اثرتنظیم‌کننده‌های رشدگیاهی برکاهش خسارت علف‌کش‌های انتخابی‌درگیاه سیر(*Allium sativum* L.)

سمیه ناصری اسفندقه[۱]، سید محمد جواد آروین[۲] و نادیا بهره مند*[۳]

[۱و۲] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنرکرمان، [۲]پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی، دانشگاه شهید باهنرکرمان و [۳] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۱۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۱۱/۰۶۱۰)

چکیده

غلظت نامناسب علف‌کش، عدم کنترل علف هرز و صدمه شدید به گیاه را در پی خواهد داشت. تنظیم کننده های رشد گیاهی می‌توانند در کاهش خسارت علف‌کش‌ها نقش داشته باشند. به همین منظور دو آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال ۱۳۹۱ انجام شد. آزمایش اول به صورت طرح کاملا تصادفی شامل علف‌کش‌های انتخابی، هالوکسی‌فوپ (۰، ۰/۳، ۰/٤، ۰/۵ و۱ درصد)، اکسی‌فلورفن (۰ ،۰/۳، ۰/٤، ۰/۵ و۱ درصد) و ستوکسیدیم (۰، ۰/٦ ، ۰/۸ ، ۱ و ۱/۵ درصد)، هرکدام با پنج سطح در سه تکرار انجام شد. آزمایش دوم به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دوفاکتور تنظیم کننده های رشد و علف‌کش بود. تنظیم کننده شامل سالیسیلیک‌اسید (۰، ۰/۲۵و ۰/۵ میلی مولار) متیل‌جاسمونات (۰، ۵ و۱۰میکرومولار) و براسینواستروئید (۰، ۱و۲ میکرومولار) به صورت خیساندن بذر و علف‌کش به شکل محلول پاشی با غلظت پایین (غلظت ۰/۳ و ۰/٤ درصد هالوکسی‌فوپ و اکسی‌فلورفن وغلظت ۰/٦و ۰/۸ درصد ستوکسیدیم) و غلظت بالا (غلظت ۰/۵ درصد هالوکسی‌فوپ و اکسی‌فلورفن و غلظت ۱درصد ستوکسیدیم) انتخاب شدند. نتایج نشان داد در آزمایش اول هالوکسی‌فوپ واکسی‌فلورفن تا غلظت ۰/٤و ستوکسیدیم تا ۰/۸درصد بر رشد، زیست توده، رنگیزه های فتوسنتزی، نشت یونی وآنزیم‌های اکسیداتیو اثر سوئی نداشت. در آزمایش دوم علف‌کش با غلظت بالا به طرز معنی‌داری، ویژگی های زیست توده و رشد را کاهش داده است ($P\leq0.05$). ترکیب تنظیم کننده با علف‌کش اثرات منفی علف‌کش بر گیاه را تخفیف داد. برطبق نتایج این تحقیق، سالیسیلیک‌اسید با غلظت ۰/۲۵ میلی‌مولار، متیل‌جاسمونات ۵ و براسینو استروئید ۱میکرومولار موثرتر بودند.

کلمات کلیدی: تنظیم کننده رشد گیاهی، سیر، علف‌کش انتخابی، خسارت

مقدمه

سیر با نام علمی آلیوم ساتیوم (*Allim sativum*) گیاهی دایمی با منشا آسیایی یکی از سبزیهای خانواده آلیاسه (*Alliaceae*) است که به صورت یکساله در فصول خنک سال کشت و کار می‌شود. وجود ید، سیلیس فراوان و ویتامین‌های گروه ب ارزش غذایی خاصی به سیر داده است. اثرات کاهش دهنده فشار خون و کسترول، ضد دیابت و سرطان، افزایش اشتها و ضد عفونی کنندگی در سیر به اثبات رسیده است (Hickey, 2012).

توانایی اندک گیاه سیر در رقابت با علف‌های هرز و عدم کنترل به موقع، به کاهش شدید عملکرد گیاه منجر می‌شود. در

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: nadiabahremand@ujiroft.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]

سطوح کم کنترل دستی و در سطوح وسیع علف‌کش استفاده می‌شود. علف‌کش‌های انتخابی سیر چنانچه در غلظت مناسب به کار رود نتیجه مطلوبی خواهد داشت (Rao *et al*., 2014). غلظت بالا یا شیوه نادرست سمپاشی اثرات مخربی بر گیاه خواهد داشت. انتخابی بودن علف‌کش امری نسبی است نه مطلق و بدان معنی است که علف‌کش فقط درشرایط معینی نسبت به گیاه خاصی به صورت انتخابی عمل می‌کند که حاصل برهمکنش گیاه، علف‌کش و محیط است (Ashton, 1987). علف‌کش‌های انتخابی سیرشامل هالوکسی‌فوپ با نام تجاری گالانت (پس‌رویشی، کنترل‌کننده علف هرز باریک برگ یکساله و چند ساله)، اکسی‌فلورفن (تماسی، پیش رویشی و پس‌رویشی کنترل‌کننده باریک برگ و پهن برگ) و ستوکسیدیم (سیستمیک، کنترل کننده علف هرز باریک برگ) می‌باشند (Rao *et al*., 2014). تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در تکمیل فعالیت‌های نموی و پاسخ گیاهان به محیط به خصوص در شرایط تنش اهمیت بسزایی دارند (Varhney *et al*., 2015). براسینواستروئید با افزایش تقسیم و رشد سلول، تغییر در ساختمان و نفوذپذیری غشا، پمپ پروتون، ساخت پروتئین و اسیدهای نوکلئیک، افزایش جذب آب، افزایش فعالیت آنزیم‌های ضداکسیداسیون و افزایش فتوسنتز، رشد را بهبود می‌دهند. حفاظت از گیاه در مقابل انواع تنش‌های محیطی با کاربرد براسینواستروئید گزارش شده است (Clouse, 2002). درگیاه برنج براسینواستروئیدها در کاهش خسارت خشکی (Farooq *et al*., 2009) و در باقلا در کاهش خسارت علف‌کش موثر بوده است (Pinol and Simon, 2009). جاسمونات‌ها به عنوان ترکیبات تسریع کننده پیری، بازدارنده رشد و محرک متابولیسم ثانویه شناخته شده‌اند. ممانعت از بازشدن روزنه‌ها، دخالت در تقسیم سلولی و تنظیم اسمزی از وظایف جاسمونات‌هاست (Amin ; Balbi and Devoto, 2008 *et al*., 2008) افزایش زیست توده در فلفل شیرین با کاربرد جاسمونات در شرایط تنش مشاهده شده است (Korkmaz, 2005). این ترکیبات در سازگاری با تنش ها به عنوان ملکول های پیام رسان عمل می‌کنند. اثرمتیل‌جاسمونات در کاهش خسارت علف‌کش در گیاه جو (Walia *et al*., 2007) گزارش شده است. سالیسیلیک‌اسید نقش محوری در تنظیم مراحل مختلف رشد و تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و مقابله با تنش دارد (El-Tayeb, 2005). سالیسیلیک‌اسید در گیاه ماش (Singh *et al*., 2012)، گندم (Liang *et al*., 2012) و نخود سبز (singh *et al*., 2016) اثرات منفی علف‌کش را کاهش داده است. این پژوهش با هدف بررسی نقش تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در کاهش خسارت ناشی از غلظت بالای علف‌کش‌های انتخابی در گیاه سیر انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر علف‌کش‌های انتخابی و اثر تنظیم‌کننده های رشد بر کاهش خسارت علف‌کش دو آزمایش جداگانه در سال ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. آزمایشات گلدانی در سال اول به صورت طرح کاملاً تصادفی با علف‌کش‌های انتخابی در پنج سطح، هالوکسی‌فوپ (۰، ۰/۳، ۰/٤، ۰/۵ و۱درصد)، اکسی‌فلورفن (۰، ۰/۳، ۰/٤، ۰/۵و۱ درصد) و ستوکسیدیم (۰، ۰/٦، ۰/۸، ۱و ۱/۵ درصد) و در سال دوم آزمایش فاکتوریل با دو عامل علف‌کش (غلظت پایین و بالا) و تنظیم کننده‌های رشد شامل سالیسیلیک‌اسید (۰، ۰/۲۵و ۰/۵ میلی مولار)، متیل‌جاسمونات (۰، ۵ و۱۰میکرومولار) و براسینواستروئید (۰، ۱ و۲ میکرومولار) به صورت خیساندن بذر قبل از کاشت بود. یک حبه رقم محلی سیر شهداد در گلدان‌های حاوی خاک و شن (به نسبت ۱به ۲) کاشته شد. علف‌کش‌ها در مرحله ۳-۲ برگی روی گیاه پاشیده و ۳۵ روز بعد از محلول پاشی از هر تیمار سه تکرار و هر تکرار۱۰ گلدان، برای اندازه گیری صفات انتخاب شدند. در آزمایش اول وزن تر و خشک ساقه، وزن سوخ و ریشه، طول ساقه و ریشه، تعداد برگ، میزان رنگیزه های فتوسنتزی، نشت یونی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز و در آزمایش دوم وزن تر و خشک ساقه، وزن سوخ و ریشه، طول ساقه و ریشه و تعداد برگ اندازه گیری شدند. غلظت کلروفیل و کاروتنوئید با روش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]

