بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
معاونت ترویج

مدیریت تغذیه سیب‌زمینی

(ویژه احیای دریاچه ارومیه)

سرشناسه	:	مطلبی فرد، رحیم، ۱۳۵۴-
عنوان و نام پدیدآور	:	مدیریت تغذیه سیب زمینی در استان آذربایجان شرقی/ نویسنده رحیم مطلبی فرد؛ ویراستار ادبی محسن ربیعی؛ سرویراستار وجیهه السادات فاطمی؛ تهیه شده در [سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی]، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان آذربایجان شرقی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی؛ [برای] سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج.
مشخصات نشر	:	کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	:	۴۰ ص.: مصور (رنگی)، جدول.
شابک	:	رایگان : 978-964-520-493-6
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۳۹.
موضوع	:	سیب زمینی -- ایران -- آذربایجان شرقی -- اصلاح نژاد
موضوع	:	Potatoes -- Breeding-- Iran -- Azerbaijan, East
موضوع	:	سیب زمینی -- کاشت
موضوع	:	Potatoes -- Planting
موضوع	:	سیب زمینی-- ایران -- اصلاح نژاد
موضوع	:	Potatoes -- Breeding-- Iran
موضوع	:	سیب زمینی -- ایران
موضوع	:	Potatoes -- Iran
شناسه افزوده	:	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج
شناسه افزوده	:	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	:	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۷ ۶م ۹س/ SB۲۱۱
رده بندی دیویی	:	۶۳۵/۲۱۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۴۸۲۵۱۹

ISBN:978-964-520-493-6

شابک:۶-۴۹۳-۵۲۰-۹۶۴-۹۷۸

نشر آموزش کشاورزی

عنوان: مدیریت تغذیه سیب‌زمینی (ویژه احیای دریاچه ارومیه)

نویسنده: رحیم مطلبی‌فرد

مدیر داخلی: شیوا پارسا نیک

ویراستار ادبی: محسن ربیعی

سرویراستار: وجیهه سادات فاطمی

تهیه شـــده در: مرکز تحقیقات و آموزش کشـاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی، مدیریت هماهنگی ترویج کشـاورزی اسـتان آذربایجان شرقی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۲۵۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول، ۱۳۹۷

قیمت: رایگان

مسئولیت درستی مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ۵۴۶۵۷ به تاریخ ۹۷/۹/۲۸ است.

نشانی: تهران- بزرگراه شهید چمران- خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،
ص. پ. ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵
تلفکس: ۲۲۴۱۳۹۲۳-۰۲۱

مخاطبان:

کشاورزان پیشرو

مروجان، کارشناسان کشاورزی و آبیاری

اهداف آموزشی:

شما در این نشریه با مدیریت تغذیه سیب زمینی آشنا می‌شوید.

شناسنامه برنامه ترویجی آموزشی احیای دریاچه ارومیه (آذربایجان شرقی)

شناسنامه برنامه: برنامه ترویجی آموزشی احیای دریاچه ارومیه – آذربایجان شرقی

دستگاه مجری: سازمان جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی (به نمایندگی مهندس اکبر فتحی)

کارفرما: ستاد احیای دریاچه ارومیه

دستگاه‌ناظر ملی: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (به‌نمایندگی دکتر کاظم خاوازی)

مجری ملی برنامه: دکتر علیرضا توکلی

مجری استانی: مهندس اکبر فتحی، رئیس سازمان جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی

ناظر ملی: دکتر منیری فر، رئیس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

هماهنگ کننده ترویجی: دکتر جواد قاسمی

همکاران ستاد معاونت ترویج: دکتر بهمن امیری لاریجانی و مهندس علیرضا اسحاقی، مهندس نصیبه پورفاتح

سال شروع: ۱۳۹۶

مجموعه های ستاد و استانی فعال در برنامه: معاونت ترویج سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان و بخش خصوصی

فهرست

مقدمه ۷
نوع خاک ۹
خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین برای کاشت سیب‌زمینی ۱۰
مراحل رشد سیب‌زمینی ۱۲
عناصر غذایی مورد نیاز سیب‌زمینی ۱۳
توصیه کودی ۱۸
توصیه کودی بر مبنای تجزیه خاک ۱۸
حد کفایت عناصر غذایی در برگ سیب‌زمینی ۲۱
وضعیت حاصلخیزی خاک اراضی در استان آذربایجان‌شرقی ۲۳
توصیه کودی برای سیب‌زمینی ۲۵
توصیه نیتروژن ۲۵
توصیه فسفر در سیب‌زمینی ۲۸
توصیه پتاسیم در سیب‌زمینی ۳۰
توصیه عناصر کم‌مصرف (ریزمغذی‌ها) در سیب‌زمینی ۳۲
توصیه کودهای آلی در زراعت سیب‌زمینی ۳۵
مصرف کودهای محرک رشد ۳۵
برنامه کوددهی سیب‌زمینی ۳۶
منابع ۳۹

مقدمه

سیب‌زمینی جزء مهم‌ترین محصولات زراعی دنیاست و بعد از ذرت، گندم و برنج چهارمین محصول از نظر تولید در سطح جهان است (فائو، ۲۰۱۵). در ایران هم سیب‌زمینی با ۴/۵ میلیون تن تولید بعد از گندم، نیشکر، گوجه‌فرنگی و یونجه بیش‌ترین مقدار تولید را به خود اختصاص داده است. ضریب تبدیل انرژی در محصول سیب‌زمینی بسیار مطلوب است و با مصرف ۱ واحد آب، بیش‌ترین ماده خشک را در بین محصولات زراعی عمده کشور تولید می‌کند. همچنین با استفاده از ۱/۳ درصد سطح زیر کشت کل اراضی کشور و حدود ۲/۵ درصد اراضی آبی کشور، حدود ۷ درصد کل تولیدات زراعی به محصول سیب‌زمینی اختصاص دارد. استان آذربایجان‌شرقی با سطح زیر کشت ۹۲۰۰ هکتار، حدود ۶ درصد سطح زیر کشت کل سیب‌زمینی کشور را در اختیار دارد.

متوسط عملکرد در واحد سطح سیب‌زمینی در کشور بسیار متغیر است و استان همدان با ۴۳ تن در هکتار بیش‌ترین و استان گلستان با حدود ۱۷ تن در هکتار کم‌ترین عملکرد کشور را دارند. استان آذربایجان‌شرقی با عملکرد ۳۳ تن در هکتار در میانه عملکرد در واحد سطح کشور و نزدیک

به متوسط عملکرد کشور قرار دارد. همین اختلاف عملکرد در واحد سطح و همچنین ظرفیت‌های تولید بسیار بیش‌تر ارقام تجاری موجود در کشور (کشاورزان نمونه عملکردهای حدود ۸۰ تن در هکتار دارند) نشان می‌دهد مسائل مدیریتی نقش بسیار بارز و شاخصی در تولید سیب‌زمینی دارند. سیب‌زمینی جزء محصولاتی است که کشاورز سیب‌زمینی‌کار موفق حتماً باید شناخت کافی از فنولوژی، دوره رشد، شرایط کاشت، وضعیت خاک و اقلیم، آفات و بیماری‌های گیاهی و صد البته تغذیه آن داشته باشد. هر یک از این عوامل اگر نادیده گرفته شوند، خسارت شدیدی به تولید وارد می‌شود و به‌علت هزینه بسیار زیاد تولید در واحد سطح سیب‌زمینی، خسارت وارده جبران‌ناپذیر خواهد بود.

نوع خاک

سیب‌زمینی در بیش‌تر خاک‌ها، بویژه در خاک‌هایی سرشار از مواد آلی و بافت متوسط تا سبک، رشد مناسبی دارد. خاک‌های سبک تا متوسط ظرفیت آبگیری کمی دارند، اما بهتر گرم می‌شوند و برداشت محصول در آن‌ها آسان‌تر است. بافت‌های شنی‌لومی و لومی‌شنی با ماده آلی ۲ تا ۵ درصد برای سیب زمینی ایده‌آل محسوب می‌شوند، زیرا این خاک‌ها فاقد مشکلات آب‌ایستادگی هستند و گسترش بیماری‌ها در این گونه خاک‌ها کم‌تر است. اگر ماده آلی خاک کم‌تر از ۱ درصد باشد، بافت‌های متوسط مانند لومی، لوم‌سیلتی و لوم‌رسی‌شنی مناسب به‌نظر می‌رسند. خاک‌های نیمه‌سنگین و سنگین ظرفیت آبگیری بیش‌تری دارند، بروز بیماری‌های قارچی و باکتریایی را افزایش می‌دهند، به‌سهولت کلوخه‌ای می‌شوند و به غده‌ها می‌چسبند و مشکلات برداشت و تمیزکردن غده‌ها از خاک در آن‌ها بیش‌تر است. به‌طورکلی، با ریزترشدن بافت خاک، ممکن است به پشته‌های قطورتری برای کاشت نیاز باشد. خاک‌های سنگین مانند رس‌شنی، رس‌سیلتی و رس به‌دلیل فراوانی رس، تشکیل سله، چسبندگی و کلوخه‌ای‌شدن مطلوب نیستند. خاک باید عمیق و تا عمق حداقل ۹۰ سانتی‌متری فاقد لایه نفوذناپذیر باشد و تا عمق ۳۵ سانتی‌متری بخوبی نفوذپذیر باشد.

