



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و چهارم، شماره اول، ۱۳۹۶

<http://jopp.gau.ac.ir>

مطالعه اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک، روش‌های برداشت و گرده‌افشان (زنبور) بر عملکرد بذر گل مغربی (*Oenothera biennis* L.)

* امید سهرابی^۱، عظیم قاسم‌نژاد^۲، احمد ندیمی^۳ و منوچهر شهبازی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۲ دانشیار گروه باغبانی،

^۳ دانشیار گروه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۴ استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۵ کارشناس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۱

چکیده

سابقه و هدف: افزایش عملکرد معمولاً اصلی‌ترین عامل در کشاورزی می‌باشد. گیاهان رشد نامحدود در تعیین زمان مناسب برداشت مشکل دارند و با تلفات عملکرد مواجه‌اند. زنبور عسل با کمک به گرده‌افشانی سبب افزایش عملکرد گیاهان می‌گردد. از طرف دیگر با توجه به این‌که گیاهان در شرایط تنش تلاش برای اتمام چرخه زایشی خود را افزایش می‌دهند، استفاده از ترکیبات تنش‌زا با هدف کاهش رشد رویشی گیاهان گل غیرانتهاپی دارای اهمیت است.

مواد و روش‌ها: پژوهش انجام شده به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایشی عبارتند از عامل (اصلی) گرده‌افشان در سه سطح گرده‌افشان زنبور عسل، بدون هیچ‌گونه عامل گرده‌افشان (ایزوله) و گرده‌افشان آزاد (توسط سایر گرده‌افشان‌های محیط)، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت صفر و ۲۰۰ پی‌پی‌ام و روش‌های برداشت با استفاده از شعله و برداشت بدون استفاده از شعله (دستی). در این مطالعه صفات ارتفاع گیاه، تعداد گل و کپسول در بوته، طول کپسول، وزن تک کپسول حاوی بذر، تعداد شاخه فرعی، تعداد بذر، وزن هزاردانه و عملکرد بذر در واحد بوته اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: براساس یافته‌ها استفاده زنبور از گرده‌افشان بر طول کپسول، وزن هزاردانه، وزن تک کپسول حاوی بذر، عملکرد بذر در بوته، تعداد بذر در کپسول، تعداد گل در بوته، تعداد کپسول در بوته تأثیر معنی‌داری داشت. تیمار اسید سالیسیلیک به صورت اثر منفرد، تعداد شاخه فرعی را تحت تأثیر قرار داد. از طرف دیگر در نمونه‌های گیاهی که قبل از برداشت با شعله تیمار شدند، وزن تک کپسول حاوی بذر و تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر قرار گرفت. اثر متقابل زنبور و اسید سالیسیلیک بر صفات اندازه‌گیری شده، معنی‌دار نبود. در مقابل برهمکنش زنبور و شعله، وزن تک کپسول حاوی بذر را به شکل معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. همچنین در تیمار توأم شعله و اسید سالیسیلیک، صفات ارتفاع گیاه، وزن تک کپسول حاوی بذر و تعداد شاخه فرعی تفاوت معنی‌دار داشتند. استفاده هم‌زمان از عامل گرده‌افشان، روش برداشت با شعله و اسید سالیسیلیک سبب شد که وزن تک کپسول حاوی بذر، طول کپسول و عملکرد بذر تک‌بوته تحت تأثیر قرار گیرد.

* مسئول مکاتبه: tanha.box@gmail.com

نتیجه‌گیری: اگرچه گل مغربی گیاهی خود کرده‌افشان و حتی کلیستوگام است، با این وجود نتایج نشان داد که عامل کرده‌افشان نقش مهمی در افزایش عملکرد بذر دارد. سوزاندن طوقه گیاه قبل از برداشت سبب افزایش سرعت انتقال مواد غذایی از سایر نقاط گیاه به بذر شده و از این طریق سرعت رسیدن بذرهای تشکیل شده افزایش می‌یابد. این در حالی است که استفاده از شعله سبب متوقف نمودن رشد رویشی گیاه شده و با هم‌زمانی رسیدن بذرهای افزایش تعداد بذرهای بالغ و در نتیجه افزایش کمی و کیفی بذر را به دنبال خواهد داشت. به‌نظر می‌رسد که اعمال تنش رشدی در زمان رسیدن بذر در گل مغربی به‌عنوان یک گیاه زراعی گل غیرانتهایی می‌تواند با تسریع در پر شدن بذر عملکرد نهایی و در نتیجه کیفیت بذر را افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: گل مغربی، اسید سالیسیلیک، شعله، زنبور، عملکرد

مقدمه

گل مغربی (*Oenothera biennis* L.) از خانواده Onagraceae، گیاهی دوساله است که بومی مناطق شرقی و مرکزی آمریکای شمالی بوده و در ردیف گیاهان روغنی و دارویی قرار دارد (۸). روغن گل مغربی منبع غنی از اسید گاما-لینولنیک (GLA) می‌باشد (۱۰، ۱۲ و ۲۴). روغن گل مغربی می‌تواند در درمان یا بهبود اکزما، بیماری‌های قلبی، آکنه صورت، دیابت و غیره مؤثر واقع گردد (۳، ۲۵، ۲۷ و ۳۶). منابع مختلفی به‌عنوان منبع اسید گاما لینولنیک وجود دارد ولی جذب بهتر روغن گل مغربی در بدن، روغن این گیاه را به بهترین منبع GLA تبدیل کرده است (۳۲).

استفاده از اسید سالیسیلیک با توجه به ماهیت آن می‌تواند برخی از فعالیت‌های زیستی منجر به رشد مانند: کنترل جذب و انتقال یون‌ها، میزان فتوسنتز، تنفس، بسته شدن روزنه‌ها، جوانه‌زنی دانه، رسیدن میوه، گلیکولیز و گلدھی گیاه را تحت‌تأثیر قرار دهد (۱ و ۱۶). همچنین غلظت‌های کم‌تر اسید سالیسیلیک میزان زیست‌توده را در برخی از گونه‌ها از جمله هویج، ریحان و مرزنجوش افزایش می‌دهد (۶ و ۱۳). محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک به‌عنوان محرک، سرعت رشدی گیاه را بالا می‌برد که این مهم با القای تنش ایجاد می‌شود (۱۷، ۲۹، ۳۰ و ۳۴). نتایج یک پژوهش بیان می‌دارد که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در

شرایط تنش سبب افزایش رشد گیاه از جمله قطر ساقه، تعداد برگ، ارتفاع ساقه، سطح برگ و نسبت رشدی گیاه در مقایسه با گیاهان شاهد نخودفرنگی شده است (۲۳). از طرفی اسید سالیسیلیک در غلظت‌های پایین به‌عنوان یک عامل مؤثر برای گیاه عمل کرده و در رفع آسیب اکسایشی در گیاه نقش دارد اما این هورمون در صورت استفاده در غلظت‌های بالا، سبب القای تنش در گیاه می‌گردد (۱۶).

