

## بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر روی کارایی علفکش‌ها در کنترل علف‌های هرز مزرعه ذرت

سهیلا پورحیدر غفاری<sup>۱</sup>، حمید رحیمیان مشهدی<sup>۱</sup>، حسن علیزاده<sup>۱\*</sup>، سیروس حسن نژاد<sup>۲</sup>

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران، ایران

۲. گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۶ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۹)

### چکیده

به منظور بررسی اثرات اسید سالیسیلیک روی ذرت، علف‌های هرز و کارایی برخی علفکش‌ها، آزمایشی مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تبریز، در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. فاکتور اول، ۱۰ سطح علفکش شامل هشت تیمار علفکش (بنتازون، نیکوسولفورون، توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، ریم سولفورون، نیکوسولفورون + ریم سولفورون، مزوتریون + اس‌متاکلر + تربوتیل‌ازین، یدوسولفورون + فورام سولفورون + تین‌کاربازن) و دو تیمار شاهد (عاری از علف‌هرز و آلوده به علف‌هرز) و فاکتور دوم، محلول پاشی اسید سالیسیلیک در دو سطح (شامل ۰ (آب مقطر) و اسید سالیسیلیک ۱ میلی‌مولار) بود. نتایج نشان داد که اسید سالیسیلیک قادر است سطح برگ و وزن خشک برگ و ساقه ذرت را افزایش دهد. این افزایش، در تیمارهای علف‌کشی موفق در کنترل علف‌های هرز، چشمگیرتر بود. در تیمار شاهد آلوده به علف-هرز، اسید سالیسیلیک، تراکم و وزن خشک سلمه‌تره، به عنوان علف‌هرز غالب مزرعه را افزایش داد. بنابراین در حضور علف‌های هرز، اسید سالیسیلیک بیشتر به نفع علف هرز می‌باشد. نیکوسولفورون، عملکرد ضعیفی در کنترل علف‌های هرز داشت و کاربرد اسید سالیسیلیک، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز را افزایش داد. بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، مزوتریون + اس‌متاکلر + تربوتیل‌ازین و توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، موفق‌ترین علفکش‌ها در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز بودند و کارایی آن‌ها، تحت تاثیر اسید سالیسیلیک کاهش نیافت. بنابراین در تیمارهای علف‌کشی با کارایی ضعیف در کنترل علف‌های هرز، کاربرد اسید سالیسیلیک، بیشتر به نفع علف‌هرز خواهد بود. بر اساس نتایج بدست آمده، کاربرد اسید سالیسیلیک با علفکش‌های ضعیف، در کنترل علف‌های-هرز توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، تراکم، زیست توده علفکش، عملکرد ذرت.

## Salicylic acid effects on herbicides weeds control efficiency in corn fields

Soheila Porheidar Ghafarbi<sup>1</sup>, Hamid Rahimian Mashhadi<sup>1</sup>, Hasan Alizadeh<sup>1\*</sup>, Siros Hassa mnejad<sup>2</sup>

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran, Karaj - Iran

2. Department of Plant Eco-Physiology, University of Tabriz, Tabriz - Iran.

(Received: January 15, 2017- Accepted: October 11, 2017)

### ABSTRACT

To evaluate the effects salicylic acid (SA) on corn, weeds, and some herbicide efficiency, a factorial experiment with two factor as randomized complete block (RCB) design with three replications was conducted in the research field of university of Tabriz, Iran in 2015. The first factor was 8 herbicide treatments (Bentason, Nicosulfuron, 2,4-D + MCPA, Bromoxynil + MCPA, Rimsulfuron, Nicosulfuron + Rimsulfuron, Mesotrion + S-metolacholor + Terbutylazine, Udosulfuron + Foramsulfuron + Tincarbason), and 2 controls treatments (weed free and weed infest), and the second factor was SA in 2 levels (0 as distilled water, and 1 mM SA). Results showed that SA increased corn leaf area, and leaf and stem dry weights. This increase was outstanding in herbicides that could successfully control weeds. In weed infested treatment, SA increased common lambesquaters (*Chenopodium album* L.) densities and dry weights, as the main weed species observed in the field. There, in the presence of weeds, SA is more beneficial for weeds. Nicosulfuron was weak in weed control, and SA application increased weeds density and dry weights. Bromoxynil + MCPA, Mesotrion + S-metolacholor + Terbutylazine, and 2,4-D + MCPA were successful herbicides in reduction of weeds density and dry weight, and their efficiency was not reduced in presence of SA. Therefore, in herbicide treatments with weak efficiency in weed control, usage of SA is more beneficial for weeds. According to the results, application of SA is not recommended with low efficiency herbicides in weed control.

**Key words:** Biomass, corn yield, density, herbicide, salicylic acid.

\* Corresponding author E-mail: malizade@ut.ac.ir

### مقدمه

سه گیاه زراعی گندم، ذرت و برنج، حدود ۵۷ درصد کالری تامین شده توسط بخش کشاورزی را به خود اختصاص می‌دهند (Ray *et al.*, 2012). سطح زیر کشت ذرت در جهان، از ۱۳۰ میلیون هکتار در سال ۱۹۹۵ به ۱۸۴ میلیون هکتار در سال ۲۰۰۸ و کل تولید جهانی آن، از ۵۰۷ میلیون تن در سال ۱۹۹۵ به بیش از ۶۱۵ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ رسیده است (FAO, 2008). ذرت دانه‌ای، به عنوان ماده اولیه خوراک دام، طیور، انسان و ماده خام تولیدات صنعتی و غذایی محسوب می‌شود و همین امر سبب افزایش روز افزون سطح زیر کشت آن در ایران شده است. در ایران، ذرت پس از گندم و برنج، بیشترین سطح زیر کشت را در بین محصولات زراعی به خود اختصاص داده است (FAO, 2012). ذرت گیاهی است که برای رشد مطلوب، به گرما نیاز دارد، بنابراین در کشت‌های بهاره، به دلیل کندی رشد بوته‌ها در اوایل فصل رویش و فاصله زیاد بوته‌ها، فرصت و فضای مناسبی برای رشد علف‌های هرز فراهم است و به همین دلیل، اگر علف‌های هرز کنترل نشوند، بوته‌های ذرت به شدت آسیب خواهند دید. مهم‌ترین علف‌های هرز علف‌های هرزپهن برگ یک‌ساله ذرت، ۱۷ گونه، علف‌های هرز علف‌های هرز باریک برگ یک‌ساله آن را چهار گونه و علف‌های هرز دائمی‌ها را نیز ۱۱ گونه گزارش کرده‌اند. میزان خسارت علف‌های هرز در ذرت، تحت شرایط مختلف مدیریتی و آب و هوایی، بین ۳۰ تا ۹۰ درصد گزارش شده است (Johnson & Harverstad, 2002). بنابراین، مهار علف‌های هرز در ذرت به ویژه در مراحل اولیه رشد ریال به سبب برتری طبیعی علف‌های هرز، اهمیت ویژه‌ای دارد. امروزه علف‌کش‌ها به دلیل کارایی و صرفه اقتصادی، نقش محوری در مدیریت علف‌های هرز دارند و به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Zand *et al.*, 2010). برای کنترل علف‌های هرز ذرت، از علف‌کش‌هایی نظیر آلاکلر، استاکلر، ای‌پی‌تی-سی + ایمن کننده دی‌کلرامید، ریم سولفورون، فورام سولفورون، نیکوسولفورون، نیکوسولفورون + ریم سولفورون که باریک‌برگ‌ها و برخی از پهن‌برگ‌ها را

کنترل می‌کنند، همچنین پهن‌برگ‌کش‌هایی نظیر آترازین، سیانازین، لینورون، مزوتریون + اس‌متاکلر + تربوتیل‌ازین، توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ استفاده می‌شود (Zand *et al.*, 2009). بر اساس بررسی‌های انجام شده، نیکوسولفورون و نیکوسولفورون + ریم سولفورون که از علف‌کش‌های دو منظوره مزارع ذرت می‌باشند، قادر به کنترل بسیاری از علف‌های هرز باریک برگ و برخی پهن برگ‌های ذرت بودند اما قادر به کنترل توق، گاوپنبه و تاتوره نمی‌باشند (Baghestani *et al.*, 2009). علف‌کش بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، قادر به کنترل بسیار مطلوب این پهن برگ‌ها می‌باشند (Baghestani *et al.*, 2007; Lotfi-Mavi *et al.*, 2010). گزارش کردند که استفاده از علف‌کش نیکوسولفورون، علف‌های هرز دم روباهی، ارزن وحشی، علف هفت بند، سلمه تره و تاج خروس را به ترتیب ۸۰، ۸۹، ۴۷، ۴۲ و ۴۶ درصد کنترل کرد و هیچ تاثیری روی توق نداشت. در حال حاضر بیشترین علف‌کش‌هایی که برای مبارزه با علف‌های هرز مزارع ذرت دانه‌ای ایران مورد استفاده قرار می‌گیرند، آترازین، آلاکلر، ای‌پی‌تی‌سی + دی‌کلرامید، مخلوط توفوردی و ام‌سی‌پی‌آ و نیکوسولفورون هستند. Zand & Baghestani (2012)، کارایی علف‌کش جدید مایسترادی (فورام‌سولفورون + یدوسولفورون) در مقایسه با علف‌کش‌های رایج، مورد مطالعه قرار دارند و اظهار داشتند که تیمار مایسترادی ۱/۵ لیتر در هکتار، علف‌های هرز پهن‌برگ و برخی از علف‌های هرز باریک‌برگ را همانند دو تیمار نیکوسولفورون و نیکوسولفورون + ریم سولفورون به خوبی کنترل می‌کند. همچنین آن‌ها کارایی این علف‌کش را در کنترل علف‌های هرز چسبک و توق، نسبت به دو علف‌کش، بهتر دانستند. مایسترادی قادر است باریک‌برگانی چون سوروف، چمن یک‌ساله، دم روباهی، چچم، بیدگیاه و قیاق و پهن برگ‌هایی مانند تاج خروس ریشه قرمز، سلمه تره، گندمک، بابونه اروپایی، گاوپنبه و تاجریری را به خوبی کنترل کند. البته در خصوص علف‌کش نیکوسولفورون و بقیه علف‌کش‌های بازدارنده ALS که

