



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

نحوه نمونه برداری خاک، آب و گیاه و توصیه صحیح کودی



نگارش

تهمینه بهرامپور
کرامت اخوان

نشریه فنی، شماره ۵۱، سال ۱۳۹۴

بسم الله الرحمن الرحيم

نشریه فنی

نحوه نمونه برداری خاک، آب و گیاه و توصیه صحیح کودی

نگارش

تهمینه بهرامپور

محقق بخش تحقیقات فنی مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

کرامت اخوان

عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

سال انتشار

۱۳۹۴

نشریه فنی، شماره ۱، سال ۱۳۹۴

این نشریه در تاریخ ۱۳۹۴/۸/۶ با شماره ۴۸۰۷۲ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

عنوان نشریه: نحوه نمونه برداری خاک، آب و گیاه و توصیه صحیح کودی

نگارش: تهمینه بهرامپور و کرامت اخوان

ویرایش علمی: مهندس ودود ساعدنیا

ویرایش فنی: مهندس علیرضا خواجوی، مهندس مقصود ضیاچهره

ناشر: سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل - مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

شمارگان: ۵۰۰ جلد

نوبت و سال انتشار: اول / ۱۳۹۴

شماره نشریه فنی: ۵۱

قیمت: رایگان (مخصوص کارشناسان و بهره‌برداران بخش کشاورزی)

نشانی: اردبیل - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل،

تلفن: ۳۲۷۵۱۵۷۹ (۰۴۵)

اردبیل - شهرک اداری بعثت، سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل،

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، تلفن: ۳۳۷۴۳۵۰۰ (۰۴۵)

مخاطبان نشریه:

اعضا هیات علمی، محققان، کارشناسان، مروجان و کشاورزان پیشرو

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- اهمیت آزمون خاک
 - اهداف آزمون خاک
 - دلایل مصرف کود با آزمون خاک
 - طرز نمونه‌برداری از خاک، آب و گیاه
 - توصیه عمومی مصرف کودهای شیمیایی
 - عناصر غذایی مورد نیاز محصولات زراعی و باغی
- آشنا خواهید شد.

صفحه	فهرست مطالب
۷	مقدمه
۷	۱- اهمیت آزمون خاک
۷	۲- اهداف آزمون خاک
۸	۳- دلایل مصرف کود با آزمون خاک
۸	۴- نمونه برداری از خاک
۹	۵- اهمیت نمونه برداری
۹	۶- طرز نمونه برداری
۱۱	۷- وسایل مورد نیاز نمونه برداری خاک
۱۲	۸- نحوه آماده نمودن خاک جهت ارسال به آزمایشگاه
۱۲	۹- روش نمونه برداری از خاک باغ
۱۲	۹-۱- قطعه بندی باغ مورد مطالعه
۱۳	۹-۲- تعیین محل نمونه فرعی
۱۳	۹-۳- نمونه برداری از نکات فرعی انتخاب شده
۱۴	۱۰- تجزیه گیاه
۱۴	۱۱- وسایل مورد نیاز نمونه برداری گیاه
۱۶	۱۲- نمونه برداری از آب
۱۶	۱۳- عناصر غذایی مورد نیاز محصولات زراعی و باغی
۱۷	۱۴- تفسیر نتایج آزمایشگاهی و توصیه کودی
۳۹	منابع مورد استفاده

مقدمه

استفاده علمی و اصولی از منابع آب و خاک، مستلزم افزایش شناخت و آگاهی نسبت به آنهاست. از طرفی با توجه به این که از مهم‌ترین اهداف فعالیت‌های کشاورزی دستیابی به تولید حداکثر محصول در واحد سطح می‌باشد، استفاده صحیح و اصولی از کودهای شیمیایی در جهت نیل به این هدف امری ضروری به نظر می‌رسد. توصیه اصولی کودهای شیمیایی مورد نیاز میسر نخواهد بود مگر با شناخت وضعیت گیاه، خاک و آب. بنابراین در اولین گام کشاورزان و باغ‌داران باید اطلاعات کاملی از کیفیت آب و خاک و نیز وضعیت سبز گیاه از نظر میزان عناصر غذایی موجود داشته باشند تا بتوانند برنامه کودی مناسبی را جهت استفاده اصولی از این منابع اجرا نمایند. انجام نمونه‌برداری از برگ، خاک و آب و تجزیه آزمایشگاهی آنها اطلاعات لازم را در اختیار کشاورزان و باغ‌داران قرار خواهد داد. همچنین مسئله حائز اهمیت این است که نحوه نمونه‌برداری در نتایج حاصله جهت ارائه توصیه‌های کارشناسی اثرگذار می‌باشد.

۱- اهمیت آزمون خاک

عوامل متعددی نظیر یکپارچه‌سازی اراضی، اصلاح روش آبیاری، استفاده از بذرهای اصلاح شده، کنترل آفات، بیماری و مکانیزاسیون کشاورزی هر یک سهم قابل توجهی در افزایش تولید دارا می‌باشد مصرف بهینه کود در این مجموعه از مهمترین عوامل افزایش عملکرد و ارتقاء سطح سلامت جامعه است و آزمون خاک یکی از ساده‌ترین راه‌های ارزیابی حاصلخیزی خاک می‌باشد.

۲- اهداف آزمون خاک

- تشخیص کمبود عناصر غذایی در خاک‌ها و توصیه کودی لازم براساس آزمون خاک (مصرف کود با آزمون خاک)

- تناسب اراضی و تغییر کاربری
- تعیین سرنوشت کودهای افزوده شده به خاک و پیگیری تغییرات حاصله در قابلیت استفاده عناصر غذایی در این کودها
- تعیین نقاطی که در اثر مصرف بی‌رویه کود شیمیایی، فاضلاب و فضولات در خاک مسمومیت عناصر در گیاه حیوان و یا انسان به وجود می‌آورد.
- تعیین نقاطی که خاک آنها از نظر برخی عناصر به حد سمیت رسیده باشند و باید از مصرف بیشتر عناصر در آنها خودداری شود.

۳- دلایل مصرف کود با آزمون خاک

- مصرف بیش از حد کود بدون آزمون خاک باعث می‌شود هزینه تولید افزایش یافته و اثرات سوء باقیمانده آن در گیاه و خاک را به دنبال خواهد داشت.
- ممکن است کود مصرفی بدون آزمون خاک کمتر از حد نیاز گیاه بوده و در این حالت موجب افت عملکرد خواهد شد.
- اشتباه در انتخاب نوع کود، سبب افت محصول خواهد شد. در این صورت هم زارع و هم اقتصاد مملکت زیان خواهد دید.
- اشتباه در مصرف به موقع کود و نحوه کودپاشی، در این صورت انتظاری که از کود داریم بدست نخواهد آمد. روی این اصل زارع حتماً بایستی با استفاده از نتایج تجزیه خاک و توصیه‌های مربوطه عمل کند.

۴- نمونه برداری از خاک

شناخت همه جانبه خاک از مهم‌ترین عواملی است که ما را در رسیدن به هدف افزایش عملکرد در واحد سطح یاری می‌کند. جهت آگاهی از وضعیت خاک از نظر

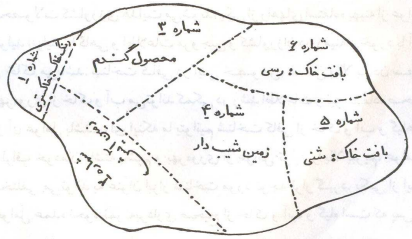
بافت، حاصل خیزی، میزان عناصر غذایی مورد نیاز (نیاز کودی)، روش مناسب آبیاری و غیره، باید با انجام نمونه برداری، خاک را در آزمایشگاه تجزیه نموده و با استفاده از نتایج آن برنامه مدیریتی مناسبی را برای آن در نظر گرفت. نتایج تجزیه خاک می-تواند در زمینه شرایط خاک از نظر pH، ظرفیت تبادل کاتیونی (توانایی خاک در حفظ و آزادسازی مجدد کاتیون‌ها در محلول خاک) و شوری که ممکن است جهت تعیین علت کمبود عناصر غذایی مفید باشد، اطلاعاتی در اختیار ما قرار دهد. طرز صحیح نمونه برداری از خاک می‌تواند به عنوان پایه شناخت وضعیت خاک مزرعه و باغ مورد توجه قرار گیرد. چنانچه به طرز صحیح نمونه برداری دقت نشود نمی‌توان به نتایج واقعی در خصوص خاک مورد نظر رسید.