حذف یا خشک کردن برگ گیاهانی که از بذر آن‌ها استفاده می‌شود به‌ویژه گیاهان گل غیرانتهایی از جمله روش‌های موفق قبل از برداشت است که با هدف توقف رشد و هم‌زمانی رسیدن بذر ها انجام می‌گردد (۴، ۱۰ و ۱۱).

مطالعات نشان داده که اگر قبل از برداشت عمل خشک کردن گیاه صورت گیرد، زمانی که هنوز روی ریشه خود مستقر است، اثر قابل‌توجه‌ای بر عملکرد بذر، روغن و میزان اسید گاما لینولنیک دارد (۱۰ و ۱۱). در پژوهشی دیگر نشان داده شد که روش و زمان برداشت می‌تواند روی عملکرد و محتویات روغن در گیاه کوفه‌آ مؤثر واقع گردد (۹). در آزمایشی دیگر مشخص شد که وزن هزاردانه و عملکرد بذر در همه مراحل رشدی در گیاه ذرت تحت تیمار برگریزی (بریدن دستی برگ‌ها)، کاهش پیدا کرد که این شیب کاهش در مرحله گلدھی بیش‌تر بود (۱۹).

وارد شده است. این آزمایش در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد. پس از کشت بذر در خزانه زمانی که گیاهان تقریباً به ۶-۴ برگی رسیدند در شرایط ابری در تاریخ ۲۵ بهمن ۹۳، به گلدان منتقل گردیدند. ترکیب خاک گلدان با نسبت ۱:۱:۱ خاک، خاکبرگ پوسیده و پرلیت تهیه شد. تجزیه نمونه خاک نشان داد که میزان هدایت الکتریکی و اسیدیته ترکیب مورد استفاده (EC و pH) به ترتیب ۲/۱ دسی‌زیمنس و ۶/۷ است. در این پژوهش از گلدان‌های مشکی پلاستیکی به قطر ۳۰ و ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر استفاده شد.

چیدمان و اعمال تیمارها: زمین مورد استفاده به سه بلوک به مساحت ۹ مترمربع جهت اعمال سه سطح تیمارهای گرده‌افشان شامل: گرده‌افشانی با زنبور، بدون هیچ‌گونه گرده‌افشان (ایزوله) و گرده‌افشان آزاد تقسیم گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. در این حالت عامل گرده‌افشان به عنوان عامل اول در نظر گرفته شده و هر کدام از دو تیمار اسید سالیسیلیک (صفر و ۲۰۰ پی‌پی‌ام) و روش‌های برداشت شعله (به وسیله مشعل که ۱۵-۱۰ سانتی‌متری قسمت طوقه (فقط طوقه) را سوزانده تا آوندهای آبکش قطع گردد) و بدون شعله (با قیچی باغبانی گیاهان کف‌بر شدند) در بلوک‌ها به شکل تصادفی در سه تکرار چیده شدند.

بعد از ظهور جوانه گل مرکزی به حدود یک سانتی‌متر، بلوک‌های زنبور و بدون زنبور با فنس توری‌های پارچه‌ای ریز با طول و عرض ۳ و ارتفاع ۲/۵ متر ایزوله شد. در تمام این مراحل آبیاری به مقدار نیاز گیاه و با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه انجام گردید. بعد از ظهور اولین گل در بلوک گرده‌افشان زنبور، یک کندوی زنبورعسل با جمعیت ۷۰۰ زنبور، در چهار شانه، در داخل توری قرار گرفت. برای عادت کردن زنبورها در روزهای اول

برای افزایش تولید بذر به‌ویژه در گیاهان دارای بذر ریز که در کنار گل غیرانتهایی بودن، ریزش شدید بذر هم دارند، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. گزارش شده که حتی در گیاهان خودگشن، وجود عامل گرده‌افشان افزایش عملکرد بذر را در پی دارد. لازم به ذکر است که گرده‌افشانی کمیت و کیفیت بذر و میوه ۳۹ عدد از ۵۷ محصول مهم دنیا را افزایش می‌دهد (۲۱). همچنین در پژوهشی که اثر سه عامل تنش آبی، تنش تغذیه‌ای و عامل گرده‌افشان بر عملکرد میوه را مورد بررسی قرار داد، گزارش شد که حتی در گیاهان تحت تنش آبی و تغذیه‌ای استفاده از گرده‌افشان سبب افزایش عملکرد شده است (۲۲). در گذشته نقش حشرات وحشی به دلیل تأثیر منفی که بر سایر گرده‌افشان‌های مفید دارند (برای مثال از طریق حمله به زنبورعسل) و به دنبال آن کاهش عملکرد محصول، پذیرفته نشده بود اما در یک آزمایش مشخص شد که حشرات وحشی در تشکیل میوه با بازدید گل، به صورت مثبتی در ۴۱ بوم‌نظام جهانی دخیل بوده و می‌توانند در افزایش عملکرد مؤثر واقع شوند (۷). در همین راستا عبادی (۱۳۷۶) بیان کرد که عامل گرده‌افشان بر عملکرد دو رقم متفاوت گل آفتابگردان اثر مثبت و معنی‌داری داشت (۵) و همچنین در پژوهشی دیگر بر روی تأثیر عامل گرده‌افشان بر روی عملکرد گیاه کلزا مشخص گردید که عامل گرده‌افشان باعث افزایش عملکرد در این گیاه شده است (۲۸). با توجه به موارد ذکر شده و اهمیت گل مغربی به عنوان یک محصول مهم روغنی و دارویی، در پژوهش حاضر اثر سه عامل گرده‌افشان، اسید سالیسیلیک و روش‌های برداشت بر عملکرد گل مغربی، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

کشت بذر و نشاها: بذر استفاده شده از گیاهان کاشته شده در سال قبل جمع‌آوری شد. نمونه اولیه بذر رقم Another از گونه *O. biennis* است که از آلمان

