌های هرز به عملکرد قابل قبولی دست یافت. صیاد منصور و همکاران (Sayad Mansour *et al.*, 2014) اظهار داشتند که با کاربرد مواد افزودنی، کارایی مصرف علف‌کش بالا رفته و بنابراین می‌توان با استفاده از مواد افزودنی مقادیر مصرف علف‌کش در واحد سطح را کاهش داد. تحقیقات نشان داده‌اند که مصرف مویان‌های کوکویت، گیاه گیت و همپلاس به همراه علف‌کش کلودینافوپ موجب کاهش تراکم علف هرز یولاف وحشی (*Avena fatua*) گردیده است (Amini Khalaf Badam *et al.*, 2011). حاج محمدنیا و همکاران (Hajmohammadnia-Ghalibaf *et al.*, 2013) اظهار داشتند که کاربرد ادجوانت کنتاکت (سورفاکتانت غیر یونی)، رنول (روغن گیاهی) با نیکوسولفورون توانست کارایی علف‌کش را در کنترل سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) و گاوپنبه (*Abutilon theophrasti Medik*) به‌طور معنی‌دار افزایش دهد. در آزمایشی دیگر، مشاهده شد که کاربرد ماده افزودنی سیتوگیت با علف‌کش متسولفورون متیل + سولفوسولفورون قادر است تا تراکم جوده (*Hordeum spontaneum*) را ۸۰ درصد کاهش دهد (Eghrari Gharahlar *et al.*, 2013).

سالیسیلیک اسید یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید به گروهی از ترکیبات فنلی تعلق دارد که به‌عنوان یک مولکول مهم برای تعدیل پاسخ‌های گیاه به تنش‌های محیطی شناخته شده است (EL-Tayeb, 2005). کاربرد سالیسیلیک اسید می‌تواند باعث کاهش سمیت علف‌کش در گیاهان گردد. بررسی اثرات علف‌کش پاراکوات روی گیاهچه‌های جو (*Hordeum vulgare* L.) نتایج نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید، ۲۴ ساعت قبل از مصرف علف‌کش پاراکوات می‌تواند از اثرات مخرب این علف‌کش روی کلروفیل و میزان فتوسنتز گیاهچه‌های جو در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد) آن بکاهد (Ananieva *et al.*, 2002). در تحقیقی دیگر، استفاده از سالیسیلیک اسید، بعد از کاربرد علف‌کش ایزوپروترون بر روی گندم (*Triticum aestivum* L.)، باعث کاهش تجمع این علف‌کش در گیاهچه‌های گندم شد (Lu *et al.*, 2015). پورحیدر غفاربی و همکاران (Porheidar Ghafarbi *et al.*, 2017) نیز اظهار داشتند که سالیسیلیک اسید نه‌تنها کارایی بنتازون و بروموکسینیل + ام سی پی آ را کاهش نداد، بلکه موجب افزایش کارایی این دو علف‌کش شد.

با توجه به آنچه گفته شد، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کنترل علف‌های هرز تحت تأثیر علف‌کش نیکوسولفورون، تأثیر اسید سالیسیلیک در کاهش خسارت ناشی از کاربرد علف‌کش در ذرت و مویان کوکووت جهت کاهش دز مصرفی علف‌کش انجام گردید. همچنین برهم‌کنش این مواد در کنترل علف‌های هرز و رشد و عملکرد ذرت در شرایط محیطی منطقه، مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود، واقع در شهر بسطام (کیلومتر ۸ جاده شاهرود - آزادشهر) اجرا شد. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۶ متر است. به‌منظور تشخیص خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از عملیات اجرایی طرح از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام شد و خاک محل تحقیق مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک
Table 1- Some physical and chemical properties of soil

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

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل روش کنترل علف هرز (A) در چهار سطح، عدم وجین علف هرز (a1)، وجین علف هرز (a2)، مصرف یک لیتر علف‌کش (نیکوسولفورون) (a3) و مصرف دو لیتر علف‌کش (a4) به‌عنوان عامل اول، اسید سالیسیلیک (B) در دو سطح، مصرف ۰/۷ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک (b1) و عدم مصرف اسید سالیسیلیک (b2) به‌عنوان عامل دوم و کوکووت (C) در دو سطح، مصرف دو لیتر در هکتار کوکووت (c1) و عدم مصرف کوکووت (c2) به‌عنوان عامل سوم بودند. زمین مورد آزمایش در پاییز سال قبل شخم زده شد. عملیات آماده‌سازی زمین با مساعد شدن شرایط آب‌وهوایی و گاورو شدن زمین در اوایل خردادماه صورت گرفت. در ابتدا زمین موردنظر توسط گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید. در پایان به‌وسیله فاروئر، جوی و پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر در جهت شمال به جنوب ایجاد گردید و سپس جوی‌های آبیاری تعبیه شدند. هر بلوک شامل ۱۶ کرت بود. کرت‌ها دارای چهار خط کاشت به طول پنج متر بود. فاصله بین ردیف‌ها در هر کرت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله کاشت روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و رقم ذرت مورد آزمایش سینگل کراس ۷۰۴ بود. کاشت بذور در عمق ۷-۵ سانتی‌متری و در اواخر تیرماه انجام شد.

کنترل علف‌های هرز بر اساس تیمارها انجام شد. در تیمار وجین علف‌های هرز، کلیه علف‌های هرز هر هفته وجین شدند. پس از استقرار کامل بوته‌ها اقدام به اعمال تیمارها گردید. به‌طوری‌که محلول‌پاشی علف‌کش نیکوسولفورون، اسید سالیسیلیک و کوکووت طی یک مرحله رویشی و در زمان شش برگی ذرت در تاریخ ۸ شهریور (۴۲ روز پس از کاشت) اعمال گردید. محلول‌پاشی در عصر و در هوای ملایم انجام شد، به‌طوری‌که برگ‌های گیاه کاملا خیس شوند. به‌منظور اندازه‌گیری ارتفاع بوته، قطر ساقه و سطح برگ، دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان حاشیه حذف و سپس سه بوته به‌صورت تصادفی انتخاب شدند.

به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد، پس از حذف اثر حاشیه‌ای تعداد ۱۰ بوته از خطوط وسط برداشت گردید و مساحت اشغال شده به‌وسیله پنج بوته محاسبه و عملکرد نهایی برحسب مترمربع برآورد گردید. نمونه‌برداری از علف‌های هرز ذرت به کمک کوادراتی به ابعاد ($۳۰ \times ۵۰$ $cm^2$) که سه بار در هر کرت به‌طور تصادفی قرار داده می‌شد، انجام شد. علف‌های هرز موجود در کوادرات پس از شناسایی و شمارش، از محل طوقه قطع شده و داخل پاکت قرار گرفتند و به آزمایشگاه منتقل شدند. با قراردادن نمونه‌ها در آون اندازه‌گیری وزن خشک صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

### ارتفاع گیاه

باتوجه‌به نتایج تجزیه واریانس، اثر سه‌جانبه عوامل آزمایش، در سطح پنج درصد بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثر سه‌جانبه تیمارهای کنترل علف هرز، اسید سالیسیلیک و کوکووت بر ارتفاع گیاه نشان داد که تیمار وجین علف هرز، عدم مصرف اسید سالیسیلیک و عدم مصرف کوکووت، بالاترین ارتفاع بوته (۱۵۸/۳ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد (جدول ۳). همچنین نتایج حاکی از آن بود که تیمار مصرف دو لیتر علف‌کش، عدم مصرف اسید سالیسیلیک و مصرف کوکووت، کمترین ارتفاع بوته (۱۰۵/۲ سانتی‌متر) را داشت (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات موردمطالعه در ذرت و علف‌های هرز تحت تأثیر تیمارهای آزمایش