۵- اهمیت نمونه برداری

اولین گام در حاصل خیزی خاک و ارزیابی توصیه کودی نمونه برداری از خاک است دقت در نمونه برداری از مهمترین و اصلی‌ترین مباحث آزمون خاک می‌باشد. به عبارت دیگر بایستی نمونه‌ای خوب و واقعی گرفت تا بتوان توصیه‌ای مطلوب ارائه کرد در منابع علمی اهمیت این مرحله آزمون خاک آن گونه جلوه داده شده است که حتی آن را مهم‌تر از نتایج تجزیه خاک و انتخاب عصاره‌گیر می‌دانند چون در صورت تهیه نمونه‌های نامناسب انجام بقیه مراحل کاری بیهوده است بنابراین رعایت مبانی نمونه برداری ضروری است.

۶- طرز نمونه برداری

- زمین مورد نظر برای نمونه برداری به قطعات یکنواخت از لحاظ بافت، رنگ، شیب، میزان فرسایش، کشت سال‌های قبل، تناوب، نوع محصول و غیره تقسیم بندی می‌شود.



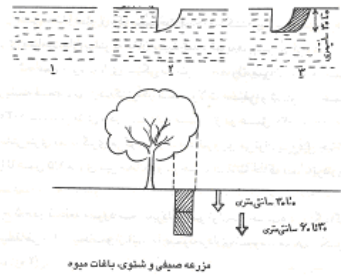
شکل شماره ۱

- هر نمونه آزمایشگاهی با توجه به وضعیت زمین و تناوب زراعی حداکثر از یک مساحت ۱۵-۱۰ هکتاری تهیه می‌شود و برای مساحت‌های بیشتر به همان نسبت تعداد نمونه‌ها بیشتر می‌گردند.

- عمق نمونه‌برداری بستگی به نوع محصول، میزان رشد و عمق ریشه محصول دارد. در محصولات صیفی و شتوی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری و در باغات میوه از عمق‌های ۳۰-۰، ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ سانتی‌متری نمونه‌گیری می‌گردد. در موارد ضروری می‌توان پروفیل خاک را تا عمق ۱/۵ متر مطالعه و برحسب طبقات خاک نمونه‌برداری نمود.

- در قطعه مورد نمونه‌برداری می‌توان به حالت‌های زیگزاگ نقاطی را انتخاب و از آنها نمونه‌برداری نمود.

- در برداشت نمونه براساس عمقی که مورد نظر می‌باشد می‌توان طبق شکل زیر نمونه گرفت.



نکاتی که باید در موقع نمونه‌برداری از خاک مزرعه رعایت شود:

- به منظور حصول نتیجه بهتر سطح نمونه‌برداری باید عاری از خرده سنگ، آشغال، تکه‌های چوب، علف‌های هرز و یا ریشه محصولات مختلف در زمین باشد.
- وسایل نمونه‌برداری نباید آغشته به کودهای آلی و شیمیایی باشند.
- قبل از نمونه‌برداری باید کاملاً اطمینان حاصل شود که سطح خاک آغشته به کودهای حیوانی و یا شیمیایی و یا بقایای گیاهی نباشد.
- حتی‌الامکان باید از برداشت نمونه از قطعاتی نظیر راه‌آبها، توده‌های قدیمی و پوسیده کاه، کناره دیوار و یا پرچین‌ها خودداری شود.
- در موقعی که زمین خیلی مرطوب است باید از نمونه‌برداری اجتناب کرد.
- بهترین موقع نمونه‌برداری وقتی است که زمین گاورو باشد.
- به طور کلی بهترین موقع نمونه‌برداری از خاک در مورد نباتات زراعی، قبل از کشت نبات است.
- نمونه مرکب خاک می‌بایست قبل از انتقال به آزمایشگاه در داخل یک کیسه پلاستیکی، کاغذی، قوطی، جعبه مقوایی و یا بطری سرگشاد ریخته شده و مشخصات آن روی دو اتيکت نوشته شود. یک اتيکت در داخل ظرف قرار گرفته دیگری روی ظرف چسبانده می‌شود. بر روی اتيکت زمان نمونه‌برداری، محل نمونه‌برداری، نام نمونه‌بردار، عمق نمونه‌برداری و کشت قبلی نوشته می‌شود.

۷- وسایل مورد نیاز نمونه‌برداری خاک

- مته نمونه‌برداری چرخشی (در صورت در دسترس نبودن بیل و یا بیلچه ترجیحاً از جنس ضدزنگ)
- سطل پلاستیکی بزرگ

- پاکت پلاستیکی نمونه برداری

- برچسب بزرگ

۸- نحوه آماده نمودن خاک جهت ارسال به آزمایشگاه

- پس از نمونه گیری حدود ۱/۵-۱ کیلوگرم از نمونه خاک مرکب انتخاب و در هوای آزاد بر روی سطح تمیز خشک گردد (در خشک کردن نمونه نباید از حرارت استفاده نمود).

- پس از خشک نمودن، خاک در داخل یک کیسه پلاستیکی تمیز و خشک و یا جعبه مقوایی و یا در یک شیشه سرگشاده ریخته و با نصب بر چسبی بر روی آن که مشخصات نمونه را نشان دهد به آزمایشگاه ارسال گردد.

- همراه نمونه خاک مشخصات کامل آن که شامل عمق، تاریخ، محل، شماره، نام صاحب نمونه، کشت سال قبل و ... می باشد مشخص شود.

- نمونه با یک برگ درخواست به نزدیک ترین آزمایشگاه و یا با راهنمایی مراکز خدمات کشاورزی به آزمایشگاه مورد نظر ارسال گردد.

۹- روش نمونه برداری از خاک باغ

نمونه برداری از باغ کاری بسیار مهم و تعیین کننده درجه دقت و صحت نتایج بدست آمده خواهد بود نمونه برداشت شده از یک قطعه باغ بایستی به گونه ای باشد تا بتوان آن را نماینده کل خاک آن باغ دانست. که به ترتیب مراحل زیر باید انجام گیرد.

۹-۱- قطعه بندی باغ مورد مطالعه

اگر مساحت باغ بیش از ۲ هکتار و یا خاک باغ یکنواخت نمی باشد ابتدا باغ را به قطعات کمتر از ۲ هکتار و قطعات یکنواخت تقسیم کنید. عواملی که باعث عدم یکنواختی قطعات می شود عبارتند از رنگ خاک، سبکی و سنگینی خاک، نوع درخت،

سن درخت، شیب زیاد و... سپس از هر قطعه به‌طور جداگانه به روش ذیل نمونه‌برداری می‌شود.

۹-۲- تعیین محل نمونه‌های فرعی

در هر قطعه حداقل ۶ عدد درخت را در شش نقطه مختلف باغ انتخاب نمایید. درختان انتخاب شده از نظر رشد و سایر شرایط ظاهری باید نماینده بیش از ۸۰ درصد درختان باشد. (از انتخاب درختان خشک شده یا دارای رشد ظاهری غیرعادی خودداری نمایید مگر این که منظور از نمونه‌برداری پیدا کردن دلیل خشکیدگی درختان باشد در این صورت فقط از پای درختان خشک شده نمونه‌برداری شود).

۹-۳- نمونه‌برداری از نقاط فرعی انتخاب شده

در ناحیه وسط نصف بیرونی سایه‌انداز درختان انتخاب شده چاله‌ای به عمق ۹۰ سانتی‌متر کنده شود. برای نمونه‌برداری خاک وسیله‌ای مانند خاک‌انداز یا بیل دسته کوتاه را در روی خط نشانه ۳۰ سانتی‌متر قرار دهید سپس از دیواره چاله یک لایه خاک به عرض ۱۰-۸ سانتی‌متر و به ضخامت ۳-۲ سانتی‌متر به وسیله بیلچه یا تیشه بنائی به داخل خاک‌انداز بتراشید و خاک داخل خاک‌انداز را به سطل شماره ۱ انتقال دهید.