Lichtender (1987)، میزان نشت یونی از روش Kumar (2011) و فعالیت آنزیم های کاتالاز وگایاکول پراکسیداز به ترتیب با روش Velikova(1981) و Plewa (1991) انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزارهای SAS و MSTATC، مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و رسم نمودار با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج وبحث

وزن تر و خشک ساقه: نتایج حاصل از آزمایش اول نشان داد، علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ و ستوکسیدیم در تمام سطوح به کار رفته و اکسی‌فلورفن در دو سطح ۰/۵ و ۱ درصد وزن تر ساقه را در مقایسه با شاهد از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد کاهش دادند. وزن خشک ساقه در همه سطوح هالوکسی‌فوپ، غیراز غلظت ۰/۳ درصد و اکسی‌فلورفن ۱ درصد و تمام سطوح ستوکسیدیم کاهش و با شاهد از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول۱). وزن اندام هوایی گیاه حتی در غلظت‌های پایین علف‌کش‌های هالوکسی فوپ و ستوکسیدیم کاهش یافته است. علف‌کش‌های نامبرده با ممانعت از ساخت اسیدهای چرب و صدمه به غشاء سلول و کلروپلاست، می توانند به گیاه خسارت بزنند (Hajebi *et al*., 2016). البته با وجودی که هر دو علف‌کش از نوع سیستمیک بوده و به سایر اندام‌های گیاه نیز منتقل می‌شوند اما تماس بیشتر با اندام هوایی و کاهش غلظت علف‌کش در حین انتقال در گیاه سبب واکنش بیشتر اندام هوایی گیاه شده است (Rao *et al*., 2014). اثر منفی غلظت بالا علف‌کش بر گیاه، می‌تواند با کاهش کارایی فتوسنتز، ممانعت از تقسیم سلولی، تنش اکسیداتیو و فعال نمودن سیستم دفاعی گیاه همراه باشد که به نوع گیاه، میزان انتخابی بودن علف‌کش، غلظت به کار رفته و سایر موارد بستگی دارد (Prasad *et al*., 2016). کاهش زیست توده و رشد در مواجهه با غلظت بالای علف‌کش می‌تواند ناشی از کاهش فتوسنتز گیاه به دلایل متعددی از قبیل ممانعت از ساخت یا تخریب رنگیزه‌های فتوسنتزی، اختلال در عمل روزنه‌ها، کاهش کارایی مصرف آب و کاهش تثبیت دی اکسید کربن باشد (Esperanza *et al*., 2016). وزن‌تر و خشک ساقه در گیاه گندم با کاربرد علف‌کش با غلظت بالا کاهش یافته است (Liang *et al*., 2012).

وزن تر و خشک سوخ (پیاز): بر طبق نتایج وزن ترسوخ تحت اثر تمام غلظت‌های هالوکسی‌فوپ، اکسی‌فلورفن ۰/۵ و۱ درصد و ستوکسیدیم ۱ و ۱/۵ درصد کاهش یافت. هالوکسی‌فوپ با تمام غلظت‌ها، اکسی‌فلورفن ۰/۵و ۱ درصد و ستوکسیدیم ۱و۱/۵ درصد به ترتیب وزن خشک سوخ را نیز کاهش دادند (جدول۱). به عبارتی غیر از هالوکسی فوپ، سایر علف‌کش‌ها در غلظت پایین‌بر وزن تر و خشک قسمت خوراکی گیاه سیر اثر کاهشی نداشته‌اند. این امر حساسیت بیشتر این قسمت از گیاه سیر را نسبت به علف‌کش هالوکسی فوپ نشان می‌دهد (Varhney *et al*., 2015) کاربرد این علف‌کش به علت کاهش کمیت و مقدار ماده خشک قسمت خوراکی گیاه سیر، حتی در غلظت‌های پایین، در مقایسه با سایر علف‌کش‌های بررسی شده در این تحقیق مناسب به نظر نمی‌رسد.

وزن تر و خشک ریشه: هالوکسی‌فوپ درغلظت ۰/۵ و ۱ درصد، اکسی‌فلورفن ۱ و ستوکسیدیم ۱و ۱/۵ درصد وزن تر ریشه را کاهش دادند. وزن خشک ریشه در مقایسه با شاهد در غلظت‌های هالوکسی‌فوپ واکسی‌فلورفن ۰/۵ و۱ درصد و ستوکسیدیم ۱ و ۱/۵ درصد کاهش یافت (جدول۱). از نتایج آشکار است که ریشه گیاه در مقایسه با اندام هوایی و قسمت خوراکی حساسیت کمتری نسبت به هر سه علف‌کش داشته است. قابل ذکر است علف‌کش اکسی فلورفن که با غلظت مشابه هالوکسی فوپ به کار رفته در غلظت بالا، نسبت به هالوکسی فوپ نتیجه بهتری بر وزن‌تر ریشه گیاه داشته که ممکن است حاصل تماسی بودن نوع علف‌کش باشد. علف‌کش سیستمیک در تمام پیکر گیاه انتقال می‌یابند (Rao *et al*., 2014). علف‌کش با غلظت بالا سبب کاهش وزن تر وخشک ریشه درگیاه نخودسبز شده است (singh *et al*., 2016).

طول ریشه: نتایج نشان داد غیر از اکسی‌فلورفن ۱درصد که طول ریشه را نسبت به گیاه شاهد کاهش داده، غلظت‌های

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]

جدول ۱ – اثر محلول پاشی علف‌کش‌های انتخابی بر زیست توده ورشد گیاه سیر در آزمایش اول.

علف‌کش	وزن تر ساقه	وزن تر سوخ	وزن تر ریشه	طول ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک سوخ	وزن خشک ریشه
			(گرم)				
C	۲/۸۲^{a}	۲/۱۷^{a}	٦/۱۷^{a}	۲۸/۱۰^{a}	۰/٤۸^{a}	۰/۵۰^{a}	۰/۳۹^{ab}
H3	۲/۳۱^{cde}	۱/۹۸^{ab}	۵/۳۷^{ab}	۲٦/۹۲^{ab}	۰/٤۲^{abc}	۰/٤۱^{bc}	۰/۳٦^{abc}
H4	۲/۲٤^{de}	۱/۹٤^{ab}	٤/۹۱$^{a-d}$	۲٦/۵۵^{ab}	۰/٤۰^{bcd}	۰/۳۹^{bcd}	۰/۳٤^{bcd}
H5	۲/۲۲^{de}	۱/۷۹^{bcd}	٤/۷٤^{bcd}	۲٤/۳٦^{ab}	۰/٤۰^{bcd}	۰/۳۷^{bcd}	۰/۳۰^{def}
H10	۱/۹۸^{ef}	۱/۵۳^{de}	۳/۷٦^{e}	۲۳/۹۵^{ab}	۰/۳۷^{cde}	۰/۳٦^{cd}	۰/۲۳^{g}
O3	۲/٦۵^{abc}	۱/۸۸^{abc}	۵/۲۹^{ab}	۲۷/۹۲^{a}	۰/٤۵^{ab}	۰/٤۲^{bc}	۰/۳۹^{ab}
O4	۲/۷۱^{ab}	۱/۹۳^{ab}	۵/۱۰^{abc}	۲٦/٤۲^{ab}	۰/٤٦^{ab}	۰/٤٤^{ab}	۰/٤۰^{a}
O5	۲/٤۱^{bcd}	۱/۸٤^{bcd}	۵/۰۳^{abc}	۲۵/۱۰^{ab}	۰/٤۲^{abc}	۰/٤۰^{bcd}	۰/۳۱^{cde}
O10	۱/۹۳^{ef}	۱/۵۹^{ce}	٤/۲۸^{cde}	۲۳/۳٦^{b}	۰/۳٤^{de}	۰/۳۸^{bcd}	۰/۲۵^{fg}
S6	۲/۱۰^{def}	۱/۸۵^{abc}	۵/۱۷^{ab}	۲٦/۸۰^{ab}	۰/۳۳^{e}	۰/٤۳^{ab}	۰/۳٤^{bcd}
S8	۲/۱۰^{def}	۱/۸۸^{abc}	۵/۲۸^{ab}	۲۷/٦۰^{a}	۰/۳٤^{de}	۰/٤۳^{ab}	۰/۳٤^{bcd}
S10	۱/۹٦^{ef}	۱/۷۰^{bcd}	٤/٦۰$^{a-d}$	۲٦/٤۷^{ab}	۰/۳۳^{e}	۰/۳۵^{cd}	۰/۲۷^{efg}
S15	۱/۷۸^{f}	۱/۳۷^{e}	٤/۱۲^{de}	۲۵/۷۲^{ab}	۰/۳۱^{e}	۰/۳۳^{d}	۰/۲۵^{fg}

حروف غیر مشابه بر اساس آزمون ال اس دی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند .

C: شاهد، H3-H10: هالوکسی‌فوپ (۰/۳ ، ۰/٤ ، ۰/۵ و۱ درصد به ترتیب)، O3-O10: اکسی‌فلورفن(۰/۳ ، ۰/٤ ، ۰/۵ و۱ درصد به ترتیب) و S8-S15: ستوکسیدیم (۰/٦ ، ۰/۸ ، ۱ و ۱/۵ درصد به ترتیب).

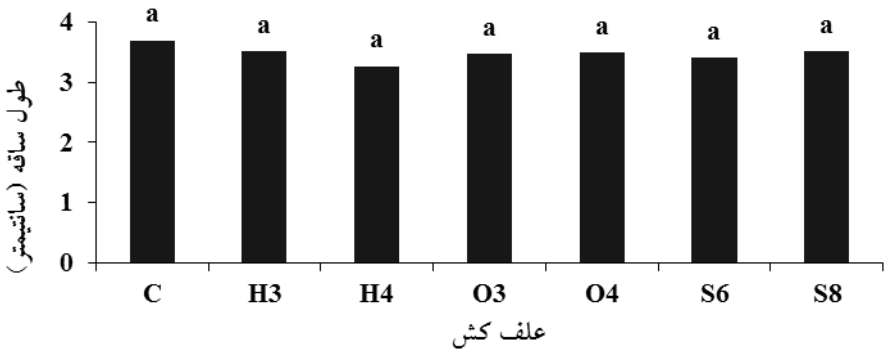
علف‌کش هالوکسی‌فوپ و ستوکسیدیم با اینکه قابل انتقال در گیاه بوده بر صفت طول ریشه اثر معنی‌داری نداشت (جدول۱). احتمالاً افزایش طول ریشه، بعد از کاربرد علف‌کش صرفاً حاصل افزایش اندازه سلول بوده نه تعداد سلول ها و گرنه انتظار می‌رفت علف‌کش‌های هالوکسی‌فوپ و ستوکسیدیم که در تقسیم سلولی دخالت دارند اثراتی بر طول ریشه گیاه بگذارند (Varhney *et al*., 2015). ظاهراً اکسی فلورفن با وجود تماسی بودنش به طور غیرمستقیم بر ریشه اثر گذاشته است. شاید ممانعت از عمل آنزیم پروتوپورفیرینوژن اکسیداز، کاهش فتوسنتز و به طبع آن کاهش توجیه مناسبی باشد (Ananieva *et al*., 2002). نتایج با گزارشات بررسی گیاه گندم همخوانی دارد (Liang *et al*., 2012).

طول ساقه: غلظت‌های ۰/۳ و ۰/٤ درصد هالوکسی‌فوپ و اکسی‌فلورفن و ستوکسیدیم با غلظت ۰/٦ و ۰/۸ درصد از نظر طول ساقه با شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد آماری نشان ندادند (شکل ۱). برخلاف طول ریشه، طول ساقه تحت تأثیر غلظت بالای هر سه نوع علف‌کش در غلظت بالا قرار گرفت. رشد شاخساره گیاه معمولاً حاصل تقسیم و بزرگ شدن سلول است (Singh *et al*., 2008). علف‌کش مستقیم یا غیرمستقیم بر رشد اندام‌های گیاه اثر می‌گذارد (Roa *et al*., 2014).

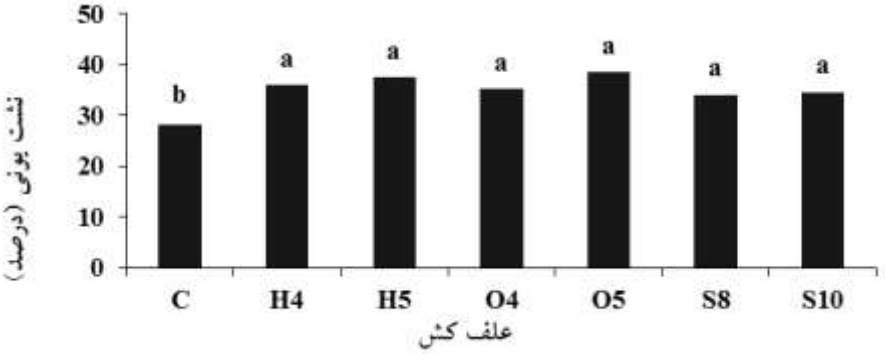
اثر علف‌کش بر نشت یونی: هالوکسی‌فوپ و اکسی‌فلورفن ۰/٤ و ۰/۵ درصد و ستوکسیدیم ۰/٦ و ۰/۸ درصد، در مقایسه با شاهد میزان نشت یونی را افزایش داد (شکل ۲). علف‌کش می‌تواند ساختار غشا سلول یا اندامک‌های آن را تغیر دهد (Singh *et al*., 2008). نشت یونی حاصل صدمه به غشاهای زیستی است (Boulahia *et al*., 2016). اکسی‌فلورفن با پراکسیداسیون چربی‌ها، سبب تخریب غشاها

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]



شکل ۱ – اثر هالوکسی‌فوپ، اکسی‌فلورفن و ستوکسیدیم بر طول ساقه درآزمایش اول، حروف غیرمشابه بر اساس آزمون ال اس دی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد هستند (LSD =1.85). C: شاهد، H3- H4: هالوکسی‌فوپ ۰/۳ و ۰/٤ درصد، O3-O4: اکسی‌فلورفن ۰/۳ و ۰/٤ درصد، S8- S10: ستوگسیدیم ۰/۸ و ۱درصد.



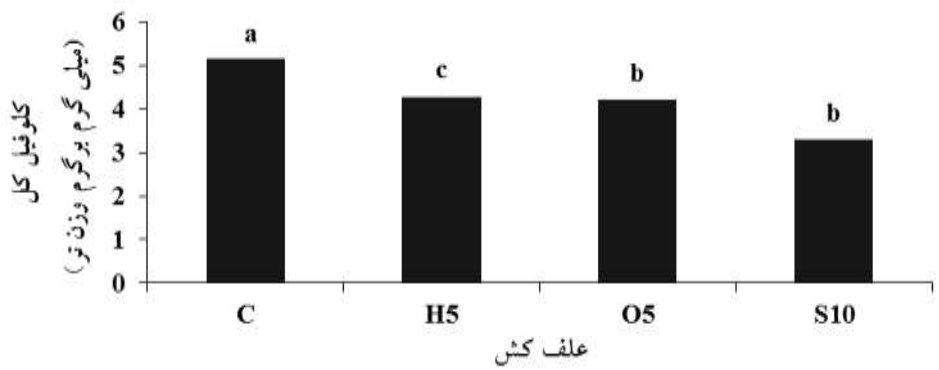
شکل ۲ – اثر هالوکسی‌فوپ، اکسی‌فلورفن و ستوکسیدیم بر نشت یونی درآزمایش اول، حروف غیرمشابه بر اساس آزمون ال اس دی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد هستند (LSD= 7.45). C: شاهد، H3- H4: هالوکسی‌فوپ ۰/٤ و ۰/۵ درصد، O3-O4: اکسی‌فلورفن ۰/٤ و ۰/۵ درصد ، S8- S10: ستوگسیدیم ۰/۸ و ۱درصد.

در گیاه می‌شود (Park and Jung, 2016). برخی علف‌کش‌ها از ساخت اسیدهای چرب ممانعت می‌کنند (wang *et al.*, 2016). افزایش نشت یونی تحت تنش علف‌کش در گیاه گندم گزارش شده است (Liang *et al.*, 2012).

