



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی
پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری

تغذیه برگ‌ی در مرکبات



زمستان 95

بسمه تعالی

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم باغبانی
پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری

نشریه فنی

تغذیه برگ‌ی در مرکبات

تالیف:

طاهره رئیسی

بیژن مرادی

اعضاء هیات علمی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی.

شناسنامه

نام نشریه	: تغذیه برگی در مرکبات
نویسندگان	: طاهره رئیسی و بیژن مرادی
ویراستار علمی و ادبی	: علی اسدی کنگرشاهی، علیرضا شیخ-اشکوری و محمود قاسم-نژاد
طراحی و صفحه آرایی	: طاهره رئیسی
ناشر	: کمیته انتشارات پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری
شمارگان	: الکترونیکی
سال انتشار	: 1395
نشانی	: رامسر، خیابان استاد مطهری، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری

تلفن: 01155225233- دورنگار: 01155223282 - صندوق پستی: 46915335

Email: citrus.press@yahoo.com

این نشریه به شماره 51146 مورخ 95/11/11 در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی ثبت شده است.

فهرست	صفحه
1-مقدمه.....	1
2-آنا تومی برگ مرکبات.....	2
3-مکانیسم جذب عناصر غذایی از طریق برگ.....	3
3-1- پایین بودن قابلیت استفاده عناصر غذایی در خاک.....	4
3-2- لزوم تأمین سریع عناصر غذایی برای گیاه.....	4
3-3- محلول پاشی در مواقعی که فعالیت ریشه پایین است.....	5
3-4- محلول پاشی با هدف بهبود کیفیت محصولات کشاورزی.....	5
3-5- محلول پاشی با هدف کاهش آلودگی های زیست محیطی.....	5
4-ملاحظات در تغذیه برگی.....	6
4-1- زمان تغذیه برگی.....	6
4-1-1- مرحله رشد.....	7
4-1-2- شرایط درخت.....	9
4-1-3- شرایط آب وهوائی.....	9
4-2- نوع مواد کودی /افزودنیها/آب.....	11
4-2-1- نوع ماده کودی.....	11
4-2-2- افزودنیها.....	12
4-2-3- آب.....	13
4-3- برگ سوزی.....	14
4-3-1- شرایط محیطی تاثیر گذار بر شدت برگ سوزی.....	14
4-3-2- ویژگی های تاثیر گذار کود بر شدت برگ سوزی.....	14
5-نحوه تغذیه برگی عناصر (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و بور).....	16
5-1- نیتروژن.....	21
5-1-1- نکاتی درباره تغذیه برگی نیتروژن.....	23
5-2- فسفر.....	24
5-3- پتاسیم.....	26
5-3-1- نکاتی درباره تغذیه برگی پتاسیم.....	28
5-4- عناصر میکرو (روی و بور).....	29
6-نتیجه گیری و پیشنهادات.....	32
7-منابع.....	33

1- مقدمه

مرکبات، یکی از محصولات باغی استراتژیک ایران است که مقام اول را در بین تولیدات باغی کشور (1) و مقام هفتم تولید سالیانه را در جهان به خود اختصاص داده است (40). باغبانی استان‌های شمالی کشور ارتباط تنگاتنگی با صنعت مرکبات دارد به‌طوری‌که استان‌های شمالی کشور مقام اول سطح زیر کشت و تولید مرکبات را در بین دیگر استان‌ها، دارا می‌باشند (1). یکی از مهمترین فاکتورهای محیطی مؤثر بر رشد و نمو درختان مرکبات، تغذیه اصولی و متعادل می‌باشد. به‌طور کلی، برای رشد و نمو گیاه 16 عنصر غذایی مورد نیاز است. گیاه کربن، هیدروژن و اکسیژن مورد نیاز خود را از اتمسفر و آب جذب می‌کند. اگر شرایط خاک از لحاظ تهویه و رطوبت مناسب باشد، گیاه به راحتی کربن، هیدروژن و اکسیژن را از خاک جذب کرده و کمبودی از لحاظ این سه عنصر برای گیاه وجود نخواهد داشت. در صورت بروز کمبود هر یک از 13 عنصر باقیمانده در گیاه، باید آن عناصر از طریق ریشه و یا بخش هوایی برای گیاه تأمین شوند (45).

گیاهان قادرند عناصر را هم از طریق ریشه و هم برگ جذب کنند. وقتی این عناصر بر روی برگ گیاه محلول‌پاشی شوند، اصطلاح تغذیه برگ‌گی برای این روش کوددهی بکار برده می‌شود (45). تغذیه برگ‌گی روشی متداول برای تأمین عناصر غذایی در مرکبات است. در این روش عناصر مورد نیاز گیاه به سرعت و با کارایی نسبتاً بالایی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. کاهش مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از استفاده بی‌رویه از این قبیل کودها از ویژگی‌های این روش کوددهی است. در واقع، خطر از دست رفت عناصر غذایی در تغذیه برگ‌گی نسبت به کاربرد خاکی کمتر است. تغذیه برگ‌گی در کوتاهترین زمان ممکن می‌تواند اثر خود را نشان دهد، زیرا عناصر غذایی در مجاورت سطحی قرار می‌گیرند که به‌طور مستقیم وارد گیاه می‌شوند. در زمان‌هایی که تأمین سریع عناصر غذایی برای گیاه ضروری است و یا تولید کننده به دنبال افزایش عملکرد و کیفیت میوه می‌باشد، محلول‌پاشی راهکاری مناسب است (67).

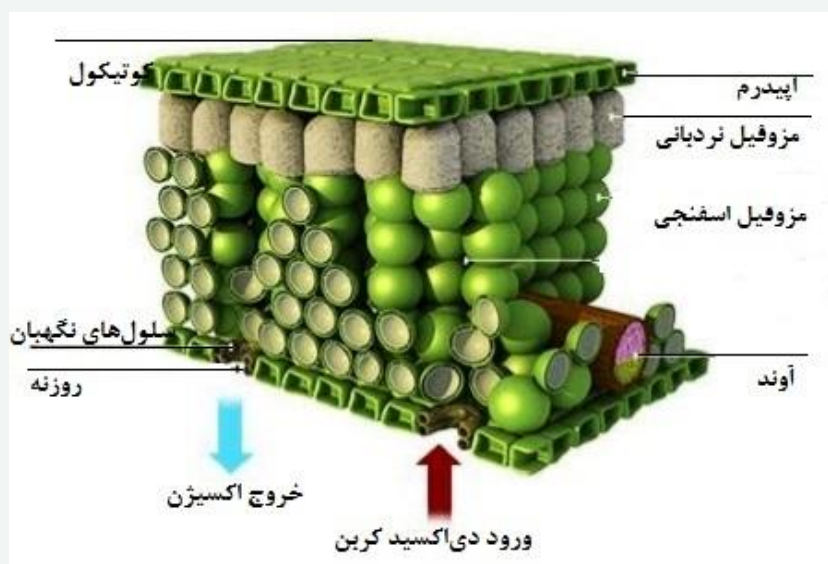
باید به این نکته توجه نمود که مقدار عناصر غذایی که از طریق برگ‌های مرکبات جذب می‌شود در مقایسه با مقدار عنصری که از طریق ریشه جذب می‌گردد، ناچیز است. عناصر کم‌نیاز را می‌توان به‌صورت برگ‌ها به کار برد، زیرا مقدار زیادی از این عناصر مورد نیاز نیست، اما برگ‌ها جایگاه اصلی برای جذب عناصر پرنیاز نیستند و کاربرد کامل عناصر پر نیاز گیاه، از طریق برگ عملاً غیرممکن است (45). به‌هرحال بخش زیادی از نیاز درختان مرکبات به نیتروژن از طریق تغذیه برگ‌ها تأمین می‌گردد و در موارد خاص، فسفر و پتاسیم به‌صورت برگ‌ها استفاده می‌شوند. تغذیه برگ‌ها عناصر پرنیاز ثانویه شامل کلسیم، منیزیم و گوگرد و عناصر کم‌نیاز شامل روی، مس، منگنز، بور و مولیبدن روشی مناسب برای تأمین نیاز گیاهان به این عناصر می‌باشد (67).

به طور کلی، کاربرد برگ‌ها عناصر غذایی چندین مزیت بر کاربرد خاکی این عناصر دارد. با کاربرد برگ‌ها عناصر می‌توان نیاز گیاه را در زمان‌های که شرایط خاک از قبیل دما، رطوبت، زهکشی، پ-اچ و شوری نامناسب می‌باشد، و یا در زمان‌های بحرانی برای رشد و عملکرد درختان، تأمین نمود. بنابراین، در این نشریه سعی شده است در ابتدا نکات کلی در مورد ساختار برگ و جذب عناصر غذایی از طریق این ساختار و نیز موارد کاربرد تغذیه برگ‌ها به طور مختصر توضیح داده شود، سپس در ادامه، نکاتی که تولید کننده مرکبات در بکارگیری روش تغذیه برگ‌ها باید مدنظر قرار دهند، پرداخته شده و در نهایت در مورد روش محلول‌پاشی در مرکبات توصیه‌های انجام شده است.

2- آناتومی برگ مرکبات

مشابه سایر گیاهان گلدار، یک برگ کامل مرکبات شامل پهنک و دم‌برگ می‌باشد. لایه اپیدرم سطح بالایی و پایینی برگ مرکبات را می‌پوشاند. سلول‌های نرده‌ای حاوی اگزالات کلسیم در زیر اپیدرم فوقانی قرار گرفته‌اند. اپیدرم تحتانی ترکیبی از سلول‌های پارانشیمی و روزنه‌ها می‌باشد. روزنه‌ها از یک منفذ به همراه دو سلول محافظ تشکیل شده‌اند. سطح داخلی منفذ روزنه کوتینی شده که این لایه کوتینی مانعی برای نفوذ آب و دیگر ترکیبات محلول از طریق روزنه می‌باشد. لایه کوتیکول تشکیل یافته بر سطح اپیدرم فوقانی و تحتانی برگ اولین مانع در برابر جذب ترکیبات محلول از طریق سطح برگ را ایجاد کرده و نیز باعث آبگریزی سطح برگ می‌شود (شکل 1).

اسیدهای چرب، الکل‌های اولیه، استرها و هیدروکربن‌ها، ساختارهای اصلی لایه مومی کوتیکول در مرکبات می‌باشند. به هر حال، کمیت و شیمی لایه موم مانند که سطح کوتیکول را پوشانده، طی توسعه برگ مرکبات تغییر کرده و این امر قابلیت خیس شدن و نفوذپذیری کوتیکول برگ مرکبات را تحت تأثیر قرار می‌دهد (61).



شکل 1- آناتومی برگ

3 - مکانیسم جذب عناصر غذایی از طریق برگ

مراحل جذب عناصر غذایی به کار رفته از طریق محلول‌پاشی شامل جذب سطحی، نفوذ غیرفعال از طریق کوتیکول و سپس جذب فعال توسط سلول‌های برگ می‌باشد. لایه کوتیکولی موجود روی سطح برگ، اولین مانع در برابر جذب نمک‌ها می‌باشد. لایه کوتیکول شامل لایه نازکی از کوتین، موم (واکس) و سلولز می‌باشد. منافذ و کانال‌های در کوتیکول برگ وجود دارد. سطح داخلی کوتیکول برگ به سلول‌های اپیدرم متصل است. یون‌ها ابتدا باید از دیواره سلولی عبور کرده و سپس توسط سلول‌های اپیدرمی جذب شوند. وجود فضاهای آپوپلاستی در دیواره برای انتقال، فرایند جذب عناصر غذایی را تسهیل می‌کند. عبور یون‌ها از طریق غشا سلولی و پلاسمالما یک فرایند فعال است و به انرژی متابولیکی حاصل از فتوسنتز و تنفس وابسته می‌باشد (61). سطح کوتیکول برگ

صاف نیست و توسط لایه واکسی و ساختارهای کرک^۷ مانند پوشیده شده است که یک ساختار آبگریز را در سطح برگ تشکیل می‌دهد.

