Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Soil Management and Sustainable Production

Print ISSN: 2322-1267
Online ISSN: 2322-1275

The effect of N, Zn and B fall spray on increasing their storage and availability in peach trees

Ali Asadi Kangarshahi*

Corresponding Author, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran. E-mail: kangarshahi@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 12.02.2020
Revised: 06.08.2021
Accepted: 06.12.2021

Keywords:
Nitrogen storage,
Nutrient uptake,
Remobilization,
Urea spray

ABSTRACT

Background and Objectives: Due to low efficiency of chemical fertilizers and high nitrogen demand for fruit trees at the first stage of growth, early spring growth, flowering and fruit set in fruit trees is heavily dependent on tree N reserves. Therefore, this experiment was performed to investigate the possibility of urea, zinc sulfate and boron uptake, as well as transmission of these materials from leaves to storage organs and from storage tissues to new developing tissues, in autumn foliar application. On the other hand, nitrogen application in early spring is more often devoted to the vegetative growth of the branches, while nitrogen uptake at the end of the season goes more to the storage organs such as root bark and tree trunks.

Material and Methods: The experiment was conducted in a randomized complete block design with seven treatments and four replications for three years on 56 trees with the same age and size trees in the east of Mazandaran. The treatments included: 1. Control, 2. Urea (10 $g.l^{-1}$), 3. Urea (10 $g.l^{-1}$) + Zinc sulfate (5 $g.i^{-1}$), 4. Urea (10 $g.l^{-1}$) + Zinc sulfate (5 $g.l^{-1}$) + Boric acid (4 $g.l^{-1}$), 5. Urea (15 $g.l^{-1}$) + Zinc sulfate (5 $g.l^{-1}$) + Boric acid (4 $g.l^{-1}$), 6. Urea (20 $g.l^{-1}$) + Zinc sulfate (5 $g.l^{-1}$) + Boric acid (4 $g.l^{-1}$), 7. Urea (25 $g.l^{-1}$) + Zinc sulfate (5 $g.l^{-1}$) + Boric acid (4 $g.l^{-1}$).

Results: Urea foliar application increased the nitrogen concentration of leaves in autumn and also increased the concentration of nitrogen in bark and wood in various organs. Foliar application of zinc sulfate and boric acid also increased the concentration of zinc and boron in the leaves. Measuring the concentration of nitrogen, zinc and boron in the leaf tissue of young shoots in the spring showed that in foliar spraying treatments, the nitrogen concentration of young leaves increased compared to the control. Measurement of nitrogen concentration in leaves of young shoots, bark and wood of annual shoots as well as flower and flower buds showed that foliar spraying treatments had a significant effect on nitrogen concentration of bark and wood of these shoots. Thus, the nitrogen concentration increased from 0.53% in the control treatment to 0.92% in the treatment 25 gl^{-1} urea + 5 gl^{-1} zinc sulfate + 4 gl^{-1} boric acid.

Conclusion: According to the results of this experiment, in order to increase the storage of nitrogen, increase the fruit set, and reduce

the flower and fruitlets drops, it is strongly recommended to do foliar application of urea at 20 to 25 gl^{-1} + zinc sulfate at 5 gl^{-1} + boric acid at 4 gl^{-1} in autumn, when 10 to 15 percent of the leaves are yellow.

Cite this article: Asadi Kangarshahi, Ali. 2022. The effect of N, Zn and B fall spray on increasing their storage and availability in peach trees. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 12 (1), 31-58.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJSMS.2022.18598.1996
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار

شاپا چاپی: ۱۲٦۷-۲۳۲۲

شاپا آنلاین: ۱۲۷۵-۲۳۲۲

تأثیر محلول‌پاشی پاییزی نیتروژن، روی و بور در افزایش ذخیره و فراهمی این عناصر برای درختان هلو

علی اسدی کنگرشاهی*

نویسنده مسئول، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. رایانامه: kangarshahi@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۱۲
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۰/۰۳/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۳/۲۲

واژه‌های کلیدی:
انتقال مجدد،
جذب عناصر غذایی،
ذخیره نیتروژن،
محلول‌پاشی اوره

چکیده

سابقه و هدف: درختان میوه در زمان گلدهی، تقاضای زیادی برای نیتروژن دارند و بیش‌تر این نیتروژن از اندام‌های ذخیره فراهم می‌گردد به طوری که حدود ۷۰ درصد نیتروژن سرشاخه‌های رویشی و ۸۰ درصد نیتروژن گل‌ها از نیتروژن ذخیره شده در بافت‌های دائمی تامین می‌شوند. بنابراین به منظور بررسی امکان جذب اوره، سولفات روی و بور در محلول‌پاشی پاییزی، انتقال از برگ‌ها به اندام‌های ذخیره و از بافت‌های ذخیره به بافت‌های جدید در حال توسعه، این آزمایش انجام شد. از طرف دیگر، 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.

مواد و روش‌ها: آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و چهار تکرار در شرق مازندران انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: ۱- شاهد، ۲- محلول‌پاشی اوره ۱۰ در هزار، ۳- محلول‌پاشی اوره ۱۰ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار، ٤- محلول‌پاشی اوره ۱۰ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار + اسید بوریک ٤ در هزار، ۵- محلول‌پاشی اوره ۱۵ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار + اسید بوریک ٤ در هزار، ٦- محلول‌پاشی اوره ۲۰ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار + اسید بوریک ٤ در هزار، ۷- محلول‌پاشی اوره ۲۵ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار + اسید بوریک ٤ در هزار در سال ۱۳۹٤ بود.

نتایج: محلول‌پاشی اوره موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ‌ها در پاییز شد و هم‌چنین غلظت نیتروژن در پوست و چوب در اندام‌های مختلف را افزایش داد. محلول‌پاشی سولفات روی و اسید بوریک نیز موجب افزایش غلظت روی و بور در برگ شد. نتایج اندازه‌گیری غلظت نیتروژن، روی و بور در بافت برگ سرشاخه‌های جوان در بهار سال پس از محلول‌پاشی نشان

داد که در تیمارهای محلول‌پاشی، غلظت نیتروژن برگ‌های جوان نسبت به شاهد افزایش یافت. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در برگ سرشاخه‌های جوان، پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله و هم‌چنین جوانه‌های گل و گل نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن پوست و چوب این سرشاخه‌ها داشتند به طوری غلظت نیتروژن از ۰/۵۳ درصد در تیمار شاهد به ۰/۹۲ درصد در تیمار ۲۵ در هزار اوره با سولفات روی پنج در هزار و اسید بوریک پنج در هزار افزایش یافت. هم‌چنین میانگین غلظت بور در بافت سرشاخه‌ها با اعمال تیمارهای آزمایشی افزایش یافت اما تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت روی در برگ سرشاخه‌ها و بافت سرشاخه‌ها نداشتند.

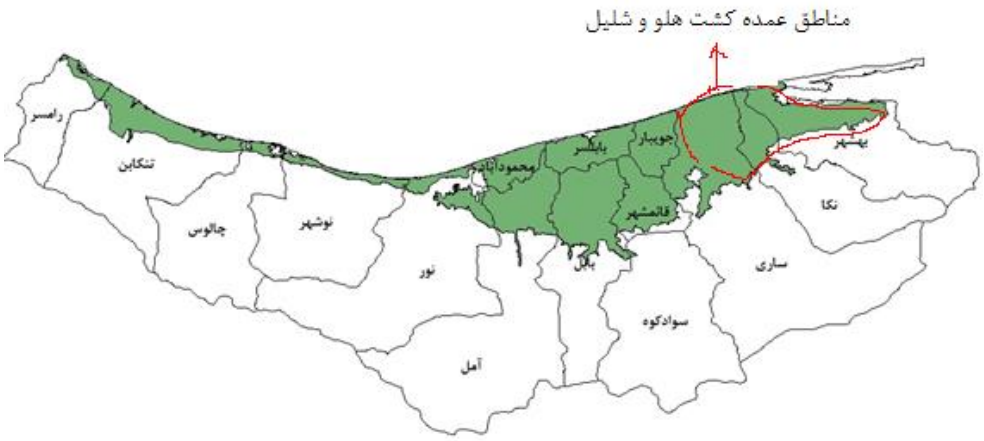
نتیجه‌گیری: براساس نتایج این آزمایش، به منظور افزایش ذخیره نیتروژن، افزایش میوه‌دهی و کاهش ریزش گل و میوه‌چه، توصیه می‌شود محلول‌پاشی اوره با غلظت ۲۰ تا ۲۵ در هزار، سولفات روی با غلظت پنج در هزار و اسید بوریک با غلظت چهار در هزار در زمان زرد شدن ۱۰ تا ۱۵ درصد برگ‌ها در اواخر پاییز انجام شود.

استناد: اسدی کنگرشاهی، علی (۱۴۰۱). تأثیر محلول‌پاشی پاییزی نیتروژن، روی و بور در افزایش ذخیره و فراهمی این عناصر برای درختان هلو. *نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۱۲ (۱)، ۵۸-۳۱.
DOI: 10.22069/EJSMS.2022.18598.1996

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

به طور کلی در سال‌های اخیر، کشت هلو و شلیل در شرق استان مازندران به ویژه شرق ساری، میاندرود، نکا و گلوگاه (شکل ۱) به سرعت در حال گسترش است به طوری که سطح زیر کشت آن در این مناطق بالغ بر ۱۲ هزار هکتار است. هم‌چنین سطح زیر کشت هلو و شلیل در استان گلستان حدود ۱۳ هزار هکتار است و شرایطی تقریبا مشابه شرق مازندران دارد. سود اقتصادی هلو برای باغداران منطقه شرق مازندران، از سایر درختان میوه منطقه بیش‌تر است (۱ و ۲). بنابراین هلو بخش مهمی از صنعت باغداری شرق مازندران شده است.



شکل ۱- نقشه اراضی و مناطق عمده کشت هلو و شلیل در استان مازندران (اراضی زراعی: سبز، اراضی غیرزراعی: سفید).

Figure 1. Agricultural lands (green areas) and non-agricultural lands (white) in different cities of Mazandaran province.

نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی برای درختان میوه هسته‌دار است. در درختان میوه، نیتروژن بیش‌تر به شکل نیترات توسط ریشه‌ها جذب می‌شود. جذب نیترات توسط ریشه‌ها به انرژی نیاز دارد، نیترات در گیاه، ابتدا به آمونیم و سپس به ترکیبات آمونیمی تبدیل می‌شود. این ترکیبات آمونیمی شامل آمینواسیدها، آمین‌ها و آمیدها است که به این شکل‌ها در گیاه ذخیره و انتقال می‌یابد. آرجینین، مهم‌ترین آمینواسید در درختان هلو است و شکل اصلی ذخیره در فصل خواب در این درختان می‌باشد (۳). 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 (٤ و ٥). نیتروژن به آسانی و با کارایی بالا در برگ‌های پیر قبل از ریزش مجدداً متحرک می‌شود و گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که حدود ۵۰ درصد از نیتروژن کل برگ‌ها قبل از ریزش می‌تواند جابجا و در سرشاخه‌ها و ریشه‌ها ذخیره شود. این نیتروژن ذخیره شده در افزایش رشد رویشی و زایشی اوایل فصل سال بعد بسیار مؤثر است (٦).