**Table 2- Results of analysis variance of studied traits in corn and weeds as affected by experimental treatments**

| منابع تغییر SOV | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean of squares | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ارتفاع بوته Plant height | شاخص سطح برگ LAI | قطر ساقه Stem diameter | تعداد دانه در بلال Grain number per ear | عملکرد بیولوژیک Biological yield | عملکرد دانه Grain yield | تراکم کل علف های هرز Total weed density | وزن خشک کل علف های هرز Total weed dry weight |
| تکرار Replication | 2 | 2708.919$^{**}$ | 21.633$^{**}$ | 36.768$^{**}$ | 196.601$^{ns}$ | 317497.522$^{ns}$ | 49525.328$^{ns}$ | 24.699$^{ns}$ | 248.911$^{ns}$ |
| روش کنترل Control method | 3 | 1365.821$^{**}$ | 10.512$^{**}$ | 15.322$^{**}$ | 82869.388$^{**}$ | 51704390.578$^{**}$ | 27120002.589$^{**}$ | 111753.889$^{**}$ | 448923.326$^{**}$ |
| اسید سالیسیلیک Salicylic acid | 1 | 17.946$^{ns}$ | 23.142$^{**}$ | 0.675$^{ns}$ | 357913.849$^{**}$ | 11723134.220$^{*}$ | 37905648.400$^{**}$ | 0.041$^{ns}$ | 19.571$^{ns}$ |
| روش کنترل×اسید سالیسیلیک Control method×Salicylic acid | 3 | 579.918$^{**}$ | 4.281$^{ns}$ | 0.744$^{ns}$ | 13763.363$^{**}$ | 7919915.980$^{*}$ | 2785929.460$^{**}$ | 3.841$^{ns}$ | 11.908$^{ns}$ |
| کوکووت Ccocwet | 1 | 1354.156$^{**}$ | 3.955$^{ns}$ | 2.665$^{ns}$ | 34151.465$^{**}$ | 122990.374$^{ns}$ | 3342780.762$^{**}$ | 420.794$^{**}$ | 1834.843$^{**}$ |
| روش کنترل×کوکووت Control method×Cocowet | 3 | 2060.677$^{**}$ | 10.107$^{**}$ | 3.577$^{ns}$ | 2563.940$^{**}$ | 2928738.058$^{ns}$ | 1268208.497$^{**}$ | 184.007$^{**}$ | 889.819$^{**}$ |
| اسید سالیسیلیک×کوکووت Salicylic acid×Cocowet | 1 | 1043.934$^{**}$ | 37.582$^{**}$ | 11.574$^{*}$ | 2993.154$^{**}$ | 17968635.616$^{ns}$ | 3323567.984$^{**}$ | 4.130$^{ns}$ | 101.181$^{ns}$ |
| روش کنترل×اسید سالیسیلیک×کوکووت Control method×Salicylic acid×Cocowet | 3 | 280.811$^{*}$ | 5.416$^{*}$ | 6.186$^{*}$ | 486.036$^{ns}$ | 1101639.983$^{ns}$ | 201301.783$^{ns}$ | 9.430$^{ns}$ | 56.587$^{ns}$ |
| خطا Error | 30 | 90.807 | 1.518 | 1.531 | 268.359 | 1977768.924 | 159246.041 | 11.204 | 96.909 |
| ضریب تغییرات CV (%) | - | 7.18 | 19.04 | 6.4 | 5.11 | 8.53 | 9.16 | 6.65 | 8.93 |

ns، * و** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

$^{ns}$, $^{*}$ and $^{**}$ are not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

به نظر می‌رسد مصرف دو لیتر علف‌کش به همراه کوکووت باعث نفوذ بیشتر علف‌کش به درون گیاه شده و در نتیجه تنش حاصل از مصرف علف‌کش، باعث تأخیر در رشد گیاه و در نتیجه کاهش ارتفاع گردیده است. نتایج نشان داد که مصرف دز کامل علف‌کش اثرات منفی بر گیاه ذرت داشت اما در تیمار دو لیتر علف‌کش (دز کامل)، مصرف اسید سالیسیلیک ارتفاع را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. به‌نظر می‌رسد که مصرف اسید سالیسیلیک اثر حاصل از تنش علف‌کش نیکوسولفورون بر گیاه زراعی را کاهش داده و در نتیجه باعث افزایش ارتفاع گردیده است. همچنین احتمال می‌رود که دلیل این امر افزایش سرعت فتوسنتز به سبب محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک باشد که در نهایت موجب بهبود رشد ذرت و افزایش ارتفاع بوته شده است. در همین راستا، گزارش شده است که اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی را درون مریستم گیاهچه گندم افزایش داد و رشد گیاه را بهبود بخشید (Shakirova *et al.*, 2003). در پژوهش دیگری، استفاده از سالیسیلیک اسید به‌صورت اسپری برگی باعث افزایش رشد و ارتفاع گیاهان جو گردید (Pancheva *et al.*, 1996).

## شاخص سطح برگ (در زمان گلدهی)

باتوجه‌به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر سه‌جانبه عوامل آزمایش در سطح پنج درصد بر شاخص سطح برگ معنی‌دار شد (جدول ۲). بررسی اثر سه‌جانبه عوامل مورد بررسی نشان داد تیمار وجین علف هرز، مصرف اسید سالیسیلیک و مصرف کوکووت با ۹/۸۹ بالاترین شاخص سطح برگ را به همراه داشت (جدول ۳). در همین راستا، چمنی و همکاران (Chamani *et al.*, 2018) اظهار داشتند استفاده از سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) در مقایسه با تیمار شاهد شده و بیشترین شاخص سطح برگ از کاربرد یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید حاصل شد. بیات و همکاران (Bayat *et al.*, 2011) گزارش دادند سطح برگ و تعداد برگ با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید به‌طور صعودی افزایش پیدا کردند به‌طوریکه کاربرد غلظت یک میلی‌مولار آن مقدار هر یک از آنها را ۱/۲ برابر افزایش داد. توحیدی و فلاحی (Tohidi and Falahi, 2016) گزارش دادند بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ ذرت مربوط به تیمارهای غلظت ۰/۷۵ میلی‌مولار و شاهد (بدون محلول‌پاشی) بود. به‌نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و در نتیجه بهبود فتوسنتز سبب افزایش سطح برگ می‌شود (Bayat *et al.*, 2011). نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که تیمار دو لیتر علف‌کش، عدم مصرف اسید سالیسیلیک و مصرف کوکووت با ۳/۸۱ کمترین شاخص سطح برگ را داشت (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد، کوکووت باعث نفوذ بیشتر علف‌کش به درون گیاه شده و در نتیجه اثر منفی حاصل از مصرف علف‌کش، سطح برگ گیاه را نسبت به عدم کاربرد کوکووت به‌طور معنی‌داری کاهش داده است.

## قطر ساقه

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن بود که اثر سه جانبه عوامل مورد بررسی، در سطح پنج درصد باعث اختلاف معنی‌داری در قطر ساقه گردید (جدول ۲). بررسی اثر سه جانبه تیمارهای روش کنترل، اسید سالیسیلیک و کوکووت نشان داد که بالاترین قطر ساقه (۲۱/۴۵ میلی‌متر) مربوط به تیمار وجین علف هرز، عدم مصرف اسید سالیسیلیک و مصرف کوکووت بود (جدول ۳). در همین راستا، نتایج پژوهشی نشان داد بیشترین قطر ساقه سورگوم (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) در تیمار وجین کامل در طول فصل رشد با میانگین ۱/۰۴ میلی‌متر و کمترین قطر ساقه در تیمار عدم وجین در تمام فصل رشد با ۰/۷۷ میلی‌متر مشاهده گردید (Arabi and Saffari, 2015). محققان اظهار داشتند در بین دو تیمار کنترل و تداخل علف‌های هرز، تفاوت معنی‌داری وجود داشت و حضور کامل علف‌های هرز سبب کاهش ۱۳ درصدی قطر ساقه ذرت در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Chitband *et al.*, 2015). تداخل علف‌های هرز با گیاهان زراعی می‌تواند با کاهش نور در کانوپی سبب افزایش ارتفاع ساقه و کاهش قطر آن در مقایسه با شرایط نور کافی شود زیرا گیاهان در شرایط رقابت برای نور برای دستیابی به نور بیشتر با طویل کردن سلول‌ها موجب افزایش طول ساقه می‌شوند که متقابلاً کاهش قطر ساقه‌ها را به دنبال خواهد داشت (Makarian, 2002).