3-1 - پایین بودن قابلیت استفاده عناصر غذایی در خاک

تغذیه برگی عناصر غذایی در مواقعی که شرایط خاک از لحاظ تأمین و انتقال عناصر غذایی مورد نیاز به سمت ریشه گیاه نامساعد می‌باشد، مؤثرتر از کاربرد خاکی عناصر غذایی است. عناصر غذایی از قبیل فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌نیاز می‌توانند در خاک تثبیت شده و برای گیاه غیرقابل دسترس گردند. با کاربرد عناصر غذایی به‌طور مستقیم بر روی برگ‌ها، جایگاه اصلی فتوسنتز، این اطمینان حاصل می‌شود که سوخت و ساز گیاه به واسطه‌ی قابلیت استفاده پایین عناصر ضروری به مخاطره نمی‌افتد (27). در واقع، در مکان‌ها و زمان‌هایی که کود در خاک در معرض فرایندهایی از قبیل شستشو و فرسایش قرا می‌گیرد و یا عناصر در خاک به دلیل وجود شرایط نامناسب به شکل‌های غیرقابل استفاده تبدیل می‌گردند، تغذیه برگی عناصر غذایی راهکاری مناسب در جهت رفع نیازهای تغذیه‌ای درخت می‌باشد (67).

3-2 - لزوم تأمین سریع عناصر غذایی برای گیاه

فاکتورهایی از قبیل شرایط اقلیمی و عملیات کشت و کار بر کمیت و کیفیت تولید مرکبات تأثیرگذار می‌باشند. در اقلیم^۸‌های نیمه^۹ گرمسیری، دما معمولاً برای چندین ماه طی زمستان پایین‌تر از صفر فیریولوژیک است. این دوره از سرما در این مناطق منجر به توقف رشد درختان می‌شود. دمای سرد طی این دوره رکود، باعث القائی جوانه‌های گل می‌شود. هنگامی که دما در بهار افزایش می‌یابد، رشد رویشی را تحریک کرده و باعث نمو جوانه‌های گل و به دنبال آن گل‌دهی می‌گردد. واضح است که اندام‌های زایشی و رویشی برای منابع موجود شامل کربوهیدرات‌ها و عناصر غذایی در بهار با یکدیگر رقابت می‌کنند و تغذیه برگی در این زمان‌ها می‌تواند اثرات مطلوب بر عملکرد داشته باشد. علاوه براین، کاربرد تغذیه برگی در زمان‌های که کمبود عناصر غذایی تشخیص داده شده، ممکن است مؤثرتر باشد. در واقع، در گیاهانی که دچار کمبود هستند سرعت جذب از طریق برگ بیشتر از گیاهانی

هستند که کمبود ندارند. به هر حال، زمانی که علائم کمبود ظاهر شوند، تغذیه برگ‌ی سریع‌ترین روش است که اکثر عناصر غذایی وارد گیاه می‌شوند. هر چند ممکن است در این مرحله بخشی از پتاسیل تولید درخت از دست رفته باشد (67).

3-3 - محلول‌پاشی در مواقعی که فعالیت ریشه پایین است

در زمان‌هایی که سیستم ریشه آسیب دیده است و نمی‌تواند نیاز گیاه را تأمین کند، تغذیه برگ‌ی عناصر غذایی بسیار حائز اهمیت است. علاوه بر این، تغذیه برگ‌ی تحت شرایط دوره‌های مانداب، دوره‌های خشکی، خاک‌های آهکی، آب و هوای سرد و یا هر وضعیت دیگری که منجر به کاهش قدرت و توانایی گیاه برای جذب عناصر غذایی گردد، ضروری است (67).

3-4 - محلول‌پاشی با هدف بهبود کیفیت محصولات کشاورزی

هم‌چنین، می‌توان از تغذیه برگ‌ی با هدف بهبود کیفیت محصول مرکبات در دوره‌های از رشد درخت که تأمین عناصر غذایی برای مرکبات ضروری است (از قبیل مراحل رشد رویشی، تمایز جوانه‌ها، تشکیل میوه و رشد میوه) استفاده کرد (67).

3-5 - محلول‌پاشی با هدف کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی

علاوه بر موارد ذکر شده، کاربرد برگ‌ی عناصر غذایی، پتانسیل آلودگی آب‌های سطحی (اتروفیکاسیون)، زیرزمینی (نیترات) و تجمع عناصر غذایی در خاک (شوری) را کاهش می‌دهد. جایگزینی حداقل بخشی از کاربرد خاکی عناصر غذایی با کاربرد برگ‌ی، می‌تواند بخشی از عملیات مدیریت جامع کوددهی باشد (27).

نکته: توجه به این نکته حائز اهمیت است که با کاربرد برگ‌ی عناصر غذایی متحرک در آوند آبکش، عناصر به همه قسمت‌های گیاه از جمله کوچکترین ریشه‌های فیبری نیز منتقل می‌شود. به هر حال، باید توجه نمود که همه عناصر غذایی از طریق برگ جذب نمی‌شوند و حتی اگر جذب هم شوند برخی این عناصر در آوند آبکش

غیرمتحرک می‌باشند. بنابراین باید همواره اطلاعاتی در مورد نقشی که یک عنصر در فیزیولوژی گیاه ایفا می‌کند، داشت و سپس عنصر را به‌عنوان کود در مرحله مناسب از فنولوژی گیاه به کار برد. برای مثال زمانی که تقاضا برای عنصر مشخصی بالا است و با هدف تهیج کردن فرایند فیزیولوژیکی خاصی که بازده، اندازه یا کیفیت میوه را افزایش دهد، عنصر غذایی را به صورت محلول‌پاشی به کار برد. در شکل 2 نمائی از اجرا محلول‌پاشی توسط همکاران محترم پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری آورده شده است.



شکل 2- نمائی از انجام محلول‌پاشی در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری

4 - ملاحظات در تغذیه برگی

4 - 1 - زمان تغذیه برگی

برای انجام صحیح تغذیه برگی، اطلاع از مرحله رشد درختان مرکبات، شرایط درخت و شرایط آب و هوایی مفید خواهد بود. در ادامه موارد ذکر شده بررسی خواهند شد.

۴-۱-۱- مرحله رشد

اطلاع از مراحل رشد و فنولوژی¹ درختان مرکبات، یکی از مهمترین جنبه‌های برنامه تغذیه برگ می‌باشد. در واقع، برای مدیریت صحیح تغذیه برگ، باید از نقش عناصر غذایی در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه مطلع بود. سپس عنصر غذایی به صورت محلول‌پاشی در مرحله خاصی از رشد درخت با هدف تحریک فرایند فیزیولوژیکی خاصی به کاربرده شود. آگاه بودن از مراحل فنولوژیکی می‌تواند در برنامه‌ریزی جهت مدیریت جامع باغ‌ها از قبیل کوددهی، آبیاری و زمان مناسب برای کنترل بیماری‌ها و آفات مفید باشد. مهمترین مراحل فنولوژیکی درختان مرکبات در جدول 1 و نیز شکل 3 آورده شده است.

جدول 1- مهمترین مراحل فنولوژیکی مرکبات (41)

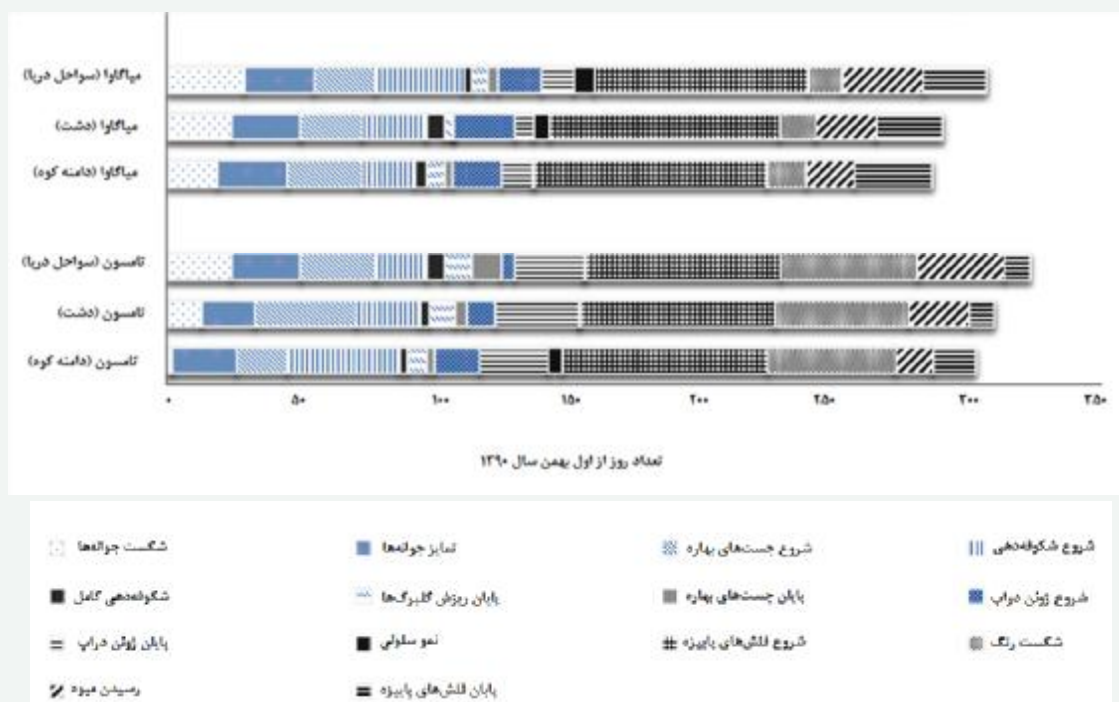
شماره	مرحله	توضیح
1	تورم جوانه‌ها	قطر جوانه‌ها حدود سه میلی‌متر شده است
2	تمایز جوانه‌ها	بخش‌های گل زیر میکروسکوپ قابل رویت‌اند
3	شروع جست‌های بهاره	-
4	شروع شکوفه‌دهی	حدود پنج درصد گل‌ها باز شده‌اند
5	شکوفه‌دهی کامل	حدود 50 درصد گل‌ها باز شده‌اند
6	پایان ریزش گلبرگ‌ها	حدود 80 درصد گلبرگ‌ها ریخته‌اند
7	پایان جست‌های بهاره	-
8	شروع و پایان ریزش فیزیولوژیک (ژوئن دراپ)	-
9	شروع نمو سلولی	-
10	شروع و پایان جست‌های پاییزه	-
11	شکست رنگ	-
12	بلوغ فیزیولوژیک میوه	بر اساس نسبت قند به اسید

¹ به بررسی اثر عوامل محیطی به ویژه تغییر فصل و شرایط آب و هوایی بر مراحل مختلف چرخه زندگی یک گیاه، فنولوژی گفته می‌شود



شکل 3- مهمترین مراحل فنولوژیکی مرکبات (41)

علاوه بر لزوم شناخت مهمترین مراحل فنولوژی مرکبات، اطلاع در مورد زمان احتمالی وقوع هر یک از این مراحل فنولوژیکی کمکی زیاد در اجرا صحیح و مفید برنامه تغذیه برگی مرکبات خواهد داشت. در شکل 4 زمان احتمالی رخداد هر یک از مراحل فنولوژیکی پرتقال تامسون و نارنگی میاگاوا در سه منطقه از شهر ساری آورده شده است.



شکل 4- مراحل فنولوژیکی دو رقم مرکبات در سه منطقه از ساری (41)

۴-۱-۲- شرایط درخت

پاسخ درختان به کاربرد برگی عناصر غذایی تحت شرایط تنش گرما و سرما معمولاً به علت سرعت جذب و انتقال کم عناصر غذایی در این شرایط، ضعیف است. به هر حال، چنانچه محلول‌پاشی عناصر غذایی، به ویژه عناصر تأثیر گذار بر افزایش تحمل گیاهان به شرایط تنش، قبل از وقوع تنش گرما و یا سرما انجام گردد، می‌تواند در افزایش تحمل درختان به شرایط تنش‌زا مفید باشد.

