Archive of SID

نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی
دوره دوم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، (ص ۱- ۱۴)

مطالعه میکروسکوپی روند لقاح و تشکیل میوه دو رقم زردآلوی محلول‌پاشی شده با روی(Zn)

معصومه افتخاری[1] و یاور شرفی*[2]

۱- دانشجوی ارشد درختان میوه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد. تهران، ایران.
mhb.eftekhari1126@gmail.com

۲- نویسنده مسئول و استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد. تهران، ایران.
y.sharafi@shahed.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۸

چکیده

مهم‌ترین هدف برای تولیدکنندگان زردآلو دستیابی به عملکرد بالا است. مقدار عناصر غذایی موجود در گیاه و تغذیه آن، از عوامل تعیین‌کننده عملکرد گیاه می‌باشند. روی نقش بسزایی در گرده‌افشانی، تشکیل میوه و عملکرد درختان میوه دارد و از عوامل مهم جوانه‌زنی و رشد لوله گرده است. در این پژوهش اثر محلول‌پاشی عنصر روی با غلظتهای صفر، ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بر جوانه‌های گل دو رقم بیگی و شاهرودی زردآلو بررسی شد. درصد جوانه‌زنی، رشد لوله گرده، تشکیل میوه اولیه و نهایی در تلاقی این دو رقم مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی بیشترین تأثیر را در میزان تشکیل میوه اولیه (۳۵/۳۲ درصد) و نهایی (۱۰/۶۱ درصد) داشت. کمترین درصد تشکیل میوه اولیه (۲۰/۴۱ درصد) و نهایی (۳ درصد) مربوط به ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی بود. همچنین، نتایج نشان داد که اثر عنصر روی بر درصد جوانه‌زنی در سطح کلاله و میزان نفوذ لوله‌های گرده در قسمت ابتدای خامه، میانه خامه و ورودی تخمدان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی با در صد جوانه‌زنی ۶۳/۹۱ درصد و کمترین درصد جوانه‌زنی با مقدار ۵۱/۳۹ درصد مربوط به شاهد بود. همچنین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی میزان نفوذ لوله‌های گرده در قسمت ابتدای خامه، میانه خامه و تخمدان را افزایش داد. درمجموع محلول‌پاشی عنصر روی باعث افزایش تشکیل میوه اولیه و نهایی و افزایش درصد جوانه‌زنی و نفوذ لوله گرده به سمت تخمدان شد.

کلمات کلیدی: زردآلو، روی، جوانه‌زنی، لوله گرده، تشکیل میوه

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زردآلو (*Prunus armeniaca L.*) دارای جایگاه ویژه‌ای در صنعت میوه کاری ایران است و قدمت کشت و پرورش آن به عنوان یکی از میوه‌های مهم به گذشته‌ای دور در ایران نسبت داده شده است (Dejampour and Gerigurian, 2004). مناطق عمده کشت زردآلو در ایران آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، سمنان، تهران، یزد، کرمان، زنجان و خراسان رضوی می‌باشد (ابراهیمی و همکاران،۱۳۹٦). اهمیت اقتصادی این محصول در کشور به‌گونه‌ای است که در بعضی از شهرها به عنوان یک محصول زودرس با ارزش اقتصادی و درآمدزایی بالا کشت و کار می‌گردد (Dejampoor, 2006). تحقیقات نشان می‌دهد که در مقایسه با سایر درختان میوه، زردآلو دارای بالاترین سطح از کاروتنوئیدها می‌باشد (Hacisefero *et al*., 2007). میزان کاربرد عناصر ریزمغذی در کشورهایی با کشاورزی پیشرفته، حدود دو تا چهار درصد کل کود مصرفی است ولی این مقدار در ایران بسیار کم و حدود ۰/۰۲ درصد است (Malakouti, 2005). مصرف خاکی کودهای آلی و معدنی برای تأمین نیازهای درخت در مراحل بحرانی کارا نبوده بنابراین محلول‌پاشی با عناصر معدنی می‌تواند علاوه بر کم کردن استرس‌های محیطی باعث افزایش کمی و کیفی محصول شود (رضایی، ۱۳۹۲). در روش محلول‌پاشی عناصر موردنیاز گیاه به‌سرعت و با کارایی نسبتاً بالایی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (مؤمن پور و همکاران، ۱۳۹۷). عناصر معدنی تأثیر زیادی روی شرایط فیزیولوژیکی درختان گرده‌زا ازجمله روی کیفیت گرده درصد جوانه‌زنی، قدرت زنده‌مانی و سرعت رشد لوله گرده دارند. در بررسی‌های گوناگونی که با استفاده از محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی ازجمله عنصر روی (Zn) بر گل‌های درختان میوه صورت گرفته، اثرات مثبت این عنصر در تشکیل میوه و بهبود عملکرد آن مشاهده شده است که علت آن را تأثیر مثبت این عنصر بر درصد جوانه‌زنی گرده عنوان کرده‌اند (Ahmed *et al*., 2002). روی از عناصر ریزمغذی است که برای تشکیل میوه و تولید آن برای گیاه ضروری است. این عنصر در قسمتی از آنزیم کربنیک آنهیدراز در همه بافت‌های فتوسنتزی حضور دارد که برای بیوسنتز کلروفیل موردنیاز است. همچنین، نقش مهمی در سنتز تریپتوفان که یک پیش ماده سنتز اکسین است دارد (Castr and Sotomayor, 1997). روی مستقیماً به سنتز بیولوژیکی اکسین (IAA) و جیبرلین (GA3) که بیشترین نقش را در رشد گیاه دارند، و از طریق بیوسنتز این هورمونها به‌ویژه اکسین به گرده‌افشانی، لقاح و تشکیل میوه در درختان میوه کمک می‌کند (Broadley *et al*. 2007). گزارش شده است که حدود ۳۰٪ از خاک‌های کشاورزی جهان با کمبود روی مواجه هستند و روی شایع‌ترین کمبود ریزمغذی است که بیشتر در خاک‌های با pH بالا وجود دارد (Alloway, 2008).