## تعداد دانه در بلال

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد از بین منابع تغییر، کلیه تیمارها (غیر از اثر سه‌جانبه)، تأثیر معنی‌داری در

سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در بلال داشتند. مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان داد که تیمار وجین علف هرز و مصرف اسید سالیسیلیک با ۵۳۸/۶ و تیمار شاهد (عدم کنترل) و عدم مصرف اسید سالیسیلیک با ۱۸۵/۵ به‌ترتیب بالاترین و کمترین تعداد دانه در بلال را داشتند. نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که در کلیه تیمارها مصرف اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در بلال گردید. همچنین در تیمار دو لیتر علف‌کش (دز کامل) مصرف اسید سالیسیلیک به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد، باعث افزایش تعداد دانه در بلال گردید. بنابراین می‌توان اظهار داشت اسید سالیسیلیک، ضمن کاهش تنش حاصل از مصرف علف‌کش، باعث بهبود دسترسی مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها گردیده و تعداد دانه بیشتری در بلال تشکیل شده است. در پژوهشی، بیشترین تعداد دانه در بلال از محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید به دست آمد که باعث افزایش معنی‌دار این تیمار به میزان ۶/۰۶ درصد نسبت به شاهد گردید (Sepehri and Bayat, 2013). محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید باعث افزایش میزان فتوسنتز و تسهیم مواد فتوسنتزی در گیاه می‌شود و با افزایش میزان مواد فتوسنتزی در دانه، از کاهش تعداد و وزن بذر جلوگیری می‌کند (Eraslan *et al.*, 2007).

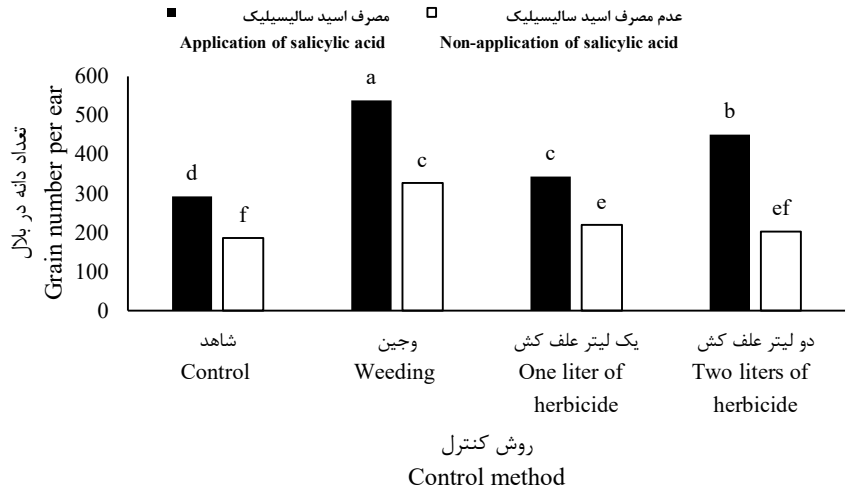
**جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سه‌جانبه تیمار روش کنترل، اسید سالیسیلیک و کوکووت بر ارتفاع، شاخص سطح برگ و قطر ساقه**

**Table 3- Mean comparison of control method, salicylic acid and cocowet on height, LAI and stem diameter**

| روش کنترل Control method | اسید سالیسیلیک Salicylic acid | کوکووت Cocowet | صفات Traits | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ارتفاع بوته Plant height (cm) | شاخص سطح برگ LAI | قطر ساقه Stem diameter (mm) |
| شاهد (عدم وجین) Control | مصرف Application | مصرف Application | 153ab | 7.423bcd | 17.7f |
| | | عدم مصرف Non-application | 98.50h | 3.993gh | 18.41def |
| | عدم مصرف Non-application | مصرف Application | 150.2abc | 4.406gh | 17.47f |
| | | عدم مصرف Non-application | 107.6gh | 5.515d-h | 18.72c-f |
| وجین علف هرز Weeding | مصرف Application | مصرف Application | 147.9abc | 9.899a | 17.60ef |
| | | عدم مصرف Non-application | 126.7ef | 5.936d-g | 19.61a-e |
| | عدم مصرف Non-application | مصرف Application | 139.2bcdf | 5.553d-h | 21.45a |
| | | عدم مصرف Non-application | 158.3a | 8.272abc | 17.23f |
| یک لیتر علف کش 1 liter of herbicide | مصرف Application | مصرف Application | 148.3abc | 6.544b-f | 19.09b-f |
| | | عدم مصرف Non-application | 130.3def | 8.152abc | 20.74abc |
| | عدم مصرف Non-application | مصرف Application | 136.2cde | 4.646fgh | 19.94a-d |
| | | عدم مصرف Non-application | 145a-d | 8.776ab | 20.51abc |
| دو لیتر علف کش 2 liter of herbicide | مصرف Application | مصرف Application | 123.9ef | 7.189b-e | 20.22a-d |
| | | عدم مصرف Non-application | 137.7b-e | 8.191ab | 21.04ab |
| | عدم مصرف Non-application | مصرف Application | 105.2gh | 3.816h | 20a-d |
| | | عدم مصرف Non-application | 114.5fg | 5.233e-h | 20.36a-d |

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

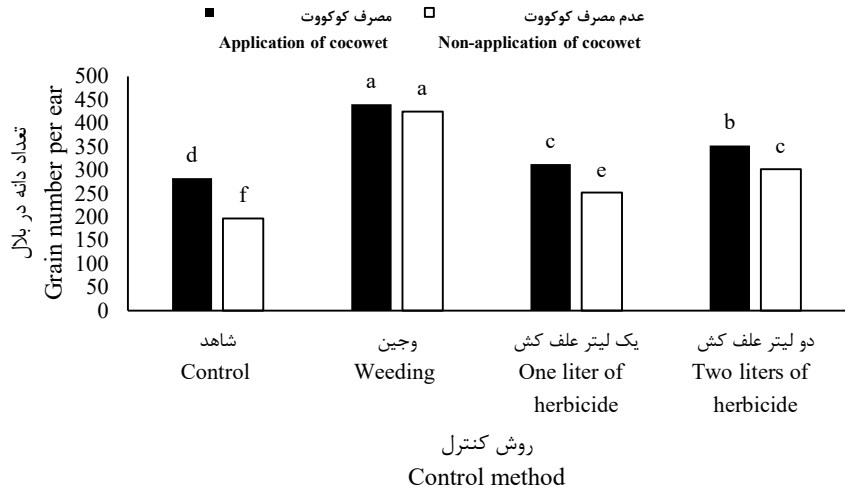
Means within each column followed by the same letter are not different at 5% level according to least significance difference (LSD) test.