۴-۱-۳- شرایط آب وهوائی

شرایط محیطی شامل وقت مناسب در طول روز، دما، رطوبت نسبی و سرعت باد بر جنبه‌های فیزیکی و بیولوژیکی تغذیه برگی مؤثر هستند. نفوذپذیری انساج گیاه فاکتور مهمی در جذب عناصر غذایی می‌باشد. در واقع در شرایط اقلیمی با هوای گرم، مرطوب و آرام، نفوذپذیری انساج گیاهی نیز بالاتر است و این شرایط مطلوب از لحاظ تغذیه برگی غالباً در ساعات‌های پایانی عصر و گاهاً در ساعات‌های ابتدائی صبح مشاهده می‌شود. محلول‌پاشی بهتر است در صبح یا بعدازظهر که شدت نور خورشید کمتر است انجام پذیرد. در زمان محلول‌پاشی دمای محیط

نباید بالا (بیش از 29 درجه سلسیوس) باشد. در حالی که رطوبت نسبی بالاتر از 70% مطلوب است (جدول 2). بهتر است بعد از محلول‌پاشی، آبیاری مزرعه و باغ انجام شود.

جدول 2- شرایط آب و هوایی مناسب برای محلول‌پاشی (24)

اواخر عصر (ساعت 6 بعدازظهر به بعد)	وقت از روز
اوایل صبح (قبل از ساعت 9 صبح)	
18-29 درجه سلسیوس؛ بهترین دما 21 درجه سلسیوس	دما
$\leq 70\%$	رطوبت
140-160	شاخص دما به رطوبت
≥ 8 کیلومتر بر ساعت	وزش باد

توجه شود که محلول‌پاشی عناصر غذایی قبل از بارندگی انجام نشود، زیرا کودها از سطح برگ شسته می‌شوند و وارد خاک می‌گردند و کارایی تغذیه برگ‌ها کاهش می‌یابد (67). توجه به این مسئله ضروری است که رخداد بارندگی حداقل در 24-48 ساعت پس از محلول‌پاشی، ممکن است اثر تغذیه برگ‌ها را کاهش داده، زیرا همه عناصر غذایی فوراً در انساج گیاه جذب نمی‌شوند (جدول 3).

جدول 3- نرخ جذب عناصر غذایی در انساج گیاهی (24)

عناصر غذایی	زمان لازم برای جذب 50% عنصر به کار رفته در محلول‌پاشی
نیتروژن	2-5/0 ساعت
فسفر	10-5 روز
پتاسیم	24-10 ساعت
کلسیم	2-1 روز
منیزیم	5-2 ساعت
گوگرد	8 روز
روی	2-1 روز
منگنز	2-1 روز
آهن	20-10 روز
مولیبدن	20-10 روز

4-2 - نوع مواد کودی/افزودنی‌ها/آب

دومین موضوعی که باید در انجام برنامه تغذیه برگ‌گی مرکبات در نظر گرفته شود، نوع ماده کودی، افزودنی‌ها و کمیت و کیفیت آب می‌باشد.

۴-۲-۱ - نوع ماده کودی

همه‌ی کودها برای محلول‌پاشی مناسب نیستند. هدف اصلی از محلول‌پاشی جذب سریع و بهینه‌ی عناصر غذائی در انساج گیاهی می‌باشد. بنابراین محلول‌های تغذیه برگ‌گی باید به گونه‌ای فرمول‌بندی شوند که حداقل آسیب را به گیاه برسانند. سه شاخص مهم در انتخاب کودها برای محلول‌پاشی عبارتند از:

 **شاخص نمک پایین:** استفاده از محلول کودی با غلظت بالا به ویژه در مورد کودهای با بنیان نیترات و کلراید می‌تواند آسیب جدی به انساج گیاه وارد نمایند. بنابراین در استفاده از کودها برای محلول‌پاشی باید به شاخص نمک و یا به بیان بهتر به پتانسیل اسمزی حاصل از انحلال کود در آب توجه نمود. شاخص نمک کودها در قسمت برگ‌سوزی نشریه حاضر مورد بحث قرار گرفته است.

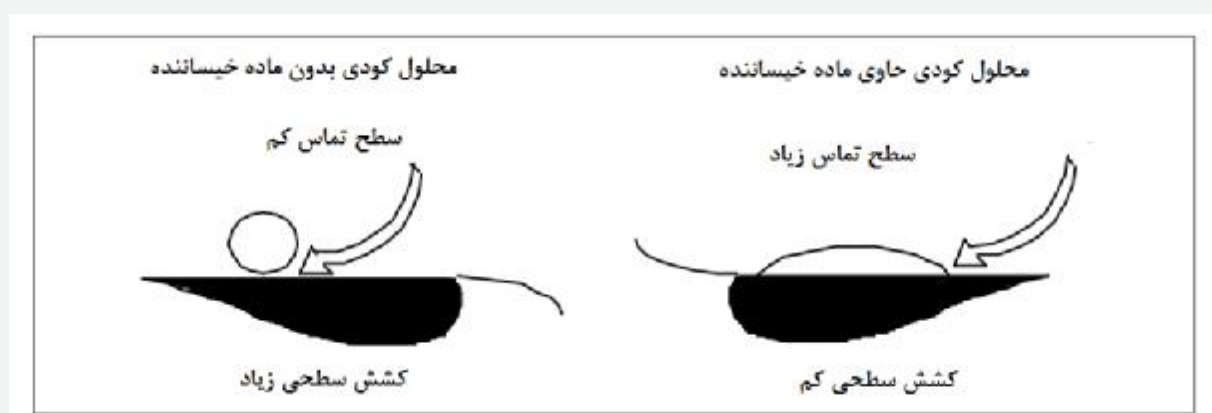
 **حلالیت زیاد:** از کودهایی باید در تغذیه برگ‌گی استفاده نمود که حلالیت بالایی در آب داشته باشند و به سهولت در آب حل شده و رسوبی تشکیل ندهند. هر چه حلالیت کود در آب بیشتر باشد، گرم کود در لیتر کمتری از آب به طور کامل حل خواهد شد. از جمله کودها با حلالیت بالا می‌توان به اوره، مونو پتاسیم فسفات، کلرید پتاسیم و غیره اشاره کرد.

 **درصد خلوص بالا:** ناخالصی‌ها ممکن است با مواد کودی سازگار نباشند، موجب گرفتگی ابزار محلول‌پاشی گردند و یا آسیب‌های جدی به برگ وارد نمایند. بنابراین باید در محلول‌پاشی، ناخالصی‌های همراه مواد کودی مورد نظر قرار گیرند.

۴ - ۲ - ۲ - افزودنی‌ها

✚ **پ-اچ محلول تغذیه برگ‌ی:** نکته مهم دیگر این است که در زمان محلول‌پاشی عناصر غذایی باید اطمینان حاصل شود که پ-اچ محلول تغذیه برگ‌ی در دامنه مناسب (غالباً 6-8) می‌باشد. این موضوع به ویژه در مناطقی که کیفیت آب پایین است، حائز اهمیت است (67). برخی مواد به محلول تغذیه برگ‌ی به منظور بافرسازی پ-اچ محلول اضافه می‌شوند. معمولاً آسیب وارده به انساج گیاهی ناشی از پ-اچ پایین کمتر از آسیب وارد به این انساج به دنبال کاربرد غلظت‌های بالا از کود به ویژه کودهای حاوی آنیون نیترات و کلراید می‌باشد.

✚ **افزودن مواد خیس‌اننده²:** برای کاهش کشش سطحی آب لازم است مواد خیس‌اننده به محلول اسپری اضافه گردد. به طوریکه محلول اسپری شده به طور یکنواخت کل سطح برگ را پوشش دهد و کاربرد یکنواختی از عناصر غذایی را فراهم نماید (شکل 5). از جمله مواد خیس‌اننده می‌توان به محلول نیم در هزار مایع ظرفشویی اشاره نمود.



شکل 5- اثر ماده خیس‌اننده بر خیس شدن سطح برگ توسط محلول‌پاشی

✚ **کاربرد همزمان کود و آفت‌کش:** برخی مواقع به منظور صرفه‌جویی در زمان و هزینه مواد کودی و آفت‌کش‌ها با یکدیگر مخلوط می‌شوند. لذا باید به این نکته توجه نمود که مواد کودی سازگار با همه حشره‌کش‌ها،

² Surfactant

قارچ‌کش‌ها و غیره نیستند. اگر مواد کودی با مواد ناسازگار مخلوط گردند، تأثیر کود، آفت‌کش و یا هر دو ممکن است کاهش یابد. علاوه براین، کاربرد همزمان این دو ممکن است خطر برگ‌سوزی را افزایش دهد (45). بنابراین اگر افراد تجربه کافی در زمینه‌ی به کارگیری همزمان کود و آفت‌کش‌ها ندارند، ابتدا باید در یک ظرف کوچک سازگاری کود و آفت‌کش مورد نظر خود را بررسی نمایند.

 **قابلیت اختلاط کودها:** برهم‌کنش‌های شیمیایی در میان کودها باید در تغذیه برگی مورد توجه قرار گیرد. تعدادی مواد ناسازگاراند و نباید با یکدیگر مخلوط شوند. اختلاط آنها ممکن است منجر به ایجاد رسوب گردد و از این طریق قابلیت استفاده عناصر غذایی کاهش یافته و یا منجر به گرفتگی ابزار محلول‌پاشی گردند. بر روی بسته‌ی کودها معمولاً هشدارهای در این زمینه وجود دارد. در صورت نبود چنین اطلاعاتی، مقدار کمی از کودهای مورد نظر را در ظرفی در آب حل و سپس تکان دهید. اگر رسوبی مشاهده نکردید، قاعدتاً نباید مشکلی وجود داشته باشد (67). به‌عنوان مثال مخلوط کردن سولفات آمونیوم و کلرید پتاسیم در مخزن، ممکن است منجر به تشکیل رسوب سولفات پتاسیم گردد و یا مخلوط کردن کودهای حاوی کاتیون کلسیم با کودهای حاوی آنیون فسفات و سولفات ممکن است منجر به تشکیل رسوب فسفات کلسیم و یا سولفات کلسیم گردد. تشکیل این قبیل رسوب‌ها هم کارایی تغذیه برگی را کاهش داده و هم منجر به گرفتگی ابزار محلول‌پاشی می‌گردد.

۴-۲-۳- آب

علاوه بر مقدار آب، کیفیت آب نیز برای محلول‌پاشی بسیار مهم است. قبل از انجام محلول‌پاشی و استفاده از هر نوع منبع آبی برای محلول‌پاشی بهتر است پ-اچ، سختی آب، مقدار بی‌کربنات، سولفات، نیتрат و آهن منبع آب مورد نظر تعیین گردد. معمولاً مقدار آب مورد نیاز برای انجام محلول‌پاشی 5 تا 20 لیتر برای هر درخت می‌باشد، که مقدار آب به حجم تاج درخت و نیز نوع کود مورد استفاده بستگی دارد.

4-3- برگ‌سوزی

درحالی‌که تغذیه برگ‌ی مزیت‌های بسیاری دارد، اما می‌تواند تحت شرایطی منجر به برگ‌سوزی گردد. اثر هر محلول بر برگ‌سوزی با تفاوت فشار اسمزی بین محلول مصرف شده و شیره سلولی مشخص می‌گردد. اگر فشار اسمزی محلول بیش از فشار اسمزی شیره سلولی باشد، آب از انساج گیاهی خارج گشته و برگ‌سوزی حاصل می‌شود. تفاوتی فاحش بین فشار اسمزی تولید شده به وسیله مواد کودی مختلف وجود دارد. در بین منابع نیتروژن، اوره کمترین فشار اسمزی را به ازای هر واحد نیتروژن تولید می‌کند (12).

برگ‌سوزی طی کوددهی توسط فشار اسمزی زیاد و یا تنش‌های آبی برای بافت گیاهی ایجاد می‌شود. وسعت این شرایط عمدتاً توسط 1-شرایط محیطی، 2-ویژگی‌های گیاه و 3-ویژگی‌های کود مشخص می‌گردد.