سیب‌زمینی حساسیت زیادی به pH خاک ندارد، ولی pH مناسب برای رشد آن در محدوده ۵/۵ تا ۷ است. در pHهای کم‌تر از ۴/۸ رشد سیب‌زمینی بشدت آسیب می‌بیند. pHهای قلیایی کیفیت ظاهری سیب‌زمینی را کم می‌کنند و باعث بروز کمبود عناصر غذایی، مخصوصاً عناصر غذایی کم‌مصرف می‌شوند.

این محصول در شوری کم‌تر از ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر کاهش عملکرد را نشان نمی‌دهد، ولی در شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر ۱۰ درصد، در شوری ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر ۲۵ درصد و در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر ۵۰ درصد افت محصول نشان می‌دهد.

سیب‌زمینی به مقادیر بالای کلر در خاک یا آب آبیاری حساس است. آسیب کلر به سیب‌زمینی با سوختگی نوک و حاشیه برگ‌ها مشخص می‌شود. در این شرایط رشد بشدت محدود می‌شود و کیفیت چیپس نیز شدیداً کاهش می‌یابد، چرا که تولید نشاسته در شرایط زیادی کلر در سیب‌زمینی دچار مشکل می‌شود. البته باید توجه کرد که اگر غلظت کلر در آب و خاک زیاد نباشد یا مشکل شوری در خاک و آب آبیاری وجود نداشته باشد، مصرف کودهای با پایه کلر در مزارع سیب‌زمینی مشکلی ایجاد نمی‌کند؛ ولی وقتی خاک و آب آبیاری کلر زیادی دارند، حتماً باید از مصرف کودهای حاوی کلر اجتناب شود.

خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین برای کاشت سیب‌زمینی

ریشه سیب‌زمینی بسیار کم‌عمق و ضعیف است، لذا برای اینکه عملکرد خوبی داشته باشد به بستر کاشت مناسب نیاز دارد. در واقع یکی از مراحل کلیدی در تولید سیب‌زمینی، بسترسازی مناسب است. اگر خاک بدرستی آماده‌سازی شود، تهویه در منطقه ریشه تسهیل می‌شود و خروج از خاک سریع خواهد بود. اگر خروج از خاک تسریع شود، گیاه سیب‌زمینی از بسیاری بیماری‌های خاکزاد مصون می‌ماند. ولی اگر بسترسازی مناسب نباشد، گیاهچه جوان با تأخیر از خاک خارج می‌شود و ضعیف خواهد بود. در چنین شرایطی، مصرف کود و سم بشدت افزایش

خواهد یافت تا گیاه شرایط رشد مناسب را پیدا کند و معمولاً هم هیچ‌گاه محصول خوبی در این شرایط تولید نخواهد شد. خاک‌ورزی به نوع خاک، آب‌وهوا، زمان کاشت و نوع محصول قبلی بستگی دارد.

در زراعت سیب‌زمینی دو نوع خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی متداول است. خاک‌ورزی مرسوم شامل دو دسته خاک‌ورزی اولیه و ثانویه است. خاک‌ورزی اولیه که عمدتاً با گاوآهن برگردان‌دار صورت می‌گیرد، با هدف شکستن مقاومت فیزیکی خاک در مقابل استقرار و جوانه‌زنی بذر انجام می‌شود و در پی بریدن و پوک‌کردن خاک، دفن بقایای گیاهی و علف‌های هرز سطح خاک و مخلوط‌کردن مواد افزوده‌شده با خاک است. خاک‌ورزی ثانویه به‌معنی انجام عملیات تکمیلی روی خاک است و با اهدافی مانند نرم‌ترکردن خاک، تسطیح زمین و کنترل علف‌های هرز انجام می‌شود. بسته به زمان کاشت در بهار، خاک‌ورزی اولیه و ثانویه می‌توانند در بهار یا پاییز انجام شوند. در بعضی از مناطق که کاشت خیلی زود انجام می‌شود، خاک‌ورزی اولیه و ثانویه در پاییز انجام می‌شوند و در مناطق دیگر با تاریخ کشت دیرتر، حتی هر دو خاک‌ورزی در بهار انجام می‌شوند.

خاک‌ورزی حفاظتی هم با اهدافی مانند جلوگیری از فشردگی خاک و ایجاد سخت‌لایه در اعماق خاک، حفظ بقایا در سطح خاک و افزایش ذخیره رطوبت انجام می‌شود و انواع مختلفی از جمله خاک‌ورزی بدون برگردان، خاک‌ورزی حداقل و کشت مستقیم را شامل می‌شود.

مراحل رشد سیب‌زمینی

رشد سیب‌زمینی مطابق شکل ۱ به پنج مرحله مشخص تقسیم می‌شود:

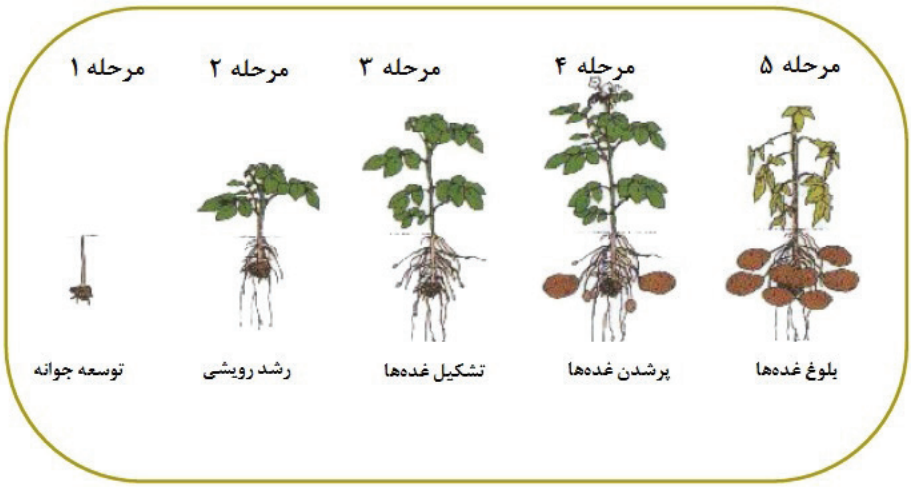
۱- مرحله توسعه جوانه: این مرحله از رشد جوانه‌ها در چشم‌های غده شروع می‌شود و تا سبزشدن ادامه می‌یابد. در این مرحله ریشه‌ها از محل جوانه رشد می‌کنند و توسعه می‌یابند.

۲- مرحله رشد رویشی: برگ‌ها و شاخه‌ها از محل گره‌های بالای خاک رشد می‌کنند و در زیر خاک ریشه‌ها و استولون‌ها توسعه پیدا می‌کنند و فتوسنتز آغاز می‌شود و توسعه پیدا می‌کند.

۳- تشکیل غده‌ها: غده‌ها در انتهای استولون‌ها تشکیل می‌شوند، ولی هنوز به اندازه کافی بزرگ نیستند. در اکثر رقم‌ها انتهای این مرحله مصادف با شروع گلدهی است.

۴- پرشدن غده‌ها: این مرحله خود شامل دو مرحله پرشدن اولیه غده‌ها و رسیدن اندازه غده‌ها به ۶۰ درصد اندازه نهایی آن‌هاست. در این مرحله غده‌ها به محل اصلی تجمع کربوهیدرات‌ها و عناصر غذایی متحرک در داخل گیاه تبدیل می‌شوند.

۵- بلوغ غده‌ها: شاخه‌ها در این مرحله زرد می‌شوند و رنگ خود را از دست می‌دهند. فتوسنتز کاهش می‌یابد و رشد غده‌ها کم می‌شود. با مرگ اندام هوایی، ماده خشک غده‌ها و پوست آن‌ها حداکثر می‌شود.