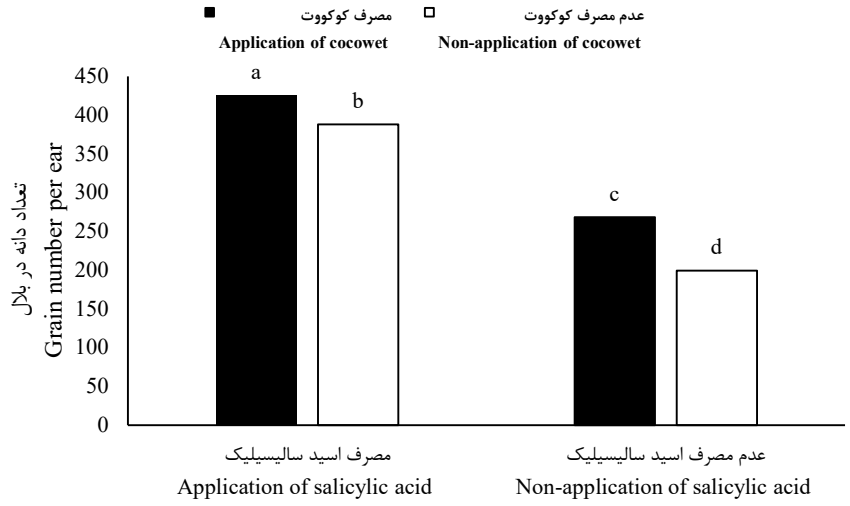

**شکل ۱- اثر برهم‌کنش روش کنترل و کاربرد اسیدسالیسیلیک بر تعداد دانه در بلال**
**Figure 1- Interaction effect of control method and salicylic acid on grain number per ear**

در مقایسه میانگین اثر متقابل روش کنترل × کوکووت (شکل ۲) مشاهده شد که هر دو سطح کوکووت در شرایط وجین علف هرز با میانگین حدود ۴۴۰ عدد بالاترین و تیمار شاهد (عدم کنترل) و عدم مصرف کوکووت با ۱۹۶/۲ کمترین تعداد دانه را در بلال داشت. فشار رقابتی زیاد از سوی علف‌های هرز موجب کاهش دسترسی ذرت به آب و عناصر غذایی شده و از این طریق موجب کاهش تعداد دانه در ردیف و متعاقب آن کاهش تعداد دانه در بلال می‌گردد (Abbasdokht and Asgharnia, 2015). نتایج آزمایشی نشان داد که تعداد دانه در بلال حساس‌ترین جزء عملکرد ذرت به تداخل علف‌های هرز و نیتروژن بود، به‌طوری‌که افزایش زمان تداخل علف‌های هرز و نیتروژن، سبب کاهش تعداد دانه در بلال شد (Evans *et al.*, 2003). نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که تیمار یک لیتر علف‌کش و کوکووت به اندازه تیمار دو لیتر علف‌کش و عدم مصرف کوکووت علف‌های هرز را کنترل نمود و در نتیجه سبب افزایش تعداد دانه در بلال گردید. در همین راستا، محققان اظهار داشتند مویان از طریق تأثیر و نفوذ بیشتر علف‌کش و کنترل بهتر و بیشتر علف‌های هرز، شرایط را برای رشد و نمو گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) فراهم کرد و با افزایش تعداد شاخه فرعی موجب افزایش تعداد طبق در بوته گلرنگ گردید (Zareei *et al.*, 2015).

بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار اسید سالیسیلیک و کوکووت نشان داد که بالاترین تعداد دانه (۴۲۵/۴) در تیمار مصرف توأم اسید سالیسیلیک و کوکووت و کمترین تعداد دانه در بلال (۱۹۹/۴)، در تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک و عدم مصرف کوکووت مشاهده شد (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد که با محلول‌پاشی توأم اسید سالیسیلیک و کوکووت به دلیل جذب بیشتر اسید سالیسیلیک توسط گیاه و بهبود رشد و فتوسنتز، تعداد دانه در بلال، افزایش یافته است. توحیدی و فلاحی (Tohidi and Falahi, 2016) اظهار داشتند بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف ذرت مربوط به تیمارهای غلظت یک میلی‌مولار و شاهد (بدون محلول‌پاشی) بود. در گیاه ذرت، تعداد دانه در ردیف یکی از اجزای مهم عملکرد دانه است که تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تأمین عناصر غذایی و هورمون‌های رشد در طی گلدهی و تمایز سنبلچه‌ها قرار می‌گیرد و هر عاملی که در زمان تلقیح تخمک‌ها و تشکیل دانه‌ها را تحت تأثیر قرار دهد تعداد دانه در بلال تغییر می‌کند. اثرهای تحریکی سالیسیلیک اسید بر رشد می‌تواند به دلایلی مانند افزایش میزان تقسیم در مناطق مریستمی و رشد سلولی و هورمون‌های گیاهی باشد که موجب افزایش رشد می‌گردد (Shakirova *et al.*, 2007).




**شکل ۲- اثر برهم‌کنش روش کنترل و کوکووت بر تعداد دانه در بلال**
**Figure 2- Interaction effect of control method and cocowet on grain number per ear**



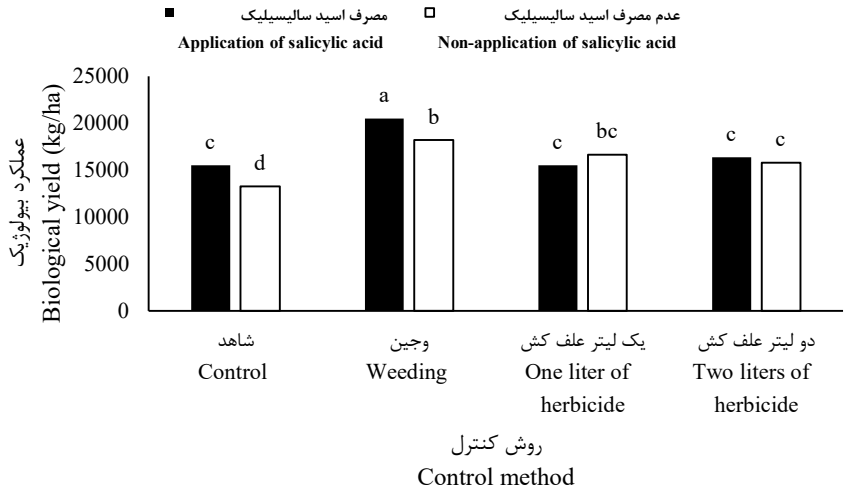

**شکل ۳- اثر برهم‌کنش اسید سالیسیلیک و کوکووت بر تعداد دانه در بلال**
**Figure 3- Interaction effect of salicylic acid and cocowet on grain number per ear**

## عملکرد بیولوژیک

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثرات اصلی روش کنترل و اسید سالیسیلیک و همچنین برهم‌کنش این دو عامل بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل روش کنترل × اسید سالیسیلیک نشان داد که تیمار وجین علف هرز و مصرف اسید سالیسیلیک با ۲۰۴۹۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین و تیمار شاهد (عدم کنترل) و عدم مصرف اسید سالیسیلیک با ۱۳۲۶۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را داشت (شکل ۴). حضور علف‌های هرز در محیط پیرامون گیاه زراعی و رقابت آن‌ها با گیاه، منابع موردنیاز گیاه زراعی را کاهش داده و در نتیجه باعث کاهش رشد و نمو می‌گردد، بنابراین کاهش عملکرد بیولوژیک گیاه در حضور علف‌های هرز به دور از انتظار نمی‌باشد. در همین راستا، نصیری دهسرخی و همکاران (Nasiri Dehsorkhi *et al.,* 2017) اظهار داشتند عملکرد بیولوژیک لوبیاچشم‌بلبلی (*Vigna sinensis* L.) برای تمامی تیمارهای مدیریتی به‌طور معنی‌داری

بیشتر از شاهد بدون کنترل بود. باکان (Bukun, 2004) نیز اظهار داشت که زیست‌توده و عملکرد گیاهان در صورت رقابت با علف‌های هرز به شدت کاهش می‌یابد.