شد. برای اندازه‌گیری تعداد بذر کپسول، سه کپسول به صورت تصادفی انتخاب، کل بذرها شمرده و با تقسیم بر سه به صورت میانگین گزارش گردید. برای وزن هزاردانه، برای هر تکرار صد عدد بذر شمرده و وزن آن اندازه‌گیری و با استفاده از تناسب وزن هزاردانه تعیین گردید. تعداد گل در بوته و کپسول نیز به روش دستی شمارش گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۰) انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع و تعداد شاخه فرعی: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، کاربرد اسید سالیسیلیک به همراه شعله بر ارتفاع بوته گل مغربی اثر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ۱). بیش‌ترین میزان ارتفاع گیاه گل مغربی در سطح ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک و برداشت بدون شعله و همچنین سطح صفر پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک و برداشت با شعله مشاهده گردید (جدول ۲). با توجه به هدف اصلی آزمایش در جهت کنترل رشد نامحدود گل مغربی، با توجه به نتایج، دیده شد که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک توأم با شعله، ارتفاع گیاه را تحت‌تأثیر قرار داد و کم‌ترین ارتفاع در تیمار غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک و پیش‌تیمار شعله (۷۱/۴۴ سانتی‌متر) مشاهده گردید که در واقع تا حدودی رشد نامحدود گل مغربی را نسبت به گیاهان شاهد، کند کرده است. اسید سالیسیلیک تنها بر ارتفاع و فتوسنتز تأثیرگذار نیست و معمولاً با اثر بر هورمون‌های اتیلن و اسید آبسزیک بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و رشد گیاه را تنظیم می‌کند. اسید سالیسیلیک با توجه به گونه، دوره رشدی و شرایط محیطی، در غلظت‌های مختلف اثرات مختلفی بر گیاهان دارد و برای نمونه، مشخص گردید که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک باعث افزایش ارتفاع گیاه گندم می‌شود (۱۴) که این افزایش در گل مغربی

به صورت کمی محلول آب قند داده شد ولی بعد از چند روز، غذادهی کمی قطع گردید. برای درک و شناخت نوع سیستم گرده‌افشانی (خودگرده‌افشان یا دگرگرده‌افشان) و سایر حشرات گرده‌افشان گل مغربی، به ترتیب بلوک‌های ایزوله (بدون هیچ عامل گرده‌افشان) و آزاد (سایر گرده‌افشان‌های وحشی و اهلی محیط) در نظر گرفته شد. در بلوک آزاد، از توری حشره‌گیر، برای به دام انداختن سایر حشرات بازدید کننده گل‌های گل مغربی، استفاده گردید. تیمار اسید سالیسیلیک (ساخت شرکت مرک) با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام بعد از این‌که حدوداً یک سوم کپسول‌های پایین گیاه قهوه‌ای شده بودند، اعمال گردید. دو مرحله دیگر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک به فاصله یک هفته از اولین مرحله صورت گرفت. همچنین زمانی که دو سوم کپسول‌های بوته قهوه‌ای شدند، به منظور تسریع رسیدن و یکنواختی بذور گیاهان از محل طوقه با شعله تا تغییر رنگ پوست به قهوه‌ای تیره تیمار شدند. برای برداشت گیاهان، در تیمار دستی، گیاهان با قیچی باغبانی کف‌بر شده و تا خشک شدن کامل روی گلدان‌ها باقی گذاشته شدند. نمونه‌های گیاهی که با شعله تیمار شدند یک هفته پس از اعمال تیمار برداشت شدند. زمان اعمال تیمار روش‌های برداشت، بدین صورت بود که هم‌زمان با اعمال تیمار شعله روی گل مغربی، در همان روز گیاهان جهت اعمال تیمار برداشت به روش دستی، با قیچی باغبانی بریده شده و به مدت یک هفته بر روی گلدان‌ها نگه‌داری شدند.

صفات اندازه‌گیری شده: در این آزمایش صفت‌های ارتفاع گیاه، طول کپسول، وزن هزاردانه، وزن تک کپسول حاوی بذر، عملکرد بذر بوته، تعداد بذر کپسول، تعداد گل در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه فرعی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری ارتفاع از خط کش صد سانتی‌متری، برای اندازه‌گیری طول کپسول از کولیس دیجیتال استفاده

پی‌ام اسید سالیسیلیک محلول‌پاشی و بدون شعله برداشت شدند (جدول ۲). از برخی بررسی‌های چنین دریافت شد که اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی را درون مریستم گیاهچه گندم افزایش داده و رشد گیاه را بهبود بخشید (۳۳) که این نتایج تحریک‌کنندگی در تیمار مستقل اسید سالیسیلیک، جز در تعداد شاخه فرعی، مشاهده نگردید اما برهمکنش اسید سالیسیلیک و شعله، صفات ذکر شده بالا را تحت‌تأثیر قرار داد. اسید سالیسیلیک ماده‌ای شبه‌هورمونی شناخته شده است. به نظر می‌رسد که این ماده با تأثیر بر مریستم‌های رویشی موجب افزایش تعداد میانگره در ساقه اصلی شود. سازوکار دقیق عمل اسید سالیسیلیک هنوز مشخص نیست، اما احتمال دارد که اسید سالیسیلیک همانند اکسین در تنظیم طویل شدن و تقسیم سلول‌ها دخالت داشته باشد (۳۵). افزایش ارتفاع گیاه نیز ناشی از افزایش تعداد میانگره، طول میانگره یا هر دوی آنهاست که به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و در نتیجه بهبود فتوسنتز سبب افزایش سطح برگ می‌شود (۲۰). افزایش سطح برگ باعث بهبود کارایی دستگاه فتوسنتزی گیاه شده و میزان تولید شیره پرورده افزایش یافته و مقادیر اضافی در بذرها به‌عنوان اندام‌های ذخیره‌ای گیاه، ذخیره می‌شوند. کاربرد اسید سالیسیلیک به‌صورت اسپری برگی در گیاه ذرت باعث افزایش سطح برگ، تعداد برگ، ارتفاع و وزن خشک گیاه و ریشه گردید (۲۰). همچنین استفاده از اسید سالیسیلیک به‌صورت اسپری برگی باعث افزایش رشد و ارتفاع گیاهان جو شد (۲۶). با وجود این در پژوهش حاضر کاربرد اسید سالیسیلیک به‌صورت مجزا به‌جز شاخه فرعی سایر صفات‌های مدنظر در آزمایش را تحت‌تأثیر قرار نداد. اسید سالیسیلیک با تغییر در میزان هورمون‌های اکسین و سیتوکینین باعث افزایش عملکرد در قسمت‌های مختلف گیاه می‌گردد (۳۱).

