راهنمای تغذیه گیاهی در سیب زمینی

(به منظور کاهش باقیمانده نیترات در محصول)

تامین سلامت جامعه با تولید محصول سالم

نگارندگان:

مجید بصیرت و رحیم مطلبی فرد

۱- بترتیب عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک وآب و

۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان

مهرماه ۱۳۹۵

نشریه: ۵۴۵

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱
خاک و اسیدیته مناسب سیب‌زمینی ۱
مراحل رشدی سیب‌زمینی ۲
۵-۱- توصیه کودی برای سیب‌زمینی ۳
۵-۱- ۱- توصیه نیتروژن ۳
۵-۱-۲- وضعیت نیترات در محصول سیب زمینی ۴
۵-۱-۳- فیزیولوژی و نیاز غذایی سیب‌زمینی در اقالیم مختلف ۱۱
۵-۱-۴- نیتروژن و کیفیت سیب‌زمینی ۱۵
۵-۱-۵- نیتروژن و کیفیت سیب‌زمینی ۱۹
۵-۱-۶- محاسبه نیتروژن مورد نیاز سیب زمینی ۲۰
۵-۱-۷- زمان مصرف کودهای نیتروژنه در زراعت سیب‌زمینی ۲۲
۵-۱-۸- نوع کود نیتروژنه در زراعت سیب‌زمینی ۲۳
۵-۱-۹- روش های کاربرد کودهای نیتروژنه در زراعت سیب‌زمینی ۲۴
۵-۱-۲- توصیه فسفر در سیب زمینی ۲۶
۵-۱-۳- توصیه پتاسیم در سیب‌زمینی ۳۱
۵-۱-۴- توصیه منیزیم در نیاز سیب‌زمینی ۳۶
۵-۱-۵- گوگرد مورد نیاز سیب‌زمینی ۳۷
۵-۱-۶- توصیه عناصر کم مصرف (ریز مغذی‌ها) در سیب زمینی ۳۸
۵-۱-۷- توصیه کود آلی در زراعت سیب زمینی ۴۲
منابع مورد استفاده ۴۳

پیش‌گفتار

سبزی‌ها، جزء مهمی از رژیم غذایی خانوار ایرانی می باشد و سهم آن در سبد غذایی کشور حدود ۲۰ درصد است. یکی از اهداف اصلی برای داشتن سبد غذایی سالم ، تولید محصول سالم می‌باشد که از اهداف برنامه ریزی شده وزارت جهاد کشاورزی برای استانداردسازی عرضه محصولات کشاورزی است. ضرورت تولید و عرضه سبزی سالم از آن جهت بیشتر است که مصارف آن بیشتر تازه‌خوری بوده و هم به عنوان وعده غذایی روزانه مانند سیب‌زمینی و پیاز جنبه تامین کالری دارد. بنابراین هر نوع آلاینده انباشته در آنها می‌تواند خطری جدی برای سلامت جامعه ایجاد نماید. مصرف کودها برای تولید سبزی‌ها بسیار بیشتر از سایر گیاهان زراعی و ب اغی است . این مسئله احتمال انباشت نیترات و سایر آلاینده‌ها نظیر کادمیم و سرب در محصولات شده و موجب مخاطراتی می‌گردد. به دلیل اهمیت موضوع تجمع نیترات در سبزی ها به خصوص سیب زمینی، موسسه تحقیقات خاک وآب در سالیان گذشته طرح های تحقیقاتی موردی به ویژه در ارتباط با مدیریت مصرف نیتروژن برای جلوگیری از تجمع نیترات در این سری از محصولات اجرا نموده است. گزارش حاضر جمع بندی این نتایج می باشد به طوری که با افزایش عملکرد در واحد سطح در محصول سیب‌زمینی حداقل باقیمانده نیترات حاصل شود. علاوه بر آن در این گزارش به طور مختصر وضعیت تجمع نیترات براساس نتایج دو طرح پایش میدانی در کشور تشریح گردیده است. این اطلاعات نشان می دهد تا چه حد این مسئله بایستی دغدغه و نگرانی برنامه ریزان کشاورزی کشور باشد و همچنین اطلاعات لازم برای میزان و مدیریت مصرف کودها به ویژه کودهای نیتروژنه برای کشاورزان و تولیدکنندگان این محصولات ارائه شده است تا بتوانند علاوه بر استفاده از کودهای آلی در تولید سیب‌زمینی مقدار نیتروژن مورد استفاده را براورد نمایند و در عین حال سیب زمینی با حداقل نیترات ممکن عرضه نمایند. آن چه مسلم است نبایستی میزان نیترات خاک از ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک تجاوز نماید. تعادل در مصرف سایر عناصر غذایی به خصوص فسفر که در تولید انرژی و پتاسیم که در انتقال مواد در گیاه نقش دارد و روی و بور از عناصر فرعی که در تقسیم سلولی بسیار حائز اهمیت هستند و در تشکیل و نمو غده در سیب زمینی دخالت دارند از عناصر مهم در افزایش تولید می‌باشند. عدم رعایت نسبت کودی موجب بهم خوردن متابولیسم های گیاه شده و نیتروژن جذب شده وارد پروتیین سازی نمی شود و به شکل نیترات در غده‌ها تجمع می‌یابد. در این گذر تقسیط کودهای در مراحل مختلف رشد به خصوص کودهای نیتروژنه، فسفره و پتاسیمی نقش مهمی داشته و به دلیل افزایش کارایی نیاز به مصرف آنها را در صورتی که کمبود در خاک وجود نداشته باشد به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد.

کامبیز بازرگان

رئیس موسسه تحقیقات خاک و آب

مقدمه:

گیاه سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) از خانواده Solanacaea و جنس Solanum و بومی آمریکای جنوبی (پرو، شیلی، بولیوی و اکوادور) می باشد . گونه های وحشی و زراعی سیب‌زمینی متعلق به جنس سولانوم حدود ۲۰۰۰ گونه هستند که در سراسر نقاط جهان پراکنده‌اند. گونه زراعی سولانوم توبروزم از تلاقی گونه S. tuberosum و گونه وحشیS. sparsipilum حاصل شده است که هر دو دیپلوئید هستند (هاویکس، ۱۹۷۸). سیب‌زمینی گیاهی است یک ساله از گیاهان عالی گلدار، از رده دولپه ای‌ها و راسته پیوسته گلبرگان که شامل اندام‌های ساقه، استولون، غده، ریشه، برگ، گل‌آذین، میوه و گل می باشد . استولون ساقه‌های تغییر شکل یافته است که به صورت افقی در زیر زمین و از محل جوانه های قسمت زیرین ساقه رشد می‌کند. غده بخشی از ساقه است که برای ذخیره مواد غذایی و تولید مثل سازش یافته است این گیاه از نظر گلدهی گیاهی روزبلندو از نظر غده‌دهی روزکوتاه است و در ارتفاع ۳۵۰۰ متر از سطح دریا قابل کشت است (خواجه‌پور ۱۳۸۶).

سیب‌زمینی یکی از محصولات زراعی مهم دنیا می‌باشد که با ۳۲۱ میلیون تن بعد از برنج، گندم و ذرت رتبه چهارم را دارا می‌باشد (فائو ۲۰۰۷). در ایران این محصول با حدود ۳ درصد از سطح زیر کشت آبی کشور، ۷/۲ درصد از کل تولیدات زراعی (دیم و آبی) کشور را به‌میزان ۵/۵۷ میلیون تن به خود اختصاص داده است و بعد از گندم، ذرت و هندوانه و نیشکر رتبه پنجم را از نظر تولید دارد. با ۱۸۵ هزار هکتار سطح زیر کشت سیب‌زمینی در کشور، استان همدان با ۲۶۰۱۵ هکتار مقام اول، استان اردبیل با ۲۴۱۲ هکتار مقام دوم و استان فارس با ۱۶۷۳ هکتار مقام سوم سطح زیرکشت را دارا می‌باشند بیش‌ترین میزان عملکرد در واحد سطح در کشور با ۴۰/۴ تن در هکتار مربوط به استان همدان می‌باشد و استانهای لرستان، اردبیل، چهارمحال بختیاری و آذربایجان‌شرقی در رتبه‌های بعدی قرار دارند (بی‌نام، ۱۳۹۰).

خاک و اسیدیته مناسب سیب‌زمینی

سیب‌زمینی در اکثر خاکها رشد می‌کند ولی خاکهای با بافت سبکتر را می پسندد .

- توصیه می‌شود که برداشت با دستگاه صورت می گیرد تا از مشکلات در زمان برداشت به دلیل شرایط بد آب و هوایی جلوگیری شود البته باید توجه داشت تراکم کشت با دستگاه بیش از ۳۰ درصد بیشتر از با دستگاه های متداول است. به طور مثال دستگاه های مجهز امروزی کشت سیب زمینی با ترکمی حدود ۷۰ تا ۷۵ هزار بوته در هکتار بذر غده ای را

می‌کارند که در این صورت نیاز غذایی در واحد سطح حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد افزایش می - یابد. در صورتی که تراکم در واحد سطح افزایش یابد اما تغذیه به درستی انجام نشود رقابت شدیدی بین بوته‌ها موجب ریز شدن و بی‌کیفیت شدن غده ها می شود . خاکهای دارای لایه‌های محدودکننده، فشرده و سطحی باعث می‌شوند حجم خاک در دسترس گیاه کم‌تر شده و در نتیجه نیاز به عناصر غذایی افزایش یابد . خاک های سبک تا متوسط ظرفیت آبگیری کمی دارند، اما بهتر گرم می شوند و برداشت محصول در آنها آسان تر است. بافت‌های شن لومی و لوم شنی با ماده آلی ۲ تا ۵ درصد برای سیب زمینی ایده آل محسوب می‌شوند، زیرا این خاکها فاقد مشکلات آب ایستادگی بود ه و توسعه بیماریها در این گونه خاکها کمتر است. در شرایط ایران که ماده آلی خاکها غالبا کمتراز ۱ درصد است، بافتهای متوسط مانند لومی، لوم سیلتی و لوم‌رسی‌شنی مناسب بنظر می رسند . خاکهای نیمه‌سنگین و سنگین ظرفیت آبگیری بیشتری دارند و بروز بیماریهای قارچی و باکتریایی را افزایش می‌دهند و به سهولت کلوخه‌ای می‌شوند، به غدد می‌چسبند و مشکلات برداشت و تمیز کردن غدد از خاک در آنها بیشتر است . بطور کلی، با ریزترشدن بافت خاک، ممکن است به پشته‌های قطورتری برای کاشت نیاز باشد. خاکهای سنگین مانند رس شنی، رس سیلتی و رس به دلیل فراوانی رس، تشکیل سله، چسبندگی و کلوخه ای شدن مطلوب نیستند. خاک باید عمیق و تا عمق حداقل ۹۰ سانتی‌متری فاقد لایه غیرقابل نفوذ بوده و تا عمق ۳۵ سانتی‌متری بخوبی نفوذپذیر باشد. نیاز سیب زمینی به نیتروژن زیاد است، اما فراوانی نیتروژن خاک موجب تحریک رشد هوایی، تأخیر در رسیدگی، سبز شدن غدها، انباشت نیترات در غدها و کاهش شاخص برداشت می‌شود. سیب‌زمینی حساسیت‌زیادی به pH خاک ندارد ولی pH مناسب برای رشد آن در محدوده ۵/۵ تا ۷ می باشد . در pH های کمتر از ۴/۸ رشد سیب‌زمینی به شدت آسیب می‌بیند. اسیدیته‌های قلیایی‌بالا کیفیت ظاهری سیب‌زمینی را کم کرده و باعث بروز کمبود عناصر غذایی مخصوصاً عناصر غذایی کم‌مصرف می‌شوند.

مراحل رشدی سیب‌زمینی

رشد سیب‌زمینی به ۵ مرحله رشد مشخص تقسیم‌بندی می‌شود:

۱ -مرحله توسعه جوانه: این مرحله از رشد جوانه ها در چشم‌های غده شروع شده و تا سبز شدن ادامه ی‌یابد. در این مرحله ریشه‌ها از محل جوانه رشد کرده و توسعه می‌یابند.

۲ -مرحله شد رویشی: برگ‌ها و شاخه‌ها از محل گره‌های بالای خاک رشد کرده و در زیر خاک ریشه‌ها و استولون‌ها توسعه پیدا می‌کنند و فتوسنتز آغاز شده و توسعه پیدا می‌کند.
۳ -تشکیل غده‌ها: غده‌ها در انتهای استولون‌ها تشکیل شده ولی هنوز به‌اندازه کافی بزرگ نیستند. در اکثر رقم‌ها انتهای این مرحله مصادف با شروع گلدهی می‌باشد.
۴ -پرشدن غده‌ها: این مرحله خود شامل دو مرحله پرشدن اولیه غده ها و رسیدن اندازه غده‌ها به ۶۰ درصد اندازه نهایی آنها می‌باشد. در این مرحله غده‌ها به محل اصلی تجمع کربوهیدرات‌ها و عناصر غذایی متحرک در داخل گیاه تبدیل می‌شوند.
۵ -بلوغ غدها: شاخه‌ها در این مرحله زرد شده و رنگ خود را از دست‌دهند. فتوسنتز کاهش یافته و رشد غده‌ها کم می‌شود با مرگ اندام هوایی ماده خشک غده و پوست آن‌ها حداکثر می‌شود

۵-۱- توصیه کودی برای سیب‌زمینی

۵-۱- ۱- توصیه نیتروژن

آزمایشات کودی در طی سالیان۱۳۴۲ تا ۱۳۴۷ توسط نعمتی و همکاران (۱۳۵۱) در مناطق همدان، اصفهان(فریدن)، تبریز، جیرفت، کرمانشاه، تهران(دماوند)، ملایر، قزوین(بوئین زهرا) نشان داد که کودهای نیتروژنی نقش به سزایی در ازدیاد غده سیب زمینی داشته ولی اثر کودهای فسفره بسته به نوع خاک و میزان فسفر قابل استفاده متغیر بوده. نتایج آزمایش بر روی کودهای پتاسه نشان داد که به دلیل غنی بودن خاک مزارع آزمایشی از پتاسیم قابل جذب و عملکرد پایین اراضی مورد کشت پاسخ گیاهی دریافت نشد

نتایج تحقیق فائزنیا (۱۳۸۴) در شاهرود و دامغان نشان داد که به‌ترتیب با مصرف ۱۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین عملکرد (میانگین ۲۶ و ۱۷ تن در هکتار) و کمترین باقیمانده نیترات در سیب زمینی ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم بر حسب وزن خشک حاصل شد. حال آن که به‌ترتیب با مصرف ۲۱۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در همان مناطق موجب عملکرد به میزان ۲۷ و ۱۸ تن در هکتار و افزایش غلظت نیترات به میزان ۳۷۰ و ۳۷۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک غده شد . نتایج متفاوت در دو منطقه ثابت کرد در صورتی که محدودیت آبیاری وجود داشته باشد نیتروژن موجب تجمع نیترات در غده و کاهش عملکرد در سیب زمینی می شود. بنابراین در شرایط تنش خطر تجمع نیترات در غده های سیب زمینی بیشتر از حالات معمول و ایده‌ال آبیاری است.

۵-۱-۲- وضعیت نیترات در محصول سیب زمینی

در تحقیقی توسط بازرگان و همکاران (۱۳۹۰) به مدت یک سال غلظت نیترات سیب‌زمینی تولیدی از سطح مزارع در ۹ منطقه عمده سیب‌زمینی کاری کشور (اصفهان- چهارمحال و بختیاری- همدان- آذربایجان شرقی- اردبیل- تهران- خوزستان- فارس- کرمان (جیرفت و کهنوج) و همچنین هر هفته یک نمونه از میدان اصلی میوه و تره بار شهر تهران مورد پایش قرار گرفت. نتایج نشان داد محتوای نیترات در سیب زمینی های تولیدی کشور در محدوده میانگین جهانی ۱۶۳/۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن تر غده بود. در ایران تاکنون عدد معینی به عنوان حد مجاز نیترات در سیب زمینی یا سای ر محصولات سبزی صیفی با توجه سبد غذائی شهروندان ایرانی تعیین نگردیده است، اما براساس منابع بین‌المللی مقدار ۲۰۰ میلی گرم نیترات در کیلوگرم وزن تازه غده سیب - زمینی به عنوان حد مجاز نیترات در سیب‌زمینی در نظر گرفته شد که البته بر مبنای سبد غذائی شهروند اروپائی می‌باشد ولی به‌نظر می‌رسد با توجه به سرانه مصرف ۴۵ کیلوگرم سیب‌زمینی در سال در ایران این عدد برای شرایط کشور ما نیز مناسب باشد. نتایج نشان داد که عامل فصل برداشت می‌تواند در محتوای نیترات غده های سیب زمینی تأثیرگذار باشد. به نحوی که میانگین غلظت نیترات در سیب زمینی های برداشت شده از میدان میوه و تره بار در دوره بهار- تابستان ۲۱۶/۵۵ و پائیز- زمستان ۱۳۱/۵۳ میلی گرم درکیلوگرم وزن تر به دست آمد. این تفاوت احتمالاً به این دلیل است که در فصل پاییز و زمستان طول دوره انباری بسیار طولانی است و نیترات سیب زمینی در ط ی دوره انبارداری کاهش یافته است وگرنه در سیب زمینی تابستانه به دلیل نور زیادتر باید نیترات کمتری تجمع یابد.

جدول ۱- توزیع تعداد نمونه های برداشت شده از مزارع استانهای مختلف

استان	سطح کل زیر کشت سیب زمینی (هکتار)	مناطق عمده	مساحت (هکتار)	تعداد نمونه
اصفهان	۲۲۵۹۹	فریدن	۷۹۵۰	۷۷
		چادگان	۲۶۱۹	
		فریدون شهر	۲۰۰۰	
		سمیرم	۲۲۰۰	
		مناطق اطراف شهر اصفهان	۷۸۳۰	

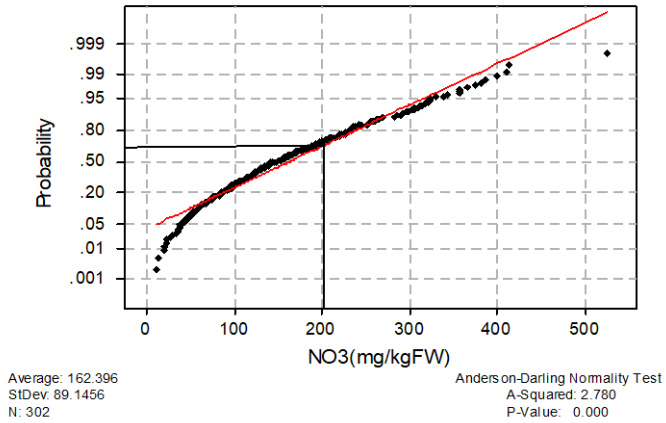
ادامه جدول ۱-

استان	سطح کل زیر کشت سیب زمینی (هکتار)	مناطق عمده	مساحت (هکتار)	تعداد نمونه
چهار محال و بختیاری	۲۸۹۴	فارسان	۱۸	۱۰
		بروجن	۲۴۰۸	
		شهرکرد	۱۴۲۵	
		لردگان	۴۱	
همدان	۲۴۰۰۰	همدان	۱۲	۴۸
		بهار	۱۲	
		اسدآباد	۳	
		کبودر آهنگ	۸	
		رزن	۱۳	
آذربایجان شرقی	۱۲۰۰۰	بستان آباد	۴۰۰۰	۵
		سراب	۶۰۰۰	
		عجب شیر	۲۰۰۰	
اردبیل	۲۴۰۰۰	دشت اردبیل	۲۰۰۰۰	۴۸
		مناطق اطراف دشت اردبیل	۴۰۰۰	
تهران	۳۸۳۱	دماوند		۱۱
		فیروز آباد		
خوزستان		دزفول		۳۸
فارس		ساردویه		۱۲
کرمان	۱۳۱۸۶	اسفندقه و ساردون	۱۰۶۷	۲۸
		جیرفت و کهنوج	۱۲۱۱۹	
جمع کل تعداد نمونه از استانها				**۲۷۷**

بررسی آماری نتایج نشان داد که غلظت نیترات در کل۳۴ نمونه اندازه گیری شده از توزیع نرمال تبعیت می‌کند (شکل ۱). ویژگی‌های این جامعه نرمال را می‌توان به شکل زیر خلاصه کرد (غلظت‌ها بر حسب‌میلی گرم در کیلو گرم وزن تازه‌می‌باشند).

