هفتمین کنفرانس بین‌المللی
مطالعات مهندسی کشاورزی زراعت و اصلاح نباتات
7th International Conference on
Studies of Agricultural Engineering Farming and Plant Breeding

تاثیر بازجذب عناصر غذایی در کنترل سال آوری و افزایش کمّی و کیفی عملکرد درختان میوه خزان دار

دکتر نسرین زیلوئی*[۱]؛ دکتر مریم رشیدی[۲]

۱- بخش تحقیق و توسعه شرکت زرین سرشت پارس؛ technical1@zarinspars.com
۲- بخش تحقیق و توسعه شرکت زرین سرشت پارس؛ rashidi@zarinspars.com

چکیده

همزمان با رشد میوه، جوانه های زایشی سال بعد در حال تمایز و تقسیم می باشند اما غالب فرآورده های فتوسنتزی از برگ ها به سمت میوه ها حرکت می کنند این امر سبب می شود مواد غذایی کافی در اختیار جوانه های سال بعد قرار نگرفته و کمّیت وکیفیت عملکرد در سال بعد کاهش یابد. از این رو، غالباً پس از برداشت میوه و قبل از ریزش برگ ها، محلول پاشی نیتروژن همراه عناصر ریزمغذی انجام می شود. این امر، ضمن تغذیه جوانه های سال بعد، با بازجذب عناصر غذایی از برگ ها سبب افزایش ذخایر غذایی درختان می شود. در ابتدای فصل رویش، درجه حرارت پایین منطقه ریشه موجب کاهش فعالیت های متابولیک ریشه، حلالیت عناصر غذایی در محلول خاک و انتقال آنها در گیاه می شود. در این زمان، انتقال مجدد عناصر غذایی از اندام های ذخیره کننده درختان (پوسته تنه و ریشه)، نقش موثری در تامین مناسب و به هنگام عناصر برای رشد جوانه های زایشی و سرشاخه های جدید دارد.

کلمات کلیدی: سال آوری، بازجذب، انتقال مجدد، محلول پاشی پاییزه، نیتروژن، عناصر میکرو.

مقدمه

در طول دوره رشد گیاهان، برخی مراحل نسبت به تامین عنصر یا عناصر خاصی حساسند و در صورت عدم تامین عناصر مورد نیاز گیاه در این مراحل حساس رشدی، شاهد افت کمّی و کیفی عملکرد و خسارت اقتصادی خواهیم بود اما در مقابل، در صورت تغذیه مناسب در این مراحل حساس، کمیت و کیفیت عملکرد افزایش می یابد [۱] و حتی در درختان میوه، تولید در سال بعد تحت تاثیر قرار می گیرد [۲].

در درختان میوه خزان دار مراحل رشدی تورم جوانه (در نیمه دوم اسفند)، گلدهی (در اواخر اسفند تا اوایل فروردین) و گل انگیزی (همزمان با رسیدگی میوه در اواخر شهریور تا اواسط مهر)، از حساس ترین مراحل فنولوژی رشد میوه می باشند و

بیشترین تأثیر را بر عملکرد و کیفیت نهایی میوه و وجود یا عدم سال آوری در درختان میوه دارند [۳]. در این مراحل رشدی بیشترین تقاضا برای عناصر غذایی به ویژه نیتروژن و عناصر میکرو وجود دارد، زیرا به طور همزمان بافت ها و اندام های رویشی و زایشی برای جذب عناصر بیشتر با یکدیگر رقابت می کنند. از طرفی، در مراحل تورم جوانه و گلدهی، درجه حرارت خاک معمولاً پایین است و این درجه حرارت پایین منطقه ریشه موجب کاهش فعالیت های متابولیک ریشه، حلالیت عناصر غذایی در محلول خاک و انتقال آنها در گیاه می شود. در این زمان، فرآیند انتقال مجدد عناصر غذایی از اندام های دائمی و ذخیره کننده، به منظور تامین مناسب و به هنگام عناصر برای رشد جوانه های زایشی و سرشاخه های جدید، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است [۴].