Hipps and Davies (2000) گزارش کردند که استفاده از محلول‌پاشی روی پس از مرحله گلدهی باعث افزایش غلظت روی می‌شود. و محلول‌پاشی روی بر برگ‌ها در پاییز به‌طور قابل‌توجهی محتوای روی در میوه را در سال آینده بهبود می‌بخشد. همچنین، محلول‌پاشی روی باعث افزایش گرده‌افشانی و تقسیم سلولی می‌شود. علاوه بر این، به نظر می‌رسد کاربرد محلول‌پاشی روی برای بهبود علائم کاهش روی در بسیاری از گیاهان مؤثر است (Sanchez and Righetti, 2002).

به‌منظور لقاح و نهایتاً تشکیل جنین، گرده ابتدا باید سازگاری مولکولی را با کلاله داشته باشد. سپس با تولید

www.SID.ir

Archive of SID

یک لوله گرده در سطح کلاله از خامه به سمت تخمدان نفوذ می‌کند (Radonic *et al*. 2017). کمبود روی با تأثیرگذاری بر تولید گرده، فیزیولوژی گرده، آناتومی گل و مجموعه میوه می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی در گرده‌افشانی داشته باشد (Usenik and Stampar 2002).

طلایی و همکاران (۱۳۸٤) طی پژوهشی اثر محلول‌پاشی کودهای اوره، اسید بوریک و سولفات روی هر یک با غلظت سه در هزار را بر روی درختان زیتون رقم زرد به‌تنهایی و در ترکیب با یکدیگر بررسی کرد. نتایج نشان داد محلول‌پاشی این عناصر تأثیر معنی‌داری در افزایش تشکیل میوه اولیه داشتند. Qin (1996) ، نیز با بررسی نتایج حاصل از تحقیقات خود بیان کرد که محلول‌پاشی بور و روی در پرتقال رقم واشنگتن ناول رشد لوله گرده، میزان محصول و تشکیل میوه را به مقدار قابل‌توجهی افزایش داده است. سید کلایی و همکاران(۱۳۹٤) با بررسی تأثیر محلول‌پاشی نیتروژن، بور و روی بر میزان اکسین، تشکیل و ریزش میوه در پرتقال تامسون ناول گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر غذایی نیتروژن، بور، بخصوص روی با تأثیر بر افزایش میزان اکسین در منطقه اتصال میوه به ساقه موجب کاهش ریزش و درنتیجه افزایش تشکیل میوه در هر سه مرحلهٔ تشکیل میوه اولیه، تشکیل میوه بعد از ریزش خرداد و تشکیل میوه نهایی و درنتیجه افزایش عملکرد در پرتقال تامسون ناول شدند.

Castr and Sotomayor (1997) ، در بررسی‌های خود در رابطه با تأثیر عناصر روی و بور بر درصد تشکیل میوه بادام دریافتند که ترکیب بور و روی باهم به‌صورت محلول‌پاشی در بادام، موجب افزایش میزان تشکیل میوه می‌شود. همچنین، Bybordi and Malakouti (2005) ، طی پژوهشی اعلام کردند که محلول‌پاشی ازت، بور و روی به ترتیب با غلظت‌های دو، چهار و پنج در هزار موجب افزایش تشکیل میوه در بادام رقم آذر شد.

با توجه به مطالب گفته شده محلول‌پاشی عنصر روی باعث بهبود گرده‌افشانی و تشکیل میوه در گونه‌ها و ارقام مختلف گیاهان شده ولی محققان کمتری از نحوه اثر عنصر روی بر نفوذ لوله گرده و تشکیل میوه گزارش داده‌اند. استفاده از میکروسکوپ فلورسنت پس از رنگ‌آمیزی لوله-های گرده با معرف‌های رنگی و ردیابی نفوذ آن در خامه از تکنیکهای جدید مورداستفاده در فیزیولوژی درختان میوه است که کاربردهای فراوانی در ردیابی نفوذ عناصر، بررسی خود و دگر (نا)سازگاری بین گونه‌ها و ارقام درختان میوه، بررسی دوره گرده‌افشانی مؤثر و ... دارد (Sharafi, 2019). بنابراین، بسیاری از مشکلات مربوط به تحقیقات گرده‌افشانی می‌تواند با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت در آزمایشگاه رفع شود. میکروسکوپ فلورسنت یک روش نسبتاً سریع و قابل‌اعتماد برای بررسی نفوذ لوله گرده به تخمدان در درختان میوه است (Milatovic *et al*., 2013; Kubitscheck, 2017; Radunić., et al, 2017). در ایران اثر عناصر ریزمغذی و حتی عناصر ماکرو روی صفات گرده‌افشانی، لقاح و تشکیل میوه به‌صورت دقیق و در سطح میکروسکوپی در زردآلو مطالعه نشده است. در این تحقیق اثر عنصر روی در غلظت‌های مختلف بر لقاح و تشکیل میوه زردآلو با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۷ در باغ گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد روی دو رقم زردآلوی شاهرودی و بیگی انجام شد. طی این مدت

www.SID.ir

Archive of SID

مدیریت باغ، تغذیه، آبیاری، مبارزه با آفات و امراض، عملیات زراعی و باغی مانند هرس و غیره همگی بر اساس توصیه‌های علمی موجود و به‌طور یکسان بر روی کلیه درختان باغ انجام گرفت. دو هفته قبل از شکوفایی جوانه-های گل (اوایل اسفند) به عبارتی در مرحله متورم شدن جوانه‌ها برای هر تیمار یک درخت با وضعیت رشدی مناسب و یکنواخت با سایر درختان انتخاب شد. محلول پاشی و برداشت مادگی‌ها و بررسی‌های بعدی مطابق روش Sharafi (2019) و Radunić., et al (2017) صورت گرفت. بدین ترتیب که درختان انتخابی با سولفات روی ($ZnSO_4$)در سه سطح صفر (شاهد)، ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر تا حدی که محلول از شاخه‌ها چکه کند انجام شد. تیمار شاهد با استفاده از آب مقطر محلول‌پاشی شد. زمانی که گل‌ها در مرحله بالونی[1] قرار داشتند از هر درخت چهار شاخه از چهار جهت اصلی با تعداد گل کافی انتخاب شدند. شاخه‌ها تا حد امکان در موقعیت مشابهی روی درخت قرار داشتند. برای تهیه گرده زمانی که گل‌ها در مرحله بالونی نزدیک به مرحله شکوفایی بودند به تعداد کافی جمع‌آوری‌شده و بساک‌ها با استفاده از پنس استریل جمع‌آوری و درون پتری دیش به مدت ٢٤ ساعت در دمای اتاق و محل تاریک قرارگرفته تا خشک شدند (نکونام و همکاران،۱۳۹۰). سپس دانه‌های گرده آزاد شده داخل ویال‌های شیشه‌ای در دمای ٤-٣ درجه، درون یخچال تا زمان استفاده نگهداری شدند. آزمون جوانه‌زنی دانه‌های گرده در محیط کشت جامد حاوی ۳۰ درصد ساکارز، یک درصد آگار و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک انجام شد (Imani *et al*., 2011). برای این‌که از قدرت جوانه‌زنی گرده‌ها در زمان گرده‌افشانی اطمینان حاصل شود، ابتدا اقدام به کشت گرده‌ها در محیط کشت استاندارد شد، بر اساس نتایج درصد جوانه‌زنی بالای ٦٥ درصد را نشان دادند.

