نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 33 / شماره 4 / 1398

تأثیر برگ‌پاشی پاییزی نیتروژن، روی و بور در تشکیل میوه در درختان هلو

علی اسدی کنگرشاهی[1] و نگین اخلاقی امیری

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران؛ **kangarshahi@gmail.com**

استادیار بخش علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران؛ **neginakhlaghi@yahoo.com**

دریافت: **98/7/22** و پذیرش: **98/11/27**

چکیده

آزمایشی به منظور تعیین تأثیر برگ‌پاشی پائیزه نیتروژن، روی و بور در تشکیل میوه درختان هلو در فصل بعد، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و چهار تکرار به مدت سه سال (97-1394) با 56 اصله درخت بارده هلو در شرق مازندران انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: 1- شاهد، 2- محلول‌پاشی اوره 10 در هزار، 3- محلول‌پاشی اوره 10 در هزار + سولفات روی 5 در هزار، 4- محلول‌پاشی اوره 10 در هزار + سولفات روی 5 در هزار + اسید بوریک 4 در هزار، 5- محلول‌پاشی اوره 15 در هزار + سولفات روی 5 در هزار + اسید بوریک 4 در هزار، 6- محلول‌پاشی اوره 20 در هزار + سولفات روی 5 در هزار + اسید بوریک 4 در هزار، 7- محلول‌پاشی اوره 25 در هزار + سولفات روی 5 در هزار + اسید بوریک 4 در هزار بود. محلول‌پاشی در اواخر فصل رشد و زمانی که حدود 10 تا 15درصد برگ‌ها زرد بودند انجام شد. نتایج نشان داد که اوره به سرعت توسط برگ‌ها جذب شد و در فاصله زمانی کوتاهی پس از محلول‌پاشی، غلظت نیتروژن در بافت برگ افزایش یافت، پس از محلول‌پاشی، ابتدا غلظت نیتروژن در بافت برگ افزایش یافت و بعد از آن مجددا شروع به کاهش کرد. به طوری که میانگین غلظت نیتروژن از 2% قبل از محلول‌پاشی در تیمار شماره هفت در فواصل زمانی 4، 24 و 48 ساعت پس از محلول‌پاشی به ترتیب به 3/15%، 3/07% و 2/06% رسید. نتایج جذب و تغییرات غلظت روی در برگ نیز نشان داد که در همه تیمارهای دارای محلول‌پاشی سولفات روی، غلظت آن در برگ افزایش یافت و این روند جذب در بافت برگ تا 48 ساعت پس از محلول‌پاشی نیز ادامه داشت. محلول‌پاشی اسید بوریک نیز موجب افزایش غلظت بور در بافت برگ شد و غلظت بور در بافت برگ، پس از چهار ساعت به بیشترین مقدار رسید و سپس به تدریج غلظت آن کاهش یافت. به طور کلی محلول‌پاشی پاییزی اوره، سولفات روی و بور، به طور معنی‌داری موجب افزایش تشکیل میوه در مقایسه با شاهد شد و تیمار شماره هفت بیشترین تاثیر در تشکیل میوه را داشت و حدود 50 درصد بیشتر از شاهد بود. بنابراین، برای کاهش ریزش گل، افزایش تشکیل میوه و کاهش ریزش میوه‌چه‌ها، محلول‌پاشی اوره با غلظت 20 تا 25 در هزار، سولفات روی با غلظت 5 در هزار و اسید بوریک با غلظت 4 در هزار در پاییز زمانی که 10 تا 15 درصد برگ‌ها زرد شده‌اند توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انتقال مجدد، ریزش برگ‌ها، اوره، سولفات روی ، اسید بوریک.

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

مقدمه

نیتروژن یک ترکیب عنصری ضروری در تعدادی از ترکیبات آلی عمومی و مهم (اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک) است و حدود 2 تا 4 درصد وزن خشک گیاهان را تشکیل می‌دهد در بیشتر خاک‌ها، نیتروژن مهمترین عامل محدود کننده رشد است. لذا مدیریت مصرف نیترون می‌تواند بیشترین تأثیر در افزایش عملکرد محصول داشته باشد (منگل و کرکبای، 1987). عملکرد محصول بیشتر به فراهمی نیتروژن غیرآلی بستگی دارد و مصرف بهینه کودهای نیتروژنی موجب افزایش تولید می‌شود و به طور کلی بدون مصرف کودهای نیتروژنی تأمین غذا برای کل جمعیت جهان غیر ممکن است (منگل، 1992). از طرف دیگر، هزینه پایین کودهای نیتروژنی در مقایسه با دیگر کودها و ضرورت مصرف آن برای افزایش تولید، منجربه توسعه مصرف سطوح بالای کودهای نیتروژنی شده است که به نوبه خود می‌تواند موجب بروز مشکلات اکولوژی و زیست محیطی به ویژه در مناطق شمالی کشور شود.

به طور کلی برخی پژوهش‌ها در مورد درختان میوه در مناطق معتدله نشان داده است که نیتروژن مصرفی در اوایل بهار، بیشتر به رشد رویشی سرشاخه‌ها اختصاص پیدا می‌کند در حالی که نیتروژن مصرفی در آخر فصل بیشتر به اندام‌های ذخیره مانند پوست ریشه‌ها و تنه درختان می‌رود و مقدار کمی هم به جوانه‌های در حال توسعه منتقل می‌شود و محلول‌پاشی پس از برداشت یکی از راهکارهای عملی برای افزایش نیتروژن ذخیره جوانه‌ها در اواخر فصل رشد است (کارناکا و همکاران، 2018؛ زوبیر و همکاران، 2017؛ سنچز و همکاران،2006). گزارش‌های سنچز (1990) نشان می‌دهد که عدم رعایت زمان و نیاز واقعی مصرف نیتروژن در تولید محصول در کالیفرنیا، موجب می‌شود که سالانه چندین هزار تن نیتروژن از این اراضی شسته و به آب‌های زیرزمینی منتقل‌شود.

یکی از اعمال اصلی بور در درختان میوه، نقش آن در تشکیل میوه است. بور در تشکیل جوانه‌های گل، تولید دانه گرده و رشد لوله گرده درختان میوه هسته‌دار نقش اساسی دارد. درختان هلو و شلیل در مراحل کمبود متوسط بور، علائم ظاهری خاصی نشان نمی‌دهند و تنها علائم آن کاهش تشکیل میوه می‌باشد. محلول‌پاشی بور بعد از برداشت میوه می‌تواند عملکرد درختان میوه را در سال بعد به طور معنی‌داری افزایش دهد. محلول‌پاشی بور بعد از یک محصول سنگین یا بهار سرد با وضعیت محدود کننده برای گرده افشانی، بیشتر مؤثر خواهد بود (هان و همکاران، 2009؛ سنچز و رایگتی، 2005).

کمبود روی شایع‌ترین و محدود کننده‌ترین عنصر کم مصرف در تولید درختان میوه در جهان است (سویتلایک، 1999). محلول‌پاشی روی پس از برداشت میوه، در بسیاری از مناطق جهان برای درختان میوه خزان‌دار توصیه می‌شود. برخی پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که تأثیر این محلول‌پاشی موقتی بوده و تأثیر چندانی در افزایش روی جوانه‌های گل در بهار سال بعد ندارد (سنچز و رایگتی، 2002؛ هیپز و دیویس، 2001). محلول‌پاشی روی قبل از ریزش برگ‌ها در پاییز، سریعاً توسط برگ‌ها جذب و به جوانه‌های گل انتقال می‌یابد و نیاز جوانه‌های گل را در سال بعد تأمین می‌کند. کمبود روی در بیشتر باغ‌های شمال کشور معمول می‌باشد (اسدی کنگرشاهی، 1398؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1397). معمولاً رشد رویشی و گلدهی درختان هلو دارای کمبود روی، در بهار با تأخیر نسبت به درختان بدون کمبود شروع می‌شود. محلول‌پاشی 10 تا 15 کیلوگرم سولفات روی در هکتار در پاییز قبل از شروع ریزش برگ‌ها موجب ذخیره روی در اندام‌های درختان، تصحیح کمبود روی و افزایش تشکیل میوه در درختان هلو خواهد شد (سنچز و همکاران، 2006).

محلول‌پاشی نیتروژن (^{15}N) به شکل اوره بعد از برداشت میوه در درختان هلو نشان داد که حدود 47 درصد نیتروژن جذب شده توسط برگ‌ها از برگ‌های در حال ریزش، خارج و به بافت‌های دائمی درختان انتقال و ذخیره شد. به طوری که، تا دو هفته بعد از گلدهی حدود 40 درصد و تا 4 هفته بعد از گلدهی حدود 60 درصد از نیتروژن ذخیره شده توزیع مجدد یافته و به مصرف اندام‌های رویشی و زایشی جدید می‌رسد (سنچز و همکاران، 2006).

