نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 30 / شماره 2 / 1395

Archive of SID

تأثیر کاربرد پتاسیم در مراحل مختلف فنولوژی بر عملکرد و کیفیت میوه نارنگی انشو

علی اسدی کنگرشاهی[1] و نگین اخلاقی امیری

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران؛ kangarshahi@gmail.com

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

دریافت: 94/11/14 و پذیرش: 95/3/9

چکیده

هدف این پژوهش تعیین نقش مصرف بهینه پتاسیم در مراحل کلیدی فنولوژی رشد میوه نارنگی انشو میاگاوا در افزایش نسبی عملکرد و کیفیت میو است. بنابراین مصرف خاکی (کود آبیاری) و مجلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه بود. تقسیم سلولی، ریزش فیزیولوژی و انبساط سلولی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. مقدار مصرف پتاسیم برای همه تیمارهای آزمایشی یکسان بود و با توجه به نتایج آزمون خاک، برگ و همچنین پیش‌بینی عملکرد متوسط درختان تعیین شد اما زمان مصرف و شکل آن متناسب با تیمارهای آزمایشی تغییر کرد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد، وزن متوسط میوه و غلظت پتاسیم برگ از کودآبیاری پتاسیم پس از تشکیل میوه (اواسط فاز اول رشد میوه) به علاوه محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه و در مرحله انبساط سلولی (فاز دوم رشد میوه) حاصل شد. همه تیمارهای مصرفی درصد میوه‌های دارای لکه‌های آفتاب سوختگی را کاهش و اندازه میوه را نسبت به شاهد افزایش دادند و کلاس نسبی اندازه میوه‌ها به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند. اما محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه و ریزش فیزیولوژی بیشترین تأثیر در افزایش نسبی قطر میوه‌ها نسبت به شاهد داشتند و درصد میوه‌های بزرگتر را به طور نسبی افزایش دادند. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی پتاسیم درصد میوه‌های ریز را کاهش و در مقابل درصد میوه‌های متوسط و درشت را افزایش می‌دهد. با توجه به نتایج این پژوهش، توصیه می‌شود از مصرف پتاسیم به شکل کود پایه (قبل از شروع رشد) اجتناب شود و مصرف خاکی به شکل کودآبیاری پس از تشکیل میوه به صورت تقسیطی شروع شود همچنین محلول‌پاشی نیترات پتاسیم پس از تشکیل میوه و ریزش فیزیولوژی تابستانه انجام شود.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، کلاس اندازه میوه، مراحل کلیدی فنولوژی، نارنگی انشو میاگاوا.

---

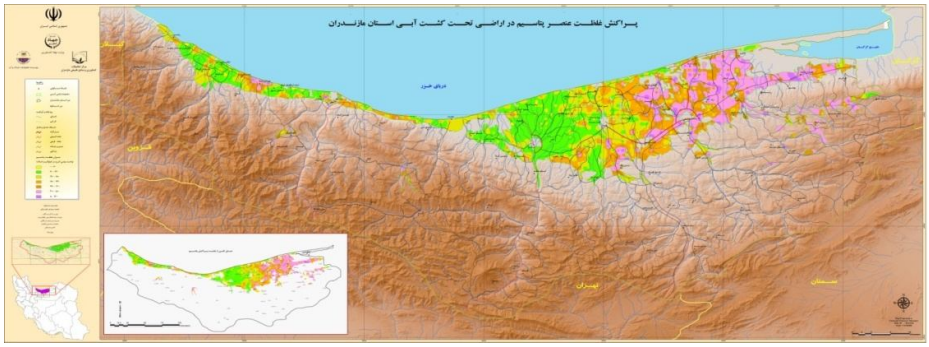
[1]. نویسنده مسئول، آدرس: ساری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، بخش تحقیقات خاک و آب

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مطالعات شبکه‌ای خاک‌های استان مازندران نشان داده است که مقدار پتاسیم در لایه سطحی خاک باغ‌های این منطقه از حدود 60 تا بیش از 500 میلی‌گرم در کیلوگرم است (شکل 1). در بخش عمده خاک‌های مناطق رامسر، بخش‌های شرقی و جنوبی سلیمان‌آباد، بخش‌های جنوبی نشتارود، علمده، نور، ایزده، بخش‌های شرقی و جنوبی فریدونکنار، فیروزآباد، بابلسر، امیرکلا، بخش‌های غربی بهنمیر، کیاکلا، بخش‌های جنوبی و شرقی بابل و بخش‌هایی از نجارمحله، پتاسیم قابل استفاده بین 120 تا 180 میلی‌گرم در کیلوگرم است. بیشتر خاک‌های مناطق کتالم و سادات محله، تنکابن، خرم‌آباد، سلمان‌شهر، تازه‌آباد و کلارآباد، بخش‌های غربی و شمالی چالوس، بخش‌های شرقی سلیاکتی، چمستان، بخش‌های جنوبی مرائده، کلوده، محمودآباد، بیشه‌کلا، آمل، بخش‌های غربی فریدونکنار، بخش‌های غربی و جنوبی کارکودمحله، رودبست بابل، کله‌بست بابل و گلوگاه دارای دامنه پتاسیم قابل استفاده از 60 تا 120 میلی‌گرم در کیلوگرم هستند. بخش‌های شمالی نشتارود، بخش‌های شرقی نوشهر، بخش‌های شرقی بهنمیر، بخش‌های جنوبی نجارمحله، بیشتر بخش‌های قائم‌شهر، گلیرد و بخش‌هایی از زردگاه ساری و همچنین گلوگاه، حدود 180 تا 240 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده دارند. اما بیشتر خاک‌های مناطق عباس‌آباد، بخش‌های جنوبی و جنوب شرقی جویبار، بخش‌های شرقی و جنوب شرقی کوهی‌خیل، بخش‌های شرقی قائم‌شهر، بیشتر خاک‌های مناطق ساری، تازه‌آباد، زردگاه، طوس‌کلا، نکا، اسلام‌آباد، زاغمرز، بهشهر، علمدار محله و گلوگاه بیش از 300 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده داشتند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد اول و اسدی و اخلاقی، 2008).



شکل 1- پراکنش پتاسیم قابل استفاده (استخراج شده با استات آمونیوم نرمال) در خاک‌های استان مازندران، مناطق با رنگ زرد، 60 – 0 میلی‌گرم در کیلوگرم؛ سبز، 120 – 60 میلی‌گرم در کیلوگرم؛ زیتونی، 180 – 120 میلی‌گرم در کیلوگرم؛ نارنجی، 240– 180 میلی‌گرم در کیلوگرم؛ قهوه‌ای، 300 – 240 میلی‌گرم در کیلوگرم؛ صورتی، 500 – 300 میلی‌گرم در کیلوگرم و بنفش بیش از 500 میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده را نشان می‌دهند (طهرانی و همکاران، 1390).