شناخت عوامل موثر بر میزان باز جذب عناصر غذایی

درختان خزان کننده این قابلیت را دارند که قبل از پیر شدن و ریزش برگ ها، عناصر غذایی مورد نیاز خود را از برگ‌ها گرفته، در درون خود جذب و در اندام های چندساله مانند پوسته تنه و ریشه ذخیره می کنند. این فرآیند یک مکانیسم طبیعی برای حفظ بقا و بازچرخش عناصر غذایی به صورت درون گیاهی است که از یک سو، از اتلاف و هدر رفت عناصر غذایی از طریق آبشویی و یا فرسایش خاک جلوگیری می کند [۵] و از سوی دیگر از وابستگی درختان به استفاده از کودها در ابتدای فصل رشد می کاهد. پارامترهای نوع گونه گیاهی، میزان عناصر غذایی خاک، نرخ جذب عناصر، میزان ذخایر غذایی و سن درختان بر میزان بازجذب عناصر غذایی اثر مستقیم دارند [۶].

در گونه های درختی مختلف، نوع و میزان عناصر غذایی بازجذب شده متفاوت است. در پژوهشی تعدادی از گونه‌های درختان پهن‌برگ و سوزنی‌برگ از حیث باز جذب عنصر نیتروژن با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفتند و گزارش شد، باز جذب نیتروژن در گونه‌های پیشگام و سوزنی‌برگ بیشتر است [۷]. علاوه بر این، شرایط رشد گونه های گیاهی از جمله اقلیم و شرایط خاک در تعیین نوع و میزان بازجذب عناصر موثر است. در پژوهشی در شهر تهران در چهار منطقه جغرافیایی شمال (بوستان جمشیدیه)، شرق (بوستان سرخه‌حصار)، غرب (بوستان وردآورد)، جنوب (بوستان شقایق) شهر، میزان عناصر غذایی پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، کربن، کلسیم، منیزیم و پتاسیم در برگ‌های درختان توت، زبان گنجشک، سرو نقره ای و کاج تهران در دو فصل تابستان و پاییز، به منظور ارزیابی میزان بازجذب عناصر در گونه های مختلف گیاهی در شرایط رشدی متفاوت، اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که در بوستان سرخه‌حصار منیزیم در گونه زبان‌گنجشک، در بوستان شقایق پتاسیم در گونه توت، در بوستان جمشیدیه

پتاسیم در گونه کاج تهران و در بوستان وردآورد کلسیم در گونه توت بیشترین باز جذب را داشته‌اند. انباشت و توزیع عناصر غذایی یک مکانیسم مهم برای بهبود رشد درختان در خاک‌های با محدودیت عناصر غذایی است، یکی از علل تفاوت در میزان بازجذب عناصر در موقعیت های مختلف مورد بررسی در این پژوهش، علاوه بر نوع گونه گیاهی، تفاوت در میزان عناصر غذایی خاک یا حاصلخیزی در مناطق مختلف بود [۸]. در مطالعه دیگری نیز رابطه عکس حاصلخیزی خاک و میزان بازجذب عناصر غذایی گزارش شد، بدین صورت که با افزودن کودهای نیتروژنه به خاک و تقویت حاصلخیزی محیط رشد نهال های *Picea mariana*، میزان تامین عناصر از منابع ذخیره ای و بازجذب آنها کاهش یافت. با افزایش سن درختان نیز میزان بازجذب و انتقال مجدد عناصر غذایی در درختان کاهش می یابد [۹].