بیش‌تر شواهد نشان می‌دهند 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 (٦).

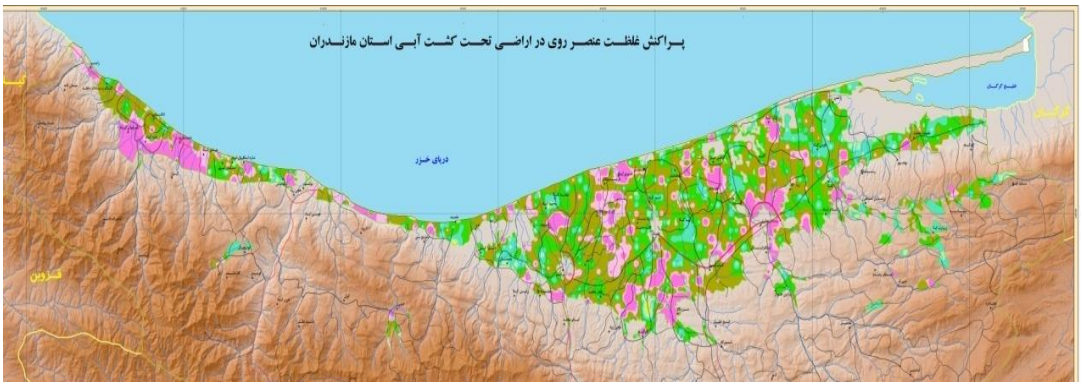
در بیش‌تر گیاهان چوبی، نیتروژن مورد نیاز بافت‌های جدید در اوایل فصل رشد توسط نیتروژن آلی از دیگر اندام‌های درختان مانند برگ‌ها، جوانه‌ها، سرشاخه‌ها و ریشه‌ها تهیه می‌شود. در درختان خزان‌کننده در پاییز، نیتروژن از برگ‌های پیر قبل از ریزش خارج می‌شود و در طول فصل پاییز در بافت‌های چوبی جمع می‌شود. در درختان سیب، نیتروژن بیش‌تر به شکل پروتئین در پوست سرشاخه‌ها ذخیره می‌شود اما در درختان هلو بیش‌تر به شکل اسید آمینه آرجنین در ریشه‌ها و پوست درختان ذخیره می‌گردد و به احتمال زیاد شکل اصلی ذخیره نیتروژن است (۷). برخی نیتروژن محلول را شکل عمده ذخیره نیتروژن گزارش کرده‌اند و برخی نیز نیتروژن پروتئینی را به عنوان شکل عمده ذخیره نیتروژن گزارش کرده‌اند اما کارهای سال‌های اخیر نشان داده است که هر دو شکل ظاهراً به عنوان نیتروژن ذخیره عمل می‌کنند و هیدرولیز نیتروژن پروتئینی با شروع شکفتن جوانه‌ها هم‌زمان شروع خواهد شد (۸).

پاییز مناسب‌ترین زمان برای مصرف برخی عناصر غذایی برای درختان میوه است به‌ویژه، اگر این عناصر برای این درختان محدود کننده باشند. نیتروژن مصرف شده در این درختان برای رشد اوایل فصل و هم‌چنین تأمین نیتروژن جوانه‌های گل و رشد اولیه میوه‌چه‌ها از اندام‌های ذخیره درخت و دیگر قسمت‌های چوبی گیاهان تامین می‌شود. بنابراین، برای باغدار اهمیت دارد که درختان با نیتروژن کافی به خواب بروند. محلول‌پاشی اوره قبل از پیری برگ‌ها، روشی مناسب برای تأمین نیتروژن درختان هلو است. این نیتروژن، سپس به آسانی به خارج از برگ انتقال پیدا می‌کند و وارد محل‌های ذخیره طولانی‌مدت می‌شود. این روش برای مناطقی با بارندگی‌های زیاد در اوایل فصل رشد و سطح آب زیرزمینی بالا مناسب‌تر می‌باشد (۹).

دوره گلدهی و تشکیل میوه در درختان میوه، از حیاتی‌ترین مراحل فنولوژی رشد میوه است و بیش‌ترین تأثیر بر عملکرد و کیفیت نهایی میوه دارد در این مرحله بیش‌ترین تقاضا برای عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن وجود دارد، از طرفی درجه حرارت خاک در این زمان معمولاً پایین است و این درجه حرارت پایین منطقه ریشه موجب کاهش فعالیت‌های متابولیک ریشه، حلالیت عناصر غذایی در محلول خاک و انتقال آن‌ها در گیاه می‌شود. بنابراین، دینامیک نیتروژن در بافت‌های دائمی و آزادسازی نیتروژن از این اندام‌های ذخیره برای رشد سرشاخه‌ها و میوه‌چه‌ها اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (۱۰). نتایج پژوهش‌های اسدی کنگرشاهی (۲۰۱۸) نشان داد مصرف خاکی نیتروژن قبل از گلدهی تأثیر چندانی در افزایش تشکیل گل، میوه و رشد سرشاخه‌های بهاره درختان هلو ندارد (۱۱). به‌طورکلی در محلول‌پاشی پاییزی اوره، نیتروژن با کارایی بالا توسط برگ‌ها جذب می‌شود (۱۲). پس از محلول‌پاشی اوره، نیتروژن وارد شده به برگ‌ها به‌تدریج به برخی اندام‌های دائمی درختان انتقال و ذخیره می‌شود و این نیتروژن ذخیره شده در بهار سال بعد به آسانی برای گل‌ها، میوه‌چه‌ها و رشد سرشاخه‌ها قابل استفاده است (۱۳ و ١٤).

کمبود روی شایع‌ترین و محدودکننده‌ترین عنصر کم‌مصرف در تولید درختان میوه در جهان است (۱۵). 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 (١٦ و ٤). محلول‌پاشی روی قبل از ریزش برگ‌ها در پاییز، سریعا 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 (٢ و ١٧). معمولا رشد رویشی و گلدهی درختان هلو دارای کمبود روی، در بهار با تأخیر نسبت به درختان بدون کمبود شروع می‌شود. محلول‌پاشی ١٠ تا ١٥ 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 (٩). مطالعات شبکه‌ای خاک‌های استان مازندران (شکل ٢) نشان داد که غلظت روی بیش‌تر خاک‌های مناطق شرقی استان مازندران که تحت کشت هلو و شلیل هستند کم‌تر از حد بحرانی است (١٨ و ١٥).



شکل٢- پراکنش روی قابل استفاده (استخراج شده با DTPA) در خاک‌های استان مازندران. مناطق زرد رنگ، ٠/٢٥-٠ میلی‌گرم در کیلوگرم؛ آبی کم‌رنگ، ٠/٥-٠/٢٥ میلی‌گرم در کیلوگرم؛ آبی پررنگ، ٠/٧٥-٠/٥ میلی‌گرم در کیلوگرم؛ سبز، ١-٠/٧٥ میلی‌گرم در کیلوگرم؛ سبز زیتونی، ١/٥-١ میلی‌گرم در کیلوگرم؛ صورتی کم‌رنگ، ٢-١/٥ میلی‌گرم در کیلوگرم و صورتی پررنگ بیش از ٢ میلی‌گرم در کیلوگرم، روی قابل استفاده را نشان می‌دهند (١٩).

Figure 2. Distribution of Zn available (extracted with DTPA) in soils of Mazandaran province. Yellow, 0-0.25 mg / kg; Light blue, 0.25-0.5 mg / kg; Bold blue, 0.5-0.75 mg / kg; Green, 0.75-1 mg / kg; Olive green, 1-1.51 mg / kg; Light pink indicates 1.5-2 mg / kg and light pink more than 2 mg / kg (43).

گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که در مناطقی با بارندگی بیش‌تر از ٧٠٠ میلی‌متر، احتمال کمبود بور وجود دارد زیرا بارندگی زیاد موجب شستشوی بور از نیمرخ خاک می‌شود. از طرفی بور برای رشد لوله گرده، گرده‌افشانی و تلقیح گل‌ها ضروری است. 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 (٥). 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 (٥). حد بحرانی بور در برگ درختان میوه خزان‌دار در اواخر تابستان حدود ٣٥ تا ٤٠ میلی‌گرم در کیلوگرم است (٢٠). محلول‌پاشی بور بعد از یک محصول سنگین یا بهار سرد با وضعیت محدودکننده برای گرده‌افشانی، بیش‌تر مؤثر خواهد بود. نتایج

پژوهش‌های مختلف نشان داده است که محلول‌پاشی بور پس از برداشت میوه با کارایی بالا از برگ‌ها به بافت‌های ذخیره برای استفاده در رشد سال بعد انتقال می‌یابد. اما مصرف خاکی بور سبب تجمع بیش‌تر بور در ریشه‌ها می‌شود و مقدار خیلی کمی از آن به اندام هوایی انتقال می‌یابد. بنابراین در زمان شکوفایی گل‌ها مقدار خیلی کمی از این بور برای گل‌ها قابل استفاده خواهد بود و در بیش‌تر موارد می‌تواند عامل محدودکننده باشد. محلول‌پاشی بور در پاییز با اوره موجب افزایش ذخیره بور در ریشه‌ها و اندام‌های زایشی و افزایش فراهمی آن برای گل‌ها در زمان شکوفایی و تشکیل میوه خواهد شد (۵).

به طور کلی نیتروژن محلول‌پاشی شده به شکل اوره در پاییز به آسانی توسط برگ‌ها جذب می‌شود و می‌تواند در کل اندام‌های درختان از جمله ریشه توزیع شود. بنابراین محلول‌پاشی پاییزه می‌تواند روش مناسبی برای جایگزینی مصرف خاکی در اوایل فصل سال به ویژه در مناطقی با بارندگی بیش‌تر در ابتدای فصل رویشی باشد که می‌تواند موجب افزایش کارایی مصرف نیتروژن و کاهش پتانسیل آلودگی‌های زیست‌محیطی شود، با افزودن سولفات روی به این محلول، خروج نیتروژن از برگ‌ها افزایش می‌یابد و هم‌چنین ریزش برگ‌ها نیز تسریع می‌شود (۲۱).