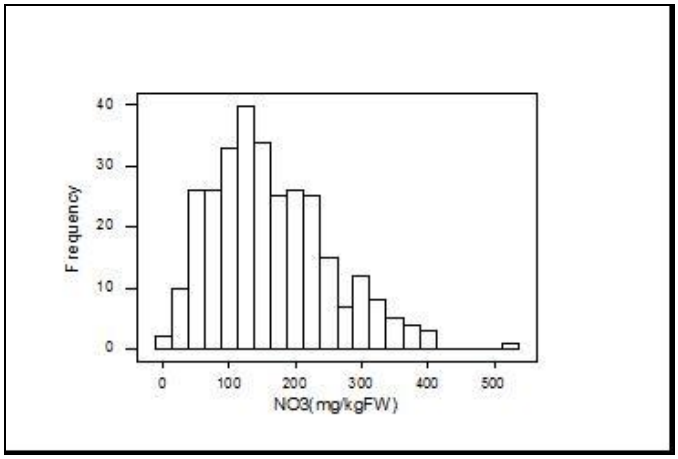
میانگین غلظت نیترات: ۱۶۳/۵ انحراف استاندارد: ۸۹/۱۴۶

حداقل غلظت: ۱۰/۲ حداکثر غلظت: ۵۲۴/۰۵

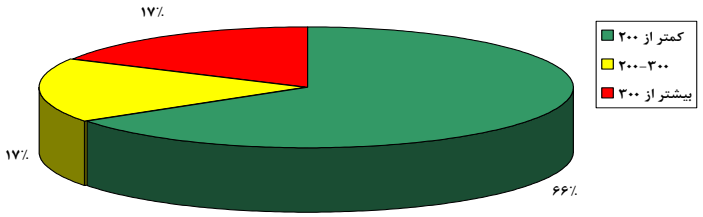


شکل ۱- منحنی بررسی وضعیت توزیع غلظت نیترات در کل نمونه‌های سیب‌زمینی (بازرگان و همکاران، ۱۳۹۰)

مطابق این منحنی، با توجه به وضعیت داده‌ها می‌توان گفت به‌طور کلی احتمال اینکه غلظت نیترات در هر نمونه سیب‌زمینی تهیه شده زیر حد بحرانی ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم باشد، حدود ۶۵ درصد و احتمال تجاوز غلظت نیترات از حد مجاز فرضی مذکور ۳۵ درصد است



شکل۲- توزیع وضعیت نیترات در ۶۳ نمونه سیب زمینی میدان اصلی میوه و تره بار شهر تهران (بازرگان و همکاران، ۱۳۹۰)



شکل ۳- توزیع وضعیت نیترات در۶۳ نمونه سیب زمینی میدان اصلی میوه و تره بار شهر تهران

شکل ۳، توزیع فراوانی وضعیت نیترات در نمونه های سیب زمینی تهیه شده از میدان اصلی میوه و تره بار شهر تهران را نشان می دهد (بازرگان و همکاران، ۱۳۹۰).

نتایج این پژوهش نشان داد که در بین نمونه‌های برداشت شده از مزارع استانهای مختلف، مزارع جیرفت با ۵۰٪ نمونه‌های بالای ۲۰۰ میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم غده، بیشترین درصد غده‌های آلوده را دارا بودند. پس از آن در مزارع همدان با وجود گستردگی و تعداد بیشتر نمونه‌های برداشت شده (۴۸ نمونه)، غلظت نیترات در ۴۴٪ از نمونه ها از حد مجاز فرضی ۲۰۰ فراتر رفت. در نمونه‌های سیب زمینی برداشت شده از مزارع اردبیل به تعداد ۴۸ نمونه، ۳۵٪، در نمونه‌های مزارع دزفول از ۳۸ نمونه ۲۶٪ و در نمونه های مزارع اصفهان با ۷۷ نمونه تنها ۲۲٪ از نمونه‌ها محتوای نیترات بیش از حد مجاز فرضی ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غده داشتند. پس از آن مزارع استان چهارمحال و بختیاری در رتبه بعدی قرار داشتند که از بین ۳۸ نمونه برداشت شده هیچکدام نیترات بالای حد مجاز فرضی ۲۰۰ میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم وزن تر سیب‌زمینی نداشتند. این مقدا ر البته در نمونه‌های برداشت شده از مزارع فارس و تهران نیز به ترتیب با ۱۲ و ۱۱ نمونه برداشت شده، ۸ و ۹ درصد بود. در مزارع استان آذربایجان شرقی با وجود تعداد کم نمونه ها (۵ نمونه)، یک نمونه یعنی ۲۰٪ از نمونه‌ها دارای نیترات بیش از ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غده تازه بود (بازرگان و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به اینکه آمارها نشان می دهد مصرف سرانه سیب‌زمینی در ایران ب ه طور متوسط حدود ۱۲۳/۳ گرم در روز است و با داشتن میانگین محتوای نیترات در سیب - زمینی تولیدی مناطق مختلف فوق، می توان میزان دریافت روزانه نیترات یک فرد ر ا از طریق مصرف سیب‌زمینی در هریک از این استان‌ها با حاصل‌ضرب میانگین غلظت نیترات سیب‌زمینی تولیدی (با این پیش فرض که میزان نیترات سیب زمینی در طی فرایندهای شستشو و طبخ تغییر ننماید) در عدد۱۲۳/۳ به دست آورد.

جدول ۲- میانگین میزان ورود روزانه نیترات به بدن شهروندان استانهای مختلف از طریق مصرف سیب‌زمینی بر حسب میلی‌گرم (سرانه مصرف ۱۲۳/۳ گرم در روز و اتلاف نیترات در طول آماده‌سازی و طبخ صفر فرض شده است)

استان	اصفهان	کرمان (جیرفت)	چهارمحال	خوزستان (دزفول)	اردبیل	تهران	فارس	میدان میوه و تره بار تهران	همدان
NO_3 (mg/person/day)	۱۶/۹۷	۲۷/۴۴	۱۱/۸	۱۸/۵۵	۲۰/۶۷	۱۷/۳۷	۱۷/۴۸	۲۱/۶۲	۲۳/۱۸

منبع: بازرگان و همکاران، ۱۳۹۰

جدول ۱۷- سهم سیب‌زمینی مصرفی مناطق مختلف در دریافت روزانه نیترات شهروندان نسبت به حد مجاز دریافت روزانه ۲۱۹ میلی گرم نیترات در روز

استان	اصفهان	کرمان (جیرفت)	چهارمحال	خوزستان (دزفول)	اردبیل	تهران	فارس	میدان میوه و تره بار تهران	همدان
سهم نیترات ورودی روزانه از طریق سیب زمینی	٪۷/۷	٪۱۲/۸	٪۵/۴	٪۸/۵	٪۹/۴	٪۷/۹	٪۸/۰	٪۹/۹	٪۱۰/۶

اعداد جدول فوق نشان می دهد سیب زمینی تولیدی در مزارع استانهای مختلف کشور از نظر محتوی نیترات متغیر بوده و بر اساس میانگین غلظت نیترات، سهم آن در تأمین بخشی از مقدار مجاز ورودی نیترات روزانه به بدن یک فرد از حداقل ۵/۴ درصد برای سیب‌زمینی‌های تولیدی استان اصفهان تا حداکثر ۱۲/۸ درصد برای سیب‌زمینی‌های استان کرمان (جیرفت) متغیر است

یکی از مسائل مهم در تولید سیب‌زمینی بحث تجمع نیترات در غده سیب زمینی است. نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی ضروری گیاه بوده که بایستی جهت نیل به حداکثر محصول و ارتقاء سطح کیفی آن به میزان و از منبع مناسب مصرف گردد. در منطقه

جیرفت بدلیل داشتن عموما خاکهایی با بافت سبک و ماده آلی کم، مصرف بی رویه کودهای نیتروژنه رایج بوده که بایستی در مسیر صحیح هدایت شود تا علاوه بر کم کردن هزینه ها از آلودگی خاک جلوگیری نموده و کیفیت محصول نیز بهبود یابد. بایست توجه داشت که سیب زمینی از محصولاتی است که تجمع آلاینده‌هایی نظیر نیترات در آن مسئله‌ساز است و مقدار بیش از حد مجاز آن سلامت انسان بخصوص اطفال را بخطر می‌اندازد و میزان و نوع کود نیتروژنه بر غلظت نیترات در غده سیب‌زمینی تاثیر زیادی دارد. به منظور دستیابی به بهترین سطح و منبع کود نیتروژنه که توسط آن بالاترین عملکرد و اپتیمم غلظت نیترات در غده سیب زمینی به دست آید تحقیقاتی در مناطق مختلف کشور در طی سالیان اخیر انجام گرفته و نتایج نشان داده است که نیتروژن با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشترین عملکرد سیب‌زمینی حاصل شده است (رکنی و همکاران، ۱۳۷۳). در اردبیل بیشترین عملکرد سیب‌زمینی (۳۴ تن در هکتار) از مصرف ۳۰ درصد نیتروژن کمتر از توصیه کودی بدست آمد که این نتایج حاصل اجرای طرح تحقیقاتی برای تعیین مناسبترین میزان کود نیتروژنه در بهداقل رساندن غلظت نیترات در سیب زمینی بود (ساعدنیا و فائزنیا ۱۳۷۷).

صباح و همکاران (۱۳۸۵) برای بررسی اثر مقادیر و منابع کود نیتروژنه بر عملکرد و غلظت نیترات غده سیب‌زمینی در منطقه جیرفت از سه نوع کود نیتروژنه اوره، سولفات آمونیم و اوره با پوشش گوگردی (SCU) استفاده کردند. نتایج دوساله طرح نشان داد که منبع کودی سولفات آمونیم با عملکرد بالا و میزان تجمع نیتروژن نیتراته کمتر در غده‌ها و کارایی استفاده از نیتروژن بالاتر خصوصا در خاکهای آهکی مناطق خشک و نیمه خشک نسبت به دو کود اوره و اوره با پوشش گوگردی ارجحیت دارد. نتایج نشان داد که مصرف اوره با پوشش گوگردی و اوره تاثیری در تجمع نیترات در غده سیب زمینی نشان ند اد (صباح و همکاران، ۱۳۸۵) اما کود اوره به‌دلیل درصد نیتروژن بالاتر و قیمت مناسب تر و تولید عملکردی مشابه سولفات آمونیم نیز قابل‌توصیه می‌باشد. نیتروژن به‌دلیل عملکرد بالا، میزان نیترات کمتر در غده ها و کارایی بیشتر، مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژ ن خالص در هکتار نسبت به بقیه سطوح برتر و قابل‌توصیه در کشت سیب زمینی منطقه بود. ملکوتی و طباطبایی (۱۳۷۷) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که با مصرف زیاد کودهای نیتروژنه (بیش از ۴۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار) تجمع نیترات عمدتاً در اندامهای مصرفی سیب زمینی به بیش از حدمجاز (۲۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیترات بر مبنای وزن خشک یا ۶۰ میلی گرم در کیلو گرم وزن تازه) افزایش یافت مقادیر بیشتر نیتروژن نه تنها عملکرد را به طور

معنی‌دار بالا نمی‌برد بلکه باعث افزایش نیترات غدها به بیش از حد مجاز شده و ضمن به خطر انداختن سلامت جامعه و آلودگی محیط زیست را نیز به دنبال دارد و همچنین کارایی کاربرد کود نیتروژن دار را نیز کاهش می‌دهد. براساس مطالعات ملکوتی و فلاح(۱۳۷۵) حد مناسب نیترات پای بوته ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد که در بالاتر از این غلظت از مصرف کود نیتروژن باید خودداری شود تا تجمع نیترات در غده سیب زمینی حادث نگردد . مطالعات آنها نشان داد که بیشترین عملکرد سیب زمینی در منطقه سلماس با غلظت ۲ میلی گرم در کیلوگرم نیترات پای بوته به میزان ۳۹ تن حاصل شد . خواجوی و همکاران (۱۳۷۴) میزان مناسب مصرف نیتروژن خالص برای سیب‌زمینی در منطقه آذربایجان را در خاک‌های سبک ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و برای خاک‌های متوسط ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار و در خاک های سنگین تا ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار توصیه نمودند نتایج در شاهرود نشان داد با مصرف ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به شکل اوره در دو تقسیط بیشترین عملکرد به میزان ۲۸ تن در هکتار بدست آمد و غلظت نیترات آن کمتر از حد مجاز شد (ملکوتی و همکاران،۱۳۷۷).

ازدیاد مقدار نیترات در محصولات کشاورزی تنها به استفاده وسیع از کودهای نیتروژنه مربوط نبوده، بلکه تعادل در مصرف کود نیتروژن توام با کودهای فسفره و پتاسه نیز در آلودگی نیترات موثر می باشد. طباطبایی و ملکوتی (۱۳۷۷) در پژوهشی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم و اثر متقابل این عناصر را بر عملکرد و تجمع نیترات در غده‌های سیب‌زمینی ارزیابی کردند در این پژوهش از پنج سطح نیتروژن (۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره، دو سطح پتاسیم (۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) از نوع سولفات پتاسیم و دو سطح فسفر (۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار) از نوع سوپر فسفات تریپل استفاده و به این نتیجه رسیدند که با افزایش مصرف اوره تا سطح ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار مقدار تجمع نیترات در غدها تا حد ۱۰۰۰ میلی‌گرم نیترات در کیلوگرم وزن خشک سیب - زمینی افزایش یافت ولی در سطح کودی ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار از مقدار نیترات غدها کاسته شد. تاثیر پتاسیم در کاهش مقدار نیترات غدها خیلی محسوس بود درحالی‌که بر خلاف نتایج فوق یرماکوف و همکاران (۱۹۸۳)، کارتن (۱۹۸۲)، مانی (۱۹۸۶) و هاندیت و همکاران در آزمایشات طولانی مدت معین کردند که افزایش مصرف کود نیتروژن توام با کودهای فسفره و پتاسه موجب افزایش غلظت نیترات در سیب زمینی می‌شود (۱۵۰ درصد).

ترکیبات هیومیکی علاوه بر کاهش مصرف کودهای نیتروژنی در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مؤثر می‌باشند. در پژوهشی که توسط بالاگر و سماوات در سال

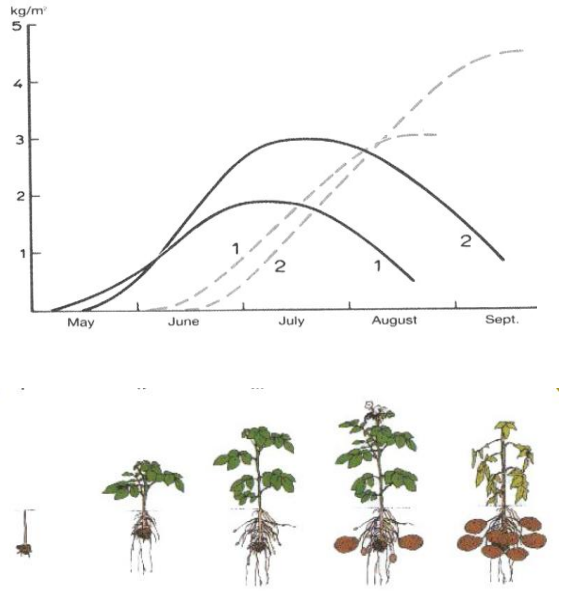
۱۳۸۸ در شهرکرد بر روی سیب زمینی انجام شد از نیتروژن در ۲ سطح ۳۰۰ (عرف منطقه) و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار به عنوان فاکتور اصلی، ارقام سیب زمینی اگریا و آریندا به‌عنوان فاکتور فرعی و اسید هیومیک در سه سطوح ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm به‌عنوان فاکتور فرعی فر عی استفاده شد. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل فاکتورها نشان داد که رقم آریندا با تولید تعداد غده‌های بیشتر و کوچکتر نسبت به آگریا تحت این شرایط آزمایش برتری دارد و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه (۷۵٪ مصرف عرف منطقه) و افزودن ۱۰۰ ppm اسید هومیک باعث افزایش عملکرد غده (نسبت به شاهد) و کاهش تجمع نیترات در غده گردید که در شرایط این تحقیق قابل توصیه می‌باشد. نیترات در هیچکدام از تیمارهای آزمایشی از مقدار مجاز ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک تجاوز نکرد.

۵-۱-۳- فیزیولوژی و نیاز غذایی سیب‌زمینی در اقالیم مختلف

ارقام سیب‌زمینی از نظر دوره رشد به سه گروه تقسیم می‌شوند. رقم های خیلی زودرس و زودرس یا سیب‌زمینی‌های بهاره، که دوره کامل برای رشد و تولید غده آن ۷۰ تا ۹۰ روز می‌باشد و قابل ذخیره بصورت انباری نمی‌باشد و باید تازه مصرف شود . رقم های متوسط رس یا میان‌رس که زمان لازم برای رسیدن و تولید غده ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز است و به ارقام تابستانه معروف هستند و بایستی تازه مصرف شوند. رقم‌های دیررس که زمان لازم برای رشد کامل و تولید غده در آنها ۱۳۰ تا ۱۵۰ روز است و به ارقام پاییزه معروف هستند. عملکرد محصول و مقدار نشاسته در رقم‌های دیررس بیش از سایر ارقام است و خاصیت انبارداری آنها برای نگهداری در انبار بیشتر است مانند رقم آگریا . ارقام اخیر در مناطق سردسیر مانند اردبیل، تبریز، شاهرود، فریدن، دماوند، همدان و مشهد تولید می‌شود که حدود ۸۰ درصد محصول کشور از این مناطق تأمین می گردد . ۱۵ درصد محصول سیب‌زمینی کشور مربوط به مناطق گرمسیر مانند گرگان و حومه شهرستان اصفهان، هرمزگان، خوزستان و جیرفت است و در سایر مناطق ۵ درصد سیب‌زمینی کشور تولید می‌شود. معمولا عملکرد در مناطق جنوبی کشور به دلیل کشت در زمستان و دوره کوتاه آن بسیار کمتر از کشت در مناطق سردسیر با دوره طولانی است.