عملکرد بیولوژیک با مصرف اسید سالیسیلیک در شرایط حضور علف‌های هرز افزایش معنی‌داری نسبت به عدم مصرف آن نشان داد، گرچه این افزایش عملکرد بیولوژیک در شرایط وجین علف‌های هرز هم مشاهده گردید. نتایج حاکی از آن بود که کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط عدم کنترل علف هرز با تأثیر بر رشد ذرت و افزایش قابلیت رقابت آن با علف‌های هرز باعث افزایش عملکرد بیولوژیک معادل تیمارهایی شد که علف‌کش در آن استفاده شده بود. در پژوهشی که به‌منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید انجام شد، بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب مربوط به تیمارهای غلظت ۰/۷۵ میلی‌مولار و شاهد (بدون محلول‌پاشی) بود (Tohidi and Falahi, 2016). کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۰۰ و ۴۰۰ میکرومولار سبب افزایش وزن خشک برگ و گیاه ذرت نسبت به عدم کاربرد آن شد (Tarigholeslami *et al.*, 2018). مهرابیان مقدم و همکاران (Mehrabian Moghaddam *et al.*, 2011) اظهار داشتند مصرف اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث افزایش عملکرد علوفه و دانه ذرت گردد. بیات و سپهری (Bayat and Sepehri, 2012) نیز اظهار داشتند محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد در ذرت باعث افزایش فتوسنتز و با بهبودی شاخص سطح برگ و میزان رشد گیاه، عملکرد بیولوژیک بیشتری حاصل شد. به‌نظر می‌رسد افزایش بیوماس در اثر استفاده از اسید سالیسیلیک به‌خاطر فعالیت آنتی‌اکسیدانی این ماده در غشا سلولی باشد (Tarigholeslami *et al.*, 2018).

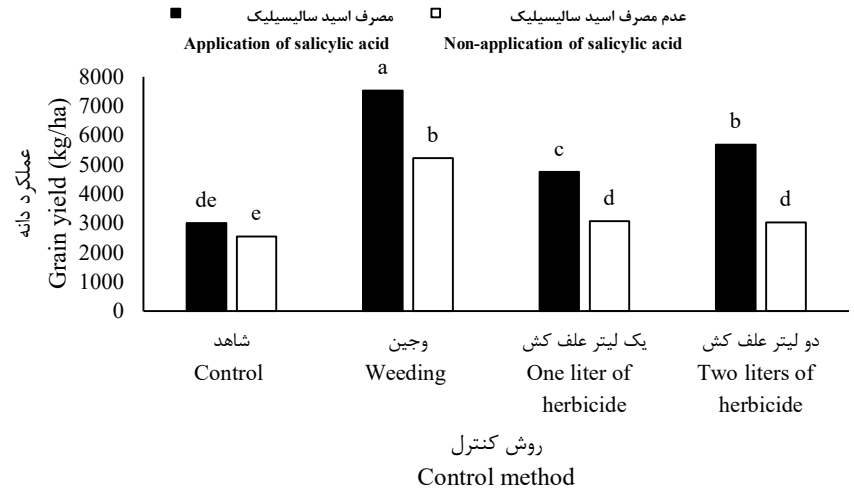



**شکل ۴- اثر برهم‌کنش روش کنترل و کاربرد اسید سالیسیلیک بر عملکرد بیولوژیک**
**Figure 4- Interaction effect of control method and salicylic acid on biological yield**

## عملکرد دانه

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثرات اصلی عوامل مورد بررسی و همچنین برهم‌کنش آنها (به جزء اثر سه‌جانبه) تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه نشان دادند. مقایسه میانگین اثرات متقابل روش کنترل × اسید سالیسیلیک نشان داد که بالاترین عملکرد دانه مربوط به تیمار وجین علف هرز و مصرف اسید سالیسیلیک با ۷۵۲۸ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان عملکرد دانه نیز مربوط به تیمار عدم وجین علف هرز بود (شکل ۵). نتایج نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک در تمامی سطوح کنترل علف‌های هرز (به جزء تیمار عدم وجین) باعث افزایش قابل‌توجه در عملکرد دانه ذرت گردید. مصرف اسید سالیسیلیک به همراه علف‌کش تنش وارده به گیاه

زراعی از طریق حضور علف‌های هرز را کاهش داده و در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه ذرت گردید. در مجموع به‌نظر می‌رسد که اثرات مثبت اسید سالیسیلیک بر رشد گیاه و نیز اثرات آن بر تعدیل اثر علف‌کش می‌تواند منجر به افزایش عملکرد در گیاه گردد. در همین راستا، پورحیدر غفاربی و همکاران (Porheidar Ghafarbi *et al.,* 2017) اظهار داشتند سالیسیلیک اسید نه‌تنها کارایی بنتازون و بروموکسینیل + ام سی پی آ را کاهش نداد، بلکه موجب افزایش کارایی این دو علف‌کش شد. در بررسی اثرات علف‌کش پاراکوات روی گیاهچه‌های جو نتایج نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید، ۲۴ ساعت قبل از مصرف علف‌کش پاراکوات می‌تواند از اثرات مخرب این علف‌کش روی کلروفیل و میزان فتوسنتز گیاهچه‌های جو در مقایسه با شاهد عدم کاربرد آن بکاهد (Ananieva *et al.,* 2002). گزارش شده است که سالیسیلیک اسید باعث افزایش بعضی از هورمون‌های گیاهی شامل اکسین و سیتوکینین شده و از این طریق باعث بهبود رشد و افزایش فتوسنتز می‌شود و در نتیجه روی عملکرد و اجزای عملکرد تأثیر می‌گذارد (Shakirova and Bezrukova, 1997).