استفاده می‌شود. چهار روز بعد از کاربرد علف‌کش (اضافه شده به خاک گلدان)، اسید سالیسیک با غلظت ۰/۵ میلی مولار بر روی برگ‌های گندم اسپری شد. اسید سالیسیک، میزان تجمع ایزوپروتون را در گیاهچه‌های گندم کاهش داد. در واقع اسید سالیسیک، گلوکوزاسیون مشتقات ایزوپروتون را از طریق فعالیت گلیکوزیل ترانسفراز (glycosyltransferases (GTs)) القاء می‌کند. تیمار ذرت با اسید سالیسیک پیش از کاربرد پاراکوات (۵۰ uM)، بطور چشمگیر، محتوی مانول‌دی‌آلدئید و اکسیداسیون پروتئین را کاهش داد (Ding *et al.*, 2009). اسید سالیسیک (۵۰۰ میکرومولار)، با افزایش کلروفیل و محتوی کارتنوئید و پروتئین کل در برگ‌ها، باعث مقاومت گیاهچه‌های جو (*Hordeum vulgare*) (Ananieva *et al.*, 2002) و ذرت (Shahrtash *et al.*, 2011) به پاراکوات (۱۰<sup>-۱</sup> umol L<sup>-۱</sup>) شد. در گیاهچه‌های ذرت تیمار شده با گلایفوسیت، مقدار کلروفیل a، b و کارتنوئیدها کاهش یافت اما در برگ‌های تیمار شده با اسید سالیسیک و سیتوکنین، این کاهش کمتر بود (Deep, 2013). اسید سالیسیک، فعالیت ACC سینتتاز را که باعث تولید اتیلین در گیاه می‌شود، کاهش می‌دهد (Li *et al.*, 1992). اتیلین، باعث تخریب کلروفیل در گیاهان می‌شود (Arfan, 2007). افزایش چشمگیری در رشد، محتوی رنگدانه و نرخ فتوسنتز در ذرت‌های اسپری شده با اسید سالیسیک گزارش شده است (Khodary, 2004; Radwan and Soltan, 2012). نقش محوری در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف همچون فتوسنتز و رشد ایفا می‌کند (El-Tayeb, 2005). کاربرد بیرونی اسید سالیسیک، میزان فتوسنتز در ذرت، سویا (Khan *et al.*, 2003) و خردل هندی (*Brassica juncea*) را افزایش داد (Fariduddin *et al.*, 2003). اسید سالیسیک، با القاء فعالیت آنزیم روبیسکو، میزان فتوسنتز را افزایش می‌دهد (Khodary, 2004). افزایش رشد، تحت تاثیر کاربرد اسید سالیسیک، می‌تواند مربوط به تغییر در وضعیت هورمون‌ها باشد (Shakirova *et al.*, 2003). اثرات مفید اسید سالیسیک در غلظت‌های پایین روی

برای ذرت به ثبت رسیده‌اند (مانند ریم سولفورون و فورام‌سولفورون) نیز، هر چند سابقه مصرف بالایی ندارند، ولی بالا بودن خطر مقاومت آنها باعث می‌شود که پنج سال مصرف متوالی آنها، باعث بروز مقاومت شود (Zand & Baghestani, 2002). تیمار گیاه با علف‌کش، باعث القاء تغییرات فیزیولوژیکی منجر به تنش می‌شود. این تغییرات، همیشه با خسارات آشکار همراه نیستند. تنش‌ها، فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز (Chen *et al.*, 2008) و سطح برگ (Ali *et al.*, 2012) را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این میان، هورمون‌های گیاه نقش مهمی را در رشد و گسترش گیاه دارند و برخی از آنها نیز دارای نقشی کلیدی در سازگار شدن گیاه در مواجهه با تنش‌ها هستند. اسید سالیسیک (اسید سالیسیک یا ارتو-هیدروکسی بنزوئیک اسید)، یک ترکیب فنولیک ساده است و به عنوان یک مولکول سیگنال که قادر به القاء و تحریک سیستم دفاعی می‌باشد، شناخته شده است (Raskin, 1992). این ترکیب فنلی، در طبیعت وجود دارد و در برخی بافت‌های گیاهی هم به فراوانی یافت می‌شود. این ماده در گوجه فرنگی و لوبیا، سبب افزایش مقاومت به دماهای پایین و بالا و کاهش آسیب عناصر سنگین در برنج شد (Senaratna *et al.*, 2000). بکار بردن اسید سالیسیک، اثرات سمیت علف‌کش‌ها را نیز در گیاهان کاهش می‌دهد. در بررسی اثرات علف‌کش پاراکوات روی گیاهچه‌های جو، نتایج نشان داد که تیمار با اسید سالیسیک در فاصله ۲۴ ساعت قبل از کاربرد علف‌کش پاراکوات، از اثرات مخرب آن روی کلروفیل و میزان فتوسنتز، در مقایسه با عدم کاربرد آن کاهش داد (Ananieva *et al.*, 2002). اسپری کردن محلول اسید سالیسیک روی برگ‌های خیار و توتون، توانست آنها را از اثرات مخرب توسط پاراکوات محافظت کند (Stroble & Kue, 1995). لو و همکاران (Lu *et al.*, 2015)، اثرات اسید سالیسیک و علف‌کش ایزوپروتون را بر روی گندم بررسی کردند. ایزوپروتون علف‌کشی است از خانواده فنیل اوره‌ها که به طور گسترده و به صورت پیش رویشی و پس رویشی، برای کنترل علف‌های هرز در غلات زمستانه

و فعالیت کاتالاز را در گیاهچه‌های ذرت تیمار شده با پاراکوات ( $10 \text{ umol L}^{-1}$ ) کاهش داد (Shahrtash *et al.*, 2011). کاربرد علفکش کوئیزافوپ پی اتیل در آفتاب گردان، سطح فنول کل را با گذشت زمان در مقایسه با تیمار کنترل افزایش داد و این افزایش، در گیاهان پیش تیمار شده با اسید سالیسیلیک بیشتر بود. ترکیبات فنلی، آنتی اکسیدان‌هایی هستند که در گیاهان تحت تنش، تجمع می‌یابند. در ذرت، سطح فنول در پاسخ به کلتودیم نسبت به شاهد افزایش نشان داد. علاوه بر آن، اسپری کردن اسید سالیسیلیک، با یا بدون کلتودیم، تجمع فنول‌ها را القاء کرد (Radwan, 2012). کاهش سطح مالون دی آلونید، پرولین در گیاهان پیش تیمار شده با اسید سالیسیلیک، نقش حفاظتی آن را تایید می‌کند (Halliwell *et al.*, 1995). از آنجایی که در تحقیقات صورت گرفته، تنها پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه زراعی به اسید سالیسیلیک در شرایط عاری از علف هرز بررسی شده است، این پژوهش، با هدف ارزیابی اثرات اسید سالیسیلیک، روی کارایی علفکش‌های جدید و متداول در کنترل علف‌های هرز و عملکرد ذرت اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات اسید سالیسیلیک و برخی از علفکش‌ها بر روی ذرت (رقم ۷۰۴) و علف‌های هرز، آزمایشی به صورت فاکتوریل (دو فاکتوره) و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. جمله تکراری \*\*\*\* فاکتور اول، علفکش در ۱۰ سطح (جدول ۱) و فاکتور دوم، محلول پاشی اسید سالیسیلیک در دو سطح (شامل ۰ یعنی آب مقطر) و اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار).

فتوسنتز، با ممانعت از اکسیداسیون اکسین و در نتیجه، افزایش سطح اکسین (Ahmad *et al.*, 2001) و به دنبال آن بهبود فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق ارتباط دارد (Stevens *et al.*, 2006). کاربرد اسید سالیسیلیک، از افت اکسین و سایتوکینین در برگ‌های گندم تحت تنش شوری جلوگیری کرد و در نتیجه، میزان رشد و تولید، افزایش یافت (Shakirova *et al.*, 2003). اسید سالیسیلیک، باعث کاهش تجمع اسید آبسزیک اسید در گیاهچه‌های گندم تحت تنش کادمیوم شد اما از سوی دیگر، از افت اکسین و سایتوکینین جلوگیری نمود (Shakirova *et al.*, 2016). اسید سالیسیلیک، با تاثیر بر هورمون‌های دیگر نظیر اکسین و سایتوکینین، رشد و تقسیم سلولی را تنظیم می‌کند. یکی از نقش‌های متعدد اسید سالیسیلیک، ممانعت از تجزیه هورمون اکسین می‌باشد (Reed *et al.*, 1998)؛ از طرفی، اکسین در سطح سلولی، باعث افزایش سنتز پروتئین و آنزیم‌های مربوط به رشد می‌شود (Zhao *et al.*, 1995). اسید سالیسیلیک به طور مستقیم، رادیکال‌های هیدروکسیل را پاکسازی می‌کند (Halliwell *et al.*, 1995) و معمولا به عنوان یک مولکول سیگنالی که سیستم آنتی اکسیدانی را با ممانعت از فعالیت کاتالاز و تحریک فعالیت پراکسیداز تغییر می‌دهد و نقش فیزیولوژی خود را اعمال می‌کند، در نظر گرفته می‌شود (Rao *et al.*, 1997). تحت تنش کادمیوم، میزان مالون دی آلونید و پرولین، افزایش یافت اما این افزایش، در گیاهانی که بذرهايشان پیش از کاشت، به اسید سالیسیلیک آغشته شده بودند اندکی کاهش داشت (Kranterev *et al.*, 2008). اسید سالیسیلیک (۰/۱ تا ۰/۵ میلی مولار) بطور چشمگیر، میزان پرولین، پراکسیده شدن لیپیدی

جدول ۱- مشخصات تیمارهای آزمایش

Table 1. Treatments characteristics of the experiment

Common Name	Trade Name	Application Rate	Formulation	Application Time
Nicosulfuron+Rimsulfuron	Ultima	175 gr.ha	٪75 DF	Post-emergence- 4-6 leaves
Rimsulfuron	Titos	40 gr.ha	٪25 DF	Post-emergence- 4-6 leaves
Udosulfuron+Foramsulfuron+	Maister power	1.2 lit.ha	٪25.4 OD	Post-emergence- 4-6 leaves
Tincarbason				
Nicosulfuron	Cruz	2 lit.ha	٪4 SC	Post-emergence- 4-6 leaves
2,4-D+MCPA	U46 Combi Fluid	2 lit.ha	٪67.5 SL	Post-emergence- 4-6 leaves
Bromoxynil+MCPA	Bromicid AM	1.5 lit.ha	٪40 EC	Post-emergence- 4-6 leaves
Mesotrion+ S-metolacholor+	Lumax	4.5 lit.ha	53.75 SE	Post-emergence- 4-6 leaves
Terbutylazine				
Bentason	gran اسید سالیسیلیک-Ba	2 lit.ha	48% SL	Post-emergence- 4-6 leaves
Control – Hand Weeding				
Control- Weed Infest				

اندازه‌گیری شد. زمانی که رطوبت بلال‌ها به ۱۴ الی ۱۸ درصد رسید، برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، هفت بوته از هر کرت انتخاب شدند و بلال‌ها برداشت شدند. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد و میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD (Least Significant Difference)) در سطح پنج درصد با هم مقایسه شدند. رسم نمودار با اکسل انجام شد.