تولید محصول سیبزمینی نتیجهٔ فتوسنتز و تنفس است‌هر دوی این فرآیندها تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی و عوامل فیزیولوژیکی گیاه هستند. برای کشاورز فقط بخش‌هایی از محصول که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد اهمیت دارد‌ر مورد سیبزمینی بخش مورد توجه

غده است. بعد از کاشت یا حتی قبل از کاشت ، غده بذری سیب‌زمینی تولید نیش و ریشه می‌کند اگر غده بذری قبل از کاشت تولید نیش کرده باشد، بلافاصله بعد از کاشت رشد ریشه شروع می‌شود و سبز شدن تسریع خواهد شد برای تشکیل ریشه‌ها و نمو اولیه گیاه به رطوبت مناسب خاک نیاز است رطوبت اندک خاک و دمای پایین خاک سبز شدن را به تأخیر می‌اندازد بعد از سبز شدن، شاخ و برگ بصورت همزمان توسعه می‌یابند در خاکهای خشک معمولا جذب فسفر و پتاسیم دچار مشکل می‌شود و گیاه پاسخ مناسبی به کودهای فسفره یا پتاسه نمی دهد حساسیت به کمبود فسفر در دو مرحله از رشد سیب زمینی زیاد است یکی در مرحله توسعه ریشه و استقرار گیاه و دیگری در مرحله غده ریزی است که گیاه نیاز زیادی به فسفر دارد در طول بخشی از فصل رشد، رشد شاخ و برگ و غده بطور همزمان جلو می‌رود که نشانگر رابطه‌ی میان آنهاست د این مرحله پاسخ گیاه به مصرف پتاسیم و نیتروژن زیاد است و گیاه سرشاخه زیادی تولید می کند رشد غده در اول فصل با توسعه گسترده شاخ و برگ و در آخر فصل با رشد کمتر شاخ و برگ ارتباط دارد کمبود پتاسیم در مرحله درشت شدن غده ها موجب کاهش اندازه غده شده والگوی رشد دونوع سیب‌زمینی زودرس و دیررس در شکل ۴ نشان داده شده است



شکل ۴- رشد شاخ و برگ و غده محصول زودرس و دیررس سیب زمینی در طول دوره رشد

ـــــ خطوط پر رشد شاخ و برگ ۱ - رقم زودرس

- - - خطوط مقطع ، رشد غده ۲ - رقم دیررس

ویژگی‌های محصول زودرس عبارتند از: رشد متوسط شاخ و برگ، رشد زودتر غده، رسیدگی زودتر و عملکرد نسبتاً کمتر . این محصول در دوره زمانی نسبتاً کوتاه، عملکرد نسبتاً بالایی تولید می‌کند. ویژگی‌های محصول دیررس عبارتند از: رشد زیاد شاخ و برگ، رشد غده آن دیرتر شروع شده و رسیدگی آن نیز دیرتر است . عملکرد غده این محصول به دلیل طولانی بودن زمان رشد نسبت به محصول زودرس، معمولاً بیشتر است . نوع محصول بستگی به فصل رشد دارد. اگر فصل رشد کوتاه باشد برداشت محصول باید زودتر انجام شود. برعکس اگر فصل رشد موجود طولانی است، انتخاب گیاه دیررس برای کاشت بهتر است. به منظور دستیابی به بالاترین عملکرد ممکن، نحوه رشد محصول باید با طول زمان موجود برای رشد هماهنگ باشد. اما استفاده از محصول دیررس ممکن است مخاطره‌آمیز باشد. مثلاً اگر محصول دیررس نتواند از بخش انتهایی دوره رشد موجود بواسطه وقوع خشکی، بیماری قارچی (late blight) و غیره استفاده کند، عملکرد ممکن است به مقدار زیادی کاهش یافته و محصول فرآورده‌های آسیمیلاسیون را که برای ازدیاد عملکرد غده در اواخر فصل رشد مورد استفاده واقع نشده است در رشد شاخ و برگ به هدر دهد و چون پر شدن غده به طور فیزیولوژیک پایان نمی‌یابد احتمال دارد میزان نیترات و قندهای احیایی در چنین شرایطی افزایش یابند. کود مصرفی برای محصول زودرس نسبت به محصول دیررس متفاوت است. در محصول زودرس میزان کود نیتروژنه به نصف، کود فسفره و کود پتاسیمی به دو سوم کاهش می‌یابد.

عملکرد و کیفیت غده سیب زمینی تحت تأثیر رقم، آب و هوا، وضعیت حاصلخیزی خاک، نوع و مقدار مصرف کودهای آلی و شیمیایی است. عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی بستگی به تغذیه متعادل کود دارد . اگر کود (بویژه نیتروژن) بیش از حد مصرف شود، رشد شاخ و برگ زیاد شده و تشکیل و رسیدگی غده به تأخیر می‌افتد. تأخیر در تشکیل و رسیدگی غده سبب کاهش نشاسته و افزایش قندهای احیایی گردیده و کیفیت غده برای فرآیندهای بعدی نامناسب می‌شود. کشاورزان خبره سیب‌زمینی می‌دانند که مقدار کود و زمان مصرف آن با در نظر گرفتن منطقه کشت سیب زمینی، طول دوره رشد و تقاضای بازار تا چه اندازه حیاتی است. از آنجایی که معمولاً سیب‌زمینی در اراضی با بافت سبک و مواد آلی کم کشت می‌گردد و خاکهای سبک (شن لومی یا لوم شنی) بطور طبیعی از نظر مواد غذایی فقیر هستند بنابراین لازم است مقادیر زیادی کود برای تأمین نیاز غذایی سیب‌زمینی مصرف شودمصرف کود طی سالهای متمادی باعث تغییر قابل ملاحظه در

میزان بعضی از عناصر غذایی در خاک می شود و به این دلیل است که برنامه کوددهی سیب‌زمینی بایستی بر اساس آزمون خاک، تجزیه بافت، عملکرد مورد انتظار، میزان برداشت عناصر غذایی از خاک، نوع محصول(زودرس ـ دیررس) استوار باشد.حدود مقدار مواد غذایی که بوسیله محصول سیب‌زمینی از خاک جذب می‌گردد در جدول۳ نشان داده شده است.معمولاً با دو برابر شدن محصول، جذب مواد غذایی نیز دو برابر می‌شود. شاخ و برگ قسمتی از مواد غذایی مورد نیاز تولید را جذب می‌کنند و بقیه به هنگام برداشت، بوسیله غده از زمین خارج می‌شود.

جدول۳-میزان نسبی جذب عناصر غذایی بوسیله شاخ و برگ و غده‌ی سیب‌زمینی تابعی از محصول

عنصر غذایی		شاخ و برگ (کیلوگرم در هکتار)	تولید غده سیب‌زمینی (تن در هکتار)				
			۲۲/۴	۳۳/۶	۴۴/۸	۵۶/۰	۶۷/۲
نیتروژن	(N)	۱۰۱	۹۶	۱۴۳	۱۹۲	۲۴۰	۲۸۲
فسفر	(P)	۱۲/۳	۱۳	۱۹	۲۶	۳۱	۳۹
پتاسیم	(K)	۸۴	۱۰۸	۱۶۱	۲۱۵	۲۶۹	۳۲۳
کلسیم	(Ca)	۴۸	۳/۴	۴/۹	۶/۶	۸/۳	۱۰
منیزیم	(Mg)	۲۸	۶/۶	۱۰	۱۳	۱۷	۲۰
گوگرد	(S)	ــ	۹/۹	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰
روی	(Zn)	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۲۵
منگنز	(Mn)	۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۹
آهن	(Fe)	۲/۵	۰/۶۰	۰/۹	۱/۲	۱/۵	۱/۸
مس	(Cu)	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۳
بُر	(B)	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۸

اقتباس از: **University of Minnesota ،Extension Service (1991)** (۵)

هدف از ارائه جدول ۳ نشان دادن جذب نسبی عناصر ضروری برای رشد و تولید سیب‌زمینی است و نمی‌توان توصیه‌های کودی را بر مبنای آن انجام داد ولی این جدول می‌تواند پایه‌ای برای توصیه کودی سیب‌زمینی استفاده شود.

تجزیه خاک قبل از کشت، بهترین اطلاعات مورد نیاز برای تشخیص عکس العمل گیاه به کود مصرف شده را فراهم می‌کند. در طول فصل برای تعیین وضعیت عناصر غذایی و یا هر گونه ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در سیب‌زمینی، از تجزیه گیاه استفاده می شود . این روش برای تعیین سطح نیتروژن نیز بکار می‌رود.

تهیه نمونه گیاه از دمبرگ اولین برگ کاملاً توسعه یافته از بالا (معمولاً چهارمین برگ از بالا) صورت می‌گیرد و حداقل ۴۰ دمبرگ برای هر نمونه گیاه و سه نمونه از هر مزرعه مورد نیاز می‌باشد. میزان نیتروژن واقعی دمبرگ بستگی به زمان نمونه‌برداری، رقم و منطقه دارد. در جدول ۱۹، غلظت مطلوب عناصر غذایی در برگ بالغ جوان (چهارمین برگ از بالا)، ۵۵-۴۵ روز پس از جوانه زدن نشان داده شده است.

جدول ۴- غلظت مطلوب عناصر غذایی در برگ‌های بالغ

نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	گوگرد	آهن	روی	مس	منگنز	بـُر	مولیبدن
٪						ppm					
۵/۰	۰/۳	۴/۵	۰/۶	۰/۳۹	۰/۲	۵۱	۲۵	۶	۵۰	۲۱	۱

اقتباس از: **Extension Service (1991)** و **University of Minnesota**

از آنجایی که سیب‌زمینی دارای ریشه‌های کم عمق بوده و بیشترین آنها در لایه ۳۰-۰ سانتی‌متری قرار دارند بنابراین مصرف کود در عمق ۵ سانتی متری زیر و ۷/۵-۵ سانتی‌متری کنار غده‌ها کارآیی خوبی خواهد داشت. برای کاربرد میزان کود مؤثر بایستی عملکرد مورد انتظار نهایی تعیین گردد. معمولاً عملکرد مورد انتظار مزرعه، حداقل ۲۰-۱۵ درصد بیشتر از متوسط عملکرد ۵ سال گذشته آن مزرعه می‌باشد.

۵-۱- ۴- نیتروژن مورد نیاز سیب زمینی

تحقیقات نشان داده است که آب و نیتروژن گلوگاه اصلی تولیدات کشاورزی، بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، هستند . در این مناطق نیتروژن نخسیتن عنصری است که کمبود آن مطرح است زیرا در این مناطق مقدار مواد آلی خاک که عمده ترین منبع تامین کننده نیتروژن هستند، به دلائل مختلف از جمله بارندگی کم، تناوب زراعی نامناسب، پوشش گیاهی ناچیز و عدم مصرف کودهای حیوانی و کود سبز کم است . مقدار نیتروژن لازم برای سیب زمینی بستگی به هدف از تولید و شرایط خاک دارد . سیب‌زمینی‌هایی که برای زودرسی کاشته می‌شوند (در شهرهای گرگا ن و عجب شیر) به نیتروژن کمتری نیاز دارند و برای سیب زمینی دیررس (در شهرهای اردبیل ، همدان و فریدن) نیتروژن بیشتری لازم است. مقدار مصرف کود نیتروژنه در هلند برای محصول

زودرس تقریباً نصف محصول دیررس می‌باشد. 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 گردد. در جاهایی‌که توصیه کود نیتروژنه از طریق آزمون خاک صورت نمی‌گیرد بهتر است توصیه با توجه به محصول قبلی باشد . مصرف نیتروژن می‌تواند در زمین‌هایی که قبلاً لگوم (گیاهان خانواده لگومیناسه مانند یونجه، شبدر، اسپرس، باقلا) کشت شده است کمتر باشد . میزان نیتروژنی که بوسیله مزرعه یونجه به زمین برمی‌گردد بستگی به میزان یونجه برگردانده شده به خاک دارد. اگر ۱۰۰-۸۰ درصد یونجه به خاک برگردانده شود حدود ۱۵۰-۱۱۰ کیلوگرم نیتروژن به خاک اضافه می‌شود، اگر ۸۰-۶۰ درصد یونجه به خاک برگردانده شود حدود ۱۱۰-۶۵ کیلوگرم نیتروژن به خاک اضافه می‌کند. اگر ۶۰-۰ درصد یونجه به خاک برگردانده شود ۶۵-۰ کیلوگرم نیتروژن به خاک اضافه می‌شود. باقلا و انواع لوبیاها حدود ۳۳ کیلوگرم نیتروژن به خاک اضافه می‌نماید. پیشنهاد شده است که اعداد و ارقام یاد شده برای سال اول است . میزان نیتروژن تامین شده بوسیله لگوم در سال دوم را می‌توان یک دوم سال اول منظور نمود. از طرف دیگر توصیه شده است بازاء هر تن کود دامی (گاوی و گوسفندی) افزوده شده به خاک، مقدار ۲/۵-۱/۵ کیلوگرم از نیتروژن خالص مورد نیاز گیاه کاسته شود . کود مرغی تقریباً ۲ برابر کود گاوی و گوسفندی نیتروژن دارد . بطور کلی بهترین راه تعیین نیتروژن مورد نیاز سیب‌زمینی، آزمون خاک با در نظر گرفتن عملکرد مورد انتظار است . وقتی برآورد کود نیتروژنه بر مبنای آزمون خاک انجام می‌شود نیازی به منظور نمودن کشت قبلی نخواهد بود و لیکن میزان نیتروژن اضافه شده از طریق کودهای دامی (گاوی، گوسفندی و مرغی) و یا دیگر مواد آلی که پس از تهیه نمونه خاک به زمین اضافه می‌شود بایستی در نظر گرفته شود. در بعضی ایالت‌های امریکا توصیه کود نیتروژنه بر اساس عملکرد مورد انتظار و کشت قبلی صورت می‌گیرد زیرا خاک‌ها عمدتاً شنی بوده و میزان نیتروژن آنها بسیار کم است (منتظری و علیزاده، ۱۳۷۸).

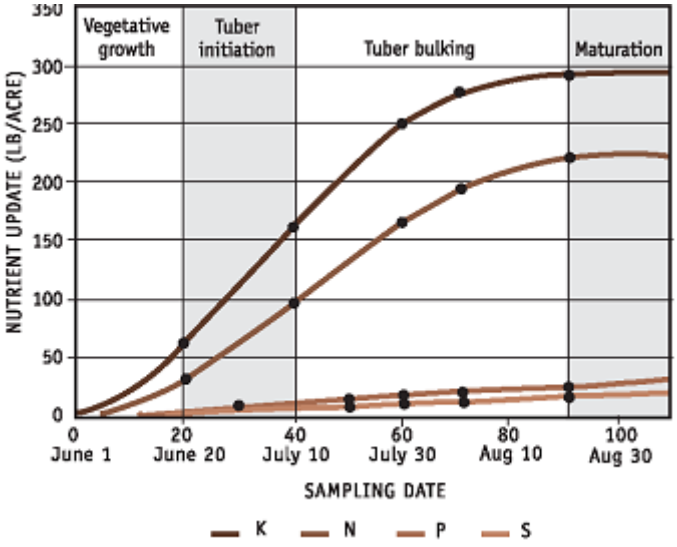
اصولاً مدیریت مصرف کود نیتروژنه از نظر تولید و آلودگی محیط زیست از اهمیت زیادی برخوردار است (منتظری و علیز اده، ۱۳۷۸). نیتروژن یک عنصر مهم در ترکیب پروتئین است که موجب رشد بافت‌های مریستم را موجب می شود . این بافت ها دارای بسیاری از پروتئین‌ها بوده و در رشد شاخه‌ها نقش مهمی ایفا می نماید . بر اساس اطلاعات به دست آمده از مشاهدات مکرر بر روی سیب‌زمینی در مناطق معتد له نیتروژن

تأثیر خیلی مشخصی بر روی رشد محصول دارد و هم چنین در تیپ رشد نیز تاثیر می‌گذارد و مقدار مورد نیاز آن بستگی به نوع و تیپ خاک و هم چنین شرایط آب و هوایی و فصل رشد گیاه دارد. سیب‌زمینی در اوایل رشد برای افزایش شاخه و برگ و دستیابی به حداکثر فتوسنتز نیاز به نیتروژن زیاد دارد ولی مصرف کود نیتروژنه به ویژه در اواخر رشد موجب تشکیل شاخه و برگ و رشد سبزینه‌ای بیشتر و توسعه کمتر غده ها و همچنین کاهش کیفیت آن می‌گردد. کمبود نیتروژن در خاکهای با pH بالا یا پایین، خاکهای شنی و سبک، خاکهای با مواد آلی کم، شرایط خشکی، بارندگی زیاد یا آبیاری سنگین و در خاکهائی که مقادیر زیادی مواد آلی نپوسیده به آنها اضافه شده است، دیده می شود .

نیتروژن به تشکیل رنگ سبز در گیاه کمک می کند . این سبزی که کلروفیل یا سبزینه نامیده می‌شود، عمل کربن گیری نبات را به عهده دارد. بنابر این نیتروژن رشد سریع و سلامت بوته را تأمین می نماید و موجب شادابی، ایجاد رنگ سبز طبیعی، نمو سریع نبات و ازدیاد ساقه و برگها، افزایش مقدار محصول می گردد. کمبود نیتروژن باعث تولید گیاهانی با رنگ سبز روشن یا رنگ پریده مایل به زرد با اندام های هوایی کوچک و سیخ و سفت شده با برگ‌های نامناسب و بلوغ زودرس و عملکرد پایین می‌شود. از آنجائی که نیتروژن از عناصر متحرک در گیاه است، علائم کمبود آن ابتدا از برگ های مسن پائینی شروع که با افزایش شدت کمبود این علائم در برگ های جوانتر نیز دیده می شود . رنگ پریدگی برگ‌های پیر از نوک و حاشیه برگ‌ها شروع می‌شود و گاهی سوختگی در برگ‌های پایینی دیده می‌شود. برگ‌های جوان به رنگ سبز و زرد دیده می‌شوند و رگبرگ‌ها سبز باقی مانده و بقیه قسمت‌ها زرد می‌شود. در کمبود شدید نیتروژن، رشد کم و یا توقف رشد حادث می‌گردد. در وحله اول به نظر می رسد غده‌بندی تحت تاثیر کمبود نیتروژن قرار نگرفته است و لیکن عملکرد پایین با غده های بسیار ریز از علائم کمبود آن می باشد . در این شرایط غده‌ها به بیماری‌ها حساس‌تر می‌شوند و سیب‌زمینی از نظر فرآیندهای تبدیلی به دلیل قند زیاد و ماده خشک کم، در موقعیت نامناسب قرار خ واهد داشت. بعضی وقت‌ها نیز مشاهده‌های عینی با نشانه های عوامل بیماری‌زا اشتباه می‌شود. بنابراین پیشنهاد شده است که کمبود و یا زیادی نیتروژن در بافت‌های گیاه اندازه‌گیری شود.