محلول‌پاشی نیتروژن (^{15}N) به شکل اوره و روی (^{68}Zn) به شکل سولفات روی بعد از برداشت میوه در درختان هلو نشان داد که حدود 47 درصد نیتروژن و 7 درصد روی جذب شده توسط برگ‌ها از برگ‌های در حال ریزش، خارج و به بافت‌های دائمی درختان انتقال و ذخیره شد. این نیتروژن و روی ذخیره شده در زمان گلدهی و تشکیل میوه متحرک شده و به مصرف این اندام‌ها می‌رسد، به طوری که تا دو هفته بعد از گلدهی حدود 40 درصد و تا 4 هفته بعد از گلدهی حدود 60 درصد از نیتروژن ذخیره شده توزیع مجدد یافته و به مصرف اندام‌های رویشی و زایشی جدید می‌رسد (سنچز و همکاران، 2006).

در اواخر فصل رشد، درختان میوه خزان‌دار با تحرک مجدد نیتروژن از برگ‌ها به بافت‌های چوبی، به حفظ و ذخیره نیتروژن کمک می‌کنند این نیتروژن ذخیره شده، در اوایل فصل بعدی رشد قابل استفاده است. برای اصلاح و بهبود مدیریت و راندمان مصرف کودهای نیتروژنی در باغ‌ها، شناخت روند ذخیره نیتروژن، راهکارهای افزایش ذخیره نیتروژن، انتقال مجدد، چرخش داخلی آن و سهم آن نسبت به بودجه کل نیتروژن درختان بسیار ضروری است. همچنین بررسی تغییرات نیتروژن ذخیره در درختان و مشارکت آن در رشد رویشی، تشکیل گل و میوه درختان در اوایل فصل، اهمیت زیادی در مقدار و برنامه‌ریزی کوددهی درختان دارد. شناخت بهتر این نیتروژن ذخیره و چرخش داخلی آن همراه با راندمان بیشتر مصرف کوددهای نیتروژنی، ممکن است به طور واقعی منجربه افزایش راندمان مصرف، راندمان فیزیولوژیکی و راندمان عملکرد و همچنین کاهش مصرف بی‌رویه کوددها در باغ‌ها شود. سود حاصل از این کاهش مصرف نه فقط ناشی از کاهش هزینه تولید و بهبود درک عمومی کشاورزان مدرن است بلکه ناشی از افزایش تشکیل میوه، افزایش عملکرد و بهبود کیفیت بهتر میوه‌های تولیدی است که می‌تواند به باغدار برگردد (کارانکا و همکاران، 2018؛ شوگر و همکاران، 1992؛ سنچژ و همکاران، 1995).

در سال‌های اخیر، کشت هلو در شمال ایران (شرق استان مازندران و استان گلستان) به سرعت در حال گسترش است به طوری که سطح زیر کشت آن در استان مازندران بالغ بر 15 هزار هکتار است. سود اقتصادی هلو برای باغداران منطقه، از سایر درختان میوه معمول منطقه بیشتراست (اسدی کنگرشاهی، 1398). بنابراین هلو بخش مهمی از صنعت باغداری شرق مازندران شده است. به طور کلی، کاهش تشکیل میوه، عملکرد پایین در واحد سطح، مدیریت نامناسب کوددهی به ویژه کودهای نیتروژنی و زوال زود هنگام از مشکلات اساسی درختان هلو است. لذا این پژوهش به منظور بررسی تأثیر محلول-پاشی پاییزی اوره، سولفات روی و اسید بوریک در افزایش تشکیل میوه درختان هلو انجام شد.

فرضیات پژوهش

1. محلول‌پاشی پاییزی نیتروژن موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ و انتقال مجدد آن به بافت‌های دائمی می‌شود.
2. محلول‌پاشی پاییزی روی و بور موجب افزایش غلظت این عناصر در برگ و انتقال مجدد آنها به بافت‌های دائمی می‌شوند.
3. محلول‌پاشی پاییزی روی و بور در انتقال مجدد نیتروژن به بافت‌های دائمی مؤثر هستند.
4. محلول‌پاشی پاییزی نیتروژن، روی و بور در افزایش تشکیل میوه مؤثر هستند.

مواد و روش‌ها

آزمایش در منطقه شرق ساری با عرض جغرافیایی 36 درجه و 37 دقیقه و 22 ثانیه و طول جغرافیایی 53 درجه و 6 دقیقه و 15 ثانیه با ارتفاع حدود 22 متر از سطح دریا و فاصله 25 کیلومتری از دریای مازندران انجام شد. دارای میانگین درجه حرارت سالانه 19/8 درجه سلسیوس و متوسط بارندگی سالانه حدود750 میلی‌متر و رطوبت‌نسبی 76/6 درصد در سال می‌باشد. شرایط آب‌وهوایی در این منطقه نزدیک به شرایط آب و هوایی دشت‌ناز ساری می‌باشد. آزمایش بر روی درختان بارده هلو(رقم سانکینگ) با فاصله کاشت 5 × 4 متر انجام شد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌های خاک از عمق 30-0 و 60–31 سانتی‌متری از سایه انداز درختان (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393) و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شد (احیایی، 1377). همچنین نمونه‌های برگ در مرداد ماه از درختان مورد نظر تهیه و میزان عناصر غذایی آن‌ها از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس و بور اندازه‌گیری شد (امامی، 1375). آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و چهار تکرار به مدت سه سال با 56 اصله درخت با سن و اندازه تقریباً یکسان در شرق ماندران انجام شد سطوح تیمارهای آزمایش شامل:

1. شاهد
2. محلول‌پاشی اوره 10 درهزار
3. محلول‌پاشی اوره 10 در هزار + سولفات روی 5 در هزار
4. محلول‌پاشی اوره 10 در هزار + سولفات روی 5 در هزار + اسید بوریک 4 در هزار
5. محلول‌پاشی اوره 15 در هزار + سولفات روی 5 در هزار + اسید بوریک 4 در هزار
6. محلول‌پاشی اوره 20 در هزار + سولفات روی 5 در هزار + اسید بوریک 4 در هزار
7. محلول‌پاشی اوره 25 در هزار + سولفات روی 5 در هزار + اسید بوریک 4 در هزار

مدیریت زمانی مصرف خاکی کودهای نیتروژن، پتاسیم، فسفر و منیزیم برای کلیه درختان هلو در طی فصل رشد یکسان و متناسب با فنولوژی رشد بود (جدول 1). مقدار مصرف کودهای شیمیایی برای کلیه تیمارها یکسان بود به طوری که 150 کیلوگرم نیتروژن، 50

کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، 30 کیلوگرم فسفر (P_2O_5)، 40 کیلوگرم منیزیم (MgO) در هکتار مصرف شد. نیتروژن به صورت سولفات آمونیم و اوره (قبل از گلدهی، سولفات آمونیم و سایر مراحل اوره بود)، پتاسیم به شکل سولفات پتاسیم و منیزیم به شکل سولفات منیزیم و کود فسفری از منبع اسید فسفریک تأمین شد. مصرف نیتروژن قبل از گل‌دهی به صورت خاکی، سایر تقسیط‌های نیتروژن و همچنین پتاسیم، منیزیم و فسفر به شکل کودآبیاری مصرف شد (جدول 1). تیمارهای محلول‌پاشی اوره، روی و بور با غلظت‌های تعیین شده به صورت وزنی به حجمی(W/V) با یک مویان غیر یونی مونوآلکانول‌آمید ($R\text{-}CONH\text{-}CH_2CH_2OH$) با غلظت نیم در هزار (V/V) انجام شد. تیمار شاهد با آب و مویان محلول‌پاشی شد. پس از محلول‌پاشی، نمونه‌های برگ از وسط سرشاخه‌های انتهایی در هر درخت در فاصله زمانی مشخص (0، 4، 24، 48 ساعت پس از محلول‌پاشی) تا ریزش برگ‌ها تهیه شد و مقدار نیتروژن در آن‌ها به روش کجلدال (بریمر، 1996)، روی به روش جذب اتمی (رایت و استوزینکی، 1996) و بور به روش اسپکتروفتومتری (امامی، 1375) اندازه‌گیری شد. برگ‌ها ابتدا با محلول شستشوی 0/2 در هزار شسته شدند و سپس با آب معمولی و آب مقطر برای برطرف کردن اثرات باقیمانده عناصر غذایی اوره، سولفات روی و اسید بوریک از سطح برگ‌ها شستشو داده شدند. همچنین در زمان گل‌دهی، چهار شاخه مناسب در چهار جهت هر درخت با 100 گل در هر شاخه انتخاب شد و تعداد میوه‌ها تا زمان برداشت در همه تیمارها پایش شد. در پایان فصل رشد تعداد حداقل30 عدد میوه به طور تصادفی از هر تیمار نمونه‌برداری و برخی خصوصیات کیفی آن‌ها اندازه‌گیری گردید.کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن انجام شد و در نهایت روند جذب نیتروژن، روی و بور در محلول‌پاشی پاییزی اوره، سولفات روی و اسید بوریک و تأثیر آنها در تشکیل میوه تجزیه و تحلیل شد.