۴-۳-۱- شرایط محیطی تاثیر گذار بر شدت برگ‌سوزی

مهمترین شرایط محیطی شامل رطوبت خاک، دمای خاک، رطوبت نسبی و سرعت باد می‌باشد. درختان تحت شرایط تنش معمولاً برای آسیب دیدن مستعدتر هستند. شرایط تنش‌زا شامل وزش باد گرم، بیماری و شرایط نامطلوب محیطی است. شرایط محیطی در زمان کاربرد بسیار مهم است. از محلول‌پاشی برگ‌ی در زمانی که هوا گرم است (دمای هوا بیش از 29 درجه سلسیوس) باید اجتناب کرد. این بدان معنا است که طی فصول گرم، محلول‌پاشی باید در صبح و یا غروب وقتی دمای هوا مناسب، وزش باد حداقل و روزنه‌ها باز هستند تا آب و گازها به طور مؤثر مبادله گردند، انجام گردد (67).

۴-۳-۲- ویژگی‌های تاثیر گذار کود بر شدت برگ‌سوزی

فاکتورهای دخیل در برگ‌سوزی ناشی از کاربرد کود شامل نوع و منبع کود، سیستم عرضه عناصر غذایی، زمان تماس و موقعیت عناصر غذایی در ارتباط با انساج گیاه می‌باشند. معمولاً از شاخص نمک برای تعیین آسیب احتمالی کود به گیاه استفاده می‌شود. شاخص نمک یک کود نشان‌دهنده‌ی افزایش فشار اسمزی محلول ناشی از کاربرد کود در مقایسه با کاربرد مقدار معادل از کود نترات

سدیم است. غلظت بالای نمک‌های محلول ممکن است فشار اسمزی بیشتر از فشار اسمزی شیره گیاه ایجاد نماید و منجر به آب‌گیری بافت و برگ‌سوزی گیاه شود. شاخص نمک به دلیل اینکه نمک‌های محلول در خاک از جوانه‌زنی بذر جلوگیری می‌کنند و نیز به سیستم ریشه آسیب می‌رسانند استفاده می‌شود. شاخص نمک در خاک چندین فاکتور شامل رطوبت و دمای خاک و نیز ظرفیت تبادل کاتیونی را در بر می‌گیرد (54). امروزه مشخص شده است که استفاده از شاخص نمک برای محلول‌پاشی همراه‌کننده است. در واقع شاخص نمک معیار مناسبی از پتانسیل برگ‌سوزی پس از استفاده از محلول‌پاشی برگری نیست و پتانسیل اسمزی کودها معیار مناسبتری می‌باشد (47). در جدول 4 پتانسیل اسمزی و شاخص نمک حاصل از انحلال واحدهای یکسانی از کودهای مختلف آورده شده است.

جدول 4- مقادیر شاخص نمک (54) و شاخص اسمزی (47) برای برخی کودهای معمول.

کود	شاخص نمک	شاخص اسمزی میلی‌مول بر کیلوگرم-3% نیتروژن
نترات آمونیوم	104/7	1804
نترات سدیم	100/0	4092
اوره	75/4	1018
نترات پتاسیم	73/6	3434
سولفات آمونیوم	69/0	2314
فسفات دی‌آمونیم	34/2	2054

همان‌طور که در جدول 1 مشاهده می‌شود بین شاخص نمک و شاخص اسمزی کودها تفاوت فاحشی وجود دارد. برای مثال فسفات دی‌آمونیم کمترین شاخص نمک در بین کودهای آورده شده در جدول 1 را دارد، این در حالی است که شاخص اسمزی آن تقریباً دو برابر اوره می‌باشد. بنابراین، در کاربرد برگری کودها باید به شاخص اسمزی آنها توجه نمود تا از برگ‌سوزی گیاه ناشی از تغذیه برگری تا حد امکان جلوگیری کرد. علاوه بر این، از آنجاکه رایجترین منبع نیتروژن برای محلول‌پاشی اوره می‌باشد برای جلوگیری از خطر برگ‌سوزی ناشی از کاربرد اوره حتماً باید از منابع اوره با بیورت پایین استفاده نمود (شکل 6).



شکل 6- علائم ظاهری برگ‌سوزی ناشی از محلول‌پاشی درختان با اوره با بیورت بالا (اینترنت).

5- نحوه‌ی تغذیه برگی عناصر (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و بور)

همان‌طور که قبلاً ذکر شد تعدادی عوامل از قبیل خصوصیات فیزیکی و شیمیایی عناصر غذایی، زمان کاربرد عناصر و شرایط محیطی بر مقدار نفوذ محلول از طریق برگ به خصوص مقدار نفوذ محلول از طریق کوتیکول و روزه‌ها تأثیرگذار می‌باشند. محلول‌پاشی عناصر پرنیاز و کم‌نیاز در مرکبات کاربرد گسترده‌ای دارد. در پژوهش‌هایی اثر کاربرد برگی عناصر غذایی مختلف از جمله نیتروژن (3، 4، 11، 29، 37 و 38)، فسفر (38)، پتاسیم (2)، کلسیم (26)، آهن (51 و 52)، روی (31 و 56)، منگنز (51) و بور (26 و 50) بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه در ارقام مختلف مرکبات بررسی شده است. مقدار موثر بودن کاربرد برگی عناصر غذایی در مرکبات عمدتاً به مقدار نفوذ محلول از طریق برگ، تعدیل و یا تصحیح علائم کمبود، بهبود عملکرد و کیفیت میوه وابسته است (29، 38 و 62). به هر حال، برای مدیریت صحیح تغذیه برگی، باید از نقش عناصر غذایی در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه مطلع بود. سپس عنصر غذایی به صورت برگی در مرحله خاصی از فنولوژی درخت با هدف تحریک فرایند فیزیولوژیکی خاصی به کار برده شود.

تقاضای درختان برای عناصر غذایی در برخی از مراحل فنولوژیکی درختان بیشتر از سایر مراحل فنولوژیکی می‌باشد. در درختان همیشه سبز، مراحل گلدهی (شکل 7، الف)، تشکیل میوه³ (شکل 7، ب) و اولین مرحله‌ی ریزش فیزیولوژیک میوه‌چه‌ها⁴ (شکل 7، ج) که رشد میوه نمایی است و رشد ریشه و رشد رویشی همزمان می‌باشد، مراحل فنولوژیکی مهم از لحاظ نیاز گیاه به عناصر غذایی می‌باشند. در طی این دوره‌ها است که عملکرد نهایی درخت (تعداد میوه و نگهداشت آن) می‌تواند مشخص گردد. علاوه‌براین، حوادث و یا تیمارها طی این دوره‌های فنولوژیکی بر اندازه میوه، کیفیت و عمر انبارمانی آن تأثیرگذار می‌باشند (27).

از دیدگاه تولیدکنندگان مرکبات تشکیل میوه یکی از مهمترین مراحل در نمو میوه می‌باشد (37). این دوره در دستیابی به اندازه و کیفیت مناسب میوه مهم است، اگرچه شرایط تغذیه‌ای درخت در مراحل نهایی نمو میوه نیز بر اندازه و کیفیت میوه مؤثر است. مراحل گل‌دهی و تشکیل میوه در مرکبات، مرحله‌ای که نیاز غذایی مرکبات در این دوره‌ها بالاست، مقارن با زمان‌ها هستند که دمای خاک پایین می‌باشد. دمای خاک در مناطق شمال کشور عموماً از آذر تا اردیبهشت کمتر از 15 درجه سلسیوس است (شکل 8). در دمای پایین خاک، فعالیت متابولیکی ریشه، حلالیت عناصر غذایی در محلول خاک و انتقال عناصر از طریق جریان تعرق کمتر است. بنابراین، توانایی درخت برای استفاده از عناصر غذایی به کار رفته در خاک در این دوره‌ها به تعدادی عوامل دیگر که ارتباطی با تقاضای عناصر غذایی در درخت ندارند، بستگی دارد. در طی این دوره‌ها کمبود عناصر در پی مشاهده‌ی علائم ظاهری آن و یا با آنالیز برگ باید سریعاً تصحیح گردد. قرار گرفتن غلظت عناصر غذایی زیر حد بهینه، به‌ویژه طی مراحل بحرانی برای عملکرد، برای مدت زمان طولانی، بیشترین اثر منفی را بر عملکرد، اندازه میوه، کیفیت و شکوفه‌دهی سال بعد خواهد داشت. طبق گزارش لووات (37) بهترین مرحله برای کاربرد عناصر غذایی زمانی است که این کاربرد منجر به افزایش عملکرد، اندازه میوه و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیتته عصاره پرتقال گردد.

³ Fruit set

⁴ June Drop



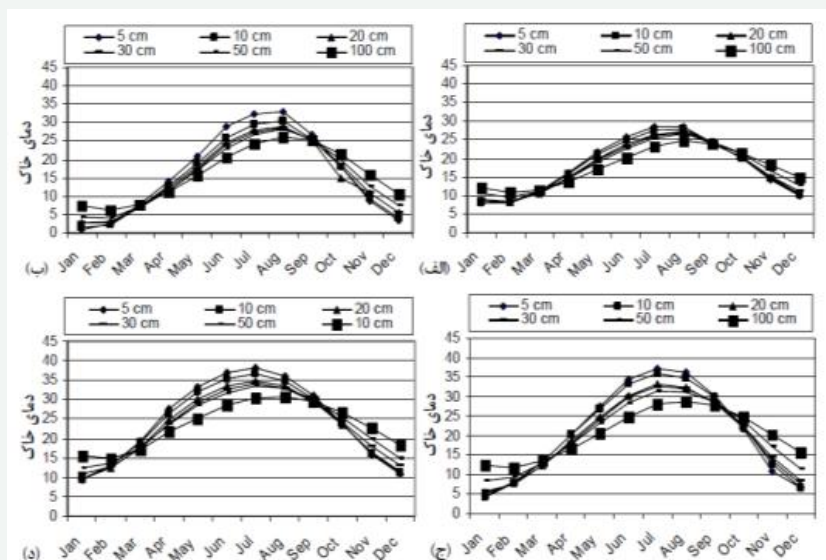
ب- تشکیل میوه



الف - شکوفه‌دهی



شکل 7- مراحل فنولوژیکی (الف - گلدهی، ب - تشکیل میوه، ج - ریزش میوه‌چه)



شکل 8- تغییرات ماهانه دمای خاک (بر حسب سلسیوس) در دوره آماری (1996-2005) در اقلیم‌های الف - مرطوب؛ ب - سرد نیمه‌خشک؛ ج - گرم نیمه‌خشک و د - گرم و خشک (6).

باید در تغذیه برگ‌ی به این نکته توجه نمود که تعداد تکرار محلول‌پاشی به نیاز گیاه وابسته است و نیاز گیاه به عناصر غذایی به ظهور علائم کمبود، سرعت رشد درخت، سن درخت و غیره، بستگی دارد. عموماً تغذیه برگ‌ی هر 6-8 هفته یکبار باید تکرار گردد (45) و حداقل فاصله بین دو محلول‌پاشی دو هفته باشد تا درخت فرصت کافی برای سوخت و ساز عناصر غذایی و مقابله با تنش‌های اسمزی اضافه شده را داشته باشند. برای کاربرد موثرتر و جلوگیری از آسیب رسیدن به گیاه، محلول‌های رقیق از عناصر غذایی توصیه می‌شود. محلول‌پاشی با غلظت بالا منجر به برگ‌سوزی و ریزش برگ می‌گردد (67). زمان اولین تغذیه برگ‌ی معمولاً پس از مشاهده اولین علائم ظاهری کمبود می‌باشد. هرچند بهتر است که از ظهور علائم کمبود از طریق محلول‌پاشی پیشگیری شود تا خسارت ناشی از کاهش کمیت و کیفیت میوه کاهش یابد (45).

از آنجا که جایگاه اکثر روزنه‌ها در مرکبات در سطح زیرین برگ می‌باشد (61)، برای افزایش جذب عناصر غذایی لازم است، هر دو طرف برگ محلول‌پاشی گردد. همچنین، احتمالاً هر چه سطح برگ بزرگتر باشد، محلول‌پاشی برگ‌ی نتیجه‌ی مطلوبتری در پی خواهد داشت (شکل 9).