جذب، انتقال و توزیع نیتروژن محلول‌پاشی شده به شکل اوره پس از برداشت میوه در پاییز نشان داد که بیش‌ترین جذب نیتروژن توسط برگ‌ها در دو روز اول بعد از محلول‌پاشی رخ داد. هم‌چنین غلظت آمینواسیدها در برگ‌ها، پوست و ریشه‌ها در تیمار محلول‌پاشی نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. راندمان جذب نیتروژن توسط برگ‌ها حدود ۳۵ درصد بود و ۶۳ درصد از این نیتروژن جذب شده به اندام‌های ذخیره انتقال یافت، ریشه‌ها و پوست مخزن‌های عمده نیتروژن محلول‌پاشی شده بودند (۱۴). 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 درختان میوه خزان‌دار دارد (۲۱). محلول‌پاشی اوره بعد از برداشت میوه در پاییزه می‌تواند ذخیره نیتروژن، گلدهی، تشکیل میوه و رشد درختان میوه را در فصل بعد افزایش دهد (۲۲، ۲۳ و ۱۲).

ذخیره نیتروژن در بافت‌های دائمی در انتهای فصل رشد در درختان میوه خزان‌دار از اهمیت زیادی برخوردار است و مقدار نیتروژن ذخیره شده در انتهای فصل رشد، در رشد و میوه‌دهی درختان در فصل بعد تأثیر زیادی دارد (۲۴ و ۲۵). برخی پژوهش‌ها نشان داده است که بین رشد رویشی و زایشی در اوایل بهار با مقدار نیتروژن ذخیره در بسیاری از گونه‌ها و واریته‌های درختان میوه خزان‌دار همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد (۲۲، ۲۳، ۲۶ و ۲۷). بنابراین افزایش نیتروژن ذخیره یکی از اهداف مدیریت‌های نوین باغ‌ها برای افزایش تولید، پایداری تولید در باغ‌های میوه خزان‌دار و کاهش مصرف کودهای نیتروژن در اوایل فصل و آلودگی‌های زیست محیطی است. به هر حال در این محصولات داده‌های بسیار کمی در مورد تأثیر نیتروژن ذخیره در توسعه ارگان‌های جدید وجود دارد. در این پژوهش، تأثیر محلول‌پاشی پاییزه اوره، روی و بور در افزایش نیتروژن، روی و بور ذخیره جوانه‌های گل، پوست درخت، ریشه‌های فیبری و هم‌چنین تشکیل گل و میوه مورد بررسی قرار گرفت.

بنابراین، با توجه به نیاز زیاد درختان میوه به نیتروژن و کارایی استفاده پایین آن به ویژه در اوایل فصل، ارائه روش‌های مناسب برای افزایش کارایی استفاده آن و کاهش هدررفت آن یکی از اهداف بیش‌تر برنامه‌های تحقیقاتی در جهان است. یکی از روش‌های بهبود کارایی استفاده نیتروژن در درختان

میوه به ویژه در اوایل فصل رشد، محلول‌پاشی پاییزه اوره در درختان میوه خزان‌دار پس از برداشت میوه در شروع زرد شدن برگ‌ها است که می‌تواند مصرف خاکی نیتروژن را کاهش یا حتی در صورت امکان جایگزین آن شود بنابراین این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی پاییزی اوره، سولفات روی و اسید بوریک در افزایش ذخیره عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن انجام شد. اهداف این پژوهش شامل: امکان جذب اوره، سولفات روی و بور در محلول‌پاشی پاییزی در درختان بارده در شرایط میدانی، امکان انتقال این عناصر از برگ‌ها به اندام‌های ذخیره و افزایش ذخیره در بافت‌های مختلف، ارزیابی امکان انتقال عناصر غذایی ذخیره به بافت‌های جدید در حال توسعه بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در منطقه شرق ساری بر روی درختان بارده هلو (رقم سانکینگ) با فاصله کاشت ۵ × ٤ متر انجام شد. قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌های خاک از عمق ۳۰-۰ و ٦۰-۳۱ سانتی‌متری از سایه‌انداز درختان (٤ و ۵) و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین شد (۲۸). هم‌چنین نمونه‌های برگ در مردادماه از درختان مورد نظر تهیه و میزان عناصر غذایی آن‌ها مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس و بور اندازه‌گیری شد (۹). آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار، چهار تکرار و دو درخت در هر تیمار به مدت سه سال با درختان بارده با سن و اندازه تقریباً یکسان در شرق ماندران انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل:

۱. شاهد

۲. محلول‌پاشی اوره ۱۰ درهزار (۱۰ کیلوگرم اوره را در ۱۰۰۰ لیتر آب حل کرده سپس نیم لیتر مویان به آن افزوده شد)

۳. محلول‌پاشی اوره ۱۰ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار

٤. محلول‌پاشی اوره ۱۰ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار + اسید بوریک ٤ در هزار

۵. محلول‌پاشی اوره ۱۵ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار + اسید بوریک ٤ در هزار

٦. محلول‌پاشی اوره ۲۰ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار + اسید بوریک ٤ در هزار

۷. محلول‌پاشی اوره ۲۵ در هزار + سولفات روی ۵ در هزار + اسید بوریک ٤ در هزار

مدیریت زمانی مصرف خاکی کودهای نیتروژن، پتاسیم، فسفر و منیزیم برای همه درختان هلو در طی فصل رشد یکسان و متناسب با فنولوژی رشد بود (جدول ۱). نتایج تجزیه خاک و برگ درختان قبل از شروع آزمایش در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است. مقدار مصرف کودهای شیمیایی برای کلیه تیمارها یکسان بود، به‌طوری‌که ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (سولفات آمونیم و اوره)، ۵۰ کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، ۳۰ کیلوگرم فسفر (P_2O_5)، ٤۰ کیلوگرم منیزیم (MgO) در هکتار مصرف شد. نیتروژن به‌صورت سولفات آمونیم و اوره، پتاسیم به شکل سولفات پتاسیم و منیزیم به شکل سولفات منیزیم و کود فسفری از منبع اسید فسفریک تامین شد. مصرف نیتروژن قبل از گل‌دهی به صورت خاکی، سایر تقسیط‌های نیتروژن و هم‌چنین پتاسیم، منیزیم و فسفر به شکل کودآبیاری مصرف شد (جدول ۱). تیمارهای محلول‌پاشی اوره، روی و بور با غلظت‌های تعیین شده به صورت وزنی به حجمی (W/V) با یک مویان غیریونی 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 تهیه شد. برای تعیین مقدار نیتروژن، نمونه‌های گیاه به روش مرطوب[1] هضم گردیدند و به روش

1- Wet digestion

کجلدال اندازه‌گیری شدند، برای تعیین مقدار روی و بور، ابتدا نمونه‌ها پودر و در کوره الکتریکی سوزانده (روش خشک سوزانی) شدند و سپس غلظت روی و بور در آن‌ها به ترتیب به روش جذب اتمی و اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (۲۸ و ۲۹). برگ‌ها ابتدا با محلول شستشوی ۰/۲ 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 اواخر بهمن ماه هرسال از سرشاخه‌ها و در فروردین‌ماه هر سال از جوانه‌های گل، گل‌ها، برگ سرشاخه‌ها و هم‌چنین سرشاخه‌ها نمونه‌برداری انجام شد. درپایان فصل، تعداد حداقل ۳۰ عدد میوه به‌طور تصادفی از هر تیمار نمونه‌برداری و برخی خصوصیات کیفی آن‌ها اندازه‌گیری گردید. در اواخر سال سوم آزمایش، از سرشاخه‌ها، بازوها، تنه و ریشه‌های فیبری نمونه‌برداری شد و غلظت نیتروژن در آن‌ها اندازه‌گیری شد. همه داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و آزمون F مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن انجام شد و در پایان امکان جذب اوره، سولفات روی و بور توسط برگ‌ها در محلول‌پاشی پاییزی، امکان انتقال این عناصر از برگ‌ها به اندام‌های ذخیره و افزایش غلظت و ذخیره در بافت‌های مختلف و امکان انتقال عناصر غذایی ذخیره شده به بافت‌های جدید در حال توسعه تجزیه و تحلیل شد.

جدول ۱- مدیریت تغذیه درختان سیاه ریشه (هلو و شلیل) متناسب با فنولوژی رشد برای باغ‌های دارای سیستم کودآبیاری (۳۰).

Table 1. Nutreint management of peach orchards with fertigation system (3).

فنولوژی رشد Phenology stages	مدیریت تغذیه Nutrient management
تمایز جوانه‌های گل Bud differentiation	-
قبل از گلدهی Before flowering	-
مرحله اول رشد میوه The first stage of fruit growth	۴۵ درصد نیتروژن، ۴۵ درصد فسفر و ۳۰ درصد پتاسیم و منیزیم 45% N, 45%P_2O_5, 30% K_2O, 30%MgO
مرحله دوم رشد میوه The second stage of fruit growth	-
مرحله دوم رشد میوه The first stage of fruit growth	۴۰ درصد نیتروژن، ۵۰ درصد فسفر و ۷۰ درصد پتاسیم و منیزیم 40%N, 50%P_2O_5, 60%K_2O, 70%MgO
بلوغ میوه تا برداشت Fruit maturity to harvest	-
پس از برداشت Postharvest	۱۵ درصد نیتروژن، ۵ درصد فسفر و ۱۰ درصد پتاسیم 5%N, 5%P_2O_5, 10%K_2O

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک محل انجام آزمایش (قبل از اجرای آزمایش).

Table 2. Some chemical properties of the soil at the test site (before the test).

عمق Depth (cm)	EC (dS/m)	pH	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC (cmole/kg)	آهک CCE (٪)	ماده آلی O.M (٪)	فسفر P	پتاسیم K	منیزیم Mg	آهن Fe	روی Zn	منگنز Mn	مس Cu	بور B
						(mg/kg)							
0-30	072	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 ۲- برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک محل انجام آزمایش (قبل از اجرای آزمایش).

Continue Table 2. Some chemical properties of the soil at the test site (before the test).

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	بافت Texture
		(%)		
0-30	11	50	39	لوم رسی سیلتی Silty clay loam
31-60	9	67	34	لوم سیلتی Silty loam

جدول ۳- نتایج تجزیه برگ قبل از اجرای آزمایش.

Table 3. Leaf analysis results before the experiment.