بنابراین مدیریت مصرف پتاسیم در این مناطق از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است و مصرف بهینه آن برای افزایش عملکرد، بهبود اندازه و کیفیت میوه ضروری است (اسدی کنگرشاهی و محمودی، 1379 و اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1392). اگر کوددهی پتاسیم به‌طور منظم و متناسب با فنولوژی و نیاز محصول انجام شود معمولاً کمبود پتاسیم رخ نمی‌دهد، اما ممکن است کمبود آن در خاک‌های با pH بالا و همچنین در باغ‌های با مصرف زیاد کودهای نیتروژنی (مصرف زیاد کود نیتروژن برای افزایش تولید میوه) ظاهر شود. کمبود شدید پتاسیم، می‌تواند موجب کند شدن رشد رویشی، تنک و نازک شدن شاخ و برگ انتهایی شود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393جلد اول؛ اسدی کنگرشاهی و همکاران،1380).

به طور کلی نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که عوامل متعددی در اندازه نهایی میوه مرکبات مؤثر هستند از این عوامل می‌توان به میزان محصول، پراکنش بارندگی، مدیریت کوددهی، هرس و ترکیب پایه و پیوندک اشاره کرد. از بین این عوامل، آسانترین روش مدیریت کوددهی است. افزایش کوددهی پتاسیم موجب افزایش اندازه میوه، افزایش ضخامت پوست و اسیدیته عصاره می‌شود (بومن، 1998 و 1999؛ بومن و همکاران، 2008؛ ارنر و همکاران، 1993).

www.SID.ir

Archive of SID

پتاسیم به مقدار زیاد در برگ و بافت میوه مرکبات وجود دارد. یکی از وظایف اصلی پتاسیم، فعال‌سازی برخی آنزیم‌ها است بیشتر پتاسیم به شکل یونی، به عنوان یون محلول، برای حفظ تورژسانس سلول در سلول‌های جوان و سلول‌های نگهبان عمل می‌کند و مقدار کمی از آن در مولکول‌های کمپلکس وجود دارد (اوبرضا و مورگان، 2011).

پتاسیم در درختان مرکبات بسیار متحرک است و به آسانی از سلول به سلول دیگر یا از یک اندام به اندام دیگر حرکت می‌کند. اما پتاسیم از برگ‌های پیر به آسانی و با راندمان بالا به تنه و پوست درختان برگشت داده نمی‌شود. به طور کلی حدود 30 درصد از پتاسیم برگ‌ها در هنگام پیری و ریزش، به تنه و پوست درختان برگشت داده می‌شود. بنابراین پتاسیم چندان در فصل زمستان در اندام‌های درختان ذخیره نمی‌شود. لذا درختان در اوایل فصل از ذخیره کافی پتاسیم برای تقسیم سلولی میوه‌جه‌های جوان و دیگر اندام‌های مریستمی برخوردار نیستند. از طرف دیگر، شدت جذب پتاسیم از ریشه و انتقال آن به اندام هوایی درختان مرکبات، متناسب با شدت رشد رویشی درختان است و معمولاً در اوایل فصل رشد، حداقل است و در اوایل فصل تابستان به حداکثر می‌رسد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم).

کودآبیاری مناسب‌ترین روش برای مصرف پتاسیم در باغ‌های مرکبات است (بومن، 1998). محلول‌پاشی پتاسیم نمی‌تواند جایگزین مصرف خاکی آن شود بلکه بیشتر به عنوان یک روش تکمیلی استفاده می‌شود و محلول‌پاشی پتاسیم در خاک‌های آهکی در رفع کمبود و تأمین پتاسیم درختان مرکبات بسیار مؤثر است (بومن، 1998؛ ساروی؛ 2012). برخی پژوهش‌ها نشان داده است که رفع مشکل کمبود پتاسیم درختان نارنگی توسط مصرف خاکی سولفات پتاسیم یا نیترات پتاسیم و محلول‌پاشی آن‌ها می‌تواند انجام شود. انتخاب روش مناسب به مقدار کربنات کلسیم خاک بستگی دارد. مصرف خاکی پتاسیم به ویژه در اوایل فصل رشد در افزایش غلظت پتاسیم برگ مؤثر نمی‌باشد اما محلول‌پاشی آن بسیار مؤثر است (کالورت، 1969؛ کلورت و اسمیت، 1972؛ ال-داریر، 1991؛ آچیلیا، 2000؛ ساروی، 2012). محلول‌پاشی نیترات پتاسیم در افزایش غلظت پتاسیم برگ بسیار مؤثرتر از مصرف خاکی آن است و محلول‌پاشی نیترات پتاسیم روشی مناسب برای افزایش عملکرد و بهبود اندازه و کیفیت میوه در اغلب گونه‌های مرکبات است (ساروی، 2012).

کمبود پتاسیم موجب کاهش میزان فتوسنتز برگ، افزایش حساسیت درختان به تنش‌های زنده و غیرزنده، کاهش تولید کربوهیدرات‌ها، کاهش تشکیل میوه، تشدید ریزش میوه، افزایش چین‌خوردگی آلبدو (Creasing) و افزایش پارگی پوست میوه (Plugging) مرکبات می‌شود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1382 و 1390). همچنین کمبود پتاسیم موجب کاهش عملکرد و کیفیت میوه مرکبات می‌شود. کاهش غلظت پتاسیم به کمتر از حد مطلوب در درختان مرکبات، ابتدا موجب کاهش رشد رویشی و زایشی (بدون بروز علائم کمبود ظاهری) می‌شود. عدم مصرف مناسب پتاسیم در درختان مرکبات با عملکرد زیاد می‌تواند موجب بروز علائم کمبود در اواخر تابستان و اوایل پاییز شود. با کمبود پتاسیم در برگ، ابتدا علائم برگی به شکل زرد شدن نوک و حاشیه برگ‌های مسن ظاهر می‌شود و سپس توسعه می‌یابد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد اول).

کمبود پتاسیم در گریب‌فروت موجب کاهش رشد، تنک سرشاخه‌ها، افزایش ریزش قبل از برداشت، کاهش اندازه میوه، کاهش مواد جامد محلول و ویتامین ث شد. به طور کلی غلظت پتاسیم برگ از 1/2 تا 1/7 درصد برای تولید مرکبات مناسب است و معمولاً عملکرد و اندازه میوه مرکبات در غلظت‌های پتاسیم حدود 0/5 تا 0/8 درصد کاهش می‌یابد (تاکر و همکاران، 1995؛ مصطفی و صالح، 2006). کودآبیاری، مناسب‌ترین روش برای کوددهی پتاسیم درختان مرکبات است و محلول‌پاشی پتاسیم نمی‌تواند جایگزین مصرف خاکی آن شود بلکه محلول‌پاشی، بیشتر به عنوان یک روش تکمیلی استفاده می‌شود. محلول‌پاشی‌های تغذیه‌ای در رفع و بهبود کمبود پتاسیم درختان مرکبات در خاک‌های آهکی بسیار مؤثر می‌باشند (ارنر و همکاران، 1999). محلول‌پاشی نیترات پتاسیم در افزایش سریع غلظت پتاسیم برگ بسیار مؤثرتر از مصرف خاکی است و در کاهش ناهنجاری‌های پوست میوه نیز بسیار مؤثر است (بومن، 1997 و 2001؛ راهمن و همکاران، 2012).

