وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان

نشریه فنی

مدیریت تغذیه سیب‌زمینی در کشت‌های تأخیری

نویسنده:

خسرو پرویزی

استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

این اثر با شماره ۶۳۵۴۱ در تاریخ ۱۴۰۲/۰۳/۰۴ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی ثبت شده است.

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

چکیده..... ۱

سیب‌زمینی و نقش آن در امنیت غذایی..... ۲

اهمیت کشت‌های تأخیری در زراعت سیب‌زمینی..... ۳

برنامه‌ریزی و مدیریت تغذیه در کشت‌های تاخیری..... ۴

استفاده از نیتروژن در کشت تاخیری سیب‌زمینی..... ۵

استفاده از فسفر در کشت تاخیری سیب‌زمینی..... ۶

استفاده از پتاسیم در کشت تاخیری سیب‌زمینی..... ۷

استفاده از کلسیم در کشت تاخیری سیب‌زمینی..... ۸

استفاده از گوگرد در کشت تاخیری سیب‌زمینی..... ۸

استفاده از کودهای ریزمغذی در کشت تاخیری سیب‌زمینی..... ۹

استفاده از کودهای آلی در کشت تاخیری سیب‌زمینی..... ۹

توصیه‌های فنی در برنامه تغذیه در کشت‌های تاخیری سیب‌زمینی..... ۱۲

فهرست منابع..... ۱۳

چکیده

محصول سیب‌زمینی جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های زراعی و امنیت غذایی کشور دارد. در دهه‌های اخیر و به دلیل خشکسالی، بحران آب و هم‌پوشانی نیاز آبی باغات و زراعت سیب‌زمینی، کشت‌های تاخیری این محصول گسترش یافته است. در این کشت‌ها به دلیل کاهش دوره رشد، محصول با تنش سرمای آخر فصل روبرو خواهد شد. لذا برای غلبه بر این مخاطرات و تولید محصول اقتصادی، باید تغذیه محصول به صورت بسیار سنجیده اعمال شود. در کشت معمول سیب‌زمینی، تعیین دقیق میزان نیاز گیاه به عناصر غذایی پس از آزمون خاک صورت می‌گیرد. به منظور برآورد نیاز غذایی سیب‌زمینی به هر یک از عناصر پرمصرف و همچنین عناصر ریزمغذی لازم است که مطابق با نتیجه آزمون خاک و وضعیت حاصلخیزی خاک مزرعه مقدار دقیق مشخص شود و کوددهی در سه مرحله قبل از کاشت، در هنگام کاشت و در طول مراحل داشت اعمال گردد. با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی، حفظ سلامت و پایداری در بوم‌نظام‌ها وتولید محصول سالم، باید مدیریت تلفیقی تغذیه با کاربرد توأم کودهای آلی، مصرف بهینه و متعادل کودهای شیمیایی و کودهای زیستی و بر اساس آزمون خاک انجام شود. بر این اساس در این گزارش فنی برنامه تغذیه متعادل و متناسب با نیاز سیب‌زمینی و مبتنی بر استفاده همزمان از کودهای شیمیایی و زیستی و همچنین کودهای آلی در کشت‌های تأخیری سیب‌زمینی مد نظر قرار گرفته و شیوه اجرایی و عملیاتی استفاده از آن‌ها تشریح شده است.

