

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات خاک و آب

مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در درختان مرکبات شمال و جنوب کشور

نویسندگان

علی اسدی کنگرشاهی استادیار پژوهش و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
مجید بصیرت، استادیار پژوهش و عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب
نگین اخلاقی امیری استادیار پژوهش و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
حسن حقیقت نیا استادیار پژوهش و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس
علیرضا شیخ اشکوری محقق و عضو هیات علمی پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری
سعید سلیم پور محقق و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
آرش صباح محقق و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان
مهرداد شهابیان استادیار پژوهش و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
جهانشاه صالح استادیار پژوهش و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان
امید قاسمی محقق و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران
فرهاد رجالی دانشیار و عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

پاییز 1396

پیشگفتار

باغبانی در ایران تاریخ کهنی داشته و باغداری محصولاتی نظیر پسته، انار، خرما، زیتون و انگور به هزاران سال پیش بر می گردد. تنوع ارقام و سازگاری ایجاد شده طی این زمان طولانی موید پتانسیل کشور در تولید محصولات باغی است. لذا بکارگیری این ظرفیت به لحاظ ارزش اقتصادی بالاتر، قابلیت ایجاد ارزش افزوده با فرآوری محصول، امکان صادرات و ضریب اشتغالزایی آن یک راهبرد ضروری بوده و نقش کلیدی در تغذیه سالم جامعه ایفا می نماید. در میان عوامل متعددی که تحول در باغداری کشور را موجب گردیده و دستیابی به اهداف فوق را تسهیل می نماید حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه به عنوان بستر اصلی تولید از اهمیت ویژه ای برخوردار است. خاک حاصلخیز تضمین کننده کمیت و کیفیت در تولید محصول به شکل مناسب می باشد. از اینرو تغذیه نوین و ترویج آن به شکلی که بهره برداران با اصول آن آشنا گردند از وظایف اصلی وزارت جهاد کشاورزی می باشد. بدین منظور معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی تدوین برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه محصولات مهم باغی و راهنماهای لازم برای هر محصول را به موسسه تحقیقات خاک و آب سپرد.

در این راستا موسسه تحقیقات خاک و آب با برگزاری هم اندیشی با متخصصان این حوزه و با بهره گیری از نتایج تحقیقات گذشته و دانش به روز جهانی مجموعه ای کاربردی برای این منظور تهیه نموده تا مدیریت تغذیه نه تنها بر اساس شیوه درست آزمون خاک و گیاه بلکه بر اساس مراحل رشد و نیاز فیزیولوژیکی گیاه و افزایش کارایی آب و کود تهیه شد. علاوه بر این مطالبی در خصوص برخورد با عوامل مهم مسئله ساز آبی - خاکی در مناطق مهم تولید کشور و ناهنجاری های فیزیولوژیک شایع در منطقه نیز به آن افزوده شده است. از آنجاکه توجه به کیفیت در باغبانی فراتر از تولید کمی است و اگرچه پتانسیل ژنتیکی و روش های پس از برداشت در آن نقش ایفا می کنند اما تحقیقات و تجربیات بسیاری نشان از علل تغذیه ای در این مسئله داشته و برای تولید محصول با کیفیت و رقابت پذیر می بایست به تغذیه نوین توجه خاص داشت. لذا بخش قابل تمایز در این تالیفات تاکید بر ویژگی های کیفی و بازار پسندی محصولات اعم از ماندگاری، طعم، رنگ، اندازه و حداقل آلاینده ها به عنوان شاخص بسیار مهم در باغداری نوین است که موفقیت صادراتی و جهانی و سرمایه گذاری سنگین کشور را در این زمینه تضمین می نماید. در این مجموعه اهم عملیات تغذیه ای که بایستی به طور عمومی انجام شود برای تهیه برنامه های ترویجی نیز در نظر گرفته شده تا برنامه ریزان ترویج در بخش های مختلف کشاورزی کشور آنرا به شکل ساده و عملیاتی برای کاربرد در سطح باغات کشور بکار گرفته و اجرایی نمایند

امید است با اتکا به عزم ملی کلیه دست اندرکاران در اجرای توصیه های مندرج در این مجموعه گردآوری شده که همانا ارتقاء کمی و کیفی تولید، حفظ حاصلخیزی خاک، مصرف بهینه کود، افزایش ماده آلی خاک، حفظ سلامت جامعه و محیط زیست می باشد، بیش از پیش تحقق یابد.

کامبیز بازرگان

رئیس موسسه تحقیقات خاک و آب

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: کلیات	1
1-1. مرکبات	1
2-1. مراحل رشد و نمو مرکبات	2
3-1. اقلیم	3
4-1. خاک و آب	5
5-1. برخی مشکلات تغذیه‌ای درختان مرکبات	6
1-5-1. نیتروژن	7
2-5-1. سمیت بور	8
3-5-1. مرگ سرشاخه‌ها و زوال مرکبات	12
1-3-5-1. دلایل خشکی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات	13
2-3-5-1. برخی راهکارهای کاهش خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات	14
3-3-5-1. قارچ‌های میکوریز، پایداری تولید و خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات	15
6-1. برآورد کود آلی مورد نیاز مرکبات	18
7-1. نیاز آبی مرکبات	19
فصل دوم: روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی	25
1-2. آزمون خاک	25
1-1-2. انتخاب محل نمونه‌برداری	25
2-1-2. زمان نمونه‌برداری	25
3-1-2. روش نمونه‌برداری	26
4-1-2. تفسیر نتایج آزمون خاک	27
2-2. آزمون برگ	28
1-2-2. زمان نمونه‌برداری برگ	29
2-2-2. روش نمونه‌برداری برگ	29
3-2-2. تفسیر نتایج آزمون برگ	30
3-2. استفاده از علائم ظاهری برای تشخیص کمبود عناصر غذایی ماکرو (پرمصرف)	32
1-3-2. کمبود نیتروژن	32
2-3-2. کمبود فسفر	34
3-3-2. کمبود پتاسیم	34
4-3-2. کمبود کلسیم	36
5-3-2. کمبود منیزیم	37
6-3-2. کمبود سولفور	38
4-2. استفاده از علائم ظاهری برای تشخیص کمبود عناصر غذایی میکرو (کم مصرف)	39
1-4-2. کمبود آهن	39
2-4-2. کمبود منگنز	40
3-4-2. کمبود روی	41
4-4-2. کمبود مس	42

43	5-4-2. کمبود بور
43	6-4-2. کمبود مولیبدن
44	فصل سوم: منابع کودها و امکان اختلاط آن‌ها برای کودآبیاری و محلول‌پاشی
44	1-3. منابع کودی جامد برای مصرف خاکی
45	2-3. منابع کودی محلول و امکان اختلاط آن‌ها برای کودآبیاری و محلول‌پاشی
47	3-3. منابع کودی محلول برای محلول‌پاشی برگ
49	فصل چهارم: روش‌های مصرف کودهای شیمیایی برای درختان مرکبات
49	1-4. استفاده از کودهای خشک
49	1-1-4. چالکود (مزایا و معایب)
50	2-1-4. کودآبیاری
50	1-2-1-4. محاسبه حجم کود تزریقی به سیستم آبیاری
51	3-1-4. محلول‌پاشی
52	4-1-4. شرایط آب و هوایی مناسب برای محلول‌پاشی
53	5-1-4. توصیه‌های فنی برای محلول‌پاشی
54	فصل پنجم: کوددهی درختان جوان
54	1-5. نیتروژن (N)
55	2-5. فسفر (P)
55	3-5. پتاسیم (K)
56	4-5. مدیریت کوددهی درختان جوان در شمال کشور
57	5-5. مدیریت کوددهی درختان جوان در جنوب کشور
59	فصل ششم: کوددهی درختان بارده
59	1-6. نیتروژن
59	2-6. پتاسیم
61	3-6. فسفر
62	4-6. کلسیم و منیزیم
63	5-6. عناصر ریزمغذی (کم مصرف)
65	6-6. زمان و فراوانی مصرف کودهای شیمیایی
67	فصل هفتم: مدیریت درختان مرکبات در شرایط شور
67	1-7. آب شور، خاک شور و پاسخ درختان مرکبات
68	2-7. مدیریت تغذیه درختان مرکبات با آب آبیاری شور یا خاک شور
71	فصل هشتم: فنولوژی رشد و مدیریت تغذیه درختان مرکبات
71	1-8. فنولوژی رشد و گل‌دهی درختان مرکبات
74	2-8. فنولوژی رشد میوه مرکبات و مدیریت تغذیه
75	3-8. مدیریت تغذیه و تناوب باردهی مرکبات
79	4-8. خلاصه راهکارهای عملی برای کاهش تناوب باردهی مرکبات
79	5-8. مدیریت تغذیه متناسب با فنولوژی درختان مرکبات
81	منابع

فصل اول

کلیات

1-1. مرکبات

مرکبات از تیره روتاسه و زیر تیره اورانتیوئیده هستند. مرکبات شامل سه جنس مهم است ولی فقط جنس سیتروس جنبه اقتصادی دارد و میوه آن به عنوان تازه خوری استفاده می شود. گونه های مهم این جنس شامل پرتقال، نارنگی، گریپ فروت، لیمو و لایم است و هر کدام از این جنس ها دارای چندین رقم مهم و اقتصادی می باشند. پرتقال دارای ارقامی مانند هاملین، والنسیا، لبنانی، پارسون بران، سالوستیانا، مارس، انواع نافدار (تامسون ناول و واشنگتن ناول)، انواع پرتقال های خونی مانند مورو گراس سانگین، سانگونلا، تازاکو و پرتقال های غیر اسیدی می باشد. نارنگی ها به دو گروه ماندارین و تانجرین تقسیم می شوند. در گروه ماندارین، ارقام متعددی از جمله نارنگی های ساتسوما، کلمانتین، دورگ های نارنگی، نارنگی های تانگور و نارنگی های کمپلکس وجود دارند. در گروه تانجرین ارقام نارنگی پونکن، دنسی، کلئوپاترا، اتابکی و نارنگی محلی ایران قرار دارند. گریپ فروت ها به دو دسته گریپ فروت گوشت سفید و گوشت قرمز تقسیم می شوند. در دسته اول رقم های دانکنو مارشو در دسته دوم رقم های تامسون، بلاش و شامبرگ قرار دارند. در لیموترش ها رقم های یورکا و رقم لیسبون از ارقام متداول در ایران هستند. در لایم ها رقم های پرشین لایم، مکزیکن لایم و لیموشیرین وجود دارند.

پایه های مرکبات بسیار متعدد هستند و این پایه ها نه تنها از لحاظ مورفولوژی و نحوه رشد و توزیع ریشه ها با هم فرق دارند بلکه در ارتباط با فیزیولوژی جذب آب و مواد غذایی و تحمل به املاح معدنی (شوری) خاک و آب نیز با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه ای دارند. از مهمترین پایه های مرکبات می توان به نارنج؛ پونسیروس؛ فلاینگ دراگون؛ سیتروملو؛ سیترنج؛ لیموشیرین؛ لیموی ولکامر؛ نارنگی کلوپاترا؛ ماکروفیلا؛ رنگپور لایم؛ رافلمون؛ پرتقال؛ گریپ فروت؛ یوزو؛ شانگشا و سی-35 اشاره کرد.

سطح زیر کشت مرکبات در جهان حدود 8/5 میلیون هکتار می باشد. چین بیشترین سطح زیر کشت مرکبات دارد که بالغ بر دو میلیون هکتار است و کمترین سطح زیر کشت مربوط به اندونزی با سطح زیر کشت 72400 هکتار می باشد. تولید جهانی مرکبات حدود 116 میلیون تن است. در تولید جهانی، سهم تولید انواع نارنگی، لیمو و گریپ فروت به ترتیب 22/7، 12/60 و

3/84 درصد است. کشورهای برزیل، امریکا، اسپانیا و مکزیک بزرگترین تولیدکنندگان پرتقال و چین و اسپانیا مهمترین تولید کنندگان نارنگی در جهان هستند. کشورهای هند، امریکا و ایتالیا سرآمد تولیدکنندگان گریپفروت در جهان به شمار می‌روند. برزیل با تولید حدود 20/7 میلیون تن، چین با تولید 19/6 میلیون تن و امریکا با 10 میلیون تن بیشترین میزان تولید را به خود اختصاص داده‌اند.

سطح زیر کشت مرکبات کل ایران، حدود 290 هزار هکتار است که 82/8 درصد آن را درختان بارور و 17/2 درصد را نهال مرکبات تشکیل می‌دهد. از این نظر، کشور ایران در رتبه هشتم در جهان قرار دارد. استان مازندران با 34/6 درصد اراضی بارور مرکبات کشور، بیشترین سطح زیر کشت مرکبات را به خود اختصاص داده است. استان‌های فارس، هرمزگان، جیرفت و کهنوج، گیلان و کرمان به ترتیب با 23/8، 12/4، 11/3، 6/1 و 5/5 از اراضی بارور مرکبات، رتبه‌های دوم تا ششم کشت این محصول را دارند. تولید مرکبات کشور (1389) حدود 4 میلیون تن است. از نظر میزان تولید مرکبات، ایران در رده هفتم جهان قرار دارد. استان مازندران در بین استان‌ها، با 45/1 درصد از کل تولید این محصول، بیشترین مقدار تولید را داشته است. از لحاظ میزان عملکرد در هکتار، ایران در رتبه نهم جهان قرار دارد. مناطق مرکبات خیز کشور از لحاظ سطح زیرکشت به سه گروه تقسیم می‌شوند:

- گروه 1- شامل استان‌های مازندران، فارس، کرمان و هرمزگان.
- گروه 2- شامل استان‌های خوزستان (دزفول) و گیلان.
- گروه 3- استان‌های کرمانشاه (قصرشیرین)، بوشهر، کهگیلویه و بویراحمد.

2-1. مراحل رشد و نمو مرکبات

رشد و نمو مرکبات شامل مراحل مختلفی است که بر حسب زمان و مکان توسط عوامل مختلف درونی و بیرونی کنترل می‌شود. عوامل درونی شامل ژنتیک، پایه و تعادل هورمونی است. عوامل بیرونی شامل آب و هوا، خاک و عملیات باغبانی است. مهمترین مراحل رشدی میوه مرکبات شامل: تورم جوانه؛ شروع گلدهی؛ تمام‌گل؛ پایان ریزش گلبرگ‌ها؛ تقسیم سلولی؛ ریزش فیزیولوژیکی؛ بزرگ شدن و توسعه سلولی؛ تغییر رنگ؛ بلوغ میوه؛ برداشت و پس از برداشت است.

عوامل محیطی به ویژه درجه حرارت و آب، تنظیم‌کننده‌ی زمان و حجم گل‌دهی در مرکبات هستند. به همین دلیل طول دوره تولید گل و نیز شدت گل‌دهی، با توجه به شرایط اقلیمی، متفاوت است. علاوه بر این، عوامل مذکور ممکن است در تنظیم نوع گل‌های تولیدی، پراکنش گل‌ها روی درخت، درصد تشکیل میوه و در نهایت بر عملکرد درخت، نقش تنظیم‌کنندگی قابل توجهی داشته باشند. اغلب گونه‌های مرکبات در نواحی نیمه‌گرمسیر با زمستان‌های سرد فقط یک‌بار در سال در اوایل بهار گل می‌دهند. در نواحی گرمسیر و ساحلی ممکن است درختان در طول سال چندین بار گل داده و یا این که دوره گل‌دهی بسیار طولانی داشته باشند. عواملی چون بیماری‌ها، بارندگی یا آبیاری بعد از یک دوره خشکی سبب تسریع در گل‌دهی مرکبات می‌شود. علاوه بر نقش تغذیه و عملیات باغبانی در تعیین الگوی گل‌دهی مرکبات، باید به تاثیر مقدار باردهی درخت و مدت زمان نگهداری میوه روی شاخه‌ها در پدیده گل‌دهی اشاره کرد. به عنوان مثال تاخیر در برداشت محصول، می‌تواند کاهش قابل ملاحظه‌ای را در گل‌دهی سال آتی درخت باعث شود. شاخص مجموع حرارتی سالیانه نیز در گل‌دهی مرکبات اهمیت دارد. حداقل حرارت مورد نیاز برای شروع رشد (صفر فیزیولوژیکی) 13 درجه سانتی‌گراد است و متوسط دمای مناسب جهت رشد مطلوب 18/5 درجه سانتی‌گراد است.

3-1. اقلیم

مرکبات بین عرض‌های جغرافیایی 23/5 تا 40 درجه شمالی و جنوبی از خط استوا با خاک مناسب و رطوبت کافی در صورت عدم یخبندان تولید می‌شود؛ لیکن به نظر می‌رسد در سطوح تجاری، مناطق عمده تولید مرکبات در نواحی نیمه‌گرمسیر بالاتر از 23/5 درجه شمالی و جنوبی قرار دارد. مناطق مرکبات‌خیز ایران را می‌توان به 3 منطقه سواحل دریای خزر، ناحیه مرکزی و سواحل جنوبی تقسیم نمود. سواحل دریای خزر از گرگان تا آستارا کشیده شده و ارقام مختلف مرکبات در این محدوده کشت می‌شود. محدودیت‌های اقلیمی موجب تراکم بیشتر باغ‌های مرکبات در نواحی چابکسر تا نوشهر و آمل تا بهشهر شده‌است. قرار گرفتن در عرض جغرافیایی بالاتر از 36 درجه شمالی، ارتفاع کم از سطح دریا، رطوبت‌نسبی بالا، بارندگی زیاد در تمامی فصول سال (در غرب سواحل) و اختلاف کم درجه حرارت بین شب و روز از ویژگی‌های مناطق ساحلی می‌باشد. ناحیه مرکزی شامل استان خوزستان، فارس، کرمان، کرمانشاه و منطقه جیرفت و کهنوج است. در این ناحیه شرایط اقلیمی

متفاوتی وجود دارد، عرض جغرافیایی پایین‌تر از 33 درجه شمالی است، بیشتر روزها آفتابی است و رطوبت نسبی محیط پایین است متوسط بارندگی این مناطق 200-300 میلی‌لیتر است. ناحیه سواحل جنوبی در حاشیه خلیج فارس و دریای عمان با عرض جغرافیایی حدود 23 درجه، شامل استان‌های بوشهر و هرمزگان است که دارای رطوبت نسبی بالا و گرمای زیاد در تابستان و فاقد یخبندان هستند.

در درجه حرارت‌های بالاتر مرکبات زودتر بالغ شده و اندازه میوه بزرگ‌تر می‌شود. نوسانات دمایی شب و روز باعث رنگ‌گیری بهتر میوه و تجمع قند می‌شود. فرآیند ساخت مواد قندی تحت تاثیر افزایش دما قرار می‌گیرد. به نظر می‌رسد دمای متوسط برای فعالیت‌های فتوسنتزی در مناطق مرطوب بین 28-30 درجه سانتی‌گراد و در مناطق خشک 15-22 درجه سانتی‌گراد باشد. به دلیل تاثیر دما در رشد شاخه‌ها، وضعیت رشد رویشی شاخه‌ها در مناطق نیمه‌گرمسیری تابع یک چرخه دو مرحله‌ای بوده در صورتی که در مناطق گرمسیری این رشد در طول سال به طور مستمر ادامه دارد. دماهای بالا در وضعیت نمو و ریزش میوه به طور مستقیم دخالت دارد. برای میوه‌های مرکبات در مرحله نمو و رسیدن، هوای گرم و مرطوب نظیر شمال و میناب مناسب‌تر است. به دلیل تاثیر دما در کیفیت میوه، معمولاً در بررسی اثر دما از مدل درجه حرارت-روز، جهت مقایسه دمای نواحی مختلف استفاده می‌شود. در این حالت میزان اسید کل می‌تواند بهترین شاخص جهت تعیین بلوغ میوه باشد.

مرکبات را می‌توان در گروه گیاهان روز خنثی طبقه‌بندی کرد، زیرا گل‌دهی آن در دوره‌های نوری 8 تا 15 ساعت اتفاق می‌افتد. این محدوده، عرض‌های جغرافیایی تا 36 درجه شمالی و جنوبی را نیز شامل می‌شود. درختان مرکبات به نور حساس هستند، درختانی که تحت شرایط شدت نوری بالا رشد می‌کنند تولید شاخساره‌های کم‌رنگ می‌کنند؛ در حالی که درختان رشد یافته تحت شرایط سایه، دارای برگ‌های سبز تیره هستند. شرایط نیمه سایه تولید میوه‌های با کیفیت بالا نموده ولی در مقابل، سایه‌دهی تولید میوه با کیفیت پایین می‌کند.

ارتفاع از سطح دریا نیز مسئله مهمی در انتخاب محل احداث باغ مرکبات است. در شرایط معمول، به ازای هر 100 متر افزایش ارتفاع، دما حدود یک درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. بر این اساس کشت مرکبات معمولاً در ارتفاعات نسبتاً پایین انجام می‌شود. البته در

مناطق نزدیک به خط استوا، کشت مرکبات در ارتفاعات بالاتر نیز امکان پذیر است. رودخانه‌ها و دریاچه‌ها به دلیل توانایی در ذخیره‌ی گرما و رها کردن تدریجی آن در طول دوره‌های سرد، تاثیر زیادی در حفاظت درختان از خطر سرمازدگی دارند. هنگامی که توده‌های هوای سرد از روی دریاچه‌ها عبور می‌کنند، مقدار زیادی از سرمای خود را از دست می‌دهند. بدیهی است که هرچه این توده‌های آب بزرگتر و عمیق‌تر باشد تاثیر آن‌ها در کاهش سرمای هوا بیشتر است. بیشتر ارقام مرکبات حساس به یخبندان هستند، زمانی که گونه‌های مرکبات در معرض دوره‌های معینی از دماهای پایین و بدون یخ‌زدگی (سازگاری سرد) قرار می‌گیرند، سطح تحمل درخت نیز به نوسانات سرما افزایش می‌یابد. بافت‌ها و اندام‌های مختلف مرکبات در مواجهه با یخبندان، مقاومت یا حساسیت یکسانی نشان نمی‌دهند. گل‌ها حساس‌ترین اندام شده و بافتهای چوبی مقاوم‌ترین اندام به یخبندان هستند. در بین مرکبات، نارنگی‌ها بیشترین تحمل به سرما دارند پرتقال، گریپ‌فروت، لیمو و لایم به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. در بین پایه‌های مرکبات، رافلمون حساس‌ترین پایه نسبت به سرماست. پونسایروس و دورگ‌های پونسایروس بیشترین تحمل به سرما دارند.

4-1- خاک و آب

خاک‌های عمیق با بافت متوسط (لوم شنی) و زهکشی خوب برای کشت مرکبات بسیار مناسب هستند، اما معمولاً این خاک‌ها به علت رقابت برای کشت دیگر محصولات، کمتر به مرکبات اختصاص داده می‌شوند و همچنین کمتر قابل دسترس می‌باشند. بنابراین برای افزایش سطح زیر کشت مرکبات، می‌توان از زمین‌های با قابلیت پایین‌تر نیز استفاده کرد. معمولاً مرکبات در اراضی مختلف با دامنه گسترده‌ای از محدودیت‌های فیزیکی و شیمیایی (مانند اراضی با سطح آب زیرزمینی بالا، زهکشی ضعیف، همچنین خاک‌های با آهک، شوری، قلیائیت یا اسیدیته متوسط) نیز کشت می‌شوند. اما این محدودیت‌ها باید آگاهانه و علمی برای رسیدن به یک تولید مناسب مدیریت شوند. بنابراین قبل از کشت مرکبات در یک منطقه، انجام آزمون خاک، شناخت محدودیت‌ها و مدیریت آن‌ها در کشت مرکبات از اهمیت بسیاری برخوردار است و برای موفقیت در کشت مرکبات و رسیدن به عملکرد مناسب، تناسب اراضی خاک ضرورت دارد (جدول 1-1). لذا پیشنهاد می‌شود که

دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه مرکبات ۶/

احداث باغ‌های جدید مرکبات با بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین وضعیت اقلیمی منطقه انجام شود. معمولاً هر زمینی دو نوع محدودیت دارد:

1. محدودیت‌های موقتی

2. محدودیت‌های دائمی

محدودیت‌های موقتی، ویژگی‌هایی هستند که اثر بیشتری روی قابلیت زمین (مانند پایین بودن قابلیت استفاده عناصر غذایی و مشکلات خفیف زهکشی) دارند و با مدیریت مناسب می‌توانند رفع شده یا بهبود یابند. اما محدودیت‌های دائمی آنهایی هستند که به آسانی قابل تغییر نیستند (مانند شیب زمین، عمق خاک، خاک‌های در معرض تنش مانداب و برخی سازگاری‌های اقلیمی). معمولاً اراضی با استفاده از محدودیت‌های دائمی کلاس‌بندی می‌شوند.

جدول 1-1. تناسب اراضی خاک برای مرکبات قبل از کاشت

(اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد اول)

ویژگی خاک	مطلوب برای کشت مرکبات	ملاحظات
بافت	شن لومی، لومی، لوم شنی و لوم سیلی	بافت‌های سبک، مناسبترین بافت برای کشت مرکبات هستند
عمق آب زیر زمینی	1/5 متر از سطح زمین	-
وضعیت زهکشی	خوب	به طوری که آب اضافی نباید در سطح و داخل خاک جمع شود
درصد سدیم تبادل (ESP)	کمتر از 5	دامنه قابل تحمل 2 – 10 درصد می‌باشد
شوری عصاره اشباع (ECe)	حد آستانه 1/7 (دسی‌زیمنس بر متر)	برخی ژنوتیپ‌های مرکبات، شوری حدود 5 دسی‌زیمنس بر متر را نیز با مدیریت مناسب تحمل می‌کنند. اما به ازای هر واحد شوری بیشتر از حد آستانه، حدود 10 تا 15 درصد کاهش در پتانسیل عملکرد وجود دارد.
عمق	1/5 متر	-
گچ	کمتر از 2 درصد	-
pH	5/5 – 7/5	-
وزن مخصوص ظاهری (فشرده‌گی)	1/1 – 1/3 (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	وزن مخصوص ظاهری بیشتر از 1/3 گرم بر سانتی‌متر مکعب برای کشت مرکبات نامناسب است. حداکثر فشار ریشه مرکبات حدود 1500 کیلوپاسکال است بنابراین فشرده‌گی بیشتر، موجب کاهش رشد ریشه می‌شود.
آهک (درصد)	کمتر از 5 درصد	دامنه تحمل آهک، با توجه به نوع پایه بسیار متفاوت است. پایه‌های پونسیروس تا 5 درصد، سیتروملوها تا 10 درصد، سیترونها تا 20 درصد و نارنج کلویاترماندارین و رافلمون بیشتر از 20 درصد نیز به خوبی تحمل می‌کنند. البته این دامنه با توجه به بافت خاک، مقدار آهک فعال و ماده آلی خاک می‌تواند تغییر کند.

5-1. برخی مشکلات تغذیه‌ای درختان مرکبات

مطالعات انجام شده (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393؛ شیخ اشکوری، 1389؛ مرادی، 1387؛ خویی، 1371) در مورد، نیازهای تغذیه‌ای، آسیب‌های محیطی و

ناهنجاری‌های تغذیه‌ای مناطق عمده کشت مرکبات نشان داده است که مصرف متعادل کودهای شیمیایی متناسب با فنولوژی رشد رویشی و فنولوژی و فیزیولوژی رشد میوه درختان مرکبات بیشتر از سایر نهاده‌ها در افزایش عملکرد و کیفیت میوه‌های تولیدی موثر است. آزمون برگ و خاک دو روش قابل استفاده برای تشخیص وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های مرکبات می‌باشند. مهمترین معیار برای کوددهی مرکبات، تولید پایدار همراه با رسیدن به پتانسیل عملکرد و کیفیت مطلوب است. بنابراین هدف از برنامه‌های مدیریت تغذیه، رسیدن به عملکرد بهینه با کیفیت مطلوب است که می‌تواند تولید پایدار را در طولانی مدت فراهم نماید. مطالعات متعدد نشان داده است که افزایش خطی تولید در باغ‌های مرکبات، تا حدود 20 سال از سن باغ امکان‌پذیر است و با افزایش سن باغ به بیشتر از 20 سال، معمولاً افزایش تولید، دیگر خطی نخواهد بود. یکی از دلایل برای کاهش راندمان در چنین باغ‌هایی، محصول زیاد در یک سال و کاهش شدید یا فقدان عملکرد در سال بعد می‌باشد که بیشتر، به علت فقدان روش‌های تشخیص مناسب برای پایش دقیق وضعیت تغذیه‌ای درختان است که موجب ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در آن منطقه می‌شود. در فقدان نرم‌های تشخیص مناسب برای ارقام تجاری منطقه، مشکلات تغذیه‌ای باغ‌های مرکبات به وسیله تعدادی از نرم‌های تغذیه‌ای خاک و برگ تعیین می‌شوند که بیشتر اوقات با مشکلات واقعی موجود در باغ، تطابق ندارند در نتیجه نمی‌توانند راه حل‌های مناسبی برای منطقه ارائه دهند و در بیشتر موارد، منجر به ناکارآمدی برنامه‌های کودی توصیه شده برای باغ‌های مرکبات می‌شوند.