جدول 1- مدیریت تغذیه درختان سیاه ریشه (هلو و شلیل) متناسب با فنولوژی رشد برای باغ‌های دارای سیستم کودآبیاری(اسدی کنگرشاهی، 1395)

مراحل فنولوژی	مدیریت تغذیه(کودآبیاری)
قبل از تمایز جوانه‌های گل	-
قبل از گل‌دهی	-
فاز اول رشد میوه	مصرف 45 درصد نیتروژن، 45 درصد فسفر و 30 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالانه درختان.
فاز دوم رشد	-
فاز سوم رشد میوه	مصرف 40 درصد نیتروژن، 50 درصد فسفر و 60 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالانه درختان
شروع رنگ‌گیری تا برداشت	-
پس از برداشت	مصرف 15 درصد نیتروژن، 5 درصد فسفر و 10 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالانه درختان

جدول 2- نتایج تجزیه خاک قبل از انجام آزمایش

عمق (*cm*)	EC (dSm^{-1})	pH	CEC ($cmolekg^{-1}$)	T.N.V (%)	O.M (%)	P	K	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
						میلی گرم در کیلوگرم در خاک							
0-30	0/73	7/68	24	31	2/41	22	432	550	9/8	1/64	5/85	3/08	0/78
31-60	1/09	7/56	19	38	0/70	6	86	461	8/5	1/24	5/32	2/46	0/69

ادامه جدول 2- نتایج تجزیه خاک قبل از انجام آزمایش

عمق(cm)	شن	سیلت	رس	بافت
	درصد			
0-30	11	50	39	لوم رسی سیلتی
31-60	9	67	34	لوم سیلتی

جدول 3- نتایج تجزیه برگ قبل از انجام آزمایش (زمان نمونه‌برداری مرداد ماه)

غلظت در برگ	N	P	K	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	B
	درصد بر اساس وزن خشک برگ				میکروگرم در گرم وزن خشک برگ				
نمونه	2/02	0/14	1/04	2/15	243	18/95	25/14	11/58	53/80

نتایج

سال اول: روند تغییر غلظت نیتروژن پس از اعمال تیمارهای مختلف نشان داد که اوره به آسانی و به سرعت توسط برگ‌ها جذب شده است به طوری که پس از محلول‌پاشی، غلظت نیتروژن در بافت برگ افزایش یافت. روند اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در تیمارهای محلول‌پاشی با غلظت 10 و 15 در هزار نشان داد که غلظت نیتروژن در بافت برگ در زمان‌های 4، 24 و 48 ساعت تغییرات چندانی نداشت اما در تیمارهای 20 و 25 در هزار، غلظت نیتروژن بافت برگ در فاصله زمانی 4 ساعت به مقدار زیادی افزایش نشان داد و پس از آن مجددا شروع به کاهش کرد. به طوری که نتایج در سال اول آزمایش نشان داد که در تیمار هفت، غلظت نیتروژن از 1/9 درصد قبل از محلول‌پاشی به ترتیب به 3/21، 2/86 و 1/80 درصد در فواصل زمانی 4، 24 و 48 ساعت پس از محلول‌پاشی رسید که نشان دهنده جذب، انتقال مجدد و سپس خروج نیتروژن از بافت برگ است (جدول 5). همچنین نتایج نشان داد که غلظت نیتروژن در برگ درختان در تیمارهای 2، 3 و4 با توجه به یکسان بودن نیتروژن مصرفی، متفاوت است، این تفاوت غلظت ناشی از نقش روی در تحرک اوره از برگ‌ها به اندام‌های دائمی است که با نتایج جانسون و آمدریس (2001) مطابقت دارد که گزارش کردند که افزودن سولفات روی به محلول اوره در محلول‌پاشی پاییزی موجب تحرک بیشتر اوره از برگ‌ها به بافت‌ها و اندام‌های دائمی درختان هسته‌دار می‌شود و همچنین ریزش برگ‌ها را تسریع می‌کند.

نتایج جذب و تغییرات غلظت روی برگ نشان داد که در همه تیمارهای محلول‌پاشی روی (تیمارهای 3، 4، 5، 6 و 7)، جذب روی به آرامی افزایش یافت و این روند جذب و افزایش غلظت روی در بافت برگ تا 48 ساعت پس از محلول‌پاشی نیز ادامه داشت نتایج غلظت روی در تیمار هفت نشان داد که غلظت روی از 15/39 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ قبل از محلول‌پاشی به تدریج به 22/11، 61/03 و 92/20 میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب در 4 ، 24 و 48 ساعت پس از محلول‌پاشی رسید(جدول 6). غلظت بور در بافت برگ پس از محلول پاشی اسید بوریک، افزایش یافت و پس از 4 ساعت به بیشترین مقدار رسید سپس به تدریج کاهش یافت (به ویژه در تیمارهای با غلظت بالای محلول‌پاشی اوره). به طوری که غلظت بور از 59/93 میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار هفت به 196، 149 و 139 میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب در فواصل زمانی 4، 24 و 48 ساعت پس از محلول‌پاشی رسید که بیان کننده جذب، تحرک مجدد و انتقال بور از بافت برگ به اندام‌های ذخیره است (جدول 7).

جدول 4- غلظت نیتروژن برگ درخت هلو پس از محلول‌پاشی در زمان‌های مختلف در سال اول.

تیمار	نیتروژن (درصد ماده خشک)			
	زمان پس از محلول‌پاشی (ساعت)			
	0	4	24	48
1	1/89A	1/88D	1/86 C	1/87 C
2	1/93A	2/83 B	2/58 B	2/50 B
3	1/96A	2/83 B	2/73 A	2/77 A
4	1/88A	2/57 C	2/76 A	2/80 A
5	1/86A	2/78 BC	2/80 A	2/92 A
6	1/91A	3/12 A	2/84 A	1/83C
7	1/92A	3/21 A	2/86 A	1/80C
	ns	**	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 5- تغییر غلظت روی در برگ پس از محلول‌پاشی در سال اول.

تیمار	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)			
	زمان پس از محلول‌پاشی (ساعت)			
	0	4	24	48
1	14/74 A	14/78 B	14/45 B	15/09 C
2	14/85 A	14/95 B	15/84 B	15/79 C
3	15/04 A	18/97 A	68/95A	75/69 B
4	15/96 A	19/56 A	52/35A	77/98 B
5	14/96 A	20/06 A	57/89A	85/79 AB
6	16/42 A	21/14 A	58/95A	85/91 AB
7	15/39 A	22/11A	61/03A	95/21 A
	ns	*	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 6- تغییر غلظت بور دربرگ پس از محلول‌پاشی در سال اول.

تیمار	بور (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک)			
	زمان پس از محلول‌پاشی (ساعت)			
	0	4	24	48
1	51/31 A	52/67 B	54/99 B	50/21C
2	48/78 A	54/80 B	53/67 B	53C
3	54/31 A	55/20 B	48/10B	59/90C
4	45/68 A	200 A	167 A	186A
5	53/36 A	180 A	149 A	141B
6	45/89 A	185 A	153 A	166AB
7	50/93 A	196 A	148 A	139 B
	ns	**	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

نتایج شمارش تعداد میوه‌چه‌ها در بهار سال بعد در تیمارهای مختلف آزمایش نشان داد تیمارهای محلول-پاشی در کاهش ریزش میوه‌چه‌ها مؤثر بودند و این کاهش ریزش در مراحل مختلف اندازه‌گیری از نظر آماری معنی-دار بود. روند اندازه‌گیری تعداد میوه‌چه‌ها در تیمارهای شش و هفت نشان داد که این تیمارها کمترین ریزش میوه‌چه نسبت به شاهد داشتند به طوری که نتایج در سال اول آزمایش نشان داد که در تیمار 2، 3، 4، 5، 6، و 7 نگهداری میوه به ترتیب 11، 11، 12، 12، 14 و 15 درصد بود که به ترتیب 10، 10، 20، 20، 40 و 50 درصد نسبت به شاهد افزایش نشان دادند (جدول 8).

جدول 7- روند تغییر تعداد گل و میوه‌های درختان در سال اول.