کلمات کلیدی : مراحل رشد، کودهای آلی، عناصر پر مصرف، ریزمغذی ، تقسیط کود

سیب‌زمینی و نقش آن در امنیت غذایی

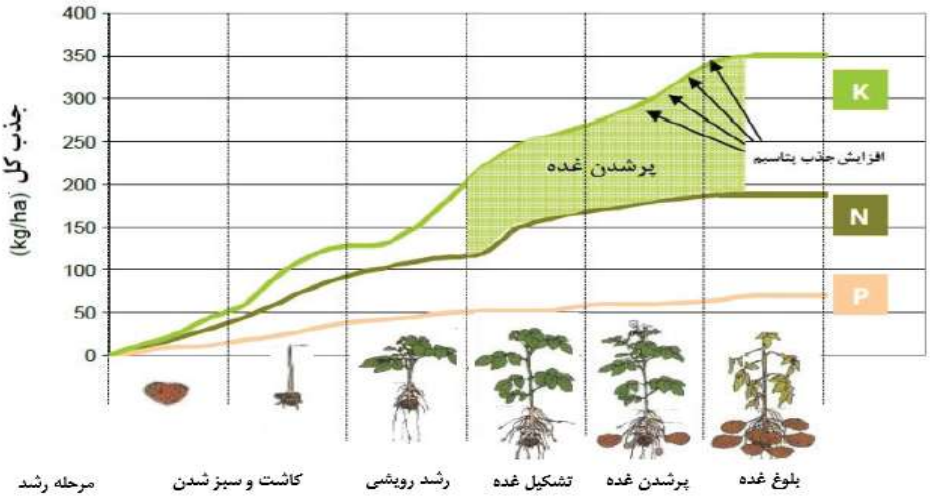
سیب‌زمینی به عنوان یک محصول غذایی مهم در دنیا چهارمین محصول پس از گندم، ذرت و برنج است. برابر آمار سازمان جهانی خوار و بار ملل متحد، سالانه ۱۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی در جهان زیر کشت این محصول قرار گرفته است و افزون بر ۳۷۶ میلیون تن محصول از آن برداشت می‌شود که سهم ایران از این مقدار ۸۸ هزار هکتار سطح زیر کشت و افزون بر ۲/۵ میلیون تن تولید است. همچنین بر اساس این آمار سیب‌زمینی یک محصول کشاورزی اشتغال‌زا بوده و می‌تواند تامین‌کننده امنیت غذایی باشد که بیش از ۸۰۰ میلیون نفر در جهان و ۵۰ هزار کشاورز ایرانی به تولید این محصول اشتغال دارند (فائو، ۲۰۲۲). در

کشور ما این گیاه زراعی پس از گندم در مقام دوم تولید قرار دارد. میزان مصرف سرانه در ایران حدود ۴۶ کیلوگرم در سال و به شکل آب‌پز، سرخ کرده (فرنچ فرایز) خلال، چیپس و نشاسته است، در حالی‌که این مصرف در کشورهایی اروپایی ۱۲۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم است (اورسنجی و تنها خواجه، ۱۳۹۶؛ غفاری و همکاران، ۱۳۹۵). یکی از ویژگی‌های مهم سیب‌زمینی در بین محصولات زراعی آن است که بیشترین میزان انرژی قابل استفاده در واحد سطح را در روز تولید می‌کند، به نحوی که با تولید ۲۱۶ مگاژول در هکتار در روز در مقابل ۱۵۹ مگاژول در ذرت، ۱۳۵ مگاژول در گندم و ۱۲۱ مگاژول در برنج در رتبه اول قرار دارد. همچنین بهره‌وری این محصول در میزان آب مصرفی در واحد سطح در مقایسه با ذرت ۱/۸ برابر و در مقایسه با گندم بیش از ۲/۵برابر است، لذا نسبت به آب مصرفی بالاترین راندمان تولید انژی را دارد (قبادی و همکاران، ۱۳۹۲؛ محمدی، ۱۳۹۰). بر اساس تحقیقات انجام شده، در مناطق تولید سیب‌زمینی در ۱۰ مزرعه شهرستان بهار استان همدان و ۹ مزرعه در شهرستان فریدن استان اصفهان، کارآیی مصرف آب به ترتیب ۶/۸۶ و ۶/۲۹ کیلوگرم محصول به ازاء مصرف هر متر مکعب آب با روش آبیاری بارانی بوده است (سالمی و همکاران، ۱۳۹۳). در مطالعه دیگر در استان همدان در سیستم آبیاری قطره‌ای و با تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی سیب‌زمینی در شرایط کم آبیاری این مقدار به ۱۱/۰۵ کیلوگرم محصول به ازاء مصرف هر متر مکعب آب افزایش پیدا کرد (قدمی فیروزآبادی و پرویزی، ۱۳۸۹). اهمیت این امر با توجه به محدودیت و کمبود منابع آب در کشور و همچنین در استان همدان حائز اهمیت است. از نظر ارزش غذایی، سیب‌زمینی به طور متوسط دارای ۲۰ درصد ماده خشک است که حدود ۷۵ درصد آن را کربوهیدرات‌هایی تشکیل می‌دهند که بسیار سهل‌الهضم هستند. میزان پروتئین آن نیز بین ۳-۲ درصد است و به دلیل ارزش بیولوژیک بالای پروتئین در سیب‌زمینی، به ترتیب کودکان و افراد بالغ به میزان ۱۰ و ۵ درصد از پروتئین خود را می‌توانند از مصرف سیب‌زمینی تامین نمایند. مصرف روزانه حدود نیم کیلوگرم سیب‌زمینی می‌تواند تمام ویتامین ث مورد نیاز، ۶۰ درصد نیاسین، ۵۰ درصد تیامین و ریبوفلاوین، ۳۰ درصد آهن، ۱۰ درصد کلسیم و ۲۰ درصد انرژی مورد نیاز یک انسان بالغ را تامین نماید. از طرفی به دلیل پائین بودن میزان فیتین در سیب‌زمینی، کارآیی جذب آهن و کلسیم موجود در آن توسط بدن در مقایسه با غلات و سایر سبزیجات به مراتب بالاتر است (رفرنس). به علت نقش

مهم سیب‌زمینی در تغذیه مردم جهان و ارزش روزافزون آن در دنیا، سازمان ملل متحد سال ۲۰۰۸ میلادی را به عنوان سال سیب‌زمینی نامگذاری کرد.