- خاک‌انداز را در عمق ۶۰ سانتی‌متر دیواره چاله قرار دهید و عینا طبق روش فوق-الذکر یک لایه از ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر خاک را به داخل خاک‌انداز تراشیده و در سطل شماره ۲ بریزید.

- خاک‌انداز را در عمق ۹۰ سانتی‌متر دیواره چاله قرار دهید و عینا طبق روش فوق‌الذکر یک لایه از ۹۰ تا ۶۰ سانتی‌متر خاک را به داخل خاک‌انداز تراشیده و در سطل شماره ۳ بریزید.

- در ۵ چاله کنده شده دیگر عینا مثل روش بالا از لایه ۰ تا ۳۰ سانتی متر را در داخل سطل شماره ۱ و خاک لایه ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر را در داخل سطل شماره ۲ و خاک لایه ۹۰ تا ۶۰ سانتی متر را در داخل سطل شماره ۳ بریزید.

- خاک داخل سطل های شماره ۱ و ۲ و ۳ را به طور جداگانه در روی یک سطح تمیزی ریخته و خاک را کاملا مخلوط کرده و از خاک هر عمق ۲ کیلوگرم در داخل کیسه ریخته و سپس مشخصات نمونه را که شامل شهر و روستا و نام باغدار شماره قطعه و عمق نمونه می باشد در روی کارت نوشته داخل کیسه قرار می دهیم.

۱۰- تجزیه گیاه

تجزیه گیاه یکی از راه های شناخت کمبود و توصیه مصرف عناصر غذایی محسوب می شود. اگر کمبود عناصر غذایی در ابتدای رشد تشخیص داده شود امکان اصلاح وجود داشته و عملکرد و کیفیت محصولات از دست نخواهد رفت. تجزیه گیاه تنها کمبود و یا بیشبود عناصر غذایی را نشان می دهد.

هنگامی که کمبود یک عنصر در تجزیه گیاه مشخص شد اعمال روش های رفع کمبود از جمله مصرف عنصر غذایی همیشه نمی تواند موثر واقع شود. بنابراین این نتایج بیشتر برای تصمیم گیری در کشت بعدی و یا برای سال بعد می تواند اثرگذار باشد. تجزیه گیاه نمی تواند جانشین آزمون خاک شود ولی هنگامی که در کنار آزمون خاک انجام گیرد می تواند در جهت تکمیل توصیه کودی مؤثر واقع شود. تجزیه گیاه پس از توصیه و مصرف کود می تواند نشان دهد که تا چه حد مصرف کود موثر واقع شده است.

۱۱- وسایل مورد نیاز نمونه برداری گیاه

- قیچی
- کیسه پلاستیکی نمونه برداری
- برچسب بزرگ

۱۱-۱- طرز نمونه برداری

ابتدا مسیر نمونه برداری به شکل فرضی «W» (همانند مسیر نمونه برداری خاک مزارع) انتخاب می‌شود. در هر نقطه انتخاب شده برای نمونه برداری چندین برگ که هم سن و از لحاظ مرحله رشدی مشابه هستند، انتخاب می‌شود. معمولاً برگ‌هایی که به اندازه واقعی خود رشد کرده باشند و دور از نقطه رشد گیاه باشند ترجیح داده می‌شود (تنها از برگ نمونه گرفته شود نه از ساقه و ریشه). از برگ‌های له و یا پاره شده، آلوده به آفات، بیماری‌ها و یا سایر عوارض استفاده نکرده. برای نمونه برداری از برگ‌های گل‌آلوده و یا آغشته به خاک استفاده نشود. پس از انتخاب نمونه‌ها، برگ‌ها را کاملاً با هم مخلوط نموده و از آنها به اندازه‌ای که یک پاکت پلاستیکی را پر کند انتخاب می‌گردد. اگر برگ‌ها خیس هستند آنها را با یک پارچه یا آب خشک‌کن خشک نمایید. سپس روی کیسه اتیکت بزنید و مشخصات مزرعه، تاریخ و سایر اطلاعات لازم را ثبت کنید. نمونه‌های مختلف را جدا از یکدیگر نگه دارید.

نکته : معمولاً برای هر گیاه از اندام‌های مختص آن گیاه توصیه شده است مانند برگ، دمبرگ، ساقه و غیره و برگ‌های تازه جوانه زده و یا خیلی پیر برداشت نمی‌شود. نمونه برداری از برگ بایستی قبل از اولین محلول‌پاشی و ده روز پس از دومین محلول‌پاشی از کلیه تیمارها و شاهد‌ها جداگانه صورت گیرد.



برگ سالم نمونه گیری شده

۱۲- نمونه برداری از آب

منابع آب آبیاری را می‌توان به دو دسته آب‌های سطحی مانند آب رودخانه، چشمه و یا هر آب روانی و آب‌های زیرزمینی مانند آب چاه‌های عمیق و نیمه عمیق تقسیم‌بندی کرد.

۱۲-۱- آب‌های سطحی روان

در نمونه برداری از این آب‌ها باید در فصول مختلف سال با توجه به تغییرات فیزیکی و بارندگی‌های فصل و با در نظر گرفتن سرعت، عمق و برخی مشخصات دیگر نمونه‌های مختلفی را گرفته و مورد آزمایش قرار داد.

۱۲-۲- آب‌های زیر زمینی

در این آب‌ها که با استفاده از پمپ به سطح زمین هدایت می‌گردند می‌توان پس از گذشت یک ساعت از کارکرد موتور، اقدام به نمونه برداری نمود. در چاه‌های تازه حفر شده حداقل باید پس از ۲۴ ساعت اقدام به نمونه برداری نمود. برای نمونه‌گیری از آب‌های سطحی و زیرزمینی ابتدا باید یک بطری تمیز را انتخاب نموده و پس از چند بار شستن با آب مورد نظر، اقدام به نمونه‌گیری نمود. سپس با نصب یک برچسب تمام مشخصات مورد نظر از قبیل نام کشاورز، نام منطقه، تاریخ، نوع کشت و ... را مشخص کرده و به آزمایشگاه ارسال نمود.

۱۳- عناصر غذایی مورد نیاز محصولات زراعی و باغی

تغذیه صحیح یکی از اصول اولیه دستیابی به کشاورزی پایدار است و مواد غذایی دارای نقش‌های ویژه و ضروری در سوخت و ساز گیاه می‌باشند. بر پایه نیاز گیاهان، عناصر غذایی به دو گروه عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، گوگرد، کلسیم و منیزیم) و عناصر کم‌نیاز (آهن، روی، منگنز، مس و بور) تقسیم می‌شوند. البته این بدان معنی نیست که اهمیت عناصر کم‌نیاز (کم مصرف و یا ریز مغذی) کمتر از عناصر پرنیاز می‌باشد، بلکه تنها میزان مصرف آنها متفاوت است.

جدول ۱- حد مطلوب عناصر غذایی قابل استفاده برای کشت محصولات زراعی

کربن آلی	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	بور
(میلی گرم در کیلوگرم)							
> ۲/۰۰	۱۰-۱۵	۲۵۰-۳۰۰	۷-۱۰	۱	۵-۸	۱	۱

۱۴- تفسیر نتایج آزمایشگاهی و توصیه کودی

براساس نتایج آزمایشگاهی بدست آمده می توان برای هر محصول توصیه کودی مناسب را ارائه نمود. لازمه این کار تعیین حدود بحرانی این عناصر برای هر گیاه می- باشد.