در سال‌های اخیر توسعه کشت نارنگی انشو میاگاوا در شمال شرق مانندران به سرعت در حال گسترش است. این نارنگی، ارزش اقتصادی بیشتری از دیگر ارقام مرکبات منطقه دارد و از ویژگی‌های بارز آن، پیش‌رسی، قند بالا، نسبت قند به اسید مناسب و همچنین آسانی پوست کردن آن می‌باشد. بنابراین این رقم یک ترکیب خیلی مهم از صنعت مرکبات شرق مازندران خواهد شد. اما اندازه میوه آن در سود خالص

www.SID.ir

Archive of SID

تولیدکنندگان تأثیر بسیار زیادی دارد. لذا هدف این بررسی تعیین عملیاتی است که امکان افزایش اندازه، عملکرد و کیفیت میوه را به آسانی فراهم سازد. به این منظور، مدیریت مصرف پتاسیم بر اساس فنولوژی رشد میوه، قبل از شروع رشد، پس از شروع رشد (کودآبیاری)، محلول‌پاشی در اوایل مرحله اول رشد میوه (پس تشکیل میوه) و مرحله دوم رشد میوه (پس از ریزش تابستانه میوه‌چه‌ها) بر اندازه و کیفیت میوه نارنگی انشوی میاگاوا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور نشان دادن اهمیت مدیریت مصرف پتاسیم در عملکرد و کیفیت میوه مرکبات، مصرف پتاسیم قبل از شروع رشد، پس از شروع رشد (کودآبیاری) و محلول‌پاشی در مراحل کلیدی فنولوژی رشد میوه در یک باغ بارده نارنگی انشو میاگاوا 15 ساله با پایه کاریزوسیترنج در شرق مازندران مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا مراحل کلیدی فنولوژی رشد آن با پایش مراحل رشد تعیین شد (مهدوی و همکاران، 1392؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد دوم). قبل از انجام آزمایش، نمونه‌های خاک و برگ از درختان مطابق روش‌های استاندارد تهیه شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد اول) و سپس برخی ویژگی شیمیایی خاک مانند شوری، کربنات کلسیم معادل، pH، ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و غلظت عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس اندازه‌گیری شد (باشور و سایه، 2007).

همچنین نمونه‌های برگ در اواخر مردادماه تهیه شده (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393) و غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در آن‌ها اندازه‌گیری شد (امامی، 1375). نتایج تجزیه خاک و برگ به ترتیب در جدول‌های 1و 2 نشان داده شده است. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار به مدت دو سال انجام گرفت. هر واحد آزمایشی شامل یک درخت بود. تیمارها شامل: 1- شاهد، عرف باغداران منطقه (مصرف 70 درصد کودهای پتاسیم به شکل کود پایه قبل از شروع رشد و بقیه در یک تقسیط در اوایل فاز دوم رشد میوه)؛ 2- عدم مصرف کود پایه و شروع مصرف خاکی پتاسیم (کودآبیاری) از اواسط فاز اول رشد میوه در چهار تقسیط (اواسط اردیبهشت، اواسط خرداد، اواسط تیر و اواسط مرداد)؛ 3- عدم مصرف کود پایه و شروع مصرف خاکی پتاسیم (کودآبیاری) از اواسط فاز اول رشد میوه در چهار تقسیط (اواسط اردیبهشت، اواسط خرداد، اواسط تیر و اواسط مرداد به علاوه محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه (به شکل نیترات پتاسیم) ؛ 4- عدم مصرف کود پایه و شروع مصرف خاکی پتاسیم (کودآبیاری) از اواسط فاز اول رشد میوه در چهار تقسیط (اواسط اردیبهشت، اواسط خرداد، اواسط تیر و اواسط مرداد به علاوه محلول‌پاشی پتاسیم در فاز دوم رشد میوه (به شکل نیترات پتاسیم)؛ 5- عدم مصرف کود پایه و شروع مصرف خاکی پتاسیم (کودآبیاری) از اواسط فاز اول رشد میوه در چهار تقسیط (اواسط اردیبهشت، اواسط خرداد، اواسط تیر و اواسط مرداد به علاوه محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه و در فاز دوم رشد میوه (به شکل نیترات پتاسیم) بودند. تعداد درختان در هکتار 500 اصله بود. مقدار مصرف پتاسیم (K_2O) 100 کیلوگرم در هکتار و برای همه تیمارهای آزمایشی یکسان بود و با توجه به نتایج آزمون خاک، برگ و همچنین پیش‌بینی عملکرد متوسط درختان تعیین شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد اول و دوم) اما زمان مصرف و شکل آن متناسب با تیمارهای آزمایشی تغییر کرد.

نیتروژن به شکل سولفات آمونیم (125 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و فسفر به شکل اسید فسفریک (45 کیلوگرم فسفر (P_2O_5) در هکتار) مصرف شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم). در طول فصل رشد عملیات زراعی مانند سم پاشی، آبیاری، دفع علف‌های هرز و غیره به‌طور یکسان اعمال گردید شکل شیمیایی کود پتاسیم مصرفی در کوددهی پایه (کودآبیاری)، سولفات پتاسیم و در محلول‌پاشی، نیترات پتاسیم بود. محلول‌پاشی نیترات پتاسیم در مرحله اول رشد میوه (پس از تشکیل میوه) با غلظت چهار در هزار و در مرحله دوم رشد میوه با غلظت شش در هزار انجام شد. نمونه‌های برگ در همه تیمارها در اواخر مرداد ماه از برگ‌های میانی سرشاخه‌های فصل جاری در پیرامون هر درخت تهیه شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد اول و چپمن، 1968). برای اندازه‌گیری پتاسیم، ابتدا نمونه‌های برگ خشک شده را در ظروف سیلیسی در 450 درجه سانتی‌گراد درکوره الکتریکی سوزانده (روش خشک سوزانی) و سپس غلظت آن مطابق روش‌های معمول در موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شد (امامی، 1375). عملکرد متوسط، اندازه میوه، وزن میوه، درصد آفتاب سوختگی میوه‌ها و غلظت پتاسیم برگ به عنوان پاسخ‌های گیاهی در نظر گرفته شد. کلیه داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS و MSTATC و همچنین آزمون F مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین صفات

www.SID.ir

Archive of SID

مورد مطالعه با استفاده از آزمون دانکن در سطح 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک و برگ درختان قبل از اجرای آزمایش به ترتیب در جدول‌های یک و دو آورده شده است. همچنین تقویم زمانی برخی از مراحل کلیدی فنولوژی نارنگی انشوی میاگاوا در منطقه آزمایشی در جدول سه نشان داده شده است