مشاهده نگردید ولی در مقابل، نتایج پژوهشی که در خصوص تأثیر اسید سالیسیلیک، استیل اسید سالیسیلیک و اسید جنتیسیک بر گیاه ذرت و سویا به‌عنوان دو دانه روغنی انجام گردید، مشخص نمود که سطح برگ و ماده خشک گیاه افزایش پیدا کرد ولی ارتفاع گیاه تحت‌تأثیر قرار نگرفت (۱۸) که با نتایج پژوهش حاضر هم‌سو بود. به‌علاوه، در خصوص بررسی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر صفات کمی، درصد روغن و پروتئین دانه کنجد (رقم ناز تک‌شاخه)، سه سطح اسید سالیسیلیک صفر، ۰/۴ و ۰/۸ میلی‌مولار در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک از غلظت صفر به ۰/۴ باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید. ولی افزایش غلظت به ۰/۸ میلی‌مولار باعث کاهش ارتفاع گیاه شد به‌گونه‌ای که ارتفاع بوته‌های محلول‌پاشی شده با ۰/۸ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد کم‌تر بود (۲). با توجه به مقاوم بودن گل مغربی به شرایط محیطی (۸)، احتمال توانایی مقابله گیاه گل مغربی به این مقدار غلظت اسید سالیسیلیک، جهت حفظ شرایط پایدار خود، قوت پیدا می‌کند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اسید سالیسیلیک در سطح پنج درصد، شعله در سطح یک درصد و کاربرد هم‌زمان اسید سالیسیلیک و شعله در سطح پنج درصد بر شاخص تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک نشان می‌دهد که بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی (۱/۴۴ عدد) در تیمار ۲۰۰ پی‌ام اسید سالیسیلیک به‌دست آمد که با تیمار شاهد (عدم اعمال اسید سالیسیلیک) (۱/۱۱ عدد) تفاوت معنی‌داری داشت (شکل ۱). بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی در شرایطی به‌دست آمد که از شعله استفاده نشد (جدول ۳)، همچنین بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی (۱/۸۹ عدد) در گیاهانی مشاهده شد که در زمان رشد با ۲۰۰

جدول ۱ - نتایج تجزیه واریانس تغییرات صفات گل مغربی تحت تأثیر تیمارهای عامل گرده‌افشان، اسید سالیسیلیک و شعله.

Table 1. Analysis variance of evening primrose characteristics variation affected by pollinator, salicylic acid and flame.

تعداد شاخه فرعی Side branch number	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد گل در بوته Flower number per plant	تعداد بذر کپسول Capsule seed number	عملکرد بذر بوته Seed yield of plant	وزن تک کپسول حاوی بذر Weight of seed contained capsules	وزن هر دانه T.S.W	طول غلاف Pod length	ارتفاع Height	درجه آزادی df	منابع تغییر S.O.V
0.19 ^{ns}	1515.53 ^{ns}	1515.53 ^{ns}	1354.26 ^{ns}	2.92 ^{ns}	0.0005 ^{ns}	0.001 ^{ns}	7.98*	84.06 ^{ns}	2	بلوک Block
0.11 ^{ns}	6917.86*	6917.86*	4997.12*	39.14**	0.005**	0.007*	6.54*	64.69 ^{ns}	2	زنبور Bee
1*	1750.03 ^{ns}	1750.03 ^{ns}	1792.11 ^{ns}	1.03 ^{ns}	0.0007 ^{ns}	0.00001 ^{ns}	0.33 ^{ns}	1027.63 ^{ns}	1	اسید سالیسیلیک Salicylic acid (SA)
2.78**	2224.69 ^{ns}	2224.69 ^{ns}	894.01 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.01**	0.0007 ^{ns}	0.09 ^{ns}	11.86 ^{ns}	1	شعله Flame
0.33 ^{ns}	161.19 ^{ns}	161.19 ^{ns}	1296.53 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.03 ^{ns}	38.54 ^{ns}	2	زنبور * اسید سالیسیلیک Bee* SA
0.11 ^{ns}	636.03 ^{ns}	636.03 ^{ns}	1357.74 ^{ns}	4.13 ^{ns}	0.005**	0.003 ^{ns}	4.55 ^{ns}	6.30 ^{ns}	2	زنبور * شعله Bee* Flame
1*	306.25 ^{ns}	306.25 ^{ns}	530.53 ^{ns}	8.56 ^{ns}	0.005**	0.00004 ^{ns}	0.01 ^{ns}	2362.93**	1	اسید سالیسیلیک * شعله SA * Flame
0.33 ^{ns}	159.25 ^{ns}	159.25 ^{ns}	214.19 ^{ns}	7.47*	0.002*	0.004 ^{ns}	7.16*	74.31 ^{ns}	2	زنبور * اسید سالیسیلیک * شعله Bee* SA * Flame
0.19	1227.10	1227.10	985.95	2.16	0.0004	0.001	1.87	276.11	22	خطا Error

^{ns}, * and ** showed non-significant and significant in 5 and 1% probability levels, respectively.
عدم وجود اختلاف معنی‌دار، * و ** بدترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.

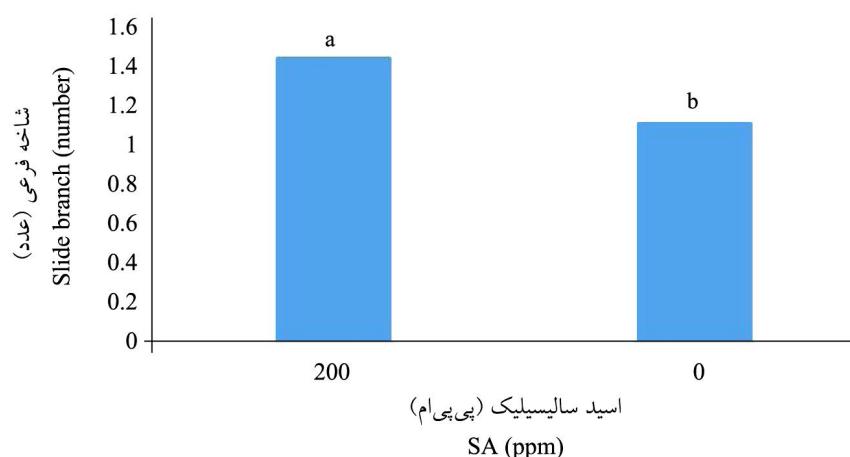
جدول ۲- مقایسه میانگین برهمکنش اسید سالیسیلیک و روش‌های برداشت در گل مغربی.

Table 2. Mean comparison interaction of Salicylic acid and harvest methods in evening primrose.