شکل ۱- مراحل رشد سیب‌زمینی

عناصر غذایی مورد نیاز سیب‌زمینی

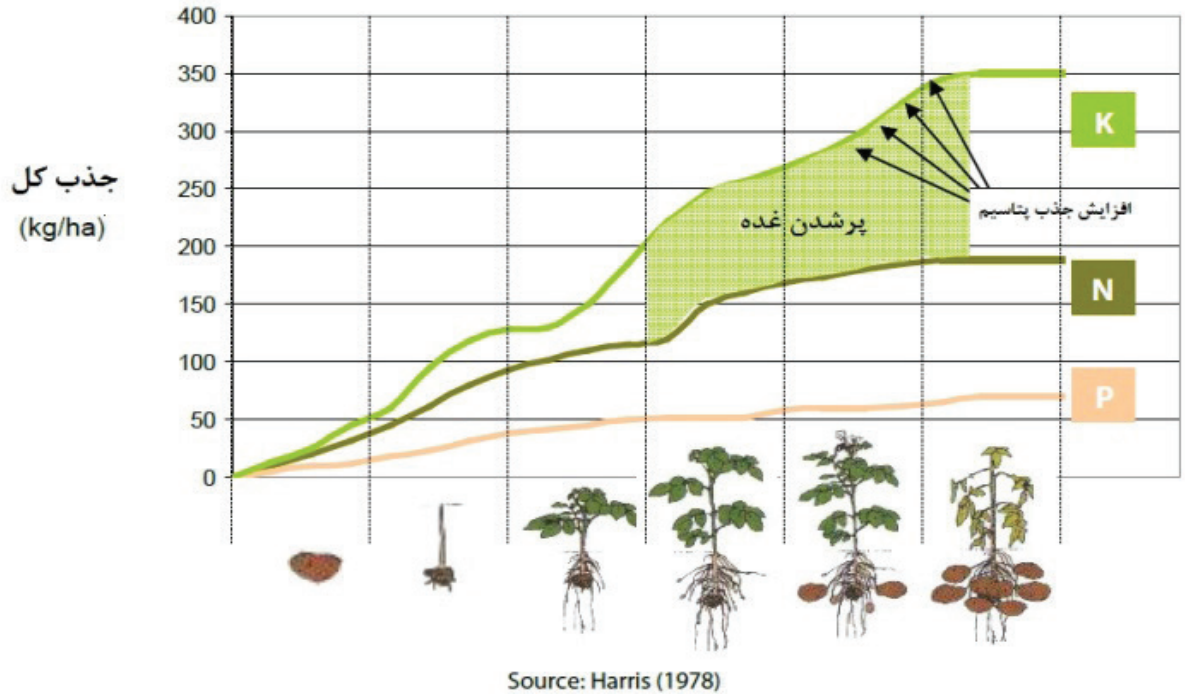
همه گیاهان، از جمله سیب‌زمینی، برای رشدونموشان غیر از اکسیژن و کربن و هیدروژن که از آب یا هوا جذب می‌شوند، حداقل به ۱۳ عنصر معدنی دیگر نیاز دارند تا چرخه زندگی‌شان را کامل کنند. این عناصر به دو گروه عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد و عناصر کم‌مصرف شامل آهن، روی، مس، منگنز، بور، کلر و مولیبدن تقسیم می‌شوند.

نیاز سیب‌زمینی به عناصر غذایی در مرحله پرشدن غده‌ها (مرحله ۴) بیش‌تر از سایر مراحل است. مقدار نیاز سیب‌زمینی به عناصر غذایی به عملکرد بستگی دارد و دوبرابرشدن عملکرد، به دوبرابرشدن نیاز به عناصر غذایی منجر خواهد شد. عناصر غذایی مورد نیاز می‌بایست به‌طور دقیق به منطقه جذب گیاه اضافه شوند و این کار باید بلافاصله قبل از یا در

زمان نیاز گیاه به این عناصر صورت گیرد. دریافت‌نکردن مقادیر متعادل از عناصر غذایی توسط هر بوته در مزرعه باعث کاهش عملکرد و افت کیفیت محصول می‌شود.

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، حداکثر نیاز به پتاسیم در مرحله پرشدن غده (مرحله ۴) اتفاق می‌افتد و جذب پتاسیم حتی تا مرحله بلوغ هم ادامه می‌یابد، درحالی‌که جذب نیتروژن و فسفر در اواسط مرحله پرشدن غده بسیار کند می‌شود و در پایان این مرحله متوقف می‌شود. نشانه واضح شروع مرحله پرشدن غده در بخش هوایی، گلدهی سیب‌زمینی است و این دو مرحله همزمان اتفاق می‌افتند. غده‌های سیب‌زمینی در این مرحله حساس رشدی به ۴/۵ کیلوگرم نیتروژن، ۰/۳ کیلوگرم فسفر و ۶ کیلوگرم پتاسیم در هکتار و در روز نیاز دارند. نیاز غده‌ها به پتاسیم در این مرحله بسیار بالاست. تولید عملکرد در این مرحله رشدی سیب‌زمینی به روزانه ۱،۰۰۰ تا ۱،۵۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز می‌رسد، بنابراین خیلی مهم است که عناصر غذایی ضروری با نسبت مناسب و اندازه کافی در اختیار گیاه قرار گیرند.

سیب‌زمینی جزء محصولات پرنیاز به عناصر غذایی است و همان‌طور که در جدول ۱ مشخص است، برای تولید ۵۶ تن در هکتار سیب‌زمینی باید حدود ۳۴۰ کیلوگرم نیتروژن، ۴۵ کیلوگرم فسفر، ۳۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار و مقادیر زیادی عناصر غذایی پرمصرف ثانویه و عناصر غذایی کم‌مصرف جذب شود. اگر این عناصر بموقع تأمین نشوند یا خاک مورد استفاده مقدار کافی از این عناصر غذایی را نداشته باشد، عملکرد حتماً کاهش می‌یابد و کیفیت محصول افت می‌کند.



شکل ۲- جذب عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی

جدول ۱- میزان نسبی جذب عناصر غذایی به‌وسیله شاخ و برگ و غده سیب‌زمینی، به‌عنوان تابعی از محصول

عنصر غذایی		شاخ و برگ	تولید غده سیب‌زمینی (تن در هکتار)				
			۲۲/۴	۳۳/۶	۴۴/۸	۵۶/۰	۶۷/۲
نیتروژن	(N)	۹۰	۸۶	۱۲۸	۱۷۱	۲۱۴	۲۵۲
فسفر	(P)	۱۱	۱۲	۱۷	۲۳	۲۸	۳۵
پتاسیم	(K)	۷۵	۹۶	۱۴۴	۱۹۲	۲۴۰	۲۸۸
کلسیم	(Ca)	۴۳	۳	۴/۴	۵/۹	۷/۴	۸/۹
منیزیم	(Mg)	۲۵	۵/۹	۸/۹	۱۱/۸	۱۴/۷	۱۷/۶
گوگرد	(S)	_	۸/۸	۱۳/۲	۱۷/۶	۲۲	۲۶/۴
روی	(Zn)	۰/۱۱	۰/۷	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۲۲
منگنز	(Mn)	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۸
آهن	(Fe)	۲/۲	۰/۵۳	۰/۷۹	۱/۰۶	۱/۳۲	۱/۵۸
مس	(Cu)	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۲
بـور	(B)	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷

عناصر غذایی پرمصرف اولیه نقش بارزی در تولید و کیفیت سیب‌زمینی دارند که به تعدادی از آن‌ها در جدول ۲ اشاره شده است.

جدول ۲- تأثیر مصرف کودهای پرمصرف بر ویژگی‌های کیفی سیب‌زمینی

ویژگی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
اندازه غده	↑	بدون اثر	↑
حساسیت به آسیب فیزیکی	↑	↓	↓
سیاه‌شدن غده*	↑	بدون اثر	↑
ماده خشک**	↓	↑	↓
نشاسته***	↓	↑	↑
پروتئین	↑	↓	نتایج متناقض
قندهای احیایی	نتایج متناقض	↑	↓
مزه	↓	↑	بدون اثر
سیاه‌شدن بعد از پخت	↑	بدون اثر	؟

* سیاه‌شدن به‌دلیل اکسیداسیون فنول‌ها در اثر پوست‌گیری اتفاق می‌افتد.