الف - محلول پاشی (عکس از مهندس حمیدرضا قلی پور)



ج - تانک کود (عکس از مهندس فرهاد رفعت)



ج - محلول پاشی (عکس از مهندس فرهاد رفعت)

شکل 9- نمائی از انجام محلول پاشی (الف و ب) و تانک کود (ج) در یک باغ مرکبات

مقداری از محلول را بر روی تاج درخت درخت اسپری کنید تا قطرات محلول از برگ ریزش کند. پ-اچ محلول نیز باید کنترل شود. معمولاً پ-اچ مطلوب بین شش تا هشت است. بافت‌های جوان و جوانه‌های متورم در درختان چوبی عناصر غذایی را سریعتر و بهتر از بافت‌های پیر و سخت جذب می‌کنند. برخی مواقع یکبار محلول پاشی کافی نبوده و محلول پاشی باید در چند نوبت تکرار شود (6). با افزایش سن برگ نیز مقدار جذب معمولاً کاهش می‌یابد. زیرا با افزایش سن برگ ضخامت کوتیکول افزایش می‌یابد. جذب عناصر در حضور نور بیشتر از تاریکی است زیرا جذب به انرژی نیاز دارد که در حضور نور در اثر ساخته شدن ATP انرژی مورد نیاز جذب

تأمین می‌گردد. تغذیه برگ‌ها عناصر کم‌نیاز در زمانی که برگ‌های جست‌های بهاره، تابستانه و پاییزه کاملاً توسعه یافته‌اند، بهتر است (67).

5-1- نیتروژن

نیتروژن نقش مهمی در تغذیه درختان ایفا می‌کند. سطوح پایین نیتروژن در درختان مرکبات یکی از فاکتورهای اصلی است که کمیت و کیفیت تولید میوه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در باغات مرکبات مشابه سایر درختان میوه، معمولاً نیتروژن به‌صورت خاکی استفاده می‌شود. به هر حال، کارایی کاربرد خاکی نیتروژن توسط تعدادی فاکتور تحت‌تأثیر است. علاوه بر این، در کاربرد خاکی نیتروژن همیشه خطرات زیست‌محیطی وجود دارد. بنابراین، نیتروژن به‌صورت محلول‌پاشی نیز استفاده می‌شود. شکل‌های تجاری اوره به راحتی توسط برگ مرکبات جذب می‌شوند. ارتباط نزدیکی بین آمونیوم، ساخت آرژنین و در نهایت ساخت پلی‌آمین‌ها و به دنبال آن گلدهی مرکبات و نمو میوه در این درختان مشاهده شده است (58). در مطالعه‌ای که برای تعیین زمان مناسب برای کاربرد برگ‌ها اوره توسط علی و لووات (17) انجام شده است، مشاهده می‌شود که تغذیه برگ‌ها در اواسط زمستان به طور معنی‌داری عملکرد و تعداد میوه در هر درخت مرکبات را نسبت به درختان شاهد (کاربرد اوره در زمستان در خاک بدون محلول‌پاشی عناصر غذایی) افزایش داده است. در مطالعه‌ای دیگر مشاهده شد که کاربرد برگ‌ها اوره با بیورت پایین در غلظت 1/3 درصد (0/16 کیلوگرم نیتروژن به ازای هر درخت) در زمان شکوفه‌دهی کامل⁵ به طور معنی‌داری عملکرد و تعداد میوه در هر درخت در سال آور را افزایش داد ولی تأثیری بر این شاخص‌ها در سال نیاور نداشت. به هر حال، کاربرد ترکیبی سیتوکنین و اوره در زمان شکوفه‌دهی کامل و 30 روز بعد از آن، عملکرد و تعداد میوه در هر درخت را در هر دو سال آور و نیاور به طور معنی‌داری افزایش دادند (36). دو مرتبه کاربرد برگ‌ها اوره با بیورت کم با فواصل 10-14 روزه در بازه زمانی 6-8 هفته قبل از مرحله شکوفه‌دهی⁶ باعث افزایش

⁵ Full blooming

⁶ anthesis

چشمگیری در عملکرد پرتقال شده است (53). در پژوهشی دیگر مشاهده می‌شود که عملکرد، تعداد گل، تعداد میوه‌چه⁷ و درصد گل تبدیل شده به میوه‌چه پرتقال والنسیا با کاربرد برگی زمستانه اوره به مقدار 31 کیلوگرم بر هکتار نیتروژن افزایش یافته است (15). تغذیه برگی با اوره با بیورت پایین در غلظت 0/3 درصد قبل از شکوفه‌دهی⁸؛ بعد از تشکیل میوه⁹ و به صورت ترکیب دو تیمار فوق (قبل از شکوفه‌دهی و بعد از تشکیل میوه) عملکرد هر درخت و اندازه میوه را افزایش داده است. هر چند مقدار افزایش عملکرد و اندازه میوه در تیمار ترکیبی محلول‌پاشی اوره قبل از شکوفه‌دهی و نیز بعد از تشکیل میوه بیشتر از دو تیمار دیگر بود (31). در پژوهشی دیگر مشاهده می‌شود که مناسبترین زمان و غلظت محلول‌پاشی اوره جهت افزایش کمیت و کیفیت میوه تامسون ناول، محلول‌پاشی در تیرماه با غلظت نیم درصد و اسفند ماه با غلظت یک درصد می‌باشد (9). به هر حال، باید این نکته را مورد توجه قرار داد که تغذیه برگی اوره احتمالاً تنها بعد از زمانی که تنش رطوبتی و یا سرمائی برای القا گل رخ داده باشد، موثر خواهد بود. بنابراین، برای استفاده موثرتر کوددهی در زمستان، تغذیه برگی اوره باید بعد از فرایند گل‌قائی طبیعی و قبل از این که اغلب جوانه‌ها تمایز یابند، انجام گردد. در شمال در برخی سال‌ها، القا گل امکان دارد بهمن شروع شود، این درحالی است که در برخی سال‌های دیگر، ممکن است تمایز برخی جوانه‌ها اوایل بهمن اتفاق افتد. معمولاً بعد از بروز دمای سرد مورد نیاز و یا 30 روز تنش خشکی، تغذیه برگی 0/16 کیلوگرم اوره خالص به ازای هر درخت می‌تواند منجر به افزایش گل‌دهی و عملکرد گردد. تغذیه برگی اوره طی زمستان (8-6 هفته قبل از باز شدن گل‌ها) تعداد گل و بازده درختان پرتقال والنسیا را افزایش داده است. علاوه بر این، در مواقعی که مدت تنش سرما (4 هفته به جای 8 هفته تنش سرما) و یا شدت تنش خشکی (کم آبیاری به جای توقف آبیاری) لازم برای القا گل کاهش می‌یابد، کاربرد برگی اوره با بیورت پایین (0/16 کیلوگرم نیتروژن برای هر درخت) باعث افزایش

⁷ fruitlet

⁸ blooming

⁹ fruit set

غلظت آمونیوم در درخت شده و تعداد گل را افزایش داده ولی اثری بر تعداد شاخه‌های رویشی نداشته است (35). لازم به ذکر است که با توجه به نبود اوره خالص و درصد بیورت بالا کودهای اوره موجود در بازار ایران، از محلول‌های رقیق‌تر اوره برای محلول‌پاشی باید استفاده نمود و حداکثر مقدار اوره قابل توصیه برای درختان مرکبات 100 گرم و با غلظت 0/5 تا 1 درصد می‌باشد.

طی تشکیل میوه، زمان ریزش گل و میوه، می‌توان با تمهیداتی مقدار تشکیل میوه و عملکرد را افزایش داد. در زمانی که دمای خاک پایین است، فعالیت ریشه محدود می‌باشد. بنابراین، در این زمان‌ها جذب عناصر غذایی از خاک کمتر خواهد بود. محلول‌پاشی کودهای حاوی نیتروژن از جمله نترات پتاسیم قبل و بعد از شکوفه‌دهی، می‌تواند بر مشکلات ناشی از فعالیت پایین ریشه در این زمان غلبه کند. نیتروژن جذب شده از طریق برگ به آمونیوم شکسته می‌شود و شکل آمونیوم نیتروژن جذب شده به اسید آمینه آرژنین تبدیل شده و سپس اسید آمینه آرژنین به پلی‌آمین‌ها تبدیل می‌گردد. پلی‌آمین‌ها نقش مهمی در تقسیم سلولی ایفا می‌کنند. هر چه تعداد سلول بیشتر باشد، یعنی میوه بزرگتر است. 70 درصد اندازه میوه نهایی به تعداد سلول در میوه ارتباط دارد. تقسیم سلولی در خرداد ماه متوقف می‌شود و اندازه میوه در باقیمانده فصل رشد از طریق توسعه سلول‌های میوه تعبیر می‌یابد (37). بنابراین، احتمالاً کاربرد برگ‌ی اوره با غلظت کم در زمان شکوفه‌دهی کامل غلظت آمونیوم، آرژنین و پلی‌آمین‌ها را افزایش داده و منجر به ایجاد میوه‌های با اندازه بزرگتر خواهد شد (58).

۵-۱-۱- نکاتی درباره تغذیه برگ‌ی نیتروژن

✚ دقت شود که غلظت مناسبی از اوره استفاده گردد، زیرا کاربرد مقادیر زیاد اوره به برگ آسیب می‌رساند.

✚ حداکثر نفوذ اوره به داخل برگ در محدوده زمانی 24-48 ساعت پس از تغذیه برگ‌ی اتفاق می‌افتد.

✚ تحت شرایط رطوبتی مطلوب، نیمی از اوره که به صورت برگ‌ی به کار رفته است، در ساختار برگ مرکبات

نفوذ می‌کند، درحالی که نصف دیگر آن از طریق تصعید از دست می‌رود.

✚ مقدار تغذیه برگ‌ی نیتروژن به‌عنوان بخشی از مقدار کاربرد سالانه نیتروژن در باغ باید در نظر گرفته شود.

در مناطق تولید کننده مرکبات که احتمال آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات وجود دارد، باید بخشی از نیاز نیتروژنه درخت از طریق تغذیه برگی اوره تأمین گردد.

به منظور افزایش جذب و موثر بودن هر تغذیه برگی، اوره باید به محلول اضافه گردد. اوره از طریق افزایش نفوذپذیری بافت برگ، منجر به بهبود جذب دیگر عناصر غذایی از طریق برگ می‌گردد. به هر حال، مقدار بیورت اوره به منظور جلوگیری از خطر برگ‌سوزی باید پایین باشد ($\geq 0.2\%$).

علاوه بر اوره، از شکل‌های مونوآمونیم فسفات (0-52-11)، دی‌آمونیم فسفات (0-46-18) و نیترات پتاسیم (0-44-13) می‌توان برای محلول‌پاشی استفاده کرد.

تغذیه برگی نیتروژن جایگزین کاملی برای کاربرد خاکی این عنصر نیست، اما اثر آن در بهبود عملکرد و کیفیت میوه مرکبات ثابت شده است.