## نتایج و بحث

### علف‌های هرز

در مزرعه تحقیقاتی، سه علف هرز پهن برگ سلمه‌تره (*Convolvulus*)، پیچک (*Chenopodium album* L.) و تاجریزی (*Solanum nigrum* L.) و تنها علف‌هرز باریک برگ چسبک (*Setaria viridis* L.)، در مزرعه غالب بودند؛ از این رو، فقط به اثرات علف‌کش‌ها و اسید سالیسیک بر روی این چهار علف هرز مورد بررسی قرار گرفت.

### سلمه‌تره

نتایج نشان داد که پس از گذشت ۳۰ روز از کاربرد علف‌کش، اثرات متقابل بین علف‌کش‌ها و اسید سالیسیک، از نظر آماری معنی دار نبود و اسید سالیسیک، تنها تراکم و وزن خشک سلمه‌تره را تحت تاثیر قرار داد اما این افزایش تراکم، تنها در تیمار شاهد (عدم وجین) از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۲، ۳). تمام تیمارهای علف‌کشی، تراکم سلمه‌تره را کاهش دادند (شکل ۱) اما موفق‌ترین علف‌کش‌ها در کاهش تراکم سلمه‌تره، به ترتیب مزوتریون + اس-متاکلر + تربوتیلازین، بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ و توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و ناکارآمدترین علف‌کش‌ها، نیکوسولفورون، ریم سولفورون و بنتازون بودند. افزایش تراکم و وزن خشک در شاهد تیمار شده با اسید سالیسیک، از نظر آماری معنی دار بود. بیشترین کاهش وزن خشک سلمه‌تره به ترتیب در تیمارهای بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و مزوتریون + اس متاکلر + تربوتیلازین به دست آمد

این آزمایش، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز انجام شد. این منطقه با ارتفاع ۱۳۶۴ متر از سطح دریای آزاد، در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و پنج دقیقه شمالی قرار دارد. میانگین حداقل و حداکثر دما، به ترتیب ۲۵/۸ و ۲۵/۱ درجه سانتی‌گراد، میانگین دما در طول سال ۱۰ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه برابر ۲۴۵/۷۵ میلی‌متر گزارش شده است. خاک این اراضی، از نوع شنی لومی با ساختمان خاکدانه‌ای ریز ضعیف و pH برابر با ۸/۱ است. در بهار ۹۴، زمینی که دارای سابقه آلودگی کافی به علف‌های هرز غالب منطقه بود، انتخاب شد. پس از انجام عملیات تهیه زمین و بستر بذر، کرت‌هایی به عرض چهار متر و طول دو متر، شامل پنج ردیف کاشت، با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله کاشت ۲۰ سانتی‌متر آماده شد. کاشت بذر در تاریخ ۹۴/۲/۱۵ و با دست انجام شد. کرت‌های آزمایشی توسط یک ردیف نکاشت از یکدیگر جدا شدند. هر حفره کاشت (به عمق سه تا پنج سانتی‌متر) شامل سه عدد بذر بود. مصرف کود، بر اساس آزمون خاک و نیاز گیاه، برای هر تیمار، به صورت یکنواخت انجام شد. مزرعه هر هفت روز یک‌بار آبیاری شد. سمپاشی با سمپاش پستی کتابی اهرم از بغل، مجهز به نازل شره‌ای با فشار دو تا ۲/۵ بار و میزان ۴۰۰-۳۰۰ لیتر آب در هکتار، در مرحله شش برگی ذرت (سه روز پس از کاربرد اسید سالیسیک) انجام شد و نمونه برداری‌ها با کواردات ۰/۵ متر در ۰/۵ متر، هر دو هفته یکبار و با در نظرگرفتن اثر حاشیه از ذرت و علف‌های هرز انجام شد. اولین نمونه‌برداری، ۱۵ روز بعد از سمپاشی و نمونه‌برداری بعدی ۳۰ روز بعد از سمپاشی انجام شد. در هر بار نمونه برداری، نوع و تراکم علف‌های هرز، به تفکیک گونه ثبت شد و سپس نمونه‌ها در آونی با دمای ۷۵ سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. در طی دو دوره نمونه برداری، از هر کرت یک بوته ذرت انتخاب شد و سطح برگ، وزن تر و وزن خشک برگ و ساقه

بیشتر و در حد مزوتریون + اس متاکلر + تربوتیلازین و توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ کاهش دادند. کاهش تراکم و وزن خشک سلمه‌تره در علفکش‌های خانواده سولفونیل‌اوره، در پاسخ به اسید سالیسیلیک کاهش یافته بود اما این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود.

(شکل ۲). کارایی این علفکش‌ها در کاهش تراکم و وزن خشک سلمه‌تره، تحت تاثیر اسید سالیسیلیک قرار نگرفت. در بین علفکش‌های سولفونیل‌اوره‌ی کاربردی، نیکوسولفورون + ریتم سولفورون و یدوسولفورون + فورام سولفورون در مقایسه با ریتم سولفورون و نیکوسولفورون، وزن خشک سلمه‌تره را

جدول ۲- تجزیه واریانس تراکم علف‌های هرز در فاصله ۳۰ روز پس از کاربرد علفکش‌ها  
Table 2- Analysis of variance of weed densities 30 days after herbicide applications

Source of Variation	Df	<i>Chenopodium album</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Solanum nigrum</i>	<i>Setaria viridis</i>
block	2	470.22 ns	* 288	ns 2.5	ns 23.35
salicylic acid	1	* 2816.67	2.67 ns	3.63 ns	0.38 ns
herbicide	8	7950.38**	** 951	309.34**	33.45*
herbicide × salicylic acid	8	405 ns	80.67 ns	80.67 ns	2.16 ns
error	34	520.5	67.3	32.15	8.55

ns و \*\*، به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

ns, \*\* and ns: significant at 5 and 1 probability levels ns not Significant respectively.

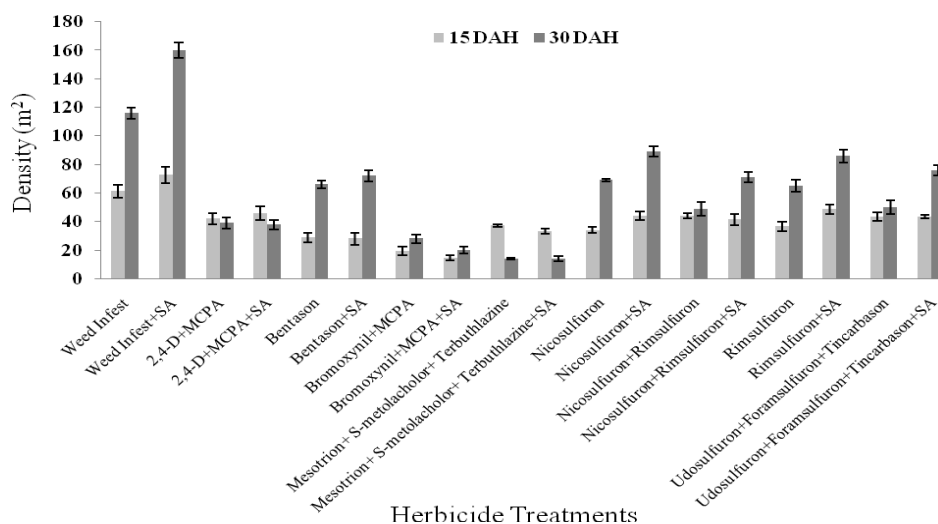
جدول ۳- تجزیه واریانس زیست توده علف‌های هرز در فاصله ۳۰ روز پس از کاربرد علفکش‌ها

Table 3- Analysis of variance of weeds biomass 30 days after herbicide applications spraying

Source of Variation	Df	<i>Chenopodium album</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Solanum nigrum</i>	<i>Setaria viridis</i>
block	2	3638.4 ns	456.89 ns	54.79 ns	10.18 ns
salicylic acid	1	6998.35 *	13.4 ns	20.81 ns	0.38 ns
herbicide	8	21509.82 **	33981.95 **	373.86 **	31.35 **
herbicide × salicylic acid	8	1460.14 ns	42.52 ns	6.9 ns	0.65 ns
error	34	1130.55	219.29	59.7	6.8

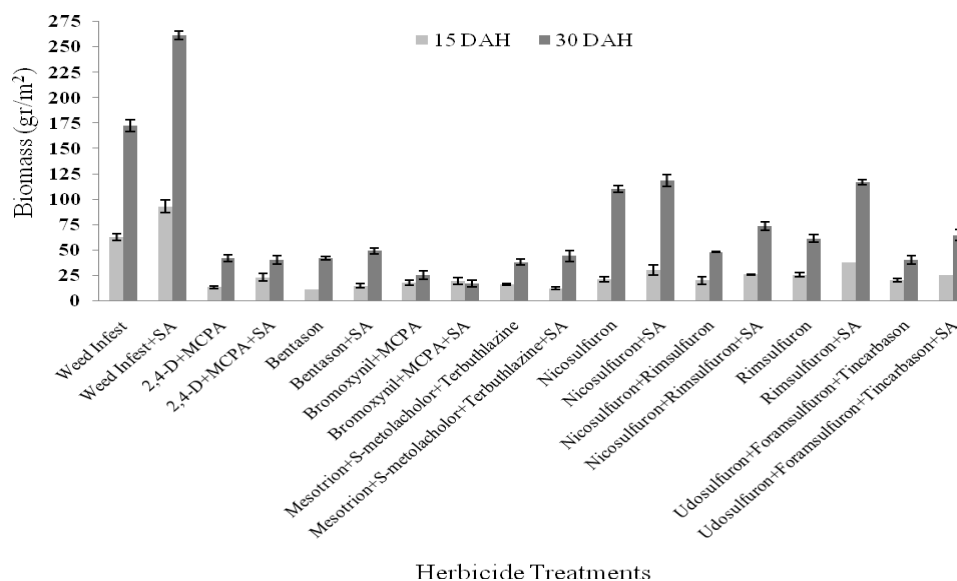
ns و \*\*، به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

ns, \*\* and ns: significant at 5 and 1 probability levels ns not Significant respectively.