وزن تک کیسول حاوی بذر (گرم) Weight of seed contained capsules (gr)	تعداد شاخه فرعی Side branch number	ارتفاع (سانتی‌متر) Height (cm)	تیمار Treatment	
			شعله Flame	اسید سالیسیلیک SA
0.13 ^b	1 ^b	71.44 ^b	شعله Flame	200 ppm SA
0.12 ^{bc}	1.89 ^a	86.5 ^{ab}	بدون شعله Non-flame	200 ppm SA
0.17 ^a	1 ^b	98.33 ^a	شعله Flame	0 ppm SA
0.11 ^c	1.22 ^b	80.98 ^b	بدون شعله Non-flame	0 ppm SA

میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with same letter have not significant difference in 5%.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر اسید سالیسیلیک بر شاخه فرعی در گل مغربی.

Figure 1. Mean comparison of Salicylic acid effect on side branch in evening primrose.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر روش برداشت بر تعداد شاخه فرعی و وزن تک کیسول حاوی بذر گل مغربی.

Table 3. Mean comparison of effect of harvest methods on the side number of side shot and single capsules containing seed evening primrose.

وزن تک کیسول حاوی بذر (گرم) Weight of single capsule containing (gr)	تعداد شاخه فرعی number Side branch	تیمار Treatment
0.15 ^a	1 ^b	شعله Flame
0.11 ^b	1.56 ^a	بدون شعله Non-flame
0.3048	0.0134	LSD

میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with same letter have not significant difference in 5%.

بیش‌ترین تعداد گل در شرایط حضور زنبور مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با گیاهانی که در معرض زنبور نبودند، نشان داد. همچنین بیش‌ترین طول کپسول در تیمار زنبور (۲۰/۵۶ میلی‌متر) و کم‌ترین طول کپسول (۱۹/۰۹ میلی‌متر) در شرایط ایزوله مشاهده شد، مشخص شد اعمال تیمار زنبور باعث افزایش طول کپسول‌های حاوی بذر می‌شود (جدول ۴).

تعداد گل و تعداد غلاف در بوته و طول غلاف: با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها می‌توان دریافت که اثر عامل زنبور گرده‌افشان بر تعداد گل بوته در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین تجزیه واریانس داده‌ها اثر زنبور را بر تعداد غلاف در بوته و طول غلاف و تیمار هم‌زمان زنبور، اسید سالیسیلیک و شعله را بر طول غلاف معنی‌دار نشان داد (جدول ۱).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر گرده‌افشان بر عملکرد و اجزای عملکرد بذر گل مغربی.

Table 4. Mean comparison of the effect of pollinators on the yield and yield components of evening primrose.

تعداد کپسول در بوته Pod per plant	عملکرد بذر (گرم) Seed yield (gr)	وزن هزاردانه (گرم) T. S. W (gr)	تعداد بذر Seed number	وزن تک کپسول حاوی بذر (گرم) Weight of seed contained capsule (gr)	طول کپسول (میلی‌متر) Pod length (mm)	تعداد گل در بوته Flower per plant	تیمار Treatment
162.67 ^a	8.42 ^a	0.44 ^{ab}	165.72 ^a	0.13 ^b	20.56 ^a	162.67 ^a	زنبور Bee
114.83 ^b	4.81 ^c	0.47 ^a	128.25 ^b	0.16 ^a	19.09 ^b	114.83 ^b	بدون زنبور Non-bee
135.08 ^{ab}	6.53 ^b	0.42 ^b	161 ^a	0.12 ^b	19.71 ^{ab}	135.08 ^{ab}	آزاد Free
29.685	1.245	0.0298	26.585	0.0164	1.1585	29.685	LSD

میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

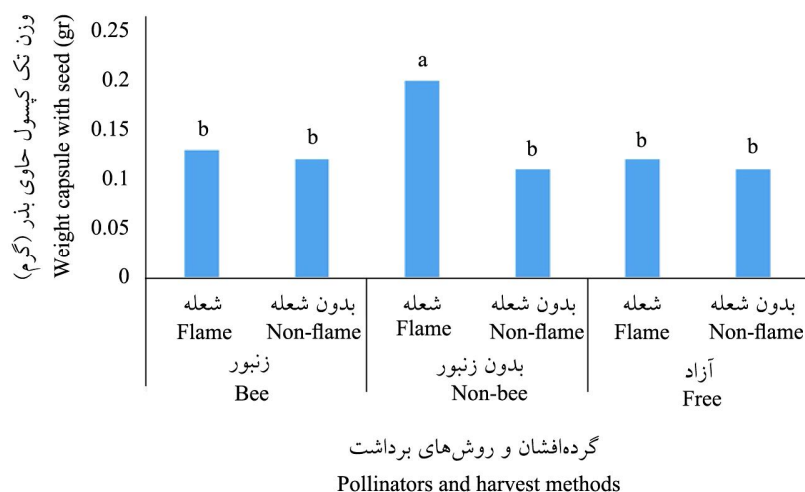
Means with same letter have not significant difference in 5%.

میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که بیش‌ترین وزن تک کپسول حاوی بذر در تیمارهای بدون زنبور و گیاهان تیمار شده با شعله (۰/۲ گرم) به دست آمد (شکل ۲). از آنجایی که اسید سالیسیلیک تقسیم سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و انرژی داخلی را صرف امور دیگر می‌کند و همچنین شعله با قطع مسیر آوندی مانع برگشت شیره پرورده به ریشه‌ها می‌شود (۱۴)، می‌توان بالاترین وزن کپسول حاوی بذر در تیمار غلظت صفر اسید سالیسیلیک و برداشت با شعله (۰/۱۷ گرم) را ناشی از تجمع مواد پرورده در بذرهای دانست که کم‌ترین وزن هم در تیمارهای شاهد

وزن تک کپسول حاوی بذر و تعداد بذر در کپسول: نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیانگر آن بود که تیمار زنبور بر شاخص‌های وزن تک کپسول حاوی بذر و تعداد بذر در کپسول و تیمارهای شعله، زنبور به همراه شعله، اسید سالیسیلیک به همراه شعله و کاربرد هم‌زمان زنبور، اسید سالیسیلیک و شعله بر وزن تک کپسول حاوی بذر معنی‌دار بود (جدول ۱). در رابطه با کاربرد اسید سالیسیلیک به همراه شعله باید بیان داشت که بیش‌ترین وزن تک کپسول حاوی بذر گل مغربی در سطح صفر پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک و برداشت با شعله مشاهده گردید (جدول ۲). مقایسه

شناسایی حشرات، مشخص گردید که یک گونه زنبور، با نام علمی *Anthidium florentinum* بود و حشره دیگر گونه‌ای پروانه از خانواده Sphingidae بود. در خصوص مکانیسم و علت تولید بذر در کرت‌های بدون زنبور (ایزوله)، می‌توان دلیل را عمل کلیستوگامی در گل مغربی دانست. با توجه به نتایج (جدول ۳)، مشاهده می‌شود که وجود عامل گرده‌افشان به صورت محصور شده صفات اندازه‌گیری شده را در مقایسه با سایر تیمارها (ایزوله و گرده‌افشان آزاد)، افزایش داده و دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد که این افزایش عملکرد با افزایش درصد گرده‌افشانی توسط زنبور، حاصل می‌گردد که با نتایج حاصل شده توسط عبادی (۵) که نشان داد مقدار محصول ارقام مختلف آفتابگردان در دو تاریخ کاشت، در هر دو سال زراعی تحت تأثیر عامل گرده‌افشان در سطح اختلاف ۱ درصد قرار گرفت، هم‌سو می‌باشد.