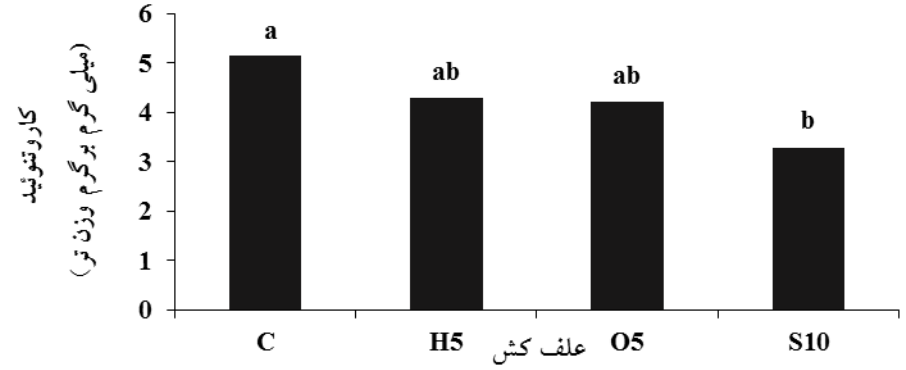
اثر علف‌کش بر رنگیزه‌های فتوسنتزی: کاهش معنی‌دار کلروفیل a،b و کل در غلظت ۰/۵ درصد هالوکسی‌فوپ و اکسی‌فلورفن و ستوکسیدیم ۱درصد مشاهده شد (شکل ۳). برخلاف کلروفیل، کاروتنوئید در سطوح ذکر شده مربوط به هالوکسی‌فوپ و اکسی‌فلورفن (غلظت ۰/۵درصد) با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳ و ٤). اثرات بازدارنده علف‌کش در کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل وکاروتنوئید)، با ممانعت از عمل آنزیم پروتوپورفیرینوژن اکسیداز، کاهش پیش ساخت‌ها و یا تجزیه رنگیزه‌هاست (Ananieva *et al.*, 2002). کاروتنوئیدها علاوه بر جذب نور و انتقال آن به کلروفیل به عنوان یک آنتی اکسیدانت نقش حفاظتی در برابر تنش اکسیداسیونی در گیاه دارند (Esperanza *et al.*, 2016). مصرف اکسی‌فلورفن درغلظت بالا سبب کاهش کاروتنوئید در گیاه برنج شده‌است (Park and Jung, 2016).

اثر علف‌کش برآنزیم‌های آنتی اکسیدانت (کاتالاز وگایاکول پراکسیداز): هالوکسی‌فوپ و اکسی‌فلورفن تا غلظت ۰/٤ درصد و ستوکسیدیم تا ۰/۸درصد، تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز نداشتند (شکل ۵ و ٦). این مطلب می‌تواند بیانگر عدم فعالیت سیستم دفاعی گیاه سیر در غلظت‌های بکار رفته علف‌کش باشد

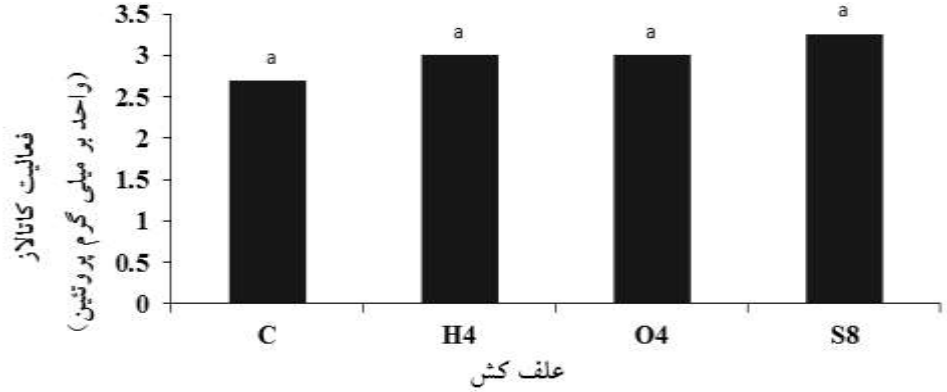
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]



شکل ۳ – اثر هالوکسی‌فوپ، اکسی‌فلورفن و ستوکسیدیم بر کلروفیل کل درآزمایش اول، حروف غیرمشابه بر اساس آزمون ال اس دی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد هستند (LSD=1.12). C: شاهد، H5: هالوکسی‌فوپ ۰/۵ درصد، O5: اکسی‌فلورفن ۰/۵ درصد ، S10: ستوگسیدیم ۱درصد.



شکل ٤ – اثر هالوکسی‌فوپ، اکسی‌فلورفن و ستوکسیدیم بر کاروتنوئید درآزمایش اول، حروف غیرمشابه بر اساس آزمون ال اس دی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد هستند (LSD= 1.37). C: شاهد، H5: هالوکسی‌فوپ ۰/۵ درصد، O5: اکسی‌فلورفن ۰/۵ درصد ، S10: ستوگسیدیم ۱درصد.

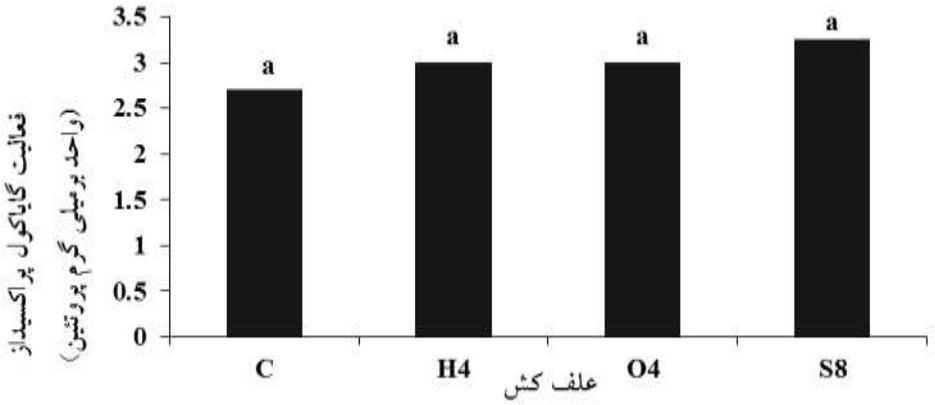


شکل ۵ – اثر هالوکسی‌فوپ، اکسی‌فلورفن و ستوکسیدیم برفعالیت کاتالاز درآزمایش اول، حروف غیرمشابه بر اساس آزمون ال اس دی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵درصد هستند (LSD= 0.98). C: شاهد، H4: هالوکسی‌فوپ ۰/٤ درصد، O4: اکسی‌فلورفن ۰/٤ درصد ، S8: ستوگسیدیم ۰/۸ درصد.

(Popova *et al.*, 2003). آنزیم‌های آنتی اکسیدانت جز اصلی سیستم دفاعی گیاه هستند که در تنش‌های اکسیداسیونی به

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]



شکل ٦ – اثر هالوکسی‌فوپ، اکسی‌فلورفن و ستوکسیدیم بر فعالیت گایاکول پراکسیداز درآزمایش اول، حروف غرمشابه بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ٥درصد هستند (LSD= 0.92). C: شاهد، H4: هالوکسی‌فوپ ٠/٤ درصد، O4: اکسی‌فلورفن ٠/٤ درصد، S8 : ستوگسیدیم ٠/٨ درصد.

طرق مختلفی گونه‌های فعال اکسیژن (عامل تخریب مولکول‌های زیستی مهم از قبیل پروتئین‌ها و چربی‌ها) را مهار می‌نمایند (wang *et al.*, 2016). تنش علف‌کش‌ها جزء تنش‌های غیرزنده است که با انتقال الکترون‌های تولید شده در گیاه به ملکول اکسیژن، سبب تولید رادیکال آزاد و خسارت به گیاه می‌شود (prasad *et al.*, 2016). علف‌کش‌هایی که بر فتوسیستم‌های یک و دو و کار آنزیم پروتوپورفیرینوژن اکسیداز اثر و تنش اکسیداسیونی را ایجاد می‌کنند (Ananieva *et al.*, 2002). آنزیم‌های آنتی اکسیدانت، تولید رادیکال آزاد و پراکسید چربی‌ها را کاهش می‌دهند (Largo-Gosens *et al.*, 2016). آنزیم کاتالاز با تجزیه پراکسید هیدروژن و گایاکول پراکسیداز با مصرف این ترکیب توسط گایاکول تنش اکسیداسیونی را کاهش می‌دهند (prasad *et al.*, 2016). فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت با کاربرد علف‌کش در گیاه فلفل افزایش نشان داده است (Hajebi *et al.*, 2016).