۱-۱۴- گندم

طی آزمایش های چند ساله اخیر حد بحرانی عناصر غذایی در خاک های زیر کشت گندم

جدول ۲- حد بحرانی عناصر غذایی در خاک های زیر کشت گندم

کربن آلی	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	بور
(میلی گرم در کیلوگرم)							
> ۱/۰۰	۱۲-۱۵	۲۵۰-۲۸۰	۵-۷	۰/۵-۱	۵-۶	۰/۵-۱	۱

جدول ۳- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاک های کمتر از ۰/۵ درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتاسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۴۰	۲۹۰	۳۴۰	۳۸۰	۴۲۰
گرم و خشک	۲۶۰	۳۱۰	۳۶۰	۴۰۰	۴۳۰
معتدل	۲۴۰	۲۹۰	۳۴۰	۳۸۰	۴۲۰
سرد	۲۱۰	۲۶۰	۳۱۰	۳۵۰	۳۹۰

جدول ۴- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاک‌های حاوی ۰/۷۵ - ۰/۵ درصد کربن آلی
(کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۳۹۰	۳۵۰	۳۱۰	۲۶۰	۲۱۰
گرم و خشک	۴۰۰	۳۷۰	۳۳۰	۲۸۰	۲۳۰
معتدل	۳۹۰	۳۵۰	۳۱۰	۲۶۰	۲۱۰
سرد	۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰

جدول ۵- توصیه مقدار مصرف کود اوره برای خاک‌های حاوی ۱-۰/۷۵ درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰
گرم و خشک	۳۷۰	۳۴۰	۳۰۰	۲۵۰	۲۰۰
معتدل	۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰
سرد	۳۳۰	۲۹۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰

در صورت عدم امکان آزمون خاک و تعیین میزان کود نیتروژن مصرفی براساس نتایج آزمون خاک با توجه به شرایط اقلیمی، سابقه کشت، میزان آب قابل دسترس تراکم کشت و پتانسیل عملکرد مورد انتظار می‌توان میزان مصرف کودهای نیتروژنی را تعیین نمود.

جدول ۶- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید گندم آبی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۴۰۰	۳۶۰	۳۲۰	۲۷۰	۲۲۰
گرم و خشک	۴۱۰	۳۸۰	۳۴۰	۲۹۰	۲۴۰
معتدل	۴۰۰	۳۶۰	۳۲۰	۲۷۰	۲۲۰
سرد	۳۷۰	۳۳۰	۲۹۰	۲۴۰	۱۹۰

جدول ۷- توصیه عمومی مقدار مصرف نیتروژن برای گندم بر حسب بارندگی در سال زراعی
(کیلوگرم در هکتار)

بارندگی سال زراعی (میلی‌متر)	نیتروژن مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)	اوره (کیلوگرم در هکتار)
۲۵۰-۲۷۵	۴۰	۸۷
۲۷۵-۳۰۰	۴۵	۹۸
۳۰۰-۳۲۵	۵۰	۱۰۹
۳۲۵-۳۵۰	۵۵	۱۲۰
۳۵۰-۳۷۵	۶۰	۱۳۰
۳۷۵-۴۰۰	۶۵	۱۴۱
بیش از ۴۰۰	۷۰	۱۵۲

زمان و نحوه مصرف کودهای نیتروژن

تنظیم و تطبیق برنامه کودپاشی نیتروژن (سرک دهی) براساس مراحل رشد گندم، اهمیت علمی و عملی زیادی دارد. جذب نیتروژن از مرحله نشایی آغاز شده و در مرحله گلدهی به حداکثر می‌رسد. چهار مرحله اساسی در رشد گندم شامل ۱- پنجه دهی، ۲- ساقه دهی، ۳- خوشه دهی و ۴- پرشدن دانه می‌باشد که تأمین نیتروژن مورد نیاز در این مراحل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در خاک‌های با بافت ریز و سنگین (رسی و لومی رسی) و متوسط (لوم) یک سوم (۳۰ درصد) تا ۴۰ درصد نیتروژن در مرحله آب دوم (شروع پنجه زنی قبل از شروع سرمای زمستانی)، یک سوم در مرحله تکمیل پنجه‌زنی و پس از گذراندن سرمای زمستانی و یک سوم در مرحله ساقه دهی (ظهور اولین گره در ساقه) و یا تشکیل خوشه (متورم شدن ساقه و یا شکم خوش) مصرف می‌شود. در خاک‌هایی با بافت درشت و سبک (شنی) بهتر است نیتروژن در چهار مرحله، همزمان با آب دوم و شروع پنجه زنی، تکمیل پنجه زنی، ساقه دهی و گلدهی مصرف شود. در صورت امکان و به ویژه در خاک‌های نسبتاً سبک بهتر آن است که ۲۵ درصد نیتروژن کل در مرحله شکم خوش (متورم شدن ساقه) و ۱۵ درصد بعد از گلدهی و شروع پرشدن دانه‌ها مصرف

گردد. در زراعت گندم دیم، دو سوم مقدار کود نیتروژنی توصیه شده می‌بایست در پاییز (ترجیحاً از منبع نیترات آمونیوم) همزمان با کشت به صورت جایگذاری، زیر بستر بذر در فاصله ۷ تا ۹ سانتی متری بذر مصرف شود. یک سوم باقی‌مانده نیز در صورت وجود بارندگی های بهاره به صورت سرک در فاصله زمانی نیمه دوم اسفند تا نیمه اول فروردین ماه به صورت سرک توصیه می‌شود.

جدول ۸ - گروه‌بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت گندم

فسفر قابل استفاده خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)				
<۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	>۱۵	
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	عنوان گروه
۷۵-۱۰۰	۵۰-۷۵	کمتر از ۵۰ درصد	بدون پاسخ	احتمال پاسخ به مصرف کود(درصد)

جدول ۹- توصیه دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل برای خاک‌های کمتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)					اقلیم
۳	۴	۵	۶	≥۷	
۲۰۰	۲۳۰	۲۶۰	۲۹۰	۳۱۰	گرم و مرطوب
۱۸۵	۲۱۵	۲۴۵	۲۷۵	۲۹۵	گرم و خشک
۲۰۰	۲۳۰	۲۶۰	۲۹۰	۳۱۰	معتدل
۲۲۰	۲۵۰	۲۸۰	۳۱۰	۳۳۰	سرد

جدول ۱۰- توصیه دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل برای خاک‌های کمتر از ۱۰-۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)					اقلیم
۳	۴	۵	۶	≥۷	
۱۶۰	۱۹۰	۲۲۰	۲۵۰	۲۷۰	گرم و مرطوب
۱۴۵	۱۷۵	۲۰۵	۲۳۵	۲۵۵	گرم و خشک
۱۶۰	۱۹۰	۲۲۰	۲۵۰	۲۷۰	معتدل

سرد	۱۸۰	۲۱۰	۲۴۰	۲۷۰	۲۹۰
جدول ۱۱- توصیه دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل برای خاک‌های کمتر از ۱۲-۱۰ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)					
اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۷۰	۱۰۰	۱۳۰	۱۶۰	۱۸۰
گرم و خشک	۵۵	۸۵	۱۱۵	۱۴۵	۱۶۵
معتدل	۷۰	۱۰۰	۱۳۰	۱۶۰	۱۸۰
سرد	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۰

جدول ۱۲- توصیه دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل برای خاک‌های کمتر از ۱۵-۱۲ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۰	۵۰	۸۰	۱۱۰	۱۳۰
گرم و خشک	۲۰	۴۰	۷۰	۱۰۰	۱۲۰
معتدل	۲۰	۵۰	۸۰	۱۱۰	۱۳۰
سرد	۴۰	۷۰	۱۰۰	۱۳۰	۱۶۰

در زراعت گندم دیم متنوسط حد بحرانی فسفر ۹ میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین شده است که بر این اساس می‌توان متوسط نیاز به فسفر مزرعه را براساس آزمون خاک از طریق جدول (۱۳) محاسبه نمود.

جدول ۱۳ - متوسط نیاز به مصرف فسفر در کشت گندم دیم براساس آزمون خاک

فسفر اولیه خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	میزان پنتا اکسید فسفر مورد نیاز (P_2O_5)	دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل مورد نیاز
۹	۷	۱۵
۸	۱۴	۳۰
۷	۲۱	۴۵
۶	۲۸	۶۰
۵	۳۵	۷۵
۴	۴۲	۹۰

*توصیه بر این است که تمام کود فسفوری قبل از کاشت گندم و یا همزمان با کاشت بذر مصرف گردد.