جدول 1- نتایج تجزیه خاک باغ (قبل از اجرای آزمایش)*

عمق (سانتی‌متر)	EC (dSm^{-1})	*PH*	CEC ($cmolkg^{-1}$)	CCE (درصد)	O.M. (درصد)	P	K	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
						میلی گرم در کیلوگرم در خاک						
0-30	0/95	7/6	21/5	21	1/9	18	236	623	4/8	1/8	4/2	1/3
31-60	1/31	7/8	24	24	1/45	14	198	497	4/2	1/5	3/4	0/95

*- بافت خاک لوم رسی

جدول 2 - نتایج تجزیه برگ باغ (قبل از اجرای آزمایش)

غلظت در برگ	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu
	درصد بر اساس وزن خشک برگ					میکرو گرم در گرم وزن خشک برگ			
نمونه	2/5	0/14	0/74	0/38	4/72	154	20/5	25/9	14/7

جدول 3- مراحل فنولوژی رشد نارنگی انشو میاگاوا در شرق مازندران

توسعه میوه	فنولوژی رشد	نارنگی میاگاوا
-	فلش بهاره	20- 10 فروردین
فاز اول	شروع گلدهی	10 - 5 اردیبهشت
	شروع تشکیل میوه	25- 15 اردیبهشت
	شروع ریزش تابستانه	20- 15 خرداد
	پایان ریزش تابستانه	30- 25 خرداد
	شروع انبساط سلولی	30- 25 خرداد
فاز دوم	شروع فلش پاییزه	15- 10 شهریور
	شروع تغییر رنگ میوه	20- 15 شهریور
	بلوغ میوه	30- 25 شهریور
فاز سوم	رسیدن میوه	30- 1 مهر
-	پایان فلش پاییزه	20 - 10 آبان

نتایج تأثیر تیمارهای مختلف پتاسیم بر عملکرد، وزن متوسط و غلظت پتاسیم برگ در جدول چهار آمده است. نتایج نشان داد که همبستگی مثبت معنی‌داری (R^2=0/92**) بین غلظت پتاسیم برگ و عملکرد وجود دارد و بیشترین عملکرد، وزن متوسط و غلظت پتاسیم برگ از تیمار عدم مصرف کود پایه پتاسیم در اسفند ماه و شروع مصرف کودآبیاری پتاسیم از اواخر اردیبهشت ماه به علاوه محلول‌پاشی پتاسیم یک هفته پس از تشکیل میوه و اواخر فاز دوم رشد میوه (اواخر مردادماه) حاصل شد. اما در مقابل، تیمار شاهد (مصرف 70 درصد پتاسیم مورد نیاز درختان قبل از شروع گلدهی و بقیه آن در یک تقسیط در اوایل فازدوم رشد میوه) کمترین عملکرد، وزن متوسط میوه و غلظت پتاسیم برگ را داشت. پاسخ ضعیف درختان به مصرف خاکی پتاسیم در اوایل فصل (قبل از شروع رشد) به فیزیولوژی درختان و احتمالاً شیمی خاک منطقه مربوط می‌شود. در مورد فیزیولوژی درختان، به علت فعالیت پایین ریشه در اوایل فصل، راندمان جذب عناصر غذایی بسیار پایین است. اما در مورد شیمی پتاسیم در خاک، کار تحقیقاتی مدونی در منطقه انجام نشده است و نیاز به انجام کارهای پژوهشی بیشتر دارد (اسدی

www.SID.ir

Archive of SID

کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393جلد دوم). با توجه به نتایج کارهای میدانی درازمدت نگارندگان، محدوده کفایت غلظت پتاسیم برگ برای درختان مرکبات در شمال کشور حدود 1/6-1/2 درصد براساس وزن خشک برگ است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393جلد اول).

نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که زمان مصرف پتاسیم برای افزایش اندازه و کیفیت میوه بسیار مهم است. پتاسیم بیشتر از 40 درصد مواد معدنی میوه مرکبات را تشکیل می‌دهد. مصرف پتاسیم پس از تشکیل میوه در فاز اول رشد میوه، فرآیند تقسیم سلولی را تشدید می‌کند. حدود 70 درصد از اندازه نهایی میوه، به تعداد سلول‌ها در میوه بستگی دارد بنابراین تعداد سلول‌های بیشتر در مرحله اول رشد میوه، پتانسیل بزرگ‌تر شدن میوه‌ها در پایان مرحله دوم رشد را امکان‌پذیر می‌سازد. به‌طور معمول، تقسیم سلولی در فاز دوم رشد میوه به شدت کاهش و یا متوقف می‌شود (مانسلیس، 1997؛ لوات، 1999؛ مورگان و همکاران، 2005). بنابراین تغییر اندازه میوه پس از آن (در طول فاز دوم رشد میوه)، ناشی از بزرگ شدن سلول‌ها است. از این‌رو، محلول‌پاشی پتاسیم در طول گل‌دهی (bloom) و پس از گل‌دهی (post-bloom) تاثیر زیادی در اندازه میوه دارد زمانی که پتاسیم برای تقسیم سلولی و بزرگ شدن سریع سلول‌ها استفاده می‌شود (باری و باور، 1997؛ بومن، 1998؛ لوات، 1999). محلول‌پاشی پتاسیم در اواخر تابستان و پاییز نیز در برخی سال‌ها برای ارقام پرتقال، گریپ‌فروت و نارنگی‌های میان‌رس و دیررس می‌تواند مفید باشد. در برخی موارد، مصرف پاییزی آن مؤثرتر است (به ویژه، در سال‌های با تابستان و پاییز مرطوب) زیرا طول روز کوتاه‌تر و آب و هوای سردتر می‌تواند میزان توسعه میوه‌ها (انبساط سلولی) را بعد از مهر ماه در بیشتر سال‌ها به‌طور چشم‌گیری کاهش دهد. بنابراین، محلول‌پاشی پتاسیم برای بزرگ شدن میوه‌ها در این ارقام در اواخر تابستان یا اوایل پاییز توصیه می‌شود و این محلول‌پاشی پتاسیم، اگر در شهریورماه یا مهرماه انجام شود در افزایش اندازه میوه (با توجه به رقم) بسیار موثر خواهد بود (بومن، 1997 و 2001؛ برگر و همکاران، 1996).