مشاهده گردید. جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که بیش‌ترین وزن تک کیسول حاوی بذر (۰/۱۵ گرم) در صورت استفاده از شعله مشاهده گردید (جدول ۳). مقایسه‌های میانگین اثر کاربرد زنبور نشان داد که کیسول‌های دارای بیش‌ترین (۱۶۵/۷۲ عدد) و کم‌ترین تعداد بذر (۱۲۸/۲۵ عدد) به ترتیب در شرایط گرده‌افشانی با زنبور و ایزوله بود. به علاوه بیش‌ترین تعداد کیسول در بوته (۱۶۲/۶۷ عدد) در شرایط حضور زنبور مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با گیاهانی که در معرض زنبور نبودند، نشان داد. در مقابل بیش‌ترین وزن تک کیسول حاوی بذر (۰/۱۶ گرم) در شرایط ایزوله و عدم حضور زنبور مشاهده گردید (جدول ۴). همچنین جهت شناسایی سایر گرده‌افشان‌های گل مغربی، با استفاده از توری حشره‌گیر دو حشره که در بلوک آزاد در حال بازدید گل‌های گل مغربی بودند، به دام انداخته شدند. پس از



شکل ۲- مقایسه میانگین برهمکنش تیمار گرده‌افشان و روش‌های برداشت بر وزن تک کیسول حاوی بذر در گل مغربی.

Figure 2. Mean comparison interaction of pollinators and harvest methods on weight of seed contained in one capsule in evening primrose.

اقدام به پرکردن بذرهای خود، جهت حفظ بقا می‌نماید و هم با بستن مسیر حرکت مواد پرورده به سمت ریشه اجباری برای پر کردن بذرها باشد. از

با توجه به نتایج می‌توان استنباط کرد که کاربرد شعله در زمان برداشت می‌تواند هم به‌عنوان یک تنش زیستی برای گیاه تلقی شود که گیاه در برابر این تنش،

طرفی کاربرد شعله می‌تواند مانع از شاخه‌زایی جانبی شود و انرژی حاصل برای شاخه‌زایی صرف تکمیل کردن بذرهاى تلقیح‌شده از طریق شیره پرورده تجمع‌یافته در قسمت‌های هوایی گیاه، شود.

بیش‌ترین طول کپسول در شرایط حضور زنبور در غلظت صفر پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک و عدم استفاده از شعله (روش برداشت دستی) به‌دست آمد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش گرده‌افشان، اسید سالیسیلیک و روش برداشت بر گل مغربی.

Table 5. Mean Comparison interaction of pollinators, salicylic acid and harvest method on evening primrose.

عملکرد بذر بوته (گرم) Seed plant yield (gf)	وزن تک کپسول حاوی بذر (گرم) weight of seed contained capsules (gr)	طول کپسول (میلی‌متر) Pod length (mm)	تیمار Treatment		
			روش‌های برداشت Harvest methods	اسید سالیسیلیک SA	گرده‌افشان Pollinators
7.96 ^{abc}	0.12 ^{cd}	20.77 ^{ab}	شعله Flame	۲۰۰ پی‌پی‌ام 200 ppm	زنبور Bee
9.49 ^a	0.12 ^{cd}	20.28 ^{ab}	بدون شعله Non- flame	۲۰۰ پی‌پی‌ام 200 ppm	زنبور Bee
7.43 ^{abc}	0.13 ^{bc}	19.03 ^b	شعله Flame	۰ پی‌پی‌ام 0 ppm	زنبور Bee
8.80 ^{ab}	0.12 ^{cd}	22.16 ^a	بدون شعله Non- flame	۰ پی‌پی‌ام 0 ppm	زنبور Bee
3.86 ^{de}	0.16 ^b	18.99 ^b	شعله Flame	۲۰۰ پی‌پی‌ام 200 ppm	بدون زنبور Non-bee
6.21 ^{cd}	0.13 ^{bc}	18.94 ^b	بدون شعله Non- flame	۲۰۰ پی‌پی‌ام 200 ppm	بدون زنبور Non-bee
6.21 ^{cd}	0.23 ^a	19.89 ^{ab}	شعله Flame	۰ پی‌پی‌ام 0 ppm	بدون زنبور Non-bee
2.95 ^c	0.09 ^d	18.55 ^b	بدون شعله Non- flame	۰ پی‌پی‌ام 0 ppm	بدون زنبور Non-bee
6.82 ^{bc}	0.11 ^{cd}	19.51 ^b	شعله Flame	۲۰۰ پی‌پی‌ام 200 ppm	آزاد Free
6.18 ^{cd}	0.11 ^{cd}	19.64 ^b	بدون شعله Non- flame	۲۰۰ پی‌پی‌ام 200 ppm	آزاد Free
6.93 ^{bc}	0.13 ^{bc}	20.81 ^{ab}	شعله Flame	۰ پی‌پی‌ام 0 ppm	آزاد Free
6.18 ^{cd}	0.10 ^{cd}	18.85 ^b	بدون شعله Non- flame	۰ پی‌پی‌ام 0 ppm	آزاد Free

میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means with same letter have not significant difference in 5%.

وزن هزاردانه و عملکرد بذر بوته: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، کاربرد زنبور بر وزن هزاردانه و عملکرد بذر و کاربرد هم‌زمان زنبور، اسید سالیسیلیک و شعله بر عملکرد بذر بوته اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱).

بیش‌ترین وزن هزاردانه (۰/۴۷ گرم) در شرایط ایزوله و عدم حضور زنبور مشاهده گردید (جدول ۴). در خصوص صفت عملکرد بذر که یکی از شاخص‌های کلیدی در کشت و کار گل مغربی می‌باشد، نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد بذر بوته (۸/۴۲ گرم) در گیاهان تیمار شده با گرده‌افشان زنبور و کم‌ترین میزان عملکرد (۴/۸۱ گرم) در گیاهان ایزوله شده به‌دست آمد که یقیناً این افزایش عملکرد با افزایش درصد گرده‌افشانی توسط زنبور در ارتباط می‌باشد (جدول ۳).