** برای مصرف سیب‌زمینی در صنعت، مقادیر بالای ماده خشک مطلوب است.

*** وضعیت مطلوب این است که مقدار نشاسته زیاد باشد، زیرا وزن مخصوص سیب‌زمینی را افزایش می‌دهد.

توصیه کودی

برای اینکه توصیه کودی مناسب ارائه شود، باید از روش مناسب استفاده کرد و توان حاصلخیزی خاک را ارزیابی کرد. راه‌های مختلفی برای تشخیص و تعیین میزان عناصر غذایی استفاده شدنی در خاک و حاصلخیزی آن وجود دارد که متداول‌ترین آن‌ها شامل تجزیه خاک، تجزیه برگ، کشت گلخانه‌ای و آزمایش‌های مزرعه‌ای است. امروزه می‌توان گفت بهترین راه برای توصیه کودها، اجرای آزمایش‌های تعیین سطح مصرف کود در هر مزرعه و برای هر محصول است. ولی ازآنجایی‌که این اقدام باتوجه‌به امکانات موجود غیرممکن است، می‌توان گفت که مناسب‌ترین روش برای انتقال اطلاعات و تعمیم نتایج حاصل در سطح مناطق، استفاده از تجزیه خاک و گیاه است. در این راستا همواره بایستی به بازدهی مصرف کود توجه کرد. برای مثال، مصرف کود دقیقاً زمانی بیش‌ترین بازده را دارد که گیاه حداکثر جذب عناصر غذایی را دارد. زمانی که کود مصرفی بیش‌تر از مقداری باشد که گیاه و خاک توانایی جذب آن را دارد، خطر آلایندگی کود و پیوستن آن به آب‌های زیرزمینی تشدید می‌شود. از طرف دیگر، این عمل باعث ازبین‌رفتن تعادل عناصر غذایی در خاک می‌شود و به رشد ناقص گیاهان منجر می‌شود و باعث واردآمدن لطمه اقتصادی به تولید می‌شود. بنابراین با مدیریت مصرف صحیح کود می‌توان ضمن رعایت مسائل زیست‌محیطی، به حداکثر محصول با تولید پایدار دست یافت.

توصیه کودی بر مبنای تجزیه خاک

طبق تعریف، تجزیه خاک به انجام آزمایش‌های شیمیایی سریع برای ارزیابی توانایی استفاده از عناصر غذایی در خاک و تعیین مقدار کود لازم برای دستیابی به عملکرد بهینه اطلاق می‌شود. تجزیه خاک شامل

مراحل نمونه‌برداری، تجزیه شیمیایی، کالیبراسیون و تفسیر نتایج و توصیه کودی است که مهم‌ترین مرحله آن انجام نمونه‌برداری صحیح است. برنامه آزمون خاک با نمونه‌برداری صحیح خاک از مزرعه آغاز می‌شود. در این مرحله، نمونه ارسالی به آزمایشگاه می‌بایست بیان‌گر واقعی خاک مزرعه باشد. مرحله بعدی، تجزیه صحیح و دقیق نمونه خاک در آزمایشگاه و پس از آن، تفسیر نتایج و توصیه کودی است. ایجاد رابطه منطقی بین سطح حاصلخیزی خاک و محصول مورد انتظار و توصیه مقدار ماده کودی از مهم‌ترین مسائل در مرحله نهایی است. برنامه آزمون خاک با نمونه‌گیری از خاک شروع می‌شود. باتوجه‌به اینکه این مرحله را بهره‌بردار انجام می‌دهد، لازم است الزامات نمونه‌برداری رعایت شود.

نمونه‌های گرفته‌شده از مزرعه می‌بایست بیان‌گر وضعیت کل خاک مزرعه باشد، وگرنه نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی بی‌فایده خواهند بود. قبل از نمونه‌برداری می‌بایست به تفاوت‌های خصوصیات خاک توجه کافی مبذول کنید. ویژگی‌هایی مانند توپوگرافی، بافت، زهکشی، رنگ خاک سطحی و سابقه کشت باید لحاظ شوند. مزرعه باید به قطعاتی یکنواخت تقسیم شود و از قطعه باید جداگانه نمونه‌برداری صورت گیرد. تعداد نمونه بدقت و شدت تغییرات غلظت عناصر غذایی در مزرعه بستگی دارد، ولی به‌طور کلی اگر سطح قطعات یکنواخت بزرگ باشد، هر ۱۰ هکتار یک نمونه خاک کافی خواهد بود.

قبل از نمونه‌برداری باید کاملاً مطمئن شوید که سطح خاک آغشته به کودهای حیوانی یا شیمیایی یا بقایای گیاهی نباشد. توجه کنید که کوچک‌ترین ذره کودی که در نمونه باشد، نتیجه را کاملاً بر هم خواهد زد. از زمینی که قبلا کود خورده است، بایستی به‌طور جداگانه

نمونه‌برداری شود. حتی‌الامکان باید از برداشت نمونه از قطعاتی نظیر راه‌آب‌ها و توده‌های قدیمی و پوسیده کاه و کناره دیوار یا پرچین‌ها خودداری شود. در صورت لزوم، از این قسمت‌ها باید جداگانه نمونه تهیه شود. وقتی زمین خیلی مرطوب است، باید از نمونه‌برداری اجتناب شود (مگر در مواقع استثنایی). نمونه‌برداری از خاک‌های خیلی خشک نیز به‌واسطه سفتی زمین مشکل است. بنابراین در مواقع نمونه‌برداری، زمین باید به اندازه کافی رطوبت داشته باشد. بهترین موقع نمونه‌برداری وقتی است که زمین گاورو باشد. به‌طور کلی، بهترین زمان نمونه‌برداری از خاک برای سبزیجات، قبل از کشت است. نمونه‌گیری از قطعات یکنواخت باید به‌صورت مرکب صورت گیرد، یعنی از هر قطعه یکنواخت ۱۵ تا ۲۰ نمونه هم‌عمق تهیه کنید و بخوبی با هم مخلوط کنید و یک نمونه یک کیلوگرمی از آن منطقه به‌عنوان نمونه خاک آن قطعه به آزمایشگاه ارسال کنید. عمق نمونه‌برداری بسته به نوع محصول فرق می‌کند؛ به‌عبارت دیگر، نمونه خاک بایستی از محل فعالیت ریشه تهیه شود. حال اگر ریشه گیاه در عمق بیش‌تری قرار دارد، عمق نمونه بیش‌تر و اگر در عمق کم‌تری قرار دارد، عمق نمونه کم‌تر خواهد شد. به‌طور کلی برای محصولات سبزی و صیفی بایستی عمق نمونه‌برداری بین ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر باشد.

حد کفایت عناصر غذایی در برگ سیب‌زمینی

یکی از روش‌های ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه، روش تجزیه برگ است. تجزیه برگ امکان می‌دهد که برنامه کوددهیِ محصول را پایش، ارزیابی و تنظیم کنیم. در این روش ابتدا نمونه برگ در زمان مشخصی از فصل رشد و از برگ‌های معین تهیه می‌شود. برای سیب‌زمینی بهترین زمان برای تجزیه برگ، مرحله شروع تشکیل غده‌ها و درست قبل از شروع گلدهی است و کامل‌ترین برگ‌ها از بالا بهترین برگ برای نمونه‌برداری است. بعد از تهیه نمونه برگ باید نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شوند و پاکت‌های کاغذی بهترین وسیله برای انتقال نمونه‌ها هستند. در ماه‌های گرم برای جلوگیری از فساد نمونه‌ها قراردادن آن‌ها در محل سرد تا زمان انتقال به آزمایشگاه بسیار ضروری است. برای تفسیر نتایج از روش‌های مختلفی مانند غلظت بحرانی عناصر، دامنه بحرانی عناصر، روش تلفیقی تشخیص و توصیه کودی، انحراف از حد بهینه و روش تشخیص چندگانه عناصر غذایی می‌توان استفاده کرد که ساده‌ترین آن‌ها روش غلظت بحرانی عناصر است. در این روش اعداد حاصل از تجزیه شیمیایی با اعداد مرجع برای حد کفایت هر عنصر مقایسه می‌شوند (جدول۳).