شکل ۱- تغییرات تراکم سلمه‌تره در اثر تیمار با علفکش‌ها و اسید سالیسیلیک در فاصله ۱۵ و ۳۰ روز پس از کاربرد علفکش. میله‌های روی هر ستون، نشان‌دهنده خطای استاندارد، بر اساس تکرارهای آزمایش هستند.

Figure 1. Effects of herbicides and SA treatments on *Chenopodium album* densities 15 and 30 days after herbicide applications. Vertical bars represent standard error based on three replications.



شکل ۲- تغییرات زیست توده سلمه تره در اثر تیمار با علفکش‌ها و اسید سالسیلیک، در فاصله ۱۵ و ۳۰ پس از کاربرد علف‌کش. میله‌های روی هر ستون، نشان‌دهنده خطای استاندارد، بر اساس تکرارهای آزمایش هستند.

Figure 2. Effects of herbicides and SA treatments on *Chenopodium album* biomass 15 and 30 days after herbicide applications. Vertical bars represent standard error based on three replications

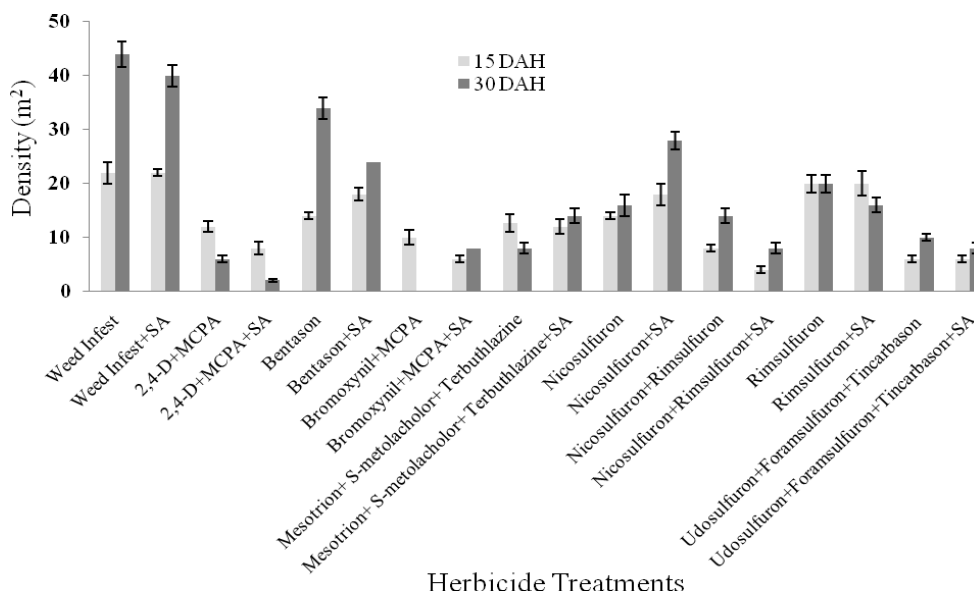
های نیکوسولفورون و ریم سولفورون بر روی علف‌های هرز باریک برگ را خوب گزارش نمودند و آن‌ها را به عنوان علف‌کش‌هایی دو منظوره که قدرت باریک برگ‌کشی آن‌ها، بهتر از پهن برگ‌کشی است، معرفی شدند (Baghestani *et al.*, 2007; Zand *et al.*, 2007). در نتایج این بررسی نیز مشاهده شد اسید سالسیلیک، کارایی علف‌کش‌های موفق در کنترل سلمه تره را کاهش نمی‌دهد اما کارایی علف‌کش‌های دو منظوره نیکوسولفورون، نیکوسولفورون + ریم سولفورون، یدوسولفورون + فورام سولفورون را کاهش داد؛ هرچند این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود.

### پیچک

اثر تمامی تیمارها، روی جمعیت و وزن خشک علف‌هرز پیچک، معنی‌دار بود. علف‌کش‌های بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، یدوسولفورون + فورام سولفورون و مزوتریون + اس-متاکلر + تربوتیلازین، تراکم پیچک را کاهش دادند اما تفاوت بین آن‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۳). بیشترین کاهش وزن خشک پیچک، به تیمار بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و

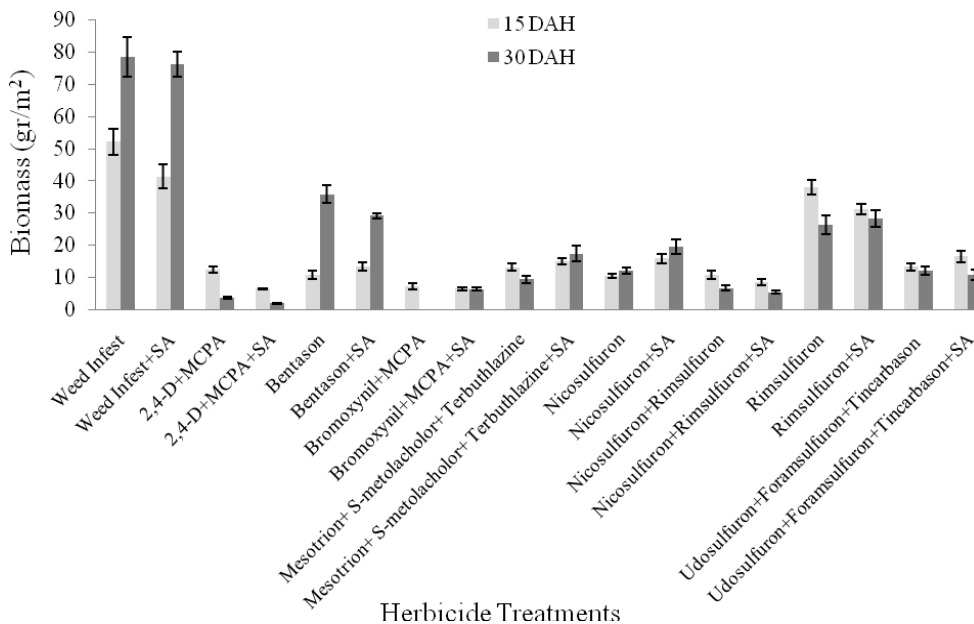
نیکوسولفورون، علف‌هرز سلمه تره را ۴۲ تا ۴۸ درصد کنترل می‌کند (Bunting *et al.*, 2005). تیمار نیکوسولفورون به تنهایی، قادر به کنترل مناسب علف‌هرز سلمه نیست، بنابراین در مناطقی که تراکم علف‌هرز سلمه تره بالاست، توصیه می‌شود که همراه با علف‌کش‌هایی نظیر بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ و یا توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ بکار رود (Sharifi Ziveh, 2011 & Hadizadeh). در بررسی‌های انجام شده در مغان مشاهده شد که کارایی نیکوسولفورون + ریم سولفورون در دزهای توصیه شده، در کنترل سلمه تره، در مقایسه با بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، کمتر بود و تاثیر کمتری در کاهش تراکم این علف‌هرز داشت (Baghestani *et al.*, 2013). در تحقیقات Lotfi-Mavi *et al.*, (2012)، دو علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، کنترل بسیار مطلوبی روی سلمه تره داشت. در بررسی کارایی علف‌کش مزوتریون + اس-متاکلر + تربوتیلازین در مزارع ذرت مشاهده شد که مصرف ۴-۴/۵ لیتر در هکتار از این علف‌کش‌ها، سلمه تره را ۸۵ تا ۱۰۰ درصد (Sharifi Ziveh, 2011) کنترل می‌کند. در تحقیقات انجام شده در استان‌های مختلف کشور، کارایی علف‌کش-

نیکوسولفورون + ریم سولفورون تعلق داشت و کمترین علفکش بنتازون و ریم سولفورون مشاهده شد (شکل ۴). کاهش وزن خشک این علف هرز، با کاربرد دو



شکل ۳- تغییرات تراکم پیچک در اثر تیمار با علفکش‌ها و اسید سالیسیک در فاصله ۱۵ و ۳۰ پس از کاربرد علفکش. میله‌های روی هر ستون، نشان‌دهنده خطای استاندارد، بر اساس تکرارهای آزمایش هستند.

Figure 3. Effects of herbicides and SA treatments on *Convolvulus arvensis* L. densities 15 and 30 days after herbicide applications. Vertical bars represent standard error based on three replications.



شکل ۴- تغییرات در زیست توده پیچک در اثر تیمار با علفکش‌ها و اسید سالیسیک ، ۱۵ و ۳۰ پس از کاربرد علفکش. میله‌های روی هر ستون، نشان‌دهنده خطای استاندارد، بر اساس تکرارهای آزمایش هستند.

Figure 4. Effects of herbicides and SA treatments on *Convolvulus arvensis* L. biomass 15 and 30 days after herbicide applications. Vertical bars represent standard error based on three replications.

برخلاف سلمه تره، تراکم و وزن خشک پیچک، تحت تاثیر اسید سالیسیک قرار نگرفت (جدول ۲، ۳).