5-2 - فسفر

فسفر در ساختار اسیدهای نوکلئیک، آنزیم‌ها و ترکیبات سرشار از انرژی که مسئول سوخت و ساز سلول‌های گیاهی هستند به کار رفته و بنابراین برای عملکرد طبیعی سلول‌های گیاهی مورد نیاز است. نیاز سالیانه‌ی درختان مرکبات به کود فسفر در مقایسه با کودهای نیتروژن و پتاسیم بسیار کمتر می‌باشد. فسفر در گیاه معمولاً در بالاترین وضعیت اکسیداسیون خود وجود دارد (42). فسفر عمدتاً در طبیعت به شکل آنیون فسفات با پنج بار مثبت و برخی مواقع با یک اکسیژن کمتر به شکل آنیون فسفیت با سه بار مثبت یافت می‌شود (33). منبع فسفات مناسب برای تغذیه برگی دیگر محصولات مشخص شده است (22)، اما در مورد مرکبات اطلاعات جامعی در این زمینه در دسترس نمی‌باشد. به هر حال در بسیاری از پژوهش‌ها، محلول‌پاشی با استفاده از نمک‌های پلی‌فسفات آمونیوم، مونو و دی‌آمونیم فسفات و یا مونو و دی‌پتاسیم فسفات با هدف تأمین بخشی از نیاز درختان مرکبات به نیتروژن و یا پتاسیم انجام شده و نتایج موفقیت‌آمیزی نیز به همراه داشته است (46 و 60). در واقع، سال‌ها فسفات به عنوان تنها شکل از فسفر که می‌تواند نیاز فسفر گیاهان را برطرف سازد، در نظر گرفته می‌شد. طبق

برخی پژوهش‌ها برگ‌های مرکبات نسبت به شکل فسفات نفوذناپذیراند و اگر افزایش عملکرد و یا بهبود ویژگی‌های کیفی میوه به دنبال کاربرد برگ‌ی ترکیبات فسفر مشاهده می‌شود، احتمالاً این اثر مثبت تغذیه برگ‌ی بیشتر مربوط به اثر کاتیون همراه فسفات (آمونیم و یا پتاسیم) در این ترکیبات بوده تا اثر خود آنیون فسفات. آلبریدجو (16) گزارش کرد که محلول‌پاشی فسفر (7 کیلوگرم در هکتار) از منبع پلی فسفات آمونیوم و یا مونو پتاسیم فسفات فقط منجر به افزایش غلظت فسفر در برگ‌های که کمبود فسفر داشتند، شده و تأثیری بر عملکرد درختان پرتقال نداشته است. برعکس، شکل فسفیت فسفر به آسانی توسط درخت جذب شده و در انساج گیاه نیز پایدار است. ترکیبات فسفیت به‌عنوان قارچ‌کش مورد استفاده قرار می‌گیرند (49). به هر حال گزارشی در مورد استفاده از ترکیبات فسفیت به‌عنوان کود تا سال 1999 برای مرکبات در دسترس نمی‌باشد. در سال 1999 لاووت پیشنهاد کرد که کاربرد خاکی و یا برگ‌ی ترکیبات فسفیت دار می‌توانند جایگزین مناسبی برای کودهای فسفره (حاوی فسفات) باشند. به دنبال این گزارش لاووت، کودی با نام نوتری-فیت¹⁰ و سپس کودهای دیگر حاوی فسفیت به بازار عرضه شدند. نتایج تحقیقات در کالیفرنیا نشان می‌دهد که تغذیه برگ‌ی فسفیت در خرداد و تیر ماه می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای فسفره در باغات مرکبات دارای کمبود فسفر باشد. فسفیت دارای فعالیت قارچ‌کشی می‌باشد و تغذیه برگ‌ی آن شدت گلدهی، عملکرد، اندازه میوه، مواد جامد محلول و مقدار آنتوسیانین را در مرکبات افزایش می‌دهد (39). در فلوریدا، کاربرد پیش از شکوفه‌دهی فسفیت در درختان والنسیا به طور معنی‌داری تعداد گل، عملکرد میوه و مواد جامد محلول را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (10). به هر حال، در مقایسه با کودهای حاوی آنیون فسفات، تأمین غیر مستقیم فسفر از طریق اکسیداسیون فسفیت به فسفات کارائی لازم در تأمین فسفر مورد نیاز گیاه را ندارد (65). علاوه براین، در برخی منابع به این موضوع اشاره شده است که فسفیت اثرات منفی بر رشد و سوخت و ساز گیاهان به ویژه در شرایط کمبود فسفر داشته و از بروز پاسخ‌های سازگاری گیاهان در مواجهه با کمبود فسفر، جلوگیری می‌کند (14 و 55). لازم به ذکر است که در انساج گیاه فسفیت به

¹⁰ Nutri-phite

راحتی به فسفات اکسید نمی‌شود، بنابراین ارزش تغذیه‌ای فسفیت جذب شده نیز نامشخص است (48). با مطرح شدن این موضوع توسط برخی پژوهشگران که اثرات منفی فسفیت بر رشد گیاه می‌تواند ناشی از نوع منبع فسفیت و یا کاربرد غلظت‌های زیاد فسفیت باشد، چالش‌ها درباره استفاده از فسفیت به عنوان کود بیشتر گردید. در واقع از آنجا که فسفیت از لحاظ شیمیائی با فسفات تفاوت دارد، بنابراین این تفاوت‌ها باید در بکارگیری فسفیت به عنوان کود برای جلوگیری از اثرات سمی ناشی از آن بر گیاه لحاظ گردد (39). بنابراین، با توجه به گزارشات ضد و نقیضی که برای کاربرد فسفیت به لحاظ تغذیه‌ای وجود دارد باید تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام داد و در استفاده از این منبع به صورت کاربرد برگ‌ی با احتیاط عمل نمود. در واقع، به نظر می‌رسد کاربرد ترکیبات فسفیت به عنوان قارچ‌کش متداول‌تر و مؤثرتر از کاربرد این ترکیب به عنوان یک منبع غذائی (کود) برای گیاه می‌باشد. به طور کلی، با توجه به بررسی منابع انجام شده به نظر می‌رسد در مرکبات کاربرد خاکی فسفر مؤثرتر از کاربرد برگ‌ی فسفر می‌باشد.

5-3 - پتاسیم

مقدار برداشت پتاسیم توسط میوه مرکبات بیش تر از سایر عناصر غذایی است (43). پتاسیم در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه از قبیل تنظیم اسمزی، تقسیم سلولی، رشد، تشکیل نشاسته و قند، ساخت پروتئین، انتقال قند به اندام‌های مخزن گیاه نقش مهمی را ایفا می‌کند (34). قابلیت استفاده پتاسیم تحت تأثیر بافت و کانی شناسی، مقدار آب خاک و مقدار پتاسیم اضافه شده به خاک از طریق کودهای شیمیایی یا آلی است (19). ریشه‌های گیاه، پتاسیم را از محلول خاک جذب و غلظت پتاسیم در محلول کاهش می‌یابد. علیرغم وجود مقادیر فراوانی از پتاسیم در بسیاری از خاک‌ها، شکل قابل استفاده این عنصر در مقایسه با دیگر شکل‌های آن بسیار کوچک است. پتاسیم در خاک به چهار شکل محلول، تبادلی، غیرتبادلی و ساختاری وجود دارد و گیاهان به طور مستقیم پتاسیم را از محلول خاک جذب می‌کنند (63).

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 (48). معمولاً اندازه میوه، وزن میوه، حجم عصاره با تغذیه برگی پتاسیم افزایش می‌یابد. پتاسیم در تجمع نشاسته/قند و بهبود رابطه منبع-مخزن مورد نیاز است. پتاسیم در انتقال محصولات فتوسنتز به سمت میوه به طور مستقیم نقش دارد و در اسیدپایته میوه مؤثر است، به طوریکه با افزایش پتاسیم معمولاً اسیدپایته افزایش می‌یابد. تغذیه برگی پتاسیم منجر به بهبود اندازه (2)، رنگ (64) و اسیدپایته (18) میوه مرکبات می‌گردد. طبق گزارش لستر و همکاران (32) با تغذیه برگی پتاسیم عملکرد، مقدار قند و آسکوربیک اسید میوه پرتقال و نارنگی افزایش یافت.

زمان کاربرد کود پتاسیم برای افزایش اندازه میوه مهم می‌باشد بیش از 40 درصد مواد معدنی میوه مرکبات به‌صورت پتاسیم است. حدود 70 درصد اندازه نهایی میوه به تعداد سلول در میوه مرتبط است (هر چه تعداد سلول بیشتر باشد، اندازه میوه بزرگتر است). تقسیم سلولی معمولاً خرداد ماه متوقف می‌شود و در ادامه فصل تغییر اندازه میوه ناشی از توسعه و بزرگ شدن سلولی است. بنابراین، حداکثر اثر تغذیه برگی پتاسیم از کاربردهایی که باعث می‌شود این عنصر در فصل شکوفه‌دهی و پس از شکوفه‌دهی که مصادف با دوره تقسیم سلولی و توسعه سلولی است، حاصل می‌شود. یک کاربرد اضافی به‌صورت اسپری تابستانه برای اطمینان از تأمین کافی پتاسیم طی فصل رشد تابستان قابل توصیه است (48). اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری (2) گزارش کردند که محلول‌پاشی با نیترات پتاسیم با غلظت 0/4 درصد پس از تشکیل میوه و ریزش فیزیولوژی تابستانه درصد میوه‌های ریز را کاهش و در مقابل درصد میوه‌های متوسط و درشت را افزایش خواهد داد.

کاربرد پاییزه برگی پتاسیم اغلب در سال‌های با تابستان و پاییز مرطوب مؤثر خواهد بود. زیرا طول روز کوتاه‌تر و آب و هوای سردتر منجر به افت شدید مقدار توسعه میوه بعد از مهرماه در اغلب سال‌ها خواهد شد. بنابراین، محلول‌پاشی پتاسیم برای بزرگ شدن میوه‌ها در این ارقام در اواخر تابستان یا اوایل پاییز توصیه می‌شود.

و این محلول پاشی پتاسیم، اگر در شهریورماه یا مهرماه انجام شود در افزایش اندازه میوه بسیار موثر خواهد بود (48).

۵-۳-۱ - نکاتی درباره تغذیه برگی پتاسیم

تحقیقات در کالیفرنیا نشان می‌دهد که برای دستیابی به نتایج رضایت‌بخش حدود 9 کیلوگرم بر هکتار K_2O (معادل 7/5 کیلوگرم پتاسیم) به‌صورت برگی استفاده گردد. کاربرد مقدار بیشتر اثرات مثبتی به همراه نخواهد داشت و کاربرد مقادیر کمتر منجر به نمو کمتر میوه می‌گردد.

به این موضوع توجه شود که اگر قرار است تغذیه برگی پتاسیم با استفاده از تجهیزات با حجم کم انجام گردد، مونو و یا دی‌پتاسیم فسفات، که در میان منابع پتاسیم گران هستند، برای به حداقل رساندن خطر برگ‌سوزی باید استفاده گردند. این درحالی است که اگر امکان استفاده از حجم زیادی از آب برای ساختن محلول وجود دارد (محلول تغذیه برگی خیلی رقیق)، می‌توان از منابع پتاسیم با قیمت‌های پایین‌تر مانند نیترات پتاسیم استفاده کرد. در ترکیب کود مونو پتاسیم فسفات با دیگر مواد کودی باید دقت کرد. محلول یک درصد مونو پتاسیم فسفات در آب، پ-اچی معادل با 4/5 ایجاد می‌کند که برای برخی ترکیبات مخلوط تانک کود، مناسب نمی‌باشد. دی پتاسیم فسفات در آب، محلولی با پ-اچ حدود خنثی ایجاد خواهد کرد. بنابراین برای استفاده توأم با مواد دیگر در تانک کود مشکلی ایجاد نخواهد کرد.

کاربرد 9 کیلوگرم بر هکتار K_2O : قبل از شکوفه‌دهی (معمولاً اواخر بهمن تا اوایل اسفند)؛ بعد از شکوفه‌دهی (اواخر اردیبهشت) و تابستان (تیر-مرداد) می‌تواند در افزایش تولید و بهبود کیفیت میوه‌ی مرکبات مفید باشد.

تغذیه برگی پتاسیم بیشترین تأثیر را بر قطر میوه‌های کوچک دارد.

برگ‌سوزی میوه در غلظت‌های زیر مشاهده نمی‌شود

28 کیلوگرم بر هکتار نیترات پتاسیم با غلظت (0/5-0/6%)

17 کیلوگرم بر هکتار مونوپتاسیم فسفات با غلظت (1/3-1/4%).

تغذیه برگ‌ی پتاسیم جایگزین کاملی برای کاربرد خاکی پتاسیم نیست، اما اثر آن در افزایش اندازه میوه ثابت شده است.