جدول۳- مقادیر مرجع برای عناصر غذایی در برگ سیب‌زمینی
(بالاترین برگ کاملاً توسعه‌یافته ساقه اصلی)

عنصر غذایی	واحد	کمبود	پایین	مطلوب	بالا	سمیت
نیتروژن	%	>۴/۲	۴/۲-۴/۹	۵-۶/۵	<۶/۵	---
فسفر	%	>۰/۲۳	۰/۲۳-۰/۲۹	۰/۳-۰/۵۵	<۰/۶	----
پتاسیم	%	>۳/۳	۳/۳-۳/۹	۴-۶/۵	۶/۵-۷	----
کلسیم	%	>۰/۶	۰/۶-۰/۸	۰/۸-۲	<۲	----
منیزیم	%	>۰/۲۲	۰/۲۲-۰/۲۴	۰/۲۴-۰/۵۰	<۰/۵۰	----
گوگرد	%	----	----	۰/۳-۰/۵	----	----
مس	$mg\ kg^{-1}$	>۳	۳-۵	۵-۲۰	۳۰-۱۰۰	----
روی	$mg\ kg^{-1}$	>۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۵۰	----	----
منگنز	$mg\ kg^{-1}$	>۲۰	۲۰-۳۰	۵۰-۳۰۰	۷۰۰-۸۰۰	<۸۰۰
آهن	$mg\ kg^{-1}$	----	----	۵۰-۱۵۰	----	----
بور	$mg\ kg^{-1}$	>۱۵	۱۵-۳۰	۳۰-۶۰	----	<۶۰
سدیم	$mg\ kg^{-1}$	----	----	۰-۰/۴	----	<۰/۴
کلر	$mg\ kg^{-1}$	----	----	۰-۳	۳-۳/۵	<۳/۵

وضعیت حاصلخیزی خاک اراضی در استان آذربایجان‌شرقی

میزان ماده آلی در اراضی استان از کیفیت نسبتاً مطلوبی برخوردارست و تنها ۲/۲ درصد اراضی استان به لحاظ کربن آلی فقیرند؛ درصورتی‌که کربن آلی در حدود ۶۳ درصد از اراضی نمونه‌برداری‌شده بالاتر از نیم درصد یا در حد متوسط است. در ضمن، در حدود ۳۴ درصد اراضی زراعی استان دارای بیش از ۱ درصد کربن آلی هستند.

میزان فسفر جذب شدنی در بیش از ۶۷ درصد از اراضی نمونه‌برداری‌شده کم‌تر از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است و در حدود ۳۳ درصد اراضی، فسفر جذب‌شدنی خاک بیش از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است. از این مقدار، ۱۳ درصد اراضی دارای فسفر جذب شدنی بیش از ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک هستند. باتوجه‌به کشت گونه‌های پرتوقع مانند سیب‌زمینی و افزایش برداشت عناصر غذایی از خاک، لزوم توجه ویژه به مصرف کودهای فسفاته و افزایش حلالیت ساختارهای فسفری نامحلول و کم‌محلول موجود در پروفیل خاک ضروری به‌نظر می‌رسد.

از لحاظ پتاسیم خاک‌های استان شرایط متفاوتی با فسفر دارند، به‌طوری‌که تنها در حدود ۵ درصد از اراضی این عنصر کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و زیر حد مطلوب است، درحالی‌که در ۹۰ درصد اراضی مقدار پتاسیم جذب شدنی بیش از ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است. به‌نظر می رسد این امر به‌دلیل ساختار کانی‌های رس‌های خاک باشد.

تهیه نقشه تغییرات مکانیِ روی در خاک‌های زراعی استان آذربایجان‌شرقی نشان داد بیش از ۷۰ درصد اراضی با کمبود روی مواجه‌اند

(کم‌تر از یک میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و در ۲۶ درصد اراضی روی جذب شدنی خاک سطحی ۱ تا ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک است؛ لذا کمبود این عنصر در خاک‌های استان بعد از کمبود بور از سایر عناصر شایع‌تر است.

حدود ۶۰ درصد اراضی استان با کمبود آهن مواجه هستند (کم‌تر از ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و در ۳۹ درصد اراضی آهن جذب شدنی خاک سطحی در حد متوسط است (۵ تا ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و تنها ۱/۳درصد اراضی با زیادی و سمیت آهن مواجه‌اند؛ لذا کمبود آهن پس از بُر و روی شایع‌ترین کمبود عناصر کم‌مصرف در این استان است.

از کل اراضی استان تنها حدود ۵ درصد اراضی با کمبود منگنز مواجه هستند (کم‌تر از ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)؛ لذا کمبود این عنصر خاک‌های زراعی استان را تهدید نمی‌کند.

همچنین کم‌تر از یک درصد اراضی استان با کمبود مس مواجه هستند (کم‌تر از ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک). این در حالی است که در بیش از ۳۷ درصد اراضی استان میزان مس جذب شدنی حدود ۰/۵ تا ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و در حد متوسط است و در بیش از ۶۰ درصد اراضی نیز مس جذب شدنی حدود ۱ تا ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و در حد زیادبود است و بیش از ۳۹ درصد اراضی به سمیت مس مبتلا هستند. لذا ضروری است باتوجه‌به نقشه پراکنش مس در خاک‌های استان، در مصرف آن به‌صورت کود توجه و دقت شود.

بیش از ۸۴ درصد اراضی قابل‌کشت استان با کمبود بور مواجه‌اند (کم‌تر از ۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک). این در حالی است که در حدود

۱۲ درصد اراضی نیز میزان بور جذب شدنی خاک در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری در حد متوسط است و ۱ تا ۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بور دارند و تنها در حدود ۴ درصد اراضی با زیادبود و سمیت بور مواجه هستند. در مجموع خاک‌های استان آذربایجان‌شرقی به‌ترتیب دچار کمبود بور، روی، فسفر و آهن هستند.

توصیه کودی برای سیب‌زمینی

توصیه نیتروژن

سیب‌زمینی دارای سیستم ریشه سطحی است و ریشه‌هایش حداکثر در ۴۰ سانتی‌متری سطح خاک گسترش دارد. جایگذاری کودهای مختلف از جمله کودهای نیتروژنه ۵ تا ۸ سانتی‌متر کنار و زیر غده بذر، بهترین و مؤثرترین روش برای مصرف کود در سیب‌زمینی است. میزان مصرف کودها مخصوصاً کودهای نیتروژنه باید متناسب با انتظار تولید مزرعه باشد. به‌عنوان یک اصل کلی، حدود بیست درصد بالاتر از متوسط عملکرد سیب‌زمینی‌کاران منطقه در پنج سال گذشته می‌تواند به‌عنوان تولید مورد انتظار در نظر گرفته شود. مقدار نیتروژن لازم برای سیب‌زمینی به هدف تولید و شرایط خاک بستگی دارد. برای تهیه غده بذری مقدار نیتروژن کم‌تری مصرف می‌شود. برای توصیه مصرف کود نیتروژنه در کشت سیب‌زمینی ضروری است ابتدا میزان نیتروژن موجود در خاک در بهار مشخص شود. در جاهایی که توصیه کود نیتروژنه از طریق آزمون خاک صورت نمی‌گیرد، بهتر است توصیه کودی بر اساس نوع سیب‌زمینی، محصول قبلی و میزان ماده آلی خاک و مطابق جدول ۴

صورت گیرد. از طرف دیگر، توصیه شده است به‌ازای هر تن کود دامی (گاوی و گوسفندی) افزوده‌شده به خاک، مقدار ۱/۵ تا ۲/۵ کیلوگرم از نیتروژن خالص مورد نیاز گیاه کاسته شود. کود مرغی تقریباً ۲ برابر کود گاوی و گوسفندی نیتروژن دارد.

مصرف زیاده‌ازحد نیتروژن باعث کاهش رشد ریشه می‌شود و به لوله‌ای‌شدن برگ‌ها منجر می‌شود. مصرف زیادی آن در زمان غده‌بندی ممکن است شروع غده‌بندی و رشد آن‌ها را به تأخیر اندازد. به‌طورکلی، به‌دلیل تأثیر منفی مصرف زیاده‌ازحد نیتروژن در تشکیل غده‌ها و افزایش نیترات آن‌ها، مصرف نیتروژن پس از گلدهی بایستی با ملاحظه کامل انجام شود و مخصوصاً بعد از مرحله چهارم رشد سیب‌زمینی صورت نگیرد تا تعادل بین رشد غده و شاخ و برگ برای تحصیل عملکرد زیاد و باکیفیت حاصل شود. محصول سیب‌زمینی در مرحله پرشدن غده (مرحله سوم و چهارم رشد) به روزانه ۴/۵ کیلوگرم ازت خالص در هکتار نیاز دارد، زیرا در این مرحله میزان تولید غده سیب‌زمینی به ۱،۰۰۰ تا ۱،۵۰۰ کیلوگرم نیز می‌رسد.