اثر علف‌کش بر زیست توده و رشد: نتایج حاکی از آن است که بطور کلی علف‌کش با غلظت پایین در مقایسه با شاهد اثر منفی بر هیچکدام از صفات بررسی شده نداشت (جدول ۲). نتایج حاصل از آزمایش اول تحقیق حاضر این مطلب نیز تائید می‌کند زیرا غیر از وزن‌تر و خشک اندام هوایی که در غلظت‌های پایین دو علف‌کش هالوکسی‌فوپ و ستوکسیدیم و وزن‌تر وخشک سوخ تحت تأثیر هالوکسی‌فوپ با غلظت پایین، نسبت به شاهد کاهش نشان دادند، در سایر شاخص‌های زیست توده و رشد مثل وزن تر و خشک ریشه، طول ریشه، طول ساقه و غیره، علف‌کش با غلظت پایین اثر سوئی نداشت. غلظت صحیح علف‌کش، خسارتی در گیاه زراعی ایجاد نمی‌کند (Liang *et al.*, 2012).

اثر سالیسیلیک اسید بر زیست توده و رشد: غلظت ۰/۲۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید بر صفات وزن تر و خشک ساقه و وزن تر‌یشه اثر معنی‌داری داشت و سبب افزایش این صفات نسبت به شاهد شد (جدول ۲). وزن ترسوخ با هر دو غلظت و وزن خشک ریشه با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار نسبت به شاهد افزایش داشت (جدول ۲). ظاهراً به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید با غلظت‌های بکار رفته در این تحقیق بر زیست توده گیاه سیر (وزن تر و خشک اندام هوایی، سوخ و ریشه) نسبت به شاخص‌های رشد مثل طول ریشه یا تعداد برگ اثر بیشتری داشته است. افزایش شاخص‌های زیست توده (حاصل افزایش در میزان فتوسنتز خالص و افزایش بازده کربوکسیلاسیون) با کاربرد سالیسیلیک اسید با افزایش کلروفیل، انتقال ترکیبات فتوسنتزی و ممانعت از اکسید شدن اکسین توسط ترکیبات فنلی، افزایش فعالیت آنزیم‌های نیترات ریداکتاز و کربنیک آنهیدراز می‌باشد (Fariduddin *et al.*, 2003). به عنوان یک نتیجه نهایی، غلظت ۰/۲۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید قادر است کمیت قسمت خوراکی گیاه سیر را افزایش دهد اما

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]

جدول۲- اثر تنظیم کننده های رشد و علف‌کش با غلظت پایین بر رشد و زیست توده گیاه سیر در آزمایش دوم .

تیمار	وزن تر ساقه	وزن تر سوخ	وزن تر ریشه	طول ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک سوخ	وزن خشک ریشه	تعداد برگ
	(گرم)			(سانتی متر)	(گرم)			
C	۳/۳۸ f	۳/۹۶ gh	٤/۰۱ f	۱۹/۲۰ cd	۰/۵۵ fg	۱/۲۲ fgh	۰/۳۲ d	۵/۰۰ ab
H	۳/٤۳ f	۳/۷۷ h	٤/۱۰ f	۱۹/۲۰ d	۰/۵۰ g	۱/۰۲ h	۰/۳۰ de	٤/۳۵ b
AS1	٤/۵۵ cd	۵/۸٦ abc	۵/۵۰ b	۲۱/۷۰ bc	۰/٦٦ bcd	۱/۲۰ gh	۰/۳۳ d	٤/٦٦ ab
AS1+H	٤/۷۹ bc	۵/۲۳ de	٤/٤۵ ef	۲۲/۳۰ abc	۰/٦۳ cd	۱/۰٤ gh	۰/۲۷ f	٤/٤۰ b
AS2	۳/۸٦ ef	٤/۷۰ ef	٤/۵۹ def	۲۱/۳۰ bc	۰/۵۳ fg	۱/۲۵ efg	۰/۳۷ b	٤/٦٦ ab
AS2+H	٤/٤۷ cd	۵/۵۹ bcd	٤/۵۰ def	۲۳/۱۰ ab	۰/٦۱ de	۱/٤۳ def	۰/۳۳ cd	٤/٦۹ ab
MJ1	٤/٦۸ bcd	۵/٤۳ bcd	٦/۹۰ a	۲٤/۱۰ a	۰/٦۹ abc	۱/۸۳ b	۰/٤۳ a	٤/۵۰ ab
MJ1+H	٤/۹۵ bc	٦/۱۳ a	۵/٤۸ b	۲۲/۱۰ bc	۰/۷۳ ab	۲/٤۷ a	۰/۳۸ b	۵/۱۱ a
MJ2	۳/٤٦ f	٤/٤۳ fg	۳/۲۰ g	۱۹/۵۰ cd	۰/۵۱ g	۱/۵۸ cd	۰/۲۲ g	٤/۵۰ ab
MJ2+H	٤/۵٦ cd	٦/۰۰ ab	۵/۱۰ bcd	۲۱/۳٤ bc	۰/٦٦ bcd	۲/۲۵ a	۰/۳۷ b	٤/۵۰ ab
BR1	٤/۲۷ e	۵/۳۵ cd	۳/۲۲ g	۲۳/۳۰ ab	۰/٦۲ cde	۱/٤٦ de	۰/۲٦ f	۵/۰۰ ab
BR1+H	۵/٤٤ a	٦/۱۰ a	٤/۷۸ cde	۲۲/۹۰ ab	۰/۷۵ a	۱/۷۳ bc	۰/۳٦ bc	٤/۸۵ ab
BR2	٤/۵۸ cd	۳/۹۹ gh	٤/۲۰ ef	۲۲/۲۰ abc	۰/۵۹ def	۰/۷۰ i	۰/۳۰ de	٤/۳۳ b
BR2+H	۵/۱۰ ab	۵/٤۷ bcd	۵/۳۰ bc	۲۰/٦۰ bcd	۰/۷۱ ab	۱/۷۸ bc	۰/۳٦ bc	٤/۵۹ ab

حروف غیر مشابه بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند. C: شاهد، H: علف‌کش، SA1 و SA2: سالیسیلیک اسید ۰/۲۵ و۰/۵ میلی مولار، MJ1 و MJ2: متیل‌جاسمونات ۵ و۱۰میکرو مولار، BR1 و BR2: برازینواستروئید۱و۲ میکرومولار.

افزایش غلظت سبب کاهش عملکرد گیاه می‌شود. افزایش عملکرد گیاه با کاربرد سالیسیلیک اسید گزارش شده است (Amin *et al*., 2008)

اثر متیل‌جاسمونات بر زیست توده و رشد: متیل جاسمونات ۵ میکرومولار در مقایسه با شاهد سبب افزایش وزن تر و خشک ساقه، وزن تر سوخ، وزن تروخشک ریشه و طول ریشه شد. وزن خشک سوخ با هر دو غلظت متیل‌جاسمونات نسبت به شاهد افزایش یافت ولی غلظت کمتر آن موثرتربود. در نهایت می‌توان اعلام کرد متیل‌جاسمونات ۵ میکرومولار هم کمیت و هم مقدار ماده خشک را در قسمت خوراکی گیاه سیر افزایش داده و این افزایش از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد معنی‌داراست (جدول ۲). حفاظت از کلروفیل و هدایت روزنه‌ای توسط متیل‌جاسمونات (Popova *et al*., 2003). متیل‌جاسمونات همزمان بر تقسیم و طویل شدن سلول اثر دارد (Balbi and Devoto, 2008). رشد و زیست توده در گیاه فلفل‌دلمه‌ای مشابه تحقیق حاضر تحت تأثیر متیل‌جاسمونات افزایش یافت (Korkmaz, 2005). افزایش وزن خشک اندام هوایی سویا با کاربرد متیل‌جاسمونات گزارش شده است (کرامت و دانشمند، ۱۳۹۱).

اثر براسینواستروئید بر زیست توده و رشد: غلظت ۱ میکرو مولار تنظیم کننده رشد براسینواستروئید سبب افزایش معنی‌دار وزن تروخشک سوخ شد. در مورد صفات وزن تر ساقه و وزن‌تر وخشک ریشه، غلظت ۲ میکرومولار آن مؤثرتر بود (جدول ۲). یقیناً پاسخ اندام‌های مختلف گیاه به تنظیم کننده‌های رشد گیاهی یکسان نیست (Kim *et al*., 2005). احتمالا اندام هوایی جایگاه فتوسنتز هست افزایش غلظت براسینواستروئید نتیجه بهتری نسبت به قسمت خوراکی گیاه داشته است (Haya *et al*., 2012). نتیجه قابل ذکر از این مطلب این است

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]

که کمیت و مقدار ماده خشک در قسمت خوراکی گیاه سیر با غلظت ۱ میکرومولار براسینواستروئید حاصل شده است. براسینواستروئید با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و سایر آنزیم‌های چرخه کالوین و افزایش کلروفیل فتوسنتز را افزایش می‌دهد (Haya *et al.*, 2012). افزایش وزن تروخشک در گیاه ذرت با کاربرد براسینواستروئید گزارش شده است (Walia *et al.*, 2007). شاید افزایش مشاهده شده طول ریشه گیاه در غلظت کمتر براسینواستروئید با دخالت در جذب مواد غذایی از خاک، دلیل دیگر افزایش عملکرد گیاه باشد. براسینواستروئید توسعه سلول (نرم کردن دیواره سلول) را در غشا سلولی کنترل می‌کند (Bajguz, 2009).