5-4 - عناصر میکرو (روی و بور)

روی عنصری مهم در بسیاری از فرایندهای بیولوژیکی گیاهان شامل سنتز اسید آمینه، پروتئین، کربوهیدرات/نشاسته می‌باشد و به‌عنوان کوفاکتور در تعدادی آنزیم‌ها عمل می‌کند روی پیش نیاز تولید اسید آمینه تریپتوفان است که در سنتز اسید ایندول اسید استیک مورد نیاز است (42). این هورمون برای رشد و توسعه میوه مورد نیاز است. بررسی مطالعات قبلی نشان داد که تغذیه برگ‌ی روی به‌ویژه در مرحله‌ی تشکیل میوه به طور معناداری مقدار عناصر معدنی برگ (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و منگنز)، کمیت و کیفیت فیزیکی-بیوشیمیایی پرتقال و نارنگی (5، 25 و 56) را بهبود بخشیده است. تحقیقات نشان می‌دهد در نارنگی کینو با تغذیه برگ‌ی سولفات روی (با غلظت 0/6 درصد) در مرحله‌ی تشکیل میوه مقدار روی در برگ و آب میوه افزایش یافته و نیز رشد رویشی، زایشی و ویژگی‌های کیفی میوه (از قبیل مقدار مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، فنل، مقدار قند کل، مقدار قندهای غیر احیا و اسید آسکوربیک) بهبود یافته‌اند (56). به هر حال، در بسیاری موارد مشاهده می‌شود که با کاربرد برگ‌ی روی، پوست میوه نارنگی (56) ضخیم‌تر شده است. علاوه بر این، تغذیه برگ‌ی ترکیبی از روی و پتاسیم در مرحله‌ی تشکیل میوه مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی را در برگ بهبود بخشید؛ ریزش میوه را کنترل نموده، تشکیل میوه را افزایش داده، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اندازه میوه را بهبود بخشیده و عملکرد، حجم عصاره و مقدار ویتامین ث را افزایش داده است (20 و 21). هم‌چنین با محلول‌پاشی روی با غلظت 0/5 درصد در مرحله قبل از گلدهی، عملکرد پرتقال تامسون بهبود یافت (10).

نکته: اگر علائم کمبود روی موقتی هستند و در باغ چندان گسترش نیافته‌اند، کاربرد کود روی توصیه

نمی‌گردد.

یکی دیگر از عناصر غذایی کم‌نیاز بور می‌باشد. بور در رشد و عملکرد مرکبات مهم است (66). بور جوانه زنی دانه گرده و رشد لوله گرده را افزایش داده و بنابراین، درصد تشکیل میوه و نهایتاً عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (13). طبق گزارش بوآرتو و همکاران (23) معمولاً کمتر از 9 درصد بور اسپری شده بر تاج درختان مرکبات، جذب درخت شده و حداکثر جذب طی روزهای اولیه پس از محلول‌پاشی اتفاق می‌افتد. مرحله فنولوژیکی کاربرد برگی بور در مرکبات، بر مقدار جذب بور موثر است (8). به طوریکه مقدار بور در برگ درختان محلول‌پاشی شده با محلول بور در مرحله بعد از شکوفه‌دهی بیشتر از درختان محلول‌پاشی شده در مرحله قبل از شکوفه‌دهی بود (23). تحقیقات نشان می‌دهد در نارنگی کینو با تغذیه برگی اسید بوریک (با غلظت 0/1-0/4 درصد) در مرحله‌ی تشکیل میوه مقدار بور، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی در برگ میوه افزایش یافته و این محلول‌پاشی رشد رویشی، زایشی و ویژگی‌های کیفی میوه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (66). هم‌چنین با محلول‌پاشی بور با غلظت 0/5 درصد در مرحله قبل از گلدهی، عملکرد و ویژگی‌های کیفی پرتقال تامسون بهبود یافتند (10). محلول‌پاشی درختان پرتقال هاملین با محلول بور با غلظت 0/05، 0/1، 0/2 و 0/3 درصد در مرحله‌ی بعد از شکوفه‌دهی منجر به افزایش غلظت بور در برگ این درختان (پرتقال و لیمو) شده و عملکرد و مقدار تشکیل میوه‌ی درختان هاملین را افزایش داده، اما تأثیری بر عملکرد درختان لیموی لیسبون نداشته است. بیشترین افزایش تشکیل میوه‌ی هاملین در محلول‌پاشی با غلظت 0/1 درصد بور مشاهده شد. علاوه بر این، محلول‌پاشی با بور تأثیری بر ویژگی‌های کیفی پرتقال و لیمو (اسیدیت، مواد جامد محلول، پ-اچ میوه، ضخامت پوست و حجم عصاره) نداشته است (28). کاربرد برگی بور در مرحله‌ی پیش و بعد از شکوفه‌دهی باعث افزایش غلظت بور در برگ درختان پرتقال ناول و لیموی لیسبون شده ولی تأثیری بر عملکرد و کیفیت میوه‌ی درختان لیموی لیسبون (28) و پرتقال هاملین (44) نداشته است.

به هر حال بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه کاربرد برگی روی و بور نشان می‌دهد که کاربرد ترکیبی و توأم روی و بور به ویژه در مرحله تشکیل میوه به مراتب مؤثرتر از کاربرد برگی هریک از این عناصر به‌صورت مجزا می‌باشد (31 و 59). به عنوان مثال کاربرد برگی سولفات زوی (با غلظت 0/5 درصد) به همراه اسید بوریک (با

غلظت 0/3 درصد) در مرحله‌ی تشکیل میوه با عث بهبود وضعیت روی و بور در برگ ماندراین شده و نیز اثرات مثبتی بر رشد رویشی، زایشی و کیفیت میوه ماندراین داشته است (30).

جدول 5- مقدار و زمان انجام محلول‌پاشی روی و بور در مرکبات در تحقیقات مختلف

ردیف	عنصر	نمک	غلظت (درصد)	مرحله فنولوژیکی مورد استفاده	اثر	منبع
1-	روی ⁺ پتاسیم	سولفات روی سولفات پتاسیم	0/6 0/3	تشکیل میوه	کنترل ریزش میوه افزایش اسید آسکوربیک افزایش اسیدیته افزایش فعالیت آن‌تی اکسیدان‌ها	نسیر و همکاران، 2016
2-	روی	سولفات روی	0/6	تشکیل میوه		رزاک و همکاران (56)
3-	روی	سولفات روی یا کلات روی	0/33	طی توسعه میوه	افزایش سطح روی در برگ	روسولم و ساگرامنتو (57)
4-	روی	سولفات روی	0/5	قبل از شکوفه‌دهی	کاهش نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته، افزایش عملکرد و افزایش درصد تشکیل میوه افزایش	مرادی (10)
5-	بور	اسید بوریک	0/1-0/4	تشکیل میوه	افزایش وزن میوه، افزایش قند کل، کاهش فنل و ویتامین ث تاثیر بر نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون افزایش ظرفیت آن‌تی‌اکسیدان	یولاه و همکاران (66)
6-	بور		-0/3 0/025	پیش و بعد شکوفه‌دهی	پرتقال ناول تامسون: افزایش غلظت بور در برگ	مایورر و تیلور (44)
7-	بور	سولوبور	0/05-0/3	بعد از شکوفه‌دهی	پرتقال هاملین: افزایش غلظت بور در برگ افزایش تشکیل میوه افزایش عملکرد لیموی لیسبون: افزایش غلظت بور در برگ	کریم و همکاران (28)

ادامه جدول 5-

8-	بور	اسید بوریک	0/5	قبل از شکوفه‌دهی	کاهش درصد شاخه‌های سرخشکیده، کاهش ضخامت پوست پرتقال تامسون، کاهش نسبت مواد جامد محلول به اسیدیت، افزایش عملکرد و افزایش درصد تشکیل میوه افزایش	مرادی (10)
9-	روی+ بور	سولفات روی اسید بوریک	0/8 0/23	تشکیل میوه	افزایش جذب عناصر غذائی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) کاهش ریزش میوه افزایش عملکرد بهبود ویژگی‌های کیفی میوه از جمله مقدار اسی اسکوربیک	خان و همکاران (31)
10-	روی+ بور	سولفات روی اسید بوریک	0/5 0/3	قبل از بلوغ میوه ¹	اسید اسکوربیک قند کل قندهای غیر احیا	خان و همکاران (30)
11-	روی+ بور	سولفات روی اسید بوریک	0/5 0/3	تشکیل میوه	ارتفاع درخت اندازه برگ وزن میوه درصد عصاره مواد جامد محلول اسیدیت قابل تیتراسیون قند کل قندهای غیر احیا	خان و همکاران (30)

¹Pre-mature

6 - نتیجه‌گیری و پیشنهادات

از کودهایی در تغذیه برگ‌گی استفاده گردد که حلالیت بالایی در آب داشته و با دیگر مواد موجود در

تانک محلول‌پاشی واکنش نشان ندهند.

وسعت برگ‌سوزی عمدتاً توسط 1-شرایط محیطی، 2-ویژگی‌های گیاه و 3-ویژگی‌های کود

مشخص می‌گردد.

✚ مهمترین شرایط محیطی تاثیرگذار بر شدت برگ‌سوزی رطوبت خاک، دمای خاک، رطوبت نسبی و سرعت باد می‌باشند.

✚ فاکتورهای دخیل در برگ‌سوزی ناشی از کاربرد کود شامل نوع و منبع کود، سیستم عرضه عناصر غذایی، زمان تماس و موقعیت عناصر غذایی در ارتباط با انساج گیاه می‌باشند.

✚ با توجه به نقش منحصر به فرد هر یک از عناصر غذایی در فرایندهای فیزیولوژیکی خاصی، عنصر غذایی به صورت برگی در مرحله خاصی از فنولوژی درخت با هدف تهیج فرایند فیزیولوژیکی خاصی به کاربرده شود.

✚ در درختان مرکبات مراحل گلدهی، تشکیل میوه و ژوئن دراپ (تقریباً از خرداد تا تیر) که رشد میوه نمایی است و رشد ریشه و رشد رویشی همزمان می‌باشد، مراحل فنولوژیکی مهم برای تقاضای عناصر غذایی می‌باشند.

✚ در نهایت توجه به این مسئله حائز اهمیت است که با وجود همه مزیت‌هایی که تغذیه برگی دارد نباید تغذیه برگی عناصر پرنیاز (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) به طور کامل جایگزین کاربرد خاکی این عناصر گردد. به هر حال، وقتی شرایط خاک نامطلوب باشد، یا زمانی که عناصر کم‌نیاز مورد نیاز هستند و یا زمانی که آفت‌کش‌ها استفاده می‌شوند، تغذیه برگی عناصر غذایی ممکن است مطلوب باشد.

7 - منابع

1. آمارنامه کشاورزی محصولات باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، 1394. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران (www.maj.ir).
2. اسدی کنگرگاهی ا. و اخلاقی امیری ن. 1395. تأثیر کاربرد پتاسیم در مراحل مختلف فنولوژی بر عملکرد، جلد 30، شماره 2، صفحات 137-148.
3. دادرسیا، آ.، فرقانی ا.، مرادی ب. و فیفایی ر. 1388 الف، اثر محلول پاشی نیترات آمونیم بر خصوصیات کمی و کیفی پرتقال تامسون ناول، پژوهش کشاورزی، جلد هشتم، شماره اول، صفحات 125-134.