غلظت Concentration	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	منیزیم Mg	کلسیم Ca	آهن Fe	روی Zn	منگنز Mn	مس Cu	بور B
			(%)				(mg/kg)			
Sample	2.02	0.14	1.04	0.49	2.15	243	18.95	25.14	11.58	53.80

نتایج

سال اول: اندازه‌گیری 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. به طوری که نتایج نشان داد که در تیمار هفت، غلظت نیتروژن از ۱/۹ درصد قبل از محلول‌پاشی به ترتیب به ۳/۲۱ درصد در فاصله زمانی ٤ ساعت پس از محلول‌پاشی رسید که نشان دهنده جذب سریع نیتروژن از بافت برگ است. نتایج جذب و تغییرات غلظت روی برگ نشان داد که در همه تیمارهای محلول‌پاشی روی (تیمارهای ۳، ٤، ٥، ٦ و ۷)، جذب روی افزایش یافت. نتایج غلظت روی در تیمار هفت نشان داد که غلظت روی از ۱۵/۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ قبل از محلول‌پاشی به ۹۲/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پس از محلول‌پاشی رسید. غلظت بور در بافت برگ پس از محلول‌پاشی اسید بوریک، افزایش یافت به طوری که غلظت بور از ۵۹/۹۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار هفت ۱۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم پس از محلول‌پاشی رسید که بیان‌کننده جذب بور از بافت برگ در محلول‌پاشی پاییزی است (جدول ٤).

جدول ٤- غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ درخت هلو پس از محلول‌پاشی (سال اول).

Table 4. N, Zn and B concentration in leaf of peach trees after spray (first year).

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn ($mgkg^{-1}$)	بور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) B ($mgkg^{-1}$)
1	1.88 ^{d}	15.09 ^{c}	50.21 ^{c}
2	2.83 ^{b}	15.79 ^{c}	53 ^{c}
3	2.83 ^{b}	75.69 ^{b}	59.90 ^{c}
4	2.57 ^{c}	77.98 ^{b}	186 ^{a}
5	2.78 ^{bc}	85.79 ^{ab}	141 ^{b}
6	3.12 ^{a}	85.91 ^{ab}	166 ^{ab}
7	3.21 ^{a}	95.21 ^{a}	139 ^{b}
آزمون F	**	**	**

^{ns}، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

نتایج غلظت نیتروژن در پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله پس از محلول‌پاشی (جدول ۵) نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن پوست و چوب سرشاخه‌ها داشتند غلظت نیتروژن پوست سرشاخه‌ها در تیمارهای ۲، ۳ و ٤ تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند اما بیش‌ترین غلظت نیتروژن از تیمارهای ٦ و ۷ حاصل شد. غلظت نیتروژن در چوب سرشاخه‌ها در همه تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به شاهد افزایش یافت به طوری غلظت آن از ۰/۵۳ درصد در تیمار شاهد به ۰/۹٤ درصد در تیمار هفت افزایش یافت. هم‌چنین نتایج غلظت نیتروژن جوانه‌های گل و گل نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن جوانه‌های گل و گل داشتند و غلظت نیتروژن را نسبت به شاهد افزایش دادند.

جدول ۵- غلظت نیتروژن در پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله، جوانه‌های گل و گل‌ها.

Table 5. N concentration in peel and wood of annual shoots, flower buds and flowers.

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)			
	پوست Peel	چوب Wood	جوانه‌های گل Bud flowers	گل‌ها Flowers
1	0.94 ^{c}	0.53 ^{c}	1.39 ^{c}	3.06 ^{d}
2	1.11 ^{b}	0.75 ^{b}	1.58 ^{b}	3.31 ^{c}
3	1.10 ^{b}	0.74 ^{b}	1.63 ^{b}	3.36 ^{c}
4	1.12 ^{b}	0.77 ^{b}	1.60 ^{b}	3.58 ^{b}
5	1.21 ^{ab}	0.87 ^{ab}	1.72 ^{a}	3.65 ^{ab}
6	1.29 ^{a}	0.95 ^{a}	1.73 ^{a}	3.82 ^{a}
7	1.36 ^{a}	0.94 ^{a}	1.76 ^{a}	3.81 ^{a}
آزمون F	**	**	*	*

^{ns}، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

نتایج غلظت نیتروژن، روی و بور در بافت برگ سرشاخه‌های جوان در بهار سال بعد (جدول ٦) نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن و روی برگ سرشاخه‌های جوان داشتند غلظت نیتروژن برگ‌های جوان در همه تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به شاهد افزایش نشان داد به طوری غلظت نیتروژن از ۳/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد به ۳/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار هفت رسید. غلظت روی در برگ‌های جوان نیز در تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به شاهد افزایش نشان داد ولی بین تیمارهای دارای سولفات روی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اما تیمارهای محلول‌پاشی اسید بوریک تأثیر معنی‌داری بر غلظت بور برگ سرشاخه‌های جوان نداشت.

جدول ٦- غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ سرشاخه‌های جوان پس از محلول‌پاشی.

Table 6. Concentration of N, Zn and B in the leaves of young shoots.

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) $Zn\ (mgkg^{-1})$	بور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) $B\ (mgkg^{-1})$
1	3.22 ^{c}	73 ^{b}	43.35 ^{a}
2	3.27 ^{c}	75 ^{b}	44.25 ^{a}
3	3.59 ^{b}	101 ^{a}	38.32 ^{a}
4	3.52 ^{b}	102 ^{a}	39.24 ^{a}
5	3.58 ^{b}	98 ^{a}	40.15 ^{a}
6	3.71 ^{ab}	105 ^{a}	45.16 ^{a}
7	3.85 ^{a}	109 ^{a}	47.68 ^{a}
آزمون F	*	**	ns

^{ns}، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

سال دوم: نتایج اندازه‌گیری غلظت نیتروژن پس از محلول‌پاشی در سال دوم آزمایش نشان داد که همه تیمارهای محلول‌پاشی موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ شدند و بیش‌ترین غلظت نیتروژن از تیمارهای ٥، ٦ و ٧ حاصل شد. نتایج اندازه‌گیری غلظت روی نشان داد که همه تیمارهای آزمایشی مقدار روی برگ را به مقدار زیادی افزایش دادند به طوری که غلظت روی از ۲۳/۹۸ میلی‌گرم در شاهد به ۹۲٦ میلی‌گرم در تیمار ۳ افزایش یافت. روند تغییرات غلظت بور در بافت برگ در تیمارهای آزمایشی نشان داد که همه تیمارهای محلول‌پاشی اسید بوریک، موجب افزایش غلظت بور در بافت برگ شدند و حداکثر غلظت از تمار چهار حاصل شد (جدول ٧).

جدول ۷- غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ درخت هلو پس از محلول‌پاشی در سال دوم.

Table 7. N, Zn and B concentration in leaf of peach trees after spray (second year).

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) $Zn\ (mgkg^{-1})$	بور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) $B\ (mgkg^{-1})$
1	2.10 ^{d}	23.98 ^{f}	49.39 ^{c}
2	2.53 ^{b}	26.12 ^{f}	53.20 ^{c}
3	2.54 ^{b}	926 ^{a}	50.31 ^{c}
4	2.38 ^{b}	726 ^{b}	145.65 ^{a}
5	2.45 ^{a}	515 ^{c}	129.34 ^{ab}
6	2.89 ^{a}	460 ^{d}	124.36 ^{ab}
7	3.01 ^{a}	327 ^{e}	113.13 ^{b}
آزمون F	*	**	**

^{ns}، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

نتایج غلظت نیتروژن در پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله پس از محلول‌پاشی در سال دوم آزمایش (جدول ۸) نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی بر غلظت نیتروژن پوست و چوب سرشاخه‌ها تأثیر معنی‌داری داشتند. غلظت نیتروژن پوست سرشاخه‌ها نسبت به شاهد افزایش یافت. هم‌چنین غلظت نیتروژن در چوب سرشاخه‌ها در همه تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به شاهد افزایش یافت به طوری غلظت آن از ۰/۵۵ درصد در تیمار شاهد به ۰/۹۲ درصد در تیمار هفت افزایش یافت. غلظت نیتروژن جوانه‌های گل و گل در تیمارهای مختلف در سال دوم آزمایش نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن جوانه‌های گل و گل داشتند و تیمارهای محلول‌پاشی، غلظت نیتروژن را نسبت به شاهد افزایش دادند. نتایج اندازه‌گیری غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ سرشاخه‌ها در تیمارهای مختلف در جدول ۹ نشان می‌دهد که تیمارهای آزمایشی، بر غلظت نیتروژن برگ سرشاخه‌ها معنی‌دار بود و موجب افزایش غلظت نیتروژن این بافت‌ها نسبت به شاهد شدند اما تأثیر معنی‌داری بر غلظت روی و بور آن‌ها نداشتند. هم‌چنین تیمارهای محلول‌پاشی بر غلظت نیتروژن، روی و بور بافت میوه نیز تأثیر معنی‌داری نداشتند.

جدول ۸- غلظت نیتروژن در پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله، جوانه‌های گل و گل‌ها.

Table 8. N concentration in peel and wood of annual shoots, flower buds and flowers.

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)			
	پوست Peel	چوب Wood	جوانه‌های گل Bud flowers	گل‌ها Flowers
1	1.02 ^{d}	0.55 ^{d}	1.36 ^{c}	3.03 ^{c}
2	1.14 ^{c}	0.67 ^{c}	1.62 ^{b}	3.38 ^{b}
3	1.13 ^{c}	0.62 ^{cd}	1.67 ^{ab}	3.34 ^{b}
4	1.15 ^{c}	0.76 ^{b}	1.62 ^{b}	3.37 ^{b}
5	1.26 ^{b}	0.83 ^{ab}	1.72 ^{a}	3.72 ^{a}
6	1.38 ^{a}	0.87 ^{a}	1.74 ^{a}	3.81 ^{a}
7	1.38 ^{a}	0.92 ^{a}	1.78 ^{a}	3.82 ^{a}
آزمون F	**	*	**	*

^{ns}، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۹- غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ سرشاخه‌های جوان پس از محلول‌پاشی.

Table 9. Concentration of N, Zn and B in the leaves of young shoots.

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn ($mgkg^{-1}$)	بور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) B ($mgkg^{-1}$)
1	2.04 ^{d}	42.15 ^{a}	32 ^{a}
2	2.51 ^{c}	42.75 ^{a}	28 ^{a}
3	2.74 ^{ab}	42.66 ^{a}	36 ^{a}
4	4.02 ^{a}	41.98 ^{a}	51 ^{a}
5	3.87 ^{ab}	42.15 ^{a}	46 ^{a}
6	3.60 ^{c}	42.36 ^{a}	33 ^{a}
7	4.15 ^{a}	42.97 ^{a}	37 ^{a}
آزمون F	*	ns	ns

^{ns}، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

^{ns}, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

سال سوم: تیمارهای محلول‌پاشی در سال سوم آزمایش نیز موجب افزایش غلظت نیتروژن برگ شدند (جدول ١٤). نمونه‌برداری برگ پس از چهار ساعت نشان داد که غلظت نیتروژن برگ‌ها افزایش یافت به طوری که غلظت نیتروژن برگ در تیمار هفت از ۲/۱۳ درصد قبل از محلول‌پاشی به ٣/٢٤ درصد پس از محلول‌پاشی رسید. همه تیمارهای سولفات روی و اسید بوریک نیز موجب افزایش غلظت روی و بور در بافت برگ شدند (جدول ۱۰). نتایج اندازه‌گیری غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ سرشاخه‌ها در سال سوم آزمایش در

تیمارهای مختلف در جدول ۱۱ نشان می‌دهد که تیمارهای آزمایشی، بر غلظت نیتروژن و روی برگ سرشاخه‌ها معنی‌دار بود و موجب افزایش غلظت نیتروژن و روی برگ سرشاخه‌ها نسبت به شاهد شد اما تأثیر معنی‌داری بر غلظت بور آن‌ها نداشت. هم‌چنین تیمارهای محلول‌پاشی بر غلظت نیتروژن، روی و بور برگ و هم‌چنین غلظت آن‌ها در بافت میوه تأثیر معنی‌داری نداشتند.