تیمار	تعداد گل	میانگین تعداد میوه در شاخه				
		25 فروردین	15 اردیبهشت	5خرداد	25 خرداد	10تیر
1	100 A	33 C	26 B	13 C	11 B	10 C
2	100 A	36 BC	25 B	12 C	11 B	11 BC
3	100 A	37 B	27 B	13 C	11 B	11 BC
4	100 A	38 B	27 B	14 C	12 B	12 B
5	100 A	38 B	33 AB	26 A	13 AB	12 B
6	100 A	43 A	32 AB	17 AB	14 A	14 A
7	100 A	45 A	36 A	20 B	15 A	15 A
	ns	**	*	**	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

سال دوم

نتایج اندازه‌گیری روند تغییرات غلظت نیتروژن در زمان‌های مختلف پس از محلول‌پاشی در سال دوم آزمایش نشان داد که همه تیمارهای محلول‌پاشی موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ شدند. افزایش غلظت نیتروژن برگ پس از چهار ساعت نشان داد که نفوذ اوره به داخل بافت برگ در فاصله کوتاهی پس از محلول‌پاشی شروع شده است و این نفوذ تا 24 ساعت پس از محلول-پاشی ادامه داشته است و حداکثر غلظت نیتروژن در 24 ساعت پس از محلول‌پاشی رخ داد و سپس غلظت نیتروژن شروع به کاهش کرد و انتقال آن از بافت برگ به اندام‌های ذخیره شروع شد. بیشترین کاهش نیتروژن برگ و انتقال به اندام‌های ذخیره در تیمارهای 6 و 7 رخ داد که ریزش برگ‌ها در آنها اتفاق افتاد (جدول 9). نتایج اندازه-گیری غلظت روی نشان داد که نفوذ روی به داخل بافت برگ بسیار کندتر از نیتروژن می‌باشد. به طوری که غلظت روی در چهار ساعت پس از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری با غلظت روی برگ قبل از محلول‌پاشی نداشت. اما غلظت روی برگ پس از 24 ساعت پس از محلول‌پاشی در تیمارهای دارای روی به مقدار زیادی افزایش یافت و این روند افزایش غلظت روی در بافت برگ و نفوذ آن تا 48 ساعت پس از محلول‌پاشی نیز ادامه داشت (جدول 10). روند تغییرات غلظت بور در بافت برگ در زمان‌های مختلف پس از محلول‌پاشی نشان داد که غلظت بور پس از چهار ساعت در تیمارهای محلول‌پاشی اسید بوریک افزایش یافت و به حداکثر رسید سپس به آرامی روند کاهشی داشت و این روند کاهشی، انتقال مجدد بور از بافت برگ به اندام‌های ذخیره را نشان می‌دهد که در تیمارهای شش و هفت روند کاهش نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (جدول11).

شمارش میوه‌چه‌ها در تیمارهای مختلف در سال دوم آزمایش نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی در کاهش ریزش گل و افزایش تشکیل میوه تأثیر معنی‌داری دارند. همچنین کاهش ریزش و افزایش نگهداری میوه‌چه-ها و میوه‌ها در مراحل مختلف اندازه‌گیری از نظر آماری معنی‌دار بود. روند شمارش تعداد میوه‌چه‌ها در تیمارهای مختلف نشان داد که این تیمارها موجب کاهش ریزش میوه‌چه‌ها نسبت به شاهد شدند به طوری که از 100 گل در تیمار ۱،۲، 3، 4، 5، 6، و 7 در ابتدای سال، تعدادمیوه-های باقیمانده در شاخه‌های مورد نظر در این تیمارها به ترتیب 11، 11، 12، 12، 13، 15 و 17 عدد در زمان برداشت بود که در تیمارهای شش و هفت نسبت به شاهد افزایش قابل توجهی نشان دادند (جدول 12).

جدول 8- تغییر غلظت نیتروژن در برگ پس از محلول‌پاشی در سال دوم

تیمار	نیتروژن(درصد) زمان پس از محلول‌پاشی(ساعت)			
	0	4	24	48
1	2/04 A	2/10 D	2/09 C	1/98 D
2	2/08 A	2/53 B	2/65 A	2/41 A
3	1/96 A	2/54 B	2/58 AB	2/31 AB
4	1/89 A	2/38 B	2/40 B	2/26 B
5	2/11 A	2/45 A	2/48 B	2/27 B
6	2/07 A	2/89 A	3/42 B	2/14 C
7	2/12 A	3/01 A	3/44 A	2/06 D
	ns	**	**	*

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 9- تغییر غلظت روی در برگ پس از محلول‌پاشی در سال دوم

تیمار	روی (میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) زمان پس از محلول‌پاشی (ساعت)			
	0	4	24	48
1	24/31 A	25/12A	25/70 C	23/98 F
2	26/02 A	25/86A	25/15 C	26/12 F
3	23/78 A	24/16A	26/50 C	926 A
4	23/96 A	25/04A	98/45 A	726 B
5	24/87 A	25/12A	81/64 B	515 C
6	25/09 A	24/99A	95/11 A	460 D
7	24/87 A	25/16A	98/06 A	327 E
	ns	ns	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 10- تغییر غلظت بور در برگ پس از محلول‌پاشی در سال دوم.

تیمار	بور(میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) زمان پس از محلول‌پاشی (ساعت)			
	0	4	24	48
1	48/21 A	48/97 B	50/01 B	49/39 C
2	51/36 A	50/99 B	51/11 B	53/20 C
3	49/35 A	48/97 B	47/85 B	50/31 C
4	47/52 A	172/11 A	151/98 A	145/65 A
5	47/86 A	165/36 A	149/79 A	129/34 AB
6	49/07 A	179/95 A	161/35 A	124/36 AB
7	50/15 A	185/21A	167/25 A	113/13 B
	ns	**	**	**

میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 11- روند تغییر تعداد گل و میوه‌های درختان در سال دوم

تیمار	تعداد گل	میانگین تعداد میوه در شاخه				
		20 فروردین	13 اردیبهشت	2 خرداد	21 خرداد	15تیر
1	100 A	32 C	25 C	16 C	12 B	11 D
2	100 A	35 BC	26 C	18 C	13 B	11 D
3	100 A	34 BC	25 C	17 C	13 B	12 C
4	100 A	37 B	33 B	22 B	14 B	13 BC
5	100 A	38 B	34 B	24 AB	17 AB	12 C
6	100 A	46 A	35 B	28 A	18 A	15 B
7	100 A	47 A	39 A	29 A	19 A	17 A
	ns	**	*	*	*	*

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

سال سوم

تیمارهای محلول‌پاشی موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ شدند (جدول13). نمونه‌برداری برگ پس از چهار ساعت نشان داد که غلظت نیتروژن برگ‌ها افزایش یافت به طوری که غلظت نیتروژن برگ در تیمار هفت از 2/13 درصد قبل از محلول‌پاشی به 3/24 درصد در چهار ساعت پس از محلول‌پاشی رسید. با توجه به این نتایج، نفوذ اوره به داخل بافت برگ پس از محلول‌پاشی شروع و تا 24 ساعت پس از محلول‌پاشی ادامه داشت و حداکثر غلظت نیتروژن در بافت برگ، 24 ساعت پس از محلول-پاشی رخ داد و پس از آن، نیتروژن برگ کاهش یافت که خروج و انتقال نیتروژن از بافت برگ‌هارا نشان می‌دهد بیشترین کاهش نیتروژن برگ و انتقال به اندام‌های ذخیره در تیمارهای شش و هفت رخ داد. اما نتایج اندازه‌گیری غلظت روی پس از محلول‌پاشی نشان داد که نفوذ روی به داخل بافت برگ کندتر از نیتروژن بود. غلظت روی در بافت برگ، در چهار ساعت پس از محلول‌پاشی نسبت به قبل از محلول‌پاشی افزایش یافت. اما غلظت روی برگ پس از 24 ساعت پس از محلول‌پاشی در تیمارهای دارای روی نیز روند افزایشی داشت و این روند افزایشی در بافت برگ تا 48 ساعت پس از محلول‌پاشی نیز ادامه داشت(جدول14). روند تغییرات بور در بافت برگ در زمان‌های مختلف پس از محلول‌پاشی نشان داد که غلظت بوردر تیمارهای دارای اسید بوریک، پس از چهار ساعت به حداکثر رسید سپس روند کاهشی نشان داد و این روند کاهشی پس از چهار ساعت، انتقال مجدد بور از بافت برگ به اندام‌های ذخیره را نشان می‌دهد که در تیمارهای شش و هفت حداکثر بود (جدول 15).