علاوه بر این ها، محققین گزارش کردند هر چه بر میزان عناصر غذایی در بافت برگ افزوده شود، توان بازجذب عناصر بیشتر می شود و متعاقب آن میزان ذخایر عناصر غذایی در اندام های دائمی افزایش می یابد. میزان ذخایر عناصر غذایی در اندام های دائمی تضمین کننده آغاز رشدی خوب و به هنگام برای درختان در ابتدای فصل بهار، می باشد [۳]. در سال های اخیر، تغییر اقلیم و وقوع سرمای دیررس بهاره در اواخر فروردین تا اوایل اردیبهشت منجر به افت کمّی و کیفی عملکرد درختان میوه شده است. وجود میزان کافی از ذخایر عناصر غذایی در اندام های دائمی برای تغذیه جوانه های زایشی و رویشی در ابتدای فصل، می تواند مانع از سبز شدن زودهنگام و خسارت سرمای دیررس بهاره به درختان شود. بنابراین بایستی برای یک باغدار بسیار حائز اهمیت باشد که درختان با سطح کافی از ذخیره عناصر غذایی به ویژه نیتروژن به خواب بروند. محلول پاشی عناصر غذایی پس از برداشت میوه و قبل از زردشدن و ریزش برگ ها، راهکاری کارآمد برای افزایش ذخایر عناصر غذایی در درختان قبل از شروع خواب زمستانه است [۳].

نقش بازجذب و انتقال مجدد نیتروژن در درختان میوه

نیتروژن مهم ترین عنصر غذایی برای درختان میوه است. در درختان میوه، نیتروژن مصرفی در اوایل بهار، بیشتر به رشد رویشی سرشاخه ها اختصاص پیدا می کند و تأثیر معنادارای بر تشکیل و رشد بافت های زایشی مانند گل و میوه ندارد. بلکه منبع تامین نیتروژن برای بافت های زایشی در ابتدای فصل رشد، ذخایر نیتروژن در بافت های دائمی است [۱۰]. در کلیه درختان خزان کننده از جمله درختان میوه، در فصل پاییز پیش از خزان و ریزش برگ ها، نیتروژن از برگ های پیر خارج و به سمت بافت های چوبی مانند پوست تنه و سرشاخه ها و ریشه حرکت و در آنجا ذخیره می شود. برخی محققین نیتروژن محلول و برخی

دیگر نیتروژن پروتئینی را شکل عمده ذخیره نیتروژن گزارش کرده اند، مطالعات محققان در سال های اخیر نشان داده است که هر دو شکل، به عنوان ذخیره نیتروژن عمل می کنند و همزمان با شروع شکفتن جوانه ها، هیدرولیز نیتروژن پروتئینی شروع می شود [۳]. بین رشد رویشی و زایشی در اوایل بهار با مقدار نیتروژن ذخیره در بسیاری از گونه ها و واریته های درختان میوه خزان دار همبستگی مثبت معنی داری وجود دارد [۴]. همچنین نیتروژن ذخیره، دوام و زنده مانی تخمدانها را افزایش می دهد بنابراین در توسعه و کارایی دوره گرده افشانی و متعاقب آن، در تشکیل میوه تأثیر گذار است [۱۱]. از این رو، افزایش نیتروژن ذخیره یکی از اهداف مدیریت نوین باغ ها برای افزایش و پایداری تولید و کاهش مصرف کودهای نیتروژن در اوایل فصل و آلودگی های زیست محیطی است.

با توجه به نیاز زیاد درختان میوه به نیتروژن در اوایل فصل رشد و کارایی استفاده پایین آن در این زمان، ارائه روش مناسب برای افزایش کارایی استفاده از نیتروژن و کاهش هدر رفت آن یکی از اهداف مهم برنامه های تحقیقاتی در جهان است. یکی از روش های بهبود کارایی استفاده نیتروژن در درختان میوه، محلول پاشی پاییزه نیتروژن در درختان میوه خزان دار پس از برداشت میوه و قبل از شروع زرد شدن برگهاست که می تواند مصرف خاکی نیتروژن در ابتدای فصل بهار را کاهش و یا حتی در صورت امکان جایگزین آن شود؛ به ویژه در مناطقی با بارندگی های زیاد در اوایل فصل رشد و یا دارای سطح آب زیرزمینی بالا. مزیت دیگر محلول پاشی نیتروژن پس از برداشت میوه در پاییز، افزایش سرعت تخلیه نیتروژن، خزان و تجزیه و فساد برگهاست که این امر می تواند در کاهش برخی بیماری ها در سال بعد مؤثر باشد [۱۲].