جدول ۱۴ - گروه بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت گندم

پتاسیم قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم)				عنوان گروه	احتمال پاسخ به مصرف کود(درصد)
>۲۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۱۰۰-۱۵۰	<۱۰۰		
زیاد	متوسط	کم	خیلی کم		
بدون پاسخ	کمتر از ۵۰٪	۷۵-۵۰	۱۰۰-۷۵		

جدول ۱۵ - توصیه سولفات پتاسیم برای خاکهای حاوی ۱۰۰-۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۲۰	۲۴۰	۲۶۰	۲۸۰	۳۰۰
گرم و خشک	۲۱۰	۲۳۰	۲۵۰	۲۷۰	۲۹۰
معتدل	۲۲۰	۲۴۰	۲۶۰	۲۸۰	۳۰۰
سرد	۲۳۰	۲۵۰	۲۷۰	۲۹۰	۳۱۰

جدول ۱۶- توصیه سولفات پتاسیم برای خاکهای حاوی ۱۵۰-۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۲۳۰	۲۱۰	۱۹۰	۱۷۰	۱۵۰
گرم و خشک	۲۲۰	۱۹۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۰
معتدل	۲۳۰	۲۱۰	۱۹۰	۱۷۰	۱۵۰
سرد	۲۴۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۰

جدول ۱۷- توصیه سولفات پتاسیم برای خاکهای حاوی ۲۰۰-۱۵۰ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۱۲۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰
گرم و خشک	۱۱۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰
معتدل	۱۲۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰
سرد	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰

*تمام کود پتاسیمی قبل از کاشت و با دیسک یا داندانه زیر خاک قرار داده می‌شود. در جدول زیر دسته‌بندی غلظت عناصر غذایی در خاک برای دستیابی به تولید مطلوب گندم آورده شده است. این جدول نشان می‌دهد که هر چه غلظت عنصر غذایی در خاک پایین‌تر باشد احتمال این‌که با مصرف کود عملکرد گندم افزایش یابد بیشتر خواهد بود.

جدول ۱۸ - دسته‌بندی غلظت عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک برای کشت گندم

دسته	عملکرد نسبی با مصرف عنصر غذایی* (درصد)	عنصر غذایی قابل استفاده		
		روی	آهن	منگنز
خیلی کم	کمتر از ۵۰	<۰/۲۵	<۲/۵	<۳
کم	۵۰-۷۵	۰/۲۵-۰/۵	۲/۵-۵	۳-۶
متوسط	۷۵-۱۰۰	۰/۵-۱/۰	۵-۷/۵	۶-۱۰
زیاد	بدون پاسخ	۱/۰	>۷/۵	>۱۰

*عملکرد گندم در اثر مصرف عنصر غذایی نسبت به پتانسیل عملکرد در نظر گرفته شده است.

۱۴-۱-۲- توصیه عمومی مصرف کودهای شیمیایی (بدون آزمون خاک)

در صورت عدم امکان آزمون خاک برای عناصر پرمصرف و کم مصرف مقادیر کودی زیر برای گندم آبی توصیه می‌شود.

- ۳۰۰-۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره یا معادل آن نیترات آمونیوم به صورت تقسیط (هنگام کشت، پنجه زنی، ساقه رفتن، تشکیل سنبله)

- ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم یا کلرور پتاسیم هنگام کشت بهتر است از کود کلرور پتاسیم در کنار سرک ازت استفاده شود.

- مصرف کودهای فسفاته با آزمون خاک صورت گیرد.

- برای تأمین عناصر کم مصرف (ریزمغذی‌ها) می‌توان از کودهای زیر

استفاده نمود. لازم به ذکر است به ازای یک بار مصرف حداقل تا سه سال استفاده نشود.

- سولفات روی ۲۰ کیلوگرم در هکتار

- سبکترین آهن ۱۳۸ به میزان ۱۵-۱۰ کیلوگرم در هکتار

- سولفات مس ۲۵ کیلوگرم در هکتار

- اسیدبوریک ۲۰ کیلوگرم در هکتار

- سولفات منگنز ۴۰ کیلوگرم در هکتار

۱۴-۲- جو

جدول ۱۹- توصیه مقدار مصرف کود اوره در کشت جو آبی برای خاک‌های کمتر از ۰/۵ درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۳۹۰	۳۵۰	۳۱۰	۲۶۰	۲۱۰
گرم و خشک	۴۰۰	۳۷۰	۳۳۰	۲۸۰	۲۳۰
معتدل	۳۹۰	۳۵۰	۳۱۰	۲۶۰	۲۱۰
سرد	۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰

جدول ۲۰- توصیه مقدار مصرف کود اوره در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی ۰/۷۵ - ۰/۵ درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰
گرم و خشک	۳۷۰	۳۴۰	۳۰۰	۲۵۰	۲۰۰
معتدل	۳۶۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۳۰	۱۸۰
سرد	۳۳۰	۲۹۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰

جدول ۲۱- توصیه مقدار مصرف کود اوره در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی ۱- ۰/۷۵ درصد کربن آلی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۳۳۰	۲۹۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰
گرم و خشک	۳۴۰	۳۱۰	۲۷۰	۲۲۰	۱۷۰
معتدل	۳۳۰	۲۹۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰
سرد	۳۰۰	۲۶۰	۲۲۰	۱۷۰	۱۲۰

در صورت عدم امکان آزمون خاک و تعیین میزان کود نیتروژن مصرفی بر اساس نتایج آزمون خاک با توجه به شرایط اقلیمی، سابقه کشت، میزان آب قابل دسترس تراکم کشت و پتانسیل عملکرد مورد انتظار می توان میزان مصرف کودهای نیتروژنی را تعیین نمود.

جدول ۲۲- توصیه عمومی مقدار مصرف کود اوره برای تولید جو آبی (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	۳	۴	۵	۶	≥۷
گرم و مرطوب	۲۲۰	۲۷۰	۳۲۰	۳۶۰	۴۰۰
گرم و خشک	۲۴۰	۲۹۰	۳۴۰	۳۸۰	۴۱۰
معتدل	۲۲۰	۲۷۰	۳۲۰	۳۶۰	۴۰۰
سرد	۱۹۰	۲۴۰	۲۹۰	۳۳۰	۳۷۰

جدول ۲۳- توصیه عمومی مقدار مصرف نیتروژن برای جو دیم بر حسب بارندگی در سال زراعی (کیلوگرم در هکتار)

بارندگی سال زراعی (میلی متر)	نیتروژن مورد نیاز (کیلوگرم در هکتار)	اوره (کیلوگرم در هکتار)
۲۵۰-۲۷۵	۴۰	۸۷
۲۷۵-۳۰۰	۴۵	۹۸
۳۰۰-۳۲۵	۵۰	۱۰۹
۳۲۵-۳۵۰	۵۵	۱۲۰
۳۵۰-۳۷۵	۶۰	۱۳۰
۳۷۵-۴۰۰	۶۵	۱۴۱
بیش از ۴۰۰	۷۰	۱۵۲