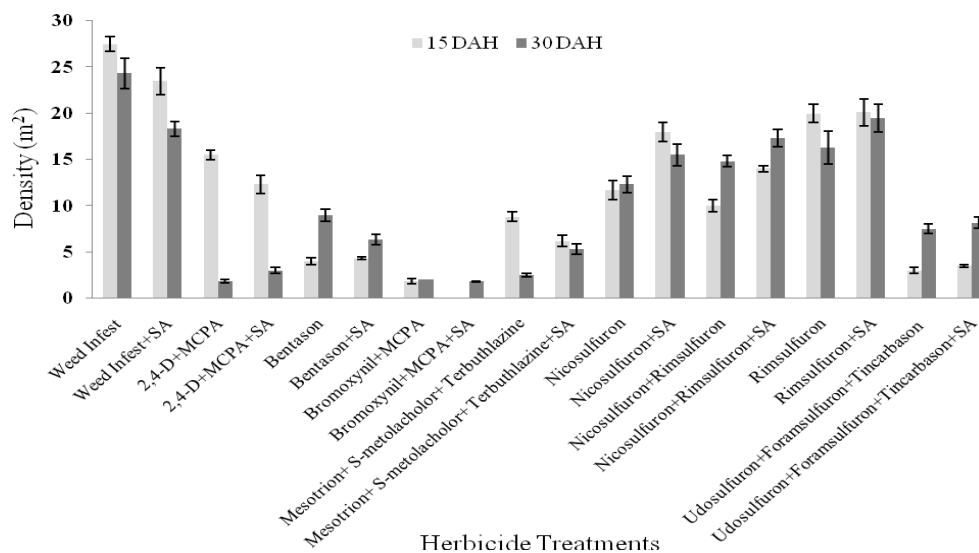


+ تربوتیلازین توانستند پیچک را در حد قابل قبولی کنترل کنند.

### تاجریزی

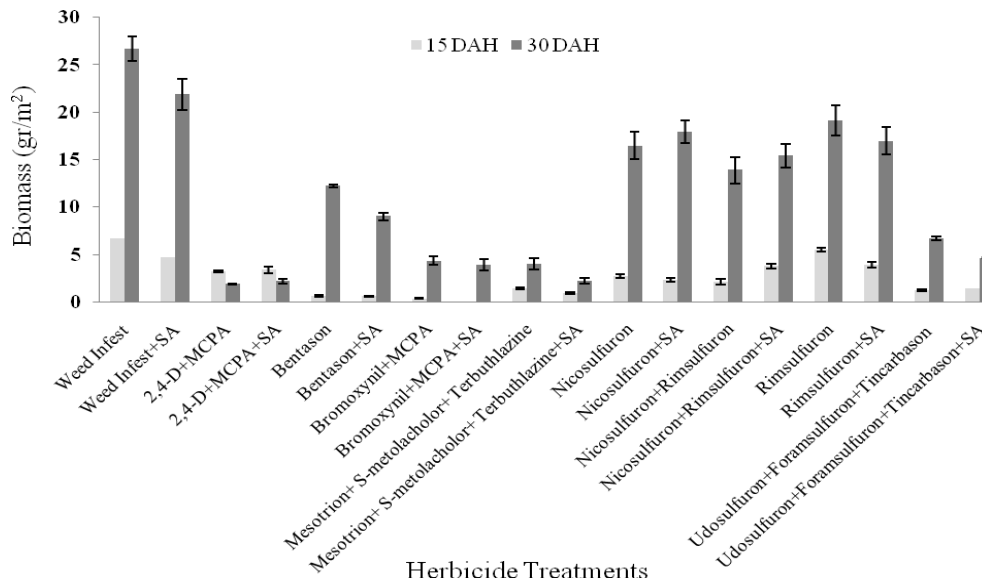
در بین تیمارهای مختلف علف‌کشی، تفاوت در تراکم و وزن خشک تاجریزی بین کاربرد و عدم کاربرد اسید سالیسیک از نظر آماری معنی‌دار نبود. بهترین تیمار علف‌کشی در کاهش تراکم و وزن خشک تاجریزی، بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و مزوتریون + اس‌متاکلر + تربوتیلازین بود و تفاوت بین آن‌ها معنی‌دار نبود. بیشترین تراکم و وزن خشک تاجریزی در علف‌کش نیکوسولفورون و ریم سولفورون مشاهده شد (شکل ۵ و ۶). *Hadizadeh et al.*, (2011) و *Nabizadeh et al.* (2013) گزارش کردند که علف‌کش مزوتریون + اس‌متاکلر + تربوتیلازین، تاثیر مطلوبی در کنترل تاجریزی سیاه دارد. در بررسی تاثیر دو علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ بر کنترل علف‌های هرز پهن برگ، کنترل بسیار مطلوبی روی تاجریزی مشاهده است (*Lotfi-Mavi et al.*, 2012).

در تحقیقات *Baghestani et al.*, (2013)، بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ و توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ توانستند پیچک را به طور کامل کنترل کنند ولی نیکوسولفورون، تنها باعث کاهش ۶۵ درصدی وزن خشک پیچک شد. در مطالعات *Hadisadeh et al.*, (2011)، بیشترین کاهش وزن خشک پیچک، پس از مصرف چهار لیتر در هکتار مزوتریون + اس‌متاکلر + تربوتیلازین (بصورت پس‌رویشی)، مشاهده شد. بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، یدوسولفورون + فورام سولفورون و توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، مطلوب‌ترین علف‌کش‌ها در کاهش تراکم پیچک بودند و ریم سولفورون، کمترین اثر را در کاهش تراکم این علف‌هرز داشت. همچنین بیشترین کاهش وزن خشک پیچک، به تیمار علف‌کش‌های نیکوسولفورون + ریم-سولفورون، توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و یدوسولفورون + فورام سولفورون تعلق داشت و کمترین کاهش وزن خشک، در تیمار علف‌کش ریم‌سولفورون مشاهده شد (*Mamnouie & Baghestani*, 2011). در مطالعات *Zand et al.*, (2009)، نیکوسولفورون، نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون، ریم سولفورون و مزوتریون + اس‌متاکلر



شکل ۵- تغییرات تراکم تاجریزی در اثر تیمار با علف‌کش‌ها و اسید سالیسیک در فاصله ۱۵ و ۳۰ پس از کاربرد علف‌کش. میله‌های روی هر ستون، نشان‌دهنده خطای استاندارد، بر اساس تکرارهای آزمایش هستند.

Figure 5. Effects of herbicides and SA treatments on *Solanum nigrum* L. densities 15 and 30 days after herbicide applications. Vertical bars represent standard error based on three replications.



شکل ۶- تغییرات در زیست توده تاج ریزی در اثر تیمار با علفکش‌ها و اسید سالیسیلیک در فاصله ۱۵ و ۳۰ پس از کاربرد علفکش. میله‌های روی هر ستون، نشان‌دهنده خطای استاندارد، بر اساس تکرارهای آزمایش هستند.

Figure 6. Effects of herbicides and SA treatments on *Solanum nigrum* L. biomass 15 and 30 days after herbicide applications. Vertical bars represent standard error based on three replications.

تربوتیلازین به صورت پس رویشی، به جز ناتوانی در مهار شیرین بیان و قیاق، علف‌های هرز عروسک پشت پرده، طلحه، سلمه، کنجد، کنف وحشی، سوروف و در برخی موارد تاج خروس وحشی را بالای ۸۵ درصد و علف‌های هرز تاتوره، خرفه و ارزن وحشی را بیشتر از ۷۵ درصد مهار می‌کند (Zand *et al.*, 2009).

### ذرت

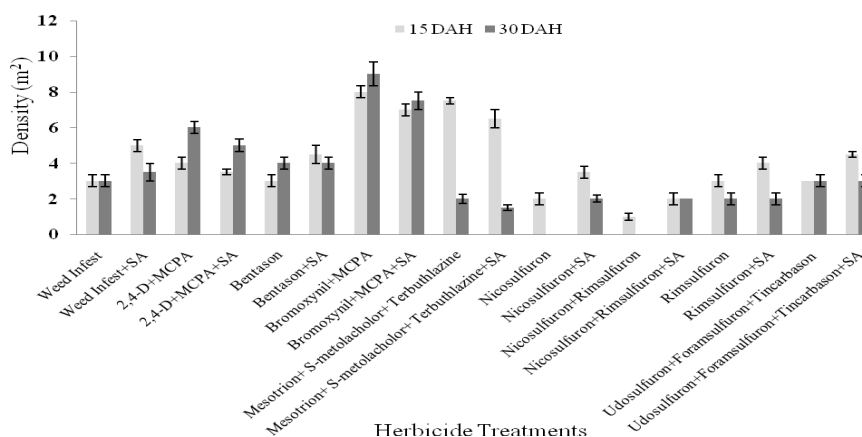
در تمامی تیمارهای آزمایشی، کاربرد اسید سالیسیلیک، سه روز پیش از کاربرد علفکش، وزن خشک برگ، ساقه و سطح برگ ذرت را در مقایسه با عدم کاربرد آن، افزایش داد. این افزایش، ۱۵ روز پس از کاربرد علفکش، بیشتر مشهود بود (احتمالا در این فاصله زمانی، کانوبی هنوز به طور کامل بسته نشده است و رقابت بین علف‌های هرز و بوته‌های ذرت شدید نیست) (جدول ۴، ۵). بیشترین افزایش وزن خشک ساقه و برگ، در تیمار توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و بیشترین سطح برگ در تیمار شاهد وجین به دست آمد. در تیمار شاهد (عدم وجین)، کاربرد اسید سالیسیلیک، تاثیر منفی بر روی ذرت داشت زیرا وقتی علفکش استفاده نمی‌شود، علف‌های هرز از کاربرد اسید