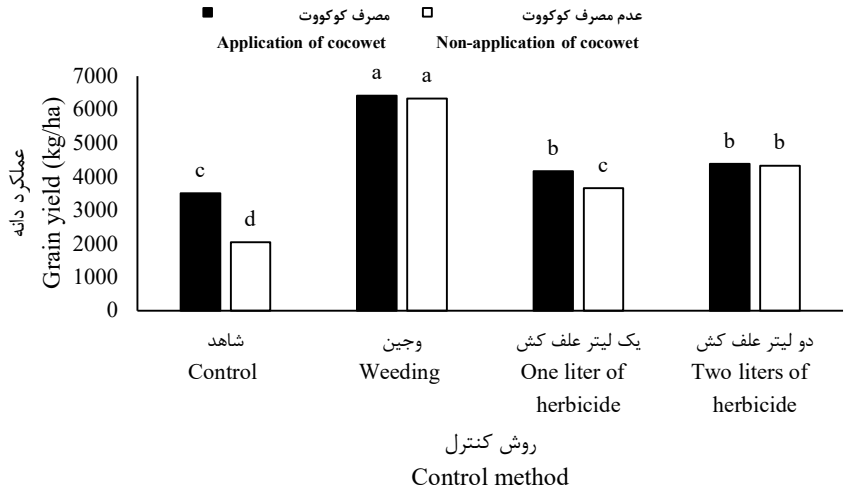

**شکل ۵- اثر برهم‌کنش روش کنترل و کاربرد اسیدسالیسیلیک بر عملکرد دانه**

**Figure 5- Interaction effect of control method and salicylic acid on grain yield**

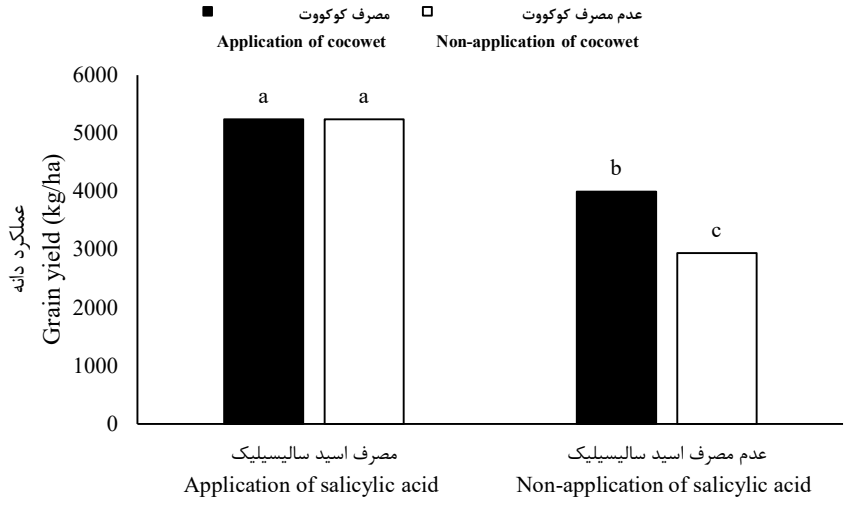
نتایج مقایسه میانگین روش کنترل × کوکووت حاکی از آن بود که بالاترین عملکرد دانه در تیمار وجین علف هرز و مصرف کوکووت (۶۴۲۱ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید که با عدم مصرف کوکووت در یک سطح آماری قرار داشت. این در حالی بود که تیمار شاهد (عدم کنترل) و عدم مصرف کوکووت (۲۰۵۰ کیلوگرم در هکتار) دارای کمترین عملکرد دانه بود (شکل ۶). نتایج نشان داد تیمار یک لیتر علف‌کش (دز کاهش‌یافته) توانست در اختلاط با کوکووت به‌اندازه تیمار دو لیتر علف‌کش (دز کامل) علف‌های هرز را کنترل نموده و در نهایت باعث رشد بهتر و افزایش عملکرد دانه گردد. در همین راستا، ممنوعی و همکاران (Mamnoie *et al.,* 2017) گزارش دادند با کاربرد مقادیر کاهش‌یافته علف‌کش نیکوسولفورون و ماده افزودنی، عملکرد دانه و بیولوژیک ذرت به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابد. در پژوهش دیگری، اختلاط مویان سیتویت با علف‌کش و کاربرد آن در مرحله دوبرگی ضمن افزایش کارایی علف‌کش به حصول بیشینه عملکرد دانه گلرنگ منجر شد (Zareei *et al.,* 2015).

بررسی اثرات متقابل اسید سالیسیلیک × کوکووت نشان داد که در شرایط مصرف اسید سالیسیلیک بین مصرف و عدم مصرف کوکووت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. درحالی‌که در شرایط عدم حضور اسید سالیسیلیک، مصرف کوکووت توانست به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه را بهبود بخشد به‌طوریکه تیمار عدم مصرف اسید سالیسیلیک و عدم مصرف کوکووت با ۲۹۳۹ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد را تولید کرد (شکل ۷). باتوجه‌به این‌که ترکیبات

فنولیکی موجب تسهیل در جذب عناصر غذایی می‌شوند و نقش مثبتی در فعالیت‌های فتوسنتزی و آنزیم‌های مربوط با فتوسنتز دارند و از طرف دیگر باعث انتقال بهتر مواد پرورده از منبع به مخزن می‌شوند، رشد بهتر و عملکرد بیشتر گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید دور از انتظار نمی‌باشد (Keshavarz and Modarres Sanavy, 2015). مهرابیان مقدم و همکاران (Mehrabian Moghaddam *et al.*, 2011) دریافتند اسید سالیسیلیک در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار در رفع آسیب اکسیداتیو نقش دارد و قادر است به‌طور مؤثری باعث افزایش عملکرد ذرت شود. در پژوهشی که به‌منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید صورت گرفت، نتایج نشان داد بیشترین و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمارهای غلظت یک میلی‌مولار و شاهد (بدون محلول‌پاشی) بود (Tohidi and Falahi, 2016).



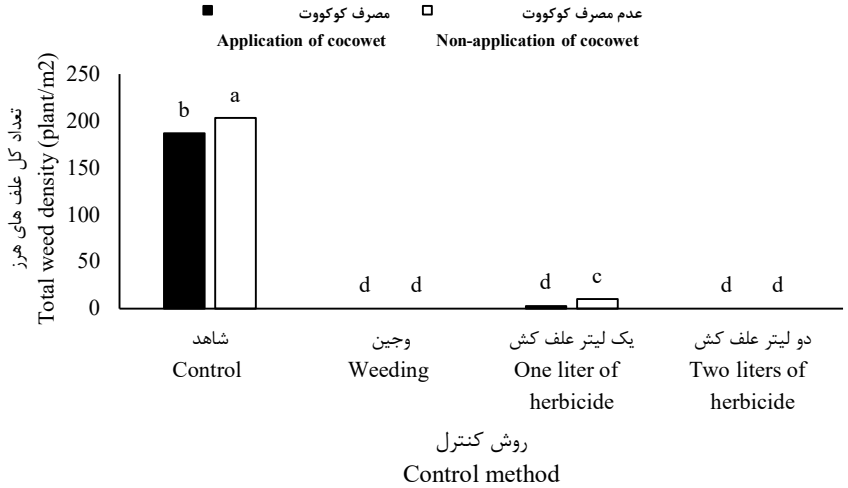

**شکل ۶- اثر برهم‌کنش روش کنترل و کوکووت بر عملکرد دانه**
**Figure 6- Interaction effect of control method and cocowet on grain yield**




**شکل ۷- اثر برهم‌کنش اسید سالیسیلیک و کوکووت بر عملکرد دانه**
**Figure 7- interaction effect of salicylic acid and cocowet on grain yield**

## فراوانی علف‌های هرز

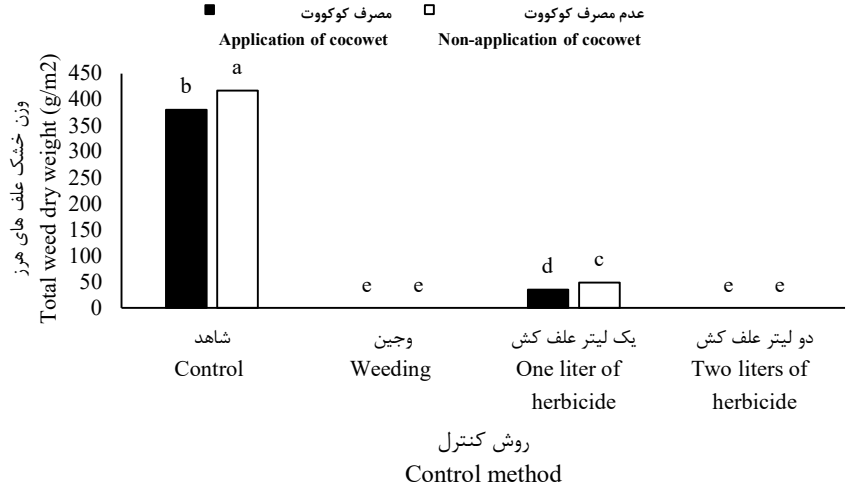
نتایج نشـان داد در بـین گونـه‌های علـف هـرز موجـود در کرت‌های آزمایشی، سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.)، تـاج خـروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، سـلمه تـره (*Chenopodium album* L.) و تـاج‌ریزی سـیاه (*Solanum nigrum* L.) دارای بالاترین فراوانی بودند. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمار روش کنتـرل، کوکـووت و اثـر متقابل تیمار روش کنترل × کوکووت از نظر تعـداد علـف‌هـای هرز موجود در هر مترمربع اختلاف معنـی‌داری در سـطح یـک درصد وجود داشت (جدول ۲). نتایج مقایسـه میـانگین اثـرات متقابل روش کنترل × کوکووت بر تعداد علف‌هـای هـرز نشـان داد که کمترین تعداد علف‌های هرز (پس از تیمار وجین علـف هرز که سرتاسر فصل وجین می‌شد) مربوط به تیمار مصرف دو لیتر علف‌کش بود (شکل ۸). در تیمار دو لیتـر علـف‌کـش (دز کامل) اختلاف معنی‌داری بین مصرف و عدم مصرف کوکـووت مشاهده نشد و کلیه علـف‌هـای هـرز در ایـن تیمارهـا کنتـرل گردید. همچنین در تیمار یک لیتر علف‌کش (دز کاهش‌یافتـه) اختلاف معنی‌داری بین مصرف و عدم مصرف کوکووت مشاهده گردید به‌طوری‌که مصرف کوکووت در این تیمار باعـث کـاهش معنی‌دار فراوانی علف‌های هرز نسبت به عدم مصرف کوکـووت گردید. همچنین کاربرد کوکووت توانست کارایی علـف‌کـش را افزایش دهد، به‌طوری‌که مصرف کوکووت با یک لیتر علف‌کـش توانست به‌اندازه مصرف دو لیتر علـف‌کـش و وجـین، جمعیـت علف‌های هرز را کاهش دهد. در تیمار شاهد (عدم کنترل) نیـز مصـرف کوکـووت باعـث رشـد بهتـر ذرت و کـاهش معنـی‌دار جمعیت علف‌های هرز گردید (شکل ۸). تحقیقـات نشـان داده که مصرف مویان‌های کوکویت، گیاه گیت و همپلاس به همـراه علف‌کش کلودینافوپ موجب کاهش تـراکم علـف هـرز یـولاف وحشـی گردیـده اسـت (Amini Khalaf Badam *et al.,* 2011). ممنـوعی و همکـاران (Mamnoie *et al.,* 2017) گزارش دادند کـاربرد مـاده افزودنـی همـراه بـا علـف‌کـش نیکوسولفورون، تراکم و وزن خشک علف‌هـای هـرز را کـاهش و درصـد کنتـرل آنهـا را بـه‌طور معنـی‌داری افـزایش داد. نالواجا و همکاران (Nalewaja *et al.,* 1995) گـزارش کردنـد که کاربرد روغـن معـدنی و روغن‌های گیاهی به‌ویژه روغن‌های متیله شده گیاهی قادر است فعالیت علف‌کش‌هـای سـولفونیل اوره‌ها را افـزایش دهنـد. در آزمایشـی دیگـری مشـاهده شـد کـه کـاربرد مـاده افزودنـی سـیتوگیت بـا علـف‌کـش متسـولفورون متیـل + سولفوسـولفورون قـادر اسـت تـراکم جودره را ۸۰ درصد کاهش دهد (Eghrari Gharahlar *et al.,* 2013).