زمان و نحوه مصرف کودهای نیتروژن

تنظیم و تطبیق برنامه کودپاشی نیتروژن (سرک دهی) براساس مراحل رشد گندم، اهمیت علمی و عملی زیادی دارد. جذب نیتروژن از مرحله نشایی آغاز شده و در مرحله گلدهی به حداکثر می‌رسد. چهار مرحله اساسی در رشد گندم شامل ۱- پنجه دهی، ۲- ساقه دهی، ۳- خوشه دهی و ۴- پرشدن دانه می‌باشد که تأمین نیتروژن مورد نیاز در این مراحل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در خاک‌های با بافت ریز و سنگین (رسی و لومی رسی) و متوسط (لوم) یک سوم (۳۰ درصد) تا ۴۰ درصد نیتروژن در مرحله آب دوم (شروع پنجه زنی قبل از شروع سرمای زمستانی)، یک سوم در مرحله تکمیل پنجه‌زنی و پس از گذراندن سرمای زمستانی و یک سوم در مرحله ساقه دهی (ظهور اولین گره در ساقه) و یا تشکیل خوشه (متورم شدن ساقه و یا شکم خوش) مصرف می‌شود. در خاک‌هایی با بافت درشت و سبک (شنی) بهتر است نیتروژن در چهار مرحله، همزمان با آب دوم و شروع پنجه زنی، تکمیل پنجه زنی، ساقه دهی و گلدهی مصرف شود. در صورت امکان و به ویژه در خاک‌های نسبتاً سبک بهتر آن است که ۲۵ درصد نیتروژن کل در مرحله شکم خوش (متورم شدن ساقه) و ۱۵ درصد بعد از گلدهی و شروع پرشدن دانه‌ها مصرف گردد. در زراعت جو دیم، دوسوم مقدار کود نیتروژنی توصیه شده می‌بایست در پاییز همزمان با کشت به صورت جایگذاری، زیر بستر بذر در فاصله ۷ تا ۹ سانتی متری بذر مصرف شود. یک سوم باقی‌مانده نیز در صورت وجود بارندگی‌های بهاره به صورت سرک در فاصله زمانی نیمه دوم اسفند تا نیمه اول فروردین ماه به صورت سرک توصیه می‌شود.

جدول ۲۴ - گروه‌بندی فسفر قابل استفاده خاک برای کشت جو

فسفر قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم)			
<۵	۵-۱۰	۱۰-۱۵	>۱۵
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد
احتمال پاسخ به مصرف کود(درصد)	۷۵-۱۰۰	۵۰-۷۵	کمتر از ۵۰ درصد بدون پاسخ

جدول ۲۵- توصیه دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های کمتر از ۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۲۸۰	۲۶۰	۲۳۰	۲۰۰	۱۷۰
گرم و خشک	۲۶۵	۲۴۵	۲۱۵	۱۸۵	۱۵۵
معتدل	۲۸۰	۲۶۰	۲۳۰	۲۰۰	۱۷۰
سرد	۳۰۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰	۱۹۰

جدول ۲۶- توصیه دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های کمتر از ۱۰-۵ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۲۴۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰
گرم و خشک	۲۱۵	۲۰۵	۱۷۵	۱۴۵	۱۱۵
معتدل	۲۴۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۳۰	۱۳۰
سرد	۲۶۰	۲۴۰	۲۱۰	۱۸۰	۱۵۰

جدول ۲۷- توصیه دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل در کشت جو آبی برای خاک‌های کمتر از ۱۲-۱۰ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۱۶۰	۱۴۰	۱۱۰	۸۰	۵۰
گرم و خشک	۱۴۵	۱۲۵	۹۵	۶۵	۳۵
معتدل	۱۶۰	۱۴۰	۱۱۰	۸۰	۵۰
سرد	۱۸۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۰۰	۷۰

جدول ۲۸- توصیه دی آمونیوم فسفات یا سوپر فسفات تریپل برای در کشت جو آبی برای خاک-
های کمتر از ۱۵-۱۲ میلی گرم در کیلوگرم فسفر قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۱۱۰	۹۰	۶۰	۴۰	۲۰
گرم و خشک	۱۰۰	۸۰	۵۰	۳۰	۲۰
معتدل	۱۱۰	۹۰	۶۰	۴۰	۲۰
سرد	۱۴۰	۱۱۰	۸۰	۶۰	۴۰

در زراعت جو دیم متوسط حد بحرانی فسفر ۹ میلی گرم در کیلوگرم تعیین شده است که بر این اساس می توان متوسط نیاز به فسفر مزرعه را بر اساس آزمون خاک از طریق جدول ۲۹ محاسبه نمود.

جدول ۲۹- متوسط نیاز به مصرف فسفر در کشت جو دیم براساس آزمون خاک

فسفر اولیه خاک (میلی گرم در کیلوگرم)	میزان پنتا اکسید فسفر مورد نیاز (P ₂ O ₅)	فسفات تریپل مورد نیاز
۹	۷	۱۵
۸	۱۴	۳۰
۷	۲۱	۴۵
۶	۲۸	۶۰
۵	۳۵	۷۵
۴	۴۲	۹۰

*توصیه بر این است که تمام کود فسفوری قبل از کاشت جو و یا همزمان با کاشت بذر مصرف گردد.

جدول ۳۰ - گروه بندی پتاسیم قابل استفاده خاک برای کشت جو

پتاسیم قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم)				عنوان گروه	احتمال پاسخ به مصرف کود(درصد)
>۲۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۱۰۰-۱۵۰	<۱۰۰		
زیاد	متوسط	کم	خیلی کم		
بدون پاسخ	کمتر از ۵۰٪	۷۵-۵۰	۱۰۰-۷۵		

جدول ۳۱- توصیه سولفات پتاسیم در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی ۱۰۰-۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۲۷۰	۲۵۰	۲۳۰	۲۱۰	۱۹۰
گرم و خشک	۲۶۰	۲۴۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۸۰
معتدل	۲۷۰	۲۵۰	۲۳۰	۲۱۰	۱۹۰
سرد	۲۸۰	۲۶۰	۲۴۰	۲۲۰	۲۰۰

جدول ۳۲- توصیه سولفات پتاسیم در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی ۱۵۰-۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰
گرم و خشک	۱۹۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۳۰	۱۱۰
معتدل	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰
سرد	۲۱۰	۱۹۰	۱۷۰	۱۵۰	۱۳۰

جدول ۳۳- توصیه سولفات پتاسیم در کشت جو آبی برای خاک‌های حاوی ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل استفاده (کیلوگرم در هکتار)

اقلیم	عملکرد پتانسیل (تن در هکتار)				
	≥۷	۶	۵	۴	۳
گرم و مرطوب	۱۲۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰
گرم و خشک	۱۱۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰
معتدل	۱۲۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰
سرد	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰

*تمام کود پتاسیمی قبل از کاشت و با دیسک زیر خاک قرار داده می‌شود.

۱۴-۳- ذرت

ذرت از محصولات پرتوقع بوده که معمولاً نیاز غذایی بالایی دارد. میزان برداشت عناصر غذایی برای تولید ۹ تن ذرت دانه‌ای در هکتار برای ازت، فسفر، پتاسیم، منیزیم و گوگرد به ترتیب ۱۳۵، ۳۰، ۱۰۰، ۲۰ و ۲۵ کیلوگرم می‌باشد.

جدول ۳۴ - حد بحرانی فسفر و پتاسیم در ذرت دانه‌ای

محصول	فسفر قابل استفاده خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل استفاده خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)
ذرت دانه‌ای	۱۷ (مواد آلی < ۱٪)	۲۷۰
ذرت دانه‌ای	۱۵ (مواد آلی > ۱٪)	۲۷۰

براساس حدود بحرانی به‌دست آمده برای ذرت دانه‌ای، توصیه کودی زیر پیشنهاد می‌شود.

جدول ۳۵ - توصیه کودی برای کشت ذرت دانه‌ای براساس آزمون خاک (۸)

ازت (N)		فسفر (P)		پتاسیم (K)	
کربن آلی درصد	اوره (kg/h)	سوپرفسفات تریپل (kg/h)	سوپرفسفات (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	سولفات پتاسیم (kg/h)
< ۰/۵	۴۰۰	۲۰۰	< ۵	< ۱۵۰	۳۰۰
۰/۵	۳۵۰	۱۵۰	۵-۱۰	۱۵۰-۲۰۰	۲۰۰
۱- ۱/۵	۲۵۰	۵۰	۱۵-۱۷	> ۳۰۰	.
> ۱/۵	۲۰۰	.	> ۱۷	> ۳۰۰	.

**مصرف کود ازته قبل از کاشت را می‌توان به یک چهارم تقلیل داده، بقیه را بر مبنای مقدار نیترات پای بوته به صورت سرک مصرف نمود.