نیتروژن محلول پاشی شده پس از برداشت میوه، با راندمان بالا در مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت پس از محلول پاشی جذب می شود و متعاقب آن، غلظت نیتروژن در پوست سرشاخه ها و ریشه های فیبری افزایش می یابد. [۳].

در پژوهش دیگری گزارش شد تا دو هفته بعد از گل دهی حدود ٤٠ درصد و تا ٤ هفته بعد از گلدهی حدود ٦٠ درصد از نیتروژن ذخیره شده، توزیع مجدد یافته و به مصرف اندام های رویشی و زایشی جدید می رسد، به طوری که بیش تر از ۷۰ درصد نیاز نیتروژنی اندام های های جدید در اوایل فصل رشد، از نیتروژن ذخیره شده در اندام های قدیمی تامین می شود، هم چنین در مورد گل ها، حدود ۸۰ درصد از نیاز نیتروژنی آنها، از نیتروژن ذخیره تامین می شود. اما به تدریج با افزایش سن اندام های جدید، نقش نیتروژن محلول خاک در تامین نیتروژن مورد نیاز این اندام ها افزایش می یابد [۱۳].

نقش بازجذب و انتقال مجدد عناصر ریز مغذی در درختان میوه

عنصر روی محدودکننده ترین عنصر کم مصرف در تولید درختان میوه در جهان است. روی در گیاهان نقش بسیار مهمی در سنتز پروتئین و کربوهیدرات ها، اعمال متابولیکی سلول، محافظت غشا در برابر رادیکال های آزاد اکسیژن و سایر فرآیندهای مرتبط با سازگاری گیاهان به تنش ها دارد و در ساخته شدن پروتئین ها و هورمون های گیاهی نظیر اکسین نیز نقش دارد. از دیگر نقش های روی می توان به تنظیم میزان باز بودن روزنه ها، فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز، ساخته شدن تریپتوفان، مشارکت در متابولیسم نیتروژن، جزء فلزی آنزیم های مختلف و یا به عنوان فاکتور عاملی، ساختاری یا تنظیمی اشاره کرد.

در درختان میوه دارای کمبود روی، رشد رویشی و گلدهی در بهار نسبت به درختان بدون کمبود با تأخیر شروع می شود [۱۴].

محلول پاشی روی پس از برداشت میوه، در بسیاری از مناطق جهان برای درختان میوه خزان دار توصیه می شود و رواج دارد. محلول پاشی روی قبل از ریزش برگها در پاییز، سریعاً توسط برگ ها جذب و به جوانه های گل انتقال می یابد و نیاز جوانه های گل را در سال بعد تأمین و سبب افزایش تشکیل میوه می شود [۲]. البته برخی پژوهش های انجام شده نشان داده است که تأثیر این محلول پاشی موقتی بوده و نیاز به تکرار محلول پاشی در ابتدای فصل رشد است [۱۵].

در درختان میوه خزان دار، محلول پاشی همزمان نیتروژن و روی پس از برداشت میوه در پاییز سبب می شود خروج نیتروژن از برگ ها افزایش یابد و ریزش و تجزیه برگ ها تسریع شود که این امر در کنترل برخی بیماری ها در سال بعد مؤثر است [۱۶].

بور عنصر کم مصرف دیگری است که بیشترین اهمیت را در فرایند تشکیل اندام های زایشی در و درختان میوه دارد. در واقع این عنصر بر قابلیت زنده بودن دانه گرده و جوانه زنی و رشد لوله گرده اثر مستقیم دارد. بور غالباً در بساک و گرده و تخمدان متمرکز است و این تراکم گاهی به دو برابر غلظت آن در ساقه می رسد؛ بور در سنتز و مقدار DNA و RNA در گیاهان اثرگذار است و در شرایط کمبود بور، مقدار DNA و RNA کاهش می یابد.