شکل۵ - علایم کمبود نیتروژن در برگ سیب زمینی

مصرف زیاده از حد نیتروژن باعث رشد کم ریشه شده و برگ‌ها لوله می شوند . مصرف زیادی آن بهنگام غده‌بندی ممکن است شروع غده‌بندی و رشد آنها را به تاخیر اندازد. مصرف زیاده از حد نیتروژن در اواسط یا اواخر مرحله متورم شدن غده ها، سبب تاخیر در رسیدگی غده‌ها و پیری زودرس اندام‌های هوایی می‌شود. در این حالت غده ها کوچک‌تر از غده‌های طبیعی بوده و افت عملکرد محصول مشاهده می‌گردد. غده‌ها بهنگام برداشت نارس بوده و تمایل به ابتلاء به بیماری لکه سیاه یا لهیدگی و کبود شدن داخلی و حساسیت به سایر آفات و بیماری‌ها بیشتر می‌شود. با مصرف زیاده از حد نیتروژن هنگام متورم شدن غده ها ماده خشک کاهش و میزان قندهای احیاء شده، پروتئین ونیترات افزایش می‌یابند. به طور کلی بدلیل تأثیر منفی مصرف زیاده از حد نیتروژن در تشکیل غده‌ها و افزایش نیترات آن مصرف نیتروژن پس از گلدهی بایستی با ملاحظه کامل انجام شود و مخصوصاً در اواسط مرحله سوم و مرحله چهارم رشد سیب‌زمینی صورت نگیرد تا تعادل بین رشد غده و شاخ و برگ برای تحصیل عملکرد زیاد با کیفیت مناسب حاصل شود (منتظری و علیزاده، ۱۳۷۸). همانطور که ملاحظه می‌شود حداکثر نیاز سیب‌زمینی به نیتروژن تا اواسط مرحله سوم رشد سیب‌زمینی است و کوددهی باید تا آن مرحله انجام و به پایان برسد.



شکل ۶- جذب کل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد توسط سیب‌زمینی در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی

نیتروژن مصرف شده در قبل از کشت ممکن است با باران شدید یا آب آبیاری اضافی از منطقه رشد ریشه خارج شده و سبب آلودگی آب های زیرزمینی از یک طرف و محصول کم به دلیل کمبود نیتروژن خاک گردد بهتر این است که کود نیتروژنه قبل از کاشت مصرف نگردد و مصرف آن از طریق سیستم آبیاری و از آبیاری دوم به بعد صورت گیرد چرا که تا خارج شدن غده از خاک سیب زمینی نیازی به نیتروژن ندارد و به دلیل حلالیت کامل کودهای نیتروژنه به راحتی از طریق سیستم آبیاری قابل مصرف است . پس بهتر است مقداری از کود نیتروژنه قبل از شروع فصل و همزمان با کاشت مصرف گردد ولی بقیه آن به صورت سرک و ترجیحا از طریق آب آبیاری مصرف گردد.

۵-۱-۵- نیتروژن و کیفیت سیب‌زمینی

مهم‌ترین ویژگیهای کیفی غده سیب‌زمینی شامل شکل و اندازه غده، عیب و نقص‌های ظاهری، خسارت‌های وارده به غده، درصد ماده خشک، مقدار قندهای احیایی، بد رنگ شدن پس از پوست کندن، حساسیت به لکه سیاه و بد رنگ شدن پس از پخت می‌باشد. تعداد ساقه در مترمربع (بهترین تعداد برای سیب زمینی خو راکی ۲۰ و برای

سیب‌زمینی بذری ۳۰ عدد در مترمربع می‌باشد) و مصرف بیش از حد نیتروژن در شکل و اندازه غده‌ها تأثیر می‌گذارند. درصد ماده خشک تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله مواد معدنی قرار می‌گیرد. عموماً عواملی که رشد شاخ و برگ را تحریک می کنند درصد ماده خشک را کاهش می‌دهند و عواملی که رشد غده را تحریک می‌کنند درصد ماده خشک را افزایش می‌دهند. بسیاری از محققین دریافته‌اند که استفاده نابجا و مناسب نیتروژن می تواند میزان ماده خشک موجود در غده را افزایش دهد در حالیکه مقادیر زیاد نیتروژن مخصوصاً در مراحل انتهایی رشد به‌دلیل افزایش دوره سبزماندن و کاهش انتقال مواد به غده ها می‌تواند تاثیر منفی بجا می‌گذارد. بدین‌معنی که اگر اندام‌های هوایی بصورت انبوه یا ضعیف باشند مواد خشک موجود غده ندرتاً بالا خواهد رفت و رشد مطلوب اندام‌های هوایی برای ساختن بالاترین میزان ماده خشک‌در بین این دو حد قرار می‌گیرد. مقدار قندهای احیایی با افزایش مصرف نیتروژن بالا می‌رود که برای تولید چیپس، سیب زمینی سرخ کرده عامل منفی بشمار می‌رود. برای دستیابی به غده‌هایی که دارای مقدار کم قندهای احیایی باشند، تلاش در جهت حصول رشد منظم و یکنواخت ولی‌نه‌خیلی زیاد شاخ و برگ و رسیدگی طبیعی شاخ و برگ حایز اهمیت است پتاسیم مقدار قندهای احیایی را کاهش می‌دهد ولی مقدار ماده خشک نیز رو به کاهش می‌گذارد. زارعین بایستی در ترکیب معقولی از عوامل فوق تلاش کنند. فسفر باعث افزایش قندهای احیایی میگردد که این موضوع به‌دلیل ترجیح ذخیره گلوکز در شرایط مصرف فسفر در مقایسه با سایر قندها دانستند. یکی از مهم ترین عوامل در افزایش قندهای احیایی عدم بلوغ غده و برداشت زودهنگام سیب‌زمینی می باشد . در شرایط برداشت زودتر فرصت کافی برای تبدیل قندهای انتقال یافته در غده به نشاسته فراهم نمی‌شود و در نتیجه میزان قندهای احیایی غده افزایش می‌یابد. تمام عواملی که مقدار ماده خشک را کاهش می‌دهند مثل مصرف مقدار زیادی پتاسیم و نیتروژن یا برداشت غده‌های نارس، حساسیت به لکه سیاه را نیز کاهش خواهند دادبد رنگ شدن سیب زمینی پس از پخت با مصرف زیاده‌از حد نیتروژن افزایش و با مصرف پتاسیم بیشتر کاهش می‌یابد.

۵-۱-۶-محاسبه نیتروژن مورد نیاز سیب زمینی

محصول سیب‌زمینی در مرحله پر شدن غده (مرحله سوم و چهارم رشد) به روزانه ۴/۵ کیلوگرم ازت خالص در هکتار نیاز دارد چرا که در این مرحله میزان تولید غده سیب - زمینی به ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم نیز می‌رسد البته زمان نیاز به حداکثر نیتروژن به خصوصیات

رقم مانندتراکم ریشه و زمان لازم برای رسیدن غده بستگی دارد. بنابراین لازم است در این مرحله از رشد سیبزمینی نیتروژن کافی در دسترس گیاه قرار داشته باشد از طرفی نیتروژن اضافی در این مرحله باعث افزایش اندازه غدهمیشدن آن و افزایش صدمات مکانیکی میگردد و رسیدگی غدها را به تأخیر انداخته و پوستگیری مناسب و در نتیجه خاصیت انباری محصول تولید شده را به تأخیر میاندازد پس مدیریت صحیح نیتروژن در کیفیت سیب زمینی بسیار ضروری میباشد. نیتروژن مورد نیاز سیب زمینی در جدول۲ برآورد شده است . برای محاسبه میزان نیتروژن مورد نیاز سیب زمینیپس از برآورد عملکرد مورد انتظار مزرعه،صد کربن آلی موجود در خاک را در ستون اول عمودی از پیدا نموده و عملکرد مورد انتظار را در سطر اول افقی انتخاب مینماییم از تقاطع این دو ستون نیاز سیب زمینی به کود نیتروژنه برآورد میگردد . در حالتی که از کود دامی استفاده شده باشد مقدارنیتروژنموجود در کود دامی میبایستی از مقدار نیتروژن برآورده شده کسر گردد.بهطور تقریبی، و تن کود گاوی یا گوسفندی ۲ کیلو گرم نیتروژن خالص و هر تن کود مرغی۵ کیلوگرم کود نیتروژنخالص دارد.

جدول۴- برآورد اوره مورد نیاز سیب زمینی بر حسب کیلوگرم در هکتار

کربن آلی	عملکرد غده (تن در هکتار)							
خاک (٪)	>۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰
=<۰/۱	۴۰۰	۳۶۰	۳۵۵	۳۵۵	۳۴۰	۳۱۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰
۰/۲	۴۰۰	۳۶۰	۳۵۵	۳۴۵	۳۲۵	۲۹۵	۲۶۵	۲۳۵	۲۰۵
۰/۳	۴۰۰	۳۶۰	۳۵۰	۳۴۰	۳۱۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰	۱۹۰
۰/۴	۴۰۰	۳۵۵	۳۵۵	۳۲۵	۲۹۵	۲۶۵	۲۳۵	۲۰۵	۱۷۵
۰/۵	۳۹۵	۳۵۰	۳۴۰	۳۱۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰
۰/۶	۳۸۵	۳۴۵	۳۲۵	۲۹۵	۲۶۵	۲۳۵	۲۰۵	۱۷۵	۱۴۵
۰/۷	۳۸۰	۳۴۰	۳۱۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰
۰/۸	۳۷۰	۳۲۵	۲۹۵	۲۶۵	۲۳۵	۲۰۵	۱۷۵	۱۴۵	۱۲۰
۰/۹	۳۵۵	۳۱۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۲۰
۱/۰	۳۴۰	۲۹۵	۲۶۵	۲۳۵	۲۰۵	۱۷۵	۱۴۵	۱۲۰	۱۲۰
۱/۱	۳۲۰	۲۸۰	۲۵۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۲۰	۱۲۰
۱/۲		۲۶۵	۲۳۵	۲۰۵	۱۷۵	۱۴۵	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
۱/۳		۲۵۰	۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
۱/۴		۲۳۵	۲۰۵	۱۷۵	۱۴۵	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
۱/۵		۲۲۰	۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
۱/۶		۲۰۵	۱۷۵	۱۴۵	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
۱/۷		۱۹۰	۱۶۰	۱۳۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
۱/۸		۱۷۵	۱۴۵	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
۱/۹		۱۶۰	۱۳۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
=>۲/۰		۱۴۵	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰

برای سهولت کار، به جای نیتروژ ن خالص، برای کود اوره تنظیم شده است که می‌توان به کمک فرمول‌های ذیل به سایر کودهای نیتروژنه تبدیل نمود.

مقدار کود بر حسب سولفات آمونیوم = ۲/۲ × مقدار کود اوره به دست آمده از جدول

مقدار کود بر حسب نیترات آمونیوم = ۱/۵ × مقدار کود اوره به دست آمده از جدول

برای مصرف کود نیتروژنه بهتر است از روش نیترات پای بوته استفاده شود در چنین شرایطی از جدول زیر می‌توان برای توصیه کودی نیتروژن استفاده کرد.

جدول ۵- نیتروژن توصیه شده برای سیب‌زمینی بر اساس نیترات خاک در کلرادو آمریکا (برای ۴۵ تن در هکتار عملکرد)

غلظت نیترات خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک خشک)	کیلوگرم ازت خالص بر هکتار
۰-۱۸	۱۶۰
۱۹-۲۴	۱۵۰
۲۵-۳۰	۱۴۰
۳۱-۳۶	۱۳۰
>۳۶	۱۲۰

۵-۱-۷- زمان مصرف کودهای نیتروژنه در زراعت سیب‌زمینی

مصرف نیتروژن توسط گیاه در تمام طول رشد انجام می گیرد اما جذب آن زمانی‌که گیاه شاخ و برگ مناسب تولید نمود، سریع‌تر می‌شود و این زمانی است که ارتفاع شاخه و برگ به ۲۰-۱۵ سانتی‌متری رسیده است (تقریباً ۴۰ روز پس از کشت). با توجه به خطر آبشویی (مثلاً در خاک‌های سبک، در شرایط آبیاری سنگین یا وقوع باران سنگین) و یا احتمال تخلیه رطوبت و خشکیدگی بدلیل رشد سریع بخش هوایی، مصرف نیتروژن بهتر است به صورت تقسیط صورت پذیرد. در زراعت های تحت سیستم آبیاری بارانی، نیتروژن به مقدار کم و با هر دفعه آبیاری به مصرف می رسد، این عمل تا حدود ۴ هفته قبل از بین رفتن شاخ و برگ ادامه می یابد. مقداری از نیتروژن را می‌توان با کودهای قبل از کاشت بصورت نواری مصرف نمود. در این حالت اگر از اوره یا دی‌آمونیوم فسفات استفاده شود مقدار نیتروژن خالص نبایستی از ۴۵ کیلوگرم در هکتار تجاوز نماید. در ایالت اورگان امریکا مصرف ۱۱۰-۶۵ کیلوگرم نیتروژن خالص بصورت نواری، قبل از کشت توصیه شده

است. مصرف کود اوره در این مرحله به دلیل امکان صدمه زدن به غده‌های بذری توصیه نشده است. در ایران بهتر است یک چهارم کود نیتروژنه قبل از کاشت مصرف گردد و مابقی به نسبت‌های ۳۵، ۴۵ و ۲۰ درصد در مراحل رشد رویشی (۳۰ روز بعد از کشت)، تشکیل و پر شدن غده (۵۰ روز بعد از کشت) و مرحله بلوغ غده (۸۹ روز بعد از کشت) در ارقام دیررس سیب‌زمینی با حدود ۱۲۰ روز دوره رشد مصرف گردد . در ارقام زودرس با رعایت این نسبت‌ها در مراحل فوق فقط تعداد روز بعد از کاشت متفاوت خواهد بود. مصرف نیتروژن به همراه آب آبیاری از آسان‌ترین روش‌های تقسیط نیتروژن با راندمان خوب برای تولید سیب‌زمینی با کمیت و کیفیت مناسب می‌باشد. می‌توان از تجزیه دمبرگ یا خاک برای تعیین وضعیت نیتروژن مزرعه در طی فصل رشد استفاده نمود . اگر میزان نیتروژن دمبرگ کم باشد و یا مقدار آن بالای متوسط را نشان دهد می توان در آبیا ری بعدی نیتروژن مصرف نمود. حداکثر مقدار نیتروژن مصرفی در هر نوبت آبیاری نبایستی از ۲۲ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بیشتر باشد.

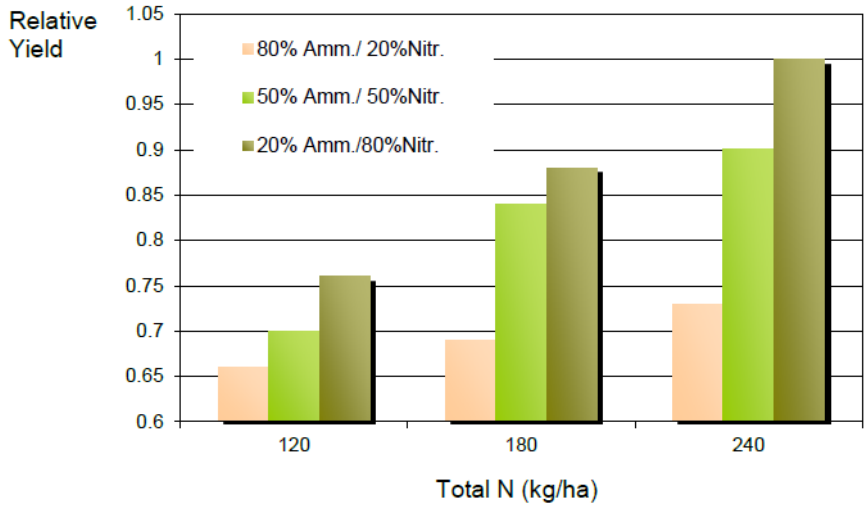
بطور خلاصه، از آنجائیکه سیب‌زمینی در سه تا چهار هفته پس از کشت نیاز شدیدی به نیتروژن ندارد، برای جلوگیری از آبشویی به ویژه در شرایط خاک های سبک، آبیاری سنگین و یا وقوع باران سنگین در این فصل حداکثر مصرف ۴۵ کیلوگرم نیتروژن خالص بصورت نواری از منبع کودی که تمام یا بیشتر آن حاوی آمونیوم (یا اوره) باشد بهنگام کشت توصیه می‌گردد. بقیه کود نیتروژنه بین ۳ الی ۵ هفته بعداز سبز شدن بهنگام خاک‌دهی پای بوته‌ها بصورت جایگذاری یا پخش سطحی مصرف شود. در زراعت‌های تحت سیستم آبیاری بارانی مصرف نیتروژن به همراه آب آبیاری حداکثر تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در هر نوبت آبیاری و از زمان سبزشدن کامل تا پایان گلدهی و اوایل مرحله پنجم رشد سیب‌زمینی توصیه می‌شود. توصیه می‌گردد بعد از این مرحله از مصرف کود نیتروژنه خودداری شود چرا که مصرف نیتروژن بیشتر منجر به تأخیر بلوغ و پوست گیری غده و افت کیفیت و خاصیت انباری آن می‌گردد.

۵-۱-۸- نوع کود نیتروژنه در زراعت سیب‌زمینی

با توجه به اینکه عکس‌العمل سیب‌زمینی به انواع کودهای نیتروژنه تقریباً مشابه بوده و بین آنها تفاوت اندکی مشاهده می شود قیمت نسبی منبع کودی می تواند عامل تعیین‌کننده باشد. بنابراین بهترین منبع کودی معمولاً اقتصادی‌ترین آنها است مگر آنکه

حالت خاصی وجود داشته باشد. برای مثال اگر کمبود نیتروژن در مزرعه مشاهده شود بهتر است از کود نیتروژنه حاوی نیترات مانند نیترات آمونیوم و یا نیترات پتاسیم استفاده شود تا نیتروژن به سرعت در اختیار گیاه قرار گیرد. نوع کود نیتروژنه قبل از کشت یا هنگام کشت، بهتر است از منبع کودی باشد که تمام یا بیشتر آن حاوی آمونیوم (یا اوره) است . بیشتر مطالعات انجام شده مصرف قسمتی از کود نیتروژنه به همراه کود فسفره مانند منوآمونیوم فسفات یا دی‌آمونیوم فسفات یا کود کامل را توصیه می‌نمایند.

در زراعت سیب‌زمینی رعایت نسبت مناسب آمونیم به نیترات در دوره رشد بسیار مهم است. غلظت بالاتر آمونیم در زمان رشد باعث کاهش اسیدیته خاک و افزایش بیماری رایزوکتونیا می گردد. غلظت بالاتر نیترات در زمان رشد منجر به جذب بیشتر عناصری مانند کلسیم، پتاسیم و منیزیم که برای افزایش وزن مخصوص غدها ضروری هستند می‌شود. غلظت بالاتر آمونیم به‌علت آزاد کردن آمونیاک برای گیاه بسیار سمی است و در غلظت ۱۲ میلی‌مولار آمونیم عملکرد و رشد سیب‌زمینی به‌میزان ۷۰ درصد کاهش پیدا می‌کند.



شکل ۷- تأثیر نسبت آمونیم به نیترات بر عملکرد نسبی سیب‌زمینی

۵-۱-۹- روش های کاربرد کودهای نیتروژنه در زراعت سیب‌زمینی

مطالعات نشان می‌دهد که وقتی سولفات آمونیوم در عمق ۱۵ سانتی متری به فاصله ۱۵ سانتی‌متر از بذر بصورت نواری مصرف شود در مقایسه با پخش سطحی آن با

خاک ۲۰-۱۵ سانتی‌متری، اثرات نامناسب‌تری داشت (۷). از نظر اقتصادی نیز پخش سطحی بهتر از پخش نواری بود. در کالیفرنیا تفاوتی بین پخش سطحی و پخش نواری مشاهده نشد. تحقیقات انجام شده در نیویورک نشان داد که وقتی اوره به طریق نواری در فاروها در مجاورت و تماس با غده‌ها جایگذاری نمودند جوانه‌زنی و رشد زود هنگام را به تأخیر انداخت ولی وقتی نیترات آمونیوم با بذر تماس داشت مشکلی بوجود نیامد. مطالعات انجام شده در کانادا تاثیر منفی مصرف کود اوره در زیر بذر را به دلیل آزاد شدن مقادیر زیادی گاز آمونیاک در یک مدت زمان کوتاه در اثر فعالیت بیولوژیکی تبدیل نیتروژن اوره به نیتروژن آمونیومی و تاثیر سوء آن بر ریشه های تازه جوانه زده عنوان نموده است . بنابراین جایگذاری کود فسفره حاوی نیتروژن در فاصله ۷ سانتی‌متری کنار و ۷ سانتی - متری زیرآن را بصورت نواری و مصرف بقیه کود نیتروژنه قبل از کشت، بصورت پخش سطحی با خاک عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متری بلافاصله قبل از کشت توصیه می‌گردد.