جدول ۱۰- غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ درخت هلو پس از محلول‌پاشی (سال سوم).

Table 10. N, Zn and B concentration in leaf of peach trees after spray (third year).

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn ($mgkg^{-1}$)	بور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) B ($mgkg^{-1}$)
1	2.12 ^{c}	21.15 ^{c}	43.97 ^{d}
2	2.91 ^{b}	27.37 ^{c}	51.01 ^{d}
3	2.93 ^{b}	143 ^{b}	50.60 ^{d}
4	2.89 ^{b}	124 ^{b}	164 ^{a}
5	2.97 ^{b}	145 ^{b}	140 ^{b}
6	3.22 ^{a}	145 ^{b}	141 ^{b}
7	3.24 ^{a}	263 ^{a}	126 ^{c}
آزمون F	*	**	**

ns، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۱۱- غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ سرشاخه‌های جوان پس از محلول‌پاشی.

Table 11. Concentration of N, Zn and B in the leaves of young shoots.

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn ($mgkg^{-1}$)	بور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) B ($mgkg^{-1}$)
1	3.84 ^{c}	43.1 ^{b}	45.12 ^{a}
2	4.01 ^{b}	48.1 ^{ab}	44.25 ^{a}
3	4.04 ^{b}	47.8 ^{ab}	45.78 ^{a}
4	3.91 ^{bc}	45.5 ^{b}	46.12 ^{a}
5	4.04 ^{b}	46.3 ^{ab}	48.92 ^{a}
6	4.09 ^{b}	46.3 ^{ab}	45.99 ^{a}
7	4.54 ^{a}	51.1 ^{a}	47.96 ^{a}
آزمون F	*	*	ns

ns، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

نتایج غلظت نیتروژن در پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله پس از محلول‌پاشی (جدول ۱۲) نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن پوست و چوب سرشاخه‌ها داشتند غلظت نیتروژن پوست سرشاخه‌ها در تیمارهای ۲، ۳ و ٤ تفاوت معنی‌داری با شاهد

نداشتند اما در تیمارهای ۵، ٦ و ۷ غلظت نیتروژن نسبت به شاهد افزایش نشان داد. غلظت نیتروژن در چوب سرشاخه‌ها در همه تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به شاهد افزایش یافت به طوری غلظت آن از ۰/۵۷ درصد در تیمار شاهد به ۰/۹۰ درصد در تیمار هفت افزایش یافت. هم‌چنین نتایج غلظت نیتروژن جوانه‌های گل و گل نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن جوانه‌های گل و گل داشتند و غلظت نیتروژن نسبت به شاهد افزایش یافت. نتایج اندازه‌گیری غلظت نیتروژن در پوست و چوب اندام‌های دائمی اندام هوایی (شاخه‌های کوچک، متوسط و بزرگ) و زیرزمینی درختان (ریشه‌های فیبری، متوسط و بزرگ) نشان داد که تیمارهای محلول پاشی نیتروژن ذخیره شاخه‌های کوچک و ریشه‌های فیبری را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند اما تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن سایر اندام‌ها نداشتند (جدول‌های ۱۳ و ١٤).

جدول ۱۲- غلظت نیتروژن در پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله، جوانه‌های گل و گل‌ها.

Table 12. N concentration in peel and wood of annual shoots, flower buds and flowers.

تیمار	نیتروژن (درصد) N (%)			
Treatment	پوست Peel	چوب Wood	جوانه‌های گل Bud flowers	گل‌ها Flowers
1	0.98 [c]	0.57 [c]	1.35 [c]	2.99 [d]
2	1.12 [b]	0.74 [b]	1.63 [b]	3.33 [c]
3	1.13 [a]	0.76 [b]	1.62 [a]	3.34 [c]
4	1.12 [a]	0.76 [b]	1.63 [a]	3.35 [c]
5	1.25 [ab]	0.89[a]	1.73 [a]	3.72 [b]
6	1.28 [a]	0.87 [a]	1.72 [a]	3.80 [a]
7	1.35 [a]	0.90 [a]	1.76 [a]	3.83 [a]
آزمون F	*	*	*	**

ns، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول۱۳- غلظت نیتروژن در بافت‌های درختان (نمونه‌برداری‌شده در فصل خواب).

Table 13. N concentration in different organgs of trees (sampled during dormancy).

تیمار	نیتروژن (درصد) N (%)					
treatment	شاخه‌های کوچک Twigs		شاخه‌های متوسط Shoots		شاخه‌های بزرگ Branches	
	پوست Peel	چوب Wood	پوست Peel	چوب Wood	پوست Peel	چوب Wood
1	1.24 [c]	0.36 [c]	1.11 [a]	0.29 [a]	1.10 [a]	0.21 [a]
2	1.25 [c]	0.36 [c]	1.09 [a]	0.29 [a]	1.11 [a]	0.22 [a]
3	1.25 [c]	0.41 [b]	1.13 [a]	0.30 [a]	1.09 [a]	0.21 [a]
4	1.24 [c]	0.40 [b]	1.14 [a]	0.28 [a]	1.12 [a]	0.21 [a]
5	1.27 [c]	0.43 [ab]	1.16 [a]	0.31 [a]	1.14 [a]	0.23 [a]
6	1.47 [b]	0.46 [a]	1.18 [a]	0.31 [a]	1.16 [a]	0.23 [a]
7	1.53 [a]	0.47 [a]	1.17 [a]	0.32 [a]	1.16 [a]	0.24 [a]
آزمون F	*	*	ns	ns	ns	ns

ns، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ١٤- غلظت نیتروژن در بافت‌های درختان (نمونه‌برداری شده در فصل خواب).

Table 14. N concentration in differen organgs of trees (sampled during dormancy).

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)				
	پوست تنه Trank peel	چوب تنه Trank wood	ریشه‌های فیبری Fibrous roots	ریشه‌های متوسط Lateral roots	ریشه‌های بزرگ Main roots
1	1.12 [a]	0.18 [a]	1.40 [b]	1.03 [a]	0.44 [a]
2	1.11 [a]	0.20 [a]	1.42 [b]	1.09 [a]	0.43 [a]
3	1.13 [a]	0.21 [a]	1.43 [a]	1.09 [a]	0.44 [a]
4	1.14 [a]	0.19 [a]	1.42 [a]	1.12 [a]	0.45 [a]
5	1.13 [a]	0.21 [a]	1.53 [a]	1.12 [a]	0.46 [a]
6	1.15 [a]	0.22 [a]	1.67 [a]	1.11 [a]	0.45 [a]
7	1.15 [a]	0.22 [a]	1.70 [a]	1.14 [a]	0.48 [a]
آزمون F	ns	ns	*	ns	ns

ns، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

میانگین سه سال: به طور کلی میانگین نتایج سه سال نشان داد که اوره به آسانی و به سرعت توسط برگ‌ها جذب می‌شود. میانگین غلظت نیتروژن در تیمارهای ۲۰ و ۲۵ در هزار اوره، در فاصله زمانی ٤ ساعت به مقدار زیادی افزایش نشان داد به طوری که در تیمار هفت، غلظت نیتروژن از دو درصد قبل از محلول‌پاشی به ترتیب به ۳/۱۵ درصد در چهار ساعت پس از محلول‌پاشی رسید که نشان دهنده جذب سریع اوره از بافت برگ است (جدول ۱۵). میانگین جذب و تغییرات غلظت روی برگ نشان داد که در همه تیمارهای محلول‌پاشی روی، جذب روی را افزایش دادند میانگین غلظت بور در بافت برگ پس از محلول‌پاشی اسید بوریک، افزایش یافت به طوری که غلظت بور از ۵۱/۷۸۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار هفت به ۱۲٦ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت. به‌طورکلی غلظت بالای اوره همراه با سولفات روی و اسید بوریک موجب تسریع در ریزش برگ‌ها و هم‌چنین انتقال بیش‌تر اوره از بافت برگ‌ها به اندام‌های دائمی شد (شکل ۳). میانگین غلظت نیتروژن در پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله و هم‌چنین جوانه‌های گل و گل‌ها تحت‌تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی قرار گرفت به طوری همه تیمارهای محلول‌پاشی غلظت نیتروژن ذخیره را در پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله را نسبت به شاهد افزایش دادند و بیش‌ترین غلظت نیتروژن ذخیره از تیمار هفت (۲۵ در هزار اوره با پنج در هزار سولفات روی و چهار در هزار اسید بوریک) حاصل شد. میانگین غلظت جوانه‌های گل و گل‌ها نیز در همه تیمارهای آزمایشی نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ١٦). میانگین غلظت نیتروژن برگ سرشاخه‌ها و بافت سرشاخه‌ها و هم‌چنین غلظت بور در بافت سرشاخه‌ها با اعمال تیمارهای آزمایشی افزایش یافت اما تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت روی این اندام‌ها نداشتند (جدول ۱۷). میانگین غلظت بور در بافت میوه نیز با تیمارهای آزمایشی نسبت به شاهد افزایش یافت ولی تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن و روی میوه نداشت.

جدول ۱۵- غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ درخت هلو پس از محلول‌پاشی.

Table 15. N, Zn and B concentration in leaf of peach trees after spray.

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn ($mgkg^{-1}$)	بور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) B ($mgkg^{-1}$)
1	2.01 c	20.07 b	47.85 d
2	2.76 b	23.09 b	52.40 d
3	2.77 b	381.56 a	53.72 d
4	2.61 b	309.33 ab	165.22 a
5	2.73 a	248.59 ab	136.78 bc
6	2.08 a	230.30 ab	143.78 b
7	3.15 a	228.40 ab	126.04 c
آزمون F	**	**	**

ns، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۱۶- غلظت نیتروژن در پوست و چوب سرشاخه‌های یک ساله، جوانه‌های گل و گل‌ها.