بور عنصر ریز مغذی متحرکی در خاک است که به شکل اسید بوریک از محلول خاک توسط ریشه ها جذب می شود، بنابراین مصرف مقدار کمی از آن در خاک می تواند بور کافی را برای گیاهان فراهم نماید اما با توجه به تحرک پایین بور در گیاهان، این عنصر یک عامل محدود کننده در تولید میوه می باشد. در گیاهان تولید مثل جنسی نسبت به رشد رویشی، اغلب به کمبود بور حساس تر است. کمبود بور، در درجه اول با آسیب رساندن به میکروسپوروژنز (تشکیل دانه ها گرده) و کاهش رشد لوله گرده سبب کم باروری گلهای نر می شود. اثرات کمبود بور پس از لقاح نیز شامل اختلال تکامل جنین، تشکیل جنین ناقص و یا آسیب دیده و میوه ناقص می باشد.

تجزیه برگ برای تشخیص کمبود بور مناسب نمی باشد زیرا این عنصر کم تحرک است و حتی اگر غلظت بور در برگ در حد بهینه باشد ممکن است بور به میزان کافی در اختیار جوانه های گل قرار داده نشود. تامین بور با توجه به نقش آن در گرده افشانی و تلقیح گل ها در عملکرد درختان میوه اثر مستقیم دارد. کمبود متوسط بور در درختان میوه، علائم ظاهری خاصی نشان نمی دهند و تنها علائم آن، کاهش تشکیل میوه می باشد در گیاهان زراعی نیز کمبود متوسط بور تا حدودی سبب بی نظمی در پر شدن دانه ها در سنبله می شود.

مصرف خاکی بور سبب تجمع بور در ریشه ها می شود و مقدار خیلی کمی از این عنصر به اندام هوایی انتقال داده می شود و در زمان شکوفایی گل ها (در ابتدای فصل رشد) نیز مقدار بسیار کمی از این عنصر در اختیار جوانه های گل قرار می گیرد، از این رو در موارد بسیاری مشاهده شده با وجود مصرف خاکی بور، کمبود این عنصر در گیاه، محدودیت ایجاد کرده است. اما در درختان میوه محلول پاشی بور پس از برداشت میوه، با کارایی بالا توسط برگ ها جذب و به بافت های ذخیره برای استفاده در رشد سال بعد انتقال می یابد [۱۷].

محلول پاشی عناصری مانند بور، مس، منگنز و روی در شرایط خاک های ایران از مصرف آن ها در خاک به دلیل برطرف نمودن سریع کمبود، آسان تر بودن اجرای آن، کاهش سمیت ناشی از تجمع این عناصر در خاک و جلوگیری از تثبیت، روش مناسب تری است [۱۸]. محلول پاشی بور در اوایل پاییز (بعد از برداشت میوه) و همچنین در طول متورم شدن جوانه ها در بهار می تواند تامین کننده نیاز بور و موثر در افزایش تشکیل میوه باشد. در پژوهش دیگری اثر محلول پاشی بور پس از یک محصول سنگین یا بهار سرد و بارانی در عملکرد میوه بسیار بارز گزارش شد [۱۷]. همراه بودن بور با نیتروژن در محلول پاشی پاییزه، موجب افزایش ذخیره بور در ریشه ها و اندامهای زایشی و افزایش دسترسی آن برای گل ها در زمان شکوفایی و تشکیل میوه می شود [۲].