1-5-1. نیتروژن

نظر به راندمان پایین مصرف کودهای نیتروژنی در اوایل فصل رشد، همچنین به علت نیاز شدید درختان به نیتروژن در زمان گل‌دهی و این که جذب، توسط ریشه‌ها در این زمان در حداقل می‌باشد مصرف زیاد کودهای شیمیایی قبل از شروع فصل رشد، اغلب موجب هدر رفت سرمایه باغداران، آلودگی آب‌های زیر زمینی، و در نهایت، کاهش درآمد و اقتصاد باغدار می‌گردد. یکی از راه‌های مهم و کلیدی در افزایش عملکرد و کاهش تناوب باردهی درختان میوه، افزایش درصد تشکیل میوه (Fruit set) است. پژوهش‌های متعدد نشان داده است که درختان میوه در زمان گل‌دهی بیشترین نیاز را به نیتروژن دارند و این نیتروژن، به طور عمده از نیتروژن ذخیره شده در اندام‌های درخت (به ویژه ریشه‌های

فیبری و شاخه‌های جوان) تامین می‌شود اما نیتروژن مصرفی در طول فصل رشد، بیشتر در اندام‌هایی از درخت ذخیره می‌شود که انتقال مجدد آن بسیار ناچیز است و نمی‌تواند نیاز گل‌ها را در زمان خاص تامین نماید، نیتروژن مصرفی به صورت محلول‌پاشی بعد از گل‌آغازی و قبل از تمایز جوانه‌های گل تاثیر بیشتری دارد، از طرف دیگر، به علت اختلاف فاز رشدی که بین رشد ریشه‌ها و رشد فلش‌های قسمت هوایی درخت وجود دارد، در زمان شروع رشد فلش‌های بهار و گل‌دهی، فعالیت ریشه بسیار پایین است و کمترین جذب از خاک صورت می‌گیرد و به طور کلی راندمان مصرف نیتروژن در این زمان کمتر از 20 درصد می‌باشد، از طرفی، نتایج بیشتر پژوهش‌ها نشان داده است که کوددهی پس از برداشت، مناسب‌ترین زمان برای مصرف برخی عناصر غذایی و تامین نیاز درختان میوه در سال پر بار می‌باشد و این نیتروژن مصرف شده، بیشتر در شاخه‌های جوان، جوانه‌ها و ریشه‌های فیبری ذخیره شده و در بهار سال بعد، نیاز فلش‌های اوایل فصل، جوانه‌های گل و رشد اولیه میوه‌چه‌ها را تامین می‌کند، لذا به منظور به حداقل رساندن مصرف کودهای شیمیایی در اواخر زمستان و اوایل بهار، همچنین افزایش تشکیل میوه، افزایش عملکرد، بهبود کیفیت میوه و باردهی منظم باغ‌های منطقه، مدیریت مصرف کودهای شیمیایی در طول فصل رشد درختان میوه پیشنهاد می‌گردد.

2-5-1. سمیت بور

بور عنصری است که فاصله بین حد سمیت و کمبود آن، زیاد نیست، مسمومیت بور می‌تواند ناشی از زیاد بودن مقدار آن در آب آبیاری و مصرف زیاد کودهای حاوی بور می‌باشد، اما معمولاً مهم‌ترین علت، آب آبیاری می‌باشد. سمیت بور عارضه‌ای است که در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک گسترش بیشتری دارد. سمیت بور در خاک‌های خشک عمدتاً به دلیل بالا بودن غلظت بور در آب آبیاری است، در این حالت، بور در خاک تجمع پیدا کرده و بر اثر جذب زیاد توسط درختان مرکبات، مسمومیت ایجاد می‌گردد. خاک‌های که ظرفیت جذب آن بیشتر است، معمولاً مقدار بور موجود در محلول خاک آن‌ها کمتر خواهد بود. بنابراین خسارات ناشی از سمیت این عنصر، اغلب در خاک‌هایی با بافت سبک، نظیر خاک-های استان هرمزگان، جنوب فارس مانند داراب و جهرم، مشاهده می‌شود (بصیرت و همکاران

1396). بررسی‌ها نشان می‌دهد که معمولاً برای مرکبات، غلظت بور تا میزان 0/3 میلی‌گرم در لیتر آب آبیاری، مشکلی ایجاد نمی‌کند.

سمیت بور در مرکبات در جنوب یکی از علل کاهش عملکرد در مرکبات است، معمولاً این علائم شامل زرد برگی حاشیه و نوک برگ‌هاست که به سرعت تبدیل به بافت مردگی می‌شود (شکل 1-1). سمیت بور عمدتاً در دو حالت اتفاق می‌افتد. نخست حالتی که مقدار بور در آب آبیاری زیاد است و حالت دیگر آن که میزان مصرف بور برای رفع کمبود این عنصر، بیش از اندازه باشد. کاربرد مقادیر زیاد مواد غنی از بور مانند کمپوست‌ها نیز می‌تواند منجر به سمیت بور شود. در مناطق خشک و نیمه‌خشک سمیت بور در خاک‌های شور نیز ممکن است مشاهده شود اما در اغلب موارد، عامل اصلی سمیت بور مصرف آب‌های آبیاری با غلظت بالای بور است. علائم سمیت بور در برگ‌های گریپ‌فروت شامل لکه‌های زرد در سطح بالایی برگ و لکه‌های صمغ متمایل به قهوه‌ای در سطح پهنک برگ با حاشیه و نوک سوختگی برگ‌ها مشخص می‌شود. سمیت بور در لیموها با سوختگی نوک برگ‌ها شروع می‌شود. قسمت پایینی و انتهایی منطقه سوخته شده برگ، نسبت به رگبرگ میانی، زاویه‌ای قائمه تشکیل می‌دهد. علائم زردی قبل از سوختگی، از حاشیه برگ به طرف رگبرگ میانی حرکت می‌کند. ناحیه سبز در طول رگبرگ‌های میانی برگ، بیشترین مقاومت را در مقابل غلظت زیاد بور نشان می‌دهد. حد بحرانی سمیت بور در برگ مرکبات حدود 200 میلی‌گرم در کیلوگرم در وزن خشک برگ است که با توجه به تغذیه درخت و رقم می‌تواند تا حدودی متفاوت باشد.

غلظت بور در قسمت‌های مختلف برگ یکنواخت نیست، اما معمولاً در نوک برگ تک‌لپه‌ای‌ها و حاشیه برگ دولپه‌ای‌ها (مرکبات) مقدار بیشتری بور تجمع می‌یابد و علائم سمیت بور هم ابتدا در همین نقاط ظاهر می‌شود. در واقع با وجود آنکه نوک برگ‌ها بخش کوچکی از ماده خشک بخش هوایی گیاه را تشکیل می‌دهد، مقدار بور در این قسمت از برگ آن قدر زیاد است که غلظت بور کل در برگ و بخش هوایی گیاه را شدیداً تحت تأثیر قرار می‌دهد. بور در مرکبات غیر متحرک است لذا علائم سمیت آن، ابتدا در برگ‌های پیر ظاهر می‌شود. مرکبات از لحاظ نیاز به عنصر بور، در گروه "گیاهان با نیاز کم" قرار دارند (منظور از نیاز کم، مصرف کود در مقادیر کمتر از 1 کیلوگرم بور در هکتار است) و لذا با اندک افزایشی در غلظت بور، این درختان ممکن است علائم سمیت آن را نشان دهند.



شکل 1-1- علائم ظاهری سمیت بور در برگ مرکبات

1-2-5-1. رفع یا کاهش سمیت بور

اگر مقدار بور در عصاره اشباع خاک بیشتر از یک میلی گرم در لیتر باشد، بیشتر گیاهان حساس (مانند مرکبات) دچار مسمومیت بور خواهند شد. برخی از روش‌های معمول برای کاهش یا رفع سمیت بور پیشنهاد شده که به برخی از آنها اشاره می‌شود:

آبشویی: معمول‌ترین روش برای کاهش بور از خاک منطقه ریشه، آبشویی است. آبشویی بور به مراتب دشوارتر از آبشویی سایر یون‌های محلول (یون‌های جذب نشده در سطح ذرات) در خاک است، به طور که مقدار آب مورد نیاز برای شستشوی بور، تقریباً سه برابر آب مورد نیاز شستشوی آن‌ها می‌باشد. معمولاً افزودن اسید به آب و کاهش pH آن، راندمان آبشویی بور را در خاک افزایش می‌دهد. اما مصرف زیاد اسید و کاهش pH خاک منطقه ریشه، معمولاً موجب افزایش غلظت بور در محلول خاک و افزایش جذب مجدد بور در سطح خاک با زمان می‌شود. غلظت بور در آب آبیاری و محلول خاک با هم رابطه نزدیکی دارند. بیشتر مطالعات صحرایی نشان داده است که غلظت بور در عصاره اشباع خاک محیط فوقانی ریشه، اغلب مشابه غلظت بور در آب آبیاری مصرفی است.

استفاده از مواد اصلاح کننده: مصرف برخی مواد اصلاح کننده مانند گچ در خاک‌های مسموم به بور موجب کاهش سمیت بور می‌شود. این مواد اصلاح کننده با تبدیل متابورات سدیم با حلالیت بالا به متابورات کلسیم با حلالیت کمتر و افزایش راندمان آبشویی بور در خاک، می‌توانند در کاهش سمیت بور بسیار موثر باشند.

مدیریت تغذیه و افزایش سطح حاصلخیزی خاک: شوری خاک و پایین بودن سطح حاصلخیزی خاک هر دو عملکرد محصول را محدود می‌کنند. کاهش شوری و افزایش حاصلخیزی می‌تواند موجب افزایش تولید شود، چنین مواردی در مورد سمیت‌ها نیز صادق است. چنانچه میزان نیتروژن برگ کمی بالاتر از حد معمول باشد، سمیت ناشی از بور کاهش می‌یابد. همچنین مصرف کودهای کلسیمی به ویژه نترات کلسیم از سمیت آن می‌کاهد. مصرف بهینه کودها، به ویژه پتاسیم، فسفر، کلسیم و روی در کاهش سمیت بور مفید می‌باشند. به طور کلی مناطقی که مشکل شوری خاک، شوری آب و تنش خشکی شدید دارند معمولاً مقدار بور قابل استفاده در محلول خاک زیاد است در این مناطق توصیه می‌شود از مصرف کودهای دارای بور از جمله اسید بوریک اجتناب شود.

1-5-3. مرگ سرشاخه‌ها و زوال مرکبات

همواره تعادلی بین اندام‌های زمینی و هوایی درختان وجود دارد که با نسبت اندام هوایی به ریشه بیان می‌شود. معمولاً با افزایش سن درختان، میزان شاخ و برگ و نسبت شاخه به ریشه هم افزایش می‌یابد. بنابراین در قسمتی از شاخ و برگ درختانی که در سایه قرار می‌گیرند به تدریج ریزش برگ و مرگ شاخه‌ها و سرشاخه‌ها اتفاق می‌افتد. وجود میزان معینی از این چوب‌های مرده به ویژه در داخل تاج درخت تا حدودی طبیعی است و نشان دهنده حفظ نسبت مناسب شاخه به ریشه است و برای نفوذ بیشتر نور به داخل سایبان باید عملیات هرس صورت گیرد. برنامه‌های مناسب هرس در جلوگیری از گسترش عارضه به مناطق داخلی کمک می‌کند. مرگ بیش از حد سرشاخه‌ها در اطراف خارجی تاج درختان، ممکن است ناشی از عواملی باشند که سبب ریزش برگ‌ها می‌شوند. این عوامل شامل سنگینی بافت خاک، تنش مانداب، تنش خشکی، مدیریت نامناسب تغذیه و آبیاری، حمله قارچ‌ها و نماتدها، کاهش سطح ریشه‌های تغذیه کننده در اثر عملیات نادرست زراعی در طی دوره‌های خشکی و در نتیجه عدم تأمین نیاز آبی گیاه حتی در حضور رطوبت فراوان خاک می‌باشند.

این عارضه در منطقه جیرفت و کهنوج ناگهانی بوده و در طول 2 تا 3 هفته، درخت کاملاً خشک می‌شود اما زوال در منطقه هرمزگان، به صورت تدریجی اتفاق می‌افتد. بررسی‌های انجام شده در منطقه نشان می‌دهد که مهمترین عامل آن، تنش آبی است و معمولاً در فصل گرم سال و با افزایش شدید دمای هوا رخ می‌دهد. این عارضه در مناطق کوهپایه‌ای جنوب کرمان نیز گزارش شده است و بیشتر در درختانی که پایه آنها بکرایی با ریشه‌های سطحی است رخ می‌دهد.

1-3-5-1. دلایل خشکی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات

- 1- نارنج حساس به تنش مانداب و مانداب است اما حدود 90 درصد از درختان مرکبات شرق مازندران دارای پایه‌ی نارنج می‌باشند.
- 2- وجود بیماری ویروسی تریستزا که یک تنش زنده‌ی عمده برای مرکبات مناطق شمالی است و برهمکنش آن با تنش‌های غیرزنده‌ی محیطی مانند مانداب و غرقاب خاک منطقه ریشه، که هر دو از عوامل محدود کننده انتقال کربوهیدرات‌ها از اندام هوایی به ریشه می‌باشند، نقش اساسی در خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات این منطقه دارند.

- 4- وجود بیماری گرینینگ و جاروک جادوگر لیموترش (تنش‌های زنده)، تنش گرما و تنش آبی (تنش‌های غیرزنده) بیشترین نقش را در خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات مناطق جنوبی کشور دارند.
- 5- بارندگی‌های مداوم اواخر فصل زمستان و اوایل بهار منجر به کاهش شدید هدایت هیدرولیکی ریشه‌ها، تخلیه شدید کربوهیدرات‌های ریشه، تخلیه برخی عناصر غذایی از جمله کلسیم، منیزیم و نیتروژن و همچنین تجمع بیش از حد آهن و منگنز (که منجر به سمیت آهن در بافت ریشه می‌شود) در ریشه‌ها می‌گردد که می‌تواند یکی از دلایل اصلی زوال مرکبات در مناطق شمالی باشد.
- 6- تنش مانداب موجب از بین رفتن بیشتر ریشه‌های فیبری درختان مرکبات می‌شود و با توجه به این که تنش مانداب و غرقاب در مازندران به طور عمده در فصل زمستان و اوایل بهار اتفاق می‌افتد، مرگ این ریشه‌های فیبری سبب کاهش شدید پتانسیل ریشه برای جذب آب و مواد معدنی خواهد شد و با شروع رشد اندام هوایی و گل‌دهی، سیستم ریشه صدمه دیده توانایی جذب و انتقال آب، مواد معدنی و تولید مواد هورمونی لازم را نداشته و موجب خشکیدگی شدید سرشاخه‌ها و در مواردی زوال درختان خواهد شد. تحقیقات نگارندگان نشان داده است علائم ظاهری خشکیدگی و زوال مرکبات به طور عمده چند هفته بعد از زهکشی آب اضافی منطقه ریشه و رفع تنش مانداب ظاهر خواهد شد.
- 7- مانداب طولانی مدت منطقه ریشه موجب به هم ریختن سیستم آوندهای چوبی ریشه شده و با شروع فعالیت درختان در اوایل بهار توانایی هدایت آب و مواد معدنی لازم به اندام هوایی را نداشته و منجر به زردی و ریزش برگ و گل‌ها، خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال درختان خواهد شد.
- 8- تنش مانداب و غرقاب موجب افزایش تشکیل رادیکال‌های آزاد در اندام هوایی و برگ‌ها شده و زوال درختان را تشدید می‌کند و صدمه بعد از رفع تنش غرقاب بسیار بیشتر از زمان تنش می‌باشد. بنابراین علائم خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال درختان مرکبات بعد از رفع تنش بیشتر آشکار می‌شود.
- 9- مدیریت نامناسب تغذیه باغ‌ها در طول فصل رشد به ویژه، بعد از برداشت میوه در سال پرمحصول و تاخیر در برداشت میوه موجب تخلیه کربوهیدرات‌ها و عناصر غذایی ریشه‌ها

شده و سپس بارندگی زیاد و مانداب شدن خاک منطقه ریشه به دنبال آن می‌تواند موجب تشدید این تخلیه و خشکیدگی سرشاخه‌ها و در مواردی نیز زوال مرکبات شود.

10- تنش آبی به ویژه بعد از برداشت میوه در فصل پاییز (به ویژه در سال‌های با بارندگی کم در این فصل) که اکثر باغ‌داران می‌پندارند عملیات باغبانی با شروع فصل پاییز و برداشت میوه به اتمام رسیده است، موجب صدمه به ریشه‌های فیبری شده و در خشکیدگی سرشاخه‌ها در بهار سال بعد می‌تواند موثر باشد.

11- مصرف زیاد کودهای محلول مانند اوره، سولفات آمونیم، کلرید پتاسیم، سولفات منیزیم و اسید بوریک در منطقه ریشه (کود پایه) به صورت چالکود همراه با کودهای حیوانی و آلی دیگر با شوری زیاد، می‌تواند موجب افزایش شوری منطقه ریشه درختان شود و اگر این افزایش شوری منطقه ریشه با افزایش دمای محیط و افزایش فعالیت درختان همراه باشد، ریزش برگ، خشکیدگی سرشاخه‌ها و علائم زوال درختان متناسب با شدت تنش شوری اتفاق خواهد افتاد.

1-5-3-2. برخی راه‌کارهای کاهش خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات

1- استفاده از پایه‌های متحمل و نیمه متحمل به مانداب مانند سوینگل سیتروملو، کاریزوسیترنج، ترویرسیترنج، سی-35 در مناطق شمال کشور و استفاده از پایه‌های متحمل به تنش خشکی، تنش شوری در مناطق جنوبی کشور.

2- عدم استفاده از پایه‌های حساس به مانداب و غرقاب (مانند نارنج) در مناطقی با بافت خاک سنگین و احتمال مانداب سطحی و نوسان آب زیر زمینی (در مناطق شمال کشور).

3- کاشت به صورت سیستم جوی و پشته‌ای در اراضی دشت با بافت سنگین، زمین‌های شالیزاری (که به باغ تبدیل می‌شوند و همچنین زمین‌های که قبلاً شالیزار بوده‌اند) و اراضی در معرض مانداب موقت.

4- تعدیل بافت خاک منطقه ریشه در خاک‌های بافت سنگین با مصرف کودهای آلی یا حیوانی پوسیده و ماسه به نسبت مناسب و در صورت امکان غنی‌سازی خاک منطقه ریشه.

5- حذف یا شکستن لایه فشرده خاک منطقه ریشه در شروع احداث باغ و همچنین در باغ‌های احداث شده (که معمولاً در فاصله 40 الی 50 سانتی‌متری از سطح خاک وجود

دارد). این لایه موجب کاهش تهویه منطقه ریشه، کاهش نفوذ آب، کاهش راندمان جذب آب و عناصر غذایی شده و زوال درختان مرکبات را تشدید می‌کند.

6- ایجاد زهکشی مناسب در باغ‌های احداث شده جهت خروج سریع آب‌های سطحی و جلوگیری از تجمع آب در منطقه ریشه.

7- مصرف کودهای آلی در باغ‌های با بافت سنگین جهت بهبود وضعیت فیزیکی خاک.

8- مدیریت مناسب تغذیه در طول فصل رشد متناسب با فنولوژی رشد و عملکرد درختان مرکبات با تاکید بر کوددهی بعد از برداشت میوه.

9- مدیریت مناسب آبیاری در طول فصل رشد و بعد از برداشت میوه و ممانعت از تنش خشکی، تنش مانداب در منطقه ریشه و همچنین کاهش خسارت تنش گرمایی و خشکی با محلول‌پاشی کائولین با غلظت 2 تا 3 درصد در فصل گرما یا محلول پاشی سیلیکات پتاسیم با غلظت 3 در هزار با بروز گرمای زیاد، تشعشع زیاد نور، خشکی و شوری در محیط

10- محلول‌پاشی کودهای نیتروژنی و پتاسیمی مناسب در فاز دوم رشد میوه، جهت بهبود تغذیه درختان و ساخت مواد فتوسنتزی و تسریع در انتقال مواد فتوسنتزی به منطقه ریشه و بهبود توانایی درختان در مقابل تنش مانداب، سرما و غیره.

11- محلول‌پاشی فسفیت پتاسیم یا دی‌پتاسیم فسفات پس از برداشت میوه جهت افزایش سیستم دفاعی ریشه درختان مرکبات به ویژه در مناطقی که احتمال مانداب سطحی وجود دارد.

12- محلول‌پاشی درختان با سولفات روی یا کلات‌های روی و سولفات منیزیم در پاییز جهت افزایش توانایی درخت در برابر تنش‌ها.

13- احتیاط در عملیات زراعی برای ممانعت از حذف زیاد ریشه‌ها.

1-3-5-3. قارچ‌های میکوریز، پایداری تولید و کاهش خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال مرکبات

به منظور نیل به پایداری در تولید محصولات باغی کشور، توجه به همزیستی میکوریزی و ریزجانداران بوجود آورنده این نوع همزیستی یعنی قارچ‌های میکوریز آرسکولار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد، چرا که این ریزجانداران خاکری به نوعی نقشی کنترلی در تعادلات بیولوژیکی منطقه ریزوسفری گیاهان ایفا می‌نمایند، مکانی که بیشترین تاثیر را در جذب آب و عناصر معدنی برای آن فائلند. اگرچه جمعیت و تنوع گونه‌ای این قارچ‌ها در اکوسیستم‌های طبیعی به نسبت خوب می‌باشد، لیکن ماهیت کشاورزی صنعتی و عملیات صورت گرفته در

آن از جمله وجود و یا عدم وجود دوره‌های تناوب، شخم و شیار، استفاده از نهاده‌های شیمیایی برای تغذیه گیاه، کنترل آفات و بیمارگرها و ایجاد سیستم‌های تک کشتی در اراضی باغی که به تدریج منجر به کاهش کیفیت خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود، جمعیت این ریزجانداران مفید خاکزی را کاهش داده و تنوع گونه‌ای آنها را به سمت استقرار گونه‌هایی با کمترین کارایی سوق می‌دهد. برطبق گزارش‌های موجود در بین گیاهان باغی، مرکبات بیشترین وابستگی را به رابطه همزیستی میکوریزی نشان می‌دهند چراکه سیستم ریشه‌ای این گیاهان حاوی ریشه‌های بسیار کم و کوتاه بوده و گیاه برای دریافت مقادیر کافی آب و عناصر معدنی نیازمند قارچ‌های میکوریز - آربسکولار می‌باشد. بنابراین با افزایش درصد کلونیزاسیون ریشه مرکبات با این ریزجانداران مفید خاکزی، رشد و عملکرد گیاه نیز افزایش می‌یابد. گاهی روابط نیمه تخصصی نیز بین گونه‌های مختلف قارچ‌های میکوریز آربسکولار با کولتیوارهای مختلف مرکبات برای جذب عناصر معدنی از جمله فسفر، روی و مس گزارش شده است. تحت شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک نیز همزیستی میکوریزی به عنوان یک سیستم جذب کمکی می‌تواند توانایی گیاه را در جذب آب و عناصر معدنی از خاک بهبود داده و افزایش رشد و عملکرد گیاه را به دنبال داشته باشد. بنابراین در کلیه شرایط، برقراری رابطه همزیستی میکوریزی باعث بهبود رشد و عملکرد مرکبات شده و مقاومت آن‌ها را در برابر شرایط نامساعد محیطی از جمله تنش‌های خشکی، شوری و درجه حرارت افزایش می‌دهد. طبق برخی گزارش‌های موجود در شرایط شور مقاومت نهال‌های مرکبات حساس به شوری را از طریق تلقیح با گونه‌های خاصی از قارچ‌های میکوریزی می‌توان افزایش داد که این فرایند نتیجه افزایش جذب پتاسیم، کلسیم و منیزیم در بافت ریشه می‌باشد. پراکنده شدن شبکه ریشه‌ای قارچ‌های میکوریزی در اطراف سیستم ریشه‌ای مرکبات و ترشح یک نوع گلیکوپروتئین به نام گلومالین در خاک، افزایش مقدار خاکدانه‌های پایدار در آب را به دنبال داشته و باعث بهبود وضعیت ساختمان خاک شده که خود ارتقای سطح حاصلخیزی خاک را در پی دارد. همین عامل باعث شده تا در شرایط خشک و نیمه خشک مقدار بیشتری از آب در خاک باقی مانده و بدین صورت قارچ‌های میکوریزی می‌توانند به صورت غیر مستقیم رشد و عملکرد مرکبات را در شرایط تنش خشکی افزایش دهند. از طرف دیگر شبکه ریشه‌ای قارچ‌های میکوریزی به صورت مستقیم نیز در جذب آب و انتقال آن به گیاه فعالیت می‌نمایند.

قارچ‌های میکوریزی همچنین سطح فعالیت آنزیمی خاک از جمله آنزیم فسفاتاز را افزایش می‌دهند معمولاً رابطه مستقیمی بین درصد همزیستی میکوریزی و سطح آنزیم فسفاتاز در خاک برقرار می‌باشد که این نیز خود منجر به افزایش مقاومت گیاه در برابر شرایط نامساعد محیطی می‌شود. کارایی دیگر قارچ‌های میکوریزی توانایی آنها در ترشح انواع آنتی‌بیوتیک‌ها در خاک می‌باشد که بدین صورت باعث ممانعت نسبی فعالیت بیمارگرهای ریشه شده و درصد خسارت ناشی از فعالیت نماتدها را کاهش می‌دهند.

روش‌های استفاده از مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی:

□ مصرف گلدانی: برای کاشت گیاهان گلدانی، مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی را می‌توان به صورت یک لایه در خاک بستر گیاه و در ناحیه زیر ریشه قرار داد به طوری که بین قارچ اضافه شده و سیستم ریشه‌ای گیاه تماس مستقیم وجود داشته باشد و یا مایه تلقیح قارچ را با خاک گلدان مخلوط و سپس نسبت به کاشت گیاه اقدام نمود.

□ احداث باغ‌های جدید: بهترین زمان برای کاربرد مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی در زمان احداث باغ‌های جدید و در زمان کاشت نهال‌ها می‌باشد. در این زمان مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی را می‌توان به کف حفره یا گودال ایجاد شده برای کاشت نهال افزوده و سپس نهال را در حفره یا گودال قرار داده شود. نهال‌ها طوری در گودال قرار داده شود که از تماس مستقیم ریشه آن‌ها با مایه تلقیح اطمینان حاصل شود، سپس حفره را با خاک سطحی همراه با کودهای دامی - شیمیایی و دیگر مواد موادآلی مناسب پر نمود. همچنین می‌توان مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی را با مواد تهیه شده برای کاشت نهال مخلوط کرده و از این ترکیب برای پرکردن گودال‌های احداث شده برای کاشت نهال‌ها استفاده نمود.

□ احیاء و جوان‌سازی باغ‌های فرسوده: در این روش مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی را به ناحیه کانال کود یا چالکود و در مجاورت سیستم ریشه‌ای درختان به تنهایی یا به صورت ترکیب با کودهای آلی و شیمیایی اضافه می‌نمایند. پس از گذشت زمان کافی، به تدریج رابطه همزیستی میکوریزی در سیستم ریشه‌ای گیاه ایجاد شده و با افزایش سطح جذب ریشه و امکان افزایش جذب بیشتر آب و عناصر معدنی، رشد مجدد درختان آغاز و تشدید خواهد شد.

□ مصرف حجمی (مناسب برای خزانه‌ها): نهالستان‌ها و خزانه‌ها، بهترین مکان برای استفاده از قارچ‌های میکوریزی می‌باشند. زیرا معمولاً موادی که به عنوان بستر کشت در

خزانة (مواد آلی، معدنی و ...) استفاده می‌شوند عموماً فاقد قارچ‌های میکوریزی هستند و همچنین به دلیل وجود تعداد زیادی نهال و یا قلمه در یک فضای محدود، با استفاده از مقدار کمی از مایه تلقیح می‌توان رابطه همزیستی میکوریزی را در تمامی نهال‌ها و یا قلمه‌های موجود در نهالستان و یا خزانة بوجود آورد، بهترین حالت استفاده از مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی در نهالستان و خزانة مخلوط کردن آن با مواد تشکیل‌دهنده بستر خزانة با یک نسبت مشخص می‌باشد و پس از تهیه بستر ترکیبی با قارچ، نسبت به کاشت قلمه‌ها یا نهال‌ها اقدام گردد.

6-1. برآورد کود آلی مورد نیاز باغ مرکبات

به طور کلی مقدار مطلوب مواد آلی خاک موجود در خاک برای درختان مرکبات در جدول 2-1 آورده شده است.

جدول 2-1. کلاس‌بندی مواد آلی خاک متناسب با بافت خاک

(اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، جلد اول)

کلاس‌بندی مواد آلی	مواد آلی در خاک‌های سبک (درصد)	مواد آلی در خاک‌های سنگین (درصد)
خیلی کم	$< 0/5$	< 1
کم	$0/5 - 1$	$1 - 2$
متوسط	$1 - 1/5$	$2 - 3$
زیاد	$> 1/5$	> 3

مقدار کود حیوانی مصرفی برای افزایش مواد آلی خاک با توجه به بافت خاک متفاوت است و برآورد آن به صورت زیر می‌باشد.

1- در خاک‌های سبک با بافت شنی، سیلتی و شن لومی حد مطلوب مواد آلی خاک حدود $1/5$ درصد است چنانچه نتایج آزمون خاک نشان دهد که مقدار مواد آلی خاک کمتر از $1/5$ درصد است برای افزایش هر $0/1$ درصد مواد آلی خاک، به طور متوسط مصرف $1/5$ تن کود دامی پوسیده توصیه می‌شود.

($15 \times (\text{درصد مواد آلی خاک} - 1/5) = \text{مقدار کود دامی لازم تن در هکتار}$)

2- در خاک‌های با بافت لوم، لوم شنی و لوم سیلتی حد مطلوب مواد آلی خاک حدود 2 درصد است چنانچه نتایج آزمون خاک نشان دهد که مواد آلی خاک کمتر از 2 درصد است برای افزایش

هر 0/1 درصد مواد آلی تا رسیدن به 2 درصد به طور متوسط مصرف 1/5 تن کود دامی پوسیده توصیه می‌شود.

$(15 \times (\text{درصد مواد آلی خاک} - 2) = \text{مقدار کود دامی لازم بر حسب تن در هکتار})$

3- در خاک‌های با بافت لوم رسی، لوم رسی سیلتی و لوم رسی شنی حد مطلوب مواد آلی خاک حدود 2/5 درصد است چنانچه نتایج آزمون خاک نشان دهد که مواد آلی خاک کمتر از 2/5 درصد باشد به ازاء هر 0/1 درصد مواد آلی تا رسیدن به 2/5 درصد، مصرف حدود 1/5 تن کود دامی پوسیده توصیه می‌شود.