جدول 4- تأثیر تیمارهای مختلف پتاسیم درافزایش عملکرد، وزن متوسط میوه و غلظت پتاسیم برگ

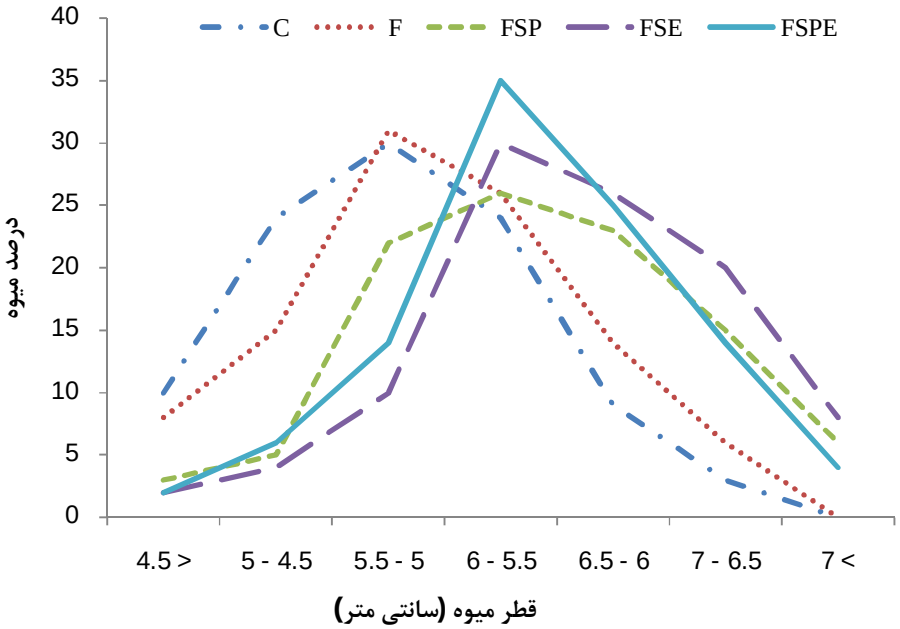
تیمار	عملکرد متوسط (kg/tree)	وزن متوسط میوه (gr/fruit)	غلظت پتاسیم برگ (درصد)
شاهد (مصرف 70 درصد کودهای پتاسیم به شکل کود پایه قبل از شروع رشد و بقیه در یک تقسیط در اوایل فاز دوم رشد میوه)؛	56 d	76 d	0/72d
عدم مصرف کود پایه و شروع مصرف خاکی پتاسیم (کودآبیاری) از اواسط فاز اول رشد میوه	73 c	91 c	1/10c
عدم مصرف کود پایه و شروع مصرف خاکی پتاسیم (کودآبیاری) از اواسط فاز اول رشد میوه به علاوه محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه (به شکل نیترات پتاسیم)	85 b	96 b	1/15 c
عدم مصرف کود پایه و شروع مصرف خاکی پتاسیم (کودآبیاری) از اواسط فاز اول رشد میوه به علاوه محلول‌پاشی پتاسیم در فاز دوم رشد میوه (به شکل نیترات پتاسیم	82 b	94bc	1/34 b
عدم مصرف کود پایه و شروع مصرف خاکی پتاسیم (کودآبیاری) از اواسط فاز اول رشد میوه به علاوه محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه و در فاز دوم رشد میوه (به شکل نیترات پتاسیم)	96 a	107 a	1/61 a

با توجه به این که در این پژوهش، پتاسیم مصرفی در همه تیمارها یکسان بود و فقط مدیریت مصرف آن متناسب با تیمارها تفاوت داشت لذا امکان برقراری رابطه‌ای مشخص بین مقدار پتاسیم مصرفی و عملکرد درختان وجود ندارد. به طور کلی برای تعیین حدود بحرانی عناصر غذایی در خاک، با توجه به این که جذب عناصر غذایی توسط ریشه درختان میوه از لایه‌های مختلف خاک انجام می‌شود و همچنین درصد جذب از این لایه‌ها نامشخص است بنابراین حدود بحرانی عناصر غذایی در خاک، برای درختان میوه ار نظر علمی چندان صحت ندارد (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1380؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393). نتایج تاثیر مدیریت مصرف پتاسیم بر توزیع نسبی اندازه میوه نارنگی انشو در شکل دو آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه و محلول‌پاشی در طول مرحله دوم توسعه میوه، موجب افزایش نسبی تعداد میوه‌های با اندازه بزرگتر شد و در مقابل تعداد میوه‌های ریز کاهش یافت. براساس نتایج این

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهش، مهمترین مرحله کلیدی فنولوژی درختان مرکبات برای افزایش اندازه میوه مرکبات، محلول‌پاشی پس از تشکیل میوه و ریزش فیزیولوژی میوه‌چه‌ها است. پژوهش‌های متعدد نشان داده است که پتاسیم یکی از مهمترین عناصر در ساختمان دیواره سلولی میوه مرکبات است. محلول‌پاشی پتاسیم در فراهمی پتاسیم مورد نیاز برای میوه‌چه‌ها در طول مرحله تقسیم سلولی پس از تشکیل میوه بسیار موثر است. همچنین پتاسیم کافی در طول مرحله بزرگ شدن سریع سلول‌ها برای ادامه رشد سلول‌ها نیاز است (بومن و همکاران، 2008؛ اوبرضا و مورگان، 2011؛ ارنر و همکاران، 1999).



شکل 2- تأثیر مدیریت مصرف پتاسیم در اندازه و توزیع نسبی قطر میوه نارنگی انشو میاگاوا

(C: شاهد، F : کودآبیاری، FSP: کودآبیاری به علاوه محلوپاشی پس از تشکیل میوه، FSE: کودآبیاری به علاوه محلوپاشی پس از ریزش فیزیولوژی میوه، FSPE: کودآبیاری به علاوه محلوپاشی پس از تشکیل و ریزش فیزیولوژی میوه)