جدول 12- تغییر غلظت نیتروژن در برگ پس از محلول‌پاشی در سال سوم

تیمار	نیتروژن(درصد)			
	زمان پس از محلول‌پاشی(ساعت)			
	0	4	24	48
1	2/10 A	2/12 C	2/09 C	2/11 D
2	2/11 A	2/91 B	2/84 A	2/67 A
3	2/08 A	2/93 B	2/90 A	2/63 A
4	2/13 A	2/89 B	2/74 AB	2/70 A
5	2/10 A	2/97 B	2/65 B	2/66 A
6	2/12 A	3/22 A	2/65 B	2/46 B
7	2/13 A	3/24 A	2/90 A	2/33 C
	ns	**	*	*

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 13- تغییر غلظت روی در برگ پس از محلول‌پاشی در سال سوم

تیمار	روی(میلی‌گرم در کیلوگرم)			
	زمان پس از محلول‌پاشی(ساعت)			
	0	4	24	48
1	20/24 A	20/95 C	21/07 D	21/15 C
2	22/56 A	23/25 C	23/16 D	27/37 C
3	23/07 A	37/65 B	128 C	143 B
4	21/96 A	41/06 AB	214 B	124 B
5	20/95 A	43/12 AB	106 C	145 B
6	22/15 A	46/12 A	106 C	145 B
7	23/09 A	45/97 A	341 A	263 A
	ns	**	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 14- تغییر غلظت بور در برگ پس از محلول‌پاشی در سال سوم

تیمار	بور(میلی‌گرم در کیلوگرم)			
	زمان پس از محلول‌پاشی(ساعت)			
	0	4	24	48
1	43/45 A	44/12 C	45/01 B	43/97 D
2	44/94 A	45/72 C	43/60 B	51/01 D
3	49/89 A	50/12 C	54/40 B	50/6 D
4	48/39 A	152 B	151 A	164 A
5	52/12 A	167 AB	141 A	140B
6	56/09 A	178 AB	143 A	141 B
7	54/27 A	199 A	144 A	126 C
	ns	**	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

نتایج شمارش تعداد میوه‌چه‌ها در سال سوم آزمایش نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی در تشکیل میوه مؤثر بودند و این افزایش تشکیل میوه در مراحل مختلف فنولوژی از نظر آماری معنی‌دار بود. روند اندازه-گیری تعداد میوه‌چه‌ها در تیمارهای شش و هفت نشان داد که این تیمارها بیشترین تشکیل میوه‌چه نسبت به شاهد داشتند. به طوری که نتایج در سال سوم آزمایش نشان داد که در تیمارهای 1، 2، 3، 4، 5، 6، و 7 تشکیل میوه به ترتیب 35، 37، 37، 40، 43، 43 و 44 درصد بود و در زمان برداشت به طور میانگین حدود12، 10، 12، 14، 15و 17میوه باقی ماندند (جدول 16).

جدول 15- روند تغییر تعداد گل و میوه‌های درختان در سال سوم

تیمار	تعداد گل	میانگین تعداد میوه در شاخه				
		17 فروردین	14 اردیبهشت	4 خرداد	23 خرداد	13تیر
1	100 A	35 B	31 C	17 CD	14 BC	12 CD
2	100 A	37 B	34 BC	17 CD	13 C	10 D
3	100 A	37 B	37 AB	16 D	15 B	12 CD
4	100 A	40 AB	35 AB	19 CD	15 B	13 C
5	100 A	43 A	30 C	22 C	15 B	14 BC
6	100 A	43 A	38 AB	28 B	16 AB	15 B
7	100 A	44 A	42 A	32 A	18 A	17 A
	ns	*	*	**	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

میانگین سه سال

به طور کلی میانگین سه سال نشان داد که اوره به آسانی و به سرعت توسط برگ‌ها جذب می‌شود. میانگین روند اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در تیمارهای 20 و 25 در هزار، در فاصله زمانی 4 ساعت به مقدار زیادی افزایش نشان داد و پس از آن مجددا شروع به کاهش کرد. به طوری که نتایج میانگین سه سال آزمایش نشان داد که در تیمار هفت، غلظت نیتروژن از دو درصد قبل از محلول‌پاشی به ترتیب به 3/15، 3/07 و 2/060 درصد در فواصل زمانی 4، 24 و 48 ساعت پس از محلول‌پاشی رسید که نشان دهنده جذب، انتقال مجدد و سپس خروج نیتروژن از بافت برگ است (جدول 17). میانگین جذب و تغییرات غلظت روی برگ نشان داد که در همه تیمارهای محلول‌پاشی روی، جذب روی به آرامی افزایش یافت و این روند جذب و افزایش غلظت روی در بافت برگ تا 48 ساعت پس از محلول‌پاشی نیز ادامه داشت (جدول 18). میانگین غلظت بور در بافت برگ پس از محلول پاشی اسید بوریک، افزایش یافت و پس از 4 ساعت به بیشترین مقدار رسید سپس به تدریج کاهش بافت (به ویژه در تیمارهای با غلظت بالای محلول‌پاشی اوره). به طوری که غلظت بور از 51/783 میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار هفت به 193، 153 و 126 میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب در فواصل زمانی 4، 24 و 48 ساعت پس از محلول‌پاشی رسید که بیان کننده جذب، تحرک مجدد و انتقال بور از بافت برگ به اندام‌های ذخیره است (جدول 19). میانگین شمارش تعداد میوه‌چه‌ها نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی در تشکیل میوه مؤثر بودند و این افزایش تشکیل میوه در مراحل مختلف فنولوژی از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول 20).

جدول 16- میانگین غلظت نیتروژن برگ پس از محلول پاشی

تیمار	نیتروژن(درصد)			
	زمان پس از محلول‌پاشی(ساعت)			
	0	4	24	48
1	2/01 A	2/01 C	2/01 B	1/99 C
2	2/04 A	2/76 B	2/69 A	2/53 AB
3	2/00 A	2/77 B	2/74 A	2/57 A
4	1/97 A	2/61 B	2/63 A	2/59 A
5	2/02 A	2/73 B	2/64 A	2/62 A
6	2/03 A	2/08 A	2/97 A	2/14 BC
7	2/05 A	3/15 A	3/07 A	2/06 C
	ns	**	*	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 17- میانگین غلظت روی برگ پس از محلول پاشی

تیمار	روی(میلی گرم در کیلوگرم)			
	زمان پس از محلول‌پاشی (ساعت)			
	0	4	24	48
1	19/76 A	20/28 A	20/41 B	20/07 B
2	21/14 A	21/35 A	21/38 B	23/09 B
3	20/63 A	26/93 A	74/48 AB	381/56 A
4	20/63 A	28/55 A	121/60 AB	309/33 AB
5	20/23 A	29/43 A	81/84 AB	248/59 AB
6	21/22 A	30/75 A	86/69 AB	230/30 AB
7	21/12 A	31/08 A	166/70 A	228/40 AB
	ns	ns	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 18- میانگین غلظت بور برگ پس از محلول پاشی

تیمار	بور(میلی گرم در کیلوگرم) زمان پس از محلول‌پاشی(ساعت)			
	0	4	24	48
1	47/65 A	48/57 C	50/03 B	47/85 D
2	48/36 A	50/50 C	49/46 B	52/40 D
3	51/18 A	51/43 C	50/12 B	53/72 D
4	47/19 A	174/70 B	156/66 A	165/22 A
5	51/11 A	170/79 B	146/59 A	136/78 BC
6	50/35 A	180/98 AB	152/45 A	143/78 B
7	51/78 A	193/40 A	153/08 A	126/04 C
	ns	**	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

جدول 19- میانگین تعداد گل و میوه درختان هلو پس از سه سال

تیمار	تعداد گل	میانگین تعداد میوه در شاخه				
		17 فروردین	14 اردیبهشت	4 خرداد	23 خرداد	13تیر
1	100	33/03 D	27/38 C	15/59C	12/53 D	11/14 D
2	100	36/04 CD	28/43 C	15/87C	12/63 D	10/17 D
3	100	36/02 CD	29/67 BC	15/43C	13/16 D	11/69 CD
4	100	38/93 BC	31/67 BC	18/36 B	13/87 CD	12/67 C
5	100	39/97 B	32/36 BC	24/11 A	15/06 BC	12/77 C
6	100	44/13 A	35/02 AB	24/49 A	16/03 AB	14/67 B
7	100	45/83 A	39/41 A	27/17 A	17/92 A	16/83 A
	ns	**	**	**	**	**

(میانگین‌های مربوط به هر ستون که دارای حروف لاتین متفاوت هستند در سطح احتمال پنج درصد (**) و یک درصد (*) تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند)

بحث

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد محلول‌پاشی اوره در پاییز در زمان زرد شدن برگ‌ها موجب افزایش جذب، خروج و انتقال نیتروژن شد. اوره به علت غیر قطبی بودن، جذب سریع، سمیت پایین و حلالیت زیاد، مناسب‌ترین شکل نیتروژن برای محلول‌پاشی نیتروژن است زیرا نفوذ کوتیکولی اوره خدود 10 تا 20 برابر نفوذ کوتیکولی سایر یون‌های غیرآلی نیتروژن است (جانسون و همکاران، 2001). اگرچه محلول‌پاشی اوره در هر زمانی از فصل رشد می‌تواند انجام شود اما محلول‌پاشی اوره در پاییز، از بیشترین کارایی برای درختان خزان‌دار برخوردار است زیرا با حداکثر غلظت قابل محلول‌پاشی است و حداقل سمیت را در این زمان دارد. محلول‌پاشی اوره با غلظت‌های زیاد (از 2 تا 5 درصد) در اواخر فصل رشد برای درختان خزان‌دار استفاده می‌شود در این زمان خسارت به برگ‌ها کمتر مورد توجه است و میوه نیز برداشت شده‌اند و این محلول‌پاشی پاییزی، ذخیره نیتروژن را در درختان خزان‌دار مانند سیب، آلو، هلو و ... افزایش می‌دهد و در نتیجه گلدهی، تشکیل میوه و رشد سرشاخه‌ها را در اوایل سال آتی نیز افزایش می‌دهد. بخشی از این اوره جذب شده، سریعا در برگ‌ها هیدرولیز می‌شوند و بخشی دیگر پس از انتقال به سایر اندام‌ها، هیدرولیز می‌شوند (بونداد و همکاران، 2001؛ جانسون و همکاران، 2001). در درختان خزان‌دار، نیتروژن برگ، قبل از ریزش برگ‌ها در پاییز مجدداً متحرک شده و به سرشاخه‌ها و سایر اندام‌های دائمی منتقل و ذخیره می‌شود و این نیتروژن ذخیره در سال آتی نیاز گل‌ها، میوه‌چه‌ها و دیگر بافت‌های در حال توسعه را تامین می‌کند به طوری که 80 درصد نیاز گل‌ها و 70 درصد نیاز دیگر بافت‌های در حال توسعه از این نیتروژن ذخیره شده تأمین می‌شود. محلول‌پاشی اوره در پاییز قبل از ریزش برگ‌ها، مناسب‌ترین روش برای تأمین نیتروژن در درختان هلو است به طوری که این نیتروژن به آسانی از برگ خارج و به محل‌های با قابلیت