$(15 \times (\text{درصد مواد آلی خاک} - 2/5) = \text{کود دامی لازم بر حسب تن در هکتار})$

4- در خاک‌های سنگین با بافت رسی، رس سیلتی و رس شنی حد مطلوب مواد آلی خاک حدود 3 درصد است چنانچه نتایج آزمون خاک نشان دهد که مواد آلی خاک کمتر از 3 درصد است به ازاء هر 0/1 درصد مواد آلی تا رسیدن به 3 درصد (با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی)، مصرف حدود 1/5 تن کود دامی پوسیده توصیه می‌شود.

$(15 \times (\text{درصد مواد آلی خاک} - 3) = \text{کود دامی لازم بر حسب تن در هکتار})$

7-1. نیاز آبی درختان مرکبات

مرکبات، درختان همیشه سبز هستند و چنانچه شرایط برای رشد آنها فراهم باشد در تمام سال به آبیاری نیاز دارند. اما در برخی مناطق (مانند مناطق شمال کشور)، معمولاً شرایط آب و هوایی در اواخر پاییز و زمستان به گونه‌ای است که در بیشتر سال‌ها نیاز به آبیاری نیست یا این که، نیاز آبی به حداقل می‌رسد. اما در این مناطق نیز، اگر در فصل زمستان مقدار بارندگی در طول 10 تا 15 روز کمتر از 5 میلی‌متر باشد آبیاری سبک مورد نیاز است. درختان جوان مرکبات در تمام طول سال که شرایط رشد فراهم می‌باشد به آبیاری نیاز دارند. این درختان با توجه به حجم ریشه به حجم آب آبیاری کمی نیاز دارند. در مقابل، برای افزایش حجم تاج و افزایش پتانسیل عملکرد در زمان باردهی، فاصله زمانی بین آبیاری‌ها باید کوتاه باشد. اما در درختان بارده، فاز اول رشد میوه به ویژه زمان شکوفایی گل‌ها و تشکیل میوه، از حساس‌ترین مراحل رشدی، به تنش آبی است، تنش آبی در این مرحله موجب افزایش ریزش گل‌ها، کاهش تشکیل میوه، افزایش ریزش میوه‌چه‌ها پس از تشکیل میوه (Post setting drop) و ریزش تابستانه (June drop) خواهد شد.

همچنین در فاز دوم رشد میوه (پس از ریزش تابستانه تا بلوغ میوه) که سلول‌های میوه شروع به درشت و حجیم شدن می‌کنند به تنش‌های آبی، حساس هستند و تنش‌های متوالی و متعدد موجب کاهش اندازه میوه می‌شود. به ویژه، در سال‌های آور با میوه زیاد که پتانسیل ریز شدن میوه‌ها زیاد است تنش آبی، ریز شدن میوه‌ها را تشدید می‌کند. یکی از مهمترین علائم تنش آبی در فاز دوم رشد میوه‌ها، توقف رشد میوه‌ها است.

نیاز آبی درختان مرکبات در مناطق مختلف، متفاوت است، براساس داده‌های هواشناسی، نیاز خالص آبیاری (مقدار آبی است که در باغ به درختان تحویل داده می‌شود) درختان بالغ مرکبات برای برخی مناطق مازندران در جدول 1-2 آمده است. با توجه به این که نیاز آبی درختان مرکبات ارتباط مستقیمی با سن آنها دارد لذا برای تعیین نیاز آبی درختان با سن متفاوت، باید مقدار نیاز آبی درختان مسن (جدول 1-3) را در ضریب اصلاحی (جدول 1-4) ضرب نمود. نیاز خالص آب آبیاری درختان مرکبات در جنوب استان کرمان بسته به رقم، تراکم کشت و داده‌های هواشناسی بین 650 تا 950 میلی‌متر در سال (6500 تا 9500 مترمکعب در هکتار) است. به طور میانگین نیاز آبی هر درخت بارده حدود 100 لیتر در روز است.

جدول 1-3. نیاز آبی درختان بالغ مرکبات در مناطق مختلف مازندران

(عبادی و همکاران، 1393)

منطقه	نیاز خالص آبیاری (مترمکعب در هکتار)	نیاز ناخالص آبیاری (مترمکعب در هکتار)
رامسر، تنکابن، چالوس و نوشهر	1200 - 1800	1500 - 2250
نور، محمودآباد، فریدونکنار، بابلسر و سوادکوه	1800 - 2500	2200 - 3100
قائم‌شهر، ساری، جویبار، آمل، بابل، نکا، بهشهر و گلگاه	2500 - 3400	3100 - 4200

جدول 1-4. ضریب اصلاحی برای تعیین نیاز آبی درختان با توجه به سن آنها

سن درختان (سال)	> 20	16 - 20	11 - 15	6 - 10	< 6
ضریب اصلاحی	1	0/9	0/7	0/5	0/3

1-7-1. آبیاری قطره‌ای

بر اساس مطالعات منطقه‌ای نگارندگان و همچنین منابع علمی بررسی شده، برای درختان مرکبات سیستم آبیاری خطی (نواری) مناسب‌تر از سیستم حلقه‌ای (لوپ) است. برای نهال‌های جوان 1 تا 2 ساله، سیستم نواری با یک نوار در یک سمت ردیف کاشت نهال‌ها با یک قطره چکان با دبی حدود 4 لیتر در ساعت، که در فاصله حداقل 20 سانتی‌متری از طوقه نهال قرار گرفته باشد، کافی است. اما توصیه می‌شود در پایان سال دوم رشد، یک نوار به سمت دیگر ردیف نهال‌ها افزوده شود. بنابراین دو نوار، در دو طرف نهال‌ها وجود خواهند داشت. با افزایش سن درختان و متناسب با شعاع تاج درختان، فاصله نوارهای آبیاری از طوقه نهال‌ها افزایش داده شود به طوری که قطره چکان‌ها، در یک سوم حاشیه خارجی سایبان درختان قرار گیرند. فاصله قطره چکان‌ها روی نوار، متناسب با بافت خاک (از 60 سانتی‌متر در خاک‌های با بافت سبک تا حداکثر 90 سانتی‌متر در خاک‌های با بافت سنگین) و تعداد قطره‌چکان‌ها متناسب با قطر تاج درختان باشد. بر اساس پژوهش‌های نگارندگان، در خاکی با بافت سبک (لوم سیلتی) و شعاع خیس‌شوندگی حدود 35 سانتی‌متر که 50 درصد از آب قابل استفاده آن تخلیه شده باشد 3 تا 4 ساعت باز بودن سیستم آبیاری با دبی قطره چکان‌های حدود 4 لیتر بر ساعت برای خیس شدن این شعاع تا عمق 50 سانتی‌متری کفایت می‌کند و در خاکی با بافت نسبتاً سنگین (رس لومی) 4 تا 5 ساعت آبیاری با این سیستم کافی است.

درختان مرکبات به حجم آب کم با دور آبیاری نزدیک (آبیاری پالسی) نیاز دارند. مرکبات به تنش مانداب نیز بسیار حساس هستند و از آبیاری زیاد برای این درختان باید پرهیز شود. نیاز آبی درختان مرکبات بر اساس تاج درخت (بر اساس روش تجربی) در جدول 1-5 آمده است. این جدول بر اساس کارهای عملی و تجربیات چندین ساله در منطقه ساری تهیه شده است و صرفاً می‌تواند یک راهنمای کلی برای باغداران باشد. اما آب خالص مورد نیاز و نیاز خالص آب آبیاری مرکبات در مناطق مختلف کشور در جدول 1-6 و 1-7 آورده شده است.

درختان مرکبات، درختانی همیشه سبز هستند و در تمام فصول سال فعالیت دارند، گرچه ممکن است در ماه‌های سرد سال، فعالیت آنها به حداقل برسد. بنابراین در ماه‌های آخر پاییز و زمستان هنگامی که هوا گرم و خشک باشد و به مدت 15 روز متوالی یا بیشتر، بارندگی رخ ندهد آبیاری سبک مورد نیاز است و تنش آبی پس از برداشت میوه موجب کاهش توسعه گل‌ها، کاهش تشکیل گل و میوه و همچنین افزایش ریزش میوه‌چه‌ها پس از تشکیل میوه‌چه‌ها خواهد شد.

به علاوه، آبیاری سنگین و متوالی در خاک‌های با بافت سنگین، به ویژه در اراضی شالیزاری که به باغ تبدیل شده‌اند و باغ‌هایی که یک لایه متراکم و فشرده در منطقه ریشه دارند، موجب کاهش تهویه در منطقه ریشه، کاهش رشد، زردی برگ‌های جوان، ریزش گل و میوه‌چه و خشکیدگی سرشاخه‌ها خواهد شد. بررسی‌های منطقه‌ای انجام شده نشان می‌دهد که به احتمال زیاد، لایه متراکم و فشرده در اغلب اراضی و باغ‌های منطقه در فاصله 40 الی 50 سانتی‌متری از سطح خاک وجود دارد. متوسط آب خالص مورد نیاز و نیاز خالص آب آبیاری در مناطق عمده کشت مرکبات مازندران در جدول 1-5 آورده شده است. لازم به ذکر است که نیاز آبی مناطقی که در جدول وجود ندارد با استفاده از تشابه اقلیمی قابل برآورد است. به طور کلی برای آبیاری درختان مرکبات، اگر از آبیاری قطره‌ای استفاده شود در مناطق گرم و خشک (بیشتر مناطق جنوبی کشور) آبیاری کوتاه متناسب با ظرفیت نگهداری خاک در دو نوبت صبح و عصر (به شکل پالسی) و در مناطق شمالی کشور یک نوبت در روز (به شکل پالسی) پیشنهاد می‌شود و در پایان هر هفته، آبیاری سنگین جهت شستشوی نمک‌های اضافی از منطقه ریشه انجام شود و از محلول‌پاشی کائولین با غلظت 2 تا 3 درصد برای کاهش تنش نیز استفاده شود.

جدول 1-5. حجم آب آبیاری مورد نیاز درختان بر اساس قطر تاج درخت، جدول راهنما برای شرق مازندران می‌باشد و در روزهایی که بارندگی وجود دارد متناسب با حجم بارندگی از نیاز به آب آبیاری کاسته می‌شود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1392 و 1393)

قطر تاج (سانتی‌متر)								
متوسط نیاز آبی در ماه‌های مختلف سال (لیتر در روز)								
فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
12	15	20	35	35	25	20	15	10
15	20	25	40	40	30	25	20	12
15	25	30	45	45	35	30	25	15
24	30	40	60	60	50	40	30	20
27	35	50	70	70	60	50	35	25
30	45	60	80	80	70	60	45	25
35	50	65	90	90	80	65	50	30
35	50	65	95	95	85	65	50	30

جدول 1-6. مقدار آب خالص مورد نیاز و نیاز خالص آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) مرکبات برای برخی از مناطق عمده کشت مرکبات، بدون احتساب راندمان (خادمی و همکاران، 1382)

استان	منطقه*	دوره محاسبه (روز)	آب خالص مورد نیاز	تأمین شده از بارندگی	نیاز خالص آب آبیاری S	نیاز خالص آب آبیاری e
گیلان	1- رشت	365	6510	4860	1650	1300
	2- انزلی	365	6580	5170	1410	1110
	3- لاهیجان	365	8820	6330	2490	1960
مازندران	4- ساری	365	7390	4120	3270	2570
	5- بابلسر	365	6760	3900	2860	2250
	6- رامسر	365	6140	4790	1350	1060
	7- نوشهر	365	5830	4460	1370	1080
	8- قراخیل	365	6290	4010	2280	1790
	9- بابل	365	9070	4180	4890	3850
	10- آمل	365	8670	4400	4270	3360
	11- قائم شهر	365	9180	4830	4350	3420
	12- تنکابن	365	7940	5400	2540	2000
خوزستان	13- اهواز	365	13950	2200	11750	9250
	14- دزفول	365	14340	2910	11430	9000
	15- شوشتر	365	13820	2370	11450	9020
فارس	16- شیراز	365	10590	2470	8120	6390
	17- فسا	365	11660	1930	9730	7660
	18- استهبانات	365	10710	2320	8390	6610
	19- چهرم	365	11460	1950	9510	7490
	20- ممسنی	365	11350	3130	8220	6470
	21- لار	365	11810	1790	10020	7890
	22- داراب	365	13080	2470	10610	8350
	23- نیریز	365	11250	1880	9370	7380
	24- کازرون	365	12710	2800	9910	7800
	25- فیروزآباد	365	11820	3100	8720	6870

*: نیاز آبی مناطقی که در جدول وجود ندارد با استفاده از تشابه اقلیمی برآورد می‌باشد.

S: در روش‌های آبیاری که در آن‌ها کل سطح باغ خیس می‌شود.

E: در روش‌های آبیاری که در آن‌ها قسمتی از سطوح باغ خیس می‌شود.

جدول 1-7. مقدار آب خالص مورد نیاز و نیاز خالص آب آبیاری (مترمکعب در هکتار) مرکبات برای برخی از مناطق عمده کشت مرکبات، بدون احتساب راندمان (خادمی و همکاران، 1382)

استان	منطقه *	دوره محاسبه (روز)	آب خالص مورد نیاز	تأمین شده از بارندگی	نیاز خالص آب آبیاری S	نیاز خالص آب آبیاری e
بوشهر	26- بوشهر	365	11980	2080	9900	7800
	27- کرمان	365	12410	1570	10840	8540
	28- بم	365	11690	660	11030	8690
	29- جیرفت	365	11640	1670	9970	7850
	30- بافت	365	10210	1950	8260	6500
کرمان	31- کهنوچ	365	15810	2270	13540	10660
	32- بندرعباس	365	13460	1320	12140	9560
	33- میناب	365	12610	1860	10750	8460
	34- حاجی آباد	365	13890	2080	11810	9300
	35- بندر لنگه	365	13410	770	12640	9950
هرمزگان	36- جاسک	365	13740	1390	12350	9720
	37- خاش	365	12740	1290	11450	9020
	38- سراوان	365	14050	1080	12970	10210
	39- ایرانشهر	365	16290	790	15500	12210
	40- چاه بهار	365	12640	1150	11490	9050
خراسان	41- طبس	365	11590	720	10870	8560
	42- گچساران	365	12520	2580	9940	7830

* : نیاز آبی مناطقی که در جدول وجود ندارد با استفاده از تشابه اقلیمی برآورد می‌باشد.

S : در روش‌های آبیاری که در آن‌ها کل سطح خاک باغ خیس می‌شود.

E : در روش‌های آبیاری که در آن‌ها قسمتی از سطح خاک باغ خیس می‌شود.

1-7-2. آبیاری بارانی (زیر تاج درختان)

در برخی مناطق کشور مانند دزفول، جیرفت، بندرعباس و قصرشیرین به علت گرم و خشک بودن هوا و گرمای شدید هوا به ویژه در فصل تابستان (حدود 50 درجه سانتی‌گراد)، معمولاً رشد درختان از اواسط تیرماه تا اواسط شهریورماه متوقف می‌شود. بنابراین استفاده از سیستم آبیاری بارانی همراه محلول‌پاشی کائولین و پوشش مناسب گیاهی در بین ردیف‌های درختان جهت کاهش خسارت تنش گرما و تعدیل درجه حرارت توصیه می‌شود. نتایج برخی آزمایش‌های منطقه‌ای در دزفول نشان داده است که سیستم آبیاری بارانی با فشار حدود 50 پوند بر اینچ مربع (PSI) با دور برگشت آبیاری یک روز در میان مناسب‌تر از دیگر روش‌های آبیاری بوده است. اما مصرف آب آبیاری در روش بارانی حدود 10 تا 15 برابر بیشتر از روش قطره‌ای است. در مناطق گرم و خشک با دمای بالا، از محلول‌پاشی کائولین با غلظت 2 تا 3 درصد برای کاهش تنش نیز توصیه می‌شود.

فصل دوم

روش‌های تشخیص کمبود عناصر غذایی

2-1. آزمون خاک

بیشتر پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که همبستگی ضعیفی بین نتایج آزمون خاک با غلظت عناصر غذایی برگ و همچنین عملکرد درختان میوه وجود دارد. علت چنین همبستگی ضعیفی را می‌توان گسترده‌ی ریشه درختان میوه، فعال بودن ریشه درختان در بیشتر طول سال (که منجر به جذب و تجمع عناصر غذایی در بافت‌های مختلف درختان می‌شود که می‌تواند مجدداً به شکل فعال در آید) و همچنین عدم امکان فراهم نمودن نمونه‌ی نماینده برای وضعیت تغذیه‌ای تمام منطقه ریشه درختان ذکر کرد. اما علی‌رغم این محدودیت‌ها، آزمون خاک می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مورد قابلیت استفاده عناصر غذایی درختان و وضعیت شیمیایی خاک‌ها به ویژه قبل از احداث باغ ارائه دهد. بنابراین آزمون خاک می‌تواند اطلاعات بسیار مفیدی برای تفسیر بهتر نتایج آزمون برگ ارائه نماید و همچنین در فرموله کردن برنامه کوددهی درختان مرکبات نیز مفید باشد. به طور کلی آزمون خاک شامل روش‌های استاندارد برای نمونه‌برداری، آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌ها است که می‌تواند امکان تفسیر صحیح نتایج و توصیه مناسب را فراهم سازد.

2-1-1. انتخاب محل نمونه‌برداری

قبل از این که برای نمونه‌برداری اقدام شود خاک باغ مورد نظر، باید تجزیه و تحلیل شود. قطعاتی که تیپ خاک (soil type) آنها متفاوت است باید به طور جداگانه نمونه‌برداری شوند. برای مثال، قطعاتی که بافت خاک آن‌ها سبک‌تر است، مواد اصلاح کننده در آن‌ها مصرف شده یا پست‌تر هستند باید به طور جداگانه نمونه‌برداری شوند. خاک‌های غیر نماینده، مانند مناطق باطلای و پست، خاک‌های اطراف ساختمان‌ها، نزدیک جاده‌ها و خاک اطراف پرچین‌های باغ نباید نمونه‌برداری شوند.

2-1-2. زمان نمونه‌برداری

در روش‌های معمول نمونه برداری خاک برای درختان میوه، معمولاً نمونه‌ها از عمق 0-30 و 30-60 سانتی‌متری خاک در آب‌چکان، حدود 10 تا 20 درخت در بلوک تهیه می‌شوند. ابتدا نمونه‌ها داخل یک ظرف مناسب ریخته شده و کاملاً مخلوط شوند و قبل از

ارسال به آزمایشگاه، هوا خشک گردند. نمونه‌ها در اواخر فصل تابستان (شهریور) تا اواخر مهرماه، قبل از کوددهی پاییزه یا در اواخر فصل زمستان و اوایل بهار، قبل از شروع کوددهی فصل زراعی جدید تهیه شوند. این روش نمونه‌برداری در بعضی شرایط می‌تواند تغییر کند. برای مثال در باغ‌هایی با سیستم آبیاری قطره‌ای یا میکروجت، نمونه‌ها از درون منطقه مرطوب آب‌پاشی شده یا منطقه خیس شده زیر قطره‌چکان‌ها تهیه شوند. زیرا این مناطق دارای بیشترین تراکم ریشه و همچنین در معرض بیشترین تغییرات pH ناشی از مصرف آب آبیاری (با کیفیت متفاوت) یا استفاده از کودهای اسیدی می‌باشند. برای درک بهتر تغییرات شیمیایی درون منطقه مرطوب، نسبت به خاک منطقه آبیاری نشده، بهتر است یک نمونه جداگانه از خارج منطقه مرطوب نیز برای مقایسه تهیه شود.

2-3-1. روش نمونه‌برداری

1. نمونه‌های خاک از آب‌چکان درختان از عمق 30-0 و 60-30 سانتی‌متری در ناحیه خیس شده قطره‌چکان‌ها با حداکثر فعالیت ریشه تهیه شوند.
2. در قطعه مورد نظر، حداقل سه ردیف از درختان حاشیه کنار گذاشته شوند و از خاک سایر درختان نمونه‌برداری شود.
3. درختان مورد نظر در هر قطعه، به صورت تصادفی یا طبق یک نقشه از قبل تعیین شده انتخاب شوند، بعد از انتخاب درختان، در آب‌چکان آنها حداقل 3-2 سانتی‌متر از سطح خاک کنار زده شود. سپس با یک وسیله نمونه‌برداری مانند اگر یا بیل اقدام به نمونه‌برداری شود. هنگام نمونه‌برداری با بیل باید تلاش گردد مقدار مساوی خاک نسبت به عمق برداشته شود (شکل 1).
4. از هر قطعه یک‌نواخت یا یک قطعه نماینده از باغ‌های بزرگ با وضعیت یکسان، 20-10 نمونه ساده از اعماق 30-0 و 60-30 سانتی‌متری تهیه شود و سپس نمونه‌های هر عمق به طور جداگانه کاملاً با هم مخلوط شده و یک نمونه مرکب برای هر عمق تهیه شود.
5. اگر در سال‌های قبل، کود به صورت نواری یا کانال‌کود یا چالکود مصرف شده است نمونه خاک‌های مورد نظر نباید از نوارها، کانال‌ها یا چالکودها تهیه شود.



شکل 2-1. روش صحیح نمونه برداری با بیل

4-1-2. تفسیر نتایج آزمون خاک

تفسیر نتایج آزمون خاک، مقدار نسبی اعداد آزمون خاک را تشریح می‌کند. برای تفسیر از کلاس‌های خیلی کم (very low)، کم (low)، متوسط (medium)، زیاد (high) و خیلی زیاد (very high) استفاده می‌شود. به هر حال، نتایج آزمون خاک معنی پیدا نمی‌کند مگر آن‌ها با پاسخ‌های گیاهی واسنجی شوند. کلاس خیلی کم، نشان می‌دهد که خاک، مقدار کمی از نیاز غذایی محصول را می‌تواند تامین کند، بنابراین بیشتر نیاز عناصر غذایی درختان با مصرف کودهای شیمیایی محتوی آن عنصر خاص باید جبران شود. کلاس کم و متوسط نشان می‌دهد که مقدار نسبتاً بیشتری از عناصر غذایی می‌تواند از طریق خاک تامین شود، بنابراین نیاز به کوددهی کاهش می‌یابد. وقتی که نتایج آزمون خاک، زیاد یا خیلی زیاد است همه نیازهای تغذیه‌ای محصول می‌توانند توسط خاک تامین شوند و به مصرف کودهای شیمیایی محتوی آن عنصر یا عناصر غذایی نیاز نمی‌باشد. راهنمای تفسیر نتایج آزمون برای خاک‌های آهکی و خاک‌های اسیدی غرب و دامنه‌های جنوبی مازندران (که pH آنها کمتر از 7 است) در جدول 2-1 آورده شده است.

**جدول 2-1. راهنمای تفسیر نتایج آزمون خاک برای درختان مرکبات در خاک‌های آهکی
(اسدی کنگرگاهی و اخلاقی امیری، 1393)**

عنصر غذایی (روش استخراج)	خیلی کم	کم	متوسط (مطلوب)	زیاد	خیلی زیاد
میلی گرم در کیلوگرم					
فسفر (ولسن)	< 5	5 - 15	15 - 25	25 - 60	> 60
پتاسیم (استات آمونیوم)	< 100	100 - 200	200 - 300	300 - 500	> 500
منیزیم (استات آمونیوم)	< 400	400 - 600	600 - 700	700 - 800	> 800
منیزیم (مونوکلسیم فسفات)	< 100	100 - 150	150 - 200	200 - 400	> 400
سولفات (استات آمونیوم)	< 15	15 - 25	25 - 30	30 - 50	> 50
سولفات (مونوکلسیم فسفات)	< 5	5 - 10	10 - 11	11 - 30	> 30
آهن (DTPA)	< 2	2 - 4	4 - 5	5 - 10	> 10
منگنز (DTPA)	< 1	1 - 2/5	2/5 - 1	3 - 5	> 5
روی (DTPA)	< 1	1 - 1/5	1/5 - 2	2 - 4	> 4
مس (DTPA)	< 0/5	0/5 - 0/75	0/75 - 1	1 - 2	> 2
بور (آب داغ)	< 0/1	0/1 - 0/5	0/5 - 1	1 - 1/5	> 1/5

2-2. آزمون برگ

مناسب‌ترین روش برای تشخیص وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های مرکبات، آزمون برگ است، زیرا همبستگی بسیار خوبی بین آزمون برگ و عملکرد درختان میوه وجود دارد. به طور کلی هدف از آزمون برگ، تنظیم برنامه کودی است به طوری که از مشکلات تغذیه‌ای و پی‌آمدهای پرهزینه آنها جلوگیری شود. همچنین آزمون برگ، یک ابزار مفید برای تشخیص مشکلات تغذیه‌ای و تنظیم برنامه کودی برای درختان مرکبات است زیرا غلظت عناصر غذایی برگ، دقیق‌ترین شاخص وضعیت تغذیه‌ای درختان میوه می‌باشد. به علت این که مرکبات جز گیاهان چند ساله هستند بنابراین آزمون برگ، بهترین شاخص برای مدیریت کوددهی آنها است. برگ‌ها به خوبی تجمع و انباشت عناصر غذایی و توزیع مجدد آنها را در کل درختان نشان می‌دهند بنابراین کمبود یا زیادی یک عنصر در خاک در اغلب موارد به خوبی در برگ انعکاس می‌یابد. پژوهش‌های انجام شده در مورد آزمون برگ مرکبات نشان داده است که آزمون برگ می‌تواند به عنوان یک ابزار واقعی برای مدیریت

تغذیه درختان مرکبات استفاده شود اما دستورالعمل نمونه برداری باید به طور دقیق دنبال شود تا از صحت نتایج، اطمینان حاصل شود.

2-2-1. زمان نمونه برداری برگ

به طور کلی نمونه های برگ، باید از برگ های کاملاً توسعه یافته وسط شاخه های انتهایی فصل جاری در پیرامون هر درخت تهیه شوند (شکل 2-2). بنابراین نمونه های برگ باید در زمان مناسبی از سال تهیه شوند زیرا غلظت عناصر غذایی در برگ ها به طور مداوم در حال تغییر است. همچنان که سن برگ ها از بهار تا پاییز افزایش می یابد غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم کاهش، غلظت کلسیم افزایش و غلظت منیزیم ابتدا افزایش و سپس کاهش می یابد. به هر حال، غلظت عناصر معدنی برگ از 4 تا 7 ماه پس از شروع رشد جوانه ها در بهار، نسبتاً ثابت است. بنابراین بهترین زمان برای تهیه و جمع آوری برگ های فلش های بهاره با 4 تا 7 ماه سن، از اواخر تیر ماه تا اواخر مهر ماه است. اگر برگ ها دیرتر نمونه برداری شوند ممکن است برگ های تابستانه به آسانی با برگ های بهاره اشتباه گرفته شوند.

2-2-2. روش نمونه برداری برگ

1. برای انتخاب نمونه نماینده از یک قطعه، درختان به صورت تصادفی، زیگزاک یا مورب انتخاب شوند و درختان حاشیه باغ نیز باید از نمونه برداری حذف شوند.
2. شاخه های رویشی انتهایی سرشاخه ها، برای نمونه برداری ترجیح داده می شوند و نمونه ها از ارتفاع 1/5 الی 2 متری از سطح زمین، از چهار جهت شمال، جنوب، شرق و غرب در محیط بیرونی درختان تهیه شوند (زمان مناسب نمونه گیری، قبل از کوددهی یا آبیاری است).
3. نمونه ها باید از محل هایی که کاملاً در معرض نور آفتاب (حاشیه بیرونی درخت) هستند انتخاب شوند.
4. برگ های عاری از آلودگی، بیماری، صدمه مکانیکی، آفات، بافت های پیر و مرده نمونه برداری شوند. بنابراین از برگ های صدمه دیده (توسط حشرات یا به طور مکانیکی)، برگ های دارای لکه و برگ های دارای علائم بیماری یا هر نوع علائم دیگر، برای نمونه برداری خودداری شود.
5. برگ های بالغ 4 الی 7 ماهه از سرشاخه های فصل جاری تهیه شوند. نمونه ها از شاخه های بدون میوه یا شاخه های دارای میوه به طور جداگانه نمونه برداری شوند (شکل 2).

6. هر نمونه برگ، شامل حدود 100 برگ از سرشاخه‌های بدون میوه از درختان یکسان (ارقام و پایه‌های مشابه) با برنامه کودی یکسان می‌باشد و درختان نمونه-گیری شده باید نماینده غالب درختان آن باغ باشند. به طور کلی، 25 برگ از هر درخت می‌تواند تخمین مناسبی از وضع عناصر غذایی بدهد.
7. از کیسه‌های کاغذی تمیز برای جمع‌آوری و ذخیره نمونه‌ها استفاده شود. این کیف‌ها، با یک شماره خاص علامت‌گذاری شوند که بتوان هنگام دریافت نتایج تجزیه، آن را مورد شناسایی قرار داد.



شکل 2-2. برگ‌هایی که باید نمونه‌برداری شوند

2-2-3. تفسیر نتایج آزمون برگ

یکی از نتایج آزمون برگ، تعیین وضع تغذیه‌ای باغ یا درختان است که از این داده‌ها می‌توان برای تعیین میزان و نوع کود مصرفی استفاده کرد. باغدارانی که در زمینه تفسیر نتایج آزمون برگ مهارت کافی ندارند داده‌ها را با کمک مشاورهای تکنیکی که در زمینه تغذیه‌ی مرکبات مهارت دارند، تفسیر می‌نمایند. هدف اولیه آزمون برگ، بهینه کردن مصرف سالانه کودهای شیمیایی برای تولید عملکرد بیشتر است. همچنین در بلند مدت، هدف از آزمون برگ، به حداقل رساندن مصرف کودهای شیمیایی است در حالی که پتانسیل تولید و کیفیت میوه ثابت بماند. برای رسیدن به این هدف، ضروری است که مدیریت و مقدار مصرف کودهای شیمیایی سالانه ثبت گردد و در زمان تفسیر نتایج آزمون برگ و همچنین در تصمیم‌گیری‌های مدیریت تغذیه آینده باغ از آن استفاده شود.

- آزمایشگاه، غلظت کل هر عنصر را در نمونه برگ، تعیین می‌کند نظر به این‌که غلظت کل تعیین می‌شود بنابراین اختلافی بین نتایج تجزیه برگ آزمایشگاه‌های مختلف نباید وجود داشته باشد.
- برای تفسیر نتایج آزمایشگاهی، باغداران باید نتایج آزمایش برگ باغ‌های مورد نظر را با نتایج آزمون برگ استاندارد (جدول‌های 1-2 تا 3-2) مقایسه کنند. این استانداردها بر اساس مشاهدات میدانی بلند مدت در کشورهای مختلف با ارقام و پایه‌های مختلف مرکبات در شرایط مدیریتی مختلف تهیه شده است و برای ارزیابی تغذیه درختان مرکبات در کل جهان استفاده می‌شوند.
- هدف مدیریت تغذیه، حفظ غلظت عناصر غذایی برگ در دامنه مطلوب است. اگر در تفسیر نتایج، غلظت یک عنصر خاص در دامنه مطلوب قرار ندارد برای افزایش غلظت آن عنصر، روش‌های مختلفی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

جدول 2-2. راهنمای تفسیر نتایج آزمون برگ درختان پرتقال (ناول‌ها) که از شاخه‌های انتهایی

میوه‌دار سیکل بهاره تهیه شده‌اند

عنصر	غلظت عناصر غذایی (درصد)				
	کمبود	کم	مناسب	زیاد	خیلی زیاد
نیترژن	< 2	2/1-2/3	2/4-2/9	3-3/5	> 3/6
فسفر	-	< 0/08	0/08-0/12	0/12-0/24	> 0/25
پتاسیم	< 0/3	0/3-0/7	0/7-1/5	1/5-2	> 2
کلسیم	< 1/5	1/5-3	3-5/5	5/5-7	> 7
منیزیم	< 0/17	0/17-0/3	0/3-0/5	0/5	-
سولفور	< 0/13	0/14-0/19	0/2-0/4	0/4-0/5	> 0/6
میلی گرم در کیلوگرم					
آهن	< 35	36-59	60-120	130-200	> 200
منگنز	< 15	15-20	20-80	80-200	> 200
مس	< 24	4-10	10-15	15-20	> 20
بور	< 15	15-35	35-100	100-200	> 200

جدول 2-3. راهنمای تفسیر نتایج آزمون برگ درختان پرتقال (ناولها) که از شاخه‌های انتهایی بدون میوه سیکل بهاره تهیه شده‌اند.

غلظت عناصر غذایی (درصد)					عنصر
خیلی زیاد	زیاد	مناسب	کم	کمبود	
> 3	2/8-3	2/5-2/7	2-2/4	< 2/2	نیتروژن
> 0/3	0/17-0/29	0/12-0/16	0/09-0/11	< 0/9	فسفر
> 2/4	1/8-2/3	1/2-1/7	0/7-1/1	< 0/7	پتاسیم
> 7	5-6/9	3-4/9	1/5-2/9	< 1/5	کلسیم
> 0/8	0/5-0/7	0/3-0/5	0/2-0/29	< 0/2	منیزیم
> 0/6	0/4-0/6	0/20-0/39	0/14-0/19	0/14	سولفور
میلی گرم در کیلوگرم					عنصر
خیلی زیاد	زیاد	مناسب	کم	کمبود	
> 500	50-300	25-49	18-24	< 17	منگنز
> 1000	50-500	25-49	18-24	< 17	روی
> 20	15-20	5-15	3/7-4/9	< 3/6	مس
> 250	120-200	50-120	36-50	< 35	آهن
> 250	101-200	36-100	21-35	< 20	بور

جدول 2-4. راهنمای تفسیر نتایج آزمون برگ درختان نارنگی (انثو)

غلظت عناصر غذایی (درصد)					عنصر
خیلی زیاد	زیاد	مناسب	کم	کمبود	
> 3/5	3-3/5	2/6-3	1/6-2/5	< 1/5	نیتروژن
> 0/3	0/16-0/30	0/15-0/16	0/08-1/4	< 0/08	فسفر
> 2	1/3-2	0/9-1/2	0/4-0/8	< 0/4	پتاسیم
> 7	5/6-6/9	3-5/5	1/6-2/9	< 1/5	کلسیم
> 1/12	0/70-1/10	0/30-0/60	0/16-0/29	< 0/15	منیزیم
> 0/50	0/41-0/50	0/20-0/40	0/14-0/19	< 0/13	سولفور
میلی گرم در کیلوگرم					عنصر
خیلی زیاد	زیاد	مناسب	کم	کمبود	
> 200	130-200	60-120	36-59	< 35	آهن
> 200	80-200	25-80	15-20	< 15	منگنز
> 20	15-20	10-15	5-10	< 5	مس
> 250	150-250	50-150	20-40	< 20	بور

2-3. استفاده از علائم ظاهری برای تشخیص کمبود عناصر غذایی ماکرو (پر مصرف)

2-3-1. کمبود نیتروژن

علائم کمبود نیتروژن ابتدا در برگ‌های مسن ظاهر می‌شود و سپس به تدریج به طرف برگ‌های جوان‌تر پیشرفت می‌کند. کمبود نیتروژن به صورت برگ‌های سبز متمایل به زرد

کم‌رنگ با رگبرگ‌های کمی روشن‌تر ظاهر می‌شود. برگ‌های جدید، کوچک، نازک، ترد، شکننده و دارای رنگ سبز روشن می‌شوند (شکل 2-3).

درختانی که در خاک‌های با کمبود نیتروژن رشد می‌کنند ممکن است ظاهری تقریباً طبیعی داشته باشند اما اندازه آنها کوچک‌تر است. این درختان، میوه کمی دارند و در برخی موارد نیز ممکن است میوه‌ای تولید نکنند و همچنین تناوب باردهی شدید دارند. درختان مرکبات با کمبود نیتروژن، به طور پراکنده گل می‌دهند، فلش‌های رشدی (جهش‌های رشدی)، به طور نامنظم ظاهر می‌شوند و همچنین رشد برگ و شاخه‌های آنها محدود است. کمبود نیتروژن، موجب زردی کل شاخ و برگ می‌گردد، این علائم به ویژه در درختانی که به خوبی تغذیه می‌شوند و سپس مصرف نیتروژن آنها به سرعت کاهش می‌یابد، ظاهر می‌شود. برگ‌های فلش‌های جدید، سبزتر از برگ‌های فلش‌های مسن هستند. برگ‌های سبز بالغ به آرامی به شکل بلوک‌های زرد و سبز نامنظم تغییر می‌یابند سپس کاملاً زرد شده و می‌ریزند. همچنین رشد درختان متوقف می‌شود و میزان محصول کاهش می‌یابد و پوست میوه کم‌رنگ و صاف می‌شود. اگر کمبود نیتروژن در طول تابستان و پاییز، زمانی که میوه‌ها در حال توسعه و بالغ شدن هستند، رخ دهد بعضی از برگ‌ها زرد شده و ممکن است ریزش کنند (علائمی که تقریباً مانند کمبود منیزیم است). در درختان با کمبود نیتروژن، رشد شاخه‌های جوان خیلی کم و نامنظم می‌شود. دای‌بک شاخه‌های انتهایی رخ می‌دهد و تولید محصول کاهش می‌یابد.



شکل 2-3. علائم کمبود نیتروژن در درختان مرکبات

2-3-2. کمبود فسفر

معمولا تحت شرایط کمبود فسفر، رشد رویشی درختان کاهش می‌یابد و فسفر از برگ‌ها و بافت‌های مسن‌تر به طرف بافت‌های جوان‌تر حرکت می‌کند بنابراین علائم کمبود، ابتدا در برگ‌های مسن‌تر ظاهر می‌شود که سبزی رنگ آنها کاهش می‌یابد. همچنین با کمبود فسفر، برگ‌ها کوچکتر از معمول و درخشندگی آنها نسبت به حالت معمول کاهش می‌یابد و با تشدید کمبود ممکن است لکه‌های نکروتیک روی برگ‌ها مشاهده شود و رشد برگ‌های جوان نیز کاهش یابد (شکل 2-4).

اثر کمبود فسفر در کیفیت میوه مرکبات، با میوه‌های اسفنجی، پوست ضخیم و میزان عصاره پایین مشخص می‌شود. همچنین پوست میوه، ضخیم‌تر، گوشت بیشتر، عصاره کمتر، اندازه میوه تا حدودی کوچکتر، اسیدیته میوه بیشتر، میزان ویتامین ث بیشتر و گاهی اوقات پفی شدن (puffiness) میوه‌ها و لکه‌های آب‌گزیده (water spots) که یک ناهنجاری فیزیولوژیکی که موجب شکستن پوست می‌شود نسبت به درختان فاقد کمبود، بیشتر دیده می‌شود. با کمبود فسفر، بلوغ میوه در بیشتر موارد، به تاخیر می‌افتد و همچنین رشد ریشه کاهش یافته یا متوقف می‌شود و انشعابات آن نیز کاهش می‌یابد. در مقابل، علائم زیادی فسفر در درختان مرکبات، برگ‌های سبز تیره بزرگ، ضخیم و چرم مانند و زیادی تشکیل گل و میوه می‌باشد. با تجمع فسفر، پوست میوه نازک‌تر، صاف‌تر و زبری و خشنی پوست کاهش می‌یابد و همچنین زیادی فسفر، بلوغ میوه را تسریع می‌کند. پوست میوه ممکن است به اندازه‌ای نازک شود که قسمت‌های داخلی آن شکاف برداشته و در جهت‌های مختلف توسعه می‌یابد. در این شرایط، پوست میوه حساس به برخی ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی مثل چین خوردن آلبو (creasing) و پفی شدن (puffing) می‌شود.



شکل 2-4. علائم کمبود فسفر در درختان لیمو

2-3-3. کمبود پتاسیم

با کمبود پتاسیم، میزان فتوسنتز برگ کاهش می‌یابد. غلظت نیتروژن زیاد و پتاسیم کم در برگ می‌تواند موجب افزایش حساسیت درختان به تنش‌های زنده و غیرزنده، کاهش

تولید کربوهیدرات‌ها، کاهش تشکیل میوه، افزایش چین‌خوردگی آلبدو (Creasing) و افزایش پارگی پوست میوه (Plugging) و تشدید ریزش میوه شود. همچنین کمبود پتاسیم می‌تواند موجب کاهش عملکرد و کیفیت میوه شود. غلظت نسبتاً کم پتاسیم در درختان مرکبات، معمولاً موجب کاهش رشد می‌شود (بصیرت و همکاران، ۱۳۹۶). بنابراین ظهور علائم ظاهری کمبود پتاسیم نشان می‌دهد که تولید میوه تقریباً به طور جدی کاهش خواهد یافت. عدم مصرف مناسب پتاسیم می‌تواند موجب بروز علائم کمبود در اواخر تابستان و اوایل پاییز شود. با کمبود پتاسیم در برگ، علائم برگ‌گی به شکل زرد شدن نوک و حاشیه برگ‌ها می‌باشد که سپس توسعه می‌یابد. علائم کمبود، ابتدا در برگ‌های مسن‌تر ظاهر می‌شود. کمبود پتاسیم سبب کاهش رشد رویشی، برگ‌های کوچک، شاخه‌های نازک، متراکم شدن ظاهر درخت، افزایش حساسیت به خشکی و سرما، کاهش اندازه میوه، پوست خیلی نازک با بافت صاف، ریزش میوه قبل از بلوغ (یا رسیدن) و اسیدیته پایین میوه می‌شود.

با کمبود پتاسیم، افزایش چین‌خوردگی، چروکیده شدن و بدشکل شدن برگ رخ می‌دهد که همراه لکه‌های متمایل به زرد در سطح برگ، معمول می‌باشد (شکل ۲-۵). در لیموها، نواحی بین رگبرگ‌ها در برگ‌های تحت تاثیر کمبود، ابتدا متمایل به زرد شده و این لکه‌ها، به تدریج ممکن است زیاد شوند. وقتی که صمغ یا مواد رزینی، این لکه‌های زرد را احاطه کند این برگ‌ها ممکن است ریزش کنند. اما در پرتقال‌های دارای کمبود پتاسیم، معمولاً برگ‌ها دارای لکه‌های زردی می‌شوند و این لکه‌ها به طرف حاشیه برگ توسعه می‌یابند و در مرکز برگ، چندین لکه زرد بزرگ دیده می‌شود. همچنین با کمبود پتاسیم، اندازه میوه به شدت کاهش می‌یابد.



شکل ۲-۵. علائم کمبود پتاسیم در درختان مرکبات

2-3-4. کمبود کلسیم

کمبود کلسیم در مرکبات توسط بسیاری از پژوهشگران گزارش شده است. کمبود کلسیم موجب کاهش یا توقف رشد درختان، دایبک شاخه‌های انتهایی، افزایش ریزش برگ و زردی برگ‌ها می‌شود. همچنین کاهش اندازه برگ‌ها، گرد یا قلبی شکل شدن برگ‌ها، افزایش پوسیدگی ریشه‌ها، کاهش عملکرد و کاهش نسبی اندازه میوه‌ها از دیگر علائم ظاهری کمبود کلسیم است. به طور معمول برگ‌های دارای کمبود کلسیم، مقدار، بیشتری پتاسیم و منیزیم دارند. کمبود کلسیم در برگ پرتقال، با توسعه کم رنگ شدن کلروفیل در طول حاشیه برگ‌ها و بین رگبرگ‌های اصلی و همچنین لکه‌های نکروتیک کوچک در ناحیه کم رنگ شده در سطح برگ مشخص می‌شود. اما در برگ لیمو، این کاهش کلروفیل به صورت بلوک‌های بزرگ سوخته شده ظاهر می‌شود. همچنین با کمبود کلسیم، ریزش برگ‌ها قبل از بلوغ رخ می‌دهد که به دنبال آن، برگ‌های جدید تولید می‌شوند که آنها هم قبل از بلوغ ریزش می‌کنند. سرشاخه‌ها از نوک، دایبک می‌شوند و سرشاخه‌های ضعیف از جوانه‌های جانبی، به زودی توسعه می‌یابند.

ناهنجاری دیگری که با کمبود کلسیم ظاهر می‌شود کمبود منگنز است که بیشتر در زمستان و اوایل بهار مشاهده می‌شود، همه درختان دارای کمبود کلسیم معمولاً دارای سیستم ریشه‌ای ضعیف‌تر بوده و علائم کمبود منگنز را نشان می‌دهند که به علت کاهش ظرفیت ریشه این درختان برای جذب منگنز است. تحت شرایط مدیریت تغذیه مناسب یا فراهمی بهینه کلسیم، تحمل درختان مرکبات به تنش مانداب، کاهش تهویه، پوسیدگی ریشه و کمبود اکسیژن در منطقه ریشه بیشتر از درختان با کمبود کلسیم یا درختان با کلسیم پایین است. بنابراین درختان با کمبود کلسیم، حساس به کمبود اکسیژن خاک هستند و پوسیدگی ریشه و رشد ضعیف درختان از علائم و نشانه‌های اصلی کمبود کلسیم است.

یکی از ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی ناشی از کمبود کلسیم و منیزیم همراه با سفر و پتاسیم بالا، لکه‌های کوچک زرد روی پوست نزدیک انتهای خامه (stylar end) میوه است که گاهی اوقات این لکه‌ها به صورت قهوه‌ای ظاهر می‌شوند و یا اینکه پوسیده می‌شوند. میوه‌های رنگی حاشیه خارجی درختان، حساس‌تر از میوه‌های با رنگ‌پذیری ضعیف‌تر درون تاج درخت می‌باشند. به طور معمول، کمبود کلسیم معمولاً در خاک‌های اسیدی که کلسیم طبیعی خاک شسته شده است بیشتر دیده می‌شود. استفاده مداوم از کودهای آمونیومی، به ویژه سولفات

آمونیم، شستشوی کلسیم از خاک را تشدید می‌کند (استفاده از پتاسیم و سولفور نیز چنین تاثیری دارد). مصرف آهک در خاک‌های اسیدی نه تنها اسیدیته خاک را خنثی می‌کند بلکه قابلیت استفاده کلسیم در خاک را نیز بهبود می‌بخشد. کمبود کلسیم در خاک‌های با شوری زیاد نیز به علت غلظت زیاد سدیم، بیشتر رخ می‌دهد. در چنین شرایطی، مصرف گچ می‌تواند کمبود کلسیم را تصحیح کند و اثرات زیان‌آور سدیم را کاهش دهد. همچنین کمبود کلسیم می‌تواند با محلول‌پاشی کودهای کلسیم محلول در آب (مانند نیترات کلسیم و ...)، به خوبی تصحیح شود.

5-3-2. کمبود منیزیم

کمبود منیزیم در مرکبات یک مشکل عمده جهانی است. درختان مرکبات با منیزیم ناکافی ممکن است هیچ گونه علائمی در بهار نداشته باشند اما علائم برگ‌ها با افزایش سن برگ‌ها و بالغ شدن میوه‌ها در تابستان و پاییز توسعه خواهند یافت. علائم کمبود منیزیم در برگ‌های بالغ پس از خروج منیزیم جهت رفع نیاز میوه‌ها، رخ می‌دهد. در طول تابستان با افزایش سریع اندازه میوه‌ها، علائم کمبود منیزیم در برگ‌های چسبیده به میوه‌های در حال توسعه ظاهر می‌شود. بنابراین علائم کمبود منیزیم، نتیجه انتقال منیزیم از برگ‌ها به میوه‌های در حال توسعه است. اگر چه انتقال از برگ‌های مسن‌تر به برگ‌های جوان در حال توسعه همان شاخه‌ها، نیز ممکن است وجود داشته باشد. معمولاً علائم با توسعه لکه‌های زرد رنگ غیر پیوسته یا بلوک‌های زرد نامنظم نزدیک پایه برگ در طول رگبرگ میانی برگ‌های بالغ که نزدیک یا چسبیده به میوه هستند شروع می‌شود، سپس لکه‌ها به تدریج بزرگتر شده و سرانجام به هم متصل می‌شوند و به شکل یک لکه بزرگ از بافت زرد رنگ در طرفین رگبرگ میانی ظاهر می‌شوند. این ناحیه زرد رنگ، بزرگ شده تا این که فقط نوک و ته برگ، سبز باقی می‌مانند. در کمبود شدید، ناحیه زرد رنگ به تدریج بزرگ می‌شود تا این که کل سطح برگ، کاملاً زرد یا برنزه شود (شکل 2-6).

برگ‌هایی که بیشتر رنگ سبزشان را در اثر کمبود منیزیم از دست می‌دهند، معمولاً در شرایط نامناسب مانند تنش سرمایی، تنش آبی، محلول‌پاشی‌های سنگین (با غلظت زیاد)، ریزش می‌کنند و شاخه‌ها بدون برگ می‌شوند. این شاخه‌های بدون برگ، ضعیف شده و معمولاً در بهار سال بعد از بین می‌روند و نیاز است که هرس شوند. اما هیچ کدام از علائم

اولیه شاخه‌ها و کاهش قابل توجه اندازه میوه‌ها، ناشی از اثر مستقیم کمبود منیزیم نمی‌باشد بلکه یک اثر ثانویه ناشی از ریزش برگ‌ها است که ممکن است موجب مرگ بسیاری از سرشاخه‌ها شود. همچنین ریزش شدید برگ‌ها، اندازه میوه‌ها را کاهش می‌دهد و سبب کاهش عملکرد کلی باغ، در واحد سطح می‌شود. تحرک منیزیم در درختان میوه، متفاوت از تحرک آهن، روی، منگنز و مس است. علائم کمبود عناصر کم مصرف در شاخه‌های جدید، توسعه می‌یابند در صورتی که کمبود منیزیم فقط در برگ‌های بالغ که قبلاً ظاهری طبیعی داشتند و معمولاً در شاخه‌های بارده با محصول زیاد، ایجاد می‌شود. شاخه‌های با میوه بیشتر، علائم شدید کمبود منیزیم را نشان می‌دهند و ممکن است کاملاً بدون برگ شوند. در صورتی که شاخه‌های با محصول کم یا بدون میوه، معمولاً علائم کمبود منیزیم را نشان نمی‌دهند.

کمبود منیزیم، همچنین منجر به کاهش سیستم ریشه‌های فعال می‌شود که ممکن است جذب دیگر عناصر را کاهش دهد و کمبودشان را تشدید نماید و کمبود روی و مس تحت این شرایط بسیار معمول است. میزان مناسب منیزیم قابل استفاده در خاک ۷۵۰-۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و یا تقریباً ۱۰ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی خاک می‌باشد.



شکل ۲-۶. علائم کمبود منیزیم در درختان مرکبات

۲-۳-۶. کمبود گوگرد

علائم کمبود سولفور در درختان جوان پرتقال‌های ناول بارده شامل زردی رشد جدید، تولید گل‌های زیاد اما ضعیف، سرشاخه‌های ضعیف مستعد به دای‌بک (بدون هیچ صمغی

روی تنه درخت)، بدشکل شدن میوه‌ها، عدم رنگ‌گیری مناسب میوه‌ها، پوست ضخیم و کیسه‌های عصاره چروکیده و خشک است. بنابراین در درختان مرکبات، علائم کمبود ابتدا در رشد جدید ظاهر می‌شود و رشد جدید درختان در اوایل بهار، شروع به نشان دادن رنگ سبز کم رنگ تا زرد می‌کند، چنین کلروزی، بیشتر روی رشد جدید توسعه می‌یابد (شکل 2-7).



شکل 2-7. علائم کمبود سولفور در درختان مرکبات

2-4. استفاده از علائم ظاهری برای تشخیص علائم کمبود عناصر میکرو (کم مصرف)

2-4-1. کمبود آهن

در بیشتر موارد، علامت غالب کمبود آهن، شبکه‌ای از رگبرگ‌های سبز در زمینه‌ای روشن‌تر است که بیشتر در سرشاخه‌های انتهایی دیده می‌شود. با تشدید کمبود، کل برگ تقریباً زرد یا سفید مایل به زرد می‌شود. تنها یک بخش سبز رنگ در قسمت پایه رگبرگ میانی باقی می‌ماند. بعضی اوقات، در برگ‌های جوان‌تر، متمایز کردن کمبود آهن از کمبود منگنز مشکل است. در این شرایط، برگ‌های بالغ باید مورد مقایسه قرار گیرند. در برگ‌های بالغ با کمبود آهن، شبکه‌ای سبز رنگ از رگبرگ‌ها از نواحی روشن‌تر بین رگبرگی، متمایز می‌شوند در صورتی که در کمبود منگنز و روی، یک نوار سبز در طول رگبرگ میانی توسعه می‌یابد و رگبرگ‌های اصلی، ظاهری لکه مانند ایجاد می‌کنند. در کمبود متوسط، رگبرگ‌ها، سبز تیره‌تر از نواحی بین رگبرگی هستند و در مراحل پیشرفته‌تر، نواحی بین رگبرگی، زرد می‌شوند و سرانجام ممکن است برگ کاملاً سفید مایل به زرد شود (شکل 2-8) و در کمبود شدید، برخی شاخه‌های درختان دای‌بک می‌شوند. همچنین در کمبود شدید آهن، میوه‌ها کوچک، سفت، زبر و خشن، روشن‌تر از معمول و بعضی اوقات بدشکل می‌شوند.



شکل 2-8. علائم کمبود آهن در برگ مرکبات
(عکس از مرکبات شرکت زراعی دشت ناز ساری تهیه شده است)

2-4-2. کمبود منگنز

علائم کمبود منگنز به صورت یک شبکه ریز از رگبرگ‌های سبز در یک زمینه سبز روشن‌تر می‌باشد. در کمبود خفیف‌تر منگنز، علائم به صورت نوارهای نامنظم سبز تیره در طول رگبرگ میانی و رگبرگ‌های عرضی اصلی، با نواحی سبز روشن‌تر بین رگبرگ‌ها دیده می‌شود. با تشدید کمبود، چندین درجه بندی در رنگ، از سبز روشن تا بلوک‌های سبز مات یا سبز رنگ پریده مات، بین رگبرگ‌های عرضی اصلی، به وجود می‌آید. کمبود منگنز به صورت بلوک‌های سبز روشن غیر همسان بین رگبرگ‌های اصلی می‌باشد و در برخی مواقع، لکه‌های زرد روشن کوچک یا مایل به سفید نیز ظاهر می‌شوند که در کمبود روی دیده نمی‌شوند (شکل 2-9).



شکل 2-9. علائم کمبود منگنز در برگ مرکبات

2-4-3. کمبود روی

در کمبود روی، اندازه برگ و همچنین طول شاخه‌های انتهایی کاهش می‌یابد. کمبود روی (مانند کمبود آهن و منگنز)، ابتدا در رشد قسمت‌های انتهایی ظاهر شده و علائم ظاهری تولید شده تقریباً مشابه کمبود منگنز است. در مراحل متوسط کمبود، برگ‌های بالغ دارای رگبرگ‌های سبز با نوارهای سبز در طول رگبرگ‌های میانی و رگبرگ‌های اصلی هستند (شکل 2-10). همچنین نواحی بین رگبرگی، رنگ روشن‌تر و ظاهری لکه مانند پیدا می‌کنند. یک اختلاف مهم آن با کمبود منگنز این است که نواحی بین رگبرگی معمولاً بسیار کم رنگ‌تر هستند. ویژگی دیگر کمبود روی، تمایل درختان به تولید برگ‌های کوچک و دراز است. با تشدید کمبود، کلروز برگ‌ها بیشتر شده و برگ‌ها کاملاً زرد یا سبز متمایل به زرد و رگبرگ میانی متمایل به سبز شده و گاهی اوقات لکه‌های سبز در سطح برگ ظاهر می‌شود، خشکیدگی سرشاخه‌ها افزایش می‌یابد و درختان تقریباً بدون میوه می‌شوند.

مهم‌ترین علامت کمبود روی در مرکبات، لکه‌های زرد نامنظم روی برگ‌ها و برگ‌های کوچک در شاخه‌های انتهایی درخت و دای یک شدید سرشاخه‌ها است. نواحی مجاور رگبرگ میانی و رگبرگ‌های عرضی، سبز باقی می‌مانند و بقیه بافت برگ، سبز روشن‌تر، زرد مایل به سبز یا حتی زرد خیلی رنگ پریده می‌شود. مقدار نسبی بافت سبز و زرد، با توجه به شدت کمبود، تغییر می‌کند. تحت کمبود متوسط، فقط مقدار کمی از سرشاخه‌های انتهایی، علائم کمبود را نشان می‌دهند اما در کمبود شدید، رشد به طور کلی کاهش می‌یابد و در تمام پیرامون خارجی درخت، سرشاخه‌های کوتاه ریز و برگ‌های کوچک و باریک که به حالت عمود روی شاخه قرار می‌گیرند، دیده می‌شود. زاویه بین برگ و ساقه هم کاهش می‌یابد. میوه‌ها، روی حاشیه خارجی درخت ظاهر می‌شوند که اندازه کوچک، پوست نازک، بد شکل با گوشت خشک و بی مزه، اسیدیته و ویتامین ث پایین دارند و عملکرد در شرایط کمبود شدید روی، به شدت کاهش می‌یابد.



شکل 2-10. علائم کمبود روی در برگ مرکبات

2-4-4. کمبود مس

در مراحل اولیه کمبود مس در درختان مرکبات، ممکن است هیچ علائم ظاهری رخ ندهد و فقط میزان رشد کاهش یابد. درختان با کمبود مس ممکن است شوت‌های با رشد زیاد و آبدار (Produce vigorous growth of succulent)، سرشاخه‌های کوچک زاویه‌دار در یک موقعیت طبیعی یا عمودی تولید کنند. سست و شل شدن نوک سرشاخه‌ها سبب می‌شود که ظاهری S شکل پیدا کنند (شکل 2-11). رشد‌های انتهایی، قبل از بلوغ می‌میرند. سپس جوانه‌های جانبی پایین‌تر، رشد کرده و تبدیل به سرشاخه‌های کوتاه می‌شوند که دارای عمر کمی هستند. در نهایت، مقدار زیادی سرشاخه‌های مرده کوتاه غیرطبیعی که به طور نامنظم در پیرامون درخت قراردارند، شکلی بوته‌ای و متراکم به درخت می‌دهند. همچنین ممکن است کیسه‌های صمغ، بین پوست و چوب در مجاور گره‌های برگ نیز به وجود بیایند.



شکل 2-12. علائم کمبود مس در برگ مرکبات

2-4-5. کمبود بور

کمبود بور بیشتر در طول فاز بلوغ میوه ظاهر می شود که شامل توسعه کیسه های صمغ در آلودی میوه شده و به طور استثنایی، رگبرگ های برگ ها درشت می شوند. این علائم بیشتر در طول فاز بلوغ میوه، زمانی که رنگ میوه از سبز به نارنجی تغییر می کند، ظاهر می شود. در قسمت هایی از میوه که دارای کیسه های صمغ هستند معمولاً تاخیر در تغییر رنگ رخ می دهد (شکل 2-13).

برگ های نکروزه شده شاخه های انتهایی، قبل از بلوغ، ریزش کرده و فاصله میان گره ها در این شاخه ها کاهش می یابد، همچنین سیاه شدن و مرگ مریستم های انتهایی و پوسیدگی بافت های مریستمی از دیگر علائم کمبود بور هستند که معمولاً همزمان با علائم روزتی شدن درختان ظاهر می شود. ریشه های کوتاه و قطور با درختان کوتوله، توقف رشد، کاهش یا توقف توسعه گل ها و تولید دانه، مرگ شاخه انتهایی در حال رشد، برگ های ضخیم در شاخه های اصلی و تمایل برگ ها به پیچ خوردن به طرف پایین از دیگر علائم کمبود بور هستند.



شکل 2-13، علائم کمبود بور در برگ و میوه مرکبات

2-4-6. کمبود مولیبدن

- مهم ترین علائم کمبود مولیبدن، کاهش شدید رشد سرشاخه ها و ناهنجاری در پهنک برگ درختان است. که ناشی از لکه مردگی های موضعی در بافت برگ و عدم تمایز رشته های آوندی در مراحل اولیه تشکیل برگ است.
- زردی و لکه مردگی موضعی در راستای رگبرگ اصلی برگ های بالغ و شلاقی شدن برگ های جوان که بازتاب به هم خوردن فرآیندهای سوخت و سازی موضعی در بافت برگ است.

فصل سوم

منابع کودها و امکان اختلاط آن‌ها برای کودآبیاری و محلول‌پاشی

3-1. منابع کودی جامد برای مصرف خاکی

منابع کودی جامد معمول برای مصرف خاکی در باغ‌های مرکبات در جدول‌های 3-1 و 3-2 آمده است. برخی از این منابع کودی به آسانی در آب حل شده و به سرعت برای درختان قابل استفاده هستند.

جدول 3-1. منابع کودی جامد معمول برای مصرف خاکی در باغ‌های مرکبات

(اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)

منابع کودی			
نیتروژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم
نیتрат آمونیوم	سوپر فسفات معمولی	کلور پتاسیم (مورات پتاسیم)	کربنات منیزیم (دولومیت)
سولفات آمونیوم	سوپر فسفات غلیظ شده	سولفات پتاسیم	سولفات پتاسیم منیزیم
اوره	مونو آمونیوم فسفات	سولفات پتاسیم منیزیم	سولفات منیزیم
نیترات پتاسیم	دی آمونیوم فسفات	نیترات پتاسیم	نیترات منیزیم
دی‌آمونیم فسفات		هومات پتاسیم	
منابع کودی			
آهن	منگنز	روی	مس
سولفات آهن	سولفات منگنز	سولفات روی	سولفات مس
(همراه با مواد آلی و گوگرد)	(همراه با مواد آلی و گوگرد)		
اکسی سولفات آهن	اکسی سولفات منگنز	کلات‌های روی	کلات‌های مس
(همراه با مواد آلی و گوگرد)	(همراه با مواد آلی و گوگرد)	(Zn-EDTA)	(Cu-EDTA)
کلات‌های Fe-EDTA	کلات‌های Mn-EDTA	کلات‌های روی (Zn-HEDTA)	
کلات‌های Fe- HEDTA کلات‌های Fe- EDDHA	کلات‌های Mn- HEDTA	روی	

جدول 3-2، حلالیت برخی منابع کودهای حاوی عناصر غذایی پرمصرف در آب سرد
(اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)

نام کود	حلالیت در آب سرد (کیلوگرم در متر مکعب)
نیتрат کلسیم	1200
نیترات آمونیوم	110
سولفات منیزیم	800
سولفات آمونیوم	670
اوره	630
مونو آمونیوم فسفات	405
دی آمونیوم فسفات	235
کلرید پتاسیم	260
نیترات پتاسیم	120
سولو پتاس	95
سولفات کلسیم	2/3
کربنات کلسیم	0/057

3-2. منابع کودی محلول و امکان اختلاط آن‌ها برای کود آبیاری و محلول‌پاشی

کود آبیاری، مصرف کودهای محلول با آب آبیاری است که به‌طور معمول توسط سیستم‌های آبیاری قطره‌ای یا میکروجت انجام می‌شود. کودهای نیتروژن و پتاسیم، دو تا از معمول‌ترین عناصر غذایی هستند که توسط سیستم آبیاری برای درختان مرکبات مصرف می‌شوند. کودهای تزریق شده به سیستم آبیاری باید کاملاً محلول باشند و هیچ‌گونه رسوبی ایجاد نکنند. معمولاً برای کودآبیاری از منابع کودی با حلالیت بالا استفاده می‌شود. برخی منابع کودی مناسب برای کودآبیاری در جدول 3-3 آورده شده است.

باغداران باید مراقب باشند زمانی که کودهای محلول فسفر توسط سیستم‌های آبیاری میکرو (مانند سیستم آبیاری قطره‌ای) مصرف می‌کنند اگر pH مخلوط آب و کود، اسیدی نباشد فسفر می‌تواند با کلسیم محلول در آب آبیاری ترکیب شود و تشکیل یک ترکیب نامحلول بدهد که موجب بسته شدن درپرها خواهد شد. به‌طور مشابه، زمانی که یک منبع کود با یون اصلی کلسیم مانند نیترات کلسیم در محلول مصرف شود، استفاده از هر شکلی از فسفات یا سولفات در آن محلول، اجتناب شود و از شکل‌های کلات شده، کمپلکس شده

یا شکل نیتрат عناصر غذایی کم مصرف آهن، منگنز، روی و مس به جای شکل سولفات آن‌ها استفاده شود. بنابراین در هنگام اختلاط کودها برای کودآبیاری یا در تانک محلول پاشی باید دقت شود که از کودهایی استفاده شود که امکان اختلاط داشته باشند و به اصطلاح، با هم سازگاری داشته باشند. در جدول 3-4، منابع کودی که امکان اختلاط دارند و همچنین اختلاط‌هایی که موجب کاهش حلالیت و یا رسوب می‌شوند نشان داده شده است. باغ‌داران می‌توانند از این جدول‌ها به عنوان جدول راهنما برای اختلاط کودهای شیمیایی برای کودآبیاری یا محلول پاشی استفاده نمایند.

**جدول 3-3. برخی از مهمترین منابع کودی برای کود آبیاری
(اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)**

منابع کودی محلول برای کودآبیاری				
نیترژن	فسفر	پتاسیم	منیزیم	عناصر غذایی میکرو
نیتрат آمونیوم	پلی فسفات	کلرید پتاسیم	سولفات	بوراکس
اوره	اسید فسفریک	نیترات پتاسیم	منیزیم نیترات منیزیم	سولفات مس
سولفات آمنیوم	مونوآمنیوم فسفات	سولفات پتاسیم (با حلالیت بالا)		سولفات روی
آمنیوم تیو سولفات	دی آمونیوم فسفات	مونو پتاسیم فسفات		کلات‌های آهن با بنیان EDTA، EDDHA و DTPA
نیترات پتاسیم		تیوسولفات پتاسیم دی پتاسیم فسفات		کلات‌های منگنز با بنیان EDTA و DTPA
				کلات‌های روی با بنیان EDTA و DTPA
				کلات‌های مس با بنیان EDTA و DTPA

**جدول 3-4. سازگاری و امکان اختلاط کودها برای کود آبیاری و محلول پاشی
(اسدی کنگر شاهی و اخلاقی امیری، 1393)**

کود	اوره	نیترات آمونیوم	سولفات آمونیوم	نیترات کلسیم	نیترات پتاسیم	کلرید پتاسیم	سولو پتاس	فسفات آمونیوم	سولفات های آهن، منگنز، روی و مس
اوره	✓								
نیترات آمونیوم	✓	✓							
سولفات آمونیوم	✓	✓	✓						
نیترات کلسیم	✓	✓	R	✓					
نیترات پتاسیم	✓	✓	✓	✓					
کلرید پتاسیم	✓	✓	✓	✓	✓				
سولو پتاس	✓	✓	R	X	✓	R	✓		
فسفات آمونیوم	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	
سولفات های آهن، منگنز، روی و مس	✓	✓	✓	X	✓	✓	X	✓	✓

✓- سازگار (قابل اختلاط)، R- کاهش حالیت، X- ناسازگار (غیر قابل اختلاط)

3-3. منابع کودهای محلول برای محلول پاشی برگ

محلول پاشی اوره و فسفیت پتاسیم در افزایش گل دهی و عملکرد میوه درختان مرکبات تاثیر زیادی دارند. اوره توصیه شده برای محلول پاشی، اوره با درجه محلول پاشی و بیورت کمتر از 0/25 درصد است. اوره می تواند با آفت کش ها (pesticides)، روغن و دیگر محصولات مصرف شود اما باغ داران باید احتیاط کنند زیرا مصرف اوره در غلظت های بالا، به ویژه اگر همراه با روغن باشد می تواند برای درختان مرکبات مسمومیت ایجاد کند. منابع کودهای شیمیایی که برای محلول پاشی مناسب هستند در جدول 3-5 آمده است.

کارایی کلات های های عناصر آهن، روی، منگنز و مس به بسته به بنیان کلات کننده متفاوت می باشد و معمولا هر نوع کلات کارایی خاص خودش را دارد. متداول ترین نوع کلات رای محلولپاشی نو EDTA و DTPA می باشد اما در سالهای اخیر نوع های جدید تری از انواع کلات ها سنتز شده است. کمپلکس کننده هایی نظیر اسید آمینه ، گلوکونیک اسید ، لیگنوسولفات، فولویک اسید و سایر کمپلکس های آلی با بنیان کربوکسیلیک اسیدها نیز معرفی شده است که هر یک کارایی خاصی دارند.

جدول 3-5. منابع کودی مناسب برای محلول پاشی مرکبات
(اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)

منابع کودی مناسب برای محلول پاشی							
نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس	بور
اوره (با بیورت پایین)	فسفیت پتاسیم	نیتрат پتاسیم	کلات های آهن	نیترات منگنز	نیترات روی	سولفات مس	اسید بوریک
	فسفیت آمونیم	تیوسولفات پتاسیم	کلات های آهن	سولفات منگنز	سولفات روی	کلات های مس	بوراکس
	اسید فسفریک	مونو پتاسیم فسفات		کلات های منگنز	کلات های روی	کلات های آلی مس	
		دی پتاسیم فسفات		کلات های آلی منگنز	کلات های آلی روی		

فصل چهارم

روش‌های مصرف کودهای شیمیایی برای درختان مرکبات

1-4. استفاده از کودهای خشک

انتخاب روش مصرف کود، برای باغدارانی که می‌خواهند راندمان مصرف کودها را افزایش دهند و تلفات را (از طریق شستشو و روان آب سطحی) کاهش دهند بسیار با اهمیت است. مصرف‌کننده‌های کودهای خشک، باید کودها را در منطقه ریشه قرار دهند و از مصرف آن‌ها در وسط ردیف‌ها پرهیز کنند. برای بهبود امکان پخش و یکنواختی مصرف کودهای شیمیایی، توصیه می‌شود حاشیه‌ی درختان به‌طور مناسب هرس شود.

1-1-4. چالکود (مزایا و معایب)

روش چالکود، نوع خاصی از جایگذاری موضعی کودهای شیمیایی و حیوانی است که بیشتر برای خاک‌های سبک و سنگین با آهک بالا توصیه می‌شود. در این روش با توجه به سن درختان، 3 تا 6 چاله در یک سوم قسمت انتهایی سایه انداز درختان حفر شده و سپس چاله‌ها با مخلوطی از کودهای حیوانی پوسیده و کودهای شیمیایی توصیه شده، پر می‌شوند. عرض چاله‌های حفر شده حدود 50 سانتی‌متر، طول آن‌ها حداقل 60 سانتی‌متر و عمق آن‌ها حدود 30-50 سانتی‌متر (با توجه به عمق پراکنش ریشه درختان) است. نکته مهمی که در اجرای روش چالکود باید به آن توجه شود جلوگیری از ورود خاک به داخل چاله‌ها است. زیرا این مسئله باعث کاهش کارایی روش چالکود می‌شود. چالکودها در سیستم آبیاری قطره‌ای در زیر قطره چکان‌ها و در سیستم آبیاری سطحی، در مسیر حرکت آب، حفر می‌گردند و هرسال می‌توان کودهای شیمیایی مورد نیاز را به سطح چاله‌ها افزود و نشست سطح چالکودها را با مواد آلی، جایگزین کرد. اما پس از گذشت چند سال، به دلیل افزایش قطر تاج و سایه انداز درختان، چالکودهای جدید باید حفر شود که در درازمدت می‌تواند باعث اصلاح موضعی خاک منطقه ریشه شود.

مصرف برخی کودهای شیمیایی (حدود 20 درصد نیاز سالانه نیتروژن درختان به شکل سولفات آمونیوم، سوپرفسفات تریپل، گوگرد کشاورزی، سولفات روی و حدود 20 تا 30 درصد نیاز سالانه پتاسیم و منیزیم درختان به شکل سولفات پتاسیم (نامحلول)، سولفات منیزیم یا سولفات پتاسیم منیزیم) برای باغ‌های مرکبات دیم (مانند بیشتر باغ‌های مرکبات در حاشیه‌ی جنگل‌ها و مناطق جنوبی مازندران)، باغ‌های مناطق ساحلی دریای مازندران (با بافت بسیار سبک و بدون سیستم کود آبیاری) و برخی باغ‌های منطقه دشت شرق استان مازندران (با بافت بسیار سنگین، کربنات کلسیم زیاد و بدون سیستم کود آبیاری) به صورت

چالکود در اوایل فصل رشد توصیه می‌شود. در مقابل، از مصرف کودهای اوره، اسید بوریک، کلرید پتاسیم، سولوپتاس، نیترات پتاسیم، سولفات پتاسیم با حلالیت بالا، سولفات منگنز، سولفات آهن و کلات‌های آهن، روی و منگنز (با بنیان EDTA)، کلات آهن با بنیان EDDHMA، EDDHA و EDDHSA) و دیگر کودهای شیمیایی با حلالیت زیاد به شکل چالکود برای درختان میوه اجتناب شود. مصرف اوره به شکل چالکود یا نواری موجب افزایش شدید pH و تجمع نیتريت در منطقه چلکود یا نوار می‌شود به طوری که می‌تواند موجب سمیت و مرگ ریشه‌های درختان شوند. همچنین به علت بارندگی‌های زیاد در اواخر اسفند ماه و اوایل بهار و از طرف دیگر فعالیت پایین ریشه‌ها در اوایل فصل رشد، راندمان مصرف کودهای شیمیایی و جذب آن‌ها توسط ریشه، در این زمان در حداقل است. مصرف کودهای با حلالیت بیشتر و همچنین مصرف آن‌ها به مقدار زیاد و به شکل توده‌ای و انباشته در داخل چالکود، شستشوی آن‌ها را تشدید می‌کند. همچنین مصرف زیاد کودهای محلول مانند اوره، سولفات آمونیوم، کلرید پتاسیم، سولفات منیزیم و اسید بوریک در منطقه ریشه (کود پایه) به صورت چالکود همراه با کودهای حیوانی و آلی دیگر با شوری زیاد، می‌تواند موجب افزایش شوری منطقه ریشه درختان شود و اگر این افزایش شوری منطقه ریشه، با افزایش دمای محیط و افزایش فعالیت درختان همراه باشد موجب تشدید ریزش برگ، خشکیدگی سرشاخه‌ها و علائم زوال درختان متناسب با شدت تنش شوری خواهد شد.

2-1-4. کودآبیاری

کودآبیاری، استفاده از کودهای محلول با آب آبیاری است. بیشتر باغدارانی که سیستم آبیاری تحت فشار (قطره‌ای و...) دارند می‌توانند از این سیستم برای کوددهی استفاده کنند. به طور کلی، کودآبیاری، تزریق کودها را متناسب با فنولوژی رشد درختان و همچنین نیاز میوه‌ها امکان‌پذیر می‌کند. در هنگام کودآبیاری، مدت زمان آبیاری باید تا حد امکان، کوتاه باشد و فاصله زمانی بین آبیاری‌ها نیز کاهش داده شود. اگر کاهش مدت زمان آبیاری در هنگام کودآبیاری، امکان‌پذیر نباشد تزریق، باید نزدیک انتهای سیکل آبیاری صورت گیرد. تزریق‌های زودتر، می‌توانند بیشتر کودها (به ویژه نیتروژن) را به پایین‌تر از منطقه ریشه یا پروفیل خاک انتقال دهند. پس از تزریق نیز، برای خروج باقی‌مانده محلول کودها از لوله‌ها، باید سیستم، به اندازه کافی شستشو داده شود. با کودآبیاری به علت کارایی بیشتر مصرف کود توسط سیستم آبیاری، می‌توان مقدار کودهای مصرفی را به حدود 60 تا 80 درصد مقدار کودهای مصرفی به شکل پخش سطحی، کاهش داد.

1-2-1-4. محاسبه حجم کود تزریقی به سیستم آبیاری

برای همه روش‌های کودآبیاری، حجم کود تزریقی مورد نیاز را می‌توان بر اساس معادله زیر، محاسبه کرد:

$$V (m^3) = (S \times N) / (F \times d)$$

V : حجم محلول کودی که باید تزریق شود (بر حسب مترمکعب)
S : سطحی از باغ که باید کودآبیاری شود (هکتار)
N : مقدار نیتروژنی که باید در هکتار مصرف شود (کیلوگرم در هکتار)
F : درصد نیتروژن در کود مورد نظر، برای مثال 0/08 برای کودی با آنالیز 8-0-8
d : دانسیته یا چگالی محلول کودی
معمولا چگالی کودهای مایع محلول در روی کیسه کود نوشته شده است. در غیر این صورت، می توان حجم مشخصی از محلول کودی را وزن کرده و تبدیل به وزن در لیتر (وزن حجمی) نمود.
مثال:

- اگر مقدار مصرف نیتروژن 170 کیلوگرم در هکتار در سال باشد.
- کود در 10 تقسیط مساوی مصرف شود.
- آنالیز محلول کودی 8-0-8 باشد که از نیترات آمونیوم و کلرید پتاسیم ساخته شده است.
- چگالی محلول کودی حدود 1200 کیلوگرم در مترمکعب باشد.
- مساحت باغ 20 هکتار باشد.

محاسبات: بنابراین اگر مقدار مصرف سالانه نیتروژن برای باغی، 170 کیلوگرم در هکتار و مساحت باغ 20 هکتار باشد. کود در 10 تقسیط مساوی به شکل کودآبیاری مصرف شود مقدار مصرف نیتروژن در هر کودآبیاری، 17 کیلوگرم در هکتار است. حجم کود تزریقی در هر مرحله کودآبیاری به سیستم از معادله زیر محاسبه می شود:

$$V = (20 \text{ ha} \times 17 \text{ Kg nitrogen/ ha}) (0.08 \text{ N} \times 1200 \text{ Kg/m}^3) = 3/54 \text{ m}^3$$

بنابراین تزریق محلول کودی در 60 دقیقه حدود 3/54 مترمکعب است که حدود 59 لیتر در دقیقه می باشد و نرخ کوددهی حدود 3/54 مترمکعب در ساعت می باشد که برابر با 59 لیتر در دقیقه است. به عبارت دیگر با دبی حدود 100 لیتر در دقیقه، محلول کودی می تواند در حدود 36 دقیقه تزریق شود که در نهایت حدود 3/54 مترمکعب تزریق می شود.

3-1-4. محلول پاشی

محلول پاشی برگری می تواند عناصر غذایی خاص را برای درختان در مراحل بحرانی رشد (مانند تمایز جوانه های گل، گل دهی، تشکیل میوه، توسعه میوه و غیره) فراهم کند. یک برنامه تغذیه برگری که به خوبی برنامه ریزی و مدیریت شده باشد، می تواند مکمل مصرف کودها در خاک باشد به ویژه وقتی که سیستم ریشه، قادر به جذب عناصر غذایی، متناسب با تقاضای محصول نباشد یا وقتی که عناصر غذایی خاک غیر قابل دسترس باشند و یا

فراهمی کافی را برای رشد درختان نداشته باشند، بنابراین در بیشتر موارد، می‌توان بخش قابل ملاحظه‌ای از نیاز تغذیه‌ای درختان را با محلول‌پاشی برگ‌ی تامین کرد.

جذب عناصر غذایی در چند ساعت اول محلول‌پاشی، بسیار سریع است. شرایط محیطی که سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شوند راندمان جذب عناصر غذایی را کاهش می‌دهند. بهترین زمان برای محلول‌پاشی، زمانی است که درجه هوا خنک و رطوبت نسبی زیاد باشد (مانند اوایل صبح یا اواخر غروب). همچنین، محلول‌پاشی در این زمان‌ها، احتمال سوختگی برگ‌ها را کاهش می‌دهد. حداکثر راندمان جذب و سود اقتصادی از کودهای روی، منگنز و مس، زمانی است که برگ‌ها جوان باشند به طوری که، دو سوم از آنها کاملاً توسعه یافته باشند اما در مرحله قبل از بلوغ کامل باشند (تغییر رنگ برگ‌های جدید مانند برگ‌های قدیمی). محلول‌پاشی عناصر غذایی به فلش‌های بهاره بهتر از فلش‌های رشدی تابستانه و پاییزی است. توصیه می‌شود محلول‌پاشی‌ها، بیشتر در زمان فلش‌ها یا جهش‌های رشدی بهاره انجام شود.

هنگام استفاده از عناصر غذایی برای محلول‌پاشی، اطمینان از این که pH محلول اسپری بین 6 تا 7 باشد بسیار مهم است. کنترل pH محلول، زمانی بسیار مهم است که محلول‌پاشی اوره انجام می‌شود. اگر pH محلول اوره بیشتر از 7 باشد، ممکن است آمونیاک آزاد تولید شود که به طور چشمگیری پتانسیل خسارت و سوختن برگ‌ها را افزایش می‌دهد. این احتیاط، به ویژه زمانی مهم است که باغدار قصد دارد میوه‌ها را برای تازه‌خوری به بازار عرضه کند. در این حالت، وجود لکه‌های کوچک روی سطح میوه (سوختگی) می‌تواند به‌طور قابل ملاحظه‌ای، عملکرد اقتصادی میوه‌ها و سود اقتصادی باغدار را کاهش دهد.

4-1-4. شرایط آب و هوایی مناسب برای محلول‌پاشی برگ‌ی

شرایط محیطی مانند زمان روز، درجه حرارت هوا، رطوبت نسبی هوا و سرعت باد بر جنبه‌های فیزیکی و بیولوژیکی محلول‌پاشی تاثیر دارند. نفوذپذیری بافت برگ، یک عامل بسیار مهم در جذب عناصر غذایی توسط برگ است. مناسب‌ترین شرایط برای حداکثر نفوذپذیری عناصر غذایی به بافت برگ، هوای گرم، مرطوب و آرام است که اغلب در اواخر غروب و گاهی اوقات در ساعات اولیه صبح رخ می‌دهد. به طور کلی در جدول 4-1، برخی شاخص‌های هواشناسی مناسب برای محلول‌پاشی آورده شده است. معمولاً وقوع بارندگی 24 تا 48 ساعت پس از محلول‌پاشی، کارایی محلول‌پاشی را کاهش می‌دهد زیرا همه عناصر غذایی محلول‌پاشی شده، بلافاصله جذب نخواهند شد.

جدول 4-1. برخی از شرایط هواشناسی مناسب برای محلول پاشی برگی (اسدی کنگر شاهی و اخلاقی امیری، 1393)

شاخص هواشناسی	شرایط مناسب
زمان (زمان مناسب در طول روز)	اواخر غروب: پس از ساعت 5 تا 6 عصر اوایل صبح: قبل از ساعت 9 صبح
درجه حرارت	محلول پاشی در درجه حرارت بین 18 الی 29 درجه سانتی گراد امکان پذیر است اما درجه حرارت مطلوب محلول پاشی برگی، حدود 22 درجه سانتی گراد است.
رطوبت نسبی	بیشتر از 70 درصد
شاخص نسبت درجه حرارت به رطوبت نسبی	140 الی 160
سرعت باد	کمتر از 5 متر در ساعت (mph)
عدم وقوع بارندگی پس از محلول پاشی	24 تا 48 ساعت

4-1-5. توصیه های فنی برای محلول پاشی

- محلول پاشی در صبح یا عصر انجام شود.
- درجه حرارت محیط کمتر از 29 درجه سانتی گراد باشد.
- قبل از محلول پاشی، حتما باغ آبیاری شود (جهت جلوگیری از ایجاد لکه (سوختگی) در سطح برگ و میوه و همچنین ریزش برگ و میوه).
- رطوبت نسبی هوا بیش از 70 درصد باشد (در برخی مناطق مرکزی و جنوبی شاید این رطوبت نسبی فراهم نشود، لذا احتیاط بیشتری نیاز است).
- به محلول تانک، مویان مناسب (مانند سیتوگیت یا سیتوتیت) با غلظت حداکثر نیم در هزار اضافه گردد.
- pH محلول های تهیه شده بین 6-7 باشد.
- ناخالصی های کودهای شیمیایی با صافی گرفته شود.
- سمپاش های مورد نظر توان پودر کردن محلول را داشته باشند.
- کودهای شیمیایی مورد نظر در یک سطل آب حل شده و پس از گذراندن از صافی های ریز چند لایه، وارد تانک محلول شوند.

فصل پنجم

کوددهی درختان جوان

درختان جوان مرکبات به مدیریت مناسب آبیاری، تغذیه، علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها و محافظت از سرما برای افزایش سریع رشد رویشی نیاز دارند. مصرف بهینه آب و نیتروژن، مهمترین عواملی هستند که در رشد درختان جوان تاثیر گذارند.

5-1. نیتروژن

مقدار مصرف نیتروژن برای درختان جوان نارنگی و پرتقال (به ازای هر درخت) در جدول 5-1 ارائه شده است (برای درختان جوان لایم، لمون، لیموشیرین و گریپ‌فروت که رشد رویشی بیشتری دارند مقدار مصرف نیتروژن 20 تا 30 درصد بیشتر توصیه می‌شود). در این جدول‌ها، دامنه‌ای از مقدار نیتروژن خالص بر اساس سن درختان و تراکم کاشت نشان داده شده است. زمان و روش مصرف: مصرف کودها در چندین تقسیط، راندمان مصرف کودها را افزایش می‌دهد زیرا موجب حفظ پایدارتر قابلیت استفاده نیتروژن در خاک و کاهش پتانسیل شستشوی نیتروژن در خاک می‌شود. برای درختان جوان (1 تا 3 ساله) مصرف 6 تا 8 تقسیط در سال، از کودهای خشک نمکی مانند اوره، سولفات آمونیوم و نترات آمونیوم توصیه می‌شود. اما اگر کودها به صورت کود آبیاری مصرف شوند مصرف 10 تا 12 تقسیط در سال توصیه می‌شود. اگر از کودهای کندرها استفاده شود مصرف 2 تا 3 بار در سال کافی است. برای درختان جوان، کودهای کندرها می‌توانند قبل از کاشت (مخلوط کردن با خاک منطقه ریشه)، پس از کاشت (مخلوط کردن با خاک سطحی حاشیه درختان) و یا پخش سطحی، مصرف شوند.

جدول 5-1. مقدار و تعداد تقسیط‌های نیتروژن برای درختان جوان غیر بارده (1 تا 3 ساله)

(اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم)

سن درختان (سال)	نیتروژن خالص مصرفی (گرم به ازای هر درخت در سال)	تعداد تقسیط توصیه شده در سال		
		کودآبیاری	پخش سطحی	کودهای کندرها
1	70 - 100	10-12	6-8	2-3
2	150- 200	10-12	6-8	2-3
3	250-300	10-12	6-8	

2-5. فسفر

مصرف فسفر برای درختان جوان (1 تا 3 سال) بر اساس سن درختان، نتایج آزمون خاک و تفسیر آن در جدول 2-5 آورده شده است (برای درختان جوان لایم، لمون، لیموشیرین و گریپفروت که رشد رویشی بیشتری دارند مقدار مصرف فسفر 15 تا 20 درصد بیشتر توصیه می‌شود). اگر نتایج آزمون خاک نشان دهد که فسفر قابل استفاده خاک، بیش از 15 میلی گرم در کیلوگرم خاک است نیاز به مصرف کودهای فسفوری نمی‌باشد. اما اگر فسفر قابل استفاده خاک، کمتر از 15 میلی گرم در کیلوگرم باشد کودهای سوپرفسفات تریپل، سوپرفسفات ساده، دی آمونیوم فسفات و مونو آمونیوم فسفات را می‌توان به روش خاکی، در اوایل فصل رشد مصرف کرد. اما کودهای مونو آمونیوم فسفات، دی آمونیوم فسفات و اسید فسفریک را می‌توان به روش کودآبیاری در تقسیط‌های مختلف در طی فصل رشد مصرف کرد. اما با مصرف کود فسفر در یک سال، برای تعیین این که در سال بعد چه مقدار کود فسفر مصرف شود (مصرف آن کاهش باید یا حذف شود)، نیاز است دوباره آزمون خاک انجام و نتایج آن تفسیر شود و براساس این نتایج، نسبت به مصرف کودهای فسفوری اقدام شود. از سال سوم رشد به بعد، علاوه بر آزمون خاک، آزمون برگ نیز انجام شود و به طور کلی، نیاز به فسفر و توصیه آن بر اساس نتایج این آزمون‌ها انجام شود. جدول 2-5. مصرف فسفر (P_2O_5)^{*} برای درختان جوان (1 تا 3 سال) بر اساس سن درختان و نتایج آزمون خاک (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم)

تفسیر نتایج آزمون خاک					
فسفر خاک (میلی گرم بر کیلوگرم)	خیلی کم (<5)	کم (5-10)	متوسط (10-15)	زیاد (15-25)	خیلی زیاد (>25)
مقدار کود فسفوری (P_2O_5) توصیه شده	50 گرم به ازای هر سال سن درخت	30 گرم به ازای هر سال سن درخت	15 گرم به ازای هر سال سن درخت	-	-

*- (ضریب تبدیل فسفر: $P = P_2O_5 \times 0.43$)

3-5. پتاسیم

مصرف کودهای پتاسیمی برای درختان جوان (1 تا 3 سال) براساس سن درختان، نتایج آزمون خاک و تفسیر آن است (جدول 3-5). کودهای پتاسیمی مناسب برای درختان

مرکبات شامل سولفات پتاسیم معمولی (با حلالیت کم)، سولفات پتاسیم (با حلالیت زیاد)، نیترات پتاسیم، مونو پتاسیم فسفات، دی پتاسیم فسفات، سولفات پتاسیم منیزیم و است. کودهای سولفات پتاسیم منیزیم و سولفات پتاسیم معمولی، اغلب در اوایل فصل رشد و به روش خاکی و کودآبیاری توصیه می‌شوند، اما کودهای مورد مصرف به روش کودآبیاری در طول فصل رشد (در تقسیط‌های مختلف، به ویژه در فاز دوم رشد میوه) توصیه می‌شوند. البته بخشی از نیاز پتاسیم درختان مرکبات را می‌توان با کلرور پتاسیم تامین کرد به شرطی که خاک و آب، شور نباشند همچنین باغ، مانداب سطحی نداشته باشد و از زهکشی مناسبی نیز برخوردار باشد. مدیریت مناسب آبیاری در امکان مصرف کلرور پتاسیم و کاهش خسارت‌های احتمالی آن، بسیار موثر است.

جدول 3-5. مقدار پتاسیم (K_2O) توصیه شده و تعداد تقسیط‌ها برای درختان جوان غیر بارده (1 تا 3 سال) (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم)

سن درختان (سال)	پتاسیم (K_2O) مصرفی* (گرم به ازای هر درخت در سال)	تعداد تقسیط توصیه شده در سال	
		کودآبیاری	پخش سطحی
1	30 - 50	6-8	4-6
2	60- 100	6-8	4-6
3	100-150	6-8	4-6

* - مقدار فوق برای درختان نارنگی و پرتقال است و برای درختان جوان لایم، لیمون، لیموشیرین و گریپ‌فروت که رشد رویشی بیشتری دارند مقدار مصرف پتاسیم 20 تا 30 درصد بیشتر توصیه می‌شود (ضریب تبدیل پتاسیم: $K_2O \times 0.83 = K$).

5-4. مدیریت کوددهی درختان جوان در شمال کشور

با توجه به این که راندمان مصرف کودها در درختان جوان، به ویژه در اوایل فصل رشد بسیار پایین است (به ویژه در مناطق شمالی کشور)، از طرف دیگر، رشد فلش‌های بهاره (جهش‌های رشدی در بهار)، بیشتر تحت تاثیر مواد غذایی ذخیره درختان است و این ذخیره، بیشتر به مدیریت کوددهی اواخر فصل رشد در سال گذشته بستگی دارد. بنابراین کوددهی در اوایل فصل رشد در سال جاری، تاثیر چندانی در افزایش مقدار ذخیره و رشد فلش‌های بهاره ندارد. لذا توصیه می‌شود که باغ‌داران، کوددهی اوایل فصل را با حداکثر 5 الی 10 درصد نیاز سالانه درختان شروع نمایند و به تدریج، مقدار مصرف (درصدی از نیاز سالانه) را افزایش داده و در اواسط تابستان به حداکثر مقدار مصرف ارتقا دهند. سپس

مقدار مصرف کود، به تدریج کاهش داده شود و در اواخر فصل رشد برای بهبود تحمل درختان جوان نسبت به تنش‌های سرمایی، مصرف کودها را به حداقل مقدار کاهش دهند یا کوددهی را متوقف کنند. به طور کلی، این روند مصرف باید به گونه‌ای مدیریت شود که بافت‌های فلش‌های رشدی سوم (فلش‌های پاییزی)، فرصت زمانی کافی برای کامل شدن داشته باشند (جدول 4-5).

جدول 4-5. مدیریت مصرف کودهای شیمیایی برای درختان جوان غیر بارده (1 تا 3 سال) در طول فصل رشد برای مناطق شمالی کشور و دیگر مناطق با آب و هوای معتدل (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم).

نوع کود	مقدار مصرف در هر ماه از فصل رشد (درصدی از کل کود توصیه شده)						
	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
نیتروژنی	5	10	10	15	20	20	15
پتاسیمی	5	5	10	15	15	20	20
فسفوری	10	10	15	15	15	15	10

5-5. مدیریت کوددهی درختان جوان در جنوب کشور

با توجه به گرمای شدید تابستان در مناطق جنوب کشور مانند حاجی‌آباد و نازدشت بندرعباس، جیرفت، دزفول و توصیه می‌شود تغذیه درختان مرکبات در دو مرحله (فاز) انجام شود. کوددهی مرحله اول، از اواخر بهمن ماه شروع شود و تا اواخر اردیبهشت یا اوایل خرداد ماه ادامه یابد سپس به دلیل گرمای شدید هوا، کوددهی متوقف گردد. کوددهی مرحله دوم، از نیمه دوم شهریور ماه، آغاز و تا اواخر آذر ماه ادامه داده شود. مدیریت مصرف کودهای نیتروژن، پتاسیم و فسفر در هر دو مرحله کوددهی، در جدول 6-7 آورده شده است. براساس کارهای میدانی نگارندگان در بندرعباس (ابراهیم آباد و نازدشت) و دزفول، توصیه می‌شود در مناطق جنوبی کشور، مصرف کودهای نیتروژنی با 5 درصد نیاز سالانه، از نیمه دوم بهمن ماه شروع شود و در ماه‌های فروردین و اردیبهشت به حداکثر مقدار (به ترتیب با 15 و 20 درصد مصرف از کل نیاز سالانه)، افزایش داده شود و در اواخر خرداد یا حداکثر نیمه اول تیرماه با مصرف 5 درصد نیاز سالانه، مصرف کودهای نیتروژنی متوقف شود. سپس در نیمه دوم شهریورماه، کوددهی نیتروژن دوباره آغاز و تا آذر ماه ادامه یابد. اما

به علت نقش کودهای پتاسیمی در تحمل به تنش‌های گرمایی و سرمایی و همچنین انتقال کربوهیدرات‌ها به بافت‌های ذخیره، کوددهی پتاسیم با 5 درصد نیاز سالانه در نیمه دوم بهمن ماه شروع شود و در اردیبهشت و خرداد ماه به حداکثر مقدار (به ترتیب 15 و 20 درصد نیاز سالانه) افزایش داده شود و در نیمه اول تیر ماه، با مصرف 5 درصد نیاز سالانه، مصرف کودهای پتاسیمی متوقف شود. سپس در نیمه دوم شهریور ماه با مصرف 5 درصد مصرف سالانه، کوددهی پتاسیم دوباره آغاز شود و در آبان ماه به حداکثر مقدار مصرف (15 درصد نیاز سالانه)، افزایش یابد و در آذرماه نیز کوددهی متوقف شود (جدول 5-5).

جدول 5-5. مدیریت مصرف کودهای شیمیایی برای درختان جوان غیر بارده (1 تا 3 سال) در طول فصل رشد برای مناطق جنوب کشور و دیگر مناطق با تابستان‌های بسیار گرم (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم)

مقدار مصرف در هر ماه از فصل رشد (درصدی از کل کود توصیه شده)										
نوع کود	بهمن (نیمه دوم)	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر (نیمه اول)	مرداد	شهریور (نیمه دوم)	مهر	آبان (نیمه اول)
نیتروژنی	5	10	15	20	10	5	-	5	15	10
پتاسیمی	5	5	10	15	20	5	-	5	10	15
فسفری	5	10	15	15	15	5	-	5	15	10

فصل ششم

کوددهی درختان بارده

1-6. مقدار مصرف نیتروژن برای درختان بارده

مقدار کود نیتروژنی توصیه شده برای درختان مرکبات، باید نیتروژن کافی را برای توسعه تاج درختان (با یک اندازه کنترل شده) فراهم کند به طوری که حداکثر عملکرد اقتصادی با کیفیت مطلوب تولید شود. مقدار کود نیتروژن مصرفی برای درختان مرکبات بارده، براساس ویژگی‌های خاک (مقدار ماده آلی)، غلظت نیتروژن در برگ و پتانسیل عملکرد است (جدول 1-6). زمانی که درختان به اندازه‌ای رسیدند که فضای در نظر گرفته شده را پرکرده و رشد بیشتر تاج، مورد نظر نباشد مقدار مصرف عناصر غذایی می‌تواند ثابت شود و یا در موارد احتمالی، کاهش یابد.

مقدار مصرف سالانه کود نیتروژن، برای تامین نیتروژن مورد نیاز رشد رویشی و نیتروژن خارج شده توسط میوه است. مقدار نیتروژن مصرف شده، براساس نیاز درختان (که توسط تفسیر نتایج آزمون برگ نشان داده می‌شود)، ویژگی‌های خاک، ویژگی‌های کیفی میوه و پتانسیل عملکرد است. برای رسیدن به عملکرد بالا با میوه‌های درشت، باغداران باید مقدار مصرفی کود نیتروژن را به گونه‌ای تنظیم کنند که غلظت نیتروژن برگ برای درختان پرتقال در دامنه 2/5 تا 2/7 درصد حفظ شود، برای درختان نارنگی در محدوده 3- 2/5 درصد و برای درختان گریپ‌فروت در حدود 2/2 درصد باشد. دامنه مناسب نارنگی‌ها و گریپ‌فروت، به ترتیب، بیشتر و کمتر از دامنه مناسب برای پرتقال‌ها است. مقدار نیتروژن توصیه شده برای درختان پرتقال 8 تا 11 سال، براساس پتانسیل عملکرد پیش‌بینی شده و برای درختان 12 سال و بیشتر، براساس متوسط عملکرد میوه 4 سال متوالی پیشین است.

2-6. مقدار مصرف پتاسیم برای درختان بارده

به طور کلی، مقدار کود پتاسیم (K_2O) توصیه شده برای درختان بارده مرکبات تقریباً معادل مقدار نیتروژن خالص مصرفی است. اگر غلظت پتاسیم برگ مرکبات در سال‌های متوالی به مقدار قابل ملاحظه‌ای زیر حد کفایت باشد مقدار پتاسیم (K_2O) مصرفی به ویژه در خاک‌های آهکی می‌تواند تا 25 درصد افزایش یابد. مقدار پتاسیم (K_2O) توصیه شده بر

اساس پتانسیل عملکرد پیش‌بینی شده (درختان 8 تا 11 سال) و متوسط عملکرد میوه 4 سال متوالی پیشین (درختان 12 سال و بیشتر) است (جدول 6-2).

اگر کود پتاسیمی در یک سال مصرف شود برای تعیین این که، در سال بعد چقدر پتاسیم مصرف شود نیاز است دوباره آزمون خاک و برگ انجام شود. بر اساس تفسیر نتایج این آزمون‌ها و متوسط عملکرد باغ، نسبت به مصرف کودهای پتاسیمی اقدام شود. اگر مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک بیش از حد بحرانی و غلظت پتاسیم در برگ نیز در حد مطلوب و بیشتر باشد می‌توان مصرف خاکی کودهای پتاسیمی را متوقف کرد یا آن را به حداقل رساند. اما مصرف کودهای محلول پتاسیمی (مانند نیترات پتاسیم و...) به شکل محلول‌پاشی برای افزایش اندازه و بهبود کیفیت میوه، توصیه می‌شود در مراحل خاص فنولوژی مانند پس از تشکیل میوه و اواخر فاز دوم رشد میوه، انجام شود.

جدول 6-1. نیتروژن توصیه شده برای درختان بارده بر اساس متوسط عملکرد، نتایج آزمون خاک و برگ (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم).

دامنه آزمون برگ (غلظت نیتروژن)	دامنه آزمون خاک (درصد ماده آلی)	عملکرد (تن در هکتار)	مقدار نیتروژن توصیه شده (کیلوگرم در هکتار)
کفایت	کمتر از یک	20 و کمتر	100 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار
		بیشتر از 20	100 کیلوگرم + 1/5 کیلوگرم نیتروژن خالص به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
		20 و کمتر	90 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار
	1-2	بیشتر از 20	90 کیلوگرم + 1/5 کیلوگرم نیتروژن خالص به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
		20 و کمتر	80 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار
	2-3	بیشتر از 20	80 کیلوگرم + 1/5 کیلوگرم نیتروژن خالص به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
کم	کمتر از یک	20 و کمتر	120 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار
		بیشتر از 20	120 کیلوگرم + 1/5 کیلوگرم نیتروژن خالص به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
		20 و کمتر	110 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار
	1-2	بیشتر از 20	110 کیلوگرم + 1/5 کیلوگرم نیتروژن خالص به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
		20 و کمتر	60 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار
	2-3	بیشتر از 20	100 کیلوگرم + 1/5 کیلوگرم نیتروژن خالص به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
کمبود	کمتر از یک	20 و کمتر	150 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار
		بیشتر از 20	150 کیلوگرم + 1/5 کیلوگرم نیتروژن خالص به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
		20 و کمتر	140 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار
	1-2	بیشتر از 20	140 کیلوگرم + 1/5 کیلوگرم نیتروژن خالص به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
		20 و کمتر	130 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار
	2-3	بیشتر از 20	130 کیلوگرم + 1/5 کیلوگرم نیتروژن خالص به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار

جدول 6-2. پتاسیم (K_2O) توصیه شده برای درختان بارده بر اساس متوسط عملکرد، نتایج آزمون خاک و برگ (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم).

دامنه آزمون برگ (غلظت پتاسیم)	دامنه آزمون خاک (پتاسیم قابل استفاده)	عملکرد (تن در هکتار)	مقدار پتاسیم (K_2O) توصیه شده (کیلوگرم در هکتار)
کفایت	کم	20 و کمتر	80 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی
		بیشتر از 20	80 کیلوگرم + 2 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
	متوسط	20 و کمتر	50 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی
		بیشتر از 20	50 کیلوگرم + 2 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
	زیاد	20 و کمتر	25 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی
		بیشتر از 20	25 کیلوگرم + 2 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
کم	کم	20 و کمتر	100 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی
		بیشتر از 20	100 کیلوگرم + 2 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
	متوسط	20 و کمتر	80 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی
		بیشتر از 20	80 کیلوگرم + 2 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
	زیاد	20 و کمتر	40 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی
		بیشتر از 20	40 کیلوگرم + 2 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
کمبود	کم	20 و کمتر	125 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی
		بیشتر از 20	125 کیلوگرم + 2 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
	متوسط	20 و کمتر	100 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی
		بیشتر از 20	100 کیلوگرم + 2 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار
	زیاد	20 و کمتر	50 کیلوگرم پتاسیم (K_2O)، مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی
		بیشتر از 20	50 کیلوگرم + 2 کیلوگرم پتاسیم (K_2O) به ازای هر تن افزایش عملکرد در هکتار

3-6. مقدار مصرف فسفر (P_2O_5) برای درختان بارده

مقدار مصرف کود فسفر برای درختان بارده بر اساس متوسط عملکرد و تفسیر نتایج آزمون خاک و برگ است. اگر کود فسفر در یک سال مصرف شود، برای تعیین این که، در سال بعد چه مقدار کود فسفوری مصرف شود، نیاز است مجدداً آزمون خاک و برگ انجام شود. مقدار مصرف فسفر بر اساس نتایج آزمون خاک و برگ و همچنین متوسط عملکرد درختان در جدول 3-6 آورده شده است.

جدول 3-6. توصیه مصرف فسفر (P_2O_5) برای درختان بارده بر اساس متوسط عملکرد و نتایج آزمون خاک و برگ (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم).

دامنه آزمون برگ	دامنه آزمون خاک	مقدار کود فسفر (P_2O_5) توصیه شده
کفایت	کمتر از کفایت	توصیه می‌شود مقدار یک کیلوگرم فسفر (P_2O_5) به ازای هر تن میوه در هکتار در طول سال جاری مصرف شود. اما برای مصرف در سال بعد، نمونه‌های برگ و خاک پس از 12 ماه برای ارزیابی مجدد تهیه شوند و بر اساس تفسیر نتایج آن‌ها و متوسط عملکرد، دوباره مقدار مصرف تعیین شود.
کم	کمتر از کفایت	توصیه می‌شود مقدار $1/5$ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) به ازای هر تن میوه در هکتار در طول سال جاری مصرف شود. اما برای مصرف در سال بعد، نمونه‌های برگ و خاک پس از 12 ماه برای ارزیابی مجدد تهیه شوند و بر اساس تفسیر نتایج آن‌ها و متوسط عملکرد، دوباره مقدار مصرف تعیین شود.
کمبود	کمتر از کفایت	توصیه می‌شود مقدار 2 کیلوگرم فسفر (P_2O_5) به ازای هر تن میوه در هکتار در طول سال جاری مصرف شود. اما برای مصرف در سال بعد، نمونه‌های برگ و خاک پس از 12 ماه برای ارزیابی مجدد تهیه شوند و بر اساس تفسیر نتایج آن‌ها و متوسط عملکرد، دوباره مقدار مصرف تعیین شود.

4-6. مقدار مصرف کلسیم و منیزیم برای درختان بارده

در خاک‌های آهکی که مقدار کربنات کلسیم آن‌ها بیشتر از 3 درصد است نیازی به مصرف خاکی هیچ نوع کود کلسیمی برای درختان بارده (همه درختان میوه از جمله درختان مرکبات) نیست. اما مصرف محلول‌پاشی آن در اوایل فاز اول رشد میوه (بعد از تشکیل میوه‌چه‌ها و رسیدن قطر آن‌ها به حدود 7 تا 10 میلی‌متر) و همچنین در طول فاز دوم رشد میوه‌ها، به ویژه در اواخر فاز دوم رشد میوه با کودهای مناسب کلسیمی مانند نیترات کلسیم یا کودهای کلسیمی با بنیان آلی، برای افزایش اندازه، بهبود کیفی رنگ میوه، افزایش انبارمانی میوه و ... ضروری است. اما در خاک‌های اسیدی، مانند برخی مناطق غرب مازندران و برخی دامنه‌های جنوبی و باغ‌های حاشیه جنگل‌های شرق مازندران که pH خاک آنها کمتر از 6 است، محلول‌پاشی کلسیم و افزودن آهک به خاک برای افزایش pH

خاک به حدود 6 تا 6/5 (رساندن pH خاک به این دامنه) ضروری است و این افزایش pH می تواند نیاز کلسیم اندام های رویشی درختان مرکبات را به خوبی فراهم کند، اما همچنان محلول پاشی کلسیم برای بهبود عملکرد و کیفیت میوه ها ضروری است. اگر pH خاک، در دامنه مناسب باشد نیازی به مصرف خاکی کودهای کلسیمی نیست مگر این که آزمون خاک نشان دهد که کلسیم خاک، کمتر از حد بحرانی است یا این که غلظت کلسیم برگ، کمتر از حد کفایت باشد. در این حالت، مصرف گچ در خاک یا محلول پاشی با کودهای کلسیمی محلول توصیه می شود. اگر pH خاک، بالای 6/5 باشد خاک احتمالاً کلسیم کافی برای رشد درختان دارد و تنها محلول پاشی کودهای مناسب کلسیمی برای بهبود کیفی میوه نیاز است. اگر pH خاک در دامنه مناسب از 5/5 تا 6/5 باشد به مصرف کلسیم نیازی نیست اما اگر pH خاک، کمتر از 5/5 باشد آهک باید مصرف شود تا pH خاک به 6/5 برسد. اگر pH خاک بیشتر از 6/5 باشد خاک دارای مقدار زیادی کلسیم خواهد بود.

اگر نتایج آزمون خاک نشان دهد که مقدار منیزیم خاک، کمتر از دامنه کفایت (متوسط یا کم) است پیشنهاد می شود کود منیزیم به مقدار حداکثر 20 درصد نیتروژن توصیه شده، مصرف شود. اما اگر نتایج آزمون خاک نشان دهد که مقدار منیزیم خاک بیش از حد بحرانی و در دامنه زیاد یا خیلی زیاد قرار دارد ولی غلظت منیزیم در برگ کمتر از حد کفایت باشد، توصیه می شود مصرف خاکی منیزیم متوقف شود یا به حداقل برسد و کودهای منیزیمی (مانند نیترات منیزیم، سولفات منیزیم و ...) به روش محلول پاشی، به ویژه در فاز دوم رشد میوه مصرف شوند.

5-7. مصرف عناصر ریز مغذی (کم مصرف) برای درختان بارده

مقدار عناصر غذایی کم مصرف که توسط میوه خارج می شود بسیار کم است و در مقایسه با مقداری که به طور طبیعی در خاک وجود دارد ناچیز است. برای درختان جوان، در زمین هایی که قبلاً کشت نشده اند مصرف منگنز، مس و بور به ترتیب حدود 5 درصد، 2/5 درصد و 0/33 درصد نیتروژن مصرف شده توصیه می شود تا وقتی که نتایج آزمون خاک یا برگ یا علائم ظاهری درختان نشان دهد که مصرف این عناصر (یکی یا بیشتر) باید کاهش یابد یا حذف شود. برای درختان مسن تر، نیاز عناصر غذایی کم مصرف (به استثنای بور و مس) باید توسط علائم کمبود ظاهری یا نتایج آزمون برگ تایید شود سپس اقدام به

مصرف آنها شود (جدول 4-6). اما بور ممکن است نیاز باشد هر سال مصرف شود به علت این که به سرعت تحت تاثیر شستشو قرار می گیرد. در خاک‌های با pH بیشتر از هفت، قابلیت استفاده عناصر غذایی کم مصرف، به استثنای مولیبدن به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می یابد.

جدول 4-6. روش و مقدار عناصر غذایی کم مصرف توصیه شده برای باغ‌های مرکبات (اسدی کنگر شاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم)

عنصر غذایی کم مصرف						
بور	مس	روی	منگنز	آهن	روش مصرف	
*	*	*	*	*	محللول پاشی برگ	
*	*	-	1*	*	خاکی	
0/6	3 - 6	6	3 - 6	2*	محللول پاشی برگ	مقدار مصرف
1	6	-	8 - 12	2*	خاکی	(کیلوگرم در هکتار)

1. مصرف خاکی منگنز در خاک‌های آهنکی توصیه نمی شود.
2. در خاک‌های اسیدی، مصرف کلات آهن (Fe-EDTA) به مقدار 2 الی 5 گرم به ازای هر درخت (در چندین تقسیط به فاصله 15 تا 20 روز تا رفع علائم کلروز). در خاک‌های آهنکی مصرف کلات آهن (Fe-EDDHA) به مقدار 5 الی 10 گرم به ازای هر درخت در هر تقسیط (به فاصله 15 تا 20 روز تا رفع علائم کلروز) توصیه می شود.

به طور کلی توصیه می شود محللول پاشی برگ، در زمانی انجام شود که تقریباً بیش از 60 درصد برگ‌های فلش‌های بهاره کاملاً توسعه پیدا کرده‌اند در صورتی که مصرف خاکی در هر زمانی که مورد نیاز باشد می تواند انجام شود. مصرف خاکی با کودهای آهن معدنی غیرکلاته، معمولاً نمی تواند علائم کمبود ظاهری آهن را بر طرف نماید و اغلب برای درختان، غیر قابل استفاده است. خاک‌های آهنکی ممکن است دارای مقدار زیادی از آهن کل باشند اما به طور عمده، نامحللول و غیرقابل استفاده هستند. در خاک‌های خنثی تا کمی اسیدی نیز، کمبود آهن می تواند یک مشکل باشد اگر مس به مقدار زیاد در این خاک‌ها وجود داشته باشد. اما کلروز آهن می تواند به وسیله مصرف خاکی کودهای کلاته آهن تصحیح شود. موثر بودن کلات‌های آهن عمدتاً بستگی به pH خاک دارد. کلات‌های Fe-EDTA و Fe-HEDTA، نسبتاً ارزان هستند و اگر pH خاک، کمتر از 6/5 باشد در رفع کمبود آهن، موثر خواهند بود. اما این کلات‌ها نباید در خاک‌های آهنکی مصرف شوند زیرا به سرعت در این خاک‌ها شکسته می شوند و قابلیت استفاده آهن آن‌ها به شدت توسط رسوب آهن در خاک، کاهش می یابد. در مقابل، کلروز آهن درختان مرکبات با پایه‌های

حساس در خاکهای آهنی، به آسانی رفع نمی‌شود. برخی کلات‌های آهن (مانند FeEDDHA، FeEDDHSA، FeEDDHMA) در رفع کمبود آهن موثر هستند اما مصرف آن‌ها پرهزینه است. همچنین سبز شدن برگ‌ها، در این خاک‌ها پایدار نیست و مدتی پس از مصرف آهن، دوباره علائم کلروز و زردی را نشان خواهند داد. در خاکهای آهنی، خنثی و اسیدی برای رفع علائم کمبود آهن، محلول‌پاشی 3 تا 5 کیلوگرم از کلات‌های آهن (FeEDTA یا FeHEDTA) در هکتار با غلظت یک الی 1/5 در هزار همراه با اوره با غلظت یک تا سه در هزار و یک مویان مناسب، با فاصله زمانی 10 تا 20 روز در میان (با توجه به سرعت رشد سرشاخه‌ها و شدت کمبود) می‌تواند بسیار موثر باشد. در مورد منگنز، مصرف خاکی آن، برای باغ‌های مرکبات در خاک‌های آهنی میانه و شرق مازندران توصیه نمی‌شود. نتایج مطالعات انجام شده در خاک‌های آهنی این مناطق نشان داده است که مصرف خاکی کودهای حاوی منگنز (حتی همراه با کودهای آلی و حیوانی به شکل چالکود)، تاثیری در افزایش جذب منگنز و رفع کمبود برگ درختان مرکبات ندارد. در خاک‌های غرب مازندران نیز، مصرف خاکی کودهای منگنز توصیه نمی‌شود. مشکل کمبود منگنز در باغ‌های مرکبات این مناطق ناشی از کمبود قابلیت استفاده منگنز در خاک نمی‌باشد، به طوری که مطالعات شبکه‌ای خاک‌های این استان نشان داد در بیشتر این باغ‌ها، قابلیت استفاده منگنز خاک بیش از مقدار بهینه، و در دامنه زیاد و خیلی زیاد قرار دارد. از طرف دیگر، برگ‌های این درختان علائم ظاهری کمبود را به خوبی نشان می‌دهند. پژوهش‌های نگارندگان نشان داده است که مشکل کمبود منگنز در این باغ‌ها، ناشی از راندمان پایین انتقال آن، از ریشه‌ها به اندام هوایی است. بنابراین در این مناطق برای رفع علائم کمبود منگنز، محلول‌پاشی 3 تا 5 کیلوگرم کلات منگنز (MnEDTA) در هکتار (با غلظت یک الی 1/5 در هزار همراه با اوره با غلظت یک تا سه در هزار و یک مویان مناسب) توصیه می‌شود. توجه ویژه‌ای برای پیش‌گیری از بروز علائم کمبود منگنز و روی در باغ‌های مرکبات کشور، به ویژه در مناطق جنوبی ضروری است تا امکان پایش مداوم علائم بیماری گرینینگ (citrus greening disease) در باغ‌های مرکبات فراهم شود.

6-6. زمان و فراوانی مصرف کودهای شیمیایی برای درختان بارده

مدیریت تغذیه درختان بارده باید هم رشد رویشی و هم رشد میوه‌های سال جاری را تامین کند. رشد رویشی در بهار برای درختان بارده، اهمیت زیادی دارد زیرا موجب تشکیل چوب‌های میوه‌ده برای سال بعد می‌شود. نیاز تغذیه‌ای درختان مرکبات در اواخر زمستان و

یا اوایل بهار شروع می‌شود و تا اوایل تابستان توسعه می‌یابد. در طول این زمان، گل‌دهی و توسعه میوه‌ها با رشد رویشی فلش‌های بهاره رقابت می‌کنند. گل‌ها و میوه‌چه‌ها، مقدار زیادی از عناصر غذایی در بافت‌های خود جمع می‌کنند اما مقداری از این عناصر به طور موقتی در طول فرآیند ریزش گل و میوه‌چه‌ها هدر می‌رود. سایر میوه‌های درختان که باقی می‌مانند، می‌توانند تا زمان بلوغ، حمایت شوند. این فرآیند همچنان ادامه می‌یابد تا ریزش تابستانه (June drop) میوه‌ها کامل شود. پس از آن، نیازهای تغذیه‌ای برای توسعه میوه‌ها کاهش می‌یابد. بهترین کیفیت میوه، زمانی فراهم می‌شود که وضعیت تغذیه‌ای درختان در پاییز، به ویژه از نظر غلظت نیتروژن در برگ، در بخش پایین دامنه حد کفایت باشد. بر اساس نیاز تغذیه‌ای درختان مرکبات بارده در طول یک سال، توصیه می‌شود برنامه مصرف کودها حداقل به پنج فاز (مرحله) تقسیم شود (شکل 6-1):

- اولین مرحله، در شروع گل‌دهی انجام شود.
 - دومین مرحله، بین تشکیل میوه‌چه‌ها و ریزش تابستانه (June drop) میوه‌چه‌ها، انجام شود.
 - سومین مرحله، در اوایل فاز دوم رشد میوه‌ها انجام شود.
 - چهارمین مرحله، در اواخر فاز دوم رشد میوه انجام شود (محلول‌پاشی کودهای پتاسیم و کلسیم)
 - پنجمین مرحله، بلافاصله پس از برداشت میوه می‌باشد.
- مصرف کودها همچنین ممکن است در طول پاییز و زمستان، به ویژه در نواحی جنوب کشور، که در بیشتر مواقع، مرکبات تقریباً در تمام طول سال رشد می‌کنند، در هر زمان که وضعیت هوا مناسب باشد و رشد صورت گیرد انجام شود. تامین نیاز غذایی درختان اهمیت زیادی در تولید دارد. به هر حال مصرف زیاد کود در پاییز و زمستان می‌تواند توسعه رنگ میوه‌ها را به تاخیر بیندازد و همچنین حساسیت درختان را به صدمه یخبندان افزایش دهد.



آغاز فصل ← گلدهی و تشکیل میوه ← رشد و توسعه ← رسیدگی میوه ← بعد از برداشت

شکل 6-1. مراحل مختلف رشد سالیانه درختان مرکبات

فصل هفتم

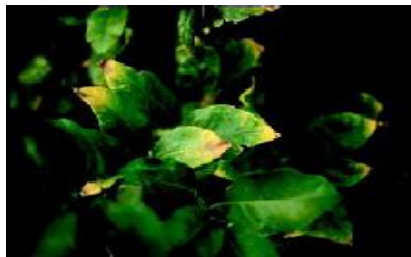
مدیریت درختان مرکبات در شرایط شور

7-1. آب شور، خاک شور و پاسخ درختان مرکبات

همه آب‌های طبیعی و محلول خاک‌ها دارای مقدار زیادی نمک‌های محلول هستند. غلظت نمک در آب یا محلول خاک، به چندین روش گزارش می‌شود:

- کل جامدات محلول (Total dissolved Solids = TSS)، که به صورت میلی گرم در لیتر (mg l^{-1}) یا قسمت در میلیون (ppm) گزارش می‌شود. واحدهای میلی گرم در لیتر و پی‌پی‌ام معادل هستند.
- قابلیت هدایت الکتریکی (EC) که به صورت دسی‌زیمنس بر متر (dsm^{-1})، میلی‌موس بر سانتی‌متر (mmhos cm^{-1}) یا میکروموس بر سانتی‌متر ($\mu\text{mhos cm}^{-1}$) گزارش می‌شود. واحدهای دسی‌زیمنس بر متر و میلی‌موس بر سانتی‌متر معادل هستند. نمک‌های محلول، در آب یا در محلول خاک معمولاً به شکل یون وجود دارند که می‌توانند جریان الکتریکی را هدایت کنند، بنابراین همچنان که غلظت نمک‌های محلول در آب یا محلول خاک افزایش می‌یابد قابلیت هدایت الکتریکی (EC) آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. هدایت الکتریکی بیشتر آب‌های کشاورزی استان مازندران از 0/7 تا 1/5 دسی‌زیمنس بر متر است اما در مناطق ساحلی و برخی مناطق استان مازندران از جمله سواحل بابلسر، برخی قسمت‌های کیاکلا، بیشتر قسمت‌های شمالی بهنمیر و جویبار، برخی مناطق گهرباران ساری، میان کاله و بهشهر، مقدار شوری بین 2000 تا 4500 میکروموس بر سانتی‌متر است. تبدیل قابلیت هدایت الکتریکی (EC) به مواد جامد محلول (TDS)، به نوع نمک در محلول بستگی دارد. مقدار مواد جامد محلول (بر حسب میلی‌گرم در لیتر) را می‌توان از ضرب مقدار قابلیت هدایت الکتریکی (بر حسب دسی‌زیمنس بر متر یا میلی‌موس بر سانتی‌متر) در 700، تخمین زد. بسیاری از هدایت‌سنج‌ها (EC مترها) که شوری را مستقیماً بر حسب میلی‌گرم در لیتر قرائت می‌کنند فاکتور تبدیل 640 را اعمال می‌کنند. اعداد شوری قرائت شده توسط هدایت‌سنج‌های مختلف با هم قابل مقایسه هستند. آستانه تحمل به شوری برای مرکبات با ظرفیت بافری خاک، آب و هوا، پایه و شرایط رطوبتی خاک تغییر می‌کند و معمولاً با افزایش مقدار رس و ماده آلی خاک، غلظت بحرانی شوری نیز افزایش می‌یابد. از علائم خسارت شوری، می‌توان کاهش رشد ریشه، کاهش گل‌دهی، کاهش اندازه برگ و کندی رشد سرشاخه‌ها (قبل از ظهور علائم سمیت یون‌ها در برگ‌ها) را نام برد. سمیت کلر، بیشتر

به صورت لکه‌های نکروتیک سوخته شده یا لبه‌های ظاهراً خشک در برگ‌ها ظاهر می‌شود که یکی از معمول‌ترین علائم ظاهری خسارت نمک است. اما زیادی غلظت سدیم موجب برنزه شدن کل برگ و کاهش رشد می‌شود (شکل ۱-۷). همانند کلر، زیادی سدیم در برگ می‌تواند موجب ایجاد عدم تعادل تغذیه‌ای در درختان مرکبات شود و این عدم تعادل تغذیه‌ای معمولاً در غلظت‌های بسیار کمتر از غلظت‌های مورد نیاز برای بروز علائم ظاهری در برگ رخ می‌دهد. از آنجایی که سدیم و کلر، بسیار محلول در آب هستند ارزیابی تنش شوری توسط اندازه‌گیری غلظت آنها در خاک، ارزش تشخیصی و کاربردی چندانی ندارد. به طور کلی، تحمل پایه‌های معمول مرکبات به شوری بسیار متفاوت است. ترتیب پایه‌ها از متحمل‌ترین به حساس‌ترین شامل: ۱. کلوپاترا ماندارین، ۲. نارنج، ۳. پرتقال، ۴. سوینگل سیتروملو، ۵. کاریزوسیترنج و ۶. رافلمون است البته این ترتیب با توجه به یون عامل شوری و ویژگی‌های خاکی و اقلیمی منطقه می‌تواند تغییر کند. معمولاً تحمل درختان گریپ‌فروت به شوری کمتر از پرتقال‌ها است.



شکل ۱-۷ علائم ظاهری خسارت تنش شوری در برگ درختان مرکبات

۲-۷. مدیریت تغذیه درختان مرکبات با آب آبیاری شور یا خاک شور

انتخاب منابع کودی، که به طور نسبی تاثیر کمی در پتانسیل اسمزی محلول خاک دارند می‌توانند تنش نمک یا شوری را کاهش دهند. منابع کودی فسفر، معمولاً شاخص نمکی پایین دارند و کمترین مشکل را برای مرکبات در خاک‌های شور ایجاد می‌کنند. در مقابل منابع کودی نیتروژن و پتاسیم، شاخص‌های نمکی بالاتری دارند. به طور کلی شاخص نمکی کودهای آلی طبیعی، بسیار کمتر از کودهای محلول است. همچنین کودهای با درجه خلوص بیشتر، شاخص نمکی پایین‌تری (به ازای واحد عنصر غذایی) نسبت به کودهای با درجه خلوص کمتر دارند. بنابراین در یک مقدار مشخص کود، فرمولاسیونی با درجه خلوص

بیشتر به احتمال زیاد، خسارت شوری کمتری ایجاد خواهد کرد، لذا به طور کلی، کودهایی که به ازای واحد عنصر غذایی، شاخص نمکی پایین‌تری دارند برای مصرف درختان میوه در معرض تنش شوری، مناسب‌تر هستند. بنابراین کودهای اوره و نیترات آمونیوم، کودهای فسفوری سوپرفسفات تریپل و معمولی و کودهای پتاسیمی، مونوپتاسیم فسفات، سولفات پتاسیم و نیترات پتاسیم برای مصرف درختان مرکبات با آب یا خاک شور، مناسب هستند. انتخاب منابع کودی بدون یون‌های بالقوه مضر برای مصرف در آب‌های آبیاری با شوری متوسط، موجب کاهش خسارت شوری می‌شوند. یون کلر (Cl^-) در کود کلرید پتاسیم یا یون سدیم (Na^+) در کود نیترات سدیم، یون‌های بالقوه مضر هستند. این یون‌های ویژه (یون‌های سدیم، کلر و بور) موجب تشدید عدم تعادل یونی در درختان میوه و همچنین در خاک می‌شوند.

مدیریت مناسب تغذیه و آبیاری درختان مرکبات در شرایط تنش شوری، می‌تواند خسارت شوری را به حداقل برساند. برخی راه‌کارهای مدیریتی و کاربردی برای ارزیابی و کاهش خسارت تنش شوری برای درختان میوه در زیر آورده شده است:

- ارزیابی مداوم شوری آب آبیاری با EC متر: غلظت مواد جامد محلول (TDS) کمتر از 1000 میلی‌گرم در لیتر بسیار عالی است. همچنان‌که غلظت مواد جامد محلول، از 1000 به 2000 میلی‌گرم در لیتر افزایش یابد مشکلات شوری به تدریج ظاهر می‌شود و اگر غلظت مواد جامد محلول به بیش از 2000 میلی‌گرم در لیتر برسد احتمال خسارت، بسیار زیاد می‌شود.
- اگر نمک اضافی در خاک تجمع یافته است خاک باید به‌طور مداوم مرطوب نگه داشته شود تا غلظت نمک کاهش یابد (رقیق شدن محلول خاک).
- برای به حداقل رساندن تبخیر و تعرق و رسوب نمک، تا حد امکان، آبیاری باغ در طول شب انجام شود.
- فرمولاسیونی از کودها با حداقل شاخص نمکی به ازای واحد عنصر غذایی انتخاب و استفاده شود.
- فراوانی کوددهی تا حد امکان افزایش یابد که به کاهش مقدار مصرفی نمک (در هر بار) کمک خواهد کرد و از تجمع نمک در منطقه ریشه نیز جلوگیری خواهد کرد.
- از آزمون برگ برای پایش زیادی غلظت یون‌های سدیم و کلر یا کمبود دیگر عناصر غذایی استفاده شود، کمبود برخی از عناصر غذایی ناشی از عدم تعادل تغذیه‌ای در شرایط تنش شوری است.
- خاک‌های شور، به طور عمده دارای کمبود نیتروژن هستند. بنابراین مدیریت مصرف نیتروژن درختان میوه در این خاک‌ها، اهمیت زیادی در افزایش تولید و کاهش خشکیدگی سرشاخه‌ها و زوال درختان دارد.

- معدنی شدن آمونیوم در این خاک‌ها (به علت شوری زیاد) به شدت کاهش می‌یابد و همچنین به علت غلظت زیاد کلر در این خاک‌ها، فعالیت باکتری‌ها نیز بسیار کم است. بنابراین تولید نیتрат، کاهش می‌یابد و درختانی که نیتروژن قابل جذب آن‌ها، بیشتر به شکل نیترات است اغلب علائم ظاهری کمبود نیتروژن را نشان می‌دهند.
- در خاک‌های شور که مشکل تنش مانداب نیز دارند (مانند بخش‌هایی از اراضی بابلسر، جویبار، کیاکلا، بهنمیر، ساری، زاغمرز و بهشهر در شرق مازندران) معمولاً تهویه ضعیف، جذب نیتروژن را به شدت کاهش می‌دهد. در این شرایط، باغدار باید کود نیتروژن بیشتری (عمدتاً به شکل محلول‌پاشی) مصرف کند تا به پتانسیل عملکرد برسد.
- در درختان میوه با خاک‌های شور یا با آب آبیاری شور، متابولیسم نیتروژن به شدت کاهش می‌یابد یا مختل می‌شود. در این شرایط، ساخت پروتئین به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین، غلظت کل نیتروژن در برگ درختان تحت تنش شوری، شاخص مناسبی برای ارزیابی وضعیت نیتروژن درختان نیست و توصیه می‌شود از نیتروژن پروتئینی به عنوان شاخص استفاده شود.
- مصرف کودهای نیتروژنی در این خاک‌ها (به شکل سرک و پخش در سطح خاک) باید پس از آبیاری انجام شود و از مصرف سرک کودهای نیتروژنی قبل از آبیاری اجتناب شود.
- محلول‌پاشی نیتروژن در خاک‌های شور، برای تکمیل مصرف خاکی بسیار مفید است، به ویژه در مناطقی که آب آبیاری شور است.
- در شرایط شوری کم و متوسط، مصرف نیتروژن به شکل اوره مناسب‌تر از سولفات آمونیوم است، اما در شرایط شوری زیاد، استفاده از کودهای نیتراتی (مانند نیترات آمونیوم و ...) توصیه می‌شود.
- در خاک‌های شور به دلیل رسوب بیشتر فسفر در محلول خاک، نگهداری محکم‌تر فسفر محلول توسط ذرات خاک و همچنین رقابت یونی و کاهش رشد ریشه، دسترسی ریشه درختان به فسفر کاهش می‌یابد بنابراین در خاک‌های شور، به مقدار بیشتری کود فسفر نسبت به خاک‌های غیر شور نیاز است تا حداکثر عملکرد حاصل شود.
- معمولاً درختان در خاک‌های شور، کمبود پتاسیم دارند. بنابراین مصرف پتاسیم در خاک‌های شور موجب کاهش نسبت کلسیم به پتاسیم، منیزیم به پتاسیم و بهبود عملکرد خواهد شد.
- معمولاً با افزایش شوری خاک، غلظت عناصر کم مصرف (آهن، منگنز و روی) در برگ درختان میوه کاهش می‌یابد ولی این کاهش، چندان قابل ملاحظه نبوده و در بیشتر موارد، منجر به بروز کمبود نمی‌شود. بنابراین مدیریت مصرف کودهای این عناصر نسبت به شرایط غیرشور، تغییرات چندانی ندارد.

فصل هشتم

فنولوژی رشد و مدیریت تغذیه درختان مرکبات

8-1. فنولوژی رشد و گل‌دهی درختان مرکبات

به طور کلی، میانگین مراحل فنولوژیکی پرتقال تامسون ناول و نارنگی‌های انشوی میاگوا و سوجی‌یاما در شرق مازندران نشان داد که در پرتقال تامسون، شروع تورم، تمایز جوانه، شروع گل‌دهی و شروع ریزش فیزیولوژی نسبت به نارنگی‌ها، زودتر رخ می‌دهد اما طول دوره بلوغ و رنگ‌گیری میوه‌ی طولانی‌تری دارد. به طور کلی برخی از مراحل فنولوژی مانند شروع و پایان ریزش‌های فیزیولوژی، علاوه بر شرایط آب و هوایی به عوامل دیگری از قبیل مدیریت باغ، تغذیه، آبیاری و ... نیز بستگی دارند (جدول‌های 8-1 تا 8-5).

جدول 8-1. مراحل فنولوژی رشد برخی از ارقام غالب مرکبات در شرق مازندران، میانگین زمان وقوع مراحل فنولوژی در سال‌های مختلف، ممکن است از 10 تا 15 روز تغییر کند ولی فنولوژی ارقام نسبت به هم، از تغییرات کمتری برخوردار است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم)

فنولوژی	پرتقال تامسون	نارنگی سوجی‌یاما	نارنگی میاگوا
تورم جوانه‌ها	15 - 5 بهمن	30 - 20 بهمن	25 - 15 بهمن
تمایز جوانه‌ها	30 - 20 بهمن	25 - 15 اسفند	20 - 15 اسفند
فلش بهاره	25 اسفند تا 15 فروردین	25 - 20 فروردین	20 - 15 فروردین
شروع گلدهی	30 - 20 فروردین	15 - 1 اردیبهشت	10 - 3 اردیبهشت
پایان فلش بهاره	20 - 10 اردیبهشت	25 - 15 اردیبهشت	30 - 15 اردیبهشت
شروع ریزش تابستانه	5 - 1 خرداد	10 - 5 خرداد	15 - 10 خرداد
پایان ریزش تابستانه	25 - 20 خرداد	30 - 20 خرداد	30 - 20 خرداد
شروع فلش پاییزه	15 - 10 شهریور	20 - 10 شهریور	15 - 10 شهریور
پایان فلش پاییزه	30 - 25 آبان	25 - 15 آبان	200 - 10 آبان

جدول 8-2. مراحل فنولوژی رشد مرکبات در شرق استان فارس، میانگین زمان وقوع مراحل فنولوژی در سال‌های مختلف، ممکن است از 10 تا 15 روز تغییر کند.

توسعه میوه	فنولوژی رشد	زمان
-	فلش بهاره	5-25 اسفند ماه
فاز اول	شروع گلدهی	10-20 فروردین ماه
	شروع تشکیل میوه	25-30 فروردین ماه
	شروع ریزش تابستانه	20-25 اردیبهشت ماه
	پایان ریزش تابستانه	20-25 خرداد ماه
فاز دوم	شروع انبساط طولی	15-20 خرداد ماه
	شروع فلش پاییزه	10-20 شهریور ماه
	شروع تغییر رنگ میوه	5-15 آبان ماه
	بلوغ میوه	15-20 آذر ماه
فاز سوم	رسیدن میوه	20 آذر-15 دی ماه
-	پایان فلش پاییزه	10-15 مهر ماه

جدول 8-3. مراحل فنولوژی رشد لایم ها و لمون ها در نواحی ساحلی و کم ارتفاع استان هرمزگان، میانگین زمان وقوع مراحل فنولوژی در سال‌های مختلف، ممکن است از 10 تا 15 روز تغییر کند.

توسعه میوه	فنولوژی رشد	زمان
-	فلش بهاره	اواخر بهمن تا اواسط اردیبهشت
فاز اول	شروع گلدهی	اواسط بهمن تا اوایل فروردین
	شروع تشکیل میوه	اواخر اسفند تا اوایل فروردین
	شروع ریزش جودرو	اواسط اردیبهشت
	پایان ریزش جودرو	اوایل خرداد
فاز دوم	شروع انبساط سلولی	اواخر فروردین
	شروع فلش پاییزه	اوایل شهریور
	شروع تغییر رنگ میوه	اوایل مرداد
	بلوغ میوه	اواخر مرداد
فاز سوم	رسیدن میوه	اوایل شهریور
-	پایان فلش پاییزه	اوایل آذر

جدول 8-4. مراحل فنولوژی رشد نارنگی سیاهو و مرکبات پوست نارنجی در نواحی مرتفع استان هرمزگان، میانگین زمان وقوع مراحل فنولوژی در سالهای مختلف، ممکن است از 10 تا 15 روز تغییر کند.

توسعه میوه	فنولوژی رشد	زمان
-	فلش بهاره	اواخر اسفند تا اوایل خرداد
فاز اول	شروع گلدهی	اواخر اسفند تا اواسط فروردین
	شروع تشکیل میوه	اوایل تا اواخر فروردین
	شروع ریزش تابستانه	اواخر اردیبهشت
	پایان ریزش تابستانه	اواسط خرداد
فاز دوم	شروع انبساط سلولی	اواسط اردیبهشت
	شروع فلش پاییزه	اواخر مرداد
	شروع تغییر رنگ میوه	اواسط شهریور
	بلوغ میوه	اواخر شهریور
فاز سوم	رسیدن میوه	اوایل مهر
-	پایان فلش پاییزه	اواخر آبان

جدول 8-5. مراحل فنولوژی رشد پرتقال والنسیا در جیرفت، میانگین زمان وقوع مراحل فنولوژی در سالهای مختلف، ممکن است از 10 تا 15 روز تغییر کند.

توسعه میوه	فنولوژی رشد	پرتقال والنسیا منطقه جیرفت
-	فلش بهاره	15 - 20 اسفند ماه
فاز اول	شروع گلدهی	20 - 30 اسفند ماه
	شروع تشکیل میوه	1 - 25 فروردین
	شروع ریزش تابستانه	15 - 20 خرداد
	پایان ریزش تابستانه	10 - 15 تیر
فاز دوم	شروع فلش پاییزه	15 - 20 شهریور
	پایان فلش پاییزه	20 - 30 آبان
	شروع تغییر رنگ میوه	25 - 30 آذر
	بلوغ میوه	25 - 30 دی
فاز سوم	رسیدن میوه	10 - 15 بهمن

8-2. فنولوژی رشد میوه مرکبات و مدیریت تغذیه

به طور کلی، رشد میوه درختان مرکبات شامل دو مرحله (فاز) است:

1. مرحله یا فاز اول رشد میوه: در این مرحله افزایش اندازه میوه‌چه‌ها، از طریق افزایش تقسیم سلولی است که از شروع گل‌دهی تا پایان ریزش تابستانه (June drop) می‌باشد. ریزش بعد از تشکیل میوه (Post setting) و ریزش تابستانه نیز در این مرحله قرار دارند. ریزش پس از تشکیل میوه، بیشتر تحت تاثیر نیتروژن ذخیره و تغذیه دراز مدت (به طور عمده تغذیه سال قبل) درختان است. اما ریزش تابستانه، بیشتر تحت تاثیر تغذیه سال جاری و تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی و تنش گرمایی (درجه حرارت بالا) رخ می‌دهد. بنابراین در فاز اول رشد میوه، بزرگ شدن میوه‌چه‌ها ناشی از تقسیم سلولی است و سلول‌ها از نظر اندازه، رشد چندانی ندارند. با توجه به این که در فرآیند تقسیم سلولی، آنزیم‌ها بیشترین نقش را دارند و این آنزیم‌ها به طور مرتب تولید و مصرف می‌شوند. همچنین آنزیم‌ها، پروتئین‌هایی هستند که نیتروژن در ساختمان آن‌ها نقش اساسی دارد از این‌رو، در فاز اول رشد میوه، مدیریت مصرف نیتروژن اهمیت زیادی دارد. همچنین مصرف فسفر برای تامین انرژی (ATP) بسیار حیاتی است. کلسیم و پتاسیم نیز نقش زیادی در بهبود تقسیم سلولی و کیفیت میوه‌چه‌ها دارند. بنابراین در فاز اول رشد میوه توصیه می‌شود:

- محلول پاشی کود $20-20-20 + TE$ با غلظت 2-3 در هزار همراه با یک مویان با غلظت 0/3 در هزار بلافاصله پس از تشکیل میوه.
 - محلول پاشی نیترات کلسیم با غلظت 2-3 در هزار به علاوه اوره با غلظت 2 الی 3 در هزار همراه با یک مویان با غلظت 0/3 در هزار پس از فندقی شدن میوه‌ها.
 - محلول پاشی نیترات پتاسیم با غلظت 3-4 در هزار به علاوه اوره با غلظت 2 در هزار همراه با یک مویان با غلظت 0/3 در هزار به فاصله 10 تا 15 روز پس از محلول پاشی نیترات کلسیم.
- 2. مرحله یا فاز دوم رشد میوه:** از نظر زمانی، پس از پایان ریزش تابستانه، شروع و تا زمان بلوغ میوه‌ها ادامه دارد. در این مرحله، تقسیم سلولی متوقف شده و تعداد سلول‌های میوه‌چه‌ها تقریباً ثابت است و بزرگ شدن میوه‌ها، ناشی از انبساط و بزرگ شدن سلول‌ها می‌باشد. بنابراین برای درشت شدن میوه‌ها، جذب آب و متابولیت‌های فتوسنتزی ضروری است. همچنین برخی عناصر غذایی از جمله پتاسیم، منیزیم و کلسیم، بیشترین نقش را در ایجاد پتانسیل اسمزی، جذب آب و متابولیت‌ها دارند. بنابراین در این مرحله توصیه می‌شود:

- محلول پاشی نیترات کلسیم با غلظت 4-5 در هزار به علاوه اوره با غلظت 2-3 در هزار همراه با یک مویان با غلظت 0/3 در هزار پس از ریزش تابستانه، به فاصله زمانی 20 الی 30 روز در میان تا زمان برداشت.
- محلول پاشی نیترات پتاسیم با غلظت 4 الی 8 در هزار به علاوه اوره با غلظت یک تا سه در هزار همراه با یک مویان با غلظت 0/3 در هزار به فاصله 20 تا 30 روز از اواخر تیرماه تا آخر شهریورماه برای درختان نارنگی و از اواخر مرداد ماه تا آخر مهرماه به فاصله زمانی 20 الی 30 روز در میان با توجه به اندازه میوه.
- مصرف خاکی سولفات منیزیم، سولفات پتاسیم (با حلالیت زیاد) متناسب با نوع رقم، شدت کمبود و عملکرد میوه درختان، که معمولاً بهتر است از اواخر تیرماه تا اواخر شهریورماه در 2 تا 3 سرک به شکل کود آبیاری در باغهای دارای کمبود منیزیم و پتاسیم استفاده شوند (مصرف سرکها در هر مرحله، بین 100 تا 200 گرم سولفات پتاسیم و 100 تا 150 گرم سولفات منیزیم به ازای هر درخت توصیه می شود).

جدول 6-8. راندمان مصرف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد مرکبات و توزیع آن در اندامهای مختلف (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1394)

زمان مصرف نیتروژن	جذب نیتروژن توسط اندام‌های مختلف مرکبات (%)				راندمان جذب (%)
	اندام هوایی				
	برگ‌ها	میوه‌ها	شاخه‌ها	ریشه‌ها	
کود پایه (قبل از گل‌دهی)	50	6/5	16/5	30	20
فاز اول رشد میوه	37	44	10/5	8/5	65
فاز دوم رشد میوه	37	30	14	18	84
آخر فصل رشد (رسیدن میوه)	37/8	2/1	28/4	31/7	42

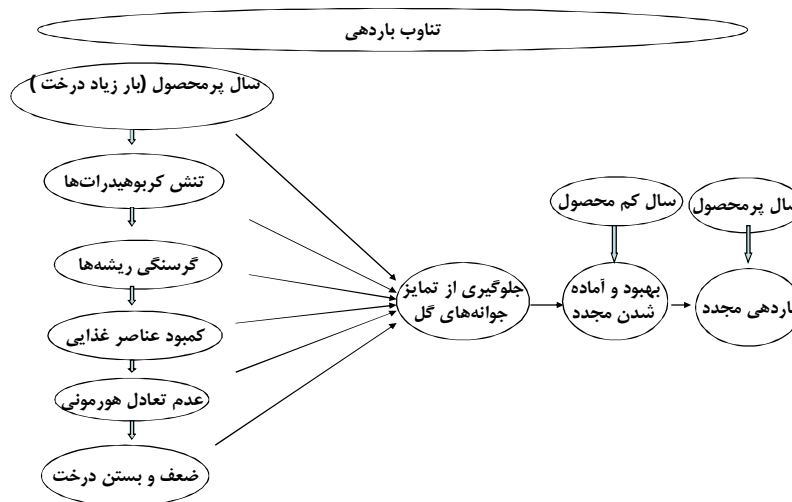
3-8. مدیریت تغذیه و تناوب باردهی مرکبات

یکی از مشکلات اصلی باغداران در بعضی از ارقام مرکبات، تناوب باردهی است. درختان دارای تناوب باردهی، در سالهای متوالی محصول منظمی تولید نمی کنند. معمولاً عملکرد زیاد در یک سال همراه با عملکرد بسیار کم یا فقدان عملکرد در سال بعد است. در سال پرمحصول، درختان دارای تعداد زیادی میوه کوچک هستند و این میوهها به علت بازارپسندی نامناسب، از سود اقتصادی کافی برخوردار نیستند. ازطرف دیگر در سال کم

محصول، تعداد میوه تشکیل شده بسیار اندک است. بنابراین، به دلیل کاهش عملکرد، سال‌های کم محصول هم برای باغدار صرفه اقتصادی لازم را ندارند. پژوهش‌های متعدد نشان داده‌اند که در سال پرمحصول وجود تعداد زیادی میوه روی درخت که اندام‌های مصرف کننده (سینک) هستند، سبب مصرف قست اعظم کربوهیدرات‌ها در اندام‌های هوایی شده و در نتیجه انتقال مواد غذایی و کربوهیدرات‌ها به ریشه کاهش می‌یابد. در این حال، ریشه دچار گرسنگی شدید شده و توان ریشه‌ها برای جذب عناصر غذایی کاهش می‌یابد. کاهش توان ریشه‌ها برای جذب عناصر غذایی موجب کمبود عناصر غذایی شده و کمبود عناصر غذایی، موجب اختلال در توازن هورمونی می‌شود و مجموع این عوامل سبب جلوگیری از تشکیل جوانه‌های گل در سال کم محصول می‌گردد. در سال کم محصول، درختان دوباره توانایی خود را برای سال آینده افزایش می‌دهند. روش‌هایی که بتوانند رقابت را در سال پرمحصول، کاهش و اندازه میوه را در این سال افزایش دهند و در مقابل، تشکیل جوانه گل را در سال کم محصول افزایش دهند موجب تعدیل سیکل تناوب باردهی و افزایش سود اقتصادی می‌گردند (شکل 8-1).

فاکتورهای داخلی، نقش زیادی در تحریک و ایجاد تناوب باردهی دارند و باردهی منظم، نتیجه یک توازن خوب بین رشد زایشی و رویشی است و هرگونه اختلالی در این موازنه، احتمال تناوب باردهی را در ارقام حساس افزایش می‌دهد. بنابراین کمبود گل‌ها، زیادی میوه یا رشد رویشی نامناسب می‌تواند درخت را به سمت رفتار چرخه‌ای سوق دهد. محرک اولیه ممکن است فاکتورهای خارجی مثل یخبندان، گرده افشانی نامناسب، خشکی، بیماری، کمبود عناصر غذایی و... باشد که به طور طبیعی، چرخه را با حذف محصول سال اول شروع می‌کند. ارقامی که تولید گل‌های زیادی می‌کنند و مکانیسم خود تنک‌کنندگی کارآمدی ندارند و مجبور هستند که میوه زیادی تولید کنند معمولاً سال بعد، سال کم محصول خواهند داشت. از آنجایی که اکثر درختان میوه از جمله مرکبات، گل‌های زیادی تولید می‌کنند وجود یک مکانیسم خود تنک‌کنندگی برای آنها بسیار مهم است و اکثر روش‌های موفق برای کاهش تناوب باردهی، بر پایه تنک میوه می‌باشند. پیشرفت روش‌های باغداری نوین مانند مدیریت آبیاری، تغذیه، هرس، کنترل آفات و همچنین مصرف تنظیم‌کننده مناسب، امکان باردهی منظم را افزایش داده و تاثیر تنش‌های محیطی در تناوب باردهی را به حداقل رسانده است. ارقام با باردهی منظم نیز، گاهی توازن خود را با

عوامل محیطی و خارجی از دست می‌دهند اما به سرعت توازن خود را به دست می‌آورند. ولی ارقام حساس به تناوب باردهی، عادت به ناپایداری بیشتری دارند و وقتی توازن خود را از دست دادند برای سال‌های زیادی به تناوب باردهی ادامه می‌دهند و برای تنظیم باردهی نیاز به مدیریت مناسب تغذیه، هرس و آبیاری دارند.



شکل 8-1. نمایش تصویری فرآیندهای داخلی موثر در تناوب باردهی

در مرکبات، افزایش عملکرد با کوددهی نیتروژن، به طور عمده، به علت افزایش تعداد میوه‌ها نسبت به افزایش اندازه میوه‌ها می‌باشد و این ناشی از افزایش تولید کربوهیدرات‌ها توسط فتوسنتز است. در بیشتر گیاهان، محصول نهایی فتوسنتز، نشاسته و ساکارز است. ساکارز، بخش اصلی کربوهیدرات قابل انتقال و نشاسته، ذخیره موقتی کربوهیدرات است. در برگ‌های مرکبات، نشاسته ذخیره اصلی کربوهیدرات است و ممکن است به بیش از 12 درصد وزن خشک برگ نیز برسد. از آنجایی که نشاسته در طول روز در کلروپلاست تجمع می‌یابد و در طول تاریکی، تخلیه می‌شود، ثبات نشاسته تجمع یافته در کلروپلاست‌ها، که نشانه کاهش انتقال آن است می‌تواند موجب صدمه شدیدی به ساختمان کلروپلاست و وظایف آن شود. در درختان نارنگی، بررسی غلظت نشاسته و قندهای محلول در سال

پرمحصول و کم محصول نشان داد که غلظت نشاسته در سال کم محصول در برگ‌ها 3/6 برابر و در ریشه‌ها 17/4 برابر سال پر محصول است.

برخی ارقام مرکبات از جمله بیشتر نارنگی‌ها و برخی پرتقال‌ها مانند سانگین‌ها و ارقام ایتالیایی، عادت به باردهی نامنظم دارند. در مقابل، بیشتر پرتقال‌ها (مانند پرتقال تامسون ناول) باردهی منظم دارند. اما حتی ارقام با باردهی نامنظم که از نظر ژنتیکی عادت به تناوب باردهی دارند در اوایل باردهی، که درختان جوان هستند و تغذیه مناسب و رشد بهینه دارند، معمولاً تناوب باردهی ندارند و با افزایش سن درختان، به علت مدیریت نامناسب، درختان به تدریج ضعیف می‌شوند و تحت تاثیر یک محرک خارجی (مانند تنش سرما، تنش مانداب، بیماری و غیره) تناوب باردهی در آنها شروع می‌شود. در این ارقام اگر تناوب باردهی شروع شود، برگشت به حالت اولیه مشکل بوده و به زمان زیاد، مدیریت دقیق و فشرده‌ای نیاز دارند. در مقابل، در ارقام با باردهی منظم، اگر درختان وارد چرخه تناوب باردهی شوند برگشت آنها به باردهی منظم به آسانی امکان‌پذیر بوده و به زمان و مدیریت کمتری نیاز می‌باشد.

محلول‌پاشی زمستانه اوره با بیورت پایین (کمتر از 0/25 درصد وزنی) موجب افزایش تجمع پلی‌آمین‌ها و آرژینین (arginine) در برگ شده و گل‌دهی را افزایش می‌دهد. بین غلظت آمونیوم و متابولیت‌های آن (پلی‌آمین‌ها و ...) با شدت گل‌دهی و تشکیل میوه، همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. همچنین بین غلظت آمونیوم در برگ‌ها، تعداد گل‌ها و تعداد شوت‌های زایشی در درختان مرکبات در طول دوره گل‌انگیزی تا تمایز جوانه‌های گل، همبستگی مثبت معنی‌داری وجود دارد. از این‌رو، محلول‌پاشی اوره در پایان تنش سرما یا در زمان بروز یا اعمال تنش آبی، موجب افزایش غلظت آمونیوم در برگ، افزایش تعداد شوت‌های گل‌دهی (floral shoots) و تعداد گل‌ها در هر شوت خواهد شد. محلول‌پاشی اوره در توسعه تخمدان‌ها (ovary) و تشکیل میوه نیز موثر است و تشکیل میوه را افزایش می‌دهد. به طور کلی، هر تنشی موجب کاهش یا توقف رشد و تجمع آمونیا ($\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$) می‌شود و غلظت حدود 160 میلی‌گرم در کیلوگرم آمونیا در برگ مرکبات برای گل‌آغازی (induction) کفایت می‌کند. تجمع آمونیا در طی بروز تنش، موجب افزایش بیوسنتز آرژینین، پلی‌آمین‌ها و سپس افزایش تقسیم سلولی بعد از رفع تنش در درختان

مرکبات می‌شود. این تغییرات فیزیولوژی و افزایش سریع تقسیم سلولی، مقدمه‌ای برای گل‌آغازی در درختان مرکبات است.

8-4. خلاصه راهکارهای عملی برای کاهش تناوب باردهی مرکبات:

- مدیریت مناسب تغذیه و آبیاری متناسب با فنولوژی رشد زایشی و رویشی درختان.
- تغذیه پس از برداشت (محلول‌پاشی و مصرف خاکی متناسب با رقم).
- محلول‌پاشی زمستانه اوره قبل از تمایز جوانه‌های گل.
- هرس سبک در بهار سال آور، جهت تحریک رشد رویشی و افزایش چوب‌های میوه‌ده.
- هرس زمستانه مناسب درختان، پس از رفع تنش سرما.
- محلول‌پاشی کودهای نیتрат پتاسیم و نیترات منیزیم در اواخر فاز دوم رشد میوه.
- اجتناب از تنش مانداب و غرقاب با زهکشی مناسب کف باغ.
- رعایت زمان برداشت محصول (برداشت به موقع انجام شود)

8-5. مدیریت تغذیه متناسب با فنولوژی درختان مرکبات:

مدیریت محلول‌پاشی‌های ضروری برای هم باغ‌ها (جدول 8-7)، کودآبیاری برای باغ‌های دارای سیستم کودآبیاری (جدول 8-8) و مصرف خاکی برای باغ‌های بدون سیستم آبیاری (جدول 8-9) متناسب با فنولوژی درختان مرکبات برای افزایش عملکرد و کیفیت میوه، افزایش راندمان کودها و افزایش سود اقتصادی باغداران آورده شده است. به طور کلی در مناطق جنوبی کشور از جمله استان هرمزگان (میناب، رودان، حاجی‌آباد و ...)، استان کرمان (جیرفت، بم و ...)، استان خوزستان (دزفول) و استان کرمانشاه (قصرشیرین) با تابستان‌های بسیار گرم، معمولاً از اواسط تیرماه تا اواخر مرداد یا اوایل شهریورماه عملیات کوددهی متوقف می‌شود.

جدول 7-8. مدیریت تغذیه (محلول پاش‌های ضروری) متناسب با فنولوژی درختان برای همه باغ‌های مرکبات (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد دوم)

مراحل فنولوژی	مدیریت تغذیه (محلول پاشی)
قبل از تمایز جوانه‌های گل	محلول پاشی زمستانه آورده.
قبل از گلدهی	محلول پاشی TE + 20-20-20 (با غلظت 2 در هزار).
گل دهی	حجم آب آبیاری کم با دور برگشت کوتاه (پالسی) و اجتناب از تنش آبی.
پس از تشکیل میوه	محلول پاشی TE + 20-20-20 (با غلظت 2 در هزار)، محلول پاشی نیترات کلسیم (با غلظت 2 در هزار) با اسید بوریک (با غلظت 1 تا 2 در هزار)، محلول پاشی نیترات پتاسیم (با غلظت 3 در هزار).
شروع ریزش تابستانه تا	محلول پاشی TE + 20-20-20 (با غلظت 3 در هزار)، حجم آب آبیاری کم با دور برگشت کوتاه (پالسی) و اجتناب از تنش آبی.
پایان ریزش تابستانه	محلول پاشی نیترات کلسیم (با غلظت 3 در هزار) با اسید بوریک (با غلظت 1 تا 2 در هزار)، محلول پاشی نیترات پتاسیم (با غلظت 4 تا 5 در هزار)، مصرف بهینه آب آبیاری.
توسعه میوه	-
شروع رنگبری تا برداشت	-
پس از برداشت	محلول پاشی TE + 20-20-20 (با غلظت 3 الی 4 در هزار)، آبیاری متناسب با نیاز آبی درختان.

جدول 8-9. مدیریت تغذیه (کودآبیاری) متناسب با فنولوژی درختان مرکبات برای باغ‌های دارای سیستم کودآبیاری (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)

مراحل فنولوژی	مدیریت تغذیه (کودآبیاری)
قبل از تمایز جوانه‌های گل	-
قبل از گلدهی	مصرف 5 درصد نیتروژن مورد نیاز سالیانه درختان.
گل دهی	مصرف 10 درصد نیتروژن و 15 درصد فسفر مورد نیاز سالیانه درختان.
پس از تشکیل میوه	مصرف 30 درصد نیتروژن، 30 درصد فسفر و 20 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالیانه درختان، مصرف سه کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک (مصرف مواد هیومیکی بیشتر برای خاک‌های دارای ماده آلی کم مانند باغ‌های مناطق جنوبی و غربی کشور توصیه می‌شود).
شروع ریزش تابستانه تا پایان ریزش تابستانه	مصرف 20 درصد نیتروژن، 20 درصد فسفر و 20 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالیانه درختان، مصرف سه کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک (مصرف مواد هیومیکی بیشتر برای خاک‌های دارای ماده آلی کم مانند باغ‌های مناطق جنوبی و غربی کشور توصیه می‌شود).
توسعه میوه	مصرف 20 درصد نیتروژن، 30 درصد فسفر و 45 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالیانه درختان، مصرف دو کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک (مصرف مواد هیومیکی بیشتر برای خاک‌های دارای ماده آلی کم مانند باغ‌های مناطق جنوبی و غربی کشور توصیه می‌شود).
شروع رنگبری تا برداشت	-
پس از برداشت	مصرف 15 درصد نیتروژن، 5 درصد فسفر و 15 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالیانه درختان.

جدول 8-10. مدیریت تغذیه (مصرف خاکی) متناسب با فنولوژی درختان مرکبات برای باغ‌های بدون سیستم کودآبیاری (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)

مراحل فنولوژی	مدیریت تغذیه (کوددهی خاکی بدون سیستم کودآبیاری، چالکود و غیره)
قبل از تمایز چوانه‌های گل	-
قبل از گلدهی	مصرف 20 درصد نیتروژن، 100 درصد فسفر، 20 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالیانه درختان به همراه حداقل یک کیلوگرم گوگرد کشاورزی و حدود 20 کیلوگرم کودهای حیوانی مناسب (یا کودهای آلی دیگر مانند کمپوست‌ها و ...)
گل دهی	-
تشکیل میوه پس از شروع ریزش تابستانه تا پایان ریزش تابستانه	مصرف 40 درصد نیتروژن و 30 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالیانه درختان
توسعه میوه	مصرف 20 درصد نیتروژن، 50 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالیانه درختان
شروع رنگبری تا برداشت	-
پس از برداشت	مصرف 20 درصد نیتروژن مورد نیاز سالیانه درختان

منابع :

۱. 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.
۲. 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.
۳. اسدی کنگرشاهی، علی، محمدجعفر ملکوتی و محمدرضا امداد، 1383. تاثیر روش‌های مختلف آبیاری و مصرف متعادل کودهای شیمیایی بر عملکرد و کارایی مصرف آب در مرکبات، مجله علوم خاک و آب، جلد 18، شماره 2، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
۴. اسدی کنگرشاهی، علی، نگین اخلاقی امیری، مجتبی محمودی و محمد جعفر ملکوتی، 1380. شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در مرکبات مازندران (محدودیت‌ها و توصیه‌ها) قسمت اول - عناصر پر مصرف و میان مصرف، نشریه فنی شماره 268. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

۵. اسدی کنگرشاهی، علی، نگین اخلاقی امیری، مجتبی محمودی و محمد جعفر ملکوتی. 1381. شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در مرکبات مازندران (محدودیت‌ها و توصیه‌ها): قسمت دوم - عناصر ریزمغذی. نشریه فنی شماره 269. نشر آموزش کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
۶. اسدی کنگرشاهی، علی و مجتبی محمودی. 1379. بررسی وضعیت تغذیه ای مرکبات شرق مازندران. دومین کنگره علوم باغبانی ایران. کرج، ایران.
۷. 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.
۸. 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.
۹. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1386. بررسی امکان کاهش سال آوری نارنگی انشو با استفاده از محلول پاشی اوره قبل و بعد از برداشت میوه. پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. کرج، ایران.
۱۰. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1386. بررسی وضعیت محیطی و مناسب‌ترین روش کوددهی برای مرکبات مناطق دشت شرق مازندران. پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران، کرج، ایران.
۱۱. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۱۲. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1393. تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۱۳. اسدی کنگرشاهی، علی و نگین اخلاقی امیری. 1394. مدیریت مصرف نیتروژن و تناوب باردهی مرکبات. مجله یافته‌های علوم کشاورزی، جلد دوم شماره 1، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران.
۱۴. اسدی کنگرشاهی، علی. 1394. مدیریت کوددهی متناسب با فنولوژی رشد رویشی و زایشی درختان مرکبات. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، تهران، ایران (در دست انتشار).

۱۵. اسدی کنگرشاهی، علی، غلامرضا ثواقبی و نگین اخلاقی امیری، 1390. کاهش تناوب باردهی در نارنگی انشو با مدیریت مصرف نیتروژن و هرس در شرق مازندران. مجله علوم باغبانی ایران، دوره 42، شماره 3، تهران، ایران.
۱۶. اسدی کنگرشاهی، علی، غلامرضا ثواقبی و نگین اخلاقی امیری، 1392. امکان استفاده از آهن فعال برای غربالگری ژنوتیپ‌های مختلف مرکبات در خاک‌های آهکی. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۷. اسدی کنگرشاهی، علی، غلامرضا ثواقبی، محمود سمر و محسن فرحبخش، 1392. امکان استفاده از فلورسنس کلروفیل برای ارزیابی تحمل برخی از پایه‌های مرکبات به تنش غرقاب. مجله باغبانی دانشگاه تهران، دوره 15، شماره 4، تهران، ایران.
۱۸. اسدی کنگرشاهی، علی، غلامرضا ثواقبی، محمود سمر و نگین اخلاقی امیری، 1392. بررسی تحمل برخی ژنوتیپ‌های مرکبات به تنش مانداب در خاک‌های شرق مازندران. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۹. اسدی کنگرشاهی، علی، غلامرضا ثواقبی، محمود سمر و نگین اخلاقی امیری، 1392. بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف مرکبات به آهک کل و فعال در خاک‌های آهکی شرق مازندران. سیزدهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۲۰. اسدی کنگرشاهی، علی، غلامرضا ثواقبی، محمود سمر و نگین اخلاقی امیری، 1392. اثر تنش غرقاب بر روند تغییرات کلروفیل برگ نارنگی انشو (*Citrus unshiu*) با پایه‌های مختلف در خاک‌های شرق مازندران. مجله آب و خاک دانشگاه تهران دوره 44، شماره 3، تهران، ایران.
۲۱. اسدی کنگرشاهی، علی، نگین اخلاقی امیری و محمود سمر، 1394. شاخص درجه زردی و آهن فعال برای ارزیابی تحمل برخی پایه‌های مرکبات به آهک خاک. پذیرش شده در مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، کرج، ایران.
۲۲. بصیرت، مجید، امید قاسمی، مهرداد شهبان و مجید موسوی، 1396. کاربرد روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی در تشخیص وضعیت تغذیه‌ای باغات پرتقال تامسون شرق مازندران. پانزدهمین کنگره ملی علوم خاک، اصفهان، ایران.

۲۳. بصیرت، مجید، حسن حقیقت نیا و مجید موسوی. 1396. تعیین وضعیت تغذیه‌ای باغات پرتقال والنسیا در جنوب فارس با استفاده از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی. پانزدهمین کنگره ملی علوم خاک، اصفهان، ایران.
۲۴. خادمی، زهرا، پرویز مهاجر میلانی، محمدرضا بلالی، محمدسعید درودی و محمدجعفر ملکوتی. 1382. بهینه سازی توصیه کود برای تعدادی از محصولات استراتژیک با استفاده از مدل کامپیوتری (سیب، هلو و مرکبات). گزارش نهایی طرح ملی تحقیقات (1259) شورای پژوهش‌های علمی کشور. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
۲۵. خویی، سلطنت. 1371. اصول تغذیه مرکبات. سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی. 281 صفحه.
۲۶. چاکرالاحسینی، محمد رضا، رضا خراسانی، امیر فتوت و مجید بصیرت. 1395. تعیین اعداد مرجع و محدودیت عناصر غذایی برای پرتقال با استفاده از روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی. مجله پژوهشی مدیریت پایدار خاک و تولید پایدار. شماره سوم، گرگان، ایران.
۲۷. سلیم پور، سعید. 1390. تعیین زمان محلول‌پاشی عناصر غذایی جهت افزایش تشکیل و کیفیت میوه درختان نارنگی کینو. نشریه شماره 1587، موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
۲۸. سلیم پور، سعید، عبدالمحمد دریاشناس و اکبر گندمکار. 384. مقایسه آبیاری بارانی با روش آبیاری معمول منطقه بر عملکرد کمی و کیفی مرکبات دزفول. چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
۲۹. شیخ اشکوری، علیرضا. 1389. مصرف بهینه کود، گامی موثر در جهت تولید بیشتر مرکبات. مدیریت ترویج سازمان جهاد کشاورزی مازندران، ساری، ایران.
۳۰. صالح، جهان‌شاه و محمد جعفر ملکوتی. 1384. جایگاه گوگرد در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی. بخش دوم: نقش گوگرد در بهبود وضعیت رشدی و عملکردی مرکبات در استان هرمزگان. نشریه فنی شماره 447، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی.
۳۱. مرادی، بیژن. 1387. کوددهی درختان مرکبات در شمال ایران. مدیریت ترویج سازمان جهاد کشاورزی مازندران، ساری، ایران.

۳۲. مهدوی ریکنده، جلال، نگین اخلاقی امیری، علی اسدی کنگرشاهی و مهرداد شهبابیان. ۱۳۹۲. بررسی مراحل فنولوژیکی پرتقال تامسون ناول و نارنگی‌های انشوی میاگوا و سوچی یاما در مناطق کوهپایه، دشت و نوار ساحلی شهرستان ساری. هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه بوعلی همدان، همدان، ایران.

33. Akhlaghi Amiri, N. & Asadi Kangarshahi, A. 2010. Alternate Bearing in Satsuma mandarin and the ways of its reduction in north of Iran. 28th International Horticultural Congress, Lisbon, Portugal.
34. Albrigo, L. Gene. 1999. Effects of foliar applications of urea or nutrophite on flowering and yields of Valencia orange trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 112: 1-4.
35. Alva, A.K., S. Paramasivam, T. A. Obreza, & A.W. Schumann. 2006. Nitrogen best management practice for citrus trees I. Fruit yield, quality, and leaf nutritional status. Scientia Horticulturae 107: 233-244.
36. Alva, A.K., S. Paramavisam, W.D. Graham, & T.A. Wheaton. 2003. Best nitrogen and irrigation management practices for citrus production in sandy soils. Water, Air, and Soil Pollution 143:139-154.
37. Asadi Kangarshahi, A. & N. Akhlaghi Amiri. 2008a. Effect of short-term waterlogging on the growth and yield of citrus. The 11th International Citrus Congress (ICC2008), Wuhan, China.
38. Asadi Kangarshahi, A. & N. Akhlaghi Amiri. 2012. Possibility of adjusting alternate bearing cycle in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) in north of Iran. 12th International Citrus Congress, 2012, Valencia, Spain.
39. Asadi Kangarshahi, A., & N. Akhlaghi Amiri. 2008c. Decrease of alternate bearing in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) by balance nutrition and urea foliar application. 11th International Citrus Congress (ICC2008), Wuhan, China.
40. Asadi Kangarshahi, A., & N. Akhlaghi. 2008b. Investigation of physicochemical condition and fertilization methods to citrus gardens of Mazandaran, Iran. 11th International Citrus Congress (ICC2008), Wuhan, China.
41. Asadi Kangarshahi, A., M. Mahmoodi & N. Akhlaghi. 2002. Nutritional disorders in citrus gardens of Mazandaran, Iran. 3rd. International Symposium on Sustainable Agro - environment Systems: New Technologies and Applications. Cairo, Egypt.
42. Asadi Kangarshahi, A., M. Mahmoodi & N. Akhlaghi. 2002. Trends of used chemical fertilizers and its consequences in Mazandaran, Iran. 3 rd. International Symposium on Sustainable Agro - enviroment Systems: New Technologies and Applications. Cairo, Egypt.
43. Asadi Kangarshahi, A., N. Akhlaghi Amiri, & Gh.R. Savaghebi. 2012. Reducing alternate bearing index in Satsuma mandarin by nitrogen management and pruning in north of Iran. 12th International Citrus Congress, 2012, Valencia, Spain.

44. Asadi Kangarshahi, A., N. Akhlaghi Amiri, & K. Arzani. 2006. Effect of rates and application methods of zinc on yield, fruit qualities of Satsuma mandarin. 27th International Horticultural Congress & Exhibition, Seoul, Korea.
 45. Asadi Kangarshahi, A., N. Akhlaghi Amiri, & M.J. Malakouti. 2008. Effect of ZnSO₄ on yield and quality of Sangin orange (*Citrus sinensis*). 11th International Citrus Congress (ICC2008). Wuhan, China.
 46. Asadi Kangarshahi, A., N. Akhlaghi Amiri, M.J. Malakouti & K. Arzani. 2006. Effect of irrigation methods and balanced fertilization on yield and water use efficiency of citrus in Mazandaran. 27th International Horticultural Congress & Exhibition, Seoul, Korea.
 47. Bashour, I. & 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.
 48. Benyahia, H. , L. Beniken, F.Z. Omari, A. Benazzouze, N. Handaji, Y. Msatef & P. Olitrault. 2011. Evaluation of the resistance of few citrus rootstocks to alkalinity by applying a fast test of screening. African J. Agricultural Research. 6: 780-784.
 49. Berger, H; J Opazo; S. Drellana & L.Galletti. 1996. Potassium fertilizers and orange postharvest quality. proc. Int. Soc. Citriculture. Vol.2, p.759- 761.
 50. Boman, B. J. 2002. Water and Florida citrus: use, regulation, Irrigation, systems, and management. Univ. of Florida-IFAS SP 281.
 51. Boman, B. J., and J. W. Hebb. 1998. Post bloom and summer foliar K effects on grapefruit size. Proc. Fla. State Hort. Soc. 111:128-135.
 52. Boman, B. J., M. Zekri, & E. Stover. 2005. Managing salinity in citrus. HortTechnology 15(1):108-113.
 53. Boman, B.J., T.A. Obreza & K.T. Morgan. 2008. Citrus best management practices: fertilizer rate recommendation and precision application in Florida. Proc. Inter. Soc. Citriculture. 1: 573 – 578.
 54. Castle, W.S. & J. Nunnallee. 2009. Screening citrus rootstocks and related selections in soil and solution culture for tolerance to low-iron stress. HortSci. 44: 638-645.
 55. Castle, W.S. , J.W. Grosser, F.G. Gmitter, R.J. Schnell, T. Ayala – Silva, J.H. Crane & K.D. Bowman. 2004. Evaluation of new citrus rootstocks for Tahiti lime production in Southern Florida. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 117: 174 -181.
 56. Castle, W.S., H.K. Wutscher, C.O. Youtsey & R.R. Pelosi.1988. Citrumelos as rootstocks for Florida citrus. Proc. Fla. State Hort. Soc. 101: 28 - 33.
 57. Choularas, V., I. Therios, P. Angelos, A.N. Molassiotis, M. Antigoni & A. Papavasopoulos. 2004. The effect of iron deficiency and bicarbonate treatments on physiological and biochemical parameters in citrus. Agro Thesis. 2: 11 -18.
 58. Fadl, A., M. El-Otmani, M.C. Benismail, A. Abouatallah & El-Jaouhari. 2008. Optimizing irrigation water supply in a young citrus orchard. Proc. Inter.Soc. Citriculture. 1: 573 – 578.
-

59. He, Z.L., D.V. Calvert, A.K. Alva, D.J. Banks, & Y.C. Li. 2003. Thresholds of leaf nitrogen for optimum fruit production and quality in grapefruit. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67:583-588.
60. Lea-Cox, J. D., & J. P. Syvertsen. 1995. Nitrogen uptake by *Citrus* leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:505-509.
61. Maas, E.V. 1993. Salinity and Citriculture. *Tree Physiol*, 12: 195-216.
62. Mahdavi Reykandeh, J., Akhlaghi Amiri, N. & Shahabian, M. 2013. Determinating of buds differentiation time of three various citrus varieties in Sari, Iran, *International Journal of Agriculture and Crop Science (IJACS)*, 6(5): 292-295.
63. Mahdavi Reykandeh, J., N. Akhlaghi Amiri, & M. Shahabian, 2013. Analyzing phonological stages of three citrus varieties at foothills, plain and shoreline areas of Sari in North of Iran, *International Journal of Agriculture and Crop Science (IJACS)*, 2013, 6(8): 452-457.
64. Mengel, K. & E. Kirkby. 2001. Principles of plant nutrition. 5th edition, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.
65. Mengel, K. 1994. Iron availability in plant tissues-iron chlorosis on calcareous soils. *Plant Soil*. 165: 275-283.
66. Morgan, K. T., T. A. Obreza, & T. A. Wheaton. 2006. The basis for mature citrus nitrogen fertilizer recommendations. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 119:168-171.
67. Mortvedt, J.J. 2000. Bioavailability of micronutrient. In: Sumner, M.E. (Ed.), *Handbook of Soil Science*. CRC Press, New York.
68. Ortas, I. 2014. Mycorrhiza in citrus: Growth and nutrition. In: Srivasta, A.K. (Ed) *.Advances in citrus nutrition*. Springer Publisher.
69. Roberts, T.L. 2008. Improving nutrient use efficiency. *Turk J. Agric. Fer.* 32: 177 – 182.
70. Sachs, M., & B. Vartapetian. 2007. Plant anaerobic stress. I: Metabolic adaptation to oxygen deficiency. *Plant Stress*. 1: 123 – 135.
71. Sagee, O. 1996. Adaptation of citrus rootstocks to calcareous soils and salinity. *J. National Scientific Tech.* 23-25.
72. Sagee, O., D. Hasdai, M. Hamou & A. Shaked. 1992. Screenhouse evaluation of new citrus rootstocks for tolerance to adverse soil condition. *Proc. Intl. Soc. Citricult.* 1: 299 – 303.
73. Schumann, A. W., A. Fares, A. K. Alva, & S. Paramasivam. 2003. Response of 'Hamlin' orange to fertilizer source, annual rate, and irrigated area. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 116:256-260.
74. Schumann, A. W., K. H. Hostler, S. M. Buchanon, & Q. Zaman. 2006. Relating citrus canopy size and yield to precision fertilization. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 119: 148-154.
75. Singh, S. . 2001. *Citrus*. International Book Distribution Company (IBDC), India.

76. Spiegel - Roy, P. & E.E. Goldschmitt. 1996. Biology of Citrus. Cambridge University Press. 141- 145.
77. Spiegel-Roy, P. & E.E. Goldschmidt. 1996. Biology of Citrus, Cambridge University Press.
78. Sposito, G. 1989. The chemistry of soils. Oxford Univ. Press, New York.
79. Srivastava, A. K. & S. Singh. 2002. Citrus, Climate and Soil. International Book Distributing Company (IBDC) , India.
80. Sudahono, D.H. Byrne & R.E. Rouse. 1994. Greenhouse screening of citrus rootstocks for tolerance to bicarbonate-induced iron chlorosis. Hort. Sci. 29: 113 – 116.
81. Wren, N.V., & M.A. Grusak. 2000. Summary of IX international symposium of iron nutrition and interaction in plants. J. Plant Nutr. 23: 2083-2102.
82. Wu, Q.S. & Y.N. Zou. 2009. Arbuscular mycorrhizal symbiosis improves growth and root nutrient status of citrus subjected to salt stress. ScienceAsia.35: 388-391.
83. Yang, L., G. Li, Q. Lin & X. Zhao. 2010. Active carbonate of chestnut soils in different lands. Ecol. Environ. Sci. 19: 428 – 432.



کمبود نیتروژن (لیمو)



کمبود نیتروژن



کمبود نیتروژن (لیمو)

کمبود فسفر (لیمو)



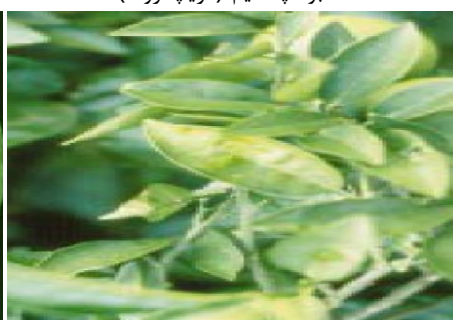
کمبود پتاسیم (لیمو)



کمبود پتاسیم (گریپفروت)



کمبود منیزیم (ناولها)



کمبود پتاسیم (ناولها)



کمبود منیزیم



کمبود منیزیم (لیمو)



کمبود سولفور



کمبود سولفور



کمبود آهن



کمبود آهن



کمیود منگنز



کمیود منگنز



کمیود روی



کمیود روی



کمیود مس



کمیود مس



کمبود بور



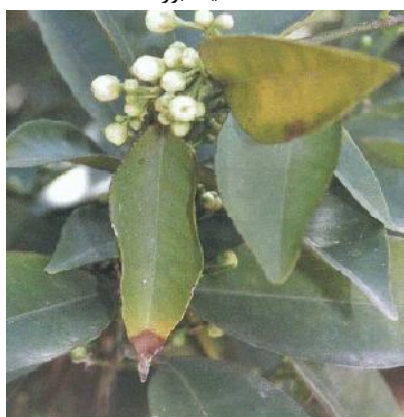
کمبود بور



سمیت بور



سمیت بور



تنش شوری



تنش شوری



عکس بالا، مرکبات مازندران (بابل - امیرکلا) و عکس پایین، مرکبات هرمزگان (رودان - نازدشت)