**مصرف اوره یا نیترات آمونیوم در خاک‌های سنگین طی سه نوبت و در خاک‌های سبک در چهار نوبت انجام گیرد.

***کودهای سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم قبل از کاشت مصرف و با خاک مخلوط شود.

****مصرف حداقل ۵ تن کمپوست ۲۰۰ کیلوگرم سولفات یا اکسید روی و ۲۵۰ کیلوگرم گوگرد در هر هکتار قبل از کاشت توصیه می‌شود.

۱۴-۴- چغندر قند

جدول ۳۶- توصیه کود نیتروژن بر اساس آزمون خاک جهت تولید ۸۰ تن در هکتار ریشه چغندر قند

مناطق گرم (کشت پاییزه)		مناطق سرد (کشت بهاره)	
نیترات خاک (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	کود اوره (کیلوگرم در هکتار)	نیترات خاک (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	کود اوره (کیلوگرم در هکتار)
<۵	۳۰۰-۳۵۰	<۵	۳۰۰-۴۰۰
۵-۱۰	۲۵۰-۳۰۰	۵-۱۰	۲۵۰-۳۰۰
۱۰-۱۵	۱۵۰-۲۵۰	۱۰-۱۵	۱۵۰-۲۵۰
۱۵-۲۰	۱۰۰-۱۵۰	۱۵-۲۰	۱۰۰-۱۵۰
>۲۰	صفر	۲۰-۲۵	۱۰۰
-	-	>۲۵	صفر

جدول ۳۷- توصیه کود فسفوری بر اساس آزمون خاک جهت تولید ۸۰ تن در هکتار ریشه چغندر قند

مناطق گرم (کشت پاییزه)		مناطق سرد (کشت بهاره)	
فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار)	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	دی آمونیوم فسفات یا سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار)
<۵	۲۰۰	<۵	۳۰۰
۵-۱۰	۱۵۰-۲۰۰	۵-۱۰	۲۵۰-۳۰۰
۱۰-۱۵	۱۰۰-۱۵۰	۱۰-۱۵	۱۵۰-۲۵۰
>۱۵	صفر	۱۵-۲۰	۱۵۰-۲۰۰
-	-	۲۰-۲۵	۱۰۰-۱۵۰
-	-	>۲۵	صفر

*توصیه فوق در خاک های با بافت رسی، مواد آلی کمتر از یک درصد و pH بیش از ۷/۵ معتبر است در صورت کاهش pH و یا افزایش مواد آلی و تغییر بافت خاک به لومی و متوسط، حدود ۱۰۰ کیلوگرم از توصیه فوق کاهش می یابد.

جدول ۳۹- توصیه کود پتاسیمی بر اساس آزمون خاک جهت حصول تولید ۸۰ تن در هکتار ریشه چغندر قند

درصد رس کمتر از ۳۰ درصد		درصد رس بیشتر از ۳۰ درصد	
پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم خاک)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)
<۱۰۰	۲۰۰	<۱۰۰	۲۵۰
۱۰۰-۱۵۰	۱۵۰	۱۰۰-۱۵۰	۱۷۵
۱۵۰-۲۰۰	۱۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۱۲۵
۲۰۰-۲۵۰	۵۰	۲۰۰-۲۵۰	۷۵
>۲۵۰	.	>۲۵۰	.

جدول ۴۰- توصیه کودی عناصر ریز مغذی بر اساس آزمون خاک برای محصول چغندر قند

عناصر کم مصرف									
آهن قابل جذب (mg/kg)	سولفات آهن (kg/ha)	روی قابل جذب (mg/kg)	سولفات روی (kg/ha)	منگنز قابل جذب (mg/kg)	سولفات منگنز (kg/ha)	مس قابل جذب (mg/kg)	سولفات مس (kg/ha)	روی قابل جذب (mg/kg)	سولفات روی (kg/ha)
<۵	۱۵	<۱	۴۰	<۵	۲۰	<۱	۲۰	<۰/۷	۲۰

۱۴-۵- سیب زمینی

جدول ۴۱- حد بحرانی فسفر و پتاسیم برای سیب زمینی در خاک‌های آهکی ایران

محصول	فسفر قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل استفاده خاک (میلی گرم در کیلوگرم)
سیب زمینی	۱۰ مواد آلی بیش از یک درصد	۳۰۰
سیب زمینی	۱۲ مواد آلی کمتر از یک درصد	۳۰۰

جدول ۴۲ - توصیه کودی برای کشت سیب زمینی براساس آزمون خاک جهت حصول تولید ۵۰ تن سیب زمینی در هر هکتار

پتاسیم (K)		فسفر (P)		ازت (N)	
سولفات پتاسیم (kg/h)	پتاسیم (mg/kg)	ریپل (kg/h)	فسفر (mg/kg)	اوره (kg/h)	کربن آلی درصد
۲۰۰	<۱۵۰	۱۵۰	<۵	۴۰۰	<۰/۵
۱۵۰	۱۵۱-۲۰۰	۱۰۰	۵-۱۰	۳۵۰	۰/۵
۱۰۰	۲۵۰-۳۰۰	۵۰	۱۱-۱۵	۲۵۰	۱-۱/۵
۰	>۳۰۰	۰	>۱۵	۲۰۰	>۱/۵

۱۴-۶- حیوانات

در مورد حیوانات نکته‌ای حایز اهمیت است امکان همزیستی آن‌ها با باکتری ریزوبیوم است که این باکتری‌ها قادر به تثبیت بیولوژیکی ازت می‌باشند. بنابراین با تلقیح بذر این گیاهان با باکتری‌های ریزوبیوم در کوددهی ازته آنها صرفه‌جویی کرد. بنابراین در توصیه کودی آنها بیشتر به فسفر و پتاسیم، گوگرد و عناصر ریزمغذی توجه می‌گردد.

جدول ۴۳- بحرانی فسفر و پتاسیم برای حیوانات

محصول	فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل استفاده خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)
حیوانات	۱۲ مواد آلی بیش از یک درصد	۲۳۰
حیوانات	۱۴ مواد آلی کمتر از یک درصد	۲۳۰

براساس جدول حد بحرانی بدست آمده برای حیوانات می‌توان توصیه کودی نمود.

جدول ۴۴ - توصیه کودی برای کشت حبوبات براساس آزمون خاک(۸)

پتاسیم (K)		فسفر (P)	
سولفات پتاسیم (kg/h)	پتاسیم (mg/kg)	سوپرفسفات تریپل (kg/h)	فسفر (mg/kg)
۱۵۰	<۱۵۰	۱۵۰	<۵
۱۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۱۰۰	۵-۱۰
۵۰	۲۰۱-۲۵۰	۵۰	۱۱-۱۵
.	>۲۵۰	.	>۱۵

۱۴-۷- دانه‌های روغنی

دانه‌های روغنی که مهمترین آنها سویا، کنجد، آفتابگردان و پنبه هستند.

۱۴-۷-۱- سویا

سویا با همزیستی ریزوبیوم می‌تواند ازت را تثبیت کند بنابراین نیاز به کود ازتی زیادی ندارد حد بحرانی برای آن در جدول ۴۵ آمده است.

جدول ۴۵- حد بحرانی فسفر و پتاسیم برای سویا

محصول	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
سویا	۱۵ مواد آلی زیر یک درصد	۲۵۰
سویا	۱۳ مواد آلی بالای یک درصد	۲۵۰

جدول ۴۶ - توصیه کودی برای سویا براساس آزمون خاک(۸)

پتاسیم (K)		فسفر (P)	
سولفات پتاسیم (kg/h)	پتاسیم (mg/kg)	سوپرفسفات تریپل (kg/h)	فسفر (mg/kg)
۱۵۰	<۱۵۰	۲۰۰	<۵
۱۰۰	۱۵۱-۲۰۰	۱۵۰	۵-۱۰
۵۰	۲۰۱-۲۵۰	۵۰	۱۱-۱۵
.	>۲۵۰	.	>۱۵

۱۴-۷-۲- کنجد و پنبه

جدول ۴۷- حد بحرانی فسفر و پتاسیم برای پنبه و کنجد (۸)

محصول	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
کنجد و پنبه	۱۲ مواد آلی کمتر از یک درصد	۲۵۰
کنجد و پنبه	۱۰ مواد آلی بیشتر یک درصد	۲۵۰

جدول ۴۸- توصیه کودی برای کشت پنبه و کنجد براساس آزمون خاک (۸)

ازت (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)
کربن آلی درصد	سوپرفسفات	سولفات پتاسیم
اوره	فسفر	سولفات پتاسیم
(kg/h)	(mg/kg)	(kg/h)
<۰/۵	<۵	۲۰۰
۰/۵	۵-۱۰	۱۵۰
۱-۱/۵	۱۱-۱۵	۲۰۱-۲۵۰
>۱/۵	>۱۵	۲۵۱-۳۰۰

*مصرف اوره یا نترات آمونیوم در خاک‌های سنگین طی سه نوبت و در خاک‌های سبک در چهار نوبت انجام گیرد.