عنصر مولیبدن یکی دیگر از عناصر کم مصرف مورد نیاز گیاهان و البته میکروارگانیسم های همزیست تثبیت کننده نیتروژن می باشد.. در گیاهان، آنزیم های نیترات ردوکتاز، سولفیت ردوکتاز و زآنتین دهیدروژناز از مهم ترین آنزیم های حاوی مولیبدن هستند. آنزیم نیتروژناز که در تثبیت نیتروژن توسط باکتری های ریبزوبیوم همزیست با گیاهان دخالت دارد، نیز یکی دیگر از آنزیم های مهم حاوی مولیبدن می باشد. کمبود مولیبدن در گیاهان موجب کاهش اختلال در فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و کاهش سرعت مراحل اولیه اسیمیلاسیون نیتروژن و متوقف شدن تثبیت نیتروژن مولکولی توسط ریزوبیوم ها (ویژه حبوبات)،

کاهش رشد و نمو و تغییر شکل در اندام های گیاهی، تأخیر در گلدهی، اختلال در باز شدن گل و نمو بافت های زایشی می شود [۱۹]. محلول پاشی برگی مناسب ترین و به صرفه ترین روش کاربرد مولیبدن در گیاهان می باشد.

شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری خاک، تنش کم آبی، آلودگی عناصر سنگین می تواند اسیمیلاسیون نیتروژن را در گیاهان به شدت تحت تاثیر قرار دهند که این امر ناشی از تاثیر تنش ها بر فعالیت دو آنزیم نیترات ردکتاز و نیتروژناز می باشد. مصرف مولیبدن می تواند از طریق افزایش فعالیت این آنزیم ها، خسارت ناشی از تنش ها را کاهش دهد [۲۰].

کاربرد مولیبدن می تواند در برخی گیاهان سبب افزایش مقاومت به پاتوژن ها شود. در پژوهشی محققین گزارش کردند افزودن ۴ پی پی ام مولیبدن به خاک در شرایط مزرعه موجب کاهش بروز بیماری لکه شکلاتی در برگ های باقلا می شود [۲۱]. همچنین اثر کاربرد مولیبدن بر کاهش خسارت نماتد مولد گال ریشه در گیاه باقلا گزارش شده است [۲۲].

نتیجه گیری

محلول پاشی نیتروژن همراه با ترکیبی متناسب از عناصر ریز مغذی شامل روی، بور، مولیبدن، آهن، مس و منگنز در مراحل پس از برداشت میوه و ابتدای فصل رویش در درختان میوه خزان دار باعث افزایش معنادار سرعت رشد، مقاومت در برابر تنش ها، آفات و بیماری ها، افزایش کمّی و کیفی عملکرد و جلوگیری از سال آوری در درختان میوه می شود.

منابع

۱. زیلوئی, ن., ع. احمدی, و م. جودی, بررسی ارتباط فنولوژی با پتانسیل عملکرد و مقاومت به تنش خشکی در برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های زراعی گندم در ایران. علوم گیاهان زراعی ایران, ۲۰۱۴. ۴۵(۴): ۵۴۰-۵۳۱..

۲. اسدی کنگرشاهی, ع. و ن. اخلاقی امیری, تأثیر برگ‌پاشی پاییزی نیتروژن، روی و بور در تشکیل میوه در درختان هلو. پژوهش های خاک, ۲۰۲۰. ۳۳(۴): ۴۷۱-۴۵۵.

۳. اسدی کنگرشاهی, ع., تاثیر محلول‌پاشی پاییزی نیتروژن، روی و بور در افزایش ذخیره و فراهمی این عناصر برای درختان هلو. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار, ۲۰۲۲. ۱۲(۱): ۵۸-۳۱.

۴. Cheng, L., S. Dong, and L.H. Fuchigami, *Urea uptake and nitrogen mobilization by apple leaves in relation to tree nitrogen status in autumn.* The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2002. **77**(1): p. 13-18.

۵. فاطمه, ر. و م. سید رضا, مروری بر فرآیند پیری در گیاهان. زیست شناسی ایران, ۱۴۰۱. ۶(۱۱): ۱۴۳-۱۳۲.