اهمیت کشت‌های تأخیری در زراعت سیب‌زمینی

در دهه‌های اخیر به دلیل خشکسالی، افت سطح آب‌های زیرزمینی و با توجه به هم‌پوشانی نیاز آبی باغات و زراعت سیب‌زمینی در فصل بهار، کشت‌های تاخیری (اواخر تیرماه) و حتی کشت تابستانه این محصول به عنوان راهبردی با هدف کم کردن فشار بر ذخایر آبی در مناطق دارای کشت بهاره (تولید پاییزه) گسترش یافته است. با تجربیات و اطلاعات حاصل از تغییرات شرایط آب و هوایی در سال‌های اخیر نیز مشخص شده است که با افزایش نیاز آبی در محصول تابستانه سیب‌زمینی در کشور، علاوه بر اُفت نسبی در عملکرد، کیفیت غده‌های تولیدی نیز تحت تاثیر قرار گرفته است. به نظر می‌رسد با تأخیر در کاشت سیب‌زمینی در اغلب مناطق کشت تابستانه، مرحله بحرانی از مراحل رشد و نمو سیب‌زمینی (ذخیره‌سازی در غده) با افزایش ناگهانی دما در اغلب نقاط (تیر و اوایل مرداد) مصادف نشده و در عین حال نیاز آبی سیب‌زمینی نیز کاهش می‌یابد. علی‌رغم محاسن قابل توجه کشت‌های تاخیری در افزایش بهره‌وری مصرف آب و عبور از محدودیت‌های اقلیمی، در کشت‌های تاخیری به دلیل کاهش طول دوره رشد محصول، ضمن اینکه لازم است برنامه کشت ارقام زودرس و میان‌رس در اولویت قرار گیرد، در عین حال به منظور افزایش کارآیی و راندمان جذب مواد غذایی، در مدیریت تغذیه نیز باید به زمان مصرف کودهای شیمیایی و تقسیط آن‌ها و همچنین به استفاده توأم آن‌ها با کودهای آلی توجه خاص شود (مدنی و همکاران، ۱۳۸۸؛ ملکوتی ۱۳۹۳). در این خصوص لازم است ابتدا میزان جذب عناصر غذایی در محصول سیب‌زمینی در طی مراحل مختلف رشد و نمو و غده‌زایی مشخص شود (نمودار ۱) و سپس بر اساس تغییرات حاصله در مراحل مختلف رشد در کشت‌های تأخیری در جهت مصرف کودهای شیمیایی، زیستی و آلی برنامه‌ریزی کرده و مدیریت تغذیه را انجام داد.



شکل۱- میزان جذب عناصر فسفر، نیتروژن و پتاسیم در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی

برنامه‌ریزی و مدیریت تغذیه در کشت‌های تاخیری

مدیریت تلفیقی تغذیه محصول سیب‌زمینی در کشت‌های تاخیری همانند کشت‌های معمول مبتنی بر آزمون خاک، تجزیه بافت، عملکرد مورد انتظار، میزان برداشت عناصر غذایی و نوع رقم (زودرسیا دیررس) استوار است تا بر اساس میزان تامین عناصر غذایی از طریق کودهای آلی مقدار مصرف کودهای شیمیایی کاهش یابد. در جدول ۱ حدود و میزان جذب نسبی عناصر مواد غذایی ضروری برای رشد و تولید سیب زمینی از خاک آورده شده است. بر اساس آزمون خاک این جدول می‌تواند پایه‌ای برای توصیه کودی تولید سیب‌زمینی و پیش‌بینی عکس‌العمل محصول به مصرف کود باشد. همچنین توصیه شده است که در طول فصل رشد و در صورت مشاهده هرگونه ناهنجاری‌های تغذیه‌ای و علائم کمبود عناصر غذایی از تجزیه گیاه استفاده شود (آئین و امیرجلالی، ۱۳۹۷۲،۱۱،۱۷؛ هولیدر[1] و همکاران، ۲۰۱۶).