عوامل بسیاری در اندازه میوه مرکبات نقش دارند از این عوامل می‌توان به میزان محصول، الگوی بارندگی و آبیاری، مدیریت کوددهی، هرس و ترکیب پایه و پیوندک اشاره کرد. با این‌حال، پیش‌بینی چگونگی برهمکنش این عوامل با یکدیگر برای تأثیر بر اندازه نهایی میوه بسیار مشکل است. اما آسان‌ترین و عملی‌ترین روش برای رسیدن به این هدف، مدیریت تغذیه است (بومن، 1998؛ اگوستی و همکاران، 2002؛ ارنر و همکاران، 1993). از بین پارامترهای کیفی میوه، افزایش کوددهی پتاسیم، با افزایش اندازه میوه همراه است. به‌طورکلی، کمبود پتاسیم قبل از ظهور علائم کمبود، سبب کاهش عملکرد و کیفیت میوه می‌شود. در باغ‌های مرکبات با غلظت پتاسیم حدود 0/5 تا 0/8 درصد، کاهش عملکرد و اندازه میوه کاملا مشهود است. درحالی‌که، بیشترین عملکرد و کیفیت میوه در باغ‌هایی مشاهده می‌شود که غلظت پتاسیم برگ آن‌ها، 1/2 درصد یا بیشتر باشد (لوات، 2002؛ مورگان و همکاران، 2005؛ توکر و همکاران، 1995). محلول‌پاشی پتاسیم نمی‌تواند به‌طور کامل، جایگزین مصرف خاکی آن شود اما می‌تواند به‌عنوان یک مکمل باشد و توانایی آن در افزایش اندازه میوه به‌خوبی نشان داده شده است. همچنین محلول‌پاشی پتاسیم می‌تواند کمبود پتاسیم باغ‌های مرکبات را در خاک‌های آهکی رفع نماید. استفاده از نیترات پتاسیم برای محلول‌پاشی، می‌تواند موجب افزایش سریع پتاسیم برگ شود زیرا جذب پتاسیم از این کود، سریع‌تر از کودهای دیگر است. البته اثر مثبت آن نیز کوتاه‌مدت‌تر است. همچنین اثر محلول‌پاشی نیترات پتاسیم در افزایش پتاسیم برگ در مقایسه با مصرف خاکی نیترات پتاسیم و دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

کودهای پتاسیمی، بسیار سریع‌تر است (پیج و همکاران، 1963؛ کالورت و اسمیت، 1972؛ روبرتس، 2008).

نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که محلول‌پاشی پتاسیم می‌تواند اندازه میوه‌های مرکبات را حدود 25 تا 35 درصد نسبت به شاهد افزایش دهد. محلول‌پاشی پتاسیم قبل از گل‌دهی، پس از گل‌دهی و محلول‌پاشی تابستانه، متوسط قطر میوه پرتقال والنسیا را 0/40 تا 0/60 سانتی‌متر افزایش داد که می‌تواند معادل افزایش یک کلاس یا بیشتر در اندازه میوه باشد. هنگامی که محلول‌پاشی پاییزه برای گریپ‌فروت انجام شد قطر میوه‌های گریپ‌فروت حدود 0/20 تا 0/40 سانتی‌متر افزایش یافت که معادل افزایش نیم تا یک کلاس در اندازه میوه است. محلول‌پاشی پتاسیم معمولاً موجب افزایش نسبی تعداد میوه‌های درشت نسبت به میوه‌های کوچک نمی‌شود بلکه موجب می‌شود که تعداد قابل ملاحظه‌ای از میوه‌ها، از نظر اندازه به کلاس بالاتر بروند (بومن، 1998؛ توکر و همکاران، 1995؛ ساروی و همکاران، 2012).

نتایج تأثیر مدیریت مصرف پتاسیم بر درصد میوه‌های دارای لکه‌های آفتاب سوختگی (شکل 3) نشان داد که بیشترین درصد میوه‌های دارای لکه‌های آفتاب سوختگی از آن تیمار شاهد بود و در مقابل تیمارهای مصرف کود آبیاری در فصل رشد و محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه، تقسیم سلولی، ریزش فیزیولوژی و انبساط سلولی موجب کاهش معنی‌داری در درصد میوه‌های دارای لکه آفتاب سوختگی نسبت به شاهد شدند. تیمار کودآبیاری به علاوه محلوپاشی پس از ریزش فیزیولوژی میوه (FSE) و کودآبیاری به علاوه محلوپاشی پس از تشکیل و ریزش فیزیولوژی میوه (FSPE) دارای کمترین درصد میوه‌های دارای لکه‌های آفتاب سوختگی بودند. نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده است که خسارت اکسیداسیون نوری مانند تولید گونه‌های فعال اکسیژن ناشی از جذب اضافی نور در کلروپلاست‌ها، یک عامل کلیدی مؤثر در صدمه و مرگ سلول‌های در معرض تنش‌های محیطی است. کلروپلاست‌ها، محل‌های اصلی تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن هستند و انتقال الکترون فتوسنتزی، عامل اصلی تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن مانند رادیکال سوپراکسید (O_2^-) و رادیکال هیدروکسیل (OH^-) است. گونه‌های فعال اکسیژن برای ساختمان سلول‌های زنده، سمی بوده و مسئول تخریب کلروفیل، اسیدهای نوکلئیک، لیپیدهای غشایی و پروتئین‌ها هستند (مارشنر، 1995؛ منگل و کربی، 2001). تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن، به ویژه در شرایطی افزایش می‌یابد که جذب انرژی نوری، بیشتر از ظرفیت انتقال الکترون‌های فتوسنتزی باشد. بیشتر تنش‌های محیطی، انتقال الکترون فتوسنتزی و تثبیت دی‌اکسیدکربن را در مراحل مختلف فرآیند فتوسنتزی کاهش می‌دهند.

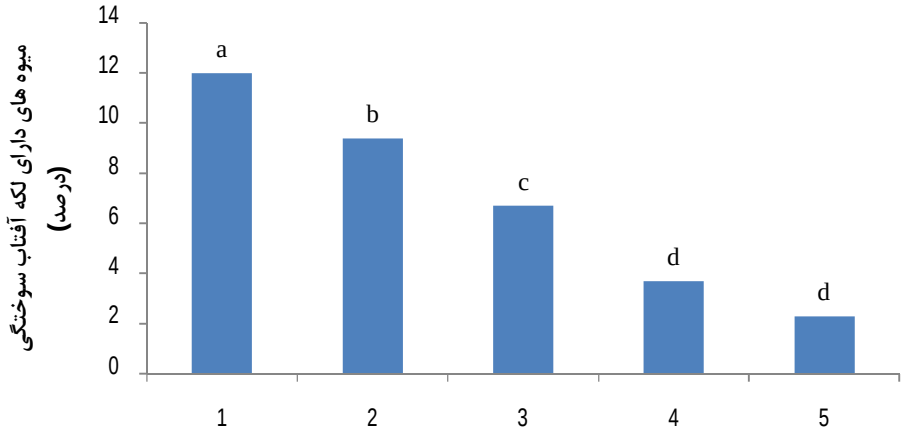
بنابراین هم زمانی و برهمکنش یک تنش محیطی با شدت نور بالا، ممکن است خسارت اکسیداسیون نوری شدیدی به کلروپلاست سلول‌های بافت برگ و پوست میوه‌های جوان ایجاد کند و در نتیجه می‌تواند سبب ایجاد لکه‌های زرد یا نکروزه در بافت برگ و سطح پوست میوه‌ها بشود کاهش کلروفیل در بافت برگ موجب کاهش راندمان فتوسنتزی و در نتیجه کاهش پتانسیل عملکرد درختان می‌شود. اما ایجاد لکه‌های نکروزه در بافت پوست میوه‌ها، که به آفتاب‌سوختگی معروف است معمولاً موجب کاهش کیفیت ظاهری میوه‌ها و در برخی موارد شکاف‌خوردن آن‌ها می‌شود. وضعیت تغذیه‌ای درختان به ویژه پتاسیم، به طور عمده بر انتقال الکترون فتوسنتزی و تثبیت دی‌اکسیدکربن به شکل‌های مختلف تاثیر دارد. ناهنجاری‌های تغذیه‌ای درختان میوه می‌توانند موجب افزایش پتانسیل خسارت اکسیداسیون نوری شوند و اگر درختان، هم‌زمان در معرض تنش محیطی نیز باشند، مقدار خسارت می‌تواند بسیار شدید باشد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد دوم؛ کاکمک و همکاران، 1994).