۶. صالحی, ع. و ع. پاوند درو, بازگشت و بازجذب عناصر تغذیه ای در گونه پلت (*Acer velutinum Boiss*) در جنگل های شمال ایران (مطالعه موردی: حوزه ناو اسالم). پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل, ۲۰۱۳. ۲۰(۱): ۶۴-۵۱.

۷. Machado, M.R., et al., *Nutrient retranslocation in forest species in the Brazilian Amazon.* Acta Scientiarum. Agronomy, 2016. 38.

۸. آقباش, ق. و ا. آقایی و د. قنبری. بررسی وضعیت بازجذب عناصر غذایی گونه‌های درختی در تعدادی از بوستان های شهر تهران. بوم شناسی جنگل های ایران, ۱۴۰۲. ۱۱(۲۱): ۵۳-۴۰.

۹. Salifu, K.F. and V.R. Timmer, *Nutrient Retranslocation Response of Picea mariana Seedlings to Nitrogen Supply.* Soil Science Society of America Journal, 2001. 65(3): p. 905-913.

۱۰. Sanchez, E.E., S.A. Weinbaum, and R.S. Johnson, *Comparative movement of labelled nitrogen and zinc in 1-year-old peach [Prunus persica (L.) Batsch] trees following late-season foliar application.* The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 200 : (5)81 p. 839-844.

۱۱. طوسی, پ., آ. اتابکی و ع. پیرزاد, اثر مصرف مقادیر مختلف نیتروژن بر فتوسنتز جاری و انتقال مجدد ماده خشک دو رقم کلزا (Brassica napus L.). مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی, ۲۰۱۵. ۵(۳): ۱۰۹-۹۷.

۱۲. Carranca, C., G. Brunetto, and M. Tagliavini, *Nitrogen Nutrition of Fruit Trees to Reconcile Productivity and Environmental Concerns.* Plants (Basel), 2018. **7**(1).

۱۳. Goldschmidt, E., *Regulatory aspects of alternate bearing in fruit trees.* Italus Hortus, 2005. 12(1): p. 11–17.

۱۴. Sadeghzadeh, B. and Z. Rengel, *Zinc in Soils and Crop Nutrition*, in *The Molecular and Physiological Basis of Nutrient Use Efficiency in Crops*. 2011. p. 335-375.

۱۵. SÃ¡nchez, E.E. and T.L. Righetti. *Misleading zinc deficiency dlagnoses in pome fruit and inappropriate use of foliar zinc sprays.*2002. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium.

۱۶. Johnson, R.S. and H.L. Amdris. *Combining low biuret urea with foliar zinc sulfate sprays to fertilizer peach and nectarine trees in the fall.* 2001. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium.

۱۷. Sánchez, E.E. and T.L. Righetti, *Effect of Postharvest Soil and Foliar Application of Boron Fertilizer on the Partitioning of Boron in Apple Trees.* HortScience, 2005. 40(7): p. 2115-2117.

۱۸. ملکوتی، م.ج. و م.م. طهرانی. نقش ریزمغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی "عناصر خرد با تاثیر کلان".۱۳۷۹. دانشگاه تربیت مدرس، دفتر نشر آثار علمی.

۱۹. حسینی، ن.م.، زراعت و تولید حبوبات. ۱۳۹۴. ویرایش پنجم. سازمان جهاد دانشگاهی تهران.

۲۰. Pollock, V.V., et al., *Bacterial expression of the molybdenum domain of assimilatory nitrate reductase: production of both the functional molybdenum-containing domain and the nonfunctional tungsten analog.* Archives of Biochemistry and Biophysics, 2002. 403(2): p. 237-248.

۲۱. Ali, A., K. El-Hai, and M. Atwa, *Management of chocolate spot disease of Vicia faba using nutritional elements.* Asian Journal of Plant Pathology, 2014. 8(2): p. 45–54.

۲۲. Landry, E.J., S.J. Fuchs, and J. Hu, *Carbohydrate composition of mature and immature faba bean seeds.* Journal of Food Composition and Analysis, 2016. 50: p. 55-60.