جوانه‌های گل موجود روی شاخه‌های پایه‌های مادری در مرحله بالونی شدن و قبل از شکوفایی اخته شدند. بدین معنی که پرچم‌های گل‌ها برای جلوگیری از خود گرده‌افشانی و گلبرگ‌ها به‌منظور عدم جلب‌توجه زنبورهای گرده‌افشان توسط ناخن دست و پنس قطع و جدا شدند. لازم به ذکر است غنچه‌های بسیار کوچک که در مرحله قبل از بالونی قرار داشتند و گل‌هایی که خیلی زودتر بازشده بودند حذف شدند. در این مرحله پس از اخته کردن هر پایه مادری به‌منظور جلوگیری از انتقال دانه گرده ناخواسته، دست‌ها و تجهیزات مورداستفاده برای اخته کردن با الکل اتیلیک ۷۰ ٪ شسته شده و سپس عمل اخته کردن غنچه‌های گل سایر پایه‌های مادری انجام شد. گل‌های اخته شده در پایان به‌وسیله کیسه‌های پارچه‌ای ململ ۵۰ سانتیمتری پوشانیده شدند (Sharafi., 2019). رقم شاهرودی بعنوان پایه مادری و رقم بیگی بعنوان پایه پدری انتخاب شد و در مرحله آمادگی پذیرش گرده توسط قلم مویی مخصوص با گرده‌های جمع شده گرده‌افشانی شدند.

مادگی‌های تلاقی شده بعد از ۱۲۰ ساعت از روی درختان برداشت و در داخل محلول فیکساتور شامل (پنج درصد فرم آلدهید ٤٠٪، پنج درصد استیک اسید و نود درصد الکل اتانول ٩٦٪) تثبیت شدند. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده تا زمان انجام مطالعات میکروسکوپی در یخچال نگهداری شده و سپس جهت ردیابی نفوذ لوله گرده، پس از شستشوی مادگی‌ها با آب مقطر و نرم کردن آن‌ها در محلول سود ۸ نرمال به مدت هشت ساعت و بعد

[1] Ballone stage

www.SID.ir

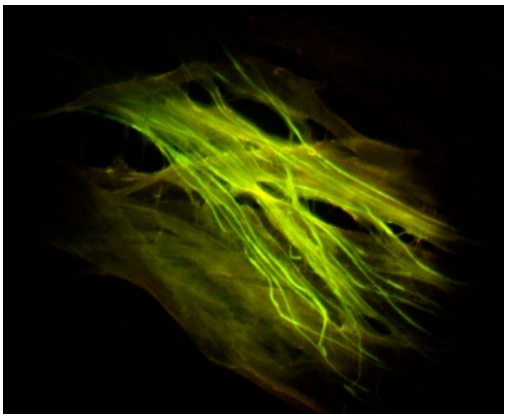
Archive of SID

از شست و شوی دوباره، با آنیلین بلو به مدت پانزده دقیقه رنگ‌آمیزی شد. روند رشد لوله گرده در هر تیمار توسط میکروسکوپ فلورسنت مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد دانه‌های گرده جوانه‌زده در سطح کلاله، همچنین تعداد لوله گرده در یک‌سوم بالایی، وسط خامه، یک‌سوم پایینی خامه و ورودی تخمدان شمارش شد. پس از شمارش تعداد لوله‌های گرده در هریک از بخش‌های فوق، درصد لوله‌های گرده موجود در هر یک از این بخش‌ها نسبت به تعداد دانه گرده‌ی جوانه‌زده در سطح کلاله محاسبه و روند رشد لوله گرده در قسمت‌های مختلف خامه موردبررسی قرار گرفت (شکل ۱). مشاهده و ثبت تصاویر توسط میکروسکوپ فلورسنس مدل Micros ساخت کشور اتریش با عدسی شیئی با بزرگنمایی ۱۰x انجام گرفت.

به‌منظور تعیین درصد تشکیل میوه دو نوبت بعد از عمل گرده‌افشانی نتایج ثبت گردید. با توجه به تعداد گل‌های گرده‌افشانی شده در هر شاخه، در هر شمارش درصد میوه‌های تشکیل‌شده ملاک تجزیه آماری قرار گرفت. به‌منظور محاسبه درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی،بعد از شمارش تعداد گل‌ها بر روی شاخه‌های انتخابی در زمان تمام‌گل به دنبال آن در اواخر فروردین‌ماه تعداد میوه باقی‌مانده روی شاخه‌ها شمارش شد و این عمل در نیمه خردادماه نیز تکرار شد و درصد میوه‌های هر واحد آزمایشی و هر تیمار در تاریخ‌های یادشده ثبت شد. درنهایت درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی، محاسبه شدند.

محاسبات آماری

این تحقیق در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی اجرا شد. تیمارهای موردبررسی سطوح مختلف عنصر روی شامل: صفر (شاهد)، ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بود ده مادگی بعنوان تکرار در نظر گرفته شد. داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SAS V9.2 مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد صورت گرفت.