**شکل ۸- اثر برهم‌کنش روش کنترل و کوکووت بر تراکم کل علف‌های هرز**
**Figure 8- Interaction effect of control method and cocowet on total weed density**

## وزن خشک علف‌های هرز

باتوجه‌به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر ساده تیمارهای روش کنترل، کوکووت و اثر متقابل روش کنترل × کوکووت بر وزن خشک علف‌های هرز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. درحالی‌که اثر ساده تیمار اسید سالیسیلیک و اثرات متقابل آن‌ها و اثرات سه‌جانبه تیمارهای مذکور تأثیری بر وزن خشک علف‌های هرز نداشت. نتایج مقایسه میانگین وزن خشک علف‌های هرز تحت تأثیر اثر متقابل روش کنترل × کوکووت (شکل ۹) نشان داد که در تیمار یک لیتر علف‌کش (دز کاهش‌یافته) بین مصرف و عدم مصرف کوکووت اختلاف معنی‌داری وجود داشت به‌طوری‌که اختلاط یک لیتر علف‌کش با مویان کوکووت سبب کاهش در وزن خشک علف‌های هرز نسبت به عدم کاربرد کوکووت گردید. همچنین به‌طور مشابه با جمعیت علف‌های هرز، کاربرد کوکووت در تیمار شاهد (عدم کنترل) وزن خشک علف‌های هرز را کاهش داد که احتمالاً این کاهش از طریق تأثیر مثبت کوکووت بر رشد و افزایش ارتفاع ذرت بوده است. در همین راستا، ممنوعی و همکاران (Mamnoie *et al.*, 2017) گزارش دادند با کاربرد ماده افزودنی کارایی نیکوسولفورون افزایش یافت، به‌طوری‌که تیمار کاربرد ماده افزودنی هیدرومکس همراه با ۵۰ درصد مقدار توصیه شده علف‌کش نیکوسولفورون توانست وزن خشک خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، تاجریزی و تاج خروس ریشه قرمز در ۲۰ و ۴۵ روز پس از سم‌پاشی به‌ترتیب ۸۴، ۷۱، ۸۶ و ۷۱، ۷۹، 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). حاج محمدنیا و همکاران (Hajmohammadnia-Ghalibaf *et al.*, 2013) اظهار داشتند که کاربرد ادجوانت کنتاکت (سورفاکتانت غیر یونی)، رنول (روغن گیاهی) با نیکوسولفورون توانست کارایی علف‌کش در کنترل سوروف و گاوپنبه را به‌طور معنی‌دار افزایش دهد. صیادمنصور و همکاران (Sayad Mansour *et al.*, 2014) اظهار داشتند با کاربرد مواد افزودنی کارایی مصرف علف‌کش بالا رفته و بنابراین می‌توان با استفاده از مواد افزودنی مقادیر مصرف علف‌کش در واحد سطح را کاهش داد.




**شکل ۹- اثر برهم‌کنش روش کنترل و کوکووت بر وزن خشک علف‌های هرز**
**Figure 9- Interaction effect of control method and cocowet on total weed dry weight**

## نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج نشان داد مصرف اسید سالیسیلیک اثر حاصل از تنش علف‌کش نیکوسولفورون بر ذرت را کاهش داده و در نتیجه باعث افزایش معنی‌دار صفات ارتفاع، تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه گردید. همچنین بیشترین ارتفاع، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه در تیمار مصرف توأم اسید سالیسیلیک و

کوکووت بدست آمد. به نظر می‌رسد مصرف کوکووت باعث نفوذ بیشتر اسید سالیسیلیک به درون گیاه شده و متعاقباً رشد و عملکرد ذرت افزایش یافته است. نتایج نشان داد استفاده از دز کاهش‌یافته علف‌کش نیکوسولفورون در اختلاط با مویان کوکووت توانست مانند دز کامل علف‌کش، جمعیت علف‌های هرز را کاهش دهد و همچنین عملکردی معادل دوز کامل این علف‌کش تولید نماید. در مجموع می‌توان اظهار داشت استفاده از مواد افزودنی به‌عنوان یک روش مؤثر، ضمن افزایش کارایی کنترل علف‌های هرز، از کاهش عملکرد ذرت جلوگیری کرده و از طرفی اثرات زیان‌بار زیست‌محیطی علف‌کش‌ها را کاهش می‌دهد.

## References


**Abbasdokht, H. and Asgharnia, M.** 2015. Corn seed yield and its components as affected by different time of weeding, seed osmopriming and foliar application of micronutrient. *Journal of Crop Ecophysiology,* 9(2): 307-322. (In Persian).

**Amini Khalaf Badam, M. A., Pour Azar, R. and Khaiami, M. M.** 2011. The effect of adjuvants on efficacy of Clodinafop- Propargyl for controlling of narrow leaves weeds in wheat cultivation. Proceeding of 4th Iranian weeds conference.

**Ananieva, E.A., Alexieva, V.S. and Popova, L.P.** 2002. Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis. *Plant Physiology,* 159: 685–693.

**Arabi, M. and Saffari, M. 2015.** The effect of weeding and plant density on yield and yield components of forage sorghum cultivars. *Journal of Agronomy Sciences,* 5(10): 39-52. (In Persian).

**Bayat, H., Mardani, H., Arouie, H. and Salahvarzi, Y.** 2011. Effects of salicylic acid on morphological and physiological characteristics of cucumber seedling (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) under drought stress. *Journal of Plant Production,* 18(3): 63-76. (In Persian).

**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.

**Bukun, B. 2004.** Critical Period for weed control in cotton in Turkey. *Weed Research,* 44: 404-412.

**Chamani, F., Tohidi Nejad, E. and Mohayeji, M.** 2018. Effect of salicylic acid on morpho-agronomical traits of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) under drought stress. *Journal of Crop Ecophysiology,* 12(4): 569-580. (In Persian).