Table 16. N concentration in peel and wood of annual shoots, flower buds and flowers.

تیمار Treatment	نیتروژن (درصد) N (%)			
	پوست Peel	چوب Wood	جوانه‌های گل Bud flowers	گل‌ها Flowers
1	0.98 e	0.55 c	1.37 e	3.03 d
2	1.12 d	0.72 b	1.61 d	3.34 c
3	1.12 d	0.71 b	1.64 c	3.45 c
4	1.13 d	0.76 b	1.62 d	3.43 c
5	1.24 c	0.86 a	1.72 b	3.70 b
6	1.32 b	0.90 a	1.73 b	3.81 a
7	1.36 a	0.92 a	1.77 a	3.82 a
آزمون F	**	**	**	**

ns، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۱۷- غلظت نیتروژن، روی و بور در برگ سرشاخه‌های جوان پس از محلول‌پاشی.

Table 17. Concentration of N, Zn and B in the leaves of young shoots.

بور (میلی‌گرم بر کیلوگرم) B ($mgkg^{-1}$)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn ($mgkg^{-1}$)	نیتروژن (درصد) N (%)	تیمار Treatment
40.15 a	52.57 a	3.03 b	1
38.83 a	55.28 a	3.26 b	2
40.03 a	63.82 a	3.45 ab	3
45.45 a	63.16 a	3.82 ab	4
45.02 a	62.15 a	3.83 ab	5
41.38 a	64.55 a	3.80 ab	6
44.21 a	67.69 a	4.15 a	7
ns	ns	*	آزمون F

ns، * و ** به ترتیب نبود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively

میانگین شمارش تعداد میوه‌ها در شاخه در زمان برداشت نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی در تشکیل میوه مؤثر بودند و این افزایش تعداد میوه در هر شاخه از نظر آماری معنی‌دار بود. نتایج شمارش تعداد میوه‌ها در سال‌های آزمایش نشان داد که تیمار هفت محلول‌پاشی بیش‌ترین تأثیر در تشکیل میوه داشت به طوری که نتایج در سال سوم آزمایش نشان داد که در تیمارهای ۱، ۲، ۳، ٤، ٥، ٦، و ۷ تعداد میوه‌ها در زمان برداشت حدود ۱۲، ۱۰، ۱۲، ۱٤، ۱٥ و ۱۷ درصد بود و میانگین تعداد میوه در تیمارهای ٥، ٦ و ۷ در زمان برداشت در سه سال آزمایش حدود ۱۳، ۱٤و ۱٥ درصد بود (جدول ۱۸).

جدول ۱۸- میانگین تعداد میوه‌های درختان در تیمارهای آزمایشی.

Table 18. Mean fruit set in trees in experimental treatments.

میانگین average	سال سوم Third year	سال دوم Second year	سال اول First year	تیمار Treatment
	تعداد میوه در شاخه (از ۱۰۰ گل) Number of fruits in branch (from 100 flowers)			
11 b	12 cd	11 d	10 c	1
11 b	10 d	11 d	11 bc	2
11 b	12 cd	12 c	11 bc	3
12 b	13 c	13 bc	12 b	4
13 ab	14 bc	12 c	12 b	5
14 a	15 b	15 b	14 a	6
15 a	17 a	17 a	15 a	7
**	**	*	**	آزمون F

شکل ۳- ریزش برگ‌های درختان هلو (پس از ٤٨ تا ٧٢ ساعت) در تیمارهای اوره ۲۰ و ۲۵ در هزار با سولفات روی ۵ در هزار و اسید بوریک ٤ در هزار.

Figure 3. Acceleration of leaf fall of trees at Urea (20 -25 $g.l^{-1}$) + Zinc sulfate (5 $g.l^{-1}$) + Boric acid (4 $g.l^{-1}$).

بحث

به طور کلی گل‌انگیزی در درختان هلو در مرحله دوم رشد میوه (سفت شدن هسته‌ها) انجام می‌شود. این مرحله معمولاً از ۳۰ تا ۵۰ روز پس از گل‌دهی شروع می‌شود و با توجه به نوع رقم (زودرس، میان‌رس یا دیررس)، ممکن است چند روز تا چند هفته طول بکشد. هم‌چنین باردهی در درختان هلو در سرشاخه‌های یک ساله انجام می‌شود که معمولاً سه جوانه در هر گره دارند دو جوانه کناری زایشی و جوانه وسطی رویشی است. متورم شدن جوانه در نیمه دوم اسفندماه و گل‌دهی در اواخر اسفند یا اوایل فروردین‌ماه انجام می‌شود. 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 قابل‌استفاده می‌باشد (٦ و ۳۱). هم‌چنان که 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. هم‌چنین نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که مصرف خاکی نیتروژن در اواخر زمستان و اوایل بهار موجب انتقال نیتروژن به جوانه‌ها و یا گل‌ها نمی‌شود اگرچه استثناهایی ممکن است در خاک‌های شنی تحت شرایط گرم بودن هوا در بهار ممکن است رخ دهد. هم‌چنین مطالعات با نیتروژن نشاندار با گونه‌های مختلف درختان میوه نیز نشان داده است که تشکیل گل، میوه‌چه‌ها و رشد سرشاخه‌های اولیه بافت‌های رویشی به نیتروژن ذخیره بستگی دارد (۹ و ٦).

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی اوره در اواخر فصل رشد در افزایش نیتروژن ذخیره مؤثر است. 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 نشان داده است 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 آمینه ممکن است به‌طور مستقیم انتقال پیدا کنند. هم‌چنین ترانس آمینه شده، سنتز پروتئین‌ها و شکسته شدن واقعی پروتئین‌ها و انتقال اسیدهای آمینه حاصل از آن‌ها نیز می‌تواند اتفاق بیافتد (۲۵). بنابراین نتایج این پژوهش با پژوهش‌های دیگر مطابقت دارد که گزارش کردند محلول‌پاشی اوره با نیتروژن نشاندار موجب افزایش نیتروژن جوانه‌های گل تا حدود ۱۲ درصد نسبت به شاهد شد. اوره‌آز[1] که اوره را به آمونیم و دی‌اکسیدکربن هیدرولیز می‌کند در بافت‌های گیاهی از جمله در برگ‌های هلو، زردآلو، گیلاس وجود دارد. به‌طورکلی نیتروژن ذخیره دوام و زنده‌مانی تخمدان‌ها را افزایش می‌دهد بنابراین در توسعه و کارایی دوره گرده‌افشانی تأثیر مثبت دارد و بیش‌ترین تأثیر در گل‌دهی، توسعه گل‌ها و تشکیل میوه دارد (٦ و ١٤).

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 مصرف نیتروژن در گیاهان منتقل می‌شوند. 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 سریعاً کاهش می‌یابد اما این دو فرآیند کاملاً به هم متصل نیستند (۲۵ و ۳۲). بیش‌تر آنزیم‌ها، فعالیت‌شان با پیر شدن کاهش می‌یابد اما فعالیت برخی از آن‌ها ثابت می‌ماند یا حتی ممکن است در اواخر دوره رشد برگ افزایش یابد. برای مثال، آنزیم‌های گلوتامین سنتتاز 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 مجدداً به آسپاراژین یا گلوتامین تبدیل شده و بخشی هم به آمونیم تبدیل می‌شوند (۲۵ و ۳۱). اگر برگ به درختان متصل باشد این آمینو اسیدها می‌تواند به بافت‌های چوبی و پوست (جایی که برای استفاده آینده ذخیره می‌شوند) انتقال یابد.

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی اوره در پاییز موجب افزایش غلظت نیتروژن در پوست سرشاخه‌ها، شاخه‌ها و ریشه می‌شود و غلظت نیتروژن در پوست بیش‌تر از چوب بود. با توجه به این‌که غلظت نیتروژن کل در پوست با شروع فصل رشد به سرعت کاهش یافت، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بیش‌تر نیتروژن ذخیره در بافت پوست نگهداری می‌شود. شکل‌های عمده ذخیره نیتروژن در درختان میوه هنوز مورد بحث است. هم‌چنین افزودن سولفات روی به محلول اوره موجب تحرک بیش‌تر اوره در بافت‌ها و اندام‌های دائمی درختان هسته‌دار می‌شود (۲۱). برخی شواهد نشان می‌دهد که محلول‌پاشی اوره پس از برداشت میوه در پاییز سرعت تجزیه و فساد برگ‌ها را افزایش می‌دهد بنابراین می‌تواند در کاهش برخی بیماری‌ها در سال بعد مؤثر باشد (۳۳ و ۳٤).

1- E.C.3.1.5. urea amidohydrolase

با توجه به نتایج این پژوهش محلول‌پاشی اوره در پاییز نشان داد که بیش‌ترین جذب نیتروژن توسط برگ‌ها در ۲٤ ساعت اول پس از محلول‌پاشی رخ داد و غلظت نیتروژن در برگ‌ها، پوست سرشاخه‌ها و ریشه‌های فیبری در تیمار محلول‌پاشی نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. این نتایج با نتایج دانگ و همکاران (۲۰۰۲) 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. هم‌چنین غلظت آمینو اسیدها در برگ‌ها، پوست و ریشه‌ها در تیمار محلول‌پاشی نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت. راندمان جذب نیتروژن توسط برگ‌ها حدود ۳۵ درصد بود و ٦۳ درصد از این نیتروژن جذب شده به اندام‌های ذخیره انتقال یافت، ریشه‌ها و پوست محل‌های مصرف عمده نیتروژن محلول‌پاشی شده بودند (۳۵). نتایج پژوهش‌های دیگر نیز نشان داده است 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 درختان میوه خزان‌دار دارد (۲۱). 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 (۲۲، ۲۳ و ۱۲).

نتایج این پژوهش هم‌چنین با پژوهش‌های سنچز و همکاران (۲۰۰٦) مطابقت دارد که گزارش کردند حدود ٤۷ درصد نیتروژن و ۷ درصد روی جذب شده توسط برگ‌ها با محلول‌پاشی نیتروژن (^{15}N) به شکل اوره و روی (^{68}Zn) به شکل سولفات روی بعد از برداشت میوه در پاییز از برگ‌های در حال ریزش، خارج و به بافت‌های دائمی درختان انتقال و ذخیره شد (۹). 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 ٤۰ درصد و تا ٤ هفته بعد از گل‌دهی حدود ٦۰ درصد از نیتروژن ذخیره شده توزیع مجدد یافته و به مصرف اندام‌های رویشی و زایشی جدید می‌رسد. به طوری که بیش‌تر از ۷۰ درصد نیاز نیتروژنی ارگان‌های جدید در اوایل فصل رشد، از نیتروژن ذخیره شده در ارگان‌های قدیمی تامین می‌شود، هم‌چنین در مورد گل‌ها، حدود ۸۰ درصد از نیاز نیتروژنی‌شان، از نیتروژن ذخیره تامین می‌شود. اما به تدریج با افزایش سن ارگان‌های جدید، نقش نیتروژن محلول خاک در تامین نیتروژن مورد نیاز آن‌ها افزایش می‌یابد (۳٦ و ٤).