شکل ۱. بررسی نفوذ لوله‌های گرده در خامه: میانه خامه

Fig 1. Study of pollen tube penetration to the style; middle part of style.

نتایج و بحث

الف- تشکیل میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که تیمارهای سولفات روی بر درصد تشکیل میوه اولیه و درصد تشکیل میوه نهایی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین (۳۵/۳۲درصد) تأثیر را در درصد تشکیل میوه اولیه در مقایسه با شاهد داشت. کمترین درصد تشکیل میوه اولیه (۲۰/٤۱درصد) مربوط به تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی بود (شکل ۲). همچنین بیشترین (۱۰/٦۱درصد) درصد تشکیل میوه نهایی مربوط به تیمار سولفات روی با غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین درصد تشکیل میوه نهایی (۳ درصد) مربوط به تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

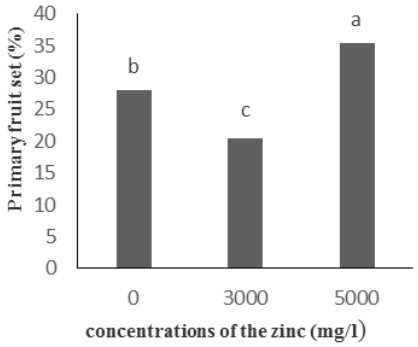
سولفات روی با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که در مقایسه با شاهد افزایش سه برابری را نشان داد (شکل ۳). این نتایج بیانگر نقش مثبت و تأثیرگذار روی در افزایش تعداد میوه اولیه و نهایی و یا به‌بیان‌دیگر کاهش ریزش میوه‌ها می‌باشد.

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر غلظت‌های روی بر تشکیل میوه اولیه و نهایی در تلاقی ارقام بیگی و شاهرودی زردآلو

Table 1. Analysis of variance of the effect of zinc on primary and final fruit set in the Beigi and Shahroudi apricot cross.

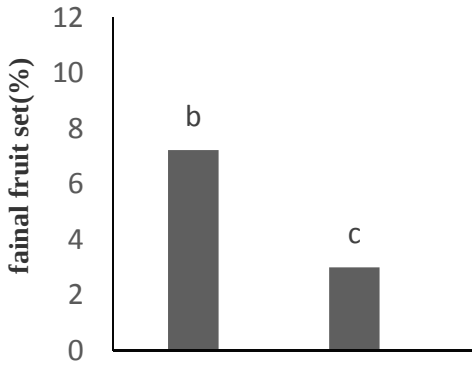
Final fruit set	primary fruit set	Flower Number	df	Sources of variation
524.44**	766.80**	124.70**	2	Zinc concentration
5.6	8.58	4.51	18	Error
24.34	10.49	9.93		C.V. (%)

** Significant difference at P< 0.01 **، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد



شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف روی بر درصد تشکیل میوه اولیه

Figure 2. The effect of different concentrations of the zinc on the primary fruit set



شکل۳- اثر غلظت‌های مختلف روی بر درصد تشکیل میوه نهایی

Figure 3. The effect of different concentrations of the zinc on the Final fruit set

عنصر روی در گرده‌افشانی و لقاح نقش مهمی دارد و برای تولید اکسین جهت رشد سلول مورد نیاز است. همچنین، روی در افزایش طول لوله گرده و زنده ماندن تخمک نقش بسزایی دارد. با توجه به موارد فوق روی در تشکیل میوه اولیه دخالت کرده و درصد تشکیل میوه اولیه را بالا برده است که در مقایسه با شاهد سه برابر افزایش تشکیل میوه مشاهده شد (طلایی و همکاران، ۱۳۸۰).

Qin 1996)، با بررسی نتایج حاصل از تحقیقات خود بیان کرد که محلول‌پاشی بور و روی در پرتقال رقم واشنگتن ناول رشد لوله گرده، تشکیل میوه و نهایتا میزان

www.SID.ir

Archive of SID

محصول را به مقدار قابل‌توجهی افزایش داده است. Ahmad و Abbdel (1995)، طی تحقیقاتی که در مورد اثر نیتروژن و روی و بور بر میزان تشکیل میوه پرتقال واشنگتن ناول انجام دادند گزارش کردند که محلول‌پاشی نیتروژن، بور و روی در پرتقال واشنگتن ناول، موجب افزایش تشکیل میوه نهایی شد. Salem (1996)، طی پژوهشی اعلام کرد با کاربرد همزمان اوره و سولفات روی درصد تشکیل میوه نهایی به‌طور معنی‌داری در نارنگی رقم انشو افزایش یافت. سید کلایی و همکاران (۱۳۹٤)، در بررسی‌های خود اثر محلول‌پاشی نیتروژن، بور و روی بر میزان اکسین، تشکیل و ریزش میوه در پرتقال تامسون ناول را بررسی کردند. نتایج نشان داد محلول‌پاشی نیتروژن، بور و به خصوص روی با تأثیر بر افزایش میزان اکسین در منطقه اتصال میوه به ساقه موجب کاهش ریزش و در نتیجه افزایش تشکیل میوه در هر سه مرحلهٔ تشکیل میوه اولیه، تشکیل میوه بعد از ریزش خرداد و تشکیل میوه نهایی و در نتیجه افزایش عملکرد در پرتقال تامسون ناول شدند. بیشترین درصد تشکیل میوه اولیه، میوه بعد از ریزش و میوه نهایی مربوط به تیمارهایی بوده که بیشترین میزان اکسین را داشتند. از آنجایی‌که تأثیرات مثبت اکسین در نتایج مطالعات گوناگون بر افزایش درصد تشکیل میوه مشخص شده است احتمال دارد افزایش تشکیل میوه اولیه و نهایی در این تحقیق به خاطر تأثیر روی بر افزایش اکسین و در نتیجه بالا بردن درصد تشکیل میوه، هم در تشکیل میوه اولیه و هم در تشکیل میوه نهایی باشد.