ذخیره طولانی مدت می‌رود (جانسون و همکاران، 2001). نتایج این پژوهش با نتایج زوبیر و همکاران (2017) در مورد درختان سیب مطابقت دارد که گزارش کردند محلول‌پاشی اوره در پاییز، زمانی که 10 تا 20 درصد برگ-ها زرد شدند بیشترین تأثیر در فراهمی نیتروژن برای گل-های در حال توسعه و افزایش تشکیل میوه دارد. همچنین نتایج این پژوهش با نتایج دانگ و همکاران (2002) همخوانی دارد که گزارش کردند جذب، انتقال و توزیع نیتروژن محلول‌پاشی شده به شکل اوره بعد از برداشت میوه در پاییز نشان داد که بیشترین جذب نیتروژن توسط برگ‌ها در دو روز اول بعد از محلول‌پاشی رخ داد و حدود 63 درصد از نیتروژن جذب شده از برگ‌ها خارج و به اندام‌های ذخیره منتقل شد. گزارش‌های جانسون و همکاران (2001) نیز نشان داد که محلول‌پاشی اوره در هر زمانی از فصل رشد حتی در فصل خواب درختان میوه می‌تواند انجام شود، اما محلول‌پاشی اوره در پاییز از بیشترین کارایی و بیشترین تأثیر در تشکیل میوه درختان میوه خزان‌دار دارد. نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده است که محلول‌پاشی اوره بعد از برداشت میوه در پاییزه می‌تواند ذخیره نیتروژن، گلدهی، تشکیل میوه و رشد درختان میوه را در فصل بعد را افزایش دهد (روزکرانس و همکاران، 1998؛ دانگ و همکاران، 2001؛ چنگ و همکاران، 2002).

محلول‌پاشی نیتروژن (^{15}N) به شکل اوره و روی (^{68}Zn) به شکل سولفات روی بعد از برداشت میوه در درختان هلو نشان داد که حدود 47 درصد نیتروژن و 7 درصد روی جذب شده توسط برگ‌ها از برگ‌های در حال ریزش، خارج و به بافت‌های دائمی درختان انتقال و ذخیره شد. این نیتروژن و روی ذخیره شده در زمان گلدهی و تشکیل میوه متحرک شده و به مصرف این اندام‌ها می‌رسد، به طوری که تا دو هفته بعد از گلدهی حدود 40 درصد و تا 4 هفته بعد از گلدهی حدود 60 درصد از نیتروژن ذخیره شده توزیع مجدد یافته و به مصرف اندام‌های رویشی و زایشی جدید می‌رسد (سنچز و همکاران، 2006).

براساس نتایج این پژوهش، برگ‌های درختان قبل از ریزش در اواخر فصل، بخشی از نیتروژن و بور را به اندام‌های ذخیره (پوست و چوب) انتقال می‌دهند این نتایج با نتایج دیگر پژوهشگران مطابقت دارد که گزارش کردند درختان خزان‌دار، معمولاً نیتروژن برگ را در اواخر فصل رشد حفظ و ذخیره می‌کنند این حفظ و ذخیره نیتروژن شامل تحرک و انتقال نیتروژن برگ به بافت‌های چوبی در پاییز است و در اوایل فصل بعدی، این نیتروژن ذخیره مجدداً متحرک شده و برای رشد بافت‌ها قابل استفاده می‌باشد (استاسن و همکاران، 1981؛ حبیب، 1984). همچنانکه روزها کوتاهتر و درجه حرارت هوا در پاییز کاهش می‌یابد، پروتئین‌های برگ به طور توده‌ای شکسته شده و اسیدهای آمینه حاصل از آن به بافت‌های چوبی برگشت و منتقل می‌شوند و در آنها به شکل اسیدهای آمینه یا پروتئین (به طور معمول‌تر) ذخیره می‌شوند. در حقیقت بیشتر شواهد نشان می‌دهد که شکل اصلی ذخیره نیتروژن در بافت‌های درختان در حال خواب، پروتئین است. در شروع فصل بعد برای رشد مجدد، این پروتئین‌ها برای فراهمی نیتروژن برای توسعه گل‌ها و رشد رویشی اولیه سرشاخه‌ها شکسته می‌شوند (میلارد، 1995).

همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی اوره در اواخر فصل رشد در افزایش تشکیل میوه مؤثر است. به طور کلی دوره گلدهی و تشکیل میوه از حیاتی‌ترین مراحل توسعه درختان میوه است و در این مرحله بیشترین تقاضا برای نیتروژن وجود دارد در حالی که در این زمان، فعالیت متابولیک ریشه، حلالیت عناصر غذایی، جذب و انتقال آنها در گیاه بسیار کم است. مطالعات با اوره نشاندار شده نشان داد که اوره جذب شده در برگ‌ها به صورت اسیدهای آمینه یا اوره منتقل می‌شود متابولیسم اوره شامل هیدرولیز اوره و تبدیل آمونیم به اسیدهای آمینه است برخی اسیدهای آمیته ممکن است به طور مستقیم انتقال پیدا کنند همچنین ترانس آمینه شدن، سنتز پروتئین‌ها و شکسته شدن واقعی پروتئین‌ها و انتقال اسیدهای آمینه حاصل از آن‌ها نیز می‌تواند رخ دهد (تایتوس و کانگ، 1982). این نتایج با برخی پژوهش‌های دیگر مطابقت دارد که گزارش کردند محلول‌پاشی پاییزی اوره موجب افزایش نیتروژن جوانه‌های گل و تشکیل میوه در درختان میوه خزان‌دار می‌شود (روزکرانس و همکاران، 1998؛ چنگ و همکاران، 2002). اوره‌آز (E.C.3.1.5. urea amidohydrolase) که اوره را به آمونیم و دی‌اکسیدکربن هیدرولیز می‌کند در بافت‌های گیاهی از جمله در برگ‌های هلو، زردآلو، گیلاس وجود دارد. به طور کلی نیتروژن ذخیره د وام و زنده مانی تخمدان‌ها را افزایش می‌دهد بنابراین در توسعه و کارایی دوره گرده افشانی تأثیر مثبت دارد وبیشترین تأثیر در گل‌دهی، توسعه گل‌ها و تشکیل میوه را دارد (توکی، 1985).

یکی از اولین علائم پیری برگ‌های درختان خزان‌دار، کاهش پروتئین برگ است که با کاهش طول روز در پاییز شروع می‌شود با توجه به اینکه برگ‌ها معمولاً توانایی سنتز پروتئین‌شان را حفظ می‌کنند بنابراین کاهش در میزان پروتئین نتیجه عدم تعادل بین سنتز و شکستن یا

تجزیه پروتئین است و اسیدهای آمینه ناشی از هیدرولیز پروتئین‌ها به محل‌های سینک نیتروژن در گیاهان منتقل می‌شوند (فیلر؛ 1990). به طور کلی با کاهش طول روز در پاییز فعالیت آنزیم‌های RNase، پلی‌فنول‌اکسیداز و مالات دهیدروژناز به طور نمایی افزایش می‌یابد در حالی که کلروفیل، DNA و RNA در برگ شروع به کاهش می‌کند با کاهش کلروفیل، فتوسنتز سریعا کاهش می‌یابد اما این دو فرآیند کاملا به هم متصل نیستند(تیمان، 1980)،بیشتر آنزیم‌ها، فعالیت‌شان با پیر شدن کاهش می‌یابد اما فعالیت برخی از آنها ثابت می‌ماند یا حتی ممکن است در اواخر دوره رشد برگ افزایش‌یابد.