ترکیب سالیسیلیک اسید و علف کش با غلظت پایین: درتیمارهای ترکیبی سالیسیلیک اسید وعلفکش با غلظت پایین در مقایسه با تیمار علف‌کش به تنهایی هردو غلظت سالیسیلیک اسید سبب افزایش وزن تر وخشک ساقه، و وزن ترسوخ شدند و نهایتا غلظت کمتر آن اثرات بهتری داشت (جدول ۲). سالیسیلیک اسید نقش محوری در تنظیم مراحل مختلف رشد و تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و مقابله با تنش دارد (El-Tayeb, 2005). نقش سالیسیلیک اسید به عنوان یک ملکول پیام رسان در پاسخ گیاه به انواع تنش‌ها تائید شده است (Senaratna *et al.*, 2000). سالیسیلیک اسید با تأثیر بر پراکسید هیدروژن گیاه را در برابر تنش محافظت می‌کند. کاهش خسارت به غشا ممکن است از طریق القا یکسری پروتئین‌های خاص و به دنبال آن تولید آنتی اکسیدانت‌ها باشد که اسیدهای چرب غیراشباع را افزایش و بر کل فیزیولوژی گیاه اثر می‌گذارد (Rademacher, 2015). گزارش شده سالیسیلیک اسید اثرات مخرب علف‌کش پاراکوات را کاهش داده است (Ananieva *et al.*, 2002). در گیاه جو و ماش نقش سالیسیلیک اسید در کاهش اثرات مخرب علف‌کش برجوانه زنی، رشد دانهال، طول ریشه چه، رنگیزه‌ها و آنزیم‌های آنتی اکسیدانت مشاهده شده است (Popova *et al.*, 2003; Singh *et al.*, 2008). کاربرد سالیسیلیک اسید از طریق تیمار بذری مقاومت به تنش‌های مختلف را در گیاه لوبیا و گوجه فرنگی ایجاد کرده است (Senaratna *et al.*, 2000).

ترکیب متیل‌جاسمونات و علف‌کش با غلظت پایین: هر دو غلظت متیل‌جاسمونات سبب افزایش وزن تر وخشک ساقه، سوخ و ریشه در مقایسه با تیمار علف‌کش به تنهایی شد ولی غلظت کمتر مناسب‌تر بود (جدول ۲). بنظر می‌رسد در حالت ترکیب تنظیم‌کننده و علف‌کش، متیل‌جاسمونات در مقایسه با سالیسیلیک اسید در افزایش کمیت و ماده خشک سوخ نقش مؤثرتری ایفا کرده در حالی که مصرف تنهایی دو تنظیم کننده نتیجه عکس داشته و سالیسیلیک در افزایش عملکرد موثرتر از متیل‌جاسمونات بوده که نشان می‌دهد در حالت تنش علف‌کش در گیاه سیر، به نسبت سالیسیلیک اسید بهتر عمل می‌کند. نقش متیل‌جاسمونات در کاهش خسارت غشاء سلول و افزایش آنتی اکسیدانت ها ثابت شده است (Popova *et al.*, 2003). افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت از قبیل کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز در گیاه سویا تحت تأثیر متیل‌جاسمونات گزارش شده است (کرامت و دانشمند، ۱۳۹۱). در گیاه جو متیل‌جاسمونات اثرات مخرب علف‌کش را با حفاظت از کلروفیل و کاهش پراکسیداسیون چربی‌ها کاهش داده است (Popova *et al.*, 2003).

ترکیب براسینواستروئید و علف کش با غلظت پایین: هر دو غلظت براسینواستروئید در ترکیب با علف‌کش وزن تر و خشک ساقه، سوخ و ریشه را در مقایسه با تیمار علف کش به تنهایی افزایش داد ولی در نهایت براسینواستروئید ۱ میکرومولارآن سبب افزایش عملکرد گیاه سیر در ترکیب با علف‌کش شده است (جدول ۲). نتیجه قابل توجهی که از این قسمت حاصل شد براسینواستروئید در حالت ترکیب با علف‌کش در مقایسه با سالیسیلیک اسید موثرتربود اما در حالت کاربرد تنهایی، سالیسیلیک اسید اثرات بهتری در افزایش کمیت و کیفیت قسمت خوراکی سیر نشان داد. براسینواستروئیدها ظرفیت آنتی اکسیدانی را درشرایط تنش افزایش می‌دهد (Soares *et al.*, 2016). در گوجه فرنگی براسینواستروئید سبب افزایش مقاومت به تنش شده است (Haya *et al.*, 2012). در گیاه ذرت محلول پاشی براسینواستروئید در شرایط تنش از

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]

جدول۳ – اثر تنظیم کننده های رشد و علف‌کش با غلظت بالابر رشد و زیست توده گیاه سیر درآزمایش دوم.

تیمار	وزن تر ساقه	وزن تر سوخ	وزن تر ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک سوخ	وزن خشک ریشه	طول ریشه	طول ساقه
	(گرم)						(سانتی متر)	
C	۲/۱٤ cd	۸/۳۰ g	۵/۹۲ bcd	۰/۳۷ d	٤/۱۳ e	۰/۵۰ ab	۲۰/۵۰ abc	۷/۱۰ fgh
H	۱/۵۷ e	٦/۸۵ h	۳/٦۲ f	۰/۲۸ e	۳/٤۱ f	۰/۳۰ b	۱۵/۸۸ e	٦/۳٦ i
AS1	۳/۹۵ a	۱۲/۳۸ b	٦/۷۷ ab	۰/٦۷ a	٦/۳٤ ab	۰/٦۱ ab	۲۲/۱٦ ab	۸/۷۵ a
AS1+H	۲/٦۲ bc	۸/٤۱ g	٤/۸۱ e	۰/٤٦ c	٤/۱۰ e	۰/٤۲ ab	۲۰/۸٦ abc	۸/۳۵ abc
AS2	۳/۷۳ a	۱۳/۸۱ a	۷/۵٦ a	۰/٦۸ a	٦/۵۱ a	۰/۷۰ a	۲۲/٤۱ ab	٦/۷۵ ghi
AS2+H	۲/۷۱ b	۸/۹۷ g	۵/۳۵ cde	۰/٤۷ c	٤/٤۵ e	۰/٤٦ ab	۲۰/۳۳ abc	۷/۹٦ cd
MJ1	۳/۵۰ a	۱۲/۲۲ bc	٦/۲۱ bc	۰/٦۳ ab	٦/٤۵ a	۰/٦۳ ab	۲٤/٦٦ a	۷/۲۵ fg
MJ1+H	۲/۷۲ a	۹/۷۹ ef	٤/۹۸ e	۰/۵۰ c	۵/۰۱ d	۰/٤۳ ab	۱۷/۹٦ cde	۷/٤۲ ef
MJ2	۲/۷٦ b	۱۱/۰۳ cd	۵/۱۰ de	۰/۳٦ d	۵/۸۸ bc	۰/٤٤ ab	۱۸/۰۰ cde	٦/٦٦ hi
MJ2+H	۲/۸۰ b	۱۰/٦۰ de	۵/۹۱ bcd	۰/٤٦ c	۵/۵۳ c	۰/۵۳ ab	۱۹/۵۸ bcd	۷/۷۹ de
BR1	۳/٦۸ a	۱۳/۳۵ ab	٦/۳٤ b	۰/٦۰ b	۵/۵۳ c	۰/۵۵ ab	۱۹/۵۰ bcd	۸/٦٦ ab
BR1+H	۲/۷٦ b	۱۰/۷۹ de	٤/۵۸ e	۰/٤۸ c	۵/٤۷ cd	۰/۳۹ ab	۱۸/۷٦ cde	۸/٤۱ abc
BR2	۲/۲۰ cd	۱۰/۲۳ de	۵/۰۰ de	۰/۳۸ d	۵/۵۰ c	۰/۳۱ ab	۱۹/۱۰ cd	۸/٦٦ ab
BR2+H	۱/۹٦ de	۸/۹۰ fg	٤/۹۸ e	۰/۳۵ d	٤/٤۵ e	۰/۲۵ b	۱٦/۷۰ de	۸/۲۰ bcd

حروف غیر مشابه بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند. C: شاهد، H: علف‌کش، SA1 و SA2: سالیسیلیک اسید ۰/۲۵ و۰/۵ میلی مولار، MJ1 و MJ2: متیل‌جاسمونات ۵ و۱۰میکرو مولار، BR1 و BR2: برازینواستروئید۱و۲ میکرومولار.