** کودهای سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم قبل از کاشت مصرف و با خاک مخلوط شود.

***مصرف حداقل ۵ تن کمپوست، ۴۰ کیلوگرم سولفات یا اکسید روی و ۳۵۰ کیلوگرم گوگرد در هر هکتار قبل از کاشت توصیه می‌شود.

۱۴-۷-۳- آفتابگردان

جدول ۴۹- حد بحرانی فسفر و پتاسیم برای گیاه آفتابگردان (۸)

محصول	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
آفتابگردان	۱۲ (مواد آلی کمتر از یک درصد)	۳۰۰
آفتابگردان	۱۰ (مواد آلی بیشتر یک درصد)	۳۰۰

جدول ۵۰ - توصیه کودی برای کشت آفتابگردان براساس آزمون خاک (۸)

پتاسیم (K)		فسفر (P)		ازت (N)	
سولفات پتاسیم (kg/h)	پتاسیم (mg/kg)	سوپرفسفات تریپل (kg/h)	فسفر (mg/kg)	اوره (kg/h)	کربن آلی درصد
۱۵۰	<۱۵۰	۱۵۰	<۵	۴۰۰	<۰/۵
۱۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۱۰۰	۵-۱۰	۳۵۰	۰/۵
۵۰	۲۰۱-۲۵۰	۵۰	۱۱-۱۵	۲۵۰	۱ - ۱/۵
۰	>۲۵۰	۰	>۱۵	۲۰۰	>۱/۵

*مصرف اوره یا نیترات آمونیوم در خاک‌های سنگین طی سه نوبت و در خاک‌های سبک در چهار نوبت انجام گیرد.

**کودهای سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم قبل از کاشت مصرف و با خاک مخلوط شود.

***مصرف حداقل ۱۰ تن کمپوست، ۴۰ کیلوگرم سولفات یا اکسید روی و ۳۵۰ کیلوگرم گوگرد در هر هکتار قبل از کاشت توصیه می‌شود.

۱۴-۸- سبزی‌ها و جالیز

جدول ۵۱- حد بحرانی فسفر و پتاسیم برای سبزی‌ها و جالیز

محصول	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
آفتابگردان	۱۴ (مواد آلی کمتر از یک درصد)	۲۳۰
آفتابگردان	۱۲ (مواد آلی بیشتر یک درصد)	۲۳۰

جدول ۵۲ - توصیه کودی برای کشت سبزی‌ها و جالیز براساس آزمون خاک

ازت (N)		فسفر (P)		پتاسیم (K)	
کربن آلی درصد	اوره (kg/h)	فسفر (mg/kg)	سوپرفسفات ریپل (kg/h)	پتاسیم (mg/kg)	سولفات پتاسیم (kg/h)
<۰/۵	۵۰۰	<۵	۱۵۰	<۱۵۰	۲۰۰
۰/۵	۴۵۰	۵-۱۰	۱۰۰	۱۵۰-۲۰۰	۱۵۰
۱-۱/۵	۳۵۰	۱۱-۱۵	۵۰	۲۰۱-۲۵۰	۱۰۰
>۱/۵	۲۵۰	>۱۵	۰	>۲۵۰	۰

جدول ۵۳ - متوسط غلظت عناصر غذایی در برگ تعدادی از گیاهان زراعی و باغی

گیاه	عناصر غذایی اصلی (درصد)									عناصر غذایی ریز مغذی (mg/kg)		
	ازت	فسفر	پتاس	گوگرد	کلسیم	منیزیم	آهن	منگنز	روی	مس	بور	
گندم	۲/۶۰	۰/۳۰	۱/۷۵	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۲۵	۷۰	۵۵	۴۰	۱۵	۱۰	
ذرت	۳/۲۰	۰/۳۰	۲/۷۵	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۳۵	۱۲۰	۷۰	۵۰	۱۵	۱۲	
برنج	۲/۹۰	۰/۲۵	۲/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۲۰	۷۰	۱۰۰	۴۰	۱۵	۱۲	
سیب	۲/۳۰	۰/۱۸	۱/۷۵	۰/۲۰	۱/۴۰	۰/۳۵	۱۰۰	۷۰	۴۰	۱۵	۳۰	
پرتقال	۲/۵۰	۰/۱۵	۱/۴۰	۰/۲۰	۲	۰/۴۰	۹۰	۵۰	۳۰	۱۲	۳۵	
انگور	۲/۲۱	۰/۲۰	۲/۵۰	۰/۲۵	۱/۵۰	۰/۳۵	۷۵	۵۰	۳۵	۱۲	۳۰	
سویا	۴/۵۰	۰/۲۵	۲/۵۰	۰/۲۵	۱/۵۰	۰/۳۵	۱۲۵	۷۰	۴۰	۱۵	۴۰	
چغندر قند	۴/۳۰	۰/۳۰	۲/۳۰	۰/۳۰	۱/۲۰	۰/۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۵	۱۵	۳۰	
پنبه	۳/۳۰	۰/۲۵	۲/۱۰	۰/۲۵	۱/۲۰	۰/۵۰	۱۰۰	۷۰	۵۰	۱۵	۵۰	
سیبزمینی	۳/۵۰	۰/۳۰	۲/۵۰	۰/۲۵	۱/۵۰	۰/۳۵	۱۳۰	۱۰۰	۵۰	۱۸	۳۵	
آفتابگردان	۳	۰/۲۵	۳	۰/۲۵	۱/۵۰	۰/۶۰	۱۲۰	۷۰	۵۵	۱۵	۶۵	

نکته: توصیه کودی جداول فوق کلی بوده و با توجه به شرایط آب و هوایی و متوسط عملکرد محصولات زراعی منطقه مورد نظر و نیز خصوصیات خاک به ویژه بافت خاک تغییر می‌کند.

منابع مورد استفاده

- ۱- بی نام. ۱۳۹۳. دستورالعمل تغذیه گندم آبی و دییم. موسسه تحقیقات خاک و آب، دفتر محصولات اساسی غلات، حبوبات و نباتات علوفه‌ای.
- ۲- بی نام. ۱۳۹۳. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه گندم، موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۳- بی نام. ۱۳۹۳. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه جو، موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۴- بی نام. ۱۳۹۳. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه چغندرقد، موسسه تحقیقات خاک و آب.
- ۵- صدقاتی، ن. و ح. حکیم آبادی. ۱۳۹۱. نمونه برداری برگ، خاک و آب به زبان ساده، انجمن پسته ایران. <http://iranppistachio.org>
- ۶- فیضی زاده. ۱۳۹۲. نحوه نمونه برداری خاک، آب و گیاه، <http://azarkhaklab.blogfa.com>
- ۷- ملکوتی، م.ج.، ف. مشیری، و م. نبی غیبی. ۱۳۸۴. حد مطلوب عناصر غذایی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی، موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی شماره ۴۰۵.
- ۸- ملکوتی، م.ج. و م. نبی غیبی. ۱۳۷۶. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب.



Ministry of Agriculture Jihad
Jahad Agricultural Organization of Ardebil Province
Extension Coordination Management



Ministry of Agriculture Jihad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Ardabil Agriculture and Natural Resources Research and
Education Centre

The Sampling of Soil, Water and Plant and Proper Fertilizer Recommendations



Author

Tahmineh Bahrampour, *MSc*

Keramat Akhavan, *MSc*

Technical Manual, Number 51, 2015