برای مثال، گلوتامین سنتاز و آلانین آمینوترانس‌فراز فعالیت‌شان تا مراحل آخر پیری برگ ثابت باقی می‌ماند. این آنزیم‌ها ممکن است در تشکیل و انتقال ترکیبات ناشی از تجزیه پروتئین‌ها و کلروفیل نقش داشته باشد. آمینواسیدهای آزاد شده مجددا به آسپاراژین یا گلوتامین تبدیل شده و بخشی هم به آمونیا تبدیل می‌شوند (تیمان، 1980؛ تورکالس، 2013). اگر برگ به درختان متصل باشد این آمینو اسیدها می‌تواند به بافت‌های چوبی و پوست (جایی که برای استفاده آینده ذخیره می‌شوند) انتقال یابد. گزارش‌های مختلف نشان داده است که ذخیره نیتروژن کافی در درختان موجب افزایش و تشکیل میوه و همچنین نگهداری میوه‌چه‌ها می‌شود. درختان با ذخیره نیتروژن کافی دارای غلظت بیشتری از آمینواسیدها و دیگر ترکیبات نیتروژنی هستند و این آمینواسیدها به عنوان بلوک‌های ساختمانی برای سنتز DNA و RNA، پروتئین‌ها و برخی از عوامل کاهنده ریزش عمل می‌کنند. همچنین درختان با ذخیره نیتروژن کافی دارای اکسین و سیتوکنین بیشتری هستند که در کاهش ریزش میوه‌چه‌ها نقش مؤثری دارند (دانگ و همکاران، 2001؛ اسدی کنگرشاهی، 1398؛ کارانکا و همکاران، 2018). نتایج این پژوهش با نتایج دیگر پژوهش‌ها مطابقت دارد که گزارش کردند محلول-پاشی اوره در پاییز قبل از ریزش برگ‌ها موجب افزایش مقدار نیتروژن ذخیره اندام‌های مختلف درختان خزان‌دار می‌شود و این نیتروژن ذخیره در زمان گل‌دهی و تشکیل میوه در سال آتی، نیتروژن مورد نیاز گل‌آذین‌ها، گل‌ها، میوه‌چه‌ها و برگ‌های جوان و در حال رشد را تأمین می-کند و موجب افزایش تشکیل میوه می‌شود (وجیک، 2006؛ زوبیر و همکاران، 2017).

نتایج این پژوهش با گزارش‌های جانسون و آمدریس(2001) و سنچز و همکاران (2006) مطابقت دارد که گزارش کردند افزودن سولفات روی به محلول اوره در محلول‌پاشی پاییزی اوره موجب افزایش خروج و انتقال نیتروژن از برگ‌ها به اندام‌های ذخیره و همچنین تسریع در ریزش برگها می‌شود (جانسون و آمدریس، 2001). محلول‌پاشی سولفات روی قبل از ریزش برگ‌های درختان میوه خزان‌دار در پاییز جذب و انتقال روی به جوانه‌ها را افزایش می‌دهد و نیاز جوانه‌های گل را در فصل بعد تامین می‌کند (سنجز و لاتگیتی، 2002؛ هیپزودیورس، 2001). محلول‌پاشی 10 تا 15 کیلوگرم سولفات روی در هکتار برای درختان هلو در پاییز قبل از ریزش برگ‌ها موجب افزایش روی ذخیره در جوانه‌ها، پوست، رفع کمبود روی و افزایش تشکیل میوه شد (سنچز و همکاران، 2006). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که روی در سنتز اسیدآمینه تریپتوفان نقش دارد و این اسیدآمینه نیز به عنوان پیش‌ساز اکسین، نقش مهمی در سنتز اکسین دارد. همچنین روی بخشی از آنزیم کربنیک آنهیدراز است که در همه بافت‌های فتوسنتزی وجود دارد و در شدت فتوسنتز نقش دارد بنابراین روی با افزایش مقدار نشاسته، کربوهیدرات‌ها، مواد آسیمیلاسیونی و اکسین می‌تواند در تشکیل میوه نقش داشته باشد (سنچز و همکاران، 2006).

همچنین نتایج این پژوهش با گزارش‌های دیگر همخوانی دارد که نشان دادند محلول‌پاشی پاییزی بور با کارایی بالا به بافت‌های ذخیره منتقل می‌شود و به علت نقش آن در رشد لوله گرده، گرده‌افشانی و لقاح موجب افزایش تشکیل میوه در سال بعد می‌شود و این محلول-پاشی پس از یک محصول سنگین یا بهار سرد و بارانی بیشتر موثر است (سنجز و لاتگیتی، 2005؛ براون، 2001). همچنین کمبود بور در درختان هلو در مراحل کم و متوسط علائم خاصی در برگ و سرشاخه‌ها ایجاد نخواهد کرد و تنها علائم آن، کاهش تشکیل میوه است (میلر و جولز، 1996). محلول‌پاشی پاییزی بور در درختان هلو، حتی اگر غلظت بور در بافت برگ در حد کفایت باشد نیز در تشکیل میوه مؤثر است (براون، 2001؛ پریا، 1994). بور در متابولسیم و انتقال کربوهیدرات‌ها و همچنین متابولیسم هورمون‌ها نقش اساسی دارد لذا مقدار بهینه بور به ویژه در هسته‌دارها در افزایش تشکیل میوه و نگهداری میوه‌چه‌ها (کاهش ریزش) موثر است. بور در تشکیل پکتین دیواره سلولی، سنتز اسیدهای نوکلئیک، تقسیم سلولی، انتقال کربوهیدرات‌ها، کاهش فعالیت آنزیم-IAAاکسیداز و افزایش مقدار اکسین موثر است که در مجموع موجب افزایش تشکیل میوه و کاهش ریزش میوه‌چه‌ها می‌شود (اسدی کنگرشاهی، 1398؛ هان و همکاران، 2009).

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی پاییزی اوره با غلظت 25 در هزار، سولفات

روی 5 در هزار و اسیدبوریک 5 در هزار در جذب، انتقال مجدد، چرخش داخلی و اقتصاد نیتروژن این درختان مؤثر هستند. لذا به منظور افزایش افزایش تشکیل میوه، محلول-پاشی اوره با غلظت 25 در هزار، سولفات روی 5 در هزار و اسیدبوریک 5 در هزار در پاییز، زمانی که 10 تا 15 درصد برگ‌ها زرد شده‌اند توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری و توصیه

1. برگ‌های درختان هلو در اواخر فصل قادرند بخش قابل توجهی از نیتروژن (اوره)، روی (سولفات روی) و بور (اسید بوریک) محلول‌پاشی شده را جذب نمایند.
2. جذب اوره و اسیدبوریک نسبتا سریع و در روز اول به حداکثر رسید اما در مورد سولفات روی، روند جذب تا پایان ریزش برگ‌ها همچنان ادامه داشت.
3. بخشی از نیتروژن و بور جذب شده در طول فرآیند ریزش، از برگ‌ها خارج شده و به تدریج به اندام‌های ذخیره منتقل می‌شود (اوره به شکل مولکولی و با راندمان بالا توسط برگ‌ها جذب می‌شود و بخشی اوره جذب شده سریعا در برگ‌ها هیدرولیز می‌شود و سپس به شکل آمونیم و اسیدهای آمینه منتقل می‌شود اما بخشی دیگر قبل از هیدرولیز به شکل اوره به بافت‌های دائمی منتقل می‌شود و در آن بافت‌ها هیدولیز می‌شود و سپس به تدریج به شکل اسیدهای آمینه و پروئین‌های ذخیره رویشی در واکوئل پارانشیم پوست و سلول‌های شعاعی آوندهای چوبی بافت‌های دائمی ذخیره می‌شوند).
4. با توجه به نتایج این پژوهش، محلول‌پاشی اوره با غلظت 25 در هزار، سولفات روی 5 در هزار و اسیدبوریک 5 در هزار در پاییز، زمانی که 10 تا 15 درصد برگ‌ها زرد شده‌اند توصیه می‌شود.

فهرست منابع:

1. احیایی، مریم. 1375. روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه 1024. موسسه خاک و آب، تهران، ایران.
2. اسدی کنگرشاهی، علی. 1398. مدیریت کوددهی درختان بارده مرکبات. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
3. اسدی کنگرشاهی، علی. 1398. بررسی نقش کوددهی پاییزه (محلول‌پاشی) در افزایش ذخیره عناصر غذایی، تشکیل گل، میوه و کاهش مصرف کودها در اوایل فصل در درختان هلو. گزارش نهایی، شماره 56659، انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران
4. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1395. سرمازدگی درختان میوه (مبانی، اصول و راهکارهای عملی کاهش خسارت)، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
5. اسدی کنگرشاهی، علی. و نگین. اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
6. اسدی کنگرشاهی، علی. و نگین. اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
7. امامی، عاکفه. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، نشریه شماره 982، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
8. Bondada, B.R., Syvertsen, J.P. & Albrigo, L.G. 2001. Urea nitrogen uptake by citrus leaves. HortScience.36: 1061-1065.
9. Bremmer, J.M. 1996. Total Nitrogen. P.1085-1122. In: D. L. Sparks et al. (eds.) Methods of soil analysis. American Society of Agronomy, Madison, WI.
10. Brown, P.H. 2001. Transient nutrient deficiencies and their impact on yield-A rationale for foliar fertilizer. Acta Hort. 564: 217-223.
11. Carranca, C., Brunetto, G. & Tagliavini, M. 2018. Nitrogen nutrition of fruit trees to reconcile productivity and environmental concerns. Plants. 7: 2-12.