کاهش وزن خشک، میزان کلروفیل، میزان آب، سرعت فتوسنتز و در نهایت رشد گیاه جلوگیری می‌کند (Walia *et al.*, 2007). براسینواستروئید بر خصوصیات الکتریکی، نفوذپذیری، پایداری و آنزیم‌های غشائ تأثیر می‌گذارد (Bajguz, 2009). کاهش خسارت علف‌کش در گیاه باقلا با محلول‌پاشی براسینواستروئید گزارش شده است (Pinol and Simon, 2009).

اثر علف‌کش بر زیست توده و رشد: کلیه صفات غیر از وزن خشک ریشه درمقایسه با شاهد تحت تأثیرغلظت بالای علف‌کش کاهش یافت (جدول ۳). در آزمایش اول تحقیق حاضر مشخص شد هرسه علف‌کش در غلظت بالا رشد و وزن اندام‌های مختلف گیاه سیر را کاهش داد. البته عدم تأثیر علف‌کش با غلظت بالا بر وزن خشک ریشه احتمال دارد به دلیلی که ریشه محل تبادل و ذخیره عناصرغذایی هست واکنش متفاوتی نسبت به کاربرد علف‌کش با غلظت بالا نشان داده است. رشد و زیست توده گیاه تحت تأثیر غلظت بالای علف‌کش کاهش می‌یابد (Jiang *et al.*, 2016). علف‌کش در شرایط خاصی نسبت به گیاه به صورت انتخابی عمل می‌کند که حاصل برهمکنش گیاه، علف‌کش و محیط است. استفاده از غلظت مناسب، شیوه صحیح سمپاشی و شرایط محیطی انتخابی بودن علف‌کش را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Fernandez, 2017).

اثر سالیسیلیک اسید بر زیست توده و رشد: سالیسیلیک اسید در هر دو غلظت برصفات وزن تر وخشک ساقه، وزن تر و خشک سوخ، وزن تر ریشه، از لحاظ آماری نسبت به شاهد اثر افزایشی داشت (جدول ۳). در مقایسه بین دو غلظت استفاده شده، اثر غلظت بیشتر (۰/۵ میلی‌مولار) بر وزن تر و خشک سوخ مؤثرتر بود. به عبارتی کمیت و مقدار ماده خشک سوخ با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید، وضعیت بهتری داشت. افزایش شاخص‌های زیست توده (حاصل افزایش در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]

میزان فتوسنتز خالص و افزایش بازده کربوکسیلاسیون) تحت اثر سالیسیلیک اسید با افزایش کلروفیل، انتقال ترکیبات فتوسنتزی و ممانعت از اکسید شدن اکسین توسط ترکیبات فنلی، افزایش فعالیت آنزیم‌های نیترات ریداکتاز و کربنیک آنهیدراز همراه می‌باشد (Fariduddin *et al*., 2003).

اثر متیل‌جاسمونات بر زیست توده و رشد: متیل‌جاسمونات در هر دو غلظت بکار رفته سبب افزایش وزن تر ساقه، و وزن تر و خشک سوخ نسبت به گیاه شاهد شد. در مقایسه دو غلظت، غلظت کمتر آن (۵ میکرومولار) موثرتر واقع شد. نکته قابل توجه، نقش متیل‌جاسمونات با غلظت ۵ میکرومولار در افزایش کمیت و مقدار ماده سوخ می‌باشد. جاسمونات‌ها به عنوان ترکیبات تسریع کننده پیری، بازدارنده رشد و محرک متابولیسم ثانویه شناخته شده اند. ممانعت از بازشدن روزنه‌ها، دخالت در تقسیم سلولی و تنظیم اسمزی از وظایف جاسمونات هاست (Balbi and Devoto, 2008).

اثر براسینواستروئید بر زیست توده و رشد: براسینواستروئید در هر دو غلظت بکار رفته وزن تروخشک سوخ و طول ساقه را نسبت به گیاه شاهد افزایش داد. اما در مقایسه دوغلظت، غلظت کمتر موثرتربود. با بیان ساده تر می‌توان گفت در نهایت، کمیت و ماده خشک در قسمت خوراکی با کاربرد براسینواستروئید ۱ میکرو مولار در این تحقیق افزایش یافته است. براسینواستروئید با افزایش تقسیم و رشد سلول، تغییر در ساختمان و نفوذپذیری غشا، پمپ پروتون، ساخت پروتئین و اسیدهای نوکلئیک، افزایش جذب آب، افزایش فعالیت آنزیم‌های ضداکسیداسیون و افزایش‌فتوسنتز، رشد را افزایش می‌دهد (Bajguz, 2009). افزایش ارتفاع گیاه خردل و افزایش زیست توده در گیاه باقلا تحت تأثیر براسینواستروئید با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (Hayat *et al*., 2001; Talaat and Abdallah, 2010).

ترکیب سالیسیلیک اسید وعلف کش با غلظت بالا: در مقایسه ترکیب تنظیم کننده و علف‌کش با کاربرد علف‌کش به تنهایی، هر دو غلظت سالیسیلیک اسید، وزن‌تر و خشک و طول ساقه را افزایش داد. تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در برابرخسارت علف‌کش رشد و زیست توده را به طرق مختلفی تعدیل می‌سازند (Varhney *et al*., 2015). در تأیید نتایج قبلی سالیسیلیک اسید با هر دو غلظت به طور یکسان عملکرد سوخ را در شرایط تنش علف‌کش افزایش داده است. سالیسیلیک اسید در گیاه ماش (Singh *et al*., 2012)، گندم (Liang *et al*., 2012) و نخود سبز (singh *et al*., 2016) اثرات منفی علف‌کش را کاهش داده است.

ترکیب متیل‌جاسمونات وعلف کش با غلظت بالا: متیل‌جاسمونات در ترکیب با علف‌کش در هر دو غلظت وزن ترو خشک ساقه و وزن ترسوخ را در حالی که غلظت بیشتر برتری داشت افزایش داد (جدول۳). بنظرمیرسد با افزایش تنش گیاه به غلظت بیشتر پاسخ بهتری داده است (Ogweno *et al*., 2008). متیل‌جاسمونات خسارت علف‌کش در گیاه جو (Walia *et al*., 2007) را کاهش داده است.

ترکیب براسینواستروئید و علف کش با غلظت بالا: در مقایسه با تیمار علف‌کش به تنهایی، براسینواستروئید با غلظت کمتر وزن تر وخشک ساقه و وزن تر وخشک سوخ را افزایش داد (جدول۳). در نهایت می‌توان اعلام کرد در تحقیق حاضر براسینواستروئید با غلظت کمتر اثر رونق بخشی در افزایش عملکرد گیاه داشته است (جدول۳). حفاظت براسینواستروئید از گیاه در مقابل تنش‌های محیطی گزارش شده است (Bajguz, 2009). اثرات براسینواستروئید در کاهش خسارت علف‌کش در باقلا گزارش شده است (Pinol and Simon, 2009).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق علف‌کش‌های انتخابی هالوکسی فوپ و اکسی فلورفن تا غلظت ٤ در هزار و ستوکسیدیم تا غلظت ۸ در هزار تأثیر سوئی بر رشد و نمو گیاه سیر نداشت. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر ویژگی‌های رشد اثر افزایشی داشته و اثرات منفی علف‌کش در غلظت بالا را تخفیف دادند. بطور کلی سالیسیلیک اسید ۰/۲۵ میلی‌مولار، متیل‌جاسمونات ۵ میکرو مولار و براسینواستروئید ۱ میکرومولار مؤثرترین تیمارها بودند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]

منابع

کرامت، ب. و دانشمند، ف.(۱۳۹۱) نقش دوگانه متیل‌جاسمونات بر عملکردهای فیزیولوژیک در گیاه سویا (*Glycine max* L.). فرایند و کارکرد گیاهی ۳۷-۲۵ :۱

Amin, A. A., Rashad, E. S. M. and Gharib, F. A. E. (2008) Changes in morphological, physiological and reproductive characters of wheat plants as affected by foliar application with salicylic acid and ascorbic acid. Australian Journal Of Basic and Applied Sciences 2(2):252-261.

Ananieva, E. A., Alexieva, V. S and Popova, L. P. (2002) Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis. Journal of Plant Physiology 159(7): 685-693.

Anuradha, S. and Rao, S. S. R. (2007) The effect of brassinosteroids on radish (*Raphanus sativus* L.) seedlings growing under cadmium stress. Plant Soil and Environment 53(11):465-472

Bajguz, A. and Hayat, S. (2009) Effects of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses. Plant Physiology and Biochemistry 47(1):1-8.