**Chitband, A.A., Rashidi, S.O., Jahedipour, S., Mansouji, A.M. and Amini, I.** 2015. The effect of weed infested and weed checkon on growth properties and yield of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Weed Ecology,* 3(2): 127-142. (In Persian).

**Eghrari Gharahlar, S., Baghestani, M. A. and Habibi, D.** 2013. Investigating the effects of adjuvants on increasing efficacy of two herbicides met-sulfuronmetyle + sulfosulfuron (Total) and sulfosulfuron (Apyros) on wild barley (*Hordeum spontaneum*). In: Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress. Weeds and Herbicide Management, Karaj, Iran. 24-26 August 2013. Volume 3, pp. 1003-1009. (In Persian).

**EL-Tayeb, M.A.** 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation,* 45: 215-225.

**Emam, Y. 2009.** Cereal Crop. Publications Shiraz University Publication. Third Edition. Pp19 (in Persian).

**Eraslan, F.A., Gunes, A. and Alpaslan, M.** 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae,* 113: 120–128.

**Evans, S.P., Knezevic, S.Z., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A. and Blankenship, E.E.** 2003. Nitrogen application influence the critical period for weed control in corn. *Weed Science,* 51: 408-417.

**Food and Agricultural Organization (FAO).** 2012. FAOSTAT, http://faostat.fao.org/site/567.

**Hajmohammadnia-Ghalibaf, K., Mathiassen, S., Kudsk, P. and Hosseini, S.A.** 2013. Effective of adjuvants on nicosulfuron performance in presence of ions in the spray solution. In: Proceedings of the 5th Iranian Weed Science Congress, Karaj, Iran. 24- 26 August 2013. Volume 1, pp. 608-611. (In Persian).

**Izadi-Darbandi, E. and Aliverdi, A.** 2015. Optimizing sulfosulfuron and sulfosulfuron plus Metsulfuronmethyl activity when tank-mixed with vegetable oil to control wild barley (*Hordeum spontaneum* Koch.). *Journal Agriculture Science Technology,* 17: 1769-1780.

**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.

**Keshavarz, H. and Modarres Sanavy, S.A.M.** 2015. Effect of salicylic acid on chlorophyll, some growth characteristics and yield of two canola varieties. *Journal of Crop Production,* 7(4): 161-178. (In Persian).

**Lu, Ch,Y., Zhangc, Sh. and Yang, H.** 2015. Acceleration of the herbicide isoproturon degradation in wheat by glycosyltransferases and salicylic acid. *Hazardous Material,* 283: 806–814.

**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. Mashhad, Iran. (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).

**Mamnoie, E., Izadi Darbandi, E., Rastgoo, M., Baghestani, M. A. and Hasanzade, M.** 2018. Investigating the effect of adjuvants on nicosulfuron efficacy in controlling redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Journal of Crop Production and Processing,* 8(1): 45-59. (In Persian).

**Mehrabian Moghaddam, N., Arvin, M. J., Khajuee Nezhad, Gh. R. and Maghsoudi, K.** 2011. Effect of salicylic acid on growth and forage and grain yield of maize under drought stress in field conditions. *Seed and Plant Production,* 27(1): 41-55. (In Persian).

**Najafi, H. and Tollenaar, T.** 2005. Response of corn at different leaf stages to shading by redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *Iranian Journal of Weed Science,* 1: 127–140.

**Nalewaja, J. D., Praczyk, T. and Matysiak, R.** 1995. Surfactants and oil adjuvants with nicosulfuron. *Weed Technology,* 9: 689-695.

**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).

**Pancheva, T.V., Popova, L.P. and Uzunova, A.M.** 1996. Effect of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. *Journal Plant Physiology,* 149: 57-63.

**Poppell, C. A., Hayes, R. M. and Mueller, T. C.** 2002. Dissipation of nicosulfuron and rimsulfuron in surface soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 50: 4581−4585.

**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).

**Rao, V. S.** 2000. Principles of Weed Science. Second ed. Science Publishers. Inc. New Hampshire.

**Sayad Mansour, A., Kheir Andish, S., Rezaee, Gh., Nateqi, H. and Sabzevari, M.** 2014. The study of effeteness of adjuvants on efficacy of current herbicides in sugar cane cultivation. 1st international and 13th Iranian crop science congress and 3rd Iranian seed science and technology conference. August 24-26, seed and plant improvement institute Karaj, Iran. (In Persian).

**Sepehri, A. and Bayat, S.** 2013. The Effect of salicylic acid and paclobutrazol on yield and yield components of maize (*zea mays* L.) under water stress. *Journal of Plant Production,* 35(4): 55-68. (In Persian).

**Shakirova, F. M. and Bezrukova, M. V.** 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. *Biology Bullentin,* 24: 109-112.

**Shakirova, M. F., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, R. A. and Fatkhutdinova, D. R.** 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science,* 164(3): 317-322.

**Shakirova, F.M., Hayat, S. and Ahmad, A.** 2007. Role of hormonal system in the manifestation of growth promoting and antistress action of salicylic acid. Salicylic Acid: A Plant Hormone. Springer. pp 69-89.

**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).

**Teasdale, J.R.** 1995. Influence of narrow row/high population corn (*Zea mays*) on weed control and light transmittance. *Weed Technology.* 9: 113–118.

**Tohidi, M. and Falahi, R.** 2016. Evaluation of yield and yield components of maize by foliar application of salicylic acid. *Journal of Crop Ecophysiology,* 10(3): 645-656. (In Persian).

**Zareei, T., Kazemeini, S. A. and Ghadiri, H.** 2015. Effects of Herbicide Haloxifhop-R-methyl ester application and surfactant on grass weeds control, Safflower yield and yield components. *Journal of Crops Improvement,* 16(4): 945-956. (In Persian).

# Investigate the effect of mixing nicosulfuron herbicide with salicylic acid and cocowet adjuvant on growth and yield of corn (*Zea mays* L.) and weeds control

**Hassan Makarian[1*], Abbas Nasiri Dehsorkhi[2], Aibibi Mirizadeh[3], Mehdi Baradaran Firouz Abadi[1], Manouchehr Gholipoor[1]**

[1]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran
[2]PhD. Student of Agroecology, Department of Agronomy, University of Zabol, Zabol, Iran
[3]MSc graduate of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran

[*]Corresponding Author: H.makarian@yahoo.com

Received: 25 December 2019 Accepted: 29 January 2019 **DOI: 10.22034/csrar.2021.263749.1075**

## Abstract

In order to investigate the effect of mixing nicosulfuron herbicide with salicylic acid and cocowet adjuvant on growth, yield and weeds control in corn, a field experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replications at the research field of Shahrood University of Technology. Factors were including weed control method (A) at four levels, control (a1), weeding (a2), consuming 1 liter of herbicide (nicosulfuron) (a3) and consuming 2 liters of herbicide (a4) and salicylic acid (B) in two levels, 0.7 mM salicylic acid (b1) and the absence of salicylic acid (b2) and cocowet (C) in two levels, consumption of 2 liters per hectare cocowet (c1) and absence of cocowet (c2). The results showed that the maximum plant height (143.2 cm) and leaf area index (7.76) was obtained with combined use of salicylic acid and cocowet. Also the highest grain (7528 $kg.ha^{-1}$) and biological (20490 $kg.ha^{-1}$) yield was observed in weeding × salicylic acid consumption treatment. The results indicated that no significant difference was observed in grain yield and total weed density between the cocowet + reduced herbicide dose (1 $L.ha^{-1}$) with recommended herbicide dose (2 $L.ha^{-1}$). Based on the results of present study, application of cocowet in combination with reduced dose of herbicide can be an effective method of weeds control and increase growth and yield of crop and also reduce herbicide consumption.

**Keywords:** Herbicide efficiency, Reduced herbicide dose, Sustainable agriculture, Weeding