کمبود پتاسیم، حساسیت درختان میوه را به صدمه اکسیداسیون نوری افزایش می‌دهد اگر مصرف آن کمتر از نیاز درختان باشد و درختان در معرض نور شدید قرار گیرند، معمولاً علائم کلروز برگی، نکروز و اختلال در رشد درختان بسیار شدیدتر خواهد بود. کمبود پتاسیم سبب کاهش قابل ملاحظه‌ای در متابولیسم کربن فتوسنتزی و مصرف کربن تثبیت شده، می‌شود (کاکمک و اینگل، 1999؛ منگل و کربی، 2001). بنابراین، کمبود آن‌ها سبب تجمع توده‌ای کربوهیدرات‌ها در برگ‌های منبع خواهد شد که موجب کاهش یا توقف تثبیت کربن فتوسنتزی می‌شود (کاکمک، 2005؛ گریسون، 1981؛ راهنمای تولید و تحقیقات مرکبات، 2007). هم‌زمان با این تغییرات در متابولیسم کربن فتوسنتزی، مقدار نسبی انرژی نورانی مصرف نشده و الکترون‌های نوری در گیاهان با کمبود پتاسیم افزایش می‌یابد که منجر به فعال‌سازی نوری اکسیژن مولکولی و خسارت اکسیداسیون نوری می‌شود. این افزایش الکترون‌های نوری و تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن، دلیل اصلی حساسیت برگ‌ها و میوه‌های دارای کمبود پتاسیم به نور شدید و ایجاد ناهنجاری‌های مانند کلروز و نکروز شدن برگ‌ها و

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین آفتاب‌سوختگی میوه‌ها است (وانچی و همکاران، 2004؛ کاکمک، 2005).



شکل 3- تأثیر مدیریت مصرف پتاسیم بر درصد میوه‌های دارای لکه‌های آفتاب سوختگی نارنگی انشو میاگاوا (در محور افقی، 1: شاهد (C)، 2: کودآبیاری (F)، 3: کودآبیاری به علاوه محلول‌پاشی پس از تشکیل میوه (FSP)، 4: کودآبیاری به علاوه محلول‌پاشی پس از ریزش فیزیولوژی میوه (FSE)، 5: کودآبیاری به علاوه محلول‌پاشی پس از تشکیل و ریزش فیزیولوژی میوه (FSPE)

نتیجه‌گیری

توجه به این که حداکثر سود اقتصادی نارنگی انشو میاگاوا، از میوه‌های با اندازه متوسط و درشت حاصل می‌شود بنابراین براساس نتایج این پژوهش، روش مصرف و زمان محلول‌پاشی پتاسیم تاثیر زیادی در افزایش اندازه میوه دارد و محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه و ریزش فیزیولوژی میوه‌چه‌ها ، مهمترین مراحل زمانی محلول‌پاشی پتاسیم برای افزایش اندازه میوه نارنگی انشو میاگاوا بودند. پتاسیم یکی از مهمترین عناصری است که در اندازه و کیفیت میوه تأثیر زیادی دارد و محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه، برای تأمین و فراهمی پتاسیم مورد نیاز میوه‌چه‌ها در طول مرحله تقسیم سلولی پس از تشکیل میوه (فاز اول رشد میوه) ضروری است. همچنین در طول مرحله توسعه سلول‌ها (فاز دوم رشد میوه)، محلول‌پاشی پتاسیم برای تأمین پتاسیم لازم برای رشد و توسعه سلول‌های میوه حیاتی است. بنابراین براساس نتایج این پژوهش برای افزایش اندازه میوه‌ها و رسیدن به حداکثر سود اقتصادی، محلول‌پاشی پتاسیم پس از تشکیل میوه از حداکثر کارایی برخوردار است اما محلول‌پاشی پس از ریزش فیزیولوژی میوه‌چه‌ها در اواخر تیر ماه، مردادماه یا اوایل شهریور ماه نیز توصیه می‌شود که از راندمان بالایی برخوردار است و تأثیر زیادی در افزایش اندازه میوه دارد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی پتاسیم درصد میوه‌های ریز را کاهش و در مقابل درصد میوه‌های متوسط و درشت را افزایش می‌دهد. بنابراین محلول‌پاشی پس از تشکیل میوه، پس از ریزش فیزیولوژی میوه‌چه‌ها و در زمان توسعه میوه (اواخر تیرماه، مردادماه و اوایل شهریورماه) تأثیر زیادی در افزایش اندازه میوه دارد لذا به باغداران توصیه می‌شود از مصرف پتاسیم قبل از شروع رشد پرهیز کنند و در مقابل مصرف پتاسیم را متناسب با فنولوژی رشد میوه، پس از تشکیل میوه شروع کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