Balbi, V. and Devoto, A. (2008) Jasmonate signalling network in Arabidopsis thaliana: crucial regulatory nodes and new physiological scenarios. New Phytologist 177(2):301-318.

Boulahia, K., Carol, P., Planchais, S. and Abrous-Belbachir, O. (2016) *Phaseolus vulgaris* L. Seedlings Exposed to Prometryn Herbicide Contaminated Soil Trigger an Oxidative Stress Response. Journal of Agricultural and Food Chemistry 64(16):3150-3160.

El-Tayeb, M. A. (2005) Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45(3:215-224.

Esperanza, M., Seoane, M., Rioboo, C., Herrero, C. and Cid, A. (2016) Early alterations on photosynthesis-related parameters in Chlamydomonas reinhardtii cells exposed to atrazine: A multiple approach study. Science of the Total Environment 554:237-245.

Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. (2003) Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica 41(2): 281-284.

Farooq, M., Wahid, A. and Basr, S.M.A. (2009) Improving water relations and gas exchange with brassinosteroids in rice under drought stress. Journal of Agronomy and Crop Science 195(4):262-269.

Fernandez, P., Alcantara, R., Osuna, M. D., Vila-Aiub, M. M. and Prado, R. D. (2017) Forward selection for multiple resistance across the non-selective glyphosate, glufosinate and oxyfluorfen herbicides in Lolium weed species. Pest management science 73(5): 936-944.

Jiang, L., Yang, Y., Jia, L. X., Lin, J. L., Liu, Y., Pan, B. and Lin, Y. (2016) Biological responses of wheat (*Triticum aestivum*) plants to the herbicide simetryne in soils. Ecotoxicology and Environmental Safety 127:87-94.

Hajebi, A., Das, T.K., Arora, A., Singh, S.B. and Hajebi, F. (2016) Herbicides tank-mixes effects on weeds and productivity and profitability of chilli (*Capsicum annuum* L.) under conventional and zero tillage. Scientia Horticulturae 198:191-196.

Hayat, S., Ahmad, A., Mobin, M., Hussain, A. and Fariduddin, Q. (2001) Photosynthetic rate, growth, and yield of mustard plants sprayed with 28-homobrassinolide. Photosynthetica 38(3):469-471.

Hayat, S., Alyemeni, M. N. and Hasan, S. A. (2012) Foliar spray of brassinosteroid enhances yield and quality of *Solanum lycopersicum* under cadmium stress. Saudi Journal of Biological Sciences 19(3): 325-335.

Kallel, F., Driss, D., Chaari, F., Belghith, L., Bouaziz, F., Ghorbel, R. and Chaabouni, S.E. (2014) Garlic (*Allium sativum* L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties. Industrial Crops and Products 62: 34-41.

Kim, S. K., Kim, J. T., Jang, S. W., Lee, S. C., Lee, B. H. and Lee, I. J. (2005) Exogenous effect of gibberellins and jasmonate on tuber enlargement of *Dioscorea opposita*. Agronomy Research 3(1):39 44.

Korkmaz, A. (2005) Inclusion of acetyl salicylic acid and methyl jasmonate into the priming solution improves low-temperature germination and emergence of sweet pepper. HortScience 40(1):197-200.

Kumar, S. and Dey, P. (2011) Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. Scientia Horticulturae 127(3):318-324.

Lagunas, L. L. M. and Castaigne, F. (2008) Effect of temperature cycling on allinase activity in garlic. Food Chemistry 111(1): 56-60.

Largo-Gosens, A., de Castro, M., Alonso-Simon, A., Garcia-Angulo, P., Acebes, J. L., Encina, A. and Alvarez, J.M. (2016) Quinclorac-habituation of bean (*Phaseolus vulgaris*) cultured cells is related to an increase in their antioxidant capacity. Plant Physiology and Biochemistry133:146-156

Liang, L., Lu, Y. L. and Yang, H. (2012) Toxicology of isoproturon to the food crop wheat as affected by salicylic acid. Environmental Science and Pollution Research 19(6):2044-2054.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]

Lichtenthaler, H. K. (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in enzymology 148:350-382.

Ogweno, J. O., Song, X. S., Shi, K., Hu, W. H., Mao, W. H., Zhou, Y. H., Yu, J. Q. and Nogues, S. (2008) Brassinosteroids alleviate heat-induced inhibition of photosynthesis by increasing carboxylation efficiency and enhancing antioxidant systems in *Lycopersicon esculentum*. Journal of Plant Growth Regulation 27:49-57.

Park, J. H. and Jung, S. (2017) Perturbations of carotenoid and tetrapyrrole biosynthetic pathways result in differential alterations in chloroplast function and plastid signaling. Biochemical and biophysical research communications 482: 672-677.

Pinol, R. and Simon, E. (2009) Effect of 24-epibrassinolide on chlorophyll fluorescence and photosynthetic CO2 assimilation in *Vicia faba* plants treated with the photosynthesis-inhibiting herbicide terbutryn. Journal of Plant Growth Regulation 28:97-105.

Plewa, M.J., Smith, S.R. and Wagner, E.D. (1991) Diethyldithiocarbamate suppresses the plant activation of aromatic amines into mutagens by inhibiting tobacco cell peroxidase. Mutation research /fundamental and molecular mechanisms of mutagenesis 247: 57-64.

Popova, L., Ananieva, E., Hristova, V., Christov, K., Georgieva, K., Alexieva, V. and Stoinova, Z. H. (2003) Salicylic acid and methyl jasmonate-induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. Bulgarian Journal Plant Physiology 133:152.

Prasad, S. M., Kumar, S., Parihar, P. and Singh, R. (2016) Interactive effects of herbicide and enhanced UV-B on growth, oxidative damage and the ascorbate-glutathione cycle in two Azolla species. Ecotoxicology and Environmental Safety 133: 341-349.

Rademacher, W. (2015) Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. Journal of Plant Growth Regulation 34(4): 845-872.

Rao, K. M., Singh, P. K., Maying, B. and Ryingkhun, H. B. K. (2014) Integrated Weed Management in Vegetable Production. Indian Horticulture Journal 4(1): 67-69.

Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. (2000) Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation 30(2):157-161.

Sharma, P. and Bhardwaj, R. (2007) Effect of 24-epibrassinolide on seed germination, seedling growth and heavy m et al uptake in Brassica juncea L. General and Applied Plant Physiology 33(1-2) : 59-73.

Singh, H., Singh, N. B., Singh, A., Hussain, I. and Yadav, V. (2016) Physiological and biochemical effects of salicylic acid on *Pisum sativum* exposed to isoproturon. Archives of Agronomy and Soil Science 62(10) 1-12.

Singh, N. B., Yadav, K. and Amist, N. (2012) Mitigating effects of salicylic acid against herbicidal stress. Journal of Stress Physiology and Biochemistry 8(4): 27-35

Soares, C., de Sousa, A., Pinto, A., Azenha, M., eixeira, J. T., Azevedo, R. A. and Fidalgo, F. (2016) Effect of 24-epibrassinolide on ROS content, antioxidant system, lipid peroxidation and Ni uptake in *Solanum nigrum* L. under Ni stress. Environmental and Experimental Botany 122:115-125.

Talaat, N. B and Abdallah, A.M. (2010) Effect of 28-homobrassinolide and 24-epibrassinolide on the growth, productivity and nutritional value of two faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars. Archives of Agronomy and Soil Science 56(6):649-669.

Varhney, S., Khan, M. I. R., Masood, A., Per, T. S., Rasheed, F. and Khan, N. A. (2015) Contribution of Plant Growth Regulators in Mitigation of Herbicidal Stress. Journal of Plant Biochemistry and Physiology 3: 2-12.

Velikova, V., Yordanov, I. and Edreva, A. (2000) Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. Plant Science 151(1):59-66.

Walia, H., Wilson, C., Condamine, P., Liu, X., Ismail, A. M. and Close, T. J. (2007) Large-scale expression profiling and physiological characterization of jasmonic acid-mediated adaptation of barley to salinity stress. Plant, Cell and Environment 30(4):410-421.

Wang, H. H., Tao, F. E., Peng, X. X., Yan, M. L., Zhou, P. L. and Tang, X. K. (2009) Ameliorative effects of brassinosteroid on excess manganese-induced oxidative stress in *Zea mays* L. leaves. Agricultural Sciences in China 8(9):1063-1074.

Wang, J., Lv, M., Islam, F., Gill, R. A., Yang, C., Ali, B., Yan, G. and Zhou, W. (2016) Salicylic acid mediates antioxidant defense system and ABA pathway related gene expression in *Oryza sativa* against quinclorac toxicity.Ecotoxicology and Environmental Safety 133: 146-156.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.6.5]