گیاه در تمام طول رشد نیتروژن مصرف می‌کند، اما زمانی که شاخ و برگ مناسب تولید کرد، یعنی زمانی که ارتفاع شاخه و برگ به ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر رسیده است (تقریباً ۴۰ روز پس از کشت)، جذب آن سریع‌تر می‌شود.

جدول ۴- توصیه کودی نیتروژن خالص بر اساس نوع سیب‌زمینی، ماده آلی خاک و محصول قبلی

نوع سیب‌زمینی	عملکرد	یونجه		سویا		سایر لگوم‌ها		سایر محصولات	
		ماده آلی کم	ماده آلی متوسط تا زیاد	ماده آلی کم	ماده آلی متوسط تا زیاد	ماده آلی کم	ماده آلی متوسط تا زیاد	ماده آلی کم	ماده آلی متوسط تا زیاد
زودرس	>۲۵	۰	۰	۸۰	۶۰	۶۰	۴۰	۱۰۰	۸۰
	۲۵-۳۰	۲۵	۰	۱۰۵	۸۵	۸۵	۶۵	۱۲۵	۱۰۵
	>۳۰	۵۰	۳۰	۱۳۰	۱۱۰	۱۱۰	۹۰	۱۵۰	۱۳۰
میان‌رس	۳۵-۴۰	۷۵	۵۵	۱۵۵	۱۳۵	۱۳۵	۱۱۵	۱۷۵	۱۵۵
	۴۰-۴۵	۱۰۰	۸۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۶۰	۱۴۰	۲۰۰	۱۸۰
دیررس	۴۵-۵۰	۱۲۵	۱۰۵	۲۰۵	۱۸۵	۱۸۵	۱۶۵	۲۲۵	۲۰۵
	>۵۰	۱۵۰	۱۳۰	۲۳۰	۲۱۰	۲۱۰	۱۹۰	۲۵۰	۲۳۰

باتوجه‌به خطر آبشویی (مثلاً در خاک‌های سبک، در شرایط آبیاری سنگین یا وقوع باران سنگین) یا احتمال تخلیه رطوبت و خشکیدگی به‌دلیل رشد سریع بخش هوایی، مصرف نیتروژن بهتر است به‌صورت تقسیط انجام پذیرد. در ایران بهتر است یک‌چهارم کود نیتروژنه قبل از کاشت مصرف شود و مابقی به نسبت‌های ۳۵، ۴۵ و ۲۰ درصد در مراحل رشد رویشی (۳۰ روز بعد از کشت)، تشکیل و پرشدن غده (۵۰ روز بعد از کشت) و اواسط مرحله چهارم رشد سیب‌زمینی (۸۰ روز بعد از کشت) مصرف شود. چون سیب‌زمینی به نسبت نیترات به آمونیم در مرحله تشکیل غده و پرشدن آن حساس است، بهتر است دو سرک آخر از منبع نیترات آمونیم انجام گیرد. همچنین به‌هیچ‌وجه جایگذاری نیتروژن از فرم نیتراته مناسب نیست و منابعی مانند مونوآمونیم فسفات کودهای مناسبی برای این منظور هستند. حداکثر مقدار نیتروژن مصرفی در هر نوبت آبیاری نبایستی از ۲۲ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیش‌تر باشد.

توصیه فسفر در سیب‌زمینی

فسفر برای توسعه اولیه ریشه و اندام هوایی ضروری است و انرژی لازم را برای فرایندهای جذب و انتقال سایر عنصر غذایی فراهم می‌کند. در زمان تشکیل غده، فسفر برای افزایش تعداد غده سیب‌زمینی بسیار ضروری است و بعد از آن و در مرحله چهار رشد سیب‌زمینی برای تشکیل، انتقال و ذخیره نیتروژن مورد نیاز است و بلوغ غده را تسریع می‌کند. یکی از مهم‌ترین عناصر در افزایش تعداد غده سیب‌زمینی، فسفر است. در شرایط کمبود فسفر تعداد غده‌ها کم و اندازه آن‌ها کوچک می‌شود، همچنین برگ‌های پیر از رشد بازمی‌مانند و رنگشان به سبز تیره تا ارغوانی تغییر پیدا می‌کند. بهترین روش برای تعیین فسفر مورد نیاز گیاه، تجزیه خاک است.

جدول ۵ - توصیه کود سوپرفسفات تریپل مورد نیاز سیب‌زمینی بر حسب کیلوگرم در هکتار

فسفر جذب شدنی خاک ($mg.kg^{-1}$)	عملکرد غده (تن در هکتار)				
	>۵۰	۵۰-۴۰	۴۰-۳۰	۳۰-۲۰	>۲۰
۰-۳	۳۶۰	۳۱۵	۲۷۰	۲۳۰	۱۶۰
۳-۸	۳۴۰	۲۸۰	۲۴۰	۲۰۰	۱۳۰
۸-۱۱	۲۷۰	۲۳۰	۱۹۰	۱۵۵	۸۵
۱۱-۱۵	۲۰۰	۱۷۰	۱۳۵	۱۱۰	۵۰
>۱۵	۱۶۰	۱۳۰	۱۰۰	۸۰	۴۰

همان‌طور که قبلاً بیان شد، برای تماس کم‌تر کود فسفره با خاک و اینکه در مجاورت ریشه گذاشته شود، بهتر است کود فسفره به‌صورت نواری در مزرعه توزیع شود. نتایج تحقیقات مزرعه‌ای نشان داده است که مصرف کود فسفره به‌صورت نواری در زمان کشت مؤثرتر است. بیش‌ترین فایده مصرف نواری زمانی است که خاک آهکی یا اسیدی باشد و مقدار کمی فسفر داشته باشد. جایگذاری فسفر به‌شکل نواری، مخصوصاً در مناطقی که سیب‌زمینی خیلی زود کشت می‌شود و موقع رشد اولیه هوا سرد است، بسیار ضروری است.

ازآنجایی‌که فسفر در افزایش تعداد غده سیب‌زمینی و پرشدن آن بسیار مؤثر است، در مرحله سوم و چهارم رشد سیب‌زمینی باید فسفر به مقدار کافی در اختیار گیاه باشد تا هم تعداد کافی غده تشکیل شود و هم

غده‌ها به مقدار کافی درشت شوند. پیشنهاد می‌شود دوسوم کود فسفره قبل از کاشت و به‌صورت نواری مصرف شود و مابقی در مرحله تشکیل و پرشدن غده (۴۰ تا ۸۰ روز بعد از کشت) با استفاده از کودهای محلول مانند مونوآمونیم فسفات، پلی‌فسفات‌ها و حتی اسیدفسفریک مصرف شود. در مصرف پایه فسفر می‌توان از کودهای سوپرفسفات تریپل، مونوآمونیم فسفات و دی‌آمونیم فسفات استفاده کرد. باتوجه‌به اینکه مونوآمونیم فسفات باعث واکنش اسیدی در خاک می‌شود، در اراضی تحت کشت سیب‌زمینی در استان به دی‌آمونیم فسفات ترجیح دارد (جدول۵).

توصیه پتاسیم در سیب‌زمینی

پتاسیم از نظر تأثیرگذاری بر کیفیت سیب‌زمینی، شبیه نیتروژن است. پتاسیم در مقادیر زیاد به‌وسیله سیب‌زمینی جذب می‌شود. این عنصر برای بهبود روابط آبی گیاه و تنظیم غلظت عناصر غذایی در داخل گیاه و تنظیم روزنه‌ها ضروری است. مصرف مقادیر مناسب پتاسیم باعث جلوگیری از ایجاد بیماری لکه‌سیاه و ترکیدگی غده می‌شود. ولی اگر در مصرف پتاسیم زیاده‌روی شود، به‌دلیل جذب زیاد آب، وزن مخصوص ظاهری غده را کاهش می‌دهد. اگر پتاسیم جذب شدنی خاک کم باشد، گیاه زودتر از معمول از بین خواهد رفت و به محصول خسارت وارد می‌کند. در محصولی که خوب رشد کرده باشد، میزان آن احتمالاً بین ۳ تا ۷ درصد ماده خشک گیاه است. پتاسیم نقش زیادی در عملکرد، اندازه غده و کیفیت سیب‌زمینی دارد. کمبود پتاسیم باعث سوختگی حاشیه برگ‌های پیر، پیری قبل از بلوغ برگ‌ها، عملکرد کم و کیفیت نامطلوب غده می‌شود و توانایی انبارمانی غده‌ها را بشدت کاهش می‌دهد.