ب- درصد جوانه‌زنی و رشد لوله گرده

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که غلظت-های مختلف روی بر درصد جوانه‌زنی گرده‌ها در سطح کلاله و تعداد لوله‌های گرده نفوذ کرده به قسمت بالایی خامه، میانه خامه و ابتدای تخمدان اثر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. بر اساس نتایج، تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی بیشترین (٦۳/۹۱ درصد) تأثیر را بر افزایش درصد جوانه‌زنی گرده‌ها در سطح کلاله نشان داد. کمترین درصد جوانه‌زنی (۵۰/۳۹ درصد) مربوط به تیمار شاهد بود (شکل٤). بر اساس نتایج مقایسه میانگین غلظت‌های روی بر تعداد لوله گرده در ابتدای خامه بیشترین (٤۸/۲٦) تعداد لوله گرده وارد شده به قسمت ابتدای خامه مربوط به تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم سولفات روی بود. کمترین تعداد لوله گرده (۲۷/۱۳درصد) وارد شده به قسمت ابتدای خامه مربوط به تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم سولفات روی بود که در مقایسه با شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (شکل ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر غلظت‌های روی بر تعداد لوله گرده در وسط خامه بیشترین تعداد لوله گرده وارد شده به میانه خامه (۱۸/۱۰درصد) در تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم سولفات روی بود. کمترین آن (۱۰/۳٦درصد) مربوط به تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم سولفات روی بود (شکل ٦). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر غلظت‌های روی بر تعداد لوله گرده در انتهای خامه بیشترین تعداد لوله گرده نفوذ کرده به قسمت انتهای خامه (۵/۹۳ درصد) مربوط به تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و کمترین آن (۲/٦٦درصد) مربوط به تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر روی بود که دارای اختلاف معنی‌داری با شاهد در سطح یک درصد بود (شکل٦). بیشترین تعداد لوله گرده در ورودی تخمدان (۱/۸۳درصد) مربوط به تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم سولفات روی بود که دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد نسبت به شاهد بود. کمترین لوله گرده نفوذ

www.SID.ir

Archive of SID

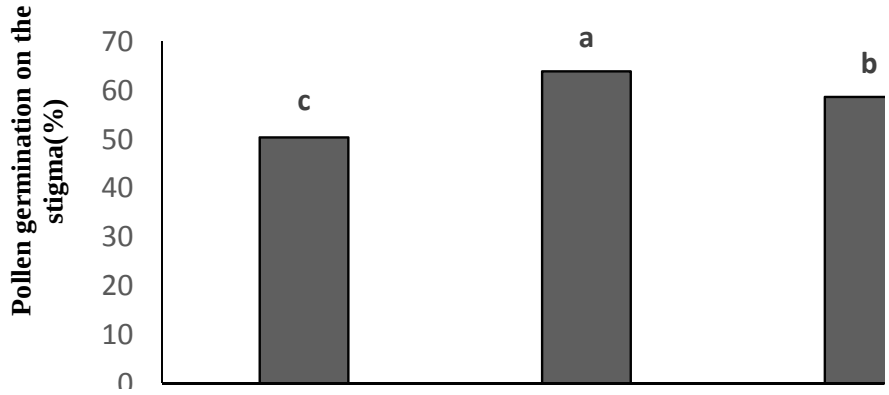
کرده به ورودی تخمدان (۰/۸۶درصد) مربوط به تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی بود. طبق مطالعات صورت گرفته توسط Aydemir (1988) کم شدن فعالیت آنزیم‌ها و کم شدن اکسیژن‌رسانی، از جمله تاثیرات منفی استفاده از غلظت‌های بالای عناصری مثل روی بر جوانه‌زنی و رشد لوله گرده است. از آنجایی که روی نیز جزء عناصر سنگین محسوب شده و این عناصر به طور غیر مستقیم باعث توقف رشد در گیاه می‌شوند، بنابراین احتمال دارد افزایش غلظت روی اثر سمیت بر جوانه‌زنی و رشد لوله گرده داشته و در غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین درصد جوانه‌زنی در سطح کلاله و رشد لوله گرده در قسمت‌های مختلف خامه مشاهده شود.

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر عنصر روی بر درصد جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله و درصد نفوذ لوله گرده در ابتدا، میانه و انتهای خامه و ورودی تخمدان

Table 2. Analysis of variance of the effect of zinc on pollen germination on the stigma and tube penetration to upper , middle and third part of the style and so beginning of the ovary.

Beginning of ovary	End of the style	Middle of the style	Beginning of the style	Pollen germination	df	Sources of variation
9.03**	87.54**	489.87**	3321.81**	1393.65**	2	Zinc Concentration
0.41	1.56	8.3	44.1	52.15	81	Error خطا
23.51	21.18	21.3	17.87	12.52		C.V. (%)

** Significant difference at P< 0.01 **، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

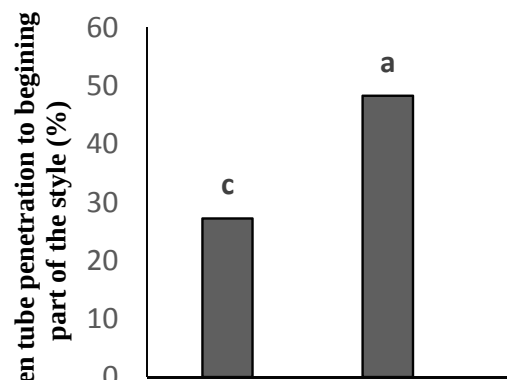


شکل ٤- اثر غلظت‌های مختلف روی بر درصد جوانه‌زنی گرده روی کلاله

Figure 4. The effect of different concentrations of the zinc on the pollen germination percentage on the stigma.