12. Cheng, L., S. Dong, and L.A. Fuchigami. 2002. Urea uptake and nitrogen mobilization by apple leaves in relation to tree nitrogen status in autumn. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 77: 13-18
13. Dong, S., L. Cheng, C.F. Scagel and L.H. Fuchigami. 2002. Nitrogen absorption, translocation and distribution from urea applied in autumn to leaves of young potted apple trees. Tree Physiology. 22: 1305-1310.
14. Feller, U. 1990. Nitrogen remobilization and protein degradation during senescence. P. 195-222. In: Y.P. Abrol (eds.). Nitrogen in higher plants. Research Studies Press, Somerset England.
15. Johnson, R.S., H.L. Amdris. 2001. Combining low biuret urea with foliar zinc sulfate sprays to fertilize peach and nectarine trees in the fall. ISHS Acta Horticulturae 564: IV International Symposium on Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Crops.
16. Johnson, R.S., Rosecrance, R., Weinbaum, S., Andris, H., Wang, J. 2001. Can we approach complete dependence on foliar applied urea nitrogen in an early- matering peach. J. Amer. Hort. Sci. 126: 364-370.
17. Habib, R. 1995. Nitrogen partitioning and remobilization in apple trees. Ph.D Thesis, Oregon State University, December, 1995.
18. Han, S., Tang, N., Jiang, H.X., Yang, L.T., Li, Y. & Chen, L.S. 2009. CO_2 assimilation, photosystem II photochemistry, carbohydrate metabolism and antioxidant system of citrus leaves in response to boron stress. Plant Science. 176: 143-153.
19. Hipps, N.A. and M.J. Davies. 2001. Effect of foliar zinc application at different times in the growing season on tissue zinc concentration, fruit set, yield and grade out of culinary apple trees. Acta Horticulturae. 564: 145-151.
20. Mengel, K. 1992. Nitrogen: Agricultural productivity and environmental problems. P. 2-15. In: K. Mengel and D.J. Pilbeam (eds.). Nitrogen metabolism of plants. Oxford Press, New York.
21. Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. 4th ed. International Potash Institute, Bern, Switzerland.
22. Millard, P. 1995. Internal cycling of nitrogen in trees. Acta Hortic. 383: 3-14.
23. Mills, H.A. and J.B. Jones. 1996. Plant analysis handbook II. MicroMacro Publ. INC.
24. Peryea, F.J. 1994. Boron nutrition in deciduous tree fruit, p. 95-99. In: A.B. Peterson and R.G. Stevens (eds.). Tree fruit nutrition. Good Fruit Grower, Yakima, Wash.
25. Rosecrance, R.C., R.C. Johnson, S.A. Weinbaum. 1998.Foliar uptake of urea by nectarine leaves. HortScience. 33: 158-162.
26. Rosecrance, R.C., R.C. Johnson, S.A. Weinbaum. 1998b. The effect of timing of post-harvest foliar urea sprays on nitrogen absorption and partitioning in peach and nectarine trees. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73: 856-861.
27. Sanchez, E.E., H. Khemira, D. Sugar and T.L. Righetti. 1995. Nitrogen management in orchards. P. 327-380. In: P.E. Bacon (ed.). Nitrogen fertition in the environment. Marcel Dekher, Newyork.
28. Sanchez, E.E. 1990. Nitrogen dynamics in field-grown "Comice" pears. Ph.D Thesis, Oregon State University, Corvallis, OR, USA.
29. Sanchez, E.E., T.L. Rigetti, D. Sugar and P.B. Lombard. 1992. Effects of timing of nitrogen application on nitrogen partitioning between vegetative, reproductive and structural components of mature "Comice" pears. J. Hort. Sci.
30. Sanchez, E.E., S.A. Weinbaum and R.S. Johnson. 2006. Comparative movement of labelled nitrogen and zinc in peach trees following late-season foliar application. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 81: 839-844.
31. Sanchez, E.E. and T.L. Righetti. 2005. Effect of postharvest soil and foliar application of boron in apple trees. HortScience. 40: 2115-2117.

32. Sanchez, E.E. and T.L. Righetti. 2002. Misleading zinc deficiency diagnosis in pome fruit and inappropriate use of foliar zinc spray. Acta Horticulturae. 594: 363-368.
33. Stassen, P.J.C., H.W. Stindt, D.K. Strydom and J.H. Terblanche. 1981. Seasonal change in nitrogen fractions of young Kakamas peach trees. Agroplantae. 13: 63-72.
34. Sugar, D., T.L. Righetti, E.E. Sanchez and H. Khemira. 1992. Management of nitrogen and calcium in pear trees for enhancement of fruit resistance to postharvest decay. HortTech. 2: 282-287.
35. Thimann, K.V. 1980. The senescence of leaves. p. 85-115. In: Thimann (ed.), Senescence in plants. CRC Press, Bota Raton, FL.
36. Titus, J.S., S. Kang. 1982. Nitrogen metabolism, translocation and recycling trees. Hortic. Rev. 4: 204-245.
37. Tukey, R.B. 1985. Crop potential. Its development and protection. In: Pollination and Fruit Set. Shortcourse Proc. The Goodfruit Grower (ed.). pp. 19-35.
38. Turkals, M., B. Inal, S. Okay, E.G. Eekilic, E. Dundar, P. Hernandez, G. Doredo and T. Unver. 2013. Nutrition metabolism plays an important role in the alternate bearing of olive tree. PLOS ONE. 8:1-15.
39. Wojcik, P. 2006. Effect of postharvest spray of boron and urea on yield and fruit quality of apple trees. Journal of Plant Nutrition. 29: 441-450.
40. Wright, R.J. & T.I. Stuczynski. 1996. Atomic absorption and flame emission spectroscopy. In: Methods of Soil Analysis. Sparks, D.L. (Ed.), Part III, Chemical Methods, SSSA Book Series No.5, SSSA, Madison, WI. P. 65–91.
41. Zubair, M., Banday, F.A., Baha, J.A., Rehman, M.V., Hussain, S.S. & Waida, U.I. 2017. Impact of foliar application of urea on fruit set, return bloom and growth of apple cv. Red delicious. Int. J. Curr. Microbial. App. Sci.6: 2123-2130.

Fallspray of Nitrogen, Zinc, and Boron and Their Effect on Fruit Set of Peach Trees

A. Asadi Kangarshahi[1] and N. Akhlaghi Amiri
Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran; E-mail: kangarshahi@gmail.com
Assistant Professor, Agronomy and Horticultural Science Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran;
E-mail: neginakhlaghi@yahoo.com

Received: October, 2019 and Accepted: February, 2020

Abstract

In order to increase the storage of nitrogen, zinc and boron of peach trees and its effect on flowering and fruit set, an experiment was conducted in a randomized complete block design with seven treatments and four replications for three years (2015-2018) on 56 trees with the same age and size trees in the east of Mazandaran. Treatments included: 1) control, 2) Urea (10 gL^{-1}), 3) Urea (10 gL^{-1}) + Zinc sulfate (5 $g.i^{-1}$), 4) Urea (10 $g.l^{-1}$) + Zinc sulfate (5 $g.l^{-1}$) + Boric acid (5 $g.l^{-1}$), 5) Urea (15 gL^{-1}) + Zinc sulfate (5 gL^{-1}) + Boric acid (5 gL^{-1}), 6) Urea (20 $g.L^{-1}$) + Zinc sulfate (5 gL^{-1}) + Boric acid (5 gL^{-1}), and 7) Urea (25 $g.L^{-1}$) + Zinc sulfate (5 gLl^{-1}) + Boric acid (5 $g.L^{-1}$). The results showed that urea was quickly absorbed by leaves, so that nitrogen concentration in leaf tissue increased shortly after spraying. The measuring trend of nitrogen concentration at different times in foliar spray treatments showed that nitrogen concentration in leaf tissue increased initially and then began to decrease again. Therefore, in treatments 7, nitrogen concentration at 4, 24, and 48 hours after spraying increased from 2% before spraying to, respectively, 3.15%, 3.07%, and 2.06%. That indicates the absorption and then removal of nitrogen from the leaf tissue. Zinc concentrations in the leaves increased in all treatments by foliar spray of zinc sulfate, and this trend of absorption and increase of zinc concentration in the leaf tissue lasted for 48 hours after spraying. Boric acid foliar spray also increased the concentration of boron in the leaf tissue, such that the concentration of boron in the leaf tissue reached the maximum after 4 hours, and then decreased gradually. Results showed that fallspray treatments were effective in increasing fruit set and reducing abscising fruitlets, and this increase in fruit set was statistically significant. However, treatment seven that accelerated leaf loss had the highest effect on fruit formation, and was about 50% higher than the control. Therefore, to increase the fruit set and reduce the flower and fruitlets drops, applying treatment 7 in autumn, when 10-15% of the leaves are yellow, is recommended.

Keywords: Boric acid, Falling leaves, Remobilization, Urea, Zinc sulfate.

[1] Corresponding author: Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran.