



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

راهنمای نمونه برداری و تفسیر نتایج تجزیه خاک و برگ برای درختان مرکبات



علی اسدی کنگرشاهی، نگین اخلاقی امیری
و علیرضا فلاح نصرت آباد

شماره ثبت: ۵۶۱

۱۳۹۸



جمهوری اسلامی ایران



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



نشریه فنی

راهنمای نمونه برداری و تفسیر نتایج تجزیه خاک و برگ برای درختان مرکبات



نگارندگان

علی اسدی کنگرشاهی، نگین اخلاقی امیری و علیرضا فلاح نصرت آباد

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران
عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران
عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب

نشریه فنی: 561

1398

سرشناسه	اسدی کنگرشاهی، علی، 1346-
عنوان و نام پدیدآور	راهنمای نمونه برداری و تفسیر نتایج تجزیه خاک و برگ برای درختان مرکبات/ نگارندگان: علی اسدی کنگرشاهی، نگین اخلاقی امیری، علیرضا فلاح؛ ویراستار: حمید قیومی محمدی.
مشخصات نشر	کرج: موسسه تحقیقات خاک و آب، 1398.
مشخصات ظاهری	55ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	نشریه فنی؛ 561.
شابک	978-622-6705-00-4
وضعیت فهرست نویسی: فیپا	
موضوع	مرکبات -- پرورش و تکثیر
موضوع	Citrus--Culture :
موضوع	خاک -- تجزیه و آزمایش
موضوع	Soils -- Analysis :
موضوع	گیاهخاک
موضوع	Humus :
شناسه افزوده	اخلاقی، امیری، نگین، 1350-
شناسه افزوده	فلاح نصرت آباد، علیرضا، 1350-
شناسه افزوده	قیومی محمدی، حمید، 1324-، ویراستار
شناسه افزوده	موسسه تحقیقات خاک و آب
شناسه افزوده	Soil & water research institute :
رده بندی کنگره	1398 2 الف / SB 369
رده بندی دیویی	634/304 :
شماره کتابشناسی ملی	5623258 :

عنوان: راهنمای نمونه برداری و تفسیر نتایج تجزیه خاک و برگ برای درختان مرکبات
نگارندگان: علی اسدی کنگرشاهی، نگین اخلاقی امیری و علیرضا فلاح نصرت آباد
ناشر: مؤسسه تحقیقات خاک و آب
کارشناس انتشارات: زهرا محمدی
ویراستار: حمید قیومی محمدی
صفحه آرا: سمانه پورمنصور
طراح جلد: راضیه محمدی
سال انتشار: 1398

نشانی: کرج، میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی (ره)، موسسه تحقیقات خاک و آب، کد پستی: 3177993545 - صندوق پستی: 311-31785

دورنگار: 026-36210121
تلفن: 026-36201900
Website: www.swri.ir
Email: info@swri.ir

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.
این نشریه با شماره 54486 در تاریخ 97/8/20 در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.

نقل مطالب با ذکر منبع بلامانع است.

مسئولیت صحت مطالب به عهده نگارندگان است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	فصل اول - راهنمای تجزیه خاک و تفسیر نتایج آن برای درختان مرکبات.....
1-1-1	1-1-1- مقدمه.....
2	2-1-1- وسایل نمونه برداری خاک.....
2	3-1-1- انتخاب محل نمونه برداری خاک.....
3	4-1-1- زمان نمونه برداری.....
4	5-1-1- روش نمونه برداری.....
7	6-1-1- آماده سازی و تجزیه خاک.....
8	7-1-1- تفسیر نتایج تجزیه خاک.....
15	فصل دوم - راهنمای تجزیه برگ و تفسیر نتایج آن برای درختان مرکبات.....
15	1-2-1- مقدمه.....
16	2-2-1- مراحل نمونه برداری برگ.....
17	1-2-2- زمان نمونه برداری برگ.....
17	2-2-2- روش نمونه برداری برگ.....
20	3-2-2- آماده سازی نمونه های برگ.....
21	4-2-2- تجزیه نمونه ها و تفسیر نتایج.....
27	فصل سوم - روش های مصرف کودهای شیمیایی.....
27	1-3-1- چالکود (مزایا و معایب).....
29	2-3-1- کود آبیاری.....
31	1-2-3- محاسبه حجم تزریقی به سیستم آبیاری.....
32	3-3-1- محلول پاشی.....
33	1-3-3- شرایط آب و هوایی مناسب برای محلول پاشی برگ.....
34	2-3-3- توصیه های فنی برای محلول پاشی.....

فصل چهارم - کوددهی درختان جوان 35

35-1-4- نیترژن

36-2-4- فسفر

37-3-4- پتاسیم

38-4-4- مدیریت کوددهی درختان جوان در شمال کشور

39-5-4- مدیریت کوددهی درختان جوان در جنوب کشور

فصل پنجم - کوددهی درختان بارده 41

41-1-5- مقدار مصرف نیترژن برای درختان بارده

42-2-5- مقدار مصرف پتاسیم برای درختان بارده

46-3-5- مقدار مصرف فسفر برای درختان بارده

46-4-5- مقدار مصرف کلسیم و منیزیم برای درختان بارده

48-5-5- مصرف غذایی ریزمغذی (کم مصرف) برای درختان بارده

50-6-5- مدیریت زمانی تغذیه درختان مرکبات (متناسب با فنولوژی رشد رویشی و زایشی).....

منابع 55

فصل اول

راهنمای نمونه برداری و تفسیر نتایج تجزیه خاک

برای درختان مرکبات

1-1. مقدمه

مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده برای خاک، تهیه نمونه نماینده از پهنه‌های گوناگون کل اراضی باغ است. به طوری که اگر وزن مخصوص خاک حدود $1/4$ گرم بر سانتی‌متر مکعب فرض شود، وزن خاک یک هکتار از اراضی، تا عمق 20 سانتی‌متری حدود دو میلیون کیلوگرم خواهد بود و یک نمونه خاک نماینده، به وزن حدود 500 گرم جهت تجزیه به آزمایشگاه ارسال شود، فاکتور رقت حدود چهار میلیون خواهد بود. بنابراین تغییرات افقی و عمودی در خاک‌ها را با تقسیم کردن آن‌ها به واحدهای کوچک‌تر همگون (ویژگی‌های هموزن) می‌توان به حداقل رساند. بیشتر پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که همبستگی ضعیفی بین نتایج تجزیه خاک و غلظت عناصر غذایی برگ و همچنین عملکرد درختان میوه وجود دارد. علت چنین همبستگی ضعیفی را می‌توان گسترده‌ریزی ریشه درختان میوه، فعال بودن ریشه درختان در بیشتر طول سال (که منجر به جذب و تجمع عناصر غذایی در بافت‌های گوناگون 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، خاک می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مورد نوع کاربری اصلی و امکان‌سنجی تناسب اراضی برای احداث باغات و غرس درختان و نیز قابلیت استفاده عناصر غذایی درختان و وضعیت شیمیایی خاک‌ها به ویژه قبل از احداث باغ ارائه دهد. بنابراین بررسی، شناسایی و تجزیه خاک می‌تواند اطلاعات بسیار مفیدی برای تفسیر بهتر نتایج تجزیه برگ ارائه نماید و همچنین در فرموله کردن برنامه کوددهی درختان مرکبات نیز مفید باشد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393؛ باشور و سایه، 2007). به طور کلی تجزیه خاک آزمایش‌های شیمیایی

سریع به منظور ارزیابی قابلیت استفاده عناصر غذایی گیاه در خاک و تعیین مقدار کود لازم برای دستیابی به عملکرد بهینه است که شامل روش‌های استاندارد برای نمونه‌برداری، آماده سازی، تجزیه، تفسیر نتایج و توصیه مناسب می‌باشد.

2-1. وسایل نمونه‌برداری خاک

مناسب‌ترین وسیله نمونه‌برداری خاک، آگرهای نمونه‌برداری (تیوب‌های نمونه‌برداری) هستند که از استیل یا کروم روکش‌دار ساخته شده‌اند (شکل 1-1). آگرهای نمونه‌برداری خاک، معمولاً گران قیمت هستند اما برای باغ‌داری حرفه‌ای مورد نیاز می‌باشند. نمونه‌های خاک تهیه شده از هر درخت در پلاستیک یا پاکت‌های کاغذی تمیز قرار داده شده و سپس نمونه‌ها به طور کامل با همدیگر برای تهیه یک نمونه مرکب، مخلوط می‌شوند. به هم زدن و مخلوط کردن نمونه‌ها با دست (بدون دستکش) منجر به آلودگی نمونه‌ها می‌شود بنابراین باید از دستکش‌های پلاستیکی برای مخلوط کردن نمونه‌ها استفاده شود.

3-1. انتخاب محل نمونه‌برداری خاک

قبل از این که برای نمونه‌برداری خاک اقدام شود نوع زمین ریخت (لندفرم) یا موقعیت ژئومورفیک، نوع و ویژگی‌های اراضی و نهایتاً فامیل و زیرگروه خاک باغ مورد نظر، باید شناسائی و تجزیه و تحلیل شود. ثبت و توصیف زمین‌نما، لندفرم و ویژگی‌های نیمرخ خاک محل و اعماق نمونه‌برداری به عنوان حلقه اتصال بین سلسله داده‌های آزمایشگاهی، افق‌های خاک نمونه‌برداری شده، نیمرخ خاک، زمین‌نما و ویژگی‌های کلی منطقه مورد مطالعه و شناسائی خاک تلقی می‌شود (نشریه 477 مؤسسه). به ویژه آن که در باغ‌ها، علاوه بر خاک سطح‌الارض، شناخت ویژگی‌های خاک در لایه‌های زیرین نیمرخ نیز از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (ترجیحا افق‌های ژنتیکی نیمرخ خاک) (قیومی محمدی، 1371). 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 اصلاح‌کننده در آن‌ها مصرف شده یا پست‌تر (موقعیت‌های متفاوت ژئومورفولوژیک) هستند، باید به طور جداگانه نمونه‌برداری شوند. خاک‌های غیرنماینده، مانند مناطق

باتلاقی و پست، خاک‌های اطراف ساختمان‌ها، نزدیک جاده‌ها و خاک اطراف پرچین‌های باغ نباید نمونه برداری شوند، مگر این که باغ‌دار اصرار داشته باشد که در آن صورت باید از این مناطق یک نمونه جداگانه تهیه شود. قطعاتی که دارای مدیریت متفاوت مصرف کودهای شیمیایی هستند باید جداگانه نمونه برداری شوند. تهیه نمونه خاک مناسب، کلید تجزیه صحیح خاک است. اگر نمونه‌های خاک، نابجا یا نامناسب تهیه شوند، نتیجه کار بهترین آزمایشگاه‌ها هم، منجر به توصیه نامناسب خواهد شد (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393).

به عبارتی، مُشت باید نمونه خروار باشد و نمونه معرفِ جامعه، تا به لحاظ آماری نیز نمونه برداری مؤید و پشتیبان پژوهش و اجرا باشد. باغ‌دار باید تلاش کند نمونه‌ای که نماینده واقعی خاک و لندفرم باغ باشد تهیه کند و همچنین از آلودگی آن پرهیز کند. اگر رطوبت خاک مناسب باشد، نمونه برداری بسیار آسان است. مناسب‌ترین زمان برای نمونه برداری خاک، زمانی است که رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی (رطوبت مناسب شخم زدن) باشد. خاک‌های با رطوبت بیشتر، هنگام راه رفتن نمونه بردار برای تهیه نمونه خاک، فشرده خواهند شد و نماینده خاک واقعی باغ نخواهند بود. از طرف دیگر، نمونه برداری از خاک‌های خشک، بسیار مشکل است. خاک‌های نمونه برداری شده، ابتدا هوا خشک و سپس برای تجزیه به آزمایشگاه ارسال می‌شوند.

4-1. زمان نمونه برداری خاک

- توصیه می‌شود نمونه‌ها در مناطق شمالی کشور، در اواخر فصل زمستان و اوایل بهار (پایان فصل بارانی)، قبل از کوددهی سال جاری یا اوایل پاییز قبل از کوددهی پاییزی (پس از برداشت) تهیه شوند و در مناطق جنوبی کشور، نمونه‌ها در بهمن ماه قبل از شروع کوددهی سال زراعی جاری یا اواخر پاییز قبل از کوددهی پس از برداشت تهیه شوند.
- کارایی تفسیر نتایج تجزیه خاک بستگی دارد به این که نمونه‌های خاک تهیه شده، چند درصد قطعه یا واحد مدیریتی مورد نظر را نمایندگی کنند. بهترین حالت آن است که جانمایی محل نمونه برداری خاک به گونه‌ای آرایش داده شود که نمونه خاک،

نماینده و معرف حداکثری پهنه مورد نظر و درصد بیشتری از مساحت محدوده مورد بررسی باشد.

5-1. روش نمونه‌برداری خاک

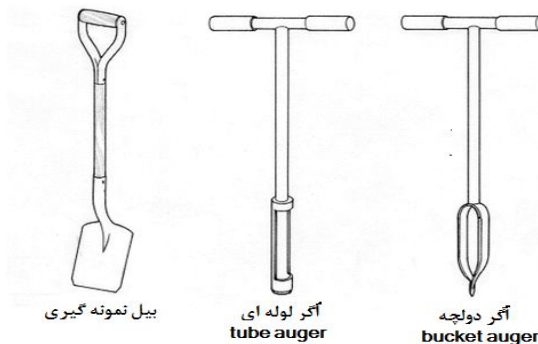
- نمونه‌های خاک از آب‌چکان درختان از عمق 30-0 و 60-31 سانتی‌متری در ناحیه خیس شده قطره‌چکان‌ها با حداکثر فعالیت ریشه تهیه شوند.
- توصیه می‌شود بلوک‌های انتخاب شده برای نمونه‌برداری خاک، همان بلوک‌هایی از باغ باشند که نمونه‌های برگ از آن‌ها جمع‌آوری شده است.
- نمونه‌های فرعی تهیه شده در یک ظرف غیرفلزی مناسب کاملاً با هم مخلوط شوند تا یک نمونه مرکب حاصل شود. سپس یک نمونه یک کیلوگرمی از این مخلوط تهیه شده و در یک کیسه کاغذی (یا برچسب مناسب) قرار داده شود و به آزمایشگاه ارسال گردد.
- قطعه نمونه‌برداری به یک نوع خاک یکنواخت یا وضعیت یکسان و همگون مورفونیک - پدوژنیک درون باغ محدود شود. اگر چندین نوع خاک گوناگون با وضعیت متفاوت زهکشی، عمق لایه محدودکننده، میزان آهک، رقم یا تاریخ کاشت گوناگون در باغ وجود دارند، هر کدام به طور جداگانه نمونه‌برداری شوند.
- در قطعه مورد نظر، حداقل سه ردیف از درختان حاشیه، کنار گذاشته شوند و از خاک سایر درختان نمونه‌برداری شود.
- درختان مورد نظر در هر قطعه، به صورت تصادفی یا طبق یک نقشه از قبل تعیین شده انتخاب شوند، بعد از انتخاب درختان، در باغ‌های بدون سیستم آبیاری تحت فشار، نمونه‌برداری خاک از حد فاصل یک سوم حاشیه خارجی تاج و آبچک درختان انجام شود (شکل 1-2). اما در باغ‌های دارای سیستم آبیاری قطره‌ای، نمونه‌های خاک از منطقه خیس شده حد فاصل بین طوقه و آبچک تاج درختان تهیه شود (شکل 1-3). ابتدا حداقل 2-3 سانتی‌متر از سطح خاک کنار زده شود سپس با یک وسیله نمونه‌برداری مانند آگر یا بیل اقدام به نمونه‌برداری شود. هنگام نمونه‌برداری با بیل، ابتدا حفره مناسب تا عمق مورد نظر ایجاد شود (شکل 1-4)، سپس تلاش گردد مقدار مساوی خاک نسبت به عمق برداشته شود (شکل 1-5) و در نهایت بخش میانی خاک

با کاردک تیز به طور عمودی برش داده شود و به عنوان نمونه نهایی جمع‌آوری و به آزمایشگاه ارسال شود (شکل 1-6).

- از هر قطعه یکنواخت یا یک قطعه نماینده از باغ‌های بزرگ با وضعیت یکسان، 10-20 نمونه ساده از اعماق 0-30 و 31-60 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. اگر قطعه یکنواخت نبود آن را به بلوک‌های یکنواخت تقسیم کرده و از هر بلوک یکنواخت به طور مجزا نمونه برداری شود.
- توصیه می‌گردد نمونه‌های مرکب تهیه شده، حداکثر ظرف 48 ساعت به آزمایشگاه ارسال شوند در غیر این صورت، ابتدا نمونه‌ها هوا خشک و سپس به آزمایشگاه ارسال شوند.
- اگر در سال زراعی قبل، کود به صورت نواری یا کانال کود یا چالکود مصرف شده است توصیه می‌شود در شروع سال زراعی جاری نمونه‌های خاک از داخل نوارها، کانال‌ها یا چالکودها تهیه نشود اما در سال زراعی آینده، نمونه‌های خاک را می‌توان از داخل نوارها، کانال‌ها یا چالکودها نیز تهیه نمود.

مورد خاص: تشخیص ناهنجاری‌های رشد

- نمونه‌های خاک از درختان دارای عارضه و درختان طبیعی به طور مجزا تهیه شود و سپس هر کدام به طور جداگانه تجزیه شده و نتایج تفسیر شوند.
- در صورت امکان، در هر بلوک، نمونه برداری به درختانی که نزدیک همدیگر هستند محدود شود.



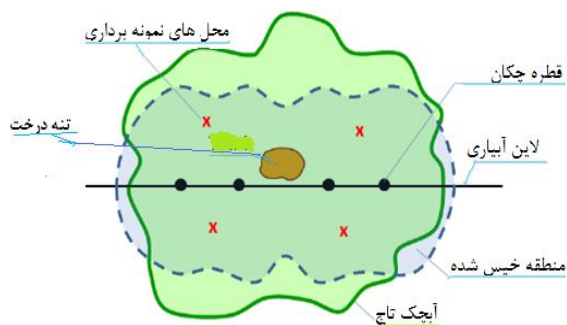
بیل نمونه‌گیری

آگر لوله‌ای
tube augerآگر دولچه
bucket auger

شکل 1-1. برخی وسایل نمونه برداری خاک



شکل 1-2. محل مناسب نمونه‌برداری خاک برای درختان مرکبات



شکل 1-3. منطقه مناسب نمونه‌برداری خاک (x) برای درختان مرکبات، نمونه‌ها از منطقه خیس شده حد فاصل بین طوقه و آبچک تاج درختان تهیه شود.



شکل 1-4. روش صحیح حفر خاک با بیل برای نمونه‌برداری



شکل 1-5. روش صحیح نمونه برداری با بیل



نمونه برداری شود

حذف شوند

شکل 1-6. بخش میانی خاک را برش داده و نمونه برداری شود و بخش های طرفین حذف شوند.

6-1. آماده سازی و تجزیه نمونه ها

به طور معمول، برای هر نمونه خاکی که به آزمایشگاه ارسال می گردد مراحل زیر باید انجام شود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393؛ بنجامین، 1992):

- نمونه خاک، ابتدا هوا خشک شود.
- کوبیدن خاک ها و جدا کردن مواد شیمیایی از سنگریزه ها، پس از هوا خشک شدن نمونه ها، خاک با چکش لاستیکی کوبیده شود (چون در زیر بسیاری از سنگریزه ها، ممکن است پندانت های (گوشواره ها یا آویزه های) گچی یا آهکی وجود داشته باشد. به هر حال مواد گچی، آهکی، نمکی و ... هر گونه مواد چسبیده به سنگریزه باید به طور کامل از سنگریزه جدا گردد. تا موقع الک کردن فقط سنگریزه از مجموع نمونه جدا شود و بقیه ترکیبات شیمیایی و معدنی باقی بمانند).

- خاک کوبیده و آماده شده، غربال شود (جهت جدا کردن ریشه‌ها، سنگریزه‌ها و.....).
 - وزن معینی از خاک آماده شده و با محلول‌های عصاره‌گیر شیمیایی مناسب برای یک زمان مشخص تکان داده شود (شیکر شود).
 - غلظت عناصر منیزیم، پتاسیم، فسفر، آهن، منگنز، روی و مس در محلول استخراج شده (عصاره‌گیری شده) اندازه‌گیری و در فرم‌های مناسب ثبت شود.
 - غلظت عناصر غذایی در محلول استخراج شده، به غلظت در واحد وزن خاک خشک تبدیل شده و به صورت میلی‌گرم عنصر غذایی در کیلوگرم خاک گزارش شود.
- یکی از مسائلی که مشتریان آزمایشگاه‌های خاک‌شناسی باید اطلاع داشته باشند، محلول‌های عصاره‌گیری است که برای استخراج عناصر استفاده می‌شود. قدرت استخراج عصاره‌گیرها متفاوت است و امکان دارد همه آزمایشگاه‌ها از عصاره‌گیر یکسانی استفاده نکنند. مقدار عناصر استخراج شده با عصاره‌گیرهای متفاوت از یک نمونه خاک، با هم قابل مقایسه نیست. بنابراین نتایج آزمایشگاه‌های گوناگون، اگر نوع عصاره‌گیر مورد استفاده آن‌ها متفاوت باشد، قابل مقایسه نخواهد بود (کارتز و گریکوریچ، 2008).
- عصاره‌گیری‌های معمولی که فعلاً در آزمایشگاه‌های خاک و آب کشور استفاده می‌شود، شامل:
- استات آمونیوم نرمال، برای استخراج کلسیم، منیزیم و پتاسیم.
 - بی‌کربنات سدیم، برای استخراج فسفر.
 - دی‌تی‌پی‌ای (DTPA)، برای استخراج آهن، منگنز، روی و مس.
 - آب داغ، برای استخراج بور.

7-1. تفسیر نتایج تجزیه خاک

تفسیر نتایج تجزیه خاک، مقدار نسبی اعداد تجزیه خاک را تشریح می‌کند. برای تفسیر از کلاس‌های خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد استفاده می‌شود. 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 و آلی

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 تجزیه خاک، زیاد یا خیلی زیاد است همه نیازهای تغذیه‌ای محصول می‌توانند توسط خاک تامین شوند و نیازی به مصرف کودهای شیمیایی محتوی آن عنصر یا عناصر غذایی نمی‌باشد. راهنمای تفسیر نتایج تجزیه برای خاک‌های آهکی در جدول‌های 1-1 تا 3-1 آورده شده است (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393).

در برخی موارد، تجزیه خاک می‌تواند مناسب‌ترین روش برای رفع کمبود یک عنصر (که توسط تجزیه برگ مشخص شده است) را ارائه نماید. برای مثال، کمبود منیزیم ممکن است ناشی از pH پایین خاک یا زیادی بیش از حد کلسیم در خاک باشد. اگر pH خاک خیلی پایین باشد، مصرف دولومیت توصیه می‌شود. اما اگر کلسیم خاک خیلی زیاد باشد و pH خاک نیز در دامنه مورد نظر باشد، مصرف سولفات منیزیم ترجیح داده می‌شود. اگر کلسیم خاک خیلی زیاد و pH خاک نیز نسبتاً زیاد باشد محلول‌پاشی نیترات منیزیم توصیه می‌شود.

به طور کلی، در محصولات چند ساله مانند مرکبات، ممکن است رابطه ضعیفی بین تجزیه خاک و غلظت عناصر غذایی برگ وجود داشته باشد و در برخی موارد، درختان میوه ممکن است دارای مقدار کافی از یک عنصر غذایی در برگ باشند، حتی اگر نتایج تجزیه خاک پایین باشد. از سوی دیگر، نتایج تجزیه خاک بالا نیز ممکن است فراهمی کافی از عناصر غذایی برای درختان را تضمین کند. جذب عناصر غذایی توسط درختان با مشکلاتی مانند تنش خشکی، تنش مانداب، صدمه ریشه و آب و هوای سرد می‌تواند کاهش یافته یا متوقف شود. تجزیه خاک همراه با تجزیه برگ می‌تواند به تشخیص مشکل کمک کند (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 2002؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393).

جدول 1-1. تفسیر نتایج تجزیه خاک برای مرکبات قبل از کاشت
(سریوستوا و سینگ، 2002؛ اسدی کنگرگاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد اول)

ویژگی خاک	مطلوب برای کشت مرکبات	ملاحظات
بافت	شن لومی، لومی، لوم شنی و لوم سیلتی	بافت‌های سبک، مناسب‌ترین بافت برای کشت مرکبات هستند
عمق آب زیرزمینی	1/5 متر از سطح زمین	-
وضعیت زهکشی	خوب	به طوری که آب اضافی نباید در سطح و داخل خاک جمع شود
درصد سدیم تبادل‌ی (ESP)	کمتر از 5	دامنه قابل تحمل 10 – 2 درصد می‌باشد
شوری عصاره اشباع (ECe)	حد آستانه 1/7 (دسی‌زیمنس بر متر)	حد آستانه به عوامل متعددی مانند بافت خاک، مدیریت آبیاری، پایه، رقم، اقلیم و بستگی دارد. برخی زئوتیپ‌های 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 گچ	1/5 متر 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 1/6 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، سیترنج‌ها تا 20 درصد و نارنج، کلوپاتراماندارین 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.

جدول 1-2. راهنمای تفسیر نتایج تجزیه خاک برای درختان مرکبات در خاک‌های آهکی

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

عنصر غذایی (روش استخراج)	خیلی کم	کم	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	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

به طور کلی، تجزیه خاک می‌تواند یک وسیله مدیریتی مهم در توسعه یک برنامه حاصلخیزی خاک، کارآمد باشد به علاوه در برنامه‌ریزی برای ساماندهی مشکلات مدیریتی خاک و آب یک منطقه نیز می‌تواند بسیار موثر باشد. تجزیه خاک همچنین اطلاعات مفیدی برای تخمین ظرفیت فراهمی عناصر غذایی خاک ارائه می‌نماید. به هر حال نتایج تجزیه خاک قابل استفاده نخواهد بود اگر نمونه خاک به طور نادرست تهیه شود یا پس از جمع‌آوری به طور نامناسب آماده شود. توصیه‌های مدیریت خاک و کود ارائه شده در گزارش‌های تجزیه خاک، بر اساس تجزیه خاک و اطلاعات ارائه شده در صفحه اطلاعات (که همراه با نمونه خاک به آزمایشگاه ارائه می‌شود) می‌باشد. پارامترهای روی صفحه اطلاعات شامل تاریخ کاشت، عملکرد سال قبل یا پیش‌بینی

عملکرد سال بعد، کودهای شیمیایی مصرف شده، عمق خاک و سطح آب زیرزمینی، کیفیت آب و عملیات آبیاری، ظاهر درختان و مشکلات و ناهنجاری‌های احتمالی در باغ است.

موکدا توصیه می‌گردد هرگونه نمونه ارسالی به آزمایشگاه مکان‌مند بوده و دارای مختصات سیاره‌ای (GPS) و تاریخ نمونه‌برداری باشد تا ضمن روشن بودن شرایط فضایی - زمانی نمونه، نتایج تجزیه‌ها برای بانک ملی اطلاعات داده‌های علوم خاک در موسسه متبوع ارسال و قابل ذخیره و بازیافت برای همگان باشد. اگر نمونه‌ها معطوف به نیمرخ خاک در یک پروژه مطالعات خاک‌شناسی و طبقه‌بندی اراضی باشد، شماره پروفیل خاک، نام افق، عمق نمونه‌برداری و سایر اطلاعات جغرافیایی، پدولوژیکی و اداپولوژیکی نیز بر روی صفحه اطلاعات نمونه درج گردد.

بنابراین به طور کلی نیاز کودی، با برنامه مدیریتی محصول می‌تواند تغییر کند و اطلاعات دقیق و کاملی برای گرفتن یک توصیه کودی مناسب برای رسیدن به حداکثر عملکرد با حداقل هزینه ضروری است. پارامترهای اندازه‌گیری شده در تجزیه خاک (به استثنای pH) به کلاس‌های خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم بندی می‌شوند. برای فاکتورهای حاصلخیزی (نیترژن، فسفر، پتاسیم و میکروالمنت‌ها)، در کلاس‌های خیلی کم و کم هر عنصر احتمال پاسخ به کود آن عنصر، خیلی زیاد است. در کلاس متوسط، احتمال پاسخ به کود وجود دارد اما در کلاس‌های زیاد و خیلی زیاد، احتمال پاسخ به کود نزدیک به صفر است.

جدول 1-3. تنظیم برنامه کوددهی مرکبات بر اساس تجزیه خاک

عنصر یا ویژگی خاک	اگر کمتر از مقدار کفایت در خاک باشد.	اگر بیشتر از مقدار کفایت در خاک باشد.
pH خاک	<ul style="list-style-type: none"> افزودن آهک به خاک تا pH خاک به 6 برسد. 	<ul style="list-style-type: none"> هیچ اقدامی لازم نیست (عملیات خاصی برای کاهش pH انجام نشود). کودهای شیمیایی که در خاک، تولید یون هیدروژن (اسیدزا) می کنند، مصرف شوند. سولفور عنصری (همراه با باکتری) مصرف شود. پایه مناسب انتخاب شود.
مواد آلی	<ul style="list-style-type: none"> مصرف کودهای شیمیایی مدیریت شود. مواد آلی مصرف شود. 	<ul style="list-style-type: none"> هیچ اقدامی برای کاهش مواد آلی خاک لازم نیست.
فسفر	<ul style="list-style-type: none"> غلظت فسفر در برگ کنترل شود. اگر غلظت فسفر برگ کمتر از حد کفایت است کودهای فسفوری مصرف شوند 	<ul style="list-style-type: none"> هیچ اقدامی لازم نیست (عملیات خاصی برای کاهش فسفر انجام نشود) اما مدیریت مصرف روی انجام شود.
پتاسیم	<ul style="list-style-type: none"> غلظت پتاسیم در برگ کنترل شود. اگر غلظت پتاسیم برگ کمتر از حد کفایت است کودهای پتاسیمی مصرف شوند. 	<ul style="list-style-type: none"> مصرف کودهای پتاسیمی کاهش یابد.
کلسیم	<ul style="list-style-type: none"> pH خاک کنترل و در صورت نیاز اصلاح شود. غلظت کلسیم در برگ کنترل شود. 	<ul style="list-style-type: none"> هیچ اقدامی لازم نیست. غلظت پتاسیم و منیزیم در برگ کنترل شود.
منیزیم	<ul style="list-style-type: none"> pH خاک کنترل شود و در صورت نیاز با مصرف دولومیت اصلاح شود. غلظت منیزیم در برگ کنترل شود. 	<ul style="list-style-type: none"> هیچ اقدامی لازم نیست.
مس	<ul style="list-style-type: none"> هیچ اقدامی لازم نیست. 	<ul style="list-style-type: none"> آهک مصرف شود تا pH به 6/5 افزایش یابد.
آهن	<ul style="list-style-type: none"> pH و Eh خاک کنترل و در صورت نیاز اصلاح شود. غلظت آهن در برگ کنترل شود 	<ul style="list-style-type: none"> آهک مصرف شود تا pH به 6/5 افزایش یابد. تهویه خاک افزایش یابد (با زهکشی و ...)
منگنز	<ul style="list-style-type: none"> pH و Eh خاک کنترل و در صورت نیاز اصلاح شود. غلظت منگنز در برگ کنترل شود 	<ul style="list-style-type: none"> آهک مصرف شود تا pH به 6/5 افزایش یابد. تهویه خاک افزایش یابد (با زهکشی و ...)
روی	<ul style="list-style-type: none"> pH خاک کنترل و در صورت نیاز اصلاح شود. غلظت روی در برگ کنترل شود 	<ul style="list-style-type: none"> آهک مصرف شود تا pH به 6/5 افزایش یابد.

داشتن تجربه در تفسیر نتایج نمونه ضروری است زیرا عوامل زیادی در غلظت عناصر غذایی در خاک تاثیر دارند. سن درخت، تاریخچه محصول، تکنیک‌های نمونه‌برداری، تفسیر تجزیه خاک و استانداردهای تجزیه خاک همگی باید ملاحظه و لحاظ شوند، قبل از این که تشخیص و تصمیم نهایی ارائه گردد. اگر این مراحل به درستی انجام شود، تجزیه خاک موجب استفاده کاراتر و اقتصادی‌تر کودها خواهد شد زیرا از مصرف بیش از حد یا ناکافی کودها جلوگیری می‌شود.

فصل دوم

راهنمای نمونه برداری و تفسیر نتایج تجزیه برگ برای درختان مرکبات

2-1. مقدمه

تجزیه برگ، به علت کمک در درک نقش عناصر غذایی در عملکرد محصول، تأیید علائم ظاهری کمبود، تشخیص بین دو عنصر غذایی با علائم کمبود یا سمّیت مشابه، شناسایی عدم تعادل عناصر غذایی در فقدان علائم ظاهری که قابل رفع با یک عنصر غذایی نیستند، کمک در بررسی سمّیت عناصر غذایی، شناسایی و نشان دادن برهمکنش بین عناصر غذایی، تشخیص همزمان کمبود یا سمّیت چند عنصر غذایی، اثبات این که آیا عناصر غذایی مصرفی وارد سیستم گیاه شده‌اند یا نه؟، تشخیص این که آیا گرسنگی پنهان در کاهش عملکرد و کیفیت محصول موثر بوده است یا خیر؟، جلوگیری از کمبود عناصر غذایی در درختان میوه (نه تصحیح، پس از توسعه کمبود و ایجاد کاهش در رشد و عملکرد) و همچنین کمک در مرزبندی مناطقی (طی مطالعات تغذیه‌ای) که کمبود برخی عناصر غذایی در آن‌ها در مراحل آغازین تکوین می‌باشد، دارای اهمیت زیاد است (کاکرو و اینال، 2008؛ جونز و همکاران، 1991).

بنابراین تجزیه برگ در ارزیابی وضع تغذیه‌ای درختان بویژه برای عناصر غذایی متحرک در خاک، بسیار مفید است. اما برای برخی عناصر کم مصرف (میکروالمنت‌ها) مانند آهن، منگنز، روی و مس نیز، تجزیه برگ شاخص مناسب‌تری (نسبت به تجزیه خاک) برای ارزیابی موثر بودن مصرف این عناصر در خاک محسوب می‌شود (جدول 2-1). همچنین تجزیه برگ یک راهنمای خوب برای مصرف اقتصادی کودهای شیمیایی و افزایش راندمان مصرف کودها است. همچنین در تشخیص مشکلات و ناهنجاری‌های تغذیه‌ای می‌تواند مفید باشد. این تکنیک وسیله‌ای برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای واقعی درختان در یک زمان خاص و مقایسه آن با سطوح کفایت عناصر غذایی است.

یک مشکل عمده در باغ‌های مرکبات، عدم مدیریت مصرف کودهای نیتروژنی است که موجب عدم تعادل چرخه نیتروژن در این درختان می‌شود. در تجزیه برگ، تفسیر نتایج نیتروژن اهمیت بیشتری از تفسیر نتایج سایر عناصر غذایی دارد. برای مثال وقتی که غلظت نیتروژن در برگ درختان کم باشد، معمولاً در شرایط مشابه غلظت فسفر، پتاسیم و سولفور در برگ آن‌ها بیشتر از درختانی است که نیتروژن کافی دارند و در مقابل، سطوح بالای غلظت نیتروژن در برگ با سطوح پایین غلظت فسفر، پتاسیم، سولفور و عناصر میکرو همراه است. بنابراین تجزیه برگ، سطوح عناصر غذایی در برگ به علاوه نسبت یک عنصر با عناصر دیگر را نشان می‌دهد. بنابراین برهمکنش بین عناصر بیشتر قابل تشخیص و آسان‌تر قابل اصلاح خواهد بود (سریوستوا و سینگ، 2004؛ ابرضا و همکاران، 2008).

جدول 1-2. خلاصه‌ای از مزایای تجزیه خاک و تجزیه برگ برای مدیریت تغذیه مرکبات

ویژگی یا عنصر غذایی	تجزیه خاک	تجزیه برگ
pH	√	-
ماده آلی	√	-
N	-	√
P	√	√
K	-	√
Ca	√	√
Mg	√	√
Cu	√	√
Zn, Mn, Fe, B	-	√

2-2. مراحل نمونه برداری برگ (از نمونه برداری تا تفسیر نتایج)

زمان و روش نمونه برداری، آماده‌سازی نمونه‌ها و همچنین تجزیه برگ‌ها برای امکان مقایسه داده‌ها و تفسیر صحیح آن‌ها، استانداردسازی شده است. اگر این مراحل به درستی انجام شود، اطمینان از تجزیه شیمیایی، تفسیر داده‌ها، توصیه‌های کودی و تنظیم برنامه کوددهی، درست و منطقی خواهد بود. بنابراین نیاز است مراقبت‌های قابل ملاحظه‌ای از زمان انتخاب برگ‌ها برای نمونه برداری تا زمان ارسال نمونه‌ها به

آزمایشگاه برای تجزیه اعمال شود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد اول؛ باگوا، 2002).

2-2-1. زمان نمونه برداری برگ

نمونه‌های برگ، باید از برگ‌های کاملاً توسعه یافته وسط شاخه‌های انتهایی فصل جاری در پیرامون هر درخت تهیه شوند (شکل 1). بنابراین نمونه‌های برگ باید در زمان مناسبی از سال تهیه شوند، زیرا غلظت عناصر غذایی در برگ‌ها به‌طور مداوم در حال تغییر است. همچنان‌که سن برگ‌ها از بهار تا پاییز افزایش می‌یابد غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم کاهش، غلظت کلسیم افزایش و غلظت منیزیم ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. به هر حال، غلظت عناصر معدنی برگ از 4 تا 7 ماه پس از شروع رشد جوانه‌ها در بهار، نسبتاً ثابت است. بنابراین بهترین زمان برای تهیه و جمع‌آوری برگ‌های فلش‌های بهاره با 4 تا 7 ماه سن، از اواخر تیر ماه تا اواخر مهرماه است. اگر برگ‌ها دیرتر نمونه برداری شوند ممکن است برگ‌های تابستانه به آسانی با برگ‌های بهاره اشتباه گرفته شوند (امبلتون، 1973؛ اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد اول؛ حسینی و رضازاده، 1394).

2-2-2. روش نمونه برداری برگ

- شخصی که نمونه برداری انجام می‌دهد قبل از نمونه برداری باید دست‌هایش را بشوید یا به طور متناوب از دستکش‌های یک بار مصرف استفاده نماید و نمونه برگ‌های تهیه شده را به طور مرتب به مکانی خنک منتقل کند.
- یک بلوک یا یک واحد مدیریتی باغ مرکبات برای نمونه برداری نباید بیش از 10 هکتار باشد. نمونه بردار باید مطمئن شود که برگ‌های انتخاب شده نماینده‌ی بلوکی است که نمونه برداری در آن انجام شده است.
- برای انتخاب نمونه نماینده از یک قطعه، درختان به صورت تصادفی، زیگزاک یا دیاگونال انتخاب شوند و درختان حاشیه باغ نیز باید از نمونه برداری حذف شوند.

- شاخه‌های رویشی انتهایی سرشاخه‌ها، برای نمونه برداری ترجیح داده می‌شوند و نمونه‌ها 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 نمونه‌گیری، قبل از کوددهی یا آبیاری است).
- نمونه‌ها باید از محل‌هایی که کاملاً در معرض نور آفتاب (حاشیه بیرونی درخت) هستند انتخاب شوند.
- برگ‌های عاری از آلودگی، بیماری، صدمه مکانیکی، آفات، بافت‌های پیر و مرده نمونه برداری شوند. بنابراین از برگ‌های صدمه دیده (توسط حشرات یا به‌طور مکانیکی)، برگ‌های دارای لکه و برگ‌های دارای علائم بیماری یا هر نوع علائم دیگر، برای نمونه برداری خودداری شود.
- از هر شاخه رویشی فقط یک برگ انتخاب شود و با دم‌برگ نمونه برداری شود.
- هر ترکیب پایه و پیوندک به طور جداگانه نمونه برداری شود.
- از برگ‌های نابالغ (به علت تغییر سریع ترکیب آن‌ها) برای نمونه برداری اجتناب شود.
- برگ‌های بالغ 4 الی 7 ماهه از سرشاخه‌های فصل جاری تهیه شوند. نمونه‌ها از شاخه‌های بدون میوه یا شاخه‌های دارای میوه به طور جداگانه نمونه برداری شوند (شکل 1-2).
- حداقل تعداد درختان انتخاب شده برای تهیه نمونه نماینده، نباید کمتر از 2 درصد درختان باشد و برگ‌ها از پیرامون خارجی درختان در ارتفاع مناسب تهیه شوند.
- 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 نمونه‌گیری شده باید نماینده غالب درختان آن باغ باشند. به طور کلی، 25 برگ از هر درخت می‌تواند تخمین مناسبی از وضع عناصر غذایی بدهد.

- 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.
 - نمونه‌های تهیه شده از باغ به یخچال با دمای 5 درجه سانتی‌گراد منتقل و تا زمان شستشو نگهداری شوند. برگ‌هایی که با ذرات گرد و غبار و یا ذرات ریز خاک پوشیده شده‌اند در صورت امکان نباید نمونه‌برداری شوند یا این که در صورت نمونه‌برداری، باید با آب مقطر (دو بار تقطیر شده) شسته شوند.
 - اگر انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه بیشتر از 12 ساعت طول بکشد، توصیه می‌شود نمونه‌ها در همان محل شسته، خشک و سپس به آزمایشگاه منتقل شوند.
 - برگ‌های شاخه‌های انتهایی دارای میوه، به طور معمول دارای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی، مس، منگنز، آهن و بور کمتر، کلسیم و منیزیم بیشتر از شاخه‌های بدون میوه هستند. بنابراین برگ‌های کناری میوه با برگ‌های بدون میوه (با سن یکسان) دارای غلظت عناصر غذایی یکسان نمی‌باشند. از این رو برگ‌های شاخه‌های دارای میوه یا شاخه‌های بدون میوه باید به طور جداگانه نمونه‌برداری شوند و با استانداردهای خاص خودشان نیز مورد ارزیابی قرار گیرند.
 - توصیه می‌شود از درختان با ظاهر غیر طبیعی، درختان در انتها و گوشه‌های هر بلوک یا در انتهای ردیف‌ها، نمونه‌برداری نشود. زیرا تجمع ذرات خاک و گرد و غبار روی برگ‌های این درختان می‌تواند در غلظت عناصر غذایی برگ به ویژه عناصر میکرو (کم مصرف) تاثیر داشته باشد و معمولا ایجاد خطا می‌کند.
- مورد خاص:** برای تشخیص ناهنجاری‌های رشد در درختان مرکبات، موارد زیر توصیه می‌شود:
- تهیه نمونه برگ از درختان دارای عارضه و درختان بدون عارضه
 - درختان انتخاب شده برای نمونه‌برداری مقایسه‌ای باید از نظر سن، نوع پیوندک و پایه یکسان باشند.
 - در صورت امکان، محدوده ناحیه نمونه‌برداری درختان نزدیک به یکدیگر باشد.



شکل 2-1. برگ‌هایی که باید نمونه برداری شوند

2-2-3. آماده کردن نمونه‌های برگ

اگر نمونه‌ها دارای رسوب مواد شیمیایی ناشی از محلول‌پاشی عناصر غذایی یا سموم باشند، ابتدا با پارچه کتان مناسب (آغشته به محلول 0/2 درصد پاک‌کننده) تمیز شوند و سپس با آب مقطر شستشو داده شوند.

▪ برگ‌ها در مقابل گرما محافظت شوند و همچنین در جای خشک نگهداری شوند. اگر شستشو و خشک کردن آن‌ها در روز نمونه برداری امکان‌پذیر نیست، نمونه‌ها در یخچال نگهداری شوند.

▪ اگر هدف از نمونه برداری، فقط تجزیه عناصر غذایی ماکرو (پرمصرف) باشد نیازی به شستشوی برگ‌ها نمی‌باشد.

- اگر هدف از نمونه برداری، تجزیه عناصر غذایی میکرو (کم مصرف) نیز می باشد، برگ ها باید به طور دقیق شسته شوند.
- برگ ها در یک آون در دمای 70 درجه سانتی گراد خشک شوند.
- اگر هدف از نمونه برداری، تجزیه عناصر میکرو (کم مصرف) است نباید از برگ هایی که با عناصر غذایی میکرو (کم مصرف) به منظور قارچ کشی (قارچ کش های مسی) یا تغذیه ای (منگنز و روی) محلول پاشی شده اند، نمونه گیری شود، زیرا حذف آلودگی سطحی از این برگ های محلول پاشی شده، تقریبا غیرممکن است.
- برای تعیین دقیق غلظت عناصر آهن، بور و دیگر عناصر غذایی میکرو (کم مصرف)، نمونه های برگ باید به طور کامل با دست شسته شوند و بهتر است بلافاصله بعد از نمونه برداری (قبل از دهیدراته شدن) عملیات شستشو انجام شود.
- برای تعیین عناصر غذایی میکرو (کم مصرف)، برگ ها در یک محلول شوینده با غلظت بسیار کم خیس شوند و سطح برگ ها، با قرار دادن بین انگشت شست و سبابه کاملا تمیز شوند. سپس به طور کامل با آب معمولی و آب مقطر، به ترتیب شستشو داده شوند. حذف همه پس مانده های سطحی دشوار است، اما این روش بسیاری از آن ها را حذف خواهد کرد.

2-2-4. تجزیه نمونه ها و تفسیر نتایج

یکی از نتایج تجزیه برگ، تعیین وضع تغذیه ای باغ یا درختان است که از این داده ها می توان برای تعیین میزان و نوع کود مصرفی استفاده کرد. باغ دارانی که در زمینه تفسیر نتایج تجزیه برگ مهارت کافی ندارند داده ها را با کمک مشاورهای تکنیکی که در زمینه تغذیه ای مرکبات مهارت دارند، تفسیر می نمایند. هدف اولیه تجزیه برگ، بهینه کردن مصرف سالانه کودهای شیمیایی برای تولید عملکرد بیشتر است. همچنین در بلند مدت، هدف از تجزیه برگ، به حداقل رساندن مصرف کودهای شیمیایی است، به نحوی که پتانسیل تولید و کیفیت میوه ثابت بماند (مارشال، 1984). برای رسیدن به این هدف، ضروری است که مدیریت و مقدار مصرف کودهای شیمیایی سالانه ثبت گردد و در زمان تفسیر نتایج تجزیه برگ و همچنین در تصمیم گیری های مدیریت تغذیه آینده باغ از آن استفاده شود.

- آزمایشگاه، غلظت کل هر عنصر را در نمونه برگ، تعیین می‌کند. نظر به این که غلظت کل تعیین می‌شود بنابراین اختلافی بین نتایج تجزیه برگ آزمایشگاه‌های گوناگون نباید وجود داشته باشد.
- برای تفسیر نتایج آزمایشگاهی، باغ‌داران باید نتایج آزمایش برگ باغ‌های مورد نظر را با نتایج تجزیه برگ استاندارد (جدول‌های 2-2 تا 6-2) مقایسه کنند. این استانداردها بر اساس مشاهدات میدانی بلند مدت در کشورهای گوناگون با ارقام و پایه‌های گوناگون مرکبات در شرایط مدیریتی گوناگون 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 گوناگونی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (جدول 7).

جدول 2-2. راهنمای تفسیر نتایج تجزیه برگ درختان پرتقال (ناول‌ها) که از شاخه‌های انتهایی میوه‌دار سیکل بهاره تهیه شده‌اند. (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد اول)

غلظت عناصر غذایی (درصد)					عنصر	
خیلی زیاد	زیاد	مناسب	کم	کمبود		
> 3/6	3-3/5	2/4-2/9	2/1-2/3	< 2	نیتروژن	
> 0/25	0/12-0/24	0/08-0/12	< 0/08	-	فسفر	
> 2	1/5-2	0/7-1/5	0/3-0/7	< 0/3	پتاسیم	
> 7	5/5-7	3-5/5	1/5-3	< 1/5	کلسیم	
-	0 > 0/5	0/3-0/5	0/17-0/3	< 0/17	منیزیم	
> 0/6	0/4-0/5	0/2-0/4	0/14-0/19	< 0/13	سولفور	
میلی گرم در کیلوگرم					عنصر	
> 200	130-200	60-120	36-59	< 35		آهن
> 200	80-200	20-80	15-20	< 15		منگنز
> 20	15-20	10-15	4-10	< 24		مس
> 1000	50-500	25-49	18-24	< 17		روی
> 200	100-200	35-100	15-35	< 15		بور

جدول 2-3. راهنمای تفسیر نتایج تجزیه برگ درختان پرتقال (ناولها) که از شاخه‌های انتهایی بدون میوه سیکل بهاره تهیه شده‌اند. (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد اول)

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 تجزیه برگ درختان نارنگی (انشو)

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

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

جدول 2-5. راهنمای تفسیر نتایج تجزیه برگ (برگ‌های 4 الی 7 ماهه از شاخه‌های انتهایی دارای میوه) درختان مرکبات (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد اول)

غلظت عناصر غذایی (درصد)			عنصر غذایی
زیاد	مناسب	کم	
>3	2/3 – 2/7	< 2/3	نیترژن
>0/16	0/12 – 0/16	<0/12	فسفر
>1/5	1/0 – 1/5	< 1	پتاسیم
>4/5	3/5 – 4/5	< 3/5	کلسیم
>0/50	0/30 – 0/49	< 0/30	منیزیم
>0/50	0/20 – 0/30	< 0/20	سولفور
میلی گرم در کیلوگرم			
>150	80 – 160	< 80	بور
>20	10 – 20	< 10	مس
>200	50 – 120	< 50	آهن
>100	35 – 50	< 35	منگنز
>100	35 – 50	< 35	روی
>10	2 – 10	< 2	مولیبدن

جدول 2-6. راهنمای تفسیر تجزیه برگ پرتقال بر اساس برگ‌های 4 تا 6 ماهه از سرشاخه‌های بدون میوه (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393، جلد اول)

عنصر غذایی	واحد	کمبود	کم	مناسب	زیاد	خیلی زیاد
نیترژن	%	<2/2	2/2-2/4	2/5-2/7	2/8-3	>3
فسفر	"	<0/09	0/09-0/11	0/12-0/16	0/17-0/30	>0/30
پتاسیم	"	<0/7	0/7-1/1	1/2-1/7	1/8-2/4	>2/4
کلسیم	"	<1/5	1/5-2/9	3-4/9	5-7	>7
منیزیم	"	<0/20	0/20-0/29	0/30-0/49	0/50-0/70	>0/70
کلر*	"	-	-	0/20	0/20-0/70	>0/70*
سدیم	"	-	-	-	0/15-0/25	>0/25
منگنز	mg/kg	<18	18-24	25-100	101-300	>300
روی	"	<18	18-24	25-100	101-300	>300
مس	"	<3	3-4	5-16	17-20	>20
آهن	"	<35	35-59	60-120	121-200	>200
بور	"	<20	20-35	36-100	121-200	>200
مولیبدن	"	<0/05	0/06-0/09	0/10-3	2-5	>5

* در غلظت بیشتر از یک درصد، سوختگی و ریزش برگ اتفاق می‌افتد.

جدول 2-7. تنظیم برنامه کودی مرکبات بر اساس نتایج تجزیه برگ

عنصر غذایی	اگر غلظت عنصر غذایی در برگ کمتر از مقدار مطلوب باشد.	اگر غلظت عنصر غذایی در برگ بیشتر از مقدار مطلوب باشد.
نیترژن	<ul style="list-style-type: none"> عملکرد کنترل شود. سلامت درختان کنترل شود. مدیریت آبیاری بازنگری شود. مقدار مصرف کود نیترژن بازنگری شود. 	<ul style="list-style-type: none"> مواد آلی خاک کنترل شود. مقدار مصرف کودهای نیترژنی بازنگری شود.
فسفر	<ul style="list-style-type: none"> کود فسفر بیشتری مصرف شود. 	<ul style="list-style-type: none"> هیچ اقدامی لازم نیست.
پتاسیم	<ul style="list-style-type: none"> مصرف کود پتاسیمی افزایش یابد. محلول پاشی برگی انجام شود. در خاک‌های آهکی، مانداب منطقه ریشه کنترل شود. pH خاک کنترل شود. در خاک‌های اسیدی، مقدار کلسیم خاک کنترل شود. 	<ul style="list-style-type: none"> مصرف کودهای پتاسیمی کاهش یابد.
کلسیم	<ul style="list-style-type: none"> با توجه به pH خاک، آهک (به روش خاکی) و کودهای محلول کلسیم (مانند نیترات کلسیم و کلرید کلسیم) به روش کود آبیاری در خاک‌های اسیدی مصرف شوند. محلول پاشی کودهای محلول کلسیم (مانند نیترات کلسیم یا کلات‌های آلی کلسیم) در خاک‌های آهکی انجام شود. وضعیت منیزیم قابل تبادل خاک بررسی شود. pH خاک کنترل شود. با توجه به pH خاک، می‌توان از دولومیت به روش مصرف خاکی و کودهای محلول منیزیم مانند سولفات منیزیم، نیترات منیزیم یا کلات‌های آلی منیزیم به روش مصرف خاکی، کودآبیاری یا محلول پاشی در خاک‌های اسیدی مصرف شوند. در خاک‌های آهکی، کودهای منیزیم محلول مانند سولفات منیزیم، نیترات منیزیم یا کلات‌های آلی منیزیم به روش خاکی، کودآبیاری یا محلول پاشی مصرف شوند. pH خاک کنترل و در صورت نیاز تعدیل شود. محلول پاشی عناصر غذایی میکرو انجام شود. 	<ul style="list-style-type: none"> هیچ اقدامی لازم نیست.
منیزیم	<ul style="list-style-type: none"> محلول پاشی مصرف شوند. pH خاک کنترل و در صورت نیاز تعدیل شود. محلول پاشی عناصر غذایی میکرو انجام شود. 	<ul style="list-style-type: none"> هیچ اقدامی لازم نیست.
عناصر غذایی میکرو	<ul style="list-style-type: none"> همراه با مصرف خاکی کودهای ماکرو، از کودهای میکرو مناسب (مانند سکسترون آهن، سولفات روی، سولفات روی، سولفات مس، اسید بوریک و ...) به صورت کودآبیاری در باغ‌های با سیستم کودآبیاری در طی فصل رشد مصرف شود و در باغ‌های بدون سیستم کودآبیاری به صورت چالکود در شروع فصل رشد می‌توان استفاده کرد. 	<ul style="list-style-type: none"> باقی مانده محلول اسپری شده در سطح برگ‌ها کنترل شود. هیچ اقدامی لازم نیست.

فصل سوم

روش‌های مصرف کودهای شیمیایی

3-1. 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 سایه‌انداز درختان حفر 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 می‌شوند و هر سال 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 سایه‌انداز درختان، چالکودهای جدید باید حفر شود که در درازمدت می‌تواند باعث اصلاح موضعی خاک منطقه ریشه شود (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1395).

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، نیترات پتاسیم، سولفات پتاسیم با حلالیت بالا، سولفات منگنز، سولفات آهن و کلات‌های آهن، روی و منگنز (با بنیان EDTA)، سکسترون آهن (کلات آهن با بنیان EDDHA، EDDHMA 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 چالکود یا نوار می‌شود به طوری که می‌تواند موجب سمّیت و مرگ ریشه‌های درختان شوند (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1380 و 1381).

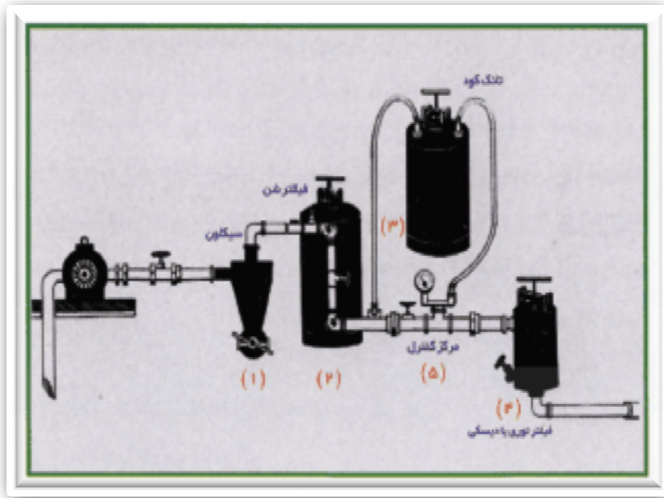
همچنین به علت بارندگی‌های زیاد در اواخر اسفند ماه و اوایل بهار و از طرف دیگر فعالیت پایین ریشه‌ها در اوایل فصل رشد، راندمان مصرف کودهای شیمیایی و جذب آن‌ها توسط ریشه، در این زمان در حداقل است. بنابراین مصرف کودهای شیمیایی در اواخر زمستان و اوایل بهار، اغلب موجب هدر رفت سرمایه باغداران، آلودگی آب‌های زیرزمینی و در نهایت، کاهش درآمد و اقتصاد باغدار می‌شود. 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 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 محدوده 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 می‌شود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1392). برای کاهش خسارت شوری می‌توان از منابع گرانبولی این کودها استفاده کرد که به تدریج حل می‌شوند و در چالکود شوری زیادی تولید نمی‌کند (شکل 3-1).



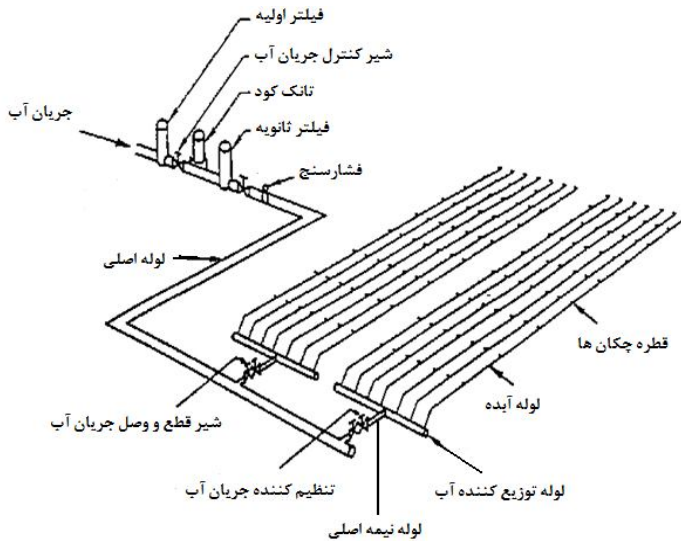
شکل 3-1. محل احداث چالکود برای درختان بارده مرکبات

3-2. 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. به‌طور 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 (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد دوم؛ سریوستوا و سینگ، 2012). 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 (شکل‌های 3-2 و 3-3).



شکل 3-2. ترتیب قرار گرفتن صافی‌های دورانی، شنی و توری و همچنین تانک کود در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای



شکل 3-3. نحوه قرار گرفتن فیلترها، تانک مواد شیمیایی، شیرهای کنترل، لوله‌های اصلی، نیمه اصلی، لوله‌های توزیع کننده، لوله‌های آبده و قطره‌چکان‌ها در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای.

3-2-1. 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 (برحسب 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

معمولاً چگالی کودهای مایع محلول در روی کیسه کود نوشته شده است. در غیر این صورت، می‌توان حجم مشخصی از محلول کودی را وزن کرده و تبدیل به وزن در لیتر (وزن حجمی) کرد.

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 آمونیم 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 می‌شود:

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

بنابراین تزریق محلول کودی در 60 دقیقه حدود 3/54 مترمکعب است که حدود 59 لیتر در دقیقه است 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.

3-3. محلول پاشی

محلول پاشی برگی 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 برگی 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 غیرقابل دسترس باشند و یا فراهمی کافی را برای رشد درختان نداشته باشند. بنابراین در بیشتر موارد، می توان بخش قابل ملاحظه ای از نیاز تغذیه ای درختان را با محلول پاشی برگی تأمین کرد.

جذب عناصر غذایی در چند ساعت اول محلول پاشی، بسیار سریع است. شرایط محیطی که سبب بسته شدن روزنه ها می شوند، راندمان جذب عناصر غذایی را کاهش می دهند. بهترین زمان برای محلول پاشی، زمانی است که درجه هوا خنک و رطوبت نسبی زیاد باشد (مانند اوایل صبح یا اواخر غروب). همچنین، محلول پاشی در این زمان ها، احتمال سوختگی برگ ها را کاهش می دهد. حداکثر راندمان جذب و سود اقتصادی از کودهای روی، منگنز و مس، زمانی است که برگ ها جوان باشند به طوری که دوسوم از آن ها کاملاً توسعه یافته، اما در مرحله قبل از بلوغ کامل باشند (تغییر رنگ برگ های جدید مانند برگ های قدیمی). محلول پاشی عناصر غذایی به فلش های بهاره بهتر از فلش های رشدی تابستانه و پاییزی است. توصیه می شود محلول پاشی ها، بیشتر در زمان فلش ها یا جهش های رشدی بهاره انجام شود.

هنگام استفاده از عناصر غذایی برای محلول پاشی، اطمینان از این که pH محلول اسپری بین 6 تا 7 باشد بسیار مهم است. کنترل pH محلول، زمانی بسیار مهم است که محلول پاشی اوره انجام می شود. اگر pH محلول اوره بیشتر از 7 باشد، ممکن است

آمونیاک آزاد تولید شود که به‌طور چشمگیری پتانسیل خسارت و سوختن برگ‌ها را افزایش می‌دهد. این احتیاط، به‌ویژه 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.

3-3-1. 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 تأثیر 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. به‌طور کلی در جدول 3-1، 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 نمی‌شود.

جدول 3-1. برخی از شرایط هواشناسی مناسب برای محلول‌پاشی برگی

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

3-3-2. توصیه‌های فنی برای محلول پاشی

- محلول پاشی در صبح یا عصر انجام شود.
- درجه حرارت محیط کمتر از 29 درجه سانتی‌گراد باشد.
- قبل از محلول پاشی، حتماً 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، موید مناسب (مانند سیتوگیت یا سیتویت) با غلظت حداکثر نیم در هزار اضافه شود.
- pH محلول‌های تهیه شده بین 6-7 باشد.
- ناخالصی‌های کودهای شیمیایی با صافی گرفته شود.
- سمپاش‌های موردنظر توان پودر کردن محلول را داشته باشند.
- کودهای شیمیایی موردنظر در یک سطل آب حل شده و پس از گذراندن از صافی‌های ریز چند لایه، وارد تانک محلول شوند.

فصل چهارم

کوددهی درختان جوان

برای توصیه صحیح کودی (تعیین نوع، زمان و نحوه مصرف کودها)، در گیاهان زراعی استفاده از نتایج تجزیه خاک در لایه سطحی (0-30 سانتی متری)، در باغ‌های جوان درختان میوه (سال‌های اول تا سوم پس از احداث باغ) نتایج تجزیه خاک در لایه سطحی و اما در باغ جوان با سن بیشتر از سه سال علاوه بر نتایج تجزیه خاک در لایه سطحی و تحت‌الارض (60-31 سانتی متری یا بیشتر در صورت نیاز)، نتایج تجزیه برگ نیز مورد نیاز است. با توجه به گستردگی کشت مرکبات در مناطق گوناگون کشور، توصیه کودی برای هر منطقه آگرواکولوژیک گوناگون می‌تواند متفاوت باشد. 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 تأثیر گذارند (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد دوم؛ اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1395).

1-4. نیتروژن

مقدار مصرف نیتروژن برای درختان جوان نارنگی و پرتقال (به ازای هر درخت) در جدول 1-4 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). این جدول‌ها، دامنه‌ای از مقدار نیتروژن خالص بر اساس سن درختان و تراکم کاشت را نشان می‌دهد. 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 نمکی مانند اوره، سولفات آمونیم و نترات آمونیم توصیه می‌شود. اما اگر

کودها به صورت کودآبیاری 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 4-1. مقدار و تعداد تقسیط‌های نیتروژن برای درختان جوان غیر بارده (1 تا 3 ساله)

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

2-4. فسفر

مصرف فسفر برای درختان جوان (1 تا 3 سال) بر اساس سن درختان، نتایج تجزیه خاک و تفسیر آن در جدول 4-2 آمده 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 تجزیه خاک نشان دهد که فسفر قابل استفاده خاک، بیش از 15 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است، نیاز به مصرف کودهای فسفوری نیست. اما اگر فسفر قابل استفاده خاک، کمتر از 15 میلی‌گرم در کیلوگرم باشد کودهای سوپرفسفات تریپل، سوپرفسفات ساده، دی‌آمونیم فسفات و مونوآمونیم فسفات را می‌توان به روش خاکی، در اوایل فصل رشد مصرف کرد. اما کودهای مونوآمونیم فسفات، دی‌آمونیم فسفات و اسید فسفریک را می‌توان به روش کودآبیاری در تقسیط‌های گوناگون در طی فصل رشد مصرف کرد. اما با مصرف کود فسفر در یک سال، برای تعیین این‌که در سال بعد چه مقدار کود فسفر مصرف شود (مصرف آن کاهش یابد یا متوقف شود)، نیاز است دوباره تجزیه خاک انجام و نتایج آن تفسیر شود و بر اساس این نتایج، نسبت به مصرف کودهای فسفوری اقدام

شود. از سال سوم رشد به بعد، علاوه بر تجزیه خاک، تجزیه برگ نیز انجام شود و به طور کلی، نیاز به فسفر و توصیه آن بر اساس نتایج این تجزیه‌ها انجام شود.

جدول 4-2. مصرف فسفر (P_2O_5)^{*} برای درختان جوان (1 تا 3 سال) بر اساس سن درختان و نتایج تجزیه خاک

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

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

3-4. پتاسیم

مصرف کودهای پتاسیمی برای درختان جوان (1 تا 3 سال) براساس سن درختان، نتایج تجزیه خاک و تفسیر آن است (جدول 4-3). کودهای پتاسیمی مناسب برای درختان مرکبات شامل سولفات پتاسیم معمولی (یا حلالیت کم)، سولفات پتاسیم (باحلالیت زیاد)، سولوپتاس، سولوکراس، نیترات پتاسیم، مونو پتاسیم فسفات، دی پتاسیم فسفات، هومات‌های پتاسیم، سولفات پتاسیم منیزیم و غیره است. کودهای سولفات پتاسیم منیزیم و سولفات پتاسیم معمولی، اغلب در اوایل فصل رشد و به روش خاکی توصیه می‌شوند. اما کودهای سولوپتاس، سولوکراس، سولفات پتاسیم با حلالیت زیاد، مونو پتاسیم فسفات، دی پتاسیم فسفات، هومات‌های پتاسیم و نیترات پتاسیم به روش کودآبیاری در طول فصل رشد (در تقسیط‌های گوناگون، در مناطق شمالی کشور به‌ویژه از اوایل مردادماه تا اواسط آبان‌ماه و در مناطق جنوبی کشور (دزفول، حاجی‌آباد، نازدشت، جیرفت، کهنوج و داراب) و مناطق غربی کشور (قصرشیرین) در دو مرحله، مرحله اول از اوایل اردیبهشت تا اواخر خرداد و مرحله دوم از اوایل مهرماه تا اواخر آبان‌ماه یا اوایل آذرماه) توصیه می‌شوند. البته بخشی از نیاز پتاسیم درختان مرکبات را می‌توان با کلرور پتاسیم تأمین کرد به شرطی که خاک و آب، شور نباشند، پایه و پیوندک متحمل به کلر

باشند و 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 مؤثر است (اسدی و همکاران، 1395).

جدول 3-4. مقدار پتاسیم (K_2O) توصیه شده و تعداد تقسیط‌ها برای درختان جوان غیربارده (1 تا 3 سال)

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

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

4-4. 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 تأثیر 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، تأثیر 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 کنند و به تدریج، مقدار مصرف (درصدی از نیاز سالانه) را افزایش 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 سرمای، 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 4-4).

جدول 4-4. 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

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
فسفری	10	10	15	15	15	15	10

4-5. مدیریت کوددهی درختان جوان در جنوب کشور

با توجه به گرمای شدید تابستان در مناطق جنوب کشور مانند حاجی‌آباد، نازدشت بندرعباس، جیرفت و دزفول توصیه می‌شود تغذیه درختان مرکبات در دو مرحله (فاز) انجام شود. کوددهی مرحله اول، از اواخر بهمن ماه شروع شود و تا اواخر خرداد یا اوایل تیرماه ادامه یابد، سپس به دلیل گرمای شدید هوا، کوددهی متوقف شود. کوددهی مرحله دوم، از نیمه دوم شهریورماه، آغاز و تا اواخر آذرماه ادامه داده شود. مدیریت مصرف کودهای نیتروژن، پتاسیم و فسفر در هر دو مرحله کوددهی، در جدول 4-5 آمده است. براساس کارهای میدانی نگارندگان در بندرعباس (ابراهیم‌آباد 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 آذرماه 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 خردادماه به حداکثر مقدار (به ترتیب 15 و

20 درصد نیاز سالانه) افزایش داده شود و در نیمه اول تیرماه، با مصرف 5 درصد نیاز سالانه، مصرف کودهای پتاسیمی متوقف شود. سپس در نیمه دوم شهریورماه 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.

4-5. 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

مقدار مصرف در هر ماه از فصل رشد (درصدی از کل کود توصیه شده)

نوع کود	(نیمه دوم)	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	مرداد	(نیمه اول)	تیر	مرداد	(نیمه دوم)	شهریور	مهر	آبان	(نیمه اول)
نیتروژنی	5	5	10	15	20	10	5	-	5	5	10	15	10	5
پتاسیمی	5	5	5	10	15	20	5	-	5	5	10	10	15	10
فسفری	5	5	10	15	15	15	5	-	5	5	10	15	10	5

فصل پنجم

کوددهی درختان بارده

تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کمی و کیفی محصول به شمار می‌رود. در تغذیه گیاه نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت نسبت میان همه عناصر غذایی اهمیت زیادی دارد، چراکه در حالت عدم تعادل تغذیه‌ای، با اضافه کردن مقداری از عناصر غذایی، نه تنها افزایش عملکردی رخ نمی‌دهد، بلکه موجب اختلال در رشد گیاه و در نهایت افت در عملکرد مطرح می‌شود. برای توصیه صحیح کودی (تعیین نوع، زمان و نحوه مصرف کودها) در گیاهان زراعی، استفاده از تجزیه خاک و در گیاهان باغی علاوه بر تجزیه خاک و آب آبیاری، تجزیه برگ و گاهی میوه مناسب‌ترین روش است. با توجه به گستردگی کشت مرکبات در مناطق گوناگون کشور، توصیه کودی برای هر منطقه بر اساس تجربیات بومی گذشته، نتایج تجزیه خاک، تجزیه برگ و پیش‌بینی عملکرد خواهد بود (اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393 جلد دوم؛ استیلز و شاور، 2009).

5-1. 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 باکیفیت 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 5-1). زمانی که درختان به اندازه‌ای رسیدند که فضای در نظر گرفته شده را پر کرده و رشد بیشتر تاج مورد نظر نباشد، مقدار مصرف عناصر غذایی می‌تواند ثابت شود و یا در موارد احتمالی، کاهش یابد (مورگان و همکاران، 2002).

مقدار مصرف سالانه کود نیتروژن، برای تأمین نیتروژن مورد نیاز رشد رویشی و نیتروژن خارج شده توسط میوه است. مقدار نیتروژن توصیه شده، براساس نتایج تجزیه برگ، نتایج تجزیه خاک (به ویژه مقدار ماده آلی 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 گریپ فروت در حدود 2/2 درصد باشد. دامنه مناسب نارنگی‌ها و گریپ فروت، 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.

5-2. مقدار مصرف پتاسیم برای درختان بارده

به‌طور 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 به‌ویژه 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 5-2).

اگر کود پتاسیمی در یک سال مصرف شود، برای تعیین این‌که در سال بعد چقدر پتاسیم مصرف شود؛ تجزیه دوباره خاک و برگ نیاز است. بر اساس تفسیر نتایج این تجزیه‌ها 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 نترات پتاسیم، مونوپتاسیم فسفات و غیره) به شکل محلول‌پاشی و با غلظت 3 تا 4 در هزار برای افزایش اندازه و بهبود کیفیت میوه مورد نیاز است و توصیه می‌شود این محلول‌پاشی‌ها در مراحل خاص

فنولوژی، مانند پس از تشکیل میوه و اواخر فاز دوم رشد میوه، انجام شود (شکل های 5-1 و 2-5).



شکل 5-1. مرحله رشدی پس از ریزش گلبرگ‌ها و تشکیل میوه درختان مرکبات (زمان مناسب محلول‌پاشی کودهای محلول پتاسیم)



شکل 5-2. اواخر فاز دوم رشد میوه درختان نارنگی انشو میاگاوا (زمان مناسب محلول‌پاشی کودهای محلول پتاسیم)

جدول 5-1. نیتروژن توصیه شده برای درختان بارده بر اساس متوسط عملکرد، نتایج تجزیه خاک و برگ (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1395)

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

جدول 5-2. پتاسیم (K_2O) توصیه شده برای درختان بارده بر اساس متوسط عملکرد، نتایج تجزیه خاک و برگ (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1395)

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

* پتاسیم توصیه شده مجموع مصرف خاکی و محلول پاشی است

3-5. مقدار مصرف فسفر (P_2O_5) برای درختان بارده

مقدار مصرف کود فسفر برای درختان بارده بر اساس متوسط عملکرد و تفسیر نتایج تجزیه 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 تجزیه خاک و برگ انجام شود. مقدار مصرف فسفر بر اساس نتایج تجزیه خاک و برگ و همچنین متوسط عملکرد درختان در جدول 3-5 آورده شده است.

جدول 3-5- توصیه مصرف فسفر (P_2O_5) برای درختان بارده بر اساس متوسط عملکرد و نتایج تجزیه خاک و برگ

مقدار کود فسفر (P_2O_5) توصیه شده	دامنه تجزیه خاک	دامنه تجزیه برگ
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 آزمایش آن‌ها و متوسط عملکرد، دوباره مقدار مصرف تعیین شود.	کمتر از کفایت	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 آزمایش آن‌ها و متوسط عملکرد، دوباره مقدار مصرف تعیین شود.	کمتر از کفایت	کم
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 آزمایش آن‌ها و متوسط عملکرد، دوباره مقدار مصرف تعیین شود.	کمتر از کفایت	کمبود

4-5. 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 محلول پاشی آن در اوایل فاز اول رشد میوه پس از ریزش گلبرگ‌ها و تشکیل میوه‌چه‌ها و رسیدن قطر آن‌ها به حدود 7 تا 10 میلی‌متر

(شکل 2) و همچنین در طول فاز دوم رشد میوه‌ها، به‌ویژه 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 می‌تواند نیاز کلسیم اندام‌های رویشی درختان مرکبات را به‌خوبی فراهم کند، اما همچنان محلول‌پاشی کلسیم برای بهبود عملکرد و کیفیت میوه‌ها ضروری است. اگر pH خاک، در دامنه مناسب باشد، نیازی به مصرف حاکی کودهای کلسیمی نیست، مگر این‌که تجزیه خاک نشان دهد که کلسیم خاک، کمتر از حد بحرانی است یا این‌که غلظت کلسیم برگ، کمتر از حد کفایت باشد. در این حالت، مصرف گچ در خاک یا محلول‌پاشی با کودهای کلسیمی محلول توصیه می‌شود. اگر pH خاک، بالای 6/5 باشد، خاک احتمالاً کلسیم کافی برای رشد درختان دارد و تنها محلول‌پاشی 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، باید آهک 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 تجزیه خاک نشان دهد که مقدار منیزیم خاک، کمتر از دامنه کفایت (متوسط یا کم) است، پیشنهاد می‌شود کود منیزیم به مقدار حداکثر 20 درصد نیتروژن توصیه شده، مصرف شود. اما اگر نتایج تجزیه 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 می‌شود مصرف حاکی منیزیم متوقف شود یا به حداقل برسد و کودهای منیزیمی (مانند نیترات منیزیم، سولفات منیزیم و ...) به روش محلول‌پاشی، به‌ویژه در فاز دوم رشد میوه مصرف شوند.

5-5. مصرف عناصر ریزمغذی (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 تجزیه خاک یا برگ یا علائم ظاهری درختان نشان دهد که مصرف این عناصر (یکی یا بیشتر) باید کاهش یابد یا متوقف شود. برای درختان مسن تر، نیاز عناصر غذایی کم مصرف (به استثنای بور و مس) باید توسط علائم کمبود ظاهری یا نتایج تجزیه برگ تأیید شود، سپس اقدام به مصرف آن ها شود (جدول 4-5). اما مصرف هر ساله بور ممکن است نیاز باشد، به علت اینکه به سرعت تحت تأثیر شستشو قرار می گیرد. در خاک های با pH بیشتر از هفت، قابلیت استفاده عناصر غذایی کم مصرف، به استثنای مولیبدن به طور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.

جدول 4-5. روش و مقدار عناصر غذایی کم مصرف توصیه شده برای باغ های مرکبات

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

1. مصرف خاکی منگنز در خاک های آهنکی توصیه نمی شود.

2. در خاک های 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 خاک های آهنکی مصرف کلات آهن سکسترون (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 محلول پاشی برگ، در زمانی انجام شود که تقریباً بیش از 60 درصد برگ های فلش های بهاره کاملاً توسعه پیدا کرده اند، در صورتی که مصرف خاکی در هر زمانی که مورد نیاز باشد می تواند انجام شود. مصرف خاکی با کودهای آهن

معدنی غیرکلاته، معمولاً نمی‌تواند علائم کمبود ظاهری آهن را بر طرف کند و اغلب برای درختان، غیرقابل استفاده است. خاک‌های آهنی ممکن است دارای مقدار زیادی از آهن کل باشند، اما به‌طور عمده، نامحلول و غیرقابل استفاده هستند. در خاک‌های خنثی تا کمی اسیدی نیز، کمبود آهن می‌تواند یک مشکل باشد، اگر مس به مقدار زیاد در این خاک‌ها وجود داشته باشد (مومورت، 2000). اما کلروز آهن می‌تواند به وسیله مصرف خاکی کودهای کلاته آهن تصحیح شود. مؤثر 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 مؤثر خواهند بود. اما این کلات‌ها نباید در خاک‌های آهنی مصرف شوند، زیرا به سرعت در این خاک‌ها شکسته می‌شوند و قابلیت استفاده آهن آن‌ها به شدت توسط رسوب آهن در خاک، کاهش می‌یابد. در مقابل، کلروز آهن درختان مرکبات با پایه‌های حساس در خاک‌های آهنی، به آسانی رفع نمی‌شود. برخی کلات‌های آهن (مانند FeEDDHA، FeEDDHMA، FeEDDHS) در رفع کمبود آهن مؤثر 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 می‌دهد. 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، بافاصله زمانی 10 تا 20 روز در میان (با توجه به سرعت رشد سرشاخه‌ها و شدت کمبود) می‌تواند بسیار مؤثر باشد.

در مورد منگنز، مصرف خاکی آن برای باغ‌های مرکبات در خاک‌های آهنی میانه و شرق مازندران توصیه نمی‌شود. نتایج مطالعات در خاک‌های آهنی این مناطق نشان می‌دهد که مصرف خاکی کودهای حاوی منگنز (حتی همراه با کودهای آلی و حیوانی به شکل چالکود)، تأثیری 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 مناطق مذکور، ناشی از کمبود قابلیت استفاده منگنز در خاک نیست. به‌طوری 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 (شکل 3-5). مطالعات نشان می‌دهد که مشکل کمبود منگنز در باغ‌های مزبور، ناشی از راندمان پایین انتقال آن، از ریشه‌ها به اندام هوایی است. بنابراین در مناطق مذکور 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، به‌ویژه در مناطق جنوبی ضروری است تا امکان پایش مداوم علائم بیماری گرینینگ (citrus greening disease) در باغ‌های مرکبات فراهم شود.



شکل 3-5. علائم کمبود منگنز در برگ درختان مرکبات

5-6. مدیریت زمانی تغذیه درختان مرکبات (متناسب با فنولوژی رشد رویشی و زایشی):

با توجه به این‌که در درختان میوه، راندمان مصرف کودهای شیمیایی در اوایل فصل رشد بسیار پایین است (به ویژه در مناطق شمالی کشور). از طرف دیگر، تشکیل گل، میوه و رشد اولیه فلش‌های بهاره (اولین جهش‌های رشدی در بهار)، بیشتر تحت تاثیر مواد غذایی ذخیره درختان است و ذخیره مزبور، بیشتر به مدیریت کوددهی پس از برداشت و اواخر فصل رشد در سال گذشته بستگی دارد، بنابراین کوددهی در اوایل فصل رشد، تاثیر چندانی در افزایش تشکیل گل، میوه 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 برای درختان مرکبات در اوایل یا اواسط تابستان (با توجه به رقم) و برای درختان سیاه‌ریشه در اواسط تا اواخر فاز اول و همچنین اوایل تا اواسط فاز سوم رشد میوه به حداکثر مقدار مصرف ارتقا داده شود. سپس به تدریج مصرف کودها به حداقل مقدار کاهش یابد یا کوددهی متوقف شود. 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 کشور، بر اساس تقاضای تغذیه‌ای درختان مرکبات در طول یک سال، توصیه می‌شود برنامه مدیریت مصرف کودهای شیمیایی برای درختان مرکبات و سیاه‌ریشه‌ها متناسب با فنولوژی رشد رویشی و زایشی آن‌ها انجام شود. مدیریت بهینه تغذیه درختان مرکبات (متناسب با فنولوژی رشد رویشی و زایشی) برای افزایش عملکرد، بهبود کیفیت و افزایش تحمل درختان به تنش‌های محیطی (مانند گرما، سرما و...)، افزایش راندمان مصرف کودها و افزایش سود اقتصادی باغ‌داران شامل مدیریت محلول‌پاشی‌های ضروری برای همه باغ‌ها، کودآبیاری برای باغ‌های دارای سیستم کودآبیاری و مصرف خاکی برای باغ‌های بدون سیستم آبیاری به ترتیب در جدول‌های 5-5، 6-5 و 7-5 آورده شده است.

جدول 5-5. مدیریت تغذیه (محلول پاش‌های ضروری) متناسب با فنولوژی درختان برای همه باغ‌های مرکبات

(کتاب تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم، اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)

مدیریت تغذیه (محلول پاشی)	مراحل فنولوژی
محلول پاشی زمستانه اوره.	قبل از تمایز جوانه‌های گل
20-20-20 (با غلظت 2 در هزار). TE + محلول پاشی اسیدهای آمینه مناسب (با غلظت 0/5 تا 1 در هزار)	قبل از گلدهی
حجم آب آبیاری کم با دور برگشت کوتاه (پالسی) و اجتناب از تنش آبی.	گل‌دهی
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 مونوپتاسیم فسفات یا نیترات پتاسیم (با غلظت 3 در هزار).	پس از تشکیل میوه
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.	شروع ریزش تابستانه تا پایان ریزش تابستانه
محلول پاشی نیترات کلسیم (با غلظت 3 در هزار) با اسید بوریک (با غلظت 1 تا 2 در هزار)، محلول پاشی مونوپتاسیم فسفات یا نیترات پتاسیم (با غلظت 4 تا 5 در هزار)، مصرف بهینه آب آبیاری.	توسعه میوه
-	شروع رنگ‌گیری تا برداشت
محلول پاشی TE+ 20-20-20 (با غلظت 3 الی 4 در هزار)، آبیاری متناسب با نیاز آبی درختان.	پس از برداشت

جدول 5-6. مدیریت تغذیه (کودآبیاری) متناسب با فنولوژی درختان مرکبات برای باغ‌های دارای سیستم کودآبیاری

(کتاب تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم، اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)

مدیریت تغذیه (کودآبیاری)	مراحل فنولوژی
-	قبل از تمایز جوانه‌های گل
مصرف 5 درصد نیتروژن مورد نیاز سالانه درختان.	قبل از گل‌دهی
مصرف 10 درصد نیتروژن و 15 درصد فسفر مورد نیاز سالانه درختان. حجم آب آبیاری کم با دور برگشت کوتاه (پالسی) و اجتناب از تنش آبی.	گل‌دهی
مصرف 30 درصد نیتروژن، 30 درصد فسفر و 20 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالانه 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).	پس از تشکیل میوه
مصرف 20 درصد نیتروژن، 20 درصد فسفر و 20 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالانه 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، 30 درصد فسفر و 45 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالانه 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).	توسعه میوه
-	شروع رنگ‌گیری تا برداشت
مصرف 15 درصد نیتروژن، 5 درصد فسفر و 15 درصد پتاسیم و منیزیم مورد نیاز سالانه درختان.	پس از برداشت

جدول 5-7. مدیریت تغذیه (مصرف خاکی) متناسب با فنولوژی درختان مرکبات برای باغ‌های

بدون سیستم کودآبیاری

(کتاب تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم، اسدی کنگرشاهی و اخلاقی امیری، 1393)

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

منابع:

1. اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. (1392). خشکیدگی سرشاخه‌ها، زوال مرکبات و برخی آسیب‌های محیطی مرکبات شرق مازندران. نشریه فنی ترویجی، سازمان جهاد کشاورزی مازندران. شماره 92/217/01.
2. اسدی کنگرشاهی، ع.، اخلاقی امیری، ن.، محمودی، م. و ملکوتی، م.ج. (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.
3. اسدی کنگرشاهی، ع.، اخلاقی امیری، ن.، محمودی، م. و ملکوتی، م.ج. (1380). شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در مرکبات مازندران (محدودیت‌ها و توصیه‌ها)، قسمت اول - عناصر پرمصرف و میان مصرف. نشریه فنی شماره 268. نشر آموزش کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
4. اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. (1393). تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد اول. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
5. اسدی کنگرشاهی، ع. و اخلاقی امیری، ن. (1393). تغذیه پیشرفته و کاربردی مرکبات، جلد دوم. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
6. اسدی کنگرشاهی، ع.، بصیرت، م.، اخلاقی امیری، ن.، حقیقت نیا، ح.، شیخ اشکوری، ع.ر.، صباح، آ.، شهابیان، م.، صالح، ج. و قاسمی، ا. (1395). دستورالعمل بهینه مصرف کود در درختان مرکبات بارده. نشریه ترویجی شماره 87، معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
7. اسدی کنگرشاهی، ع.، بصیرت، م.، اخلاقی امیری، ن.، حقیقت نیا، ح.، شیخ اشکوری، ع.ر.، صباح، آ.، شهابیان، م.، صالح، ج. و قاسمی، ا. (1395). روش‌های مصرف کودهای شیمیایی در درختان مرکبات. نشریه ترویجی شماره 89، معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
8. اسدی کنگرشاهی، ع.، بصیرت، م.، اخلاقی امیری، ن.، حقیقت نیا، ح.، شیخ اشکوری، ع.ر.، صباح، آ.، شهابیان، م.، صالح، ج. و قاسمی، ا. (1395). دستورالعمل مصرف بهینه کود در درختان جوان مرکبات در شمال و جنوب ایران. نشریه ترویجی شماره 88، معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

9. اسدی کنگرشاهی، ع، بصیرت، م، اخلاقی امیری، ن، حقیقت نیا، ح، شیخ اشکوری، ع، صباح، آ، شهبابیان، م، صالح، ج، و قاسمی، ا. (1395). مدیریت تغذیه درختان مرکبات در شرایط شوری. نشریه ترویجی شماره 37، معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
10. اسدی کنگرشاهی، ع، بصیرت، م، اخلاقی امیری، ن، حقیقت نیا، ح، شیخ اشکوری، ع، صباح، آ، شهبابیان، م، صالح، ج، و قاسمی، ا. (1395). برخی مشکلات تغذیه ای درختان مرکبات کشور. نشریه ترویجی شماره 35، معاونت ترویج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.
11. بی نام. (1386). دستورالعمل تجزیه های آزمایشگاهی نمونه خاک و آب، نشریه شماره 467، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
12. حسینی، ی. و رضازاده، ر. (1394). بررسی امکان تعدیل سال آوری نارنگی سیاهو با استفاده از تغییر زمان محلول پاشی نیتروژن و زمان برداشت در حاجی آباد (هرمزگان). نشریه پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، جلد 29، شماره 4، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج، ایران.
13. قیومی محمدی، ح. (1371). کلیاتی در مورد خصوصیات مناسب خاک برای احداث باغات، نشریه شماره 871، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
14. Asadi Kangarshahi, A., M. Mahmoudi and N. Akhlaghi Amiri. (2002). Nutritional disorders in citrus gardens of Mazandaran, Iran. 3rd. International Symposium on Sustainable Agro - environment Systems: New Technologies and Applications. Cairo, Egypt.
15. Asadi Kangarshahi, A., M. Mahmoudi and N. Akhlaghi Amiri. (2002). Trends of used chemical fertilizers and its consequences in Mazandaran, Iran. 3 rd. International Symposium on Sustainable Agro - environment Systems: New Technologies and Applications. Cairo, Egypt.
16. Bashour, I. and A.A. Sayegh. (2007). Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. P. 49-53.
17. Benjamin, J.M. (1992). Preparation of soil sampling protocols: Sampling techniques and strategies. Environmental Research Center University of Nevada-Las Vegas, Nevada. CR814701.

18. Bhagava, B.S. (2002). Leaf analysis for nutrient diagnosis, recommendation and management in fruit crops. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 50: 352-343.
19. Carter, M.R. and E.G. Gregorich. (2008). Soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of Soil Science. CRC Press. 158P.
20. Embleton, T.W., W.W. Jones, C.K. Labanauskas and W. Reuther. (1973). Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization (W. Reuther, ed.). The Citrus Industry, Vol.3, pp. 183 – 210. Div. Agri. Sci., Berkeley, Calif, USA.
21. Jones, J.B., B. Wolf and H.A. Mills. (1991). Plant analysis handbook: A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. macro-micro Pub. Inc., Athens, GA.
22. Kacar, B. and A. Inal. (2008). Plant analysis. Nobel Press, no: 1241, P. 891 – 898.
23. Marchal, J. (1984). Citrus. In: P. Martin et al., (Eds.) Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops. pp. 320 – 354. Lavoisier Publishing INC. New York.
24. Morgan, K.T., T.A. Obreza and T.A. Wheaton. (2006). The basis for mature citrus nitrogen fertilizer recommendations. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 119:168-171.
25. Mortvedt, J.J. (2000). Bioavailability of micronutrient. In: Sumner, M.E. (Ed.), *Handbook of Soil Science*. CRC Press, New York.
26. Obreza, T.A., M. Zekri, E.A. Hanlon, K. Morgan, A.Schuman and R.Rous. (2008). Soil and leaf tissue testing for commercial citrus production. UF, IFAS Extension University of Florida.
27. Srivastava, A.K. and S. Singh. (2002). Citrus, Climate and Soil. International Book Distributing Company (IBDC), India.
28. Srivastava, A.K. and S. Singh. (2008). DRIS norms and field validation in Nagpur mandarin. *J. Plant Nutrition.* 31: 101-1107.
29. Srivastava, A.K. and S. Singh. (2012). *Advances in citrus nutrition*. Springer Dordcht Heeilelbrg New York London.
30. Srivastava, A.K. and S. Singh. (2004). Leaf and soil nutrient guide in citrus. *Agric. Rv.* 25: 25-251.
31. Stiles, W.C. and W. Shaw - Reid. (2009). Orchard nutrition management. Bull. 219. Cornell University.