برای محاسبه میزان پتاسیم مورد نیاز سیب‌زمینی، پس از برآورد عملکرد مورد انتظار در مزرعه و با آگاهی از میزان پتاسیم جذب شدنی خاک، از جدول ۶ کمک بگیرید. برای سهولت کار، این جدول به‌جای پتاسیم، برای کود سولفات پتاسیم تنظیم شده است.

جدول ۶- براورد سولفات پتاسیم مورد نیاز سیب‌زمینی بر حسب کیلوگرم در هکتار

پتاسیم جذب شدنی خاک ($mg.kg^{-1}$)	عملکرد غده (تن در هکتار)							
	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰
>۱۰۰	۳۶۰	۳۴۰	۳۰۰	۲۸۰	۲۲۰	۱۸۰	۱۴۰	۱۱۰
۱۲۰	۳۴۰	۳۲۰	۲۸۰	۲۶۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۰	۱۰۰
۱۴۰	۳۲۰	۳۰۰	۲۶۰	۲۴۰	۱۸۰	۱۴۰	۱۰۰	۹۰
۱۶۰	۳۰۰	۲۸۰	۲۴۰	۲۲۰	۱۶۰	۱۲۰	۹۰	۸۰
۱۸۰	۲۸۰	۲۶۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۴۰	۱۰۰	۸۰	۷۰
۲۰۰	۲۶۰	۲۴۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۲۰	۸۰	۷۰	۶۰
۲۲۰	۲۴۰	۲۲۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۰۰	۷۰	۶۰	۵۰
۲۴۰	۲۲۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۴۰	۸۰	۶۰	۵۰	۴۰
۲۶۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۴۰	۱۲۰	۶۰	۵۰	۴۰	۴۰
۲۸۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۲۰	۱۰۰	۵۰	۴۰	۴۰	۰
۳۰۰	۱۶۰	۱۴۰	۱۰۰	۸۰	۴۰	۴۰	۰	۰

مصرف کودهای پتاسیمی قبل از کاشت معمولاً به‌صورت پخش سطحی و مخلوط‌کردن آن با خاک به‌وسیله شخم صورت می‌گیرد. مصرف کودهای پتاسیمی به هنگام کاشت به‌صورت نواری انجام می‌شود. فقط باید توجه داشت که ضریب شوری کلرور پتاسیم بیش‌تر از سولفات پتاسیم است، بنابراین در جایگذاری نواری بهتر است از سولفات پتاسیم استفاده شود. در شرایطی که مقدار پتاسیم جذب شدنی خاک در حد کم تا متوسط باشد، مصرف آن به‌صورت پخش سطحی در روی زمین نیز می‌تواند انجام شود. باتوجه‌به نقش اساسی پتاسیم در انتقال نشاسته از برگ‌ها به غده‌ها و نیاز بسیار زیاد سیب‌زمینی به این عنصر در مرحله سوم و چهارم رشد، ضرورت دارد علاوه بر مصرف پایه پتاسیم، مصرف سرک آن نیز مورد توجه قرار گیرد. بهترین کود برای مصرف سرک نیترات پتاسیم است، ولی چون در ایران به‌شکل تجاری خیلی در دسترس عموم نیست، کلرور پتاسیم یا سولوپتاس باید مصرف شود. مصرف ۵۰ کیلوگرم سولوپتاس یا کلرور پتاسیم طی دو مرحله در ۵۰ و ۸۵ روز بعد از کاشت همراه با سیستم آبیاری باعث می‌شود عملکرد حداکثر مقدار ممکن شود و کیفیت غده‌ها افزایش یابد.

توصیه عناصر کم‌مصرف (ریزمغذی‌ها) در سیب‌زمینی

عناصر کم‌مصرف که شامل بوُر، کلر، مس، آهن، منگنز، مولیبدن و روی می‌شوند، در مقادیر بسیار کم برای تغذیه گیاه ضروری هستند. خاک بخش‌های مختلف استان آذربایجان‌شرقی، همچنان که در بالا ذکر شد، دچار کمبود عناصر کم‌مصرف هستند و حداقل ۶۰ درصد اراضی استان دچار کمبود آهن و روی هستند.

طبق بررسی‌های به‌عمل‌آمده، سیب‌زمینی نسبت به مصرف کود سولفات روی بویژه در خاک‌های آهکی از خود عکس‌العمل نشان می‌دهد. در مزارع سیب‌زمینی کشور، اغلب به‌دلیل مصرف بیش‌ازحد فسفر، جذب روی به‌وسیله گیاه دچار اشکال می‌شود؛ به‌طوری که نیاز به مصرف آن در بیش‌تر مزارع الزامی است. به‌طورکلی، وقتی روی جذب شدنی خاک تا ۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم است، ۱۱ کیلوگرم در هکتار روی خالص باشد مصرف شود و وقتی مقدار روی بین ۱ تا ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم است، مقدار ۵/۵ کیلوگرم در هکتار روی خالص مصرف کنید؛ وقتی هم مقدار روی خاک از ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم تجاوز کند، نبایستی کود روی مصرف شود. مقدار مصرف باتوجه‌به غلظت روی جذب شدنی در خاک تغییر می‌کند. سولفات روی آبدار حاوی ۲۳ درصد روی خالص و سولفات روی خشک حاوی ۳۵ درصد روی است. سولفات روی را می‌توان هم به‌صورت پخش سطحی و هم به‌صورت نواری مصرف کرد. درصورتی‌که به‌صورت نواری به همراه کود نیتروژنه مصرف شود، بازدهی جذب روی افزایش می‌یابد و مقدار کود مصرفی به یک‌سوم مقادیر ارائه‌شده کاهش می‌یابد. همچنین کمبود روی را می‌توان به‌وسیله چند نوبت محلول‌پاشی قبل از مرحله گل‌دهی به فاصله ۲۰ روز کنترل کرد و مقدار مصرف روی در هر هکتار ۳ کیلوگرم سولفات روی آبدار (با غلظت ۵ در هزار) خواهد بود.

طبق بررسی‌ها، حد بحرانی بور برای سیب‌زمینی یک میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک ذکر شده است. اگر میزان بور خاک کم‌تر از ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم باشد، مقدار ۱۵ کیلوگرم در هکتار اسید بوریک به‌صورت پخش سطحی مصرف می‌شود. مصرف بور به‌صورت پخش نواری توصیه نشده است. مصرف زیادی بور سمی است و به‌هیچ‌وجه

نبایستی بیش‌تر از مقدار توصیه‌شده مصرف شود. محلول‌پاشی بُور وقتی انجام می‌شود که به‌صورت خاکی مصرف نشده باشد. محلول‌پاشی با یک کیلوگرم در هکتار اسید بوریک در سه نوبت به فاصله یک ماه انجام می‌شود. در مورد محلول‌پاشی با بور باید دقت کافی مبذول شود و غلظت نباید از ۲ در هزار فراتر رود، زیرا افزایش غلظت موجب برگ‌سوزی می‌شود و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد. همچنین باید توجه کنید که مناسب‌ترین روش مصرف کود بور، روش مصرف خاکی است؛ زیرا در شرایط محلول‌پاشی بور کافی به غده‌ها منتقل نمی‌شود و باعث ایجاد بیماری‌های فیزیولوژیک در آن می‌شود.

کمبود آهن در خاک‌های آهکی که اسیدیته بالاتر از ۷/۸ دارند، محتمل است. به‌طورکلی، مصرف خاکی کودهای سولفات آهن در سیب‌زمینی توصیه نمی‌شود، ولی مصرف خاکی کودهای با بنیان آلی EDDHA به میزان ۴ تا ۵ کیلوگرم در هکتار مشکل کمبود آهن در سیب‌زمینی را مرتفع می‌سازد. محلول‌پاشی آهن EDDHA به‌هیچ‌وجه توصیه نمی‌شود، چراکه مولکولی درشت است و نمی‌تواند از روزنه‌ها عبور کند و محلول‌پاشی آن تأثیری بر رشد گیاه ندارد. محلول‌پاشی باید در چندین نوبت صورت گیرد و مقداری نیتروژن و مایع چسبنده (مویان) برای افزایش تأثیر اضافه شود. حد بحرانی غلظت آهن در خاک ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و حد کفایت آن ۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. محلول‌پاشی در چند نوبت با ۳ کیلوگرم سولفات آهن به همراه ۲ کیلوگرم اوره و ۲۰۰ گرم مایع چسبنده در ۱،۰۰۰ لیتر آب برای یک هکتار، قبل از مرحله گل‌دهی به فاصله ۲۰ روز توصیه می‌شود.