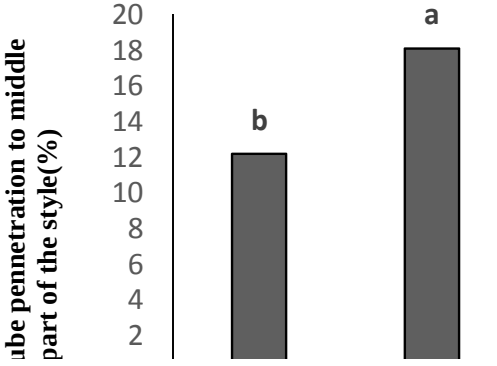
www.SID.ir

Archive of SID



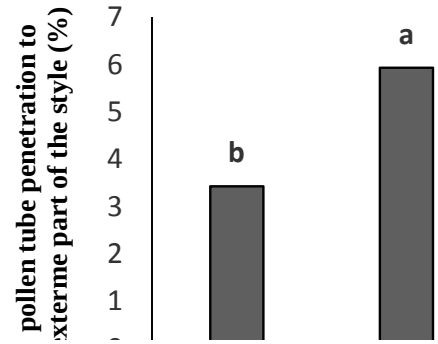
شکل۵- اثر غلظت‌های روی بر میزان نفوذ لوله گرده در ابتدای خامه

Figure 5. The effect off different concentrations of the zinc on the tube penetration to begining part of the style



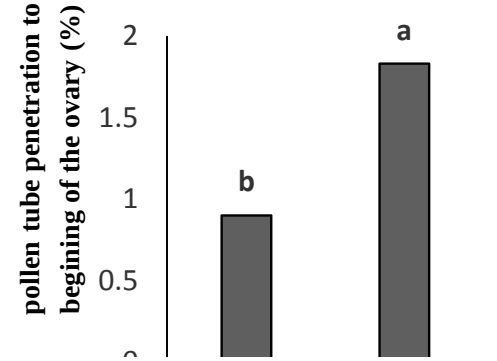
شکل ٦-اثر غلظت‌های روی بر میزان نفوذ لوله گرده در میانه خامه

Figure 6. The effect of different concentrations of the Zinc on the tube penetration to middle part of the style



شکل۷- اثر غلظت‌های روی بر میزان نفوذ لوله گرده در انتهای خامه

Figure 7. The effect off different concentrations of the zinc on the tube penetration to extreme part of the style



شکل ۸-اثر غلظت‌های روی بر میزان نفوذ لوله گرده در ورودی تخمدان

Figure 8. The effect off different concentrations of the zinc on the tube penetration to begining of the ovary

کمبود روی به‌طور مستقیم بر مورفولوژی کلاله، باروری گرده و عملکرد تأثیر می‌گذارد. Sharfi(2019)، اثر محلول پاشی عنصر روی بر روند رشد لوله گرده در مادگی چند رقم سیب را مورد مطالعه قرار داده و گزارش نمود که عنصر روی بر درصد جوانه‌زنی در سطح کلاله و میزان نفوذ لوله‌های گرده در قسمت ابتدایی خامه، میانه خامه و تخمدان اثر مثبت بالایی داشته و درمجموع محلول پاشی عنصر روی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و میزان رشد لوله گرده شد. بنابراین، افزایش محلول‌پاشی روی در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأثیرگذاری را بر جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در مادگی سیب نشان داد که نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج ایشان مطابقت داشت. طلایی و همکاران (۱۳۸۰)، با بررسی تأثیر محلول پاشی بور و روی در درصد تشکیل میوه و کیفیت

www.SID.ir

Archive of SID

میوه زیتون گزارش کردند که محلول‌پاشی اسید بوریک تشکیل میوه اولیه را ٪۷۹ افزایش داد. درحالی‌که محلول‌پاشی روی و اسید بوریک سبب افزایش قابل توجهی در تشکیل میوه نهایی و تعداد میوه هنگام برداشت شد. همچنین، بیشترین طول میوه از کاربرد سولفات روی حاصل شد که نتایجی مشابه در تحقیق Saadati et al, 2016 گزارش شده است. عنصر روی در گرده‌افشانی و لقاح نقش مهمی دارد و برای تولید اکسین جهت رشد سلول موردنیاز است. همچنین، روی در افزایش طول لوله گرده و زنده ماندن تخمک نقش دارد با توجه به موارد فوق روی در تشکیل میوه اولیه دخالت کرده و درصد تشکیل میوه اولیه را بالا برده است.

جدول ۵. تجزیه واریانس ویژگی‌های برگ زعفران جدول۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد مطالعه

Table 3. Pearson correlation coefficients among the studied characteristics.

	Number of pollen	Germination percentage	Beginning of the style	Middle of the style	End of the style
Germination percentage	0.48**				
Beginning of the style	0.59**	0.66 **			
Middle of style	0.53**	0.52**	0.77**		
End of the style	0.42**	0.49**	0.55**	0.74**	
Beginning of the ovary	0.38**	0.44**	0.47**	0.61**	0.76**

**، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد ** Significant difference at P< 0.01

نتایج مربوط به همبستگی بین صفات در جدول ۳ نشان داد که ضرایب بین ۳۸/. الی ۷۷/. بود. به‌طورکلی ضرایب همبستگی بین درصد جوانه‌زنی دانه گرده در سطح کلاله و تعداد لوله‌گرده در قسمت‌های مختلف خامه و تخمدان نشان داد که همبستگی مثبت و بالایی بین آن‌ها وجود داشت. بیشترین همبستگی (۷۷/.) بین تعداد لوله گرده در میانه خامه و تعداد لوله گرده در ابتدای خامه و کمترین همبستگی (۰/۳۸) بین تعداد دانه‌گرده در سطح کلاله و تعداد لوله‌گرده در ابتدای تخمدان وجود داشت.

نتیجه‌گیری نهایی

عنصر روی هم در بیوسنتز تریپتوفان که پیش مادهٔ سنتز اکسین است و هم در آنزیم‌های مسیر سنتز اکسین بعنوان کوفاکتور آنزیمها نقش دارد و به دلیل نقش این عنصر در افزایش تولید اکسین، در تشکیل میوه و کاهش ریزش میوه‌چه‌ها بسیار مؤثراست. محلول‌پاشی عنصر روی احتمالاً با تأثیر بر افزایش میزان بیوسنتز اکسین موجب کاهش ریزش و درنتیجه افزایش تشکیل میوه در هر دو مرحلهٔ تشکیل میوه اولیه و تشکیل میوه نهایی شده است. از

www.SID.ir

Archive of SID

آنجایی‌که کمبود روی به‌طور مستقیم بر مورفولوژی کلاله، باروری گرده و عملکرد دانه تأثیر می‌گذارد از این‌رو با محلول‌پاشی روی با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر درصد جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در تمام قسمت‌های خامه همچنین، ورودی تخمدان نسبت به شاهد افزایش داشته

افزایش در میزان فلورسانس حداقل، نشان دهنده بسته شدن روزنه ها، کاهش سرعت بازسازی آنزیم روبیسکو، کاهش فراهمی دی‌اکسید کربن از روزنه‌ها، کاهش سرعت انتقال الکترون و در نهایت کاهش فتوسنتز می‌شود (شاهسون و چمنی، ۱۳۹۳)، و کاهش در فلورسانس حداکثر نشان دهنده کاهش در واکنش‌های فتوشیمیایی ((Wilson and Greaves, 1993، به علت کاهش سرعت مصرف ATP و NADPH در چرخه کالوین می‌باشد، و با کاستن از سرعت زنجیره انتقال الکترون (Baker and Rosenqvist, 2004)، فعالیت فتوسیستم II را مختل می کند(Anonymous, 1993).

است. غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در قسمت‌های مختلف خامه شده است. احتمال دارد افزایش غلظت روی بر روی گیاه اثر سمی داشته و موجب کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد لوله گرده شده باشد.

پیشنهادها

با توجه به یافته‌های این پژوهش، به نظر می‌رسد که استفاده از کنسانتره کود مرغ به میزان ۵ تن در هکتار ضمن بهبود عملکرد گل و ویژگی‌های رویشی زعفران، از جنبه‌های اقتصادی و زیست محیطی نیز مثمر بوده و می‌تواند برای بهبود بخشیدن به صفات رشدی و عملکرد زعفران مد نظر قرار گیرد. هر چند لازم است سطوح پیشنهادی در این تحقیق، در مناطق و آزمایشات دیگر هم مورد تأیید قرار گیرد. همچنین، نتایج سال دوم نیز بررسی شود.

منابع

ابراهیمی، ص.، رضایی نژاد، ع.، اسماعیلی، ا.، وکرمی، ف.، ۱۳۹۶. تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری ویژگی‌های مورفولوژیکی ارقام و ژنوتیپ‌های زردآلو در شرایط آب و هوایی سنندج، *فنآوری تولیدات گیاهی*، شماره ۱، صص۳۲-۱۷.

دژم پور، ج.، و گریگوریان، و.، ۱۳۸۳. اثرهای نوع دانه گرده روی برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی میوه زردآلو، مجله علوم و فنون باغبانی ایران، شماره ۱، صص ۱۰-۱.

ر ضایی، ر، ۱۳۹۲. بررسی تأثیر چند محرک زیستی بر خصو صیات کمی و کیفی دو رقم سیب. اولین همایش ملی الکترونیکی مباحث نوین در علوم باغبانی، ۲۸ و ۲۹ آبان ماه، انجمن علمی مهندسی علوم باغبانی دانشگاه جهرم.

سیدکلایی، ف.، صادقی، ح.، و مرادی، ح.، ۱۳۹۴. اثر محلول‌پاشی نیتروژن، بور و روی بر میزان اکسین، تشکیل و ریزش میوه در پرتقال تامسون ناول (*Citrus sinensis cv.* Thomson navel)، *علوم باغبانی ایران*، شماره ۳، صص ۳۷۸-۳۶۷.

طلایی، ع.، بادمحمود، م.ط. و ملکوتی، م. ج.،۱۳۸۰. اثر محلول پاشی با نیتروژن، بور و روی بر کمیت و کیفیت میوه زیتون، *مجله علوم کشاورزی ایران*، شماره ۴، صص۷۳۶-۷۲۷.

ملکوتی، م.ج.، ۱۳۸۴. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. تهران: انتشارات سنا.

www.SID.ir

Archive of SID

مومن پور، ع.، ایمانی، ع.، و محمد خانی، ی.، ۱۳۹۷. بررسی اثر محلول پاشی برخی از کودهای تجاری بر عملکرد و ویژگی های میوه سیب رقم های ' فوجی ' و ' دلبار استیوال ، *نشریه پژوهش های تولید گیاهی*، شماره ۴، صص۴۷-۳۳.

نکونام، ف.، فتاحی مقدم، م. ر.، و عبادی، ع.، ۱۳۹۱. بررسی عوامل محیطی موثر بر برخی از خصوصیات بیولوژیکی گل در چهار رقم زردآلوی ایرانی، *علوم باغبانی ایران*، شماره۲، صص۱۸۷-۱۷۵.

وزوائی، ع.، قادری، ن.، طلائی، ع.، و بابالار، م.،۱۳۸۰. اثر محلول پاشی اسید بوریک و سولفات روی بر تشکیل میوه بادام، *مجله علوم کشاورزی ایران*، شماره ۲، صص ۳۸۴-۳۷۷ .

Ahmed, F.F., Darwish, O.H., Gobara, A.A., & Ali, A.H. (2002). Physiological studies on the effect of ascorbic and citric acids in combined with some micronutrients on "Flame Seedless" grape vines. *Journal of Agricultural Research and Development*, 22(1): 105-114.

Ahmad, M. & Abbdel, F.M. (1995). Effect of urea, some micronutrients and growth-regulatorsfoliar spray on the yield, fruit quality, and some vegetative characteristics of *'Washington Navel'* organe trees. *HortScience*, 30, 774-780.

Alloway, B.J., 2008. Zinc in soils and crop nutrition. Brussels, Belgium: International Zinc Association.

Andreini, C. and Bertini, I., 2012. A bioinformatics view of zinc enzymes. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 111, pp.150-156.

Aydemir, O., Ince, F. Bitki Besleme, Dicle Univ. EUitim Fak. Yay. No: 2, 1988.

Broadley, M.R., White, P.J., Hammond, J.P., Zelko, I. and Lux, A., 2007. Zinc in plants. *New phytologist*, *173*(4), pp.677-702.

Bybordi, A. and Malakouti, M.J., 2005. Effects of foliar applications of nitrogen, boron and zinc on fruit setting and quality of almonds. In IV International Symposium on Pistachios and Almonds 726 (pp. 351-358).

Castr, J. & Sotomayor, C. (1997). The influence of boron and zinc sprays bloomtime on almond fruit set. *Acta Horticulturae*, 7, 402-405.

Petrișor, C., Asănică, A., Câmpeanu, G. and Bărbulescu, A., 2014. Impact of foliar fertilizer on physiological compounds in different apricot varieties. Scientific Papers-Series B, Horticulture, (58), pp.87-90.