### چسبک

نتایج نشان داد اسید سالیسیلیک، تاثیری بر تراکم و وزن خشک چسبک نداشته است (جدول ۲، ۳). بیشترین کاهش تراکم و وزن خشک چسبک، به علفکش‌های دو منظوره سولفونیل اوره، یعنی نیکوسولفورون + ریم سولفورون، نیکوسولفورون، یدوسولفورون + فورام سولفورون و ریم سولفورون تعلق داشت. کمترین کاهش تراکم و وزن خشک چسبک در علفکش‌های بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ توفوردی مشاهده شد (شکل ۷، ۸). کاهش زیاد تراکم برخی از علف‌های هرز (سلمه تره و پیچک) در اثر کاربرد این علفکش‌ها و آزاد شدن آشیانه اکولوژیک، اشغال این آشیانه توسط علف‌های هرز باقی مانده یعنی چسبک را در پی‌داشت. علفکش نیکوسولفورون + ریم سولفورون، در کنترل علف‌های هرز باریک برگ، از کارایی بهتری برخوردار بودند و بر علف‌هرز چسبک و اویارسلام تاثیر بسزایی داشتند (Zand *et al.*, 2009). Bunting *et al.*, (2005) گزارش کردند که نیکوسولفورون، علف‌های هرز ارزن وحشی و سلمه‌تره را به ترتیب ۸۹ و ۴۲ درصد کنترل می‌کند. مصرف ۴/۵ لیتر در هکتار علفکش مزوتریون + اس‌ماتاکلر +

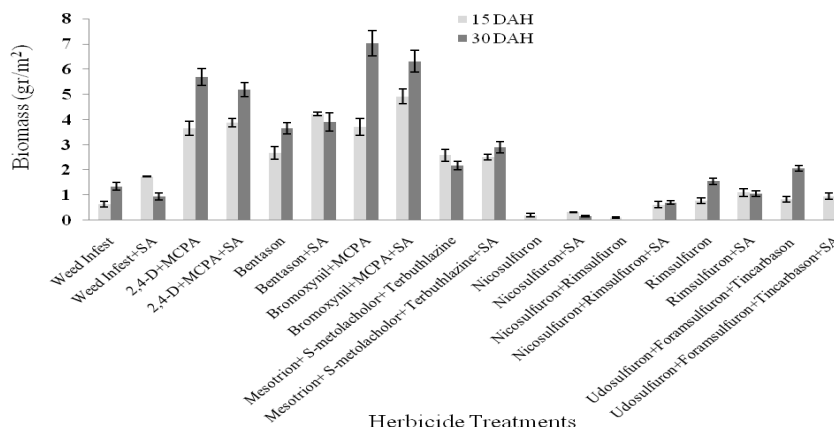
کارایی ضعیفی در کنترل پهن برگ‌ها داشتند، تحت تاثیر اسید سالیسیک قرار نگرفت اما در بقیه، تیمارها افزایش داشت (شکل ۹). بیشترین افزایش عملکرد ذرت، در تیمارهای مزوتریون+اس متاکلر+تربوتیلازین و وجین پیش تیمار شده با اسید سالیسیک به دست آمد. کاربرد اسید سالیسیک، باعث بهبود روند رشد و عملکرد ذرت (Nagasubramaniam *et al.*, 2007) و گندم (Shakirova *et al.*, 2003) شد. کردند که کاربرد اسید سالیسیک ۱/۲ میلی مولار، پیش از گلدهی، وزن هزار دانه ذرت را افزایش می‌دهد.

سالیسیک بهتر استفاده می‌کنند و قدرت رقابتی خود را افزایش می‌دهند. پس در صورت عدم کنترل علف‌های هرز، استفاده از اسید سالیسیک توصیه نمی‌شود. گزارش شده است که محلول پاشی با اسید سالیسیک، سطح برگ جو، گندم و ذرت را افزایش می‌دهد (Metwally *et al.*, 2003; Kaydan *et al.*, 2007; Pirasteh-Hashemi *et al.*, 2012). نتیجه تحقیقات (Anosheh *et al.*, 2014)، نشان دهنده افزایش سطح برگ و وزن خشک جو، تحت تاثیر کاربرد اسید سالیسیک، در مرحله شروع پنجه زنی بود. عملکرد ذرت در تیمار شاهد آلوده، تحت تاثیر اسید سالیسیک، کاهش یافت و در تیمار علف‌کش‌های نیکوسولفورون و ریم سولفورون که



شکل ۷- تغییرات در تراکم چسبک در اثر تیمار با علف‌کش‌ها و اسید سالیسیک در فاصله ۱۵ و ۳۰ پس از کاربرد علف‌کش. میله‌های روی هر ستون، نشان‌دهنده خطای استاندارد، بر اساس تکرارهای آزمایش هستند.

Figure 7. Effects of herbicides and SA treatments on *Setaria viridis* L. densities 15 and 30 days after herbicide applications. Vertical bars represent standard error based on three replications.



شکل ۸- تغییرات در زیست توده چسبک در اثر تیمار با علف‌کش‌ها و اسید سالیسیک در فاصله ۱۵ و ۳۰ پس از کاربرد علف‌کش. میله‌های روی هر ستون، نشان‌دهنده خطای استاندارد، بر اساس تکرارهای آزمایش هستند.

Figure 8. Effects of herbicides and SA treatments on *Setaria viridis* L. biomass 15 and 30 days after herbicide applications. Vertical bars represent standard error based on three replications.

جدول ۴- اثر علف‌کش‌ها و اسید سالیسیک بر وزن خشک برگ و ساقه تک بوته ذرت در فاصله ۱۵ و ۳۰ روز پس از کاربرد علف‌کش. داده‌ها، میانگین‌ها  $\pm$  خطای استاندارد هستند

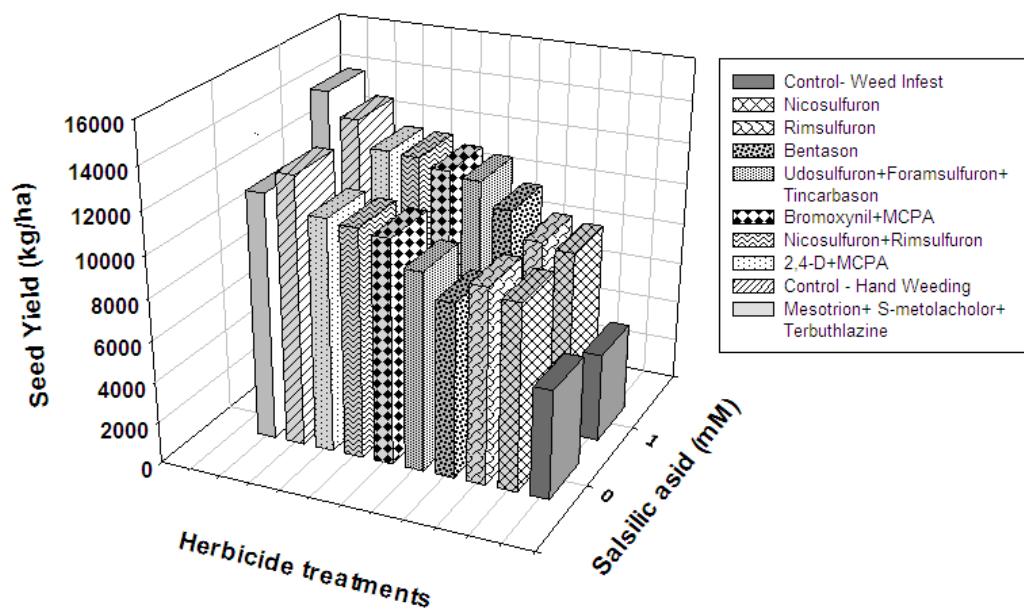
Table 4. Effect of herbicides and SA on *Zea mays* leaf and stem dry weights 15 and 30 days after herbicide treatments. Data are means  $\pm$  standard error.

Treatments	After 15 days				After 30 days			
	Leaf biomass (gr)		stem biomass (gr)		Leaf biomass (gr)		stem biomass (gr)	
	SA 0	SA 1mM	SA0	SA 1mM	SA 0	SA 1mM	SA 0	SA 1mM
Nicosulfuron+Rimsulfuron	0.7 $\pm$ 0.1	0.84 $\pm$ 0.16	0.293 $\pm$ 0.06	0.45 $\pm$ 0.074	6 $\pm$ 0.22	6.9 $\pm$ 0.8	4.28 $\pm$ 0.6	4.41 $\pm$ 0.56
Bromoxynil+MCPA	0.8 $\pm$ 0.1	0.96 $\pm$ 0.1	0.35 $\pm$ 0.06	0.51 $\pm$ 0.06	6.94 $\pm$ 0.84	7.6 $\pm$ 0.94	4.63 $\pm$ 0.51	5.21 $\pm$ 0.58
Bentazon	0.9 $\pm$ 0.2	1.13 $\pm$ 0.19	0.34 $\pm$ 0.054	0.4 $\pm$ 0.075	6.8 $\pm$ 0.63	8.77 $\pm$ 1.08	4.89 $\pm$ 0.47	6.48 $\pm$ 0.55
2,4-D+MCPA	0.67 $\pm$ 0.07	0.93 $\pm$ 0.04	0.29 $\pm$ 0.03	0.48 $\pm$ 0.05	7.3 $\pm$ 0.97	9.1 $\pm$ 0.43	5.99 $\pm$ 0.5	7.3 $\pm$ 0.71
Rimsulfuron	0.53 $\pm$ 0.08	0.85 $\pm$ 0.06	0.27 $\pm$ 0.045	0.38 $\pm$ 0.06	4.39 $\pm$ 0.55	5.56 $\pm$ 0.8	2.71 $\pm$ 0.29	3.8 $\pm$ 0.18
Nicosulfuron	0.74 $\pm$ 0.064	1.08 $\pm$ 0.15	0.34 $\pm$ 0.03	0.43 $\pm$ 0.025	4.52 $\pm$ 0.28	6.33 $\pm$ 0.76	4.5 $\pm$ 0.69	5.8 $\pm$ 0.63
Mesotrion+ S-metolacholor+ Terbutylazine	0.68 $\pm$ 0.1	1.17 $\pm$ 0.18	0.35 $\pm$ 0.02	0.51 $\pm$ 0.08	6.34 $\pm$ 0.94	8.69 $\pm$ 0.98	4.41 $\pm$ 0.5	5.6 $\pm$ 0.73
Udosulfuron+Foramsulfuron+ Tincarbason	0.74 $\pm$ 0.02	0.87 $\pm$ 0.07	0.32 $\pm$ 0.027	0.4 $\pm$ 0.01	7.2 $\pm$ 0.86	8.73 $\pm$ 0.64	3.2 $\pm$ 0.37	6.63 $\pm$ 0.6
Control (W.I)	0.45 $\pm$ 0.12	0.62 $\pm$ 0.09	0.25 $\pm$ 0.032	0.34 $\pm$ 0.03	2.1 $\pm$ 0.36	0.33 $\pm$ 0.038	1.35 $\pm$ 0.17	0.143 $\pm$ 0.02
Hand Weeding	0.84 $\pm$ 0.085	1.55 $\pm$ 0.24	0.46 $\pm$ 0.038	0.55 $\pm$ 0.05	7.88 $\pm$ 0.66	8.5 $\pm$ 0.83	4.4 $\pm$ 0.38	6.22 $\pm$ 0.91

جدول ۵- اثر علف‌کش‌ها و اسید سالیسیک بر سطح برگ تک بوته ذرت در فاصله ۱۵ و ۳۰ روز پس از کاربرد علف‌کش‌ها. داده‌ها، میانگین‌ها  $\pm$  خطای استاندارد هستند

Table 5. Effect of herbicides and SA on *Zea mays* leaf area 15 and 30 days after herbicide treatments. Data are means  $\pm$  standard error.