لازم به ذکر است که هدف از کاربرد اسید سالیسیلیک القای تنش به گیاه در جهت کند یا متوقف کردن رشد نامحدود گل مغربی بود که این تیمار به‌صورت تیمار منفرد، جز شاخه فرعی، ارتفاع گیاه را تحت‌تأثیر قرار نداد (شکل ۱) ولی به‌صورت توأم با تیمار شعله توانست صفت ارتفاع را تحت‌تأثیر قرار دهد و مانع از رشد گیاه شود (جدول ۲). اسید سالیسیلیک در گیاهان نقش‌های مختلفی را مانند باز و بسته شدن روزنه‌ها، فتوستتوز، تقسیم سلولی، افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو، تغییر در میزان هورمون‌های اکسین، اتیلن، سیتوکینین، افزایش نسبت کربن به نیتروژن، افزایش سطح برگ و طویل شدن سلول‌ها را بر عهده دارد (۱، ۲، ۱۴، ۱۸، ۲۰، ۳۳، ۳۵). با توجه به موارد ذکر شده، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک محرکی برای این فعالیت‌ها می‌باشد و هم‌زمان با انجام هر کدام از این فعالیت‌ها، انرژی داخلی گیاه تحت‌تأثیر قرار خواهد گرفت (مصرف یا تولید می‌گردد). از طرفی اعمال تیمار برداشت با شعله،

باعث قطع شدن آوندهای آبکش گردیده و گیاه انتقال مواد پرورده را به‌سمت ریشه محدود کرده و مواد پرورده را صرف پر نمودن دانه‌های نارس خود می‌نماید. براساس نتایج هنگامی که تیمارهای برداشت به روش شعله و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک انجام نگیرد، گیاه انرژی را که در صورت اعمال تیمار شعله و اسید سالیسیلیک صرف امور وابسته به آن‌ها می‌نماید. صرفاً در جهت کمک به تشکیل بذر بیش‌تر توسط عامل گرده‌افشان به‌کار می‌گیرد و با توجه به ساختار قرارگیری بذرهای در کپسول گل مغربی، کپسول‌هایی با طول بیش‌تر تشکیل می‌گردد. در خصوص صفت وزن تک کپسول حاوی بذر نیز بیش‌ترین مقدار وزن در کرت‌های تکراری به‌دست آمد که تیمار شعله اعمال شد و تیمارهای زنبور و اسید سالیسیلیک به‌کار گرفته نشدند. بنابراین با توجه به حذف انرژی مصرفی توسط گیاه در پاسخ به اعمال اسید سالیسیلیک و زنبور، انرژی باقیمانده در گیاه صرفاً در جهت پرکردن بذرهای نارس قرار می‌گیرد. علاوه بر این با توجه به نتایج مشاهده می‌شود در صفات طول کپسول، وزن تک کپسول حاوی بذر (جدول ۵) و عملکرد بذر بوته، کم‌ترین مقادیر برای این صفات در تیمار سه‌گانه بدون هیچ‌گونه عامل گرده‌افشان (ایزوله)، بدون اسید سالیسیلیک و بدون اعمال شعله، بود که این خود گواهی بر تأثیرگذاری اعمال تیمار گرده‌افشان، روش‌های برداشت و اسید سالیسیلیک بر روی صفات ریخت‌شناسی می‌باشد. بیش‌ترین عملکرد بذر در بوته نیز در شرایط حضور زنبور در پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک و بدون استفاده از شعله به‌دست آمد و در مقابل کم‌ترین عملکرد در نمونه‌های گیاهی به‌دست آمد که هیچ‌یک از تیمارهای به‌زرعی آزمایش حاضر بر آن‌ها اعمال نشده بود (جدول ۵).

نتیجه‌گیری کلی

علی‌رغم کلیستوگام بودن گل مغربی به نظر می‌رسد که وجود یک گرده‌افشان توانمند قادر است نقش مثبت و قابل‌توجه‌ای در افزایش عملکرد بذر این گیاه داشته باشد. بنابراین استفاده از کندوی زنبورعسل در مزارع گل مغربی توصیه می‌شود. اگرچه تیمار اسید سالیسیلیک نتیجه مجزای مشخصی در گل مغربی نداشت، اما به‌صورت مکمل در بعضی صفات تأثیرگذار بود و حتی ارتفاع و رشد طولی گیاه را تحت‌تأثیر قرار داد. با این وجود یکی از اهداف موردنظر در کشت کار گل مغربی یافتن روشی است که بتوان بدون دست‌کاری ژنتیکی یا گذراندن فرایند زمان‌بر اصلاحی به روشی دست‌یافت که روند تولید جوانه‌های گل و شاخه را پس از تشکیل تعداد کافی کپسول متوقف

کرد. همان‌گونه که در نتایج نیز بیان شد کاربرد توأم برخی از روش‌های زراعی به‌عنوان مثال اسید سالیسیلیک و روش برداشت با شعله توانست عملکرد بذر را در این گیاه افزایش دهد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که پژوهش حاضر در شرایط مزرعه‌ای و با الگوی مناسب‌تری پیگیری و اجرا شود تا ضمن دستیابی به روش توقف رشد گیاه در زمان مناسب از طریق اعمال روش مناسب پیش‌تیمار قبل از برداشت، ریزش بذر را به حداقل رساند. همچنین پیشنهاد می‌گردد که اثر کاربرد برخی از بازدارنده‌های رشد و کنترل‌کننده جوانه‌های جانبی، در توقف گلدهی پس از تشکیل تعداد مناسب کپسول متوقف کرد.