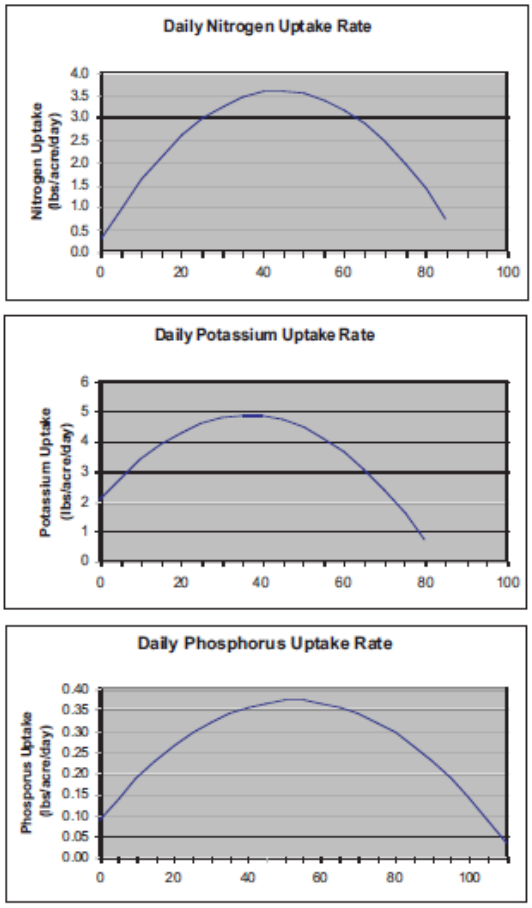
پخش نیتروژن در سطح خاک و در معرض نور خورشید برای مدت طولانی موجب تصعید و در نتیجه اتلاف بخش قابل توجهی از نیتروژن مصرفی می گردد. توصیه کلی برای مصرف کلیه کودهائی که در خاک مصرف می شوند، از جمله کودهای نیتروژنه، مصرف آنها به صورت نواری است. با این روش علاوه بر این که مقدار کمتری کود مصرف می شود ، از تصعید آن نیز جلوگیری می گردد. کودها را می توان توسط کودکار – بذرکارهای مناسب در عمق و فاصلهٔ مناسبی از بذر قرار داد. فاصله تقریبی کودها ۷ سانتیمتر کنار و ۷ سانتیمتر زیر بذر است. در مورد سرک نیتروژن نیز می توان آن را همزمان با سله شکنی (کولتیواتور زدن) انجام داد. دلیل آن اینست که اولا گیاهان از جمله سیب زمینی فرم نیتراتی نیتروژن را به فرم آمونیومی آن ترجیح می دهند و برای تبدیل نیتروژن آمونیومی به نیتروژن نیتراتی اکسیژن لازم است . سله شکنی راهی مفید برای تأمین اکسیژن است. ثانیا با انجام این عمل کودها در کنار ر یشه ها قرار گرفته ودر نتیجه قابلیت استفاده آن ها بالا می‌رود.

کود سرک سیب‌زمینی حدود ۳ الی ۵ هفته بعد از سبز شدن به صورت جایگذاری یا پخش سطحی به هنگام خاکدهی پای بوته ها مناسب‌تر می‌باشد . در زراعت های تحت سیستم آبیاری بارانی در هر نوبت آبیاری مقداری کود نیتروژنه (حداکثر ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) توصیه می‌شود.

۵-۱-۲- توصیه فسفر در سیب زمینی

فسفر برای توسعه اولیه ریشه و اندام هوایی ضروری است و انرژی لازم را برای فرایندهای جذب و انتقال سایر عنصر غذایی فراهم می نماید .واکنش عملکرد غده سیب‌زمینی به این عنصر مخصوصاً اگر خاک از نظر فسفر فقیر باشد، قابل توجه است . اگر مصرف نیتروژن و پتاسیم افزایش یابد. مصرف فسفر نیز افزایش می‌یابد. فسفر در نمو اولیه و غده‌بندی زود هنگام نقش دارد. گزارش شده است که فسفر تعداد غده‌های تولید شده به ازای هر بوته را افزایش می‌دهد. چون ممکن است فسفر میزان آلودگی ویروسی را کاهش دهد، میزان نسبتاً زیادی فسفر به زراعت سیب زمینی داده می‌شود. فقط فسفر حل شده در محلول خاک جذب می‌شود بنابراین حتی در شرایط فسفر کافی خاک عواملی مانند تنش کمبود آب، دمای پایین خاک و بیماریها با مانع شدن از انتقال فسفر به ریشه از جذب ان جلوگیری می‌کنند و از توسعه ریشه و کارکرد مطلوب آن جلوگیری می کنند . در زمان تشکیل غده فسفر برای افزایش تعداد غده سیب‌زمینی بسیار ضروری است و بعد از آن ودر مرحله چهار رشد سیب‌زمینی برای تشکیل انتقال و ذخیره نیتروژن ضروری است . میزان مصرف فسفر اغلب ۱۰۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار است ولی در خاکهای با قدرت تثبیت فسفر بالا (مانند خاک‌های آهکی)، فسفر به مقدار بیشتری مورد نیاز می‌باشد.

فسفر در سراسر طول رشد جذب گیاه می‌شود ولی درست مثل نیتروژن، وقتی که شاخه و برگ رشد سریعی دارند سرعت جذب آن بیشتر است (شکل ۲). فسفر در گیاه سیب‌زمینی بسرعت جذب نمی‌شود ولی با این همه اطمینان از این جهت که این ماده در دسترس گیاه است بسیار مهم می باشد. در خاک‌های آهکی قسمت اعظم کودهای فسفره اضافه شده به خاک بصورت فسفات های کلسیم رسوب نموده و به شکل غیر محلول در می‌آیند که به تدریج مقادیری از این فسفات‌ها می‌توانند مجدداً به حالت محلول در آمده و قسمتی از نیاز گیاه را برآورده سازند.



شکل ۸- سرعت جذب روزانه ناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در محصول سیب‌زمینی

بیشتر خاک‌هایی که به کشت سیب‌زمینی اختصاص داده می شود فقط مقدار کمی از فسفر مورد نیاز سیب‌زمینی را آزاد می‌کنند. واکنش خاک تاثیر زیادی بر قابلیت جذب فسفر دارد قابلیت جذب فسفر در پهاش ۷/۰-۶/۵ حداکثر است در پ.هاش بیشتر از ۷/۲ تا ۸/۵ تثبیت فسفر بصورت فسفاتهای کلسیم حادث میشود و در پ .هاش ۶/۰ قابلیت جذب فسفر بدلیل وجود فسفاتهای آهن و آلومینیم کاهش میابد. برای کاهش تثبیت فسفر و افزایش قابلیت جذب آن برای گیاه متوان: ۱ـ فسفر را در مقادیر کم و در چند نوبت مصرف نمود تا مصرف یکباره آن۲- بایستی سعی کرد تماس کود و خاک کم شود . ۳- فسفر را در جائیکه ریشه‌های فعال وجود دارند جایگذاری نمود ۴- به خاک‌های اسیدی آهک اضافه نمود

آثار کمبود فسفر بصورت توقف رشد و سبزه تیره یا ارغوانی شدن برگ ها ظاهر می‌گردد سیب‌زمینی ممکن است این آثار را در اوایل بهار زمانیکه حرارت خاک کم است نمایان سازد (منتظری و علیزاده، ۱۳۷۸). کمبود فسفر در خاکهای آهکی به دلیل تثبیت آن به سهولت مشاهده می‌شود در این حالت برگ‌ها بقدر کافی بزرگ نشده و بصورت مجعد و فنجانی شکل در می‌آیند لبه برگ‌ها بطرف بالا لوله شده و زاویه اتصال برگ به ساقه با تشدید کمبود افزایش می‌یابد برگ‌ها به رنگ سبز تیره با لبه‌های احتمالا قهوه‌ای در آمده و برگهای پایینی می افتند. کمبود شدید با توقف رشد و لاغر بودن ساقه مشخص می گردد. مقدار ریشه کم شده و استولن‌های کمتر و کوچکتر پدید می‌آیند غده‌هایی با حلقه قهوه‌ای در داخل آن پدید می‌آیند. غده‌های دارای کمبود فسفر، بسیار کوچک بوده و قند آن زیاد و ماده خشک آن کم، بیش از حد رسیده می‌باشند و به بیماری‌ها حساس هستند. زیادی فسفر نیز عمدتاً به شکل کمبود عناصر کم مصرف بروز می‌کند. آهن و روی اولین عناصری هستند که تحت تأثیر زیادی فسفر قرار دارند. مصرف بیش از حد آن مخصوصاً اگر با شخم پاییزه به خاک داده شده باشد نه تنها اثری در افزایش محصول ندارد بلکه قسمت اعظم آن بصورت غیرقابل استفاده درخواهد آمد به عبارت دیگر دقیقاً مشابه شرایطی خواهد بود که کود فسفاته مصرف نشده است. میزان فسفر خاک در خاک‌های شنی با مصرف کودهای فسفاته به آسانی افزایش یابد ولی در خاک های دارای بافت ریز بالا بردن میزان فسفر خاک نیاز به مقدار بیشتری کود فسفره دارد. ساختمان مطلوب خاک در افزایش سرعت قابلیت جذب فسفر تأثیر زیادی دارد

شکل۹ – کمبود فسفر در سیب زمینی موجب کم رشدی و عدم غده ریزی کافی در بوته می شود

۵-۱-۲-۱- محاسبه فسفر مورد نیاز سیب زمینی

تجزیه خاک پایه و اساس تعیین کاربرد صحیح فسفر را تشکیل می دهد (صباح و همکاران، ۱۳۸۵، نعمتی، ۱۳۵۱ و۱۳۵۳، مهدوی و خراعی نژاد، ۱۳۵۵، علیزاده، ۱۳۷۸ ،

رئیسی راد ،۱۳۵۹). بهترین روش برای تعیین فسفر مورد نیاز گیاه آزمون خاک است . همچنین برای تصمیم گیری در مورد اینکه زراعت سیب زمینی در کجا واکنش اقتصادی به مصرف کود فسفره نخواهد داشت، تجزیه خاک وسیله مفیدی است. علاوه بر این تجزیه بافتهای گیاهی که قبلا در آن خاک کشت شده باشد می تواند به عنوان راهنمایی برای نیاز به مصرف کود فسفره در زراعت بعدی نیز مورد استفاده قرار گیرد . چنانچه تجزیه گیاه قبلی در طول فصل رشد مقدار فسفر را در سطح کافی و یا بالا نشان دهد نیاز به مصرف فسفر نیست. در مدل توصیه کودی برای محاسبه فسفر مورد نیاز سیب زمینی پس از برآورد عملکرد مورد انتظار در مزرعه و با داشتن میزان فسفر قابل جذب در خاک، از متن جدول۶ مطابق آنچه در مورد نیتروژن بیان گردید میزان فسفر مورد نیاز سیب زمینی برآورد می‌گردد. برای سهولت کار بجای فسفر، برای سوپر فسفات تریپل تنظیم شده است که توان با استفاده از فرمول های مندرج در صفحه بعد به سایر کودهای فسفاته تبدیل نمود

تذکر: نظر به اینکه دی آمونیوم فسفات حاوی ۱۸ درصد نیتروژن خالص است، در صورتی که از کود دی آمونیوم فسفات استفاده شود طبق فرمول زیر مقدار کود نیتروژنه مورد نیاز تعدیل می توصیه نهایی اوره= (۰/۳۹ × مقدار دی آمونیوم فسفات مصرفی – مقدار کود اوره از جدول۵

جدول۶- برآورد سوپر فسفات تریپل مورد نیاز سیب زمینی بر حسب کیلوگرم در هکتار(۱۳۸۱)

فسفر قابل جذب خاک ($mg.kg^{-1}$)	عملکردغده (تن در هکتار)							
	>۵۰	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰
=<۱	۳۶۰	۳۴۰	۳۲۰	۲۸۵	۲۵۰	۲۱۵	۱۸۰	۱۶۰
۲	۳۶۰	۳۴۰	۳۰۵	۲۷۰	۲۳۵	۲۰۰	۱۷۰	۱۵۰
۳	۳۶۰	۳۲۵	۲۹۰	۲۵۵	۲۲۰	۱۸۵	۱۶۰	۱۴۰
۴	۳۵۰	۳۱۵	۲۸۰	۲۴۵	۲۱۰	۱۷۵	۱۵۰	۱۳۰
۵	۳۴۰	۳۰۵	۲۷۰	۲۳۵	۲۰۰	۱۶۵	۱۴۰	۱۲۰
۶	۳۳۰	۲۹۵	۲۶۰	۲۲۵	۱۹۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۱۰
۷	۳۲۰	۲۸۵	۲۵۰	۲۱۵	۱۸۰	۱۴۵	۱۲۰	۱۰۰
۸	۳۰۰	۲۶۵	۲۴۰	۲۰۵	۱۷۰	۱۳۵	۱۱۰	۹۰
۹	۲۸۰	۲۴۵	۲۲۵	۱۹۵	۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۸۰
۱۰	۲۶۰	۲۲۵	۲۱۰	۱۸۵	۱۵۰	۱۱۵	۹۰	۷۰
۱۱	۲۴۰	۲۰۵	۱۹۵	۱۷۵	۱۴۰	۱۰۵	۸۰	۶۰
۱۲	۲۲۰	۱۸۵	۱۷۰	۱۶۰	۱۲۵	۹۵	۷۰	۵۰
۱۳	۲۰۰	۱۷۰	۱۵۵	۱۴۰	۱۱۰	۸۵	۶۰	۴۰
۱۴	۱۸۰	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰	۹۵	۷۵	۵۰	۴۰
۱۵	۱۶۰	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۴۰	۵۰
۱۶	۱۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۵۰	۵۰	۰
۱۷	۱۲۰	۱۰۰	۸۰	۶۰	۵۰	۰	۰	۰
۱۸	۱۰۰	۸۰	۶۰	۵۰	۰	۰	۰	۰
۱۹	۸۰	۶۰	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰	۶۰	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۱	۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
=>۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

۵-۱-۲-۲- زمان و روش مصرف کود فسفره

همانطوری‌که قبلاً بیان گردید برای تماس کمتر کود فسفره با خاک و در مجاورت ریشه گذاشتن آن بهتر است کود فسفره بصورت نواری در مزرعه توزیع گردد . نتایج تحقیقات مزرعه‌ای نشان داده است که مصرف کود فسفره بصورت نواری در زمان کشت موثرتر می‌باشد. بیشترین فایده مصرف نواری زمانی است که خاک آهکی یا اسیدی و دارای مقدار فسفر کم باشد. در خاک‌های خنثی با میزان فسفر متوسط تفاوتی بین دو رو ش نواری و پخش سطحی دیده نمی‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که پخش سطحی برای حالتی که از کشت بدون شخم استفاده می شود یا کشت انجام شده است می تواند مؤثر باشد. تأثیر پخش سطحی بستگی به فعالیت زیاد ریشه ها و محل تماس بقایای گیاهی با خاک دارد. هدف از قراردادن کود در ردیف علاوه بر دو منظور فوق، تحریک نمودن رشد اولیه است. این تحریک نمودن ممکن است بر روی عملکرد تاثیر بگذارد یا نگذارد . مصرف فسفر برای گیاهان یکساله، قبل از کشت و یا در زمان کشت (وقتی بصورت نواری مص رف می‌شود) می‌باشد. کود سرک پس از کاشت برای گیاهان یکساله معمولاً مؤثر نیست ولی می‌توان از کودهای کامل محلول موجود در بازار در صورت ضرورت برای مصرف سرک در شروع گلدهی استفاده نمود. پخش سطحی فسفر قبل از شخم و مصرف نواری آن بهنگام کاشت نیز توصیه شده است در پخ ش سطحی امکان برخورد کود با ریشه بویژه در خاک‌هایی که دارای فسفر کمی هستند زیاد بوده و امکان جذب کود فسفره زیاد می باشد هر چند در خاک‌های آهکی با قدرت تثبیت زیاد امکان غیرفعال شدن آن وجود دارد . مصرف نواری فسفر بعنوان استارتر موثرترین روش مصرف کود فسفره است که توصیه می‌شود کود فسفره آمونیوم فسفات در فاصله ۷ سانتی‌متری زیر و کنار بذر قرار داده ش‌ده و مقدار آن بایستی طوری تنظیم شود که بیش از ۴۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار مصرف نشود (نعمتی ، ۱۳۵۱و ۱۳۵۵).

در خاکهایی که دارای مقدار فسفر کم و قدرت تثبیت بالا هستن د، مصرف کود فسفره به روش نواری حدود ۷ سانتیمتر زیر بذر و ۷ سانتیمتر کنار بذر مفید خواهد بود . در خاکهایی که دارای واکنش خنثی هستند و مقدار فسفر قابل جذب در آنها در حد کم نمی‌باشد می‌توان کود فسفره را به روش پخش سطحی استفاده و سپس با خاک مخلوط و زیر خاک نمود. از آنجایی که فسفر در افزایش تعداد غده سیب‌زمینی و پر شدن آن بسیار مؤثر می‌باشد در مرحله سوم و چهارم رشد سیب‌زمینی باید فسفر به‌مقدار کافی در اختیار

گیاه باشد تا هم تعداد کافی غده تشکیل گردد و هم غده‌ها به‌مقدار کافی درشت گردند . پیشنهاد می‌گردد دوسوم کود فسفره قبل از کاشت و به‌صورت نواری مصرف گردد 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 گردد.

۵-۱-۲-۳- نوع کود فسفره

بین مصرف انواع کودهای فسفره مانند سوپر فسفات تریپل، دی‌آمونیوم فسفات و مونوآمونیوم فسفات برای سیب‌زمینی تفاوتی دیده نمی‌شود (علیزاده، ۱۳۷۸) ولی مصرف مونوآمونیوم فسفات به‌دلیل اسیدیته اولیه نزدیک ۲ و تحت تأثیر قرار دادن حجم بیشتری از خاک قابل توصیه می‌باشد. هر چند میزان فسفر موجود در آنها بین ۴۸-۴۶ درصد متغیر است. مصرف یک نوع کود مایع با نام پلی فسفات آمونیوم با ۱۰ درصد نیتروژن و ۳۴ درصد فسفر در ایالات متحده متداول می‌باشد . حمل و نقل این کود آسان بوده و به سهولت با ۲۸ درصد محلول نیتروژن مخلوط می شود و مقدار کمتری از این کود در مقایسه با کودهای جامد فوق مورد نیاز است. از معایب آن عدم اختلاط با بعضی از عناصر کم مصرف معدنی مانند سولفات منگنز است.

تفاوت عمده‌ای بین کودهای فسفره متداول در کشور که سوپر فسفات تریپل و دی آمونیوم فسفات است وجود ندارد. دی آمونیوم فسفات حاوی ۴۶ درصد فسفر و حدود ۱۸ درصد نیتروژن خالص است. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که تغییر کودهای فسفره به حالت پلیمری، ترکیب با اسید هیومیک و یا پوشش دار می‌تواند به جذب بیشتر و افزایش کارایی کودهای فسفره کمک کند.

۵-۱- ۳- توصیه پتاسیم در سیب‌زمینی

پتاسیم از نظر تاثیرگذار بر کیفیت سیب‌زمینی شبیه نیتروژن می‌باشد پتاسیم در مقادیر زیاد بوسیله سیب‌زمینی جذب می‌شود. پتاسیم برای بهبود روابط آبی گیاه و تنظیم غلظت عناصر غذایی در داخل گیاه که برای تنظیم روزنه ها ضروری است می گردد . اگر پتاسیم قابل جذب خاک کم باشد گیاه زودتر از معمول از بین خواهد رفت و موجب وارد آمدن خسارت به محصول خواهد شد. در محصولی که خوب رشد کرده باشد میزان آن احتمالاً بین ۳ الی ۷ درصد ماده خشک گیاه را تشکیل می‌دهد. مقدار پتاسیم مورد نیاز

گیاه به هنگام ماکزیمم اندازه اندام های هوایی، که مقدار نیتروژن هم در حد طبیعی است، نباید کمتر از ۴ درصد ماده خشک گیاه باشد و ترجیحاً باید تا حدودی بالاتر از این رقم باشد بدین‌ترتیب اگر گیاه به طور مناسبی رشد کرده باشد محصول ممکن است بیش از۳۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هر هکتار جذب کرده باشد. موقع برداشت غده‌های رسیده محتوی ۲/۵-۱/۵ درصد پتاسیم بر اساس وزن خشک می‌باشند، بنابراین اگر محصول خوب رشد کرده باشد حدود ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هر هکتار بوسیله غدها از زمین خارج می‌شود که این رقم به طور قابل توجهی کمتر از میزانی است که گیاه در حین رشد جذب کرده است

جذب مقادیر زیادی پتاسیم توسط گیاه سیب زمینی معمولاً چند هفته بعد از اینکه سر از خاک در آورده شروع می‌شود و تا زمانی که رشد اندام‌های هوایی به حداکثر برسد و یا کمی قبل از آن ادامه خواهد داشت و در انتهای مرحله چهارم رشد خود جذب آن متوقف می‌شود. سپس جذب پتاسیم سریعاً کاهش می‌یابد. آزمون خاک یکی از به‌ترین راه‌های تعیین میزان پتاسیم قابل جذب خاک است. با توجه به اینکه سیب‌زمینی اغلب در اراضی سبک کشت می‌گردد کمبود پتاسیم برای این محصول محتمل است و نیاز به مصرف کود پتاسیمی بیشتری است. از طرف دیگر آهکی بودن خاک های کشور و زیادی کلسیم در این گونه خاک‌ها، جذب آن توسط سیب‌زمینی را دچار اشکال می‌نماید.

علائم کمبود پتاسیم در سیب‌زمینی با لاغر شدن ساقه و شاخه ها و کوتاه شدن فاصله بین گره‌ها مشخص می‌گردد. ممکن است بوته قبل از حالت رشد کامل از پا بیفتد . برگ‌ها سبز تیره با حاشیه زرد یا قهوه ای دیده می‌شوند. برگ‌های مسن پایینی بوته زرد می‌شوند و در حاشیه آنها سوختگی ظاهر می شود. غده‌هایی که کمبود پتاسیم دارند به آسانی کبود رنگ می‌شوند (زیر پوست غده به رنگ خاکستری مایل به آبی رنگ پریده درمی‌آید). ابتلا به بیماری لکه سیاه، آسیب دیدگی و کاهش کیفیت انبارداری از دیگر علائم کمبود آن می‌باشد. در اثر کمبود پتاسیم مقاومت به تنش آبی کاهش می یابد. پتاسیم برای تولید هیدرات‌های کربن و گلوسیدها و نیز برای تحلیل این مواد و تجمع آن در بعضی از اعضای ذخیره‌ای سیب زمینی لازم است، به همین دلیل گیاهانی که مواد قندی و نشاسته‌ای تولید می‌کنند احتیاج بیشتری به کودهای پتاسیمی دارند که در ازیاد محصول موثر باشد. مصرف پتاسیم کافی به همراه عناصر کم مصرف روی یا روی و منگنز باعث کاهش نیترات غده‌های سیب‌زمینی شده است. هرگاه ۳-۲ سال از مصرف پتاسیم در مزارع سیب‌زمینی خودداری گردد مقدار پتاسیم قابل جذب خاک بویژه در خاک های شنی که

امکان شسته شدن آنها وجود دارد شدیداً کاهش می‌یابد.

۵-۱-۳-۱ محاسبه پتاسیم مورد نیاز سیب زمینی

بهترین روش تعیین‌کننده میزان کود پتاسیمی مورد نیاز سیب‌زمینی آزمون خاک است (صباح و همکاران۱۳۸۵، نعمتی،۱۳۵۱ و۱۳۵۳، مهدوی وخراعی نژاد،۱۳۵۵، علیزاده، ۱۳۷۸، رئیسی راد،۱۳۵۹). برای محاسبه میزان پتاسیم مورد نیاز سیب‌زمینی، پس از برآورد عملکرد مورد انتظار در مزرعه و با در دست داشتن میزان پتاسیم قابل جذب خاک، از متن جدول ۷ مطابق آنچه در مورد نیتروژن بیان گردید، میزان پتاسیم مورد نیاز سیب‌زمینی برآورد می گردد . برای سهولت کار به جای پتاسیم برای کود سولفات پتاسیم تنظیم شده است

جدول ۷- برآورد سولفات پتاسیم مورد نیاز سیب زمینی بر حسب کیلوگرم در هکتار (خادمی و همکاران، ۱۳۸۲)

پتاسیم قابل جذب خاک	عملکرد غده (تن در هکتار)							
($mg.kg^{-1}$)	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
۳۲۰	۱۴۰	۱۲۰	۸۰	۶۰	۴۰	۰	۰	۰
۳۴۰	۱۲۰	۱۰۰	۶۰	۴۰	۰	۰	۰	۰
۳۶۰	۱۰۰	۸۰	۴۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳۸۰	۸۰	۶۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴۰۰	۶۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
=>۴۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

ـ : به نزدیکترین عدد سمت راست همان سطر مراجعه گردد.

می‌توان مقادیر کود سولفات پتاسیم محاسبه شده در جداول فوق را با استفاده از فرمول زیر به کود کلرید پتاسیم تبدیل نمود:

مقدار کود بر حسب کلرید پتاسیم = ۱/۲ ÷ مقدار کود سولفات پتاسیم به دست آمده از جدول۷

۵-۱-۳-۱- نوع، زمان و روش مصرف کود پتاسیمی

تقریباً اکثر محققین با مصرف کودهای پتاسیمی برای سیب‌زمینی در پاییز، قبل از کاشت و زمان کاشت موافق هستند ولیکن مصرف آن بصورت سرک توسط برخی محققین تأیید (صباح و همکاران، ۱۳۸۵، نعمتی، ۱۳۵۱ و۱۳۵۳، مهدوی و خراعی نزاد، ۱۳۵۵، علیزاده، ۱۳۷۸ ، رئیسی راد ،۱۳۵۹) و توسط عده ای دیگر ممنوع شده است . مصرف کودهای پتاسیمی در پاییز فقط در خاک‌های با بافت متوسط و ریز و بویژه برای مصرف کلرور پتاسیم توصیه شده است زیرا کلرور پتاسیم نسبت به سولفات پتاسیم ارزان‌تر می‌باشد و کلر حاصل از مصرف کود کلرور پتاسیم در پاییز، بهنگام رشد سیب زمینی در بهار کاهش یافته است. مصرف کودهای پتاسیمی قبل از کاشت معمولاً بصورت پخش سطحی و مخلوط شدن آن با خاک بوسیله شخم صورت می گیرد . مصرف کودهای پتاسیمی بهنگام کاشت بصورت نواری انجام می‌شود. در شرایطی که مقدار پتاسیم قابل جذب خاک در حد کم تا متوسط باشد مصرف آن بصورت پخش سطحی در روی زمین می‌باشد. در خاک‌های خیلی فقیر از نظر پتاسیم قسمتی از آن بایستی قبل از کاشت بر روی زمین پخش گردد و قسمتی نیز بصورت جایگذاری عمقی در زمان ک اشت مصرف گردد . با توجه به اینکه مصرف نواری کودهای پتاسیمی به میزان بیش از ۴۵ کیلوگرم در هکتار پتاسیم(K_2O) بدلیل افزایش شوری خاک مجاور بذر، منع شده است لذا باقی‌مانده آن بایستی قبل از شخم بصورت پخش سطحی مصرف شوالبته با توجه به نقش غیر قابل انکار پتاسیم در تولید، نقل و انتقال و ذخیره‌سازی نشاسته بهتر است قسمتی از کود پتاسه مصرفی مخصوصاً در خاکهای با ظرفیت تثبیت بالا در مرحله پرشدن دانه۴ تا ۸۰ روز بعد از کشت) مصرف گردد پژوهشگران حامی مصرف کودهای پتاسیمی بصورت سرک، مصرف آن را بصورت تکمیلی در صورت مشاهده‌کمبود در طول دوره رشد، به میزان ۶۰-۴۰ کیلوگرم در هکتار K_2O از منابع محلول در آب مانند سولوپتاس‌سولفات پتاسیم اسیدی و یا نیترات پتاسیم توصیه نموده‌اند. مصرف پتاسیم در طول دوره رشد گیاه بصورت محلول پاشی توصیه نشده است. اگر میزان بالای مصرف کود پتاسه به‌دلیل عملکرد بالا و افزایش نیاز گیاه بالابوده (۵۰۰ کیلوگرم K_2O در شرایط عملکرد۸۰ تن در هکتار) و دمای هوا هم زیاد باشد بهتر است مقداری از آن حتما۶ تا ۸ هفته بعد از سبزشدن به‌صورت سرک مصرف گردد

۵-۱-۳-۲- نوع کود پتاسیمی برای سیب‌زمینی

پتاسیم را می‌توان از دو منبع سولفات پتاسیم و کلرید پتاسیم مصرف نمود و هر دو کود تقریباً قابلیت جذب مشابه برای سیب زمینی دارند . سولفات پتاسیم حاوی ۵۰ درصد پتاسیم (K_2O) و کلرید پتاسیم حاوی ۶۰ درصد پتاسیم (K_2O) است. بیش از ۹۴ درصد کل کودهای پتاسه مصرفی در جهان به دلیل قیمت ارزان‌تر آن کلرید پتاسیم است (۲۰). کودهای پتاسیمی متداول در کشور شامل سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم است . اخیراً سولفات پتاسیم ـ منیزیم با ۲۴ درصد پتاسیم نیز تولید شده است . مطالعات انجام شده بر روی سیب‌زمینی نشان داده است که مصرف کلرور پتاسیم بجای سولفات پتاسیم ، عملکردی مشابه با سولفات پتاسیم تولید می کند و مصرف آن فقط در شرایط شور و خاک و آب آبیاری با کلر بالا توصیه نمی‌شود. در خاک‌های غیر شور و آب دارای کلر کم هیچ منعی برای کلرور پتاسیم وجود ندارد و مصرف ۳۰۰ کیلوگرم کلرور پتاسیم، کلری کم‌تر از آب آبیاری با یک میلی‌اکی‌والان کلر وارد خاک می‌کند. علاوه بر آن مصرف کلرور پتاسیم در پاییز تأثیر منفی کلر را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر مصرف کلرور پتاسیم در پاییز در خاک‌های سبک بافت توصیه نشده است. مصرف زیاد کودهای پتاسیمی ممکن است باعث کمبود منیزیم در گیاه شود در این حالت می‌توان از کود سولفات پتاسیم و منیزیم برای رفع کمبود پتاسیم استفاده نمود. به‌طور کلی در اکثر مطالعات انجام شده تفاوت معنی - داری بین منابع کلره و سولفاته پتاسیم از نظر تأثیر بر عملکرد، درصد ماده خشک و وزن مخصوص غده‌ها وجود ندارد ولی ممکن است منبع کلرور پتاس یم باعث کاهش کیفیت چیپس و رنگ آن گردد و کاهش وزن غده‌ها در اثر انبارداری را به‌مقدار جزئی افزایش دهد.

شکل ۱۰ – کمبود شدید پتاسیم بر روی بوته سیب زمینی

۵-۱-۴- توصیه منیزیم در نیاز سیب‌زمینی

گرچه منیزیم به مقدار زیاد مورد نیاز نبوده و به مقدار کم جذب گیاه می‌شود ولی کمبود آن ممکن است به طور بارز دوره رشد گیاه را کوتاه نماید . خاک تحت شرایطی می‌تواند از رسیدن منیزیم به ریشه‌ها جلوگیری کند . میزان بالای اسیدیته خاک برای جذب منیزیم توسط گیاه مناسب نمی‌باشد و خاک با بافت سبک نیز معمولاً جذب آن را محدود می‌سازد. معمولاً مصرف کودهای نیتروژنه (مخصوصاً نیترات آن) علائم کمبود منیزیم را از بین می برد. گاهی اوقات افزایش مقدار زیادی پتاسیم یا (و) کلسیم به خاک باعث کمبود منیزیم می‌شود. اگر مقدار منیزیم خاک کمتر از ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و منیزیم بافت گیاه کمتر از ۰/۲۲ درصد باشد مصرف ۲۲ کیلوگرم در هکتار منیزیم (MgO) بصورت نواری و یا ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار از آن را بصورت پخش سطحی از منبع سولفات پتاسیم منیزیم که حاوی ۱۱ درصد منیزیم است توصیه می شود (منتظری و علیزاده، ۱۳۷۸). آثار کمبود منیزیم در سیب‌زمینی بصورت پریدگی رنگ بین رگبرگ‌های برگ‌های پیر مشاهده می‌شود. در حالت شدت کمبود سوختگی بر روی بافت برگ دیده می شود . در حالی‌که کناره برگ‌ها سبز باقی می‌ماند. با توجه به شرایط خاک های ما کمبود منیزیم خیلی به‌ندرت اتفاق می‌افتد و در مناطقی مانند استان همدان کمبود آن تاکنون در سیب - زمینی مشاهده نشده است. هرچند در برخی منابع افزایش تا ۱۰ درصد عملکرد نیز در اثر مصرف کود منیزیم‌دار مشاهده شده است.

شکل۱۱- علایم کمبود منیزیم بر روی برگ سیب زمینی

۵-۱- ۵- گوگرد مورد نیاز سیب‌زمینی

گوگرد از عناصر اصلی ضروری برای رشد گیاه است که در سنتز پروتئین دخالت دارد و قسمتی از برخی اسیدهای آمینه از جمله میتونین و سیستئین را تشکیل می دهد . این عنصر ابتلا به بیماری در گیاهان را کاهش می دهد و در تنظیم و ساخت قند، نشاسته و همی سلولز مؤثر است. بیشتر خاک‌ها دارای گوگرد کافی می باشند و معمولاً در تجزیه خاک روتین گوگرد اندازه‌گیری نمی‌شود هر چند بعضی از خاک‌های شنی با مواد آلی کم ممکن است نیاز به مصرف گوگرد داشته باشند . آب‌های سطحی و بعضی از آب های زیرزمینی که برای آبیاری استفاده می شوند معمولاً دارای مقادیر قابل توجهی گوگرد هستند و بعضی دیگر از آب های زیرزمینی فاقد آن می باشند. مصرف گوگرد عنصری ممکن است بتواند در کنترل بیماری اسکب مؤثر باشد به شرطی که شرایط مناسب در خاک برای اکسیداسیون گوگرد و اثرگذاری آن بر اسیدیته خاک فراهم گردد.

سیب‌زمینی فقط در زمین هایی که دارای گوگرد بسیار کم باشند به مصرف گوگرد پاسخ می دهد. اگر مقدار گوگرد خاک کمتر از ۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم یا گوگرد بافت خاک کمتر از ۰/۱۸ درصد باشد مصرف ۲۲ کیلوگرم در هکتار گوگرد توصیه می شود . مصرف گوگرد آسیابی، گوگرد کشاورزی و گوگرد آلی برای رفع کمبود آن مناسب و در دسترس می‌باشد. زیادی مصرف گوگرد تاثیر سویی ندارد. با توجه به غنی بودن خاک های مناطق خشک و نیمه خشک از آنیون سولفات جنبه تغذیه‌ای گوگرد خیلی مدنظر نمی باشد ولی با مصرف گوگرد عنصری و انجام فرایند اکسیداسیون بر روی آن، pH خاک در اطراف دانه گوگرد به‌طور موضعی کاهش می‌یابد و همین کاهش به اصلاح خاک، افزایش جذب عناصر غذایی کم‌مصرف و فسفر و بالابردن کارایی کودهای مصرفی می‌گردد.

شکل۱۲- علایم کمبود گوگرد در سیب زمینی

شکل۱۳- علایم کمبود کلسیم دغده‌سیب زمینی

۵-۱-۶- توصیه عناصر کم مصرف (ریز مغذی‌ها) در سیب زمینی

عناصر کم مصرف که شامل بُر، کلر، مس، آهن، منگنز، مولیبدن و روی است در مقادیر بسیار کم برای تغذیه گیاه ضروری است. بیشتر خاک‌ها دارای عناصر کم مصرف کافی برای رفع نیاز نبات دارند. در بعضی مناطق تجمع و تراکم عناصر کم مصرف وجود دارد که باعث افت عملکرد می شود. کمبود روی و بُر در و کمبود روی و آهن در و کمبود روی در خاک‌های آهکی و خاک های تسطیح شده و تا حدودی کمبود بُر بر روی سیب‌زمینی دیده شده است.

۵-۱-۶- ۱- روی مورد نیاز سیب‌زمینی (Zn)

طبق بررسی‌های به عمل آمده سیب‌زمینی نسبت به مصرف کود سولفات روی به ویژه در خاک‌های آهکی از خود عکس‌العل نشان می‌دهد . در مزارع سیب زمینی کشور، اغلب بدلیل مصرف بیش از حد فسفر جذب روی بوسیله گیاه دچار اشکال می شود (همتی، ۱۳۸۳) بطوری که نیاز به مصرف آن در بیشتر مزارع الزامی است. حد بحرانی روی ۰/۸ و ۰/۹ و ۱/۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۱۱۲، منتظری و علیزاده، ۱۳۷۸ و ۱۸۴) و حد کفایت آن ۱/۵ ذکر شده است (همتی، ۱۳۸۳). به طور کلی وقتی روی قابل جذب خاک تا ۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم است ۱۱ کیلوگرم در هکتار روی خالص و وقتی مقدار روی بین ۱/۵-۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم است مقدار ۵/۵ کیلوگرم در هکتار روی خالص و وقتی مقدار روی خاک از ۱/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم تجاوز نماید نبایستی کود روی مصرف شود . مقدار مصرف با توجه به غلظت روی قابل جذب در خاک تغییر می کند . جدول ۱۳۰ مقدار سولفات روی آبدار توصیه شده را با توجه به غلظت روی خاک نشان می دهد سولفات روی آبدار حاوی ۲۳ درصد روی خالص و سولفات روی خشک حاوی ۳۵ درصد روی می باشد . سولفات روی را می توان به صورت پخش سطحی و هم به صورت نواری مصرف نمود . در صورتی که بصورت نواری به همراه کود نیتروژنه مصرف شود راندمان جذب روی افزایش یافته و مقدار کود مصرفی به یک سوم مقادیر ارائه شده کاهش می یابد. هم چنین کمبود روی را می‌توان بوسیله چند نوبت محلول‌پاشی شروع قبل از مرحله گل‌دهی به فاصله ۲۰ روز کنترل نمود و مقدار مصرف روی در هر هکتار ۳ کیلوگرم سولفات روی آبدار (۳

کیلوگرم در هزار لیتر آب در یک هکتار) خواهد بود (همتی، ۱۳۸۳). بهتر است محلول‌پاشی به همراه ۲۰۰ گرم مواد چسبنده (مویان) در ۱۰۰۰ لیتر آب انجام شود.

یکی از اثرهای مهم روی حفظ گیاه در شرایط تنش کمبود آب و تنش های زیستی و غیر زیستی دیگر می‌باشد. یکی از آسیب های تنش کمبود آب افزایش نشت غشای پلاسمایی سلول‌های ریشه است که این افزایش در شرایط کمبود روی تشدید می - شود. در حیوانات و گیاهان، روی نقش فیزیولوژیکی مهمی در ساختار و کارکرد غشا های زنده ایفا می‌کند (چاخماق، ۲۰۰۰). چاخماق و مارشنر (۱۹۹۸) گزارش کردند که نقش اصلی روی در حفظ یکپارچگی غشاهای سلولی به توانایی آن در محافظت از پروتئین ها و چربی‌های غشاء از اثرهای تخریبی رادیکال‌های سوپراکسید و منبع تولید آن‌ها در واکنش - های احیایی درون سلول بستگی دارد (آلووی، ۲۰۰۸).

روی در شرایط تنش کمبود آب بر روابط آبی گیاه تأثیر می گذارد . سطح تغذیه روی می‌تواند روابط آبی گیاه را متأثر نموده و هدایت روزنه ای را تغییر دهد . شرما و همکاران (۱۹۹۵) نقش روی را در تنظیم باز شدن روزنه ها از طریق حفظ غلظت بالای پتاسیم در سلول‌های محافظ روزنه گزارش کردند. روی همچنین در روبش گونه های فعال اکسیژن در گیاه از طریق فعال کردن آنزیم های سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون‌ردوکتاز نقش دارد. تولید رادیکال‌های سوپراکسید و سایر گونه های احیایی اکسیژن بر اثر تنش‌های زیستی و غیرزیستی می تواند افزایش یابد (چاخماق، ۲۰۰۰ ؛ میتلر، ۲۰۰۲). مشاهده شده است که تولید رادیکال های سوپراکسید در طی انتقال الکترون در فتوسنتز می‌تواند در شرایط شدت نور بالا همراه با تنش ه ایی مانند سرما، کمبود آب و کمبود عناصر معدنی تشدید شود. تنش کمبود آب تولید رادیکال های سوپراکسید، پراکسید هیدروژن (H_2O_2) و رادیکال‌های هیدروکسیل ($OH^{\cdot}$) را افزایش می - دهد. روی برای روبش گونه‌های فعال اکسیژن شامل $O_2^{\cdot-}$ (رادیکال سوپراکسید) و پراکسید هیدروژن ضروری است. به‌علت نقش اصلی آن در فعال‌سازی و بیان ژن ها، روی شاید در بیان ژن‌های ناشی از تنش اکسیداتیو و تولید آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت مانند سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون‌ردوکتاز مؤثر در روبش پراکسید هیدروژن نقش داشته باشد (چاخماق، ۲۰۰۰). تمام این شرایط باعث می‌شود که روی در شرایط تنش کمبود آب به گیاه در غلبه بر شرایط دشوار کمک نموده و عملکرد گیاه را تداوم بخشد.

شکل۱۴- علایم کمبود روی در برگ سیب زمینی، ریز برگی، پیچیدگی و کور شدن رخ بوته

۵-۱-۶-۲- بـُر مورد نیاز سیب‌زمینی (B)

طبق بررسی‌های بعمل آمده حد بحرانی بُر ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ذکر شده است اگر میزان بُر خاک کمتر از یک میلی گرم بر کیلوگرم باشد مقدار ۲/۲ کیلوگرم بُر خالص در هر هکتار بصورت پخش سطحی مصرف می شود (منتظری و علیزاده، ۱۳۷۸). مصرف بُر بصورت پخش نواری توصیه نشده است. مصرف زیادی بُر سمی خواهد بود و بهیچ وجه نبایستی بیشتر از مقدار توصیه شده مصرف گردد. محلول‌پاشی بُر وقتی انجام می‌شود که بصورت خاکی مصرف نشده باشد. محلول‌پاشی با ۰/۲ کیلوگرم در هکتار بُر خالص در سه نوبت به فاصله یک ماه شروع از اواخر تیر انجام می شود . در مو رد محلول - پاشی با بور باید دقت کافی مبذول گردد و غلظت نباید از ۲ در هزار فراتر رود چرا که غلظت بالاتر منجر به برگ‌سوزی می‌گردد و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد . اسید بوریک معمول ترین منبع بور می باشد. مصرف خاکی اسید بوریک بین ۱۵- ۲۰ کیلوگرم در هکتار در صورتی که کمبود بور در خاک وجود داشته باشد توصیه می گردد.

شکل۱۵- علایم کمبود بور در بوته و غده سیب زمینی

۵-۱-۶-۳- آهن مورد نیاز سیب‌زمینی (Fe)

کمبود آهن در خاک‌های آهکی که پ.هاش بالاتر از ۷/۸ دارند و یا خاک‌هایی که تحت‌الارض آنها در اثر عملیات تسطیح برای آبیاری، ظاهر شده محتمل است . بطور کلی مصرف خاکی کودهای سولفات آهن توصیه نمی‌گردد ولی مصرف خاکی کودهای با بنیان آلی EDDHA به میزان ۴-۵ کیلوگرم در هکتار مشکل کمبود آهن در سیب زمینی را مرتفع می‌سازد. محلول‌پاشی آهن EDDHA به‌هیچ وجه توصیه نمی شود چرا که یک مولکول درشت می‌باشد و به هیچ وجه از روزنه‌ها عبور نمی‌کند و محلول‌پاشی آن تأثیری بر رشد گیاه ندارد. محلول‌پاشی باید در چندین نوبت صورت گیرد و مقداری نیتروژن و مایع چسبنده (مویان) (مانند آنچه برای روی گفته شد) برای افزایش تاثیر آن اضافه شود . حد بحرانی غلظت آهن در خاک ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم و حد کفایت آن ۸ میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد. محلول‌پاشی در چند نوبت با ۳ کیلوگرم سولفات آهن و به همراه ۲ کیلوگرم اوره و ۲۰۰ گرم مایع چسبنده در ۱۰۰۰ لیتر آب برای یک هکتار شروع قبل از مرحله گل‌دهی به فاصله ۲۰ روز انجام شود.

شکل۱۶- علایم کمبود آهن در برگ سیب زمینی

۵-۱-۶-۴- منگنز و مس مورد نیاز سیب‌زمینی (Cu ،Mn)

سیب‌زمینی از گیاهان حساس به کمبود منگنز گزارش شده است . کمبود منگنز و مس در خاک‌ها کمتر دیده شده است. در صورت کمبود مس و منگنز به ترتیب مصرف یک و ۱۰-۵ کیلوگرم مس و منگنز خالص به ترتیب از منابع سولفات مس و سولفات منگنز بصورت نواری توصیه می‌شود. حد بحرانی منگنز در خاک برای سیب‌زمینی ۶ و برای مس ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می‌باشد و در بیشتر از آن کودهای منگنز و مس دار نباید

مصرف شود. محلول‌پاشی ۰/۲۵ کیلوگرم در هکتار مس خالص که معادل یک کیلوگرم در هکتار سولفات مس در ۲ نوبت به فاصله یک ماه و شروع از اواخر تیر ماه انجام می‌شود.

۵-۱-۷- توصیه کود آلی در زراعت سیب زمینی

کودهای آلی اساساً برای حفظ شرایط مطلوب خاک بخصوص از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ضروری می‌باشند. 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 تامین می‌گردد. در زراعت سیب‌زمینی برای افزایش تولید، مصرف کود دامی پوسیده همراه با کودهای شیمیایی توصیه می شود . در فرانسه معمولاً ۳۵ تن در هکتار کود دامی همراه کودهای شیمیایی مصرف می شود. در آزمایشی با مصرف کود مرغی عملکرد سیب‌زمینی از۲۷/۷ به ۳۶/۶ تن در هکتار افزایش یافتدر ایران با مصرف ۳۰ تن کود دامی به همراه۱۶۰ کیلو نیتروژن خالص۳۱ تن غده سیب زمینی برداشت گردید . تاثیر تو ام کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد کمی و کیفی سیب‌زمینی توسط فائزنیا و محمدی بررسی و توصیه شد که۵۰ درصد کود نیتروژنه مورد نیاز مرحله کاشت از طریق کودهای آلی تامین گردد

در میان گیاهان زراعی سیب‌زمینی بهترین واکنش را به کود حیوانی نشان می‌دهد. اگر چه عناصر پرمصرف و کم مصرف که از طریق کود آلی تأمین می شوند در حاصلخیزی خاک نقش دارند، اغلب اثر اصلاح کنندگی مواد آلی اهمیت بیشتری دارد. این اثر بخصوص با افزایش قدرت نگهداری آب در خاک های سبک و افزایش راندمان کود نیتروژنه همراه است. کود دامی باید کاملاً پوسیده باشد زیرا کود دامی که تازه بوده و از نظر پوسیدگی ناقص باشد در اواخر فصل رشد سیب زمینی فعال شده و ممکن است موجب کاهش ماده خشک غده، از دست رفتن طعم سیب زمینی، تاخیر در رسیدگی غده و دشواریهای انبارداری و بروز بیماری‌های گیاهی شود. از طرف دیگر کود تازه ممکن است باعث خشک شدن سریع بستر بذر در اوایل رشد گردد . به طور متوسط هر تن کود دامی پوسیده ۲/۵-۱/۵ کیلوگرم نیتروژن (۱۵ و ۵)، 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 بُر (۱۵) به خاک وارد می‌کند. هر تن کود مرغی حدود ۲ برابر کود گاوی یا گوسفندی نیتروژن (۵ کیلوگرم نیتروژن خالص) به خاک وارد می‌کند.

بطور متوسط مصرف ۲۰ تن کود دامی گاوی یا گوسفندی کاملاً پوسیده و 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 گردد. در جدول ۲۳ کود دامی و (یا) مرغی مورد نیاز سیب‌زمینی با توجه به کربن آلی خاک نشان داده شده است.

جدول ۲۳- برآورد کود دامی یا کود مرغی مورد نیاز سیب‌زمینی

کربن آلی خاک (درصد)	کود گاوی یا گوسفندی (تن در هکتار)	کود مرغی (تن در هکتار)	مقدار نیتروژن تامین شده (کیلوگرم در هکتار)	
			کودگاوی یا گوسفندی	کود مرغی
=>۲/۰	۱۰	۵	۱۵	۲۰
۱/۸	۱۲	۶	۱۸	۲۴
۱/۶	۱۴	۷	۲۱	۲۸
۱/۴	۱۶	۸	۲۴	۳۲
۱/۲	۱۸	۹	۲۷	۳۶
۱/۰	۲۰	۱۰	۳۰	۴۰
۰/۸	۲۲	۱۰	۳۳	۴۰
۰/۶	۲۴	۱۰	۳۶	۴۰
۰/۵	۲۶	۱۰	۳۹	۴۰
۰/۴	۲۸	۱۰	۴۲	۴۰
=<۰/۳	۳۰	۱۱	۴۵	۴۴

منابع مورد استفاده

۱. امامی ع. و ع.ا. بهبهانی زاده. ۱۳۷۵. روشهای آزمایشگاهی تجزیه خاک وکود شیمیایی مطابق با روشهای استاندارد بین المللی. نشریه ۷۰۷. مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران.

۲. بازرگان، کامبیز. ۱۳۹۰. بررسی میزان باقیمانده نیترات در سیب زمینی مناطق عمده تولید کشور و میدان مرکزی میوه و تره بار تهران. گزارش نهایی شماره ۱۸۳۴. موسسه تحقیقات خاک وآب، کرج ، ایران.

۳. بالاگر، ا. و م. خدادی و س. سماوات، ۱۳۸۹. بررسی اثرات مصرف اسید هومیک و کاهش مصرف کودهای نیتروژنه روی عملکرد و نیترات در ارقام سیب زمینی . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان. اصفهان ، ایران.

۴. بای بوری م.، م.ج. ملکوتی، ه. امیر مکری و م. نفیسی . ۱۳۷۹. تولید و مصرف بهینه کود شیمیایی در راستای اهداف کشاورزی پایدار - نشرآموزش کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی وزارت جهاد کشاورزی، کرج.
۵. بختیاری، گ.، ف. صانعی، م . آراسته، ج . موسوی، م . سبط روضانیو ن .معدنچی . ۱۳۵۴. نتایج آزمایشات کودهای شیمیایی بر روی گندم، برنج، چغندر قند، پنبه، خربزه، سیب زمینی و پیاز. گزارش نهایی به شماره ۴۱۸، موسسه تحقیقا ت خاک وآب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاوزی، تهران، ایران.
۶. بی نام. ۱۳۸۲. آمار تولید ومصرف انواع کود ها در کشور . اداره کل آمار و اطلاعات معاونت برنامه ریزی و بودجه، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.
۷. بی نام، ۱۳۸۸، استاندارد شماره ۱۰۵۳، تجدید نظر پنجم، آب آشامیدنی- ویژگیهای فیزیکی و شیمیائی ، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
۸. جعفری، ر.، ع. فرزان، ا. عزیز زاده، ن. غضنفرپور. ۱۳۸۰. مقدار نیترات و نیتریت در برخی از سبزی های تولید شده در شهر اصفهان. گروه تغذیه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتیو درمانی استان اصفهان.
۹. خادمی، ز.، پ. مهاجرمیلانی، م .ر. بلالی ، س . درودی، و م.ج. ملکوتی .۱۳۸۲. بهینه سازی توصیه کود برای تعدادی از محصولات استراتژیک با استفاده از مدل کامپیوتری . گزارش نهایی طرح ملی تحقیقات (۱۲۵۹) شورای پژوهشهای علمی کشور . موسسه تحقیقات خاک و آب. تهران، ایران.
۱۰. خطیبی، م. ۱۳۵۹. نتایج تاثیر کودهای شیمیایی و حیوانی بر روی محصول سیب زمینی آذربایجان شرقی. گزارش نهایی به شماره ۵۷۶، موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاوزی، کرج، ایران.
۱۱. خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده.۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. جلد اول. انتشارات دانشگاه شیراز.
۱۲. داوری م. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. جایگذاری صحیح کود روشی مؤثر در افزایش کارایی کودها . دفتر برنامه ریزی رسانه های ترویجی ، مؤسسه تحقیقات خاک و آب ، معاونت ترویج و نظام بهره برداری جهاد کشاورزی ، نشریه فنی شماره ۲۹، تهران.
۱۳. رازقی فرد، م. ۱۳۷۲. تجمع نیترات در سبزی ها و رابطه آن با کیفیت آن . مجله کشاورزی و دام، شماره ۱۱. صفحات ۲۸ و ۲۹، تهران، ایران.

۱۴. رجایی، م ۱۳۹۰. بررسی وضعیت آلودگی نیترات و نیتریت در برخی محصولات کشاورزی استان فارس گزارش سالیانه طرح پژوهشی به شماره ۸۸۰۵-۱۰-۵۵-۲ . مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس‌سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی‌تهران ایران
۱۵. رجب زاده، ف. ۱۳۸۳. بررسی تجمع نیترات در تعدادی از سبزی های خوراکی، سیب‌زمینی و پیاز در میادین تره بار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
۱۶. رضایی ح. و م. ملکوتی. ۱۳۸۲. راههای افزایش کارآیی نیتروژن و جلوگیری از هدر رفتن آن. از کتاب اصول تغذیه ذرت (مجموعه مقالات). چاپ اول، نگارش محمد جعفرملکوتی و محمد نبی غیبی، انتشارات سنا، تهران.
۱۷. سالاردینی ع. ا. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک . انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۸صفحه.
۱۸. سرمد نیا ع . و ع. کوچکی . ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زارعی . انتشارت جهاد دانشگاهی مشهد.
۱۹. شهباززادگان، س.، ک. هاشمی مجد و ب. شهبازی. ۱۳۸۹. اندازه‌گیری غلظت نیترات در سبزی‌ها و میوه‌های عرضه شده در شهر اردبیل. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل. دوره دهم، شماره اول، صفحات ۴۷-۳۸ .
۲۰. صادقی پور مروی، م . ۱۳۸۷. استاندارد حد مجاز آلاینده نیترات در آب، خاک و محصول های صیفی و سبزی. دومین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست.
۲۱. صباح، آ. ۱۳۸۵. اثر سطوح و منابع نیتروژن بر عملکرد و غلظت نیترات غده های سیب زمینی در منطقه جیرفت. گزارش نهایی به شمار ۱۲۱۲، موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاوزی، کرج، ایران.
۲۲. طباطبائی ج. و م.ج. ملکوتی. ۱۳۷۶. اثر مقادیر مختلف اوره وتاثیر متقابل آن با فسفر و پتاسیم بر عملکرد و تجمع نیترات در سیب زمینی. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، جلد۱۱، شماره ۱، مؤسسه تحقیقات خاک وآب، تهران.
۲۳. عزیزی، م. ۱۳۷۲. عوامل موثر در تجمع نیترات در گیاهان . مجله زیتون. صفحات ۳۸ و ۳۹. وزارت کشاورزی، تهران، ایران.
۲۴. علیزاده، ن. ۱۳۷۸. استفاده از حد بحرانی نیترات پای بوته سیب زمینی به منظو ر کاهش مصرف کودهای نیتروژنه. گزارش نهایی به شماره ۷۸/۵۵، موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاوزی، کرج، ایران.

۲۵. فائزنیا، ف۱۳۷۵. بررسی نیاز سیستمینی به نیتروژن، فسفر و پتاسیم نشریه فنی شماره ۷۶/۱۳. مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان(شاهرود).
۲۶. فائزنیا، ف. ۱۳۸۴. بررسی مناسب‌ترین مقدار کود نیتروژنه به منظور به حداقل رساندن غلظت نیترات در سیب‌زمینی. نشریه ۱۲۲۴. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات خاک و آب سمنان.
۲۷. کاشی، ع. ۱۳۶۳. سبزی کاری عمومی و خصوصی. انتشارات دانشگاه تهران.
۲۸. کوچکی ع. و م. بنایان اول . ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی . انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۲۹. لطف اللهی م.، م. ملکوتی و ح. صفاری. ۱۳۸۳. افزایش کارآیی نیتروژن استفاده از اوره با پوشش گوگردی در خاکهایی با بافت سبک . از کتاب روش های نوین تغذیه گندم (مجموعه مقالات) چاپ اول. تدوین: م. ج. ملکوتی، ز. خوگر و ز. خادمی . انتشارات سنا، تهران، صفحات ۷۵۱ تا ۷۵۹.
۳۰. لطف اللهی م.، ن. صالح راستین و م. ملکوتی. ۱۳۷۸. بررسی خطرات تراکم نیتروژن آمونیومی و نیتراتی در خاکهای شور. کنفرانس محیط زیست و پیامدهای آلودگی آن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل.
۳۱. ملکوتی م.ج. و ا. بای بوردی. ۱۳۸۲. روشهای نیل به افزایش عملکرد، بهبود کیفیت وکاهش آلاینده های نیترات و کادمیم غده های سیب زمینی و پیاز در راستای ارتقاء سلامت جامعه وهشدار بهداشتی. نشریه فنی شماره ۲۴۲، مرکزنشر آموزش کشاورزی، سازمان تات وزارت کشاورزی، کرج.
۳۲. ملکوتی م.ج. و م. همایی. ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک مشکلات و راه حلها. چاپ دوم با بازنگری کامل، نشر دانشگاه تربیت مدرس، ۴۹۰ صفحه.
۳۳. ملکوتی م.ج.، ا. بای بوردی و ج. طباطبائی. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود گامی مؤثر در افزایش عملکرد، بهبود کیفیت و کاهش آلاینده ها در محصولات سبزی و صیفی و ارتقاء سطح سلامت جامعه. نشر علوم کشاورزی کاربرد . ۳۳۸ صفحه.
۳۴. ملکوتی، م. ج. و س. ج. طباطبایی. ۱۳۷۷. استفاده از کودهای آلی و شیمیایی برای افزایش تولید و کنترل غلظت نیترات در غده‌های سیب‌زمینی در ایران. نشریه فنی شماره ۱۵-مرکز نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

۳۵. ملکوتی م. ۱۳۸۴. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران، چاپ سوم، انتشارات سنا، تهران.
۳۶. ملکوتی م. و م. بابا اکبری. ۱۳۸۴. ضرورت افزایش کارآیی کودهای نیتروژنه در کشور، قسمت اول: تعاریف و مثال های کاربردی، نشریه فنی شماره ۴۲۵، به سفارش مؤسسه تحقیقات خاک و آب انتشارات سنا، تهران.
۳۷. ملکوتی م. و م. ن. غیبی. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور . نشر آموزش کشاورزی.
۳۸. ملکوتی م.، م. نفیسی ، م. طهرانی و م. لطف اللهی .۱۳۸۴ . ضرورت افزایش کارآیی کودهای نیتروژنه در کشور، قسمت دوم : انتخاب مناسب ترین کود نیتروژنه . نشریه فنی شماره ۴۲۶، به سفارش مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا، تهران.
۳۹. ملکوتی م.ج. و پ. کشاورز. ۱۳۸۴. نگرشی برحاصلخیزی خاکهای ایران (شناسایی و بهره‌برداری) نشر انتشارات سنا، تهران.
۴۰. ملکوتی، م. ج.، ۱۳۸۲. تولید محصولات کشاورزی غاری از نیترات و کادمیم گامی ارزنده در تأمین امنیت غذائی جامعه. نشریه فنی شماره ۳۲۸ مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات خانیران. تهران. ایران.
۴۱. ملکوتی، م. ج.، ف. مشیری و م. ن. غیبی، ۱۳۸۴. حد مطلوب غلظت عناصر غذائی در خاک و برخی از محصولات زراعی و باغی (بخش سوم: محصولات سبزی و صیفی). نشریه فنی شماره ۴۰۷ مؤسسه تحقیقات خاک و آب. انتشارات سنا. تهران، ایران.
۴۲. مهدوی، ف.، س، خزاعی نژاد . ۱۳۵۵. مقایسه اثرات کودهای شیمیایی و آلی در افزایش محصول سیب زمینی. گزارش نهایی به شماره ۴۸۲، موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
۴۳. نورقلی‌پور، ف و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. نقش پتاسیم در افزایش مقاومت گی اهان به تنش‌های محیطی. انتشارات فنی معاونت ترویج. وزارت جهاد کشاورزی. تهران.
۴۴. همتی، ع. ا. ۱۳۸۳. بررسی تاثیر عناصر کم مصرف در زراعت سیب زمینی، گزارش نهایی به شماره ۱۱۶۱، موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاوزی، کرج، ایران.
45. Ahrens, E., S. Elsaidy, L. Samaras, F. Samaras and E.V. Wistinghausen. 1983. Significance of fertilization for the post-harvest condition of vegetables,

especially spinach. Paper presented at the fourth international conference of the federation of organic agriculture movements, Cambridge, Massachusetts.
46. Altissmol, L., M. Malagoli, A. Marcomini and S. Stelluto. 1994. Inorganic Contaminants in groundwater/aquifers. In Groundwater Contamination and Control, ed. U. Zoller, p. 221, Madison WI: Marcel Dekker Inc.
47. Amr, A. and H., Hadid. 2001. Effect of cultivar and harvest date on nitrate and nitrite content of selected vegetables grown under open field and greenhouse conditions in Jordan. J. Food Compos. Anal. 14: 59-67.
48. Anderson l. and N.E. Nielsen. 1992. A new cultivation method for the production of vegetables with low content of nitrate. Sci. Hort., 49:167-171.
49. Antoun, E.A.1982.Organic material and soil productivity in the Near East,FAO.Soil Bulletin ,No.45:279p.
50. Ardakani, S., E. Sobhan, K. Shayesteh, M. Afiuni and N. Mahbobi Sofiani. 2005. Nitrate concentration in some of plants products. J. Envir. Studies 31(37):69-76.
51. Bachmat,Y. 1994. Groundwater as a part of the water system. In Groundwater Contamination and Control, ed. U. Zoller, pp 5-20. New York: Marcel Dekker, Inc.
52. Baloch M.A.A.F., G. Baloch and A.H.A. Naseri. 1991. Growth and Potassium fertilizer combination levels. Sarhad J. Agr., 7:63-66 .
53. Barker, A. S. and R. Smith. 1969. Exracting solution for potentiometric deterimenation of nitrate in plant tissue. J. Agric. Food Chem., 17: 1284-1287.
54. Barker, A. V. et al. 1971. Nitrate accumulation in vegetables: Spinach grown in upland soils. Agron. J., 63: 126-129.
55. Block, G and L, Langseth, 1994. Antioxidant vitamins and disease prevention. Food Technology, 7: 80–84.
56. Broadbent, F.E. 1980. Residual effects of labelled N in field trials. Agron. J. 72: 325-329.
57. Caballero, J.M, C.R. Armendarize and A.H. Torre. 2003. Nitrate intake from drinking water on Tenerife Island (Spain). Sci. Total Environ. 302: 85-92.
58. Carpenter, S.R., N.F. Caraco, D.L. Correl, R.W. Howarth, A.N. Sharpley, and V.H. Smith. 1998. Non point pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. J. Ecological Appl., 8:559-568.
59. Carter, J.N. and S.M. Bosma. 1974. Effect of fertilizer and irrigation on nitrate – nitrogen and total nitrogen of potato tuber. Agron. J., 66: 263-266.
60. Carter, N. J , S. M. Bosma. 1974. Effect of fertilizer and irrigation on Nitrate – Nitrogen and total nitrogen in potato tubers. Agron. J. 66: 263-266.
61. Casey, F.X.M. and J. Simunek. 2001. Inverse analyses of transport of chlorinated hydrocarbons subject to sequential transformation reactions. J. Environ. Qual. 30:1354-1360.

62. Cataldo, D.A., M. Haroon, L.E. Schrader and V.L. Youngs. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissues by nitration of salicylic acid. Commun. Soil Sci. and Plant Anal. 6(1): 71- 80.
63. Chung , S.Y., J.S. Kim, M. Kim, M.K. Hong, J.O. Lee, C.M. Kim, and I.S. Song. 2003. Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. Food Additives and Contaminants, 20(7): 621–628.
64. Commission of the European Communications Scientific Committee for food, Report of the Scientific Committee for Food on Nitrate and Nitrite, 26th series, EC. Brussels, 1992.
65. Conan, C., F. Bouraoui, N. Turpin, G. DeMarsily, and G. Bidoglio. 2003.Modeling flow and nitrate fate at catchment scale in Brittany (France). J. Environ. Qual. 32:2026-2032.
66. Duenas, G., H. Irigoyen, M. Birat, and M. Hernandez. 2006. Influence of the irrigation system on the nitrate content in potato tubers. In proceeding of the 18th world congress of soil science. July 9- 15, 2006. Philadelphia, Pensylvania, USA. 1- 12.
67. EU (1991b) Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991. Concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Official Journal L375, 31/12/1991, 1-8.
68. FAO, Committee for Food. 1992. Report of the scientific committee for food on nitrate and nitrite, XXXVI Series. Opinion of 19 October 1990. EUR. 13913.
69. Fauci, M.F. , and P. Dick. 1994. Plant response to organic amendments and decreasing inorganic nitrogen rates in soils from a long-term experiment. Soil Sci. Soc. Am. J. 58: 134-138.
70. Flite, O.P., R.D. Shannon, R.R. Schnabel and R.R. Parizek. 2001. Nitrate removal in a riparian wetland of the Appalachian Valley and Ridge Physiographic Province. J. Environ. Qual. 30: 254-261.
71. Frydecka, Mazarczurczyk, A. and K. Zegorska. 1996. Factors affecting the content of nitrates in potato tubers. Biuletyn Instytutu Ziemniaka, 47:111-125.
72. Gangolli, S.D, P.A , Van den Brandt, V.J , Feron, C , Janzowsky., Koeman, J.H, Speijers, G.J.A., B , Spiegelhalder, R ,Walker and J.S, Wishnok. 1994, Assessment of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. European Journal of Pharmacology: Environmental Toxicology and Pharmacology Section, 292: 1–38.
73. Gulser F. 2005. Effects of ammonium sulphate and urea on NO_3^- NO_2^- accumulation , nutrient contents and yield criteria in spinach. Sci. Hort., 106:330-340 .
74. Haynes, R.J. 1986. Origion, distribution, and cycling of nitrogen in terrestrial ecosystems. In Mineral nitrogen in the plant-soil system, ed. T.T. Kozlowski, pp 1-51. London: Academic Press, Inc.
75. Hochmuth, G. 1994. Plant petiole sap-testing guide for vegetable crops. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 1144.

76. Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with celery in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-751 (11 pp.).
77. Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with pepper in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-753 (16 pp.).
78. Hochmuth, G., and K. Cordasco. 1998. A summary of N, P, and K research with caret in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Fact Sheet HS-757 (15 pp.).
79. Hochmuth, G.J., and A.G. Smajstrla. 1997. Fertilizer application and management for micro (or drip) irrigated vegetables in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 1181.
80. Hochmuth, G.J., and E.A. Hanlon. 1995. IFAS standardized fertilization recommendations for vegetable crops. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ. 1152. Hochmuth, G. 1996. Commercial vegetable fertilization guide. Fla. Coop. Ext. Serv. Circ., 225D.
81. Honisch, M., C. Hellmeier and K. Weiss. 2002. Response of surface and subsurface water quality to land use changes. Geoderma,105: 277-298.
82. Jacques, F. 1992. Nitrate Management program. Soil Plant Anul., 23-28.
83. Jakse, M. and R. Mihelic. 1997. The influence of organic and mineral fertilization on vegetables growth and N availability in soil. International workshop on Ecological Aspects of Vegetables Fertilization in Integrated crop Production. Cayro. Egypt.
84. Jarbo, J.D., W.L. Stout, S.L. Fales and R.H. Fox. 2000. SOIL-SOILN Simulation of water drainage and nitrate nitrogen transport from soil core lysimeters. J. Environ. Qual. 30:584-589.
85. Kafkafi, U. 1982.K-power potassium nitrate (KNO3)for vegetable crops.J. Plant Nutrition, 5(12): 1369-1383.
86. Kamprath, E. 2000. Relevance of soil testing to agriculture and envronment. Council for Agriculture Science and Tecnology, No: 15.
87. Karaman M.R., G. Brohi, A. Inal and M. Alpaslan. 2000. Effects of regional nitrogen fertilization on nitrate accumulation of some vegetable crops. Johnwiely publications.
88. Kelly, W.R. 1997. Heterogeneities in ground-water geochemistry in a sand aquifer beneath an irrigated field. Hydrology: 198:154-176.
89. Killorn R., M. Gonzalez and J. Moore. 2003. Effect of controlled – release N fertilizer on corn grain yield .
90. Klute A. 1986. Method of soil analysis, part I, physical and mineralogical methods, 2nd edition, soil sci. Am. J., Madision, Ws, USA, pp.1189
91. Kono, S and T, Hirohata, 1996. Nutrition and stomach cancer.Cancer Causes and Control, 7: 41–55.

92. Leagreid, M., O.C. Bookman and O. Kaarstad. 1999. Agriculture fertilizer and the environment. CABI. Publishing in association with Norsk Hydro. ASA.
93. Lorenz, O. A. 1978. Potential nitrate levels in edible plant parts. In: nitrate in the environment. Edited by Nielsen, D. R. and J. G. Mc Donald. 201-219: Academic Press.
94. Maynard, D.N. and A.V, Barker. 1979. Regulation of nitrate accumulation in vegetables. Acta Hort., 93: 153-162.
95. Maynard, D.N. and A.V. Barker. 1979. Regulation of nitrate accumulation in vegetables. Acta Hort., 93: 123-159.
96. Miller M.H. and A.J. Ohlrogge. 1985. Principles of nutrient uptake from fertilizer bands :I. Effect of placement of nitrogen fertilizer on the uptake of bands placed phosphorus at different soil phosphorus levels. Agron. J., 50: 95-97 .
97. Mirvish, S.S, L ,Wallcave, M, Eagen and P, Schbic. 1972. Ascorbate-nitrate reaction: Possible means of blocking the formation of N-nitroso compounds. Sci. 177: 65-68.
98. Ondes A.O. and S. Zabunoglu. 1991. The effect of various nitrogenous fertilizers on Nitrate accumulation in vegetable . Doga . Turktarim ve ormanilik pergisi ,15: 445-460.
99. Page A.L., R.H. Miller and D.R. Keeney. 1982. Method of soil analysis, part 2: chemical and biological properties, 2nd edition, Soil Sci. Soc. Am, pp.1159.
100. Pavlou, G.C. and C. Ehaliotis. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop season on growth and nitrite accumulation in lettuce. Sci. Hort., 111(4):319-325.
101. Peterson, A., and S. Stoltze. 1999. Nitrate and nitrite in vegetables on Danish market: content and intake. Food Additives and contaminants, 19(7): 291-299.
102. Pobel, D., E. Ribol, J. Corne, B. Hemon and M. Guyader. 1995. Nitrosamine, nitrate and nitrite in relation to gastric cancer: a case-control study in Marseilles, France. Eur. J. Epidemiology, 11: 67–73.
103. Rosen, M.R., R.R. Reeves, S. Green, B. Clothier, and N. Ironside. 2004. Prediction of groundwater nitrate contamination after closure of an unlined sheep feedlot. Soil Sci. Soc. Am. J. 30:990-1006.
104. Royer, T.V., J.L. Tank and M.B. David. 2004. Transport and fate on nitrate in headwater agricultural streams in Illinois. J. Environ. Qual. 32:1296-1304.
105. Ruppel, S. and E. Makswitat. (1996). Effect of black plastic mulch on nitrogen balance in cultivation of pickle. Gartenbawissenschafl, 61(5):230-237.
106. Sadej, W., A. C. Zolnowski, K. Przekwas. 2007. Effects of various fertilization systems on the dynamics of nitrate (v) concentrations in potato tubers after harvest and during storage. Polish J. Natural Sci. 22(1), 15- 22.

107. Santamaria, P., A. Elia, F. Serio and E. Todaro. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. J. sci. Food Agr. 79: 1882- 1888.
108. Santamaria, P., A., Elia, F., Serio and E., Todaro. 1999. A survey of nitrate and Oxalate content in fresh vegetables. J. Sci. Food Agric. 79: 1882-1888.
109. Shahlaei, A., N., Ansari., F., Sedighi Dehkordi, 2007.Evaluation of nitrate and nitrite content of Iran Southern (Ahwaz) vegetables during winter and spring of 2006. Asian J plant sci. 6(8):1197- 1203.
110. Sharma, B.R. 1997. Environmental and Pollution Awareness. New Delhi: Tech India Publications.
111. Simonne, E.H. and G.I. Hochmuth. 2003. Soil and fertilizer management for vegetable production in florida. Horticulture Science Dept UF/IFAS.Fla.Coop.Ext.Serv.Sept.
112. Starr, J.L., A.M., Sadeghi, T.B., Parkin and J.J., Meisinger, 1996. A tracer test to determine the fate of nitrate in shallow groundwater. J. Environ.Qual. 25:917-923.
113. Stevenson, F.J. 1985. Origin and Distribution of Soil. In Nitrogen in griculture, ed.F.J. Stevenson, 1-39. Modison, WI: ASA.
114. Strathouse, S.M., G. Sposito, P.G. Sullivan and L.G. Lund.1980. Geological nitrogen: A potential geochemical hazard in San Joaquin Vally, California. Environ.Qual. 9:54-60.
115. Susin, J., Kmecl, and A., Gregrocic. 2006. A survey of nitrate and nitrite content of fruit and vegetables grown in Slovenia during 1996-2002. Food Additives and Contaminants. 23: 385-390.
116. Tamme, T., M. Reinik, M. Roasto, K. Juhkam, T. Tenno, and A. Kiis. 2006. 'Nitrates and nitrites in vegetables and vegetable-based products and their intakes by the Estonian population', Food Additives & Contaminants 23:4, 355 – 361.
117. Tamson, B. and K. Parswell. 2003. Symptoms of potassium deficiency in vegetables crops. Fertilization Knowledge. No: 3.
118. Tanaka D. L., J. S. Jacobesn and J.W. Bauder. 1990. Nutrient content and water use efficiency of spring wheat as affected by fertilizer and placement . Great planins soil fertility conference , Denever , Colorado , U.S.A. .
119. Tesoriero, A.J, H. Liebscher and S.E. Cox. 2000. Mechanism and rate of denitrification in an agricultural watershed: Electron and mass balance along groundwater flow paths. Water Resour. Res. 36:1545-1559.
120. Thomas, S. and C. Li. 2008. Vegetables and fruits nutritional and therapeutc values. Taylor & Francis Group, LLC CRC Press.
121. Tisdal S.L., W.L. Nelson, J.D. Beathon and J.l. Halvlin. 1993. Soil fertility and fertilizers . New York : Studeition Macmillan, pub .co..
122. Walker, R. 1990. Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds: A review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. Food Addit. Contam. 7:717-768.

123. Walvoored, M.A, F.M. Phillips, D.A. Stonestorm, R.D. Evans, P.C. Hartsough, B.D. Newman and R.G. Striegl. 2003. A reservoir of nitrate beneath desert soils. Science 302:1021-1024.
124. Wang, Z. and S. Li. 2004. Effect of nitrogen and phosphorous fertilization on plant growth and nitrate accumulation in vegetables. J. Plant Nutr. 27: 539-556.
125. Yinging -Hua D., Z. Ya Li, S. Qi- Rong and W. Song – Wei. 2006. Nitrate effect on rice growth and nitrogen absorption and assimilation at different growth stages . Pedosphere, 16(6):707-717.
126. Zhong, W., C. Hu. and M. Wang. 2002. Nitrate and nitrite in vegetables from north china: content and intake. Food Additives and contaminants, 19(12): 1125-1129.