Treatments	After 15 days		After 30 days	
	Leaf area (mlm <sup>2</sup> )		Leaf area (ml m <sup>2</sup> )	
	SA 0	SA 1mM	SA 0	SA 1mM
Nicosulfuron+Rimsulfuron	23715 $\pm$ 1691.9	36545 $\pm$ 1911.8	133245 $\pm$ 16561.6	144808 $\pm$ 14514
Bromoxynil+MCPA	33347 $\pm$ 4469.1	39983 $\pm$ 5326.6	126229 $\pm$ 11988.1	164098 $\pm$ 9161.9
Bentazon	33445 $\pm$ 468.6	39143 $\pm$ 529	156309 $\pm$ 9563.3	173445 $\pm$ 3898.9
2,4-D+MCPA	32538 $\pm$ 1132.7	37966 $\pm$ 1087.2	162947 $\pm$ 9823.4	193840 $\pm$ 12538.2
Rimsulfuron	23381 $\pm$ 566.3	37654 $\pm$ 527.8	91343 $\pm$ 9488	96921 $\pm$ 10980.6
Nicosulfuron	25104 $\pm$ 3577.3	32753 $\pm$ 3211.4	98744 $\pm$ 6502.7	107577 $\pm$ 2010.7
Mesotrion+ S-metolacholor+ Terbutylazine	27074 $\pm$ 3288.1	39185 $\pm$ 2492.2	144202.8 $\pm$ 11525.4	161126 $\pm$ 14185.5
Udosulfuron+Foramsulfuron+ Tincarbason	27764 $\pm$ 840.8	38661 $\pm$ 1448.1	142585 $\pm$ 15837.1	192103 $\pm$ 20139.9
Control (W.I)	14887.5 $\pm$ 1879.4	18733 $\pm$ 1345.4	67215 $\pm$ 6882	37872 $\pm$ 3353.7
Hand Weeding	36550 $\pm$ 3034.1	44412 $\pm$ 1429.1	165799 $\pm$ 14469.2	213517 $\pm$ 15340.5



شکل ۹- عملکرد دانه ذرت تحت تاثیر کاربرد علف‌کش‌ها و اسید سالیسیک

Figure 9. Effect of herbicide treatments and SA on *Zea mays* Grain yield (Kg/ha)

جدول ۶- تجزیه واریانس سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه ذرت در فاصله ۱۵ روز پس از کاربرد علفکش

Source of Variation	Df	Leaf dry	Stem dry	Leaf area
block	2	0.101 ns	0.0072 ns	131618386 ns
(a) salicylic acid اسید سالیسیک	1	1.22 **	0.22 **	11411369047**
(b) herbicid	9	0.21 *	0.02 ns	247416864**
herbicid × اسید	9	0.053 ns	0.0026 ns	18986824 ns
(b×a) salicylic acid سالیسیک				
error	38	0.079	0.0121	45408412

\*، \*\* و ns به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی داری می‌باشد.

\*، \*\* and ns: significant at 5 and 1 probability levels ns not Significant respectively.

جدول ۷- تجزیه واریانس سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه ذرت و عملکرد دانه در فاصله ۳۰ روز پس از کاربرد علفکش.

Table 7- Analysis of variance of corn leaf area, leaf and stem dry weight and seed yield 15 days after herbicide treatments

Source of Variation	Df	Leaf dry	Stem dry	Leaf area	Seed yield
block	2	14.21*	14.26 *	751167480 ns	14553870.2 ns
salicylic acid (a)	1	18.5 *	19.13*	5802521018**	14027809.7ns
(b) herbicid	9	28.49**	15.47**	11058170504**	37930740.9*
herbicid ×	9	1.99ns	2.13 ns	822141877ns	2021353 ns
(b×a) salicylic acid					
error	38	4.08	4/15	749248238.46	8724483/7

\*، \*\* و ns به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی داری می‌باشد.

\*، \*\* and ns: significant at 5 and 1 probability levels ns not Significant respectively.

### نتیجه گیری کلی

موفق ارزیابی شد (Zand *et al.*, 2009). از خانواده سولفونیل اوره‌ها، بیشترین کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در کاربرد یدوسولفورون + فورام سولفورون، نیکوسولفورون + ریم سولفورون مشاهده شد. اسید سالیسیک، کارایی علف‌کش‌های خانواده سولفونیل اوره‌ها در کاهش تراکم و وزن خشک کل علف‌های هرز را افزایش داد اما فقط افزایش کارایی علف‌کش نیکوسولفورون، از نظر آماری معنی دار بود. گزارش شده است که علف‌کش نیکوسولفورون، باعث کاهش ۵۹ درصدی (Lotfi-Mavi *et al.*, 2010) علف‌های هرز مزارع ذرت شده است. Baghestani. Mamnouie & (2011) گزارش کردند که یدوسولفورون + فورام سولفورون، قادر به کنترل مطلوب علف‌های هرز بودند و می‌تواند جایگزین نیکوسولفورون، ریم سولفورون و در مواردی نیکوسولفورون + ریم سولفورون باشند. نتایج تحقیقاتی که در استان‌های مختلف کشور انجام شد نشان دهنده کارایی خوب علف‌کش‌های نیکوسولفورون و ریم سولفورون در کنترل علف‌های هرز باریک برگ

بر اساس نتایج، موفق‌ترین علف‌کش‌ها در کاهش تراکم و وزن خشک علف‌های هرز، بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، مزوتریون + اس‌متاکلر + تربوتیلازین و توفوردی + ام-سی‌پی‌آ بودند و اسید سالیسیک کارایی آنها را کاهش داد. Baghestani *et al.* (2013) در بررسی‌های خود گزارش دادند که علف‌کش‌های توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ، علف‌های هرز پهن برگ را در حد عالی کنترل کردند. علف‌کش‌های مزوتریون + اس‌متاکلر + تربوتیلازین (۴/۵ لیتر در هکتار پس رویشی)، به جز ناتوانی در مهار شیرین بیان و قیاق، توانستند بیش از ۸۵ درصد از علف‌های هرز عروسک پشت پرده، طلحه، سلمه، کنجد، کنف وحشی، سوروف و در برخی موارد تاج خروس و وحشی را کنترل کنند و علف‌های هرز تاتوره، خرفه و ارزن وحشی را بیشتر از ۷۵ درصد مهار کردند (Zand *et al.*, 2009). همچنین کارایی ۴-۴/۵ لیتر در هکتار مزوتریون + اس‌متاکلر + تربوتیلازین در مهار علف‌های هرز پهن برگ مناطق مختلف ورامین، خوزستان و کرمانشاه در مزارع ذرت،

کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. اسید سالیسیلیک در ذرت، سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه و عملکرد دانه را در تیمار شاهد آلوده به علف هرز کاهش داد و در تیمارهای علف‌کشی که کنترل ضعیفی در علف هرز داشتند، تاثیری نداشت اما در تیمارهایی علف‌کشی که علف‌هرز را به نحوه مطلوب کنترل کرده بودند، افزایش داد. از این رو و در صورت عدم کنترل علف‌های هرز و یا استفاده از علف‌کش‌های سولفونیل اوره با قدرت پهن برگ کشی کم، کاربرد اسید سالیسیلیک توصیه نمی‌شود.

بود و این دو علف‌کش، به عنوان علف‌کش‌هایی دو منظوره که قدرت باریک‌کشی آن‌ها بهتر از پهن برگ کشی است، معرفی شدند (Baghestani *et al.*, 2007; Zand *et al.*, 2007).

براساس نتایج، کاربرد اسید سالیسیلیک، سه روز پیش از کاربرد علف‌کش‌ها، کارایی علف‌کش‌های موفق در کنترل پهن برگ‌ها را تحت تاثیر قرار نداد. میزان کنترل علف‌های هرز توسط علف‌کش‌های دو منظوره سولفونیل اوره که قدرت باریک‌کشی بیشتری دارند، تحت تاثیر اسید سالیسیلیک، کاهش یافت اما این