منابع

1. Amin, A.A., El-Kader, A.A.A., Shalaby, M.A.F., Gharib, F.A.E., Rashad, E.S.M. and da Silva, J.A.T. 2013. Physiological effects of salicylic acid and thiourea on growth and productivity of maize plants in sandy soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anaul.* 44: 7. 1141-1155.
2. Ansari, Z., Kamali, M., Baradaran, F.M. and Kamkar, B. 2012. Study effect of salicylic acid spray on quantitative traits, oil and sesame protein seed percentage. 12th Iranian Crop and Breeding Sciences Congress. Islamic Azad University of Karaj. Pp: 4-1. (In Persian)
3. Bamford, J.T.M., Ray, S., Musekiwa, A., van Gool, C., Humphreys, R. and Ernst, E. 2013. Oral evening primrose oil and borage oil for eczema. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* Issue 4. Art. No: CD004416.
4. Bowerman, P. 1984. Comparison of harvesting methods of oilseed rape. *Aspects Appl. Biol.* 6: 157-165.
5. Ebadi, R. 1998. Effect of pollination and sowing date on quantity and quality of six cultivars of oil sunflower in Isfahan area. *J. Sci. Tech. Agric. Natur. Res. Water Soil.* 1: 1. 43-57. (In Persian)
6. Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A. and Alpaslan, M. 2007. Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Sci. Hort.* 113: 2. 120-128.
7. Garibaldi, L.A., Carvalheiro, L.G., Leonhardt, S.D., Aizen, M.A., Blaauw, B.R., Isaacs, R., Kuhlmann, M., Kleijn, D., Klein, A.M., Kremen, C., Morandin, L., Scheper, J. and Winfree, R. 2014. From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. *Front. Ecol. Environ.* 12: 8. 439-447.
8. Greiner, S. and Köhl, K. 2014. Growing evening primroses (*Oenothera*). *Front Plant Sci.* 5: 1-12.
9. Gesch, R.W., Cermak, S.C., Isbell, T.A. and Forcella, F. 2005. Seed yield and oil content of cuphea as affected by harvest date. *Agron. J.* 97: 3. 817-822.

10. Ghasemnezhad, A. and Honermeier, B. 2007. Seed yield, oil content and fatty acid composition of *Oenothera biennis* L. affected by harvest time and harvest method. Ind. Crops Prod. 25: 3. 274-281.
11. Ghasemnezhad, A. and Honermeier, B. 2008. Yield, oil constituents, and protein content of evening primrose (*Oenothera biennis* L.) seeds depending on harvest time, harvest method and nitrogen application. Ind. Crops Prod. 28: 1. 17-23.
12. Giménez, R., Sorlino, D.M., Bertero, H.D. and Ploschuk, E.L. 2013. Flowering regulation in the facultative biennial *Oenothera biennis* L.: environmental effects and their relation to growth rate. Ind. Crops Prod. 44: 593-599.
13. Hayat, S., Ali, B. and Ahmad, A. 2007. Salicylic acid: biosynthesis, metabolism and physiological role in plants. Springer Netherlands. Pp: 1-14.
14. Hayat, Q., Hayata, S.H., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment A review. Environ. Exp. Bot. 68: 1. 14-25.
15. Hayati, P. and Roshan, V. 1390. Effects of salicylic acid on the growth parameters and the quality and quantity of essential oil in savory plant. J. Med. Arom. Plant. Res. Iran. 29: 4. 808-817. (In Persian)
16. Horváth, E., Szalai, G. and Janda, T. 2007. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. J. Plant Growth Regul. 26: 3. 290-300.
17. Janda, T., Horváth, E., Szalai, G. and Paldi, E. 2007. Role of salicylic acid in the induction of abiotic stress tolerance. In Salicylic acid: a plant hormone. Springer Netherlands. Pp: 91-150.
18. Khan, W., Prithiviraj, B. and Smith, D. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. J. Plant Physiol. 160: 485-492.
19. Khaliliaqdam, N., Soltani, A., Mir-Mahmoodi, T. and Jadidi, T. 2012. Effect of leaf defoliation on some agronomical traits of corn. World. Appl. Sci. J. 20: 4. 545-548.
20. Khodary, S.E.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. Int. J. Agric. Biol. 6: 1. 5-8.
21. Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. and Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the Royal Society of London B: Biol. Sci. 274: 1608. 303-313.
22. Klein, A.M., Hendrix, S.D., Clough, Y.A., Scofield, A. and Kremen, C. 2015. Interacting effects of pollination, water and nutrients on fruit tree performance. Plant Biology. 17: 1. 201-208.
23. Martel, A.B. and Qaderi, M.M. 2016. Does salicylic acid mitigate the adverse effects of temperature and ultraviolet-B radiation on pea (*Pisum sativum*) plants?. Environ. Exp. Bot. 122: 39-48.
24. Murphy, C.L., Mc Kenny, C.B., Auld, D.L. and Hopper, N.W. 2004. Field production of Texas native evening primrose (*Oenothera* spp.) as a source of gamma linolenic acid. Acta Hort. 629: 283-288.
25. Omran, O.M. 2012. Histopathological study of evening primrose oil effects on experimental diabetic neuropathy. Ultrastruct. Pathol. 36: 4. 222-227.
26. Pancheva, T.V., Popova, L.P. and Uzunova, A.M. 1996. Effect of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. J. Plant Physiol. 149: 1-2. 57-63.
27. Park, K.Y., Ko, E.J., Kim, I.S., Li, K., Kim, B.J., Seo, S.J. and Hong, C.K. 2014. The effect of evening primrose oil for the prevention of xerotic cheilitis in acne patients being treated with isotretinoin: A pilot study. Annal. Derm. 26: 6. 706-712.
28. Pordel, M., Hatami, B., Mobli, M. and Ebadi, R. 2006. Identify pollinators of rape in three varieties of winter and effect of them on seed yield in Esfahan. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. Water Soil. 4: 413-425. (In Persian)
29. Rao, S.R. and Ravishankar, G.A. 2002. Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. Biotech. Adv. 20: 2. 101-153.

30. Rivas-San Vicente, M. and Plasencia, J. 2011. Salicylic acid beyond defence its role in plant growth and development. *J. Exp. Bot.* 62: 10. 3321-3328.
31. Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bozrutkova, 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 Sci.* 164: 317-322.
32. Shewry, P.R., Napier, J.A., Sayanova, O., Smith, M., Cooke, D.T., Stoker, G., Hill, J., Stobart, A.K. and Lapinkase, P. 1997. Domestication, Production and Utilization of New Crops. International Center for Under-Utilised Crops, Southampton. Pp: 76-87.
33. Shibli, R.A., Kushad, M., Yousef, G.G. and Lila, M.A. 2007. Physiological and biochemical responses of tomato microshoots to induced salinity stress with associated ethylene accumulation. *Plant Growth Regul.* 51: 2. 159-169.
34. Shi, Q. and Zhu, Z. 2008. Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. *Environ. Exp. Bot.* 63: 1. 317-326.
35. Takeda, T., Yokotaand, A. and Shigeoka, S. 1995. Resistance of photosynthesis to hydrogen peroxide in algae. *Plant Cell Physiol.* 36: 6. 1089-1095.
36. Zaitone, S.A., Moustafa, Y.M., Mosaad, S.M. and El-Orabi, N.F. 2011. Effect of evening primrose oil and omega-3 polyunsaturated fatty acids on the cardiovascular risk of celecoxib in rats. *J. Cardiovasc. Pharmacol.* 58: 1. 72-79.