Hacisefero ullari, Haydar, Ibrahim Gezer, Mehmet Musa Ozcan, and Bayram Murat Asma. 2007Post harvest chemical and physical mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey." *Journal of Food Engineering*. 79(1):364-73.

Hipps, N.A. and Davies, M.J., 2000, August. Effects of foliar zinc applications at different times in the growing season on tissue zinc concentrations, fruit set, yield and grade out of culinary apple trees. In IV International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Crops 564 (pp. 145-151).

Imani, A., Barzegar, K., Piripireivatlou, S., and Masomi, S.H. (2011). Storage of apple pollen and in vitro germination. *African Journal of Agricultural Research*, 6(3): 624-629.

Kubitscheck U. 2017. Fluorescence microscopy: from principles to biological applications: John Wiley & Sons.

Nyomora AM, Brown PH, Freeman M. Fall foliar-applied boron increases tissue boron concentration and nut set of almond. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1997 May 1; 122(3):405-10.

Qin, X. (1996). Foliar sprays of B, Zn, and Mg and their effects on fruit production and quality of Jincheng organ. Journal of South west Agricultural University, 18(1), 40-45.

www.SID.ir

Archive of SID

Radunić M, Jazbec A, Ercisli S, Čmelik Z, Ban SG. 2017. Pollen-pistil interaction influence on the fruit set of sweet cherry. *Scientia Horticulturae* 224:358-366.

Saadati, S., Moallemi, N., Mortazavi, S.M.H. and Seyyednejad, S.M., 2016. Foliar Applications of Zinc and Boron on Fruit Set and Some Fruit Quality of Olive. Vegetos-An International Journal of Plant Research, 29(2), pp.53-5 Sanchez, E.E. and Righetti, T.L., 2001, September. Misleading zinc deficiency diagnoses in pome fruit and inappropriate use of foliar zinc sprays. In International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants 594 (pp. 363-368).

Sharafi, Y. 2019. Effects of zinc on pollen gamete penetration to pistils in some apple crosses assessed by fluorescence microscopy. Caryologia. DOI: 10.13128/cayologia-258.

Sharafi, y., karimi, M., and Ghorbanifar, M. 2010. Study of pollen tub cross-compatibility and fruit set in some almond genotypes. Afric, J. Plant Scien. 4:134-137.

Sotomayor, C., H. Silva, and J. Castro. 2000; Effectiveness of boron and zinc foliar sprays on fruit setting of two Almond cultivars. Acta Hort. 591: 129-132.

Taheri, M. (2009). Investigation of the effect of foliar nitrogen, boron and zinc on fruit set and some quantitative and qualitative properties of yellow local varieties ofolive. M.Sc. Thesis, Tehran University, Agricultur College. 145. (in Farsi)

Takebayashi, N., Brewer, P.B., Newbigin, E.D. and Uyenoyama, M.K., 2003. Patterns of variation within self-incompatibility loci. *Molecular Biology and Evolution*, 20(11), pp.1778-1794.

Usenik, V. and Stampar, F., 2001, September. Effect of foliar application of zinc plus boron on sweet cherry fruit set and yield. In International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants 594 (pp. 245-249).

Yogaratnam, N. and Greenham, D.W.P., 1982. The application of foliar sprays containing nitrogen, magnesium, zinc and boron to apple trees. I. Effects on fruit set and cropping. *Journal of Horticultural Science*, 57(2), pp.151-158

www.SID.ir

Archive of SID

Microscopic study of fertilization and fruit set in apricot cultivars sprayed by zinc

Masoumeh Eftekhari[1], Yavar Sharafi[*2]

1- *Respectively Master student of fruit trees of Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.*

mhb.eftekhari1126@gmail.com

2- *Corresponding Author and Assistant Professor of Department of Horticultural science, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.*

y.sharafi@shahed.ac.ir

Received Date: 2019/11/18 **Accepted Date: 2020/02/17**

ABSTRACT

Introduction; Zinc (Zn) is an essential micronutrient in plants and has a vital role in cell division, nucleic acid metabolism, protein synthesis, photosynthesis, carbohydrate metabolism, and phytohormones regulation (Sharafi, 2019). Zn directly contributes in the biological synthesis of auxin (IAA) and gibberellin (GA3) which have utmost roles in the plant growth, pollination, fertilization and fruit set in fruit trees (Broadley et al. 2007). Also, Zinc plays a major role as a cofactor in the structure and function of more than 300 enzymes in plants, such as Cu/Zn superoxide (Cu/Zn-SOD), carbonic anhydrase (CA), and sorbitol dehydrogenase (SDH). Zinc toxicity in plants is far less widespread than Zn deficiency (Radunić., et al., 207). The most important goal for fruit growers is to achieve high yields in orchards. The amount of nutrients in the plant and its nutrition are the most important determinants of plant performance. Among micronutrients, zinc plays an important role in pollination, fruit set and function of fruit trees and is one of the influencing factors in germination and growth of pollen tube (Sharafi, 2019).

Materials and methods; In this study, the effects of zinc foliar application at three concentrations of 0, 3000 and 5000 mg / l on flower buds of two cultivars of Beigi and Shahroodi apricots were investigated. After foliar application two weeks before flowering, the effect of foliar application on germination percentage, pollen tube growth, primary and final fruit set were evaluated.

Results; The results were showed that 5000 mg / L zinc sulfate had the most effect on the rate of initial and final fruit set. The percentage of initial and final fruit set was 3,000 mg / l zinc sulfate. The results also showed that the effect of zinc on germination percentage at stigma level and penetration rate of pollen tubes at the beginning of pistil, middle style and ovarian inlet was significant at 1% probability level. The germination percentage with 3000 mg / L zinc sulfate with 63.91% germination and the lowest germination with 51.39% was related to control. Also, 3000 mg / l sulfate increased the penetration of pollen tubes into the beginning and middle parts of the styles and so ovary.

Discussion; Overall foliar application of Zn increased the primary and final fruit set, and so increased germination and penetration of pollen tube to the ovary.

Keywords: Apricot, zinc, germination, pollen tube, fruit set,

www.SID.ir