1. اسدی کنگرشاهی، علی. و نگین. اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
2. اسدی کنگرشاهی، علی. و نگین. اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
3. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1392. خشکیدگی سرشاخه‌ها، زوال مرکبات و برخی آسیب‌های محیطی مرکبات شرق مازندران. نشریه فنی ترویجی، سازمان جهاد کشاورزی مازندران. شماره 92/217/01.
4. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1390. شناخت برخی آسیب‌های محیطی و ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی مرکبات. نشریه فنی شماره 501، موسسه تحقیقات خاک و آب. کرج، ایران.
5. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1382. اثر پتاسیم، منیزیم و برهمکنش آنها بر عملکرد و کیفیت مرکبات. سومین کنگره علوم باغبانی ایران، کرج، ایران.
6. اسدی کنگرشاهی، علی، نگین اخلاقی امیری، مجتبی محمودی و محمد جعفر ملکوتی. 1380. شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در مرکبات مازندران (محدودیت‌ها و توصیه‌ها) قسمت اول ـ عناصر پر مصرف و میان مصرف. نشریه فنی شماره 268. نشرآموزش کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
7. اسدی کنگرشاهی، علی و مجتبی محمودی. 1379. بررسی روند مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای ناشی از آن در استان مازندران. هفتمین کنگره علوم خاک ایران، شهرکرد، ایران.
8. امامی، عاکفه. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. نشریه شماره 982 موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
9. طهرانی، محمد مهدی، محمد پسندیده و محمد حسین داودی. 1390. تعیین پراکنش و توصیه عناصر کم مصرف در اراضی تحت کشت آبی استان های گیلان، مازندران، همدان، کرمانشاه، آذربایجان غربی و اصفهان. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. نشریه شماره 1618. 30 صفحه. ایران.
10. مهدوی ریکنده، جلال، نگین اخلاقی امیری، علی اسدی کنگرشاهی و مهرداد شهابیان. 1392. بررسی مراحل فنولوژیکی پرتقال تامسون ناول و نارنگی‌های انشوی میاگاوا و سوجی‌یاما درمناطق کوهپایه، دشت و نوار ساحلی شهرستان ساری. هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه بوعلی همدان، همدان، ایران.
11. Achilea, O. 2000. Citrus and Tomato Quality is Improved by Optimized K Nutrition. In: Improved Crop Quality by Nutritional Management, (Eds.) D. Anac and Martin-Preval. Kluwer Academic Publishers, pp: 19 – 22.
12. Agusti, M., A. Martinez-Fuentes and C. Mesejo. 2002. Citrus fruit quality. Physiological basis and techniques of improvement. Agrociencia. 4: 1-16.
13. Asadi Kangarshahi, A., and N. Akhlaghi. 2008. Investigation of physicochemical condition and fertilization methods to citrus gardens of Mazandaran, Iran. 11th International Citrus Congress (ICC2008), Wuhan, China.
14. Bashour, I. and A.A. Sayegh. 2007. Methods of Analysis for Soils of Arid and Semi-Arid Regions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. P. 49-53.
15. Berger, H; J Opazo; S. Drellana and L.Galletti. 1996.Potassium fertilizers and orange postharvest quality. proc. Int. Soc. Citriculture. Vol.2, p.759- 761.
16. Boman, B. J. 1997. Effectiveness of fall potassium sprays on enhancing grapefruit size. Proc. Fla. State Hort. Soc. 110:1-7.

www.SID.ir

Archive of SID
17. Boman, B.J. 1998. Post bloom and summer foliar K effects on grapefruit size. Proc. Fla. State Hort. Soc. 111: 128 – 135.
18. Boman, B. J. 2001. Foliar nutrient sprays influence yield and size of 'Valencia' orange. Proc. Fla. State Hort. Soc. 114:83-88.
19. Boman, B.J., T.A. Obreza and K.T. Morgan. 2008. Citrus best management practices: fertilizer rate recommendation and precision application in Florida. Proc. Inter. Soc. Citriculture. 1: 573 – 578.
20. Cakmak, I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. J. Plant Nutrition and Soil Science. 168: 521-530.
21. Cakmak, I. and C. Engels. 1999. Role of mineral nutrients in photosynthesis and yield formation. In: Mineral nutrition of crops: Mechanism and implications. Z. Rengel(ed.). The Haworth Press, NewYork. pp. 141-168.
22. Cakmak, I., C. Hengeler, H. Marchner. 1994. Changes in phloem export of sucrose in leaves in response to phosphorus, potassium and magnesium deficiency. J. Exp. Bot. 45: 1251 – 1257.
23. Calvert. D.V. 1969. Spray application of potassium nitrate for citrus on calcareous soil. Proceedings 1th International Citrus Symposium. 24-27.
24. Calvert, D.V. and R.C. Smith. 1972. Correction of potassium deficiency of citrus with KNO_3 sprays. J. Agric. Food. Chem. 20 :659 -661.
25. Chapman, H.D. 1968. The mineral nutrition of citrus. P. 127-233. In: W. Reuther, L.D. Batchelor and H.J. Webber (eds.), The citrus industry. Vol. II. Univ. California, Berkeley.
26. Citrus Research Intl. Production Guidelines. 2007. Integrated Citrus Production: Vol. II. Physiological disorders: Section VI. Citrus Res. Intl., Nelspuit, South Africa.
27. El-Darier, S.M. 1991. Mineral composition in the eco-systems of fruit trees in Egypt,Citrus reticulate, Blanco and Citrus aurantium L. J. Islamic Academy of Sci. 4: 211-220.
28. Erner, Y., A. Cohen, H. Mangen. 1999. Fertilizing for high yield citrus. 2nd Edition. International Potash Institute, Bulletin No.4.12-34.
29. Erner,Y. ; Y. Kaplan; B. Artzi and M. Hamou. 1993. Increasing citrus fruit size using auxins and potassium .329: 112- 119.
30. Grierson, W. 1981. Physiological disorders of citrus fruits. Proc. Int. Soc. Citriculture. 3: 764-767.
31. Lovatt, C.J. 1999. Timing citrus and avocado foliar nutrient application to increase fruit set and size. Horttechnology. 9: 606-612.
32. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Edition Academic Press, San Diego. 889pp.
33. Mengel, K. and E. A. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. 5th edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 848pp.
34. Monselise, S.P. 1997. Citrus fruit development: Endogenous systems and external regulation. Proc. Int. Soc. Citricult. 2: 664-668.
35. Mostafa, E.A.M. and M.M.S. Saleh. 2006. Response of Baledy mandarin trees to girdling and potassium sprays under sandy soil condition. Res. J. Agric and Biol. Sci. 2: 137-141.
36. Obreza, T.A. & K.T. Morgan. 2011. Nutrition of Florida Citrus Trees. UF, University of Florida, IFAS Extension.
37. Page,A.L., J.P. Nartin and T.J. Ganje. 1963. Foilar absorption and translocation of potassium by citrus. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 82: 165-171.
38. Rahman, G.F., H.M. Mohamed and A.H. Tayh. 2012. Effect of GA3 and potassium nitrate in different Dates on fruit set, yield and splitting of Washington navel orange. Nature and Science. 10: 148- 157.
www.SID.ir

Archive of SID
39. Roberts, T.L. 2008. Improving nutrient use efficiency. IFA Agriculture Conference, 27Feb. Kunming China.
40. Sarrwy, S.M.A., M.H. S.heikh, S. kabeil and A. Shamseldin. 2012. Effect of foliar application of different potassium forms supported by zinc and leaf mineral contents, yield and fruit quality of Baledymandrine trees. Middle-East Journal of Scientific Research. 12: 490-498.
41. Tucker, D.P.H., A.K. Alva, L.K. Jackson and T.A. Wheaton. 1995. Nutrition of Florida Citrus. Univ. Fla., IFAS, SP-169. 61pp.
42. Wunche, J.N., J. Bowen, A. Woolf and T. McGhie. 2004. Sunburn on apples – causes and control mechanisms. Acta Hort. 636: 631 – 636.
www.SID.ir