محلول‌پاشی بور بعد از برداشت موجب افزایش عملکرد درختان میوه هسته‌دار می‌شود حتی اگر غلظت بور در برگ در حد بهینه باشد که نشان می‌دهد تجزیه برگ برای تشخیص کمبود موقتی بور در اوایل فصل رشد مناسب نمی‌باشد (۳۷ و ۳۵). به‌طورکلی بور از محلول خاک به شکل اسید بوریک توسط ریشه‌ها جذب می‌شود و به عنوان یک عنصر متحرک در خاک می‌باشد. بنابراین مصرف مقدار کمی از آن در خاک می‌تواند بور کافی را برای درختان فراهم نماید. اما نظر به تحرک پایین بور در درختان میوه، بور یک عامل محدودکننده برای تشکیل میوه می‌باشد. بنابراین هدف از محلول‌پاشی بور افزایش مقدار بور در جوانه‌های گل می‌باشد. محلول‌پاشی بور معمولاً در اوایل پاییز (بعد از برداشت میوه) یا در طول متورم شدن جوانه‌ها در بهار می‌تواند در افزایش تشکیل میوه مؤثر باشد (۳۸).

به طور کلی این که درختان میوه در زمان گل‌دهی بیش‌ترین تقاضا برای نیتروژن دارند و این نیتروژن، عمدتاً از نیتروژن ذخیره‌شده در اندام‌های درخت

(عمدتاً ریشه‌های فیبری و پوست سرشاخه‌ها) تامین می‌شود با نتایج این پژوهش همخوانی دارد و نتایج این پژوهش نشان دادکه محلول‌پاشی پاییزه اوره در جذب و انتقال نیتروژن به اندام‌های دائمی تأثیر دارد و این بخشی از این نیتروژن به تدریج به ریشه‌ها انتقال و ذخیره می‌شود و در تامین نیتروژن مورد نیاز بافت‌ها و تشکیل میوه در اوایل بهار سال بعد مشارکت زیادی دارد. نتایج این پژوهش تا حدودی با نتایج برخی پژوهش‌ها در مورد درختان مرکبات مطابقت دارد که نشان دادند کوددهی اواخر فصل رشد (پس از برداشت) بیش‌ترین تأثیر در ذخیره نیتروژن و تامین نیاز نیتروژنی جوانه‌های گل، سرشاخه‌های بهاری و میوه‌چه‌های جوان در سال بعدی دارد به طوری که بخش عمده‌ای از این نیتروژن در شاخه‌های جوان، جوانه‌ها و ریشه‌های فیبری ذخیره شده و در بهار سال بعد، نیاز سرشاخه‌های اوایل فصل، جوانه‌های گل و رشد اولیه میوه‌چه‌ها را تأمین می‌کند (۳۹، ۴۰ و ۴۱).

هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت نیتروژن در پوست سرشاخه‌های فصل جاری، جوانه‌های گل، گل‌ها، پوست سرشاخه‌های جوان، پوست شاخه‌ها و بازوهای اصلی، پوست تنه و ریشه‌های فیبری نسبت به دیگر اندام‌های درختان بیش‌تر است که با نتایج دیگر پژوهشگران مطابقت دارد که گزارش کردند نیتروژن، بیش‌تر در بخش‌هایی مورد نیاز است که رشد به طور فعال انجام می‌شود و به ویژه در فرآیندهایی که در آنها تقسیم سلولی رخ می‌دهد. بنابراین مقدار نیتروژن، در گل‌ها، نوک سرشاخه‌های در حال رشد، برگ‌های در حال رشد و میوه‌های جوان بسیار زیاد است. مصرف نیتروژن قبل از شروع رشد و در اوایل فصل رشد، به دلیل کارایی جذب پایین تأثیر چندانی در تأمین نیتروژن درختان ندارد و در مقابل مصرف آن در طی فصل رشد به‌ویژه مصرف تابستانی و پاییزی آن دارای کارایی جذب بیش‌تری است هم‌چنین علاوه بر تأمین نیاز میوه‌های سال جاری در رشد و تشکیل شاخه‌های فصل جاری به همراه گل‌آغازی برای سال آینده و نیز تأمین نیتروژن ذخیره جوانه‌ها در سال آتی تأثیر زیادی دارد (۴۲، ۴۳ و ۴۴).

نتایج این پژوهش با گزارش‌های جانسون و آمدریس (۲۰۰۱) و سنچز و همکاران (۲۰۰۶) 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 (۲۱ و ۹). 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 (۱۶ و ۴). محلول‌پاشی ۱۰ تا ۱۵ کیلوگرم سولفات روی در هکتار برای درختان هلو در پاییز قبل از ریزش برگ‌ها موجب افزایش روی ذخیره جوانه‌ها، پوست، رفع کمبود روی و افزایش تشکیل میوه شد (۷ و ۹). هم‌چنین نتایج این پژوهش با گزارش‌های دیگر همخوانی دارد که نشان دادند محلول‌پاشی پاییزی بور با کارایی بالا به بافت‌های ذخیره منتقل می‌شود و به‌علت نقش آن در رشد لوله گرده، گرده‌افشانی و لقاح موجب افزایش تشکیل میوه در سال بعد می‌شود و این محلول‌پاشی پس از یک محصول سنگین یا بهار سرد و بارانی بیش‌تر مؤثر است (۳۷ و ۵). 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 (۲۰). محلول‌پاشی پاییزی بور در درختان هلو، حتی اگر غلظت بور در بافت برگ در حد کفایت باشد نیز در تشکیل میوه مؤثر است (۳۸ و ۴۵).

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی اوره، سولفات روی و اسید بوریک در اواخر فصل رشد در افزایش تشکیل و تعداد میوه در درختان هلو مؤثر است. به طوری که میانگین شمارش تعداد میوه‌ها در هر شاخه در زمان برداشت نشان داد که که تیمار هفت محلول‌پاشی بیش‌ترین تأثیر در تشکیل میوه و میانگین تعداد میوه در سه سال آزمایش در تیمارهای شش و هفت در زمان برداشت حدود ۱۳، ۱٤ و ۱۵ درصد بود. این نتایج با نتایج پژوهش‌های دیگر (۲۲ و ٤٦) مطابقت دارد که گزارش کردند محلول‌پاشی اوره بعد از برداشت میوه در پاییزه می‌تواند ذخیره نیتروژن، گلدهی، تشکیل و تعداد میوه درختان میوه را در فصل بعد افزایش دهد. محلول‌پاشی سولفات روی در پاییز قبل از شروع ریزش برگ‌ها، موجب افزایش ذخیره روی در بافت‌های چوبی درختان و افزایش تشکیل میوه در درختان هلو شد هم‌چنین محلول‌پاشی بور در پاییز با اوره موجب افزایش ذخیره بور در ریشه‌ها، اندام‌های زایشی و فراهمی آن برای گل‌ها در زمان شکوفایی و افزایش تشکیل میوه می‌شود (۳۵ و ۹).

هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان داد که در درختان هلو انتقال مجدد نیتروژن از برگ‌ها قبل از ریزش به اندام‌های ذخیره، قابلیت استفاده مجدد و چرخش داخلی نیتروژن در اقتصاد نیتروژن این درختان بسیار مهم است و با نتایج پژوهش‌های دیگر مطابقت دارد که گزارش کردند در درختان گلابی حدود ٤۵ درصد نیتروژن مورد نیاز سالیانه این درختان، از نیتروژن ذخیره تامین می‌شود. به طور مشابه، در درختان بالغ بادام نیز نیتروژن ذخیره حدود نصف نیاز نیتروژنی برای رشد سالیانه را تامین می‌کند. این نیتروژن ذخیره در درختان سیب، عمدتاً در چوب‌های قدیمی و ریشه‌ها ذخیره می‌شود اما در مقابل، در درختان هلو حدود ٦۰ تا ۸۰ درصد نیتروژن ذخیره در بافت‌های ریشه ذخیره می‌شود (٦). پروتئین‌های ذخیره رویشی، شکل اصلی ذخیره نیتروژن در درختان خزان‌دار است که عمدتاً در واکوئل سلول‌های پارانشیم پوست و سلول‌های شعاعی آوندهای چوبی تجمع می‌یابند و این پروتئین‌های ذخیره برای مصرف مجدد به اسیدهای آمینه هیدرولیز می‌شوند بنابراین پروتئین‌های ذخیره رویشی در اقتصاد نیتروژن درختان میوه خزان‌دار از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است این پروتئین‌های ذخیره در پاییز و زمستان تجمع می‌یابند و در بهار به‌تدریج کاهش و مصرف می‌شوند (٤۷ و ٤۸). به‌طورکلی تجمع پروتئین‌های رویشی تحت‌تأثیر فعالیت آنزیم‌ها و برخی فعالیت‌های متابولیکی درختان است و ظرفیت ذخیره آن‌ها محدود است. به طور کلی پروتئین‌ها یا پپتیدهای با وزن مولکولی کم‌تر از ۳۰ به‌عنوان پروتئین ذخیره رویشی عمل می‌کنند که با فعالیت (پلی‌مراز) همخوانی دارد و به احتمال زیاد تغییرات طول روز و درجه حرارت در آن مؤثر هستند (٤۹ و ۸). بنابراین براساس نتایج این پژوهش، برای افزایش نیتروژن ذخیره درختان هلو، محلول‌پاشی اوره با غلظت ۲۵ در هزار، سولفات روی ۵ در هزار و اسیدبوریک ٤ در هزار در پاییز ، زمانی که ۱۰ تا ۱۵ درصد برگ‌ها زرد شده‌اند توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی و توصیه‌های ترویجی

۱. نتایج این پژوهش نشان داد که برگ‌های درختان هلو در اواخر فصل قادرند بخش عمده‌ای از اوره، روی (سولفات روی) و بور (اسید بوریک) محلول‌پاشی شده را جذب نمایند و این عناصر جذب شده به ویژه نیتروژن در طول فرآیند ریزش برگ‌ها از برگ‌ها خارج شده و به بافت‌های دائمی منتقل می‌شوند.

۲. نتایج این پژوهش نشان داد که بخش عمده‌ای از نیتروژن متحرک شده در هنگام ریزش برگ‌ها در

پوست و چوب سرشاخه‌ها و ریشه‌های فیبری ذخیره می‌شود. شکل ذخیره نیتروژن، عمدتا به صورت پروتئین‌های ذخیره رویشی است که در واکوئل سلول‌های پارانشیم پوست و سلول‌های شعاعی آوندهای چوبی تجمع می‌یابند.