4. دادرس نیا، آ.، فرقانی ا.، مرادی ب. و فیفایی ر. 1388 ب. اثر محلول پاشی با اوره بر خصوصیات پرتقال تامسون ناول مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره 11، شماره 2، صفحات 41-47.
5. حسینی ی. 1384. بررسی تاثیر محلول پاشی عناصر میکرو بر عملکرد، غلظت عناصر غذایی در برگ و کیفیت میوه لیموترش، نهمین کنگره علوم خاک ایران، تهران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور.
6. خوشگفتارمنش ا.ح.، مبنای تغذیه گیاه. 1386. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
7. سبزی-پرور ع.ا.، طبری ح. و آیینی ع. 1389. برآورد میانگین روزانه دمای خاک در چند نمونه اقلیمی ایران با استفاده از داده‌های هواشناسی، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. سال چهاردهم، شماره 59، صفحات 137-125.
8. مرادی ب. و عبادی ه. 1382. تاثیر بور در خصوصیات کمی و کیفی پرتقال تامسون ناول روی پایه نارنج، هشتمین کنگره علوم خاک ایران.
9. مرادی ب.، عبادی ه. 1386. تاثیر محلول پاشی اوره در عملکرد و کیفیت پرتقال تامسون ناول. دهمین کنگره علوم خاک ایران.
10. مرادی ب. 1386. تاثیر تغذیه تکمیلی در افزایش کمیت و کیفیت پرتقال تامسون ناول و کاهش خشکیدگی سر شاخه‌ها. گزارش نهائی پروژه تحقیقاتی، موسسه تحقیقات مرکبات کشور-رامسر.
11. مرادی ب.، عبادی ه. و شاهنظری س. 1392. تاثیر محلولپاشی فولویک اسید و کلسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی پرتقال واشنگتن ناول. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران.
12. ملکوتی م. و همایی م. 1383. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک با بازنگری کامل، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

13. Abd-Allah A.S. 2006. Effect of spraying some macro and micro nutrients on fruit set, yield and fruit quality of Washington Navel orange trees. *Journal of Applied Sciences Research*, 2:1059–1063.
14. Abel S. Ticconi C.A. Delatorre C.A. 2002. Phosphate sensing in higher plants. *Physiologia Plantarum*, 115: 1–8.
15. Albrigo G. 1999. Effects of foliar applications of urea or nutritive on flowering and yield of valencia orange trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 112:1-4.
16. Albrigo L.G. 2002. Foliar uptake of n-p-k sources and urea biuret tolerance in citrus. *ISHS Acta Horticulturae* 594: International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants.
17. Ali A.G. and Lovatt C.J. 1994. Winter application of low biuret urea to the foliage of 'Washington' navel orange increased yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119: 1144-1150.
18. Alva A.K. Mattos D.J. Paramasivam S. Patil B. Dou H. and Sajwan K.S. 2006. Potassium management for optimizing citrus production and quality. *International Journal of Fruit Science*, 6: 3–43.
19. Askegaard M. Hansen H.C.B. and Schjoerring J.K. 2005. A cation exchange resin method for measuring long-term potassium release rate from soil. *Plant Soil*, 271:63-74.
20. Ashraf M.Y. Hussain F. Ashraf M. Akhter J. and Ebert G. 2013. Modulation in yield and juice quality characteristics of citrus fruit from trees supplied with zinc and potassium foliarly. *Journal of Plant Nutrition*, 36:1996–2012

21. Ashraf M.Y. Yaqub M. Akhta J. Khan M.A. Khan M.A. and Ebert G. 2012. Control of excessive fruit drop and improvement in yield and juice quality of Kinnow (*Citrus deliciosa* × *Citrus nobilis*) through nutrient management. *Pakistan Journal of Botany*, 44: 259–265.
22. Barel D. and Black C.A. 1979. Foliar application of P. I. Screening of various inorganic and organic P compounds. *Agronomy Journal*, 71: 15-21.
23. Boaretto R.M. Giné T.M. and Boaretto A.E. 2007. Absorption of foliar sprayed boron and its translocation in the citrus plants when applied at different phenological phases. *Advances in Plant and Animal Boron Nutrition*, 125–131.
24. Curley S. Curley R. D. Hart E. Hecht R. Don J. Menghini J. Pohlman K. and Buren N.V. 1994. Foliar Nutrition. Midwest Laboratories. 16-1-2013. <https://www.midwestlabs.com/foliar-applied-plantnutrition-brochure>.
25. Dawood S.A. Meligy M.S. and El-Hamady M. M. 2001. Influence of zinc sulfate application on tree leaf and fruit characters of three young citrus varieties grown on slightly alkaline soil. *Annals of Agriculture Science Moshtohor*, 39: 433–447.
26. Dong T. Xia R. and Xiao Z. 2007. Effect of pre-harvest application of calcium and boron on dietary fibre, hydrolases and ultrastructure in 'Cara Cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit. *Scientia Horticulturae*, 121: 272–277.
27. Gonzalez C. Zheng Y. and Lovatt C.J. 2010. Properly timed foliar fertilization can and should result in a yield benefit and net increase in grower income. *Acta Horticulture (ISHS)*, 868:273-286.
28. Karim M.R. Wright G.C. and Taylor K.C. 1996. Effect of foliar boron sprays on yield and fruit quality of citrus. *Citrus Research Report*. College of Agriculture, University of Arizona (Tucson, AZ). Series P-105; 370105.
29. Khan A.S. Malik A.U. Pervez M.A. Saleem B.A. Rajwana I. A. Shaheen T. and Anwar R. 2009. Foliar application of low-biuret urea and fruit canopy position in the tree influence the leaf nitrogen status and physico-chemical characteristics of kinnow mandarin (*Citrus reticulata* blanco). *Pakistan Journal of Botany*, 41: 73-85.
30. Khan A.S. Ullah W. Malik A.U. Ahmad R. Saleem B.A. and Rajwana I.A. 2012. Exogenous applications of boron and zinc influence leaf nutrient status, tree growth and fruit quality of feutrell's early (*Citrus reticulata* Blanco). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 49: 113-119.
31. Khan A. S. Nasir M. Malik A. U. Basra M. A. and Jaskani M. J. 2015. Combine application of boron and zinc influence the leaf mineral status, growth, productivity and fruit quality of 'Kinnow' Mandarin (*Citrus nobilis* Lour × *Citrus deliciosa* Tenora). *Journal of Plant Nutrition*, 38:821–838.
32. Lester G.E. John L.J. and Makus D.J. 2010. Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetables: a condensed and concise review of the literature. *Better Crops*, 94:18–21.
33. Lindsay W. 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley and Sons. New York .
34. Liu K. Huihua F. Qixin B. and Luan S. 2000. Inward potassium channel in guard cells as a target for polyamine regulation of stomatal movements. *Plant Physiology*, 124:1315–1326.
35. Lovatt C.J. Zheng Y. and Hake K.D. 1988. Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in Citrus. *Israel Journal of Botany*, 37: 181-188.
36. Lovatt C.J. Sagee O. and Ali A.G. 1992. Ammonia and/or its metabolites influence flowering, fruit set, and yield of the 'Washington' navel orange. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 1: 412-416.
37. Lovatt C.J. 1999. Management of foliar fertilization. *Terra*, 17: 257-264.
38. Lovatt C.J. 1999. Timing Citrus and Avocado Foliar Nutrient Applications to Increase Fruit Set and Size. *Hort Technology*. October–December, 9: 607-612.

39. Lovatt C.J. and Mikkelsen R.L. 2006: Phosphite fertilizers: What are they? Can you use them? What can they do? *Better Crops*, 90: 11–13.
40. FAO. 2014. FAOSTAT, production (www.fao.org)
41. Mahdavi Reykande J. Akhlaghi Amiri N. and Shahabian M. 2013. Analyzing phenological stages of three citrus varieties at foothills, plain and shoreline areas of Sari in North of Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6: 452-457.
42. Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. New York: Academic Press, 889.
43. Mattos D. Quaggio J. A. Cantarella H. and Alva A. K. 2003. Nutrient content of biomass components of hamlin sweet orange trees. *Scientia Agricola*, 60:155-160.
44. Maurer M.A. and Taylor K.C. 1999. Effect of foliar boron sprays on yield and fruit quality of navel oranges. *Citrus and Deciduous Fruit and Nut Research Report*. College of Agriculture, University of Arizona (Tucson, AZ). AZ1138; Series P-117
45. McCal W. 1980. *Foliar Application Of Fertilizers*. Hawaii Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources University of Hawaii, General Home Garden Series, No. 24.
46. Mostafa E.A.M. and Saleh M.M.S. 2006. Response of Balady Mandarin trees to girdling and potassium sprays under sandy soil conditions. *Research Journal of Agriculture and Biology Science*, 2: 137-141.
47. Murray T. P. and Clapp J. G. 2004. Current fertilizer salt index tables are misleading. *Communications in Soil Science and plant Analysis*, 35:2867-2873.
48. Obreza T. and Morgan K.T. 2013. *Nutrition of Florida Citrus Trees*. University of Florida, IFAS Extension.
49. Orbovic V. Syvertsen J.P. Bright D. Van Clief D.L. and Graham J.H. 2008. Citrus seedling growth and susceptibility to root rot as affected by Phosphite and Phosphate. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 774–787.
50. Papadakis I.E. Dimassi K.N. and Therios I.N. 2003. Response of two citrus genotypes to six boron concentrations: concentration and distribution of nutrients, total absorption, and nutrient use efficiency. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54:571–580
51. Papadakis I.E. Sotiropoulos T.E. and Therios I.N. 2007. Mobility of iron and manganese within two citrus genotypes after foliar applications of iron sulfate and manganese sulfate. *Journal of Plant Nutrition*, 30:1385–1396.
52. Pestana M. Correia P.J. and Varannes A. 2001. Effectiveness of different foliar iron applications to control iron chlorosis in orange trees grown on a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 24:613–622
53. Rabe E. and Walt H.P. 1993. Effects of pre-blossom low-biuret urea sprays on yield improvement in specific citrus cultivars. *Citrus Journal*, 3: 26-28.
54. Rader L.F. Jr. White, L.M. and Whittaker C.W. 1943. The salt index: A measure of the effects of fertilizer on the concentration of the soil solution. *Soil Science*, 55:201–218.
55. Ratjen A.N. and Gerendas J. 2009. A critical assessment of the suitability of phosphite as a source of phosphorus. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172: 821–828.
56. Razzaq K. Khan A. S. Malik A. U. Shahid M. and Ullah S. 2013. Foliar application of zinc influences the leaf mineral status, vegetative and reproductive growth, yield and fruit quality of 'kinnow' mandarin. *Journal of Plant Nutrition*, 36:1479–1495.

57. Rosolem C.A. and Sacramento L.V.S. 2001. Efficiency of foliar Zn fertilizers in coffee and citrus. *Food Security and Sustainability of Agro-ecosystems*, 704-705.
58. Sagee, O. and C.J. Lovatt. 1991. Putrescine concentration parallels ammonia and arginine metabolism in developing flowers of 'Washington' navel orange. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116: 280-285.
59. Sajid M. Rab A. Ali N. Arif M. Ferguson L. and Ahmed M. 2010. Effect of foliar application of Zn and B on fruit production and physiological disorders in sweet orange cv. Blood orange. *Sarhad Journal of Agriculture*, 26: 355-360.
60. Sarrwy S.M.A. El-Sheikh M. H. Kabeil S.S. and Shamseldin A. 2012. Effect of foliar application of different potassium forms supported by zinc on leaf mineral contents, yield and fruit quality of "balady" mandrine trees. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 12: 490-498.
61. Singh Z. and Khan A.S. 2012. Surfactant and Nutrient Uptake in Citrus. PP. 157-167. In: Srivastava A.K. (Ed.) *Advances in Citrus Nutrition*. Springer Science+Business Media B.V.
62. Srivastava A.K. Singh S and Albrigo L.G. 2008. Diagnosis and remediation of nutrient constraints in citrus. PP. 277-364. In: Janick J. (Ed) *Hort Rev.* John Wiley Sons Inc, Hoboken, NJ, USA.
63. Sparks, D.L. and P.M. Huang. 1985. Physical chemistry of soil potassium. PP. 201-276. In: Munson R.D. (Ed.) *Potassium in Agriculture*. Soil Science Society of America Journal, Madison, WI.
64. Tiwari K.N. 2005. Diagnosing potassium deficiency and maximizing fruit cropproduction. *Better Crop*, 89: 29-31.
65. Thao H.T.B. and Yamakawa T. 2009. Phosphite (phosphorous acid): Fungicide, fertilizer or bio-stimulator? *Soil Science and Plant Nutrition*, 55: 228-234
66. Ullah S. Khan A.S. Malik A.U. Afzal I. Shahid S. and Razzaq K. 2012. Foliar application of boron influences the leaf mineral status vegetative and reproductive growth yield and fruit quality of 'Kinnow' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco.). *Journal of Plant Nutrition*, 35: 2067-2079.
67. Zekri M. 2014. Foliar fertilization in citriculture. *Citrus Industry*, University Of Florida.