## REFERENCES

- Ahmad, A., Hayat, S., Fariduddin, Q. & Ahmad, I. (2001). Photosynthetic efficiency of plants of *Brassica juncea* treated with chlorosubstituted auxins. *Photosynthetica*, 39, 565-568.
- Ali, A., Basra, S. M. A., Hussain, S. & Iqbal, J. (2012). Increased growth and changes in wheat mineral composition through calcium silicate fertilization under normal and saline field conditions. *Chilean Journal of Agriculture Research*, 72, 98-103.
- Arfan M., Athar H. R. & Ashraf, M. (2007). Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? *Plant Physiology*, 164: 685-694.
- Ananieva, E. A., Alexieva, V. S. & Popova, L. P. (2002). Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis. *Plant Physiology*, 159, 685-693
- Baghestani, M. A., Zand, E., Pourazar, R., Esfandiari, H., & Mamnouie, A. (2009). Effect of various herbicides in corn fields. *Iranian Research Institute of Plant Protection*. 1(2), 100-122. (In Farsi).
- Baghestani, M. A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., Pourazar, R., Vaysi, M. & Nassirzadeh, N. (2007). Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protect.* 26, 936-942.
- Baghestani, M. A. & Zand, E. (2012). Efficacy evaluation OF maister OD in weeds control of corn fields. Final report of project Agricultural Research, Education & Extention Organization. PROJECT NO: 04-16-16-89040. 46 p. (In Farsi).
- Baghestani, M. A., Zand, E., Lotfi-Mavi, F., Mamnouie, A. & Sharifi Ziveh, P. (2013). Study of the possibility of tank mix application of nicosulfuron+rimsulfuron (Ultima) with bromoxynil+MCPA (Bromicid MA) for weed control in maize. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 15(2), 166-180. (In Farsi).
- Bayram, D., Yigit, E & Akbulut, G, B. (2015). The Effects of Salicylic Acid on *Helianthus annuus* L. Exposed to Quizalofop-P-Ethyl. *American Journal of Plant Sciences*, 6, 2412-2425.
- Bunting, J., Sprague, C. L. & Riechers, D. E. (2005). Incorporating Foramsulfuron into annual weed control systems for corn. *Weed Technology*, 19, 160-167
- Chen, H. J., Chen, J. Y. & Wang, S. J. (2008). Molecular regulation of starch accumulation in rice seedling leaves in response to salt stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30, 135-142.
- Deep, H. E. (2013). Salicylic acid and cytokinin protects maize plant against glyphosate action. *Egypt Journal Agronomy*, 35, 115-133.
- Ding, H. D., Zhang, X. H., Xu, S. C., Sun, L. L. & Jiang, M. Y. (2009). Induction of protection against paraquat-induced oxidative damage by abscisic acid in maize leaves is mediated through mitogen-activated protein kinase. *Plant Biology*, 51, 961-972.
- El-Tayeb, M. A. (2005). Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 45, 215-225.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2008). [http://www.fao.org/ag/portal/ag-home/en/?no\\_cache](http://www.fao.org/ag/portal/ag-home/en/?no_cache)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2012). Statistical Yearbook. <http://www.Fao.org/economics/ess/ess-publications/ess-yearbook/yearbook2012/en/>.
- Fariduddin, Q., Hayat, S. & Ahmad, A. (2003). Salicylic acid influences net photosynthetic rate,

- carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynthetica*, 41, 281–284.
18. Janda, K., Hideg, E., Szalai, G., Kovács, L. & Janda, T. (2012). Salicylic acid may indirectly influence the Photosynthetic electron transport. *Plant Physiology*, 169: 971-978.
  19. Johanson, A. G. & Hoverst, T. R. (2002). Effect of row spacing and herbicide application timing on weed control and grain yield in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, 16, 548–553.
  20. Hadizadeh, M. H. & Sharifi Ziveh, P. (2011). Chemical Control of Weeds in the Commercial Inbred Lines of Corn (*Zea mays* L.). Final report of project Agricultural Research, Education & Extension Organization. PROJECT NO: 014-43-16-8902-89002. 33p. (In Farsi).
  21. Hadisadeh, M. H., Baghestani, M. A., Mohamady, M. & Toraby, H. (2011). Investigating possibility of using other herbicide in Sorghum bicolor field. Final report of project Agricultural Research. PROJECT NO:014-43-9801-89002. 46 p. (In Farsi).
  22. Hashemi, E., Emam, Y. & Piraste Anoshe, H. (2014). Application time effects of salicylic acid in salt stress on *Hordeum vulgare* L yeild. *Plant physiology* (Havaz Asad university). 24, 5-18. (In Farsi).
  23. Halliwell, B., Aeschbach, R., Loliger, J. & Auroma, O. I. (1995). The characterization of antioxidants. *Food chemistry Toxicology*, 33, 601–617.
  24. Kaydan, D., Yagmur, M. & Okut, N. (2007). Effects of Salicylic acid on the growth and somemphysiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarim Bilimleri Dergisi*, 13,114–119.
  25. Khan, W., Prithivira, B. & Smith, A. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Plant Physiology*, 160, 485-492.
  26. Khodary, S. F. A. (2004). Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in alt stressed maize plants. *Agriculture and Biology*. 6,5–8.
  27. Krantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G & Popova, L. (2008). Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. *Plant Physiology*. 165, 920–931.
  28. Li, N., Parsons, B. L., Liu, D. R & Mattoo A. K. (1992). Accumulation of wound-inducible ACC synthase transcript in tomato fruit is inhibited by salicylic acid and polyamines. *Plant Molecular Biology*, 18: 477-487.
  29. Lotfi-Mavi, F., Shayestenia, A., Daneshian, J. & Moradi-aghdam., A. (2010). Effect of three post-emergence herbicides and cultivation on weed management in silage corn fields. *Modern Sci. Sustain. Agric. J.* 6(19), 71-78. (In Farsi).
  30. Lotfi-Mavi, F., Daneshian, J. & Baghestani, M. A. (2012). Investigating of Integrated weed management in broomcorn (*Sorghum bicolor*) fields in Miyaneh region. *Sustain. Agric. Prod. Sci.* 22(1), 55- 69. (In Farsi).
  31. Lu, Ch,Y., Zhangc, S. & Yang, H. (2015). Acceleration of the herbicide isoproturon degradation in wheat by glycosyltransferases and salicylic acid. *Hazardous Materials*. 283,806–814.
  32. Mamnouie, A. & Baghestani, M. A. (2011). Efficacy evaluation of some new herbicide in weed control *Zea mays* in Giroft. *Plant Protection*, 27 (1), 37-47. (In Farsi).
  33. Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M. & Dietz, K. J. (2003). Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. *Plant Physiology* 132, 272-281.
  34. Michelson, J. A. & Harvery, R. G. (1999). Effect of *Eriochloa villosa* density and time of emergence on growth and seed production in *Zea mays*. *Weed Science*, 47: 687-692.
  35. Nabizadeh, M., Abaspor, M., Chitband, A. & Basobandy. M. (2013). Study of efficacy some of sulfuronurea herbicide in control weeds *Zea mays* L. *Weed ecology*, 2(2), 79-94. (In Farsi).
  36. Nagasubramaniam, A., Pathmanabhan, G. & Mallika, V. (2007). Studies on improving production potential of baby corn with foliar spray of plant growth regulators. *Plant Physiology*, 21,154- 157.
  37. Nouredinm, M. & Sharafzadeh, SH. (2014). Impact of foliar application of salicylic acid on growth, yield and components of maize plant. *Biology, Pharmacy and Allied Science*, 3(5), 686-693
  38. Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y., Ashraf. M. & Foolad, M. R. (2012). Exogenous application of salicylic acid and chlormequat chloride alleviates negative effects of drought stress in wheat. *Advanced Studies in Biology*, 11, 501-520.
  39. Radwan, D. E. M. (2012). Salicylic Acid Induced Alleviation of Oxidative Stress Caused by Clethodim in Maize (*Zea mays* L.) Leaves. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 102, 182-188.
  40. Radwan, D. E. M. & Soltan, D. M. (2012). The negative effects of clethodim in photosynthesis and gas-exchange status of maize plants are ameliorated by salicylic acid pretreatment. *Photosynthetica*, 50 (2), 171-179
  41. Raskin, I. (1992). Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant. *Molecular Biology*, 43, 439-463.

42. Rao, M.V., Paliyath, G., Ormond, P., Murr, D. P. & Watkins, C.B. (1997). Influence of salicylic acid on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production, oxidative stress and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-metabolizing enzymes. *Plant Physiology*, 115, 137-49.
43. Ray, D. H., Ramankutty, N., Mueller, N. D., West, P. C. & Foley, J. A. (2012). Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nature Communication*, 3:1293 doi: 10.1038/ncomms 2296.
44. Reed, R. C., Brady, S. R. & Muday, G. K. (1998). Inhibition of auxin movement from the shoot into the root inhibits lateral root development in arabidopsis. *Plant Physiology*, 118: 1369-1378.
45. Senaratna, T., Touchell, D., Bunn E. & Dixon, K. (2000). Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. *Plant Growth Regulation*, 30, 157-161
46. Shahrtash, M., Mohsenzadeh, S. & Mohabatkar, H. (2011). Salicylic acid alleviates paraquat oxidative damage in maize seedling. *Asian Journal Experimental Biology Science*, 2,377-382.
47. Shakirova, M. F., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, R. A., & Fatkhutdinova, D. R. (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164(3), 317-322.
48. Shakirova, F. M., Allagulova, C. R., Maslennikova, D. R., Klyuchnikova, E. O. & Avalbaev, A. M. (2016). Salicylic acid-induced protection against cadmium toxicity in wheat plants. *Environmental and Experimental Botany*, 122, 19-28.
49. Stevens, J., Senaratna, T. & Sivasithamparam K. (2006). Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilisation. *Plant Growth Regulation*, 49, 77-83.
50. Strobel N. E. & Kuc A. (1995). Chemical and biological inducers of systemic acquired resistance to pathogens protect cucumber and tobacco from damage caused by paraquat and cupric chloride. *Phytopatholog*, 85:1306.
51. Zand, E. & Baghestani, M. A. (2002). *Herbicide resistance of weeds*. University of mashad press. 176 p. (In Farsi).
52. Zand E., Baghestani M.A., Soufizadeh S., Skandari E., Deihimfard R., PourAzar R., Ghezeli F., Sabeti P., Esfandiari H., Mousavinik A. & Etemadi F. (2007). Comparing the efficacy of Amicarbazon, a Triazoline, with Sulfonylurease for weed Control in maze (*Zea mays* L.) *Iranian Journal of Weed Science*, 2, 55-75.
53. Zand, E., Baghestani, M. A., Pourazar, R., Sabeti, P., Ghezely, F., Khaiamy, M. & Razazy. A. (2009). Efficacy evaluation of Lumax (Mesotrion+ S-metolacholor+ Terbutylazine) and Ultima (nicosulfuron+rimsulfuron) in comparison with current herbicide in Iran corn fields. *Plant Protection*, 23(2), 42-45. (In Farsi).
54. Zand, E., Baghestani, M. A., Nezamabadi, N. & Shimi, P. (2010). Iranian important herbicides and weeds. Markaz-e Nashr-e Daneshgahi Press. 143pp. (In Farsi).
55. Zhao, H. J., Lin, X. W., Shi, H. Z. & Chang, S. M. (1995). The regulating effect of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybeans. *Acta Agronomy Science*, 21: 351-5.