۳. این نیتروژن ذخیره شده در بافت‌های دائمی، در بهار سال بعد حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد نیاز نیتروژنی جوانه‌های گل، گل‌ها، و سرشاخه‌های بهاره را تامین می‌کند.

٤. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی پاییزی اوره، روی و بور می‌تواند ذخیره عناصر غذایی به ویژه ذخیره نیتروژن را در بافت‌های دائمی درختان هلو را افزایش دهد.

۵. محلول‌پاشی اوره با غلظت ۲۵ در هزار، سولفات روی ۵ در هزار و اسیدبوریک ٤ در هزار به طور متوسط چهار درصد تعداد میوه‌ها را در هر درخت نسبت به شاهد افزایش داد.

٦. با توجه به نتایج این پژوهش، محلول‌پاشی اوره با غلظت ۲۵ در هزار، سولفات روی ۵ در هزار و اسیدبوریک ٤ در هزار در پاییز ، زمانی که ۱۰ تا ۱۵ درصد برگ‌ها زرد شده‌اند توصیه می‌شود.

منابع

1.Asadi Kangarshahi, A., and Akhlaghi Amiri, N. 2019. Fall spray of nitrogen, zinc and boron and their effect on fruit set of peach trees. Journal of Soil Research. 33: 4. 455-472. (In Persian)

2.Asadi Kangarshahi, A., and Akhlaghi Amiri, N. 2014. Advanced and applied citrus nutrition, Vol. I. Agricultural Education and Extension Publications, Tehran, Iran. 314p. (In Persian)

3.Shear, C.B., and Faust, M. 1980. Nutritional ranges in deciduous tree fruit and nuts. Horticultural Reviews. 2: 142-163.

4.Sanchez, E.E., and Righetti, T.L. 2002. Misleading zinc deficiency diagnosis in pome fruit and inappropriate use of foliar zinc spray. Acta Horticulturae. 594: 363-368.

5.Sanchez, E.E., and Righetti, T.L. 2005. Effect of postharvest soil and foliar application of boron in apple trees. HortScience. 40: 2115-2117.

6.Sanchez, E.E. 1990. Nitrogen dynamics in field-grown "Comice" pears. Ph.D Thesis, Oregon State University, Corvallis, OR, USA.

7.Legaz, F., Serna, M.D., and Primo, E. 1995. Mobilization of the reserve N in citrus. Plant and Soil. 173: 205-210.

8.Titus, J.S., and Kang, S. 1982. Nitrogen metabolism, translocation and recycling in apples trees. Horticultural Reviews. 4: 204-245.

9.Sanchez, E.E., Weinbaum, S.A., and Johnson, R.S. 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.

10.Rufat, J., and Dejong, T.M. 2001. Estimating seasonal nitrogen dynamics in peach trees in response to nitrogen availability. Tree Physiology. 21: 1113-1140.

11.Asadi Kangarshahi, A. 2018. Evaluation of Fall Fertilization (Fall Spray) on Nutrient Reserve, Flower and Fruit Set, and Reduce Fertilization in early of the Growing Season on Peach Trees. Final report of project, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. 314p. (In Persian)

12.Rosecrance, R.C., Johnson, R.C., and Weinbaum, S.A. 1998a. Foliar uptake of urea by nectarine leaves. HortScience. 33: 158-162.

13.Rosecrance, R.C., Johnson, R.C., and Weinbaum, S.A. 1998b. The effect of timing of post-harvest foliar urea sprays on nitrogen absorption and partitioning in peach and nectarine trees. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 73: 856-861.

14.Tukey, R.B. 1985. Crop potential. Its development and protection. In: Pollination and Fruit Set. Shortcourse Proc. The Goodfruit Grower (ed.), pp. 19-35.

15. Swietlik, D. 1999. Zinc nutrition in horticultural crops. Horticultural Reviews. 23: 109-178.
16. Hipps, N.A., and Davies, M.J. 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.
17. Asadi Kangarshahi, A., Akhlaghi Amiri, N., Mahmoudi, M., and Malakouti, M.J. 2002. Recognition of nutritional disorders in citrus trees of Mazandaran (limitations and recommendations) Part 1 - Macro elements. Technical Journal No. 269. Agricultural Education Publication. Agricultural Research and Training Organization, Ministry of Agriculture, Karaj, Iran. (In Persian)
18. Asadi Kangarshahi, A., and Mahmoudi, M. 2000. The necessity of zinc and manganese application in citrus orchards in East Mazandaran. Journal of Soil and Water. 12: 8. 103-106. (In Persian)
19. Tehrani, M.M., Pasandideh, M., and Davoodi, M.H. 2011. Determining the distribution and recommendation of trace elements in irrigated lands of Gilan, Mazandaran, Hamedan, Kermanshah, West Azerbaijan and Isfahan provinces. Ministry of Jihad Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Soil and Water Research Institute. Final report of the research project. Journal No. 1618. 30p. Iran. (In Persian)
20. Morris, M., Swarts, N.D., Dietz, C., and Close, D.C. 2018. Uptake efficiency and internal allocation of nitrogen in apple trees. Acta Horticulturae. 1217: 53-60.
21. Johnson, R.S., and Amdris, H.L. 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.
22. Cheng, L., Dong, S., and Fuchigami, L.A. 2002. Urea uptake and nitrogen mobilization by apple leaves in relation to tree nitrogen status in autumn. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77: 13-18.
23. Dong, S., Cheng, L., Ding, P., and Fuchigami, L.H. 2001b. New root growth in relation to nitrogen reserves of young Gala/M26 apple trees. Acta Horticulturae. 564: 365-370.
24. Roubelakis-Angelakis, K.A., and Kliewer, W.M. 1992. Nitrogen metabolism in grapevine. Horticultural Reviews. 10: 407-452.
25. Thimann, K.V. 1980. The senescence of leaves. P 85-115. In: Thimann K.V. (ed.), Senescence in plants. CRC Press, Bota Raton, FL.
26. Neilson, D., Millard, P., Neilsen, G.H., and Hogue, E.J. 1997. Sources of N for leaf growth in high density apple orchard irrigated with ammonium nitrate solution. Tree Physiology. 17: 733-739.
27. Tagliavini, M., Millard, P., and Quartieri, M. 1998. Storage of foliar absorbed nitrogen and remobilization for spring growth in young nectarine trees. Tree Physiology. 18: 203-207.
28. Bashour, I., and Sayegh, A.A. 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. pp. 49-53.
29. Emami, A. 1996. Methods of plant decomposition. Journal No. 982, Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran. (In Persian)
30. Asadi Kangarshahi, A., and Akhlaghi Amiri, N. 2016. Frost in fruit trees (foundations, principles and practical strategies to reduce damage). Agricultural Education and Extension Publications, Tehran, Iran. 204p (In Persian)
31. Sanchez, E.E., Rigetti, T.L., Sugar, D. and Lombard, P.B. 1992. Effects of timing of nitrogen application on nitrogen partitioning between vegetative, reproductive and structural components of mature “Comice” pears. Journal of Horticultural Science. 67: 51-56.
32. Stassen, P.J.C., Stindt, H.W., Strydom, D.K., and Terblanche, J.H. 1981. Seasonal change in nitrogen fractions of young Kakamas peach trees. Agroplantae. 13: 63-72.
33. Beresford, R.M., Homer, L.J., and Wood, P.N. 2000. Autumn applied urea

and other compounds to suppress *Ventaria inacqualis* ascospore production. Proceeding 5rd, Plant Protection Conference. pp. 387-392.
34. Carranca, C., Brunetto, G., and Tagliavini, M. 2018. Nitrogen nutrition of fruit trees to reconcile productivity and environmental concerns. Plants. 7: 4. 1-12.
35. Dong, S., Cheng, L., Scagel, C.F., and Fuchigami, L.H. 2002. Nitrogen absorption, translocation and distribution from urea applied in autumn to leaves of young potted apple trees. Tree Physiology. 22: 1305-1310.
36. Goldschmidth, E.E. 2005. Regulatory aspects of alternate bearing in fruit tree. Italus Hortus. 12: 11-17.
37. Brown, P.H. 2001. Transient nutrient deficiencies and their impact on yield-A rationale for foliar fertilizer. Acta Horticulturae. 564: 217-223.
38. 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.
39. Asadi Kangarshahi, A., and Akhlaghi Amiri, N. 2014. Advanced and applied citrus nutrition, Vol. 2. Agricultural Education and Extension Publications, Tehran, Iran. 314p. (In Persian)
40. Lovatt, C.J., Sagee, O., and Ali, A.G. 1992. Ammonia and its metabolites influence flowering, fruit set and yield of Washington Navel orange. Proceedings International Society Citriculture. 1: 412-416.
41. Mozhar, M.S., Anwar, R., and Maqbool, M. 2007. A review of alternate bearing in citrus. In: Proceedings International Symposium on Prospects of Horticultural Industry in Pakistan, pp. 143-149.
42. Lovatt, C.J., Zheng, Y., and Hake, K.D. 1988a. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. Isr. Botanists. 37: 3/4. 181-188.
43. Lovatt, C.J., Zheng, Y., and Hake, K.D. 1988b. A new look at the Kraus-Kraybill hypothesis and flowering of citrus. 6th Int. Citrus Congress. 1: 475-483.
44. Turkals, M., Inal, B., Okay, S., Eekilic, E.G., Dundar, E., Hernandez, P., Doredo, G., and Unver, T. 2013. Nutrition metabolism plays an important role in the alternate bearing of olive tree. PLOS ONE. 8: 1-15.
45. Tucker, D.P.H., Alva, A.K., Jackson, L.K., and Wheaton, T.A. 1995. Nutrition of Florida citrus trees. Florida Cooperative Extension Service Bull. Sp169. Univ. of Florida, Gainesville.
46. Dong, S., Cheng, L., Ding, P., and Fuchigami, L.H. 2001a. Effect of foliar urea application in the fall on N reserves and cold hardiness of young Fuji/M26 apple trees. HortScience. 36: 600-604.
47. Coleman, G.D., Chen, J.H.H., Ernest, J.G., and Fuchigami, L. 1991. Photoperiod control of the accumulation of poplar bark storage protein. Plant Physiology. 96: 686-692.
48. Wetzel, S., Demmers, C., and Greenwood, J.J. 1989. Seasonally fluctuating bark proteins are a potential form of nitrogen storage in three hardwoods. Planta. 178: 275-281.
49. Niederholzer, F.J.A., Dejong, T.M., Saenz, J.L., Muraoka, T.T., and Weinbaum, S.A. 2001. Effectiveness of fall versus spring soil fertilization of field grown peach trees. Journal of American Society for Horticultural Science. 125: 641-649.