توصیه کودهای آلی در زراعت سیب‌زمینی

کودهای آلی اساساً برای حفظ شرایط مطلوب خاک بویژه از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ضروری هستند. در بسیاری از اراضی زراعی که دامپروری وجود ندارد و کود دامی به اندازه کافی موجود نیست، کودهای آلی با برگرداندن محصولات سبز مانند شبدر و علوفه تأمین می‌شوند. در زراعت سیب‌زمینی برای افزایش تولید، مصرف کود دامی پوسیده همراه با کودهای شیمیایی توصیه می‌شود. در فرانسه معمولاً ۳۵ تن در هکتار کود دامی همراه کودهای شیمیایی مصرف می‌شود.

به‌طور متوسط هر تن کود دامی پوسیده ۱/۵ تا ۲/۵ کیلوگرم نیتروژن، ۰/۶ کیلوگرم P_2O_5، ۴ کیلوگرم K_2O، ۵ کیلوگرم CaO، ۱/۷ کیلوگرم MgO، ۳۰ گرم منگنز، ۴ گرم مس و ۵ گرم بور به خاک وارد می‌کند. هر تن کود مرغی حدود ۲ برابر کود گاوی یا گوسفندی نیتروژن (۵ کیلوگرم نیتروژن خالص) به خاک وارد می‌کند.

به‌طور متوسط، مصرف ۲۰ تن کود دامی گاوی یا گوسفندی کاملاً پوسیده یا حداکثر ۱۰ تن کود مرغی در هر هکتار توصیه می‌شود. مقدار نیتروژن حاصل از مصرف کود دامی یا مرغی (طبق برآورد فوق) می‌بایست از سرجمع کود نیتروژنه مصرفی کسر شود.

مصرف کودهای محرک رشد

استفاده از هیومیک اسید سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود و در تولید محصولات زراعی مانند سیب‌زمینی، به‌دلایل داشتن توانایی بالا در استفاده اکولوژیک و تنظیم نیتروژن، افزایش

میـزان آنزیم‌هـا در گیـاه، جـذب مـواد غذایـی توسـط گیـاه، مقاوم‌کـردن گیـاه در برابـر آفت‌هـا و نیـز افزایـش رشـد گیـاه حائـز اهمیـت اسـت. مصـرف ۴ لیتـر در هکتـار اسـید هیومیـک در مرحلـه رشـد رویشـی و ۴ لیتـر در هکتـار در اوایـل مرحلـه چهـارم یـا همـان پرشـدن غده‌هـا باعـث رشـد مناسـب و پرشـدن کافـی غده‌هـا و افزایـش عملکـرد سـیب‌زمینی خواهـد شـد.

عـلاوه بـر اسـید هیومیـک از اسـیدهای آمینـه هـم به‌عنـوان مـواد محـرک رشـد مخصوصاً در مراحلـی از دوره رشـد کـه نیـاز بـه تولیـد متابولیت‌هـا بسـیار زیـاد اسـت می‌تـوان اسـتفاده کـرد. اسـیدهای آمینـه در تمـام واکنش‌هـای اصلـی گیـاه اعـم از سـاختاری، آنزیمـی، متابولیکـی و انتقالـی نقـش دارنـد و باعـث افزایـش مقاومـت گیـاه بـه تنش‌هـای محیطـی، تأثیـر بـر روزنه‌هـای هوایـی، تقویـت سیسـتم ایمنـی گیـاه، افزایـش دوره مانـدگاری محصـول بعـد از برداشـت، افزایـش سـرعت رسـیدگی محصـول و افزایـش جـذب عناصـر ریزمغذی می‌شـوند و در کل کیفیـت و کمیـت محصـول را بهبـود می‌بخشـند.

برنامه کوددهی سیب‌زمینی

باتوجه‌بـه تمـام مـواردی کـه در بـالا ذکـر شـد، بـرای کوددهـی سـیب‌زمینی در مراحـل مختلـف رشـد آن می‌تـوان از جـدول ۷ اسـتفاده کـرد. توجـه کنیـد کـه برنامـه کوددهـی سـیب‌زمینی از مزرعـه‌ای بـه مزرعـه دیگـر متغیـر اسـت، زیـرا خصوصیـات شـیمیایی و فیزیکـی خـاک متفـاوت اسـت؛ در نتیجـه، انجـام تجزیـه خـاک برنامـه کوددهـی دقیـق هـر مزرعـه را مشـخص خواهـد کـرد.

جدول ۷ - برنامه کوددهی سیب‌زمینی بر اساس مراحل رشد فنولوژیک

مرحله رشدی	روز بعد از کشت	نوع کود	نحوه مصرف	مقدار	ملاحظات
قبل از کشت	۰	کودهای نیتروژنه	پخش یا جایگذاری	یک‌چهارم توصیه کودی	به‌صورت نواری و ترجیحاً از منبع مونوآمونیم‌فسفات یا اوره
		کودهای فسفره	جایگذاری	دوسوم توصیه کودی	از منبع سوپرفسفات تریپل یا مونوآمونیم فسفات
		کودهای پتاسیمی	جایگذاری	مطابق آزمون خاک	در خاک‌های شور یا با کلر بالا، از منبع سولفات پتاسیم
		عناصر کم‌مصرف	پخش یا جایگذاری	مطابق آزمون خاک	آهن از منبع کلات FeEDDHA مناسب‌تر است
مرحله رشد رویشی	۰-۴۰	اوره	کودآبیاری	۳۰ درصد توصیه کودی	ترجیحاً از طریق سیستم آبیاری
		اسید هیومیک	کودآبیاری	۴ لیتر در هکتار	
		اسید فسفریک	کودآبیاری	۲۰ لیتر در هکتار	از مونوآمونیم فسفات یا پلی‌فسفات‌ها هم می‌توان استفاده کرد
		اوره فسفات	کودآبیاری	۶ کیلوگرم در هکتار	

مرحله رشدی	روز بعد از کشت	نوع کود	نحوه مصرف	مقدار	ملاحظات
تشکیل و پرشدن غده	۴۰-۸۵	اوره	کودآبیاری	۳۵ درصد توصیه کودی	۵۰ روز بعد از کشت
		اسید هیومیک	کودآبیاری	۴ لیتر در هکتار	مطابق با آزمون خاک و در صورت وجود نیاز به این عناصر
		عناصر میکرو	محلول‌پاشی		
		اوره	کودآبیاری	۳۵ درصد توصیه کودی	
		سولوپتاس یا کلرور پتاسیم	کودآبیاری	۲۰ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار	۸۰ روز بعد از کاشت
		اوره فسفات	کودآبیاری	۶ کیلوگرم در هکتار	۲۰ کیلوگرم از منبع سولوپتاس یا ۵۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم ۵۰ روز بعد از کاشت
بلوغ غده	۸۵-۱۳۰	سولوپتاس یا کلرور پتاسیم	کودآبیاری	۲۰ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار	۲۰ کیلوگرم از منبع سولوپتاس یا ۵۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم ۸۵ روز بعد از کاشت

منابع

بصیرت، م. و ر. مطلبی‌فرد. ۱۳۹۴. راهنمای تغذیه گیاهی در سیب‌زمینی به‌منظور کاهش باقیمانده نیترات در محصول. نشریه فنی شماره ۵۴۵، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۵۳ صفحه.

حیدری، ا.، آ. جاهدی و س.ح. رضوانجو. ۱۳۸۶. خاک‌ورزی سیب‌زمینی. انتشارات ترویج و مشارکت‌های مردمی استان همدان.

خادمی، ز.، پ. مهاجرمیلانی، م.ر. بلالی ، س. درودی، و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. بهینه‌سازی توصیه کود برای تعدادی از محصولات استراتژیک با استفاده از مدل کامپیوتری. گزارش نهایی طرح ملی تحقیقات (۱۲۵۹) شورای پژوهش‌های علمی کشور. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.

همتی، ع.ا. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر عناصر کم‌مصرف در زراعت سیب‌زمینی، گزارش نهایی شماره ۱۱۶۱، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج، ایران.

Rosen, C.J. and P.M. Bierman. 2017. Potato Fertilization on Irrigated Soil. University of Idaho extention service. http://www.extension.umn.edu/agriculture/nutrient-management/nutrient-lime-guidelines/potato-fertilization-on-irrigated-soils/

یادداشت