1- Howlader

جدول ۱) میزان نسبی جذب عناصر غذایی به وسیله اندام‌های هوایی و پیش‌بینی تولید غده سیب‌زمینی به عنوان تابعی از محصول

عنصر غذایی		مقدار جذب توسط شاخ و برگ (کیلوگرم در هکتار)	پیش‌بینی تولید غده سیب‌زمینی بر اساس کود مصرفی (تن در هکتار)				
			۲۲/۴	۳۳/۶	۴۴/۸	۵۶/۰	۶۷/۲
			میزان مصرف عناصر غذایی (کیلوگرم در هکتار)				
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)	-	9/9	15	20	25	30
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	۰/۶	۰/۹	۱/۲	۱/۵	۱/۸
مس	(Cu)	۰/۳۰	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۳
بُر	(B)	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۸

بر اساس اطلاعات جدول ۱ و مطابق با نتیجه آزمون خاک به شیوه و میزان مصرف عناصر غذایی پرمصرف و همچنین کم مصرف می‌پردازیم:

استفاده از نیتروژن در کشت تاخیری سیب‌زمینی

مقدار و زمان مصرف کودهای نیتروژنه برای سیب‌زمینی از اهمیت زیادی برخوردار است. در اوائل رشد جهت افزایش شاخ و برگ نیاز گیاه به نیتروژن زیاد است، ولی مصرف آن به مقدار زیاد به ویژه در اواخر رشد باعث رشد بیشتر اندام‌های هوایی و توسعه کمتر غده‌ها و همچنین پایین آمدن کیفیت محصول می‌شود. کودهای نیتروژنه را به دو قسمت کود پایه و سرک تقسیم می‌کنیم. کود پایه که معمولاً یک سوم تا نصف مقدار کود توصیه شده است، همزمان با تهیه زمین به خاک داده می‌شود و بقیه کود به صورت سرک بعد از سبز شدن گیاه و در طول مراحل رشد و نمو آن در اختیار گیاه قرار می‌گیرد که مناسب‌ترین زمان برای

محصول سیب‌زمینی حدود ۴۰ تا ۴۵ روز پس از کاشت (مرحله شروع غده بستن) است (روزن و بیرمن[1]، ۲۰۰۸). از مصرف یک جا و یک‌باره کودهای نیتروژنه بایستی خودداری شود. در کشت‌های تاخیری به دلیل اینکه گیاه سریعا وارد مرحله رشد رویشی می‌شود، بهتر است توزیع و تقسیط کود نیتروژنه به دو نوبت محدود شود. در این رابطه نصف مقدار توصیه شده در زمان کاشت و نیمی دیگر در مرحله خاکدهی و یا نزدیک به مرحله پوشش کامل مزرعه به صورت تزریق در سیستم آبیاری و یا کودپاشی سرک صورت می‌گیرد و از مصرف کودهای نیتروژنه در مرحله گلدهی و پس از آن می‌بایستی پرهیز گردد، چرا که در کشت‌های تاخیری دوره غده‌زایی کوتاه‌تر بوده و گیاه سریع‌تر وارد مرحله ذخیره‌سازی می‌شود. هر نوع تأخیر در مصرف کودهای نیتروژنه باعث رشد و توسعه شاخ و برگ و طولانی‌تر شدن مرحله استولون‌زایی می‌شود که به تبع آن فرصت کافی در جهت ذخیره‌سازی و رشد غده‌ها وجود ندارد و ضمنا گیاهان به تنش‌های سرمایی آخر فصل حساس‌تر می‌شوند. در زراعت سیب‌زمینی و به ویژه در کشت‌های تاخیری مصرف کودهای زیستی نیتروژن به همراه کودهای شیمیایی سبب ارتقاء کمی و کیفی محصول می‌شود. مصرف کودهای شیمایی نیتروژنه و کود زیستی نیتراژین (به صورت بذرمال) و محلول‌پاشی اثر بارزی بر افزایش میزان سبزینگی برگ، ارتفاع بوته، تعدا جوانه در غده و درصد پروتئین غده داشته و همچنین عملکرد را به میزان ۲۶ درصد افزایش می‌دهد (رستمی آجرلو و همکاران، ۱۳۹۱؛ حسن پناه و همکاران، ۱۳۹۷).

استفاده از فسفر در کشت تاخیری سیب‌زمینی

نیاز سیب‌زمینی به فسفر در مقایسه با نیتروژن و پتاسیم خیلی کمتر است. قسمت زیادی از کود فسفره اضافه شده به خاک به صورت ترکیبات نامحلول و به شکل رسوب درآمده که برای گیاه قابل استفاده نیست (کیران[2] و همکاران، ۲۰۲۱). لذا اگر همزمان با شخم پائیزه، کودهای فسفره به مقدار خیلی زیاد و در اغلب خاک‌های سیب‌زمینی‌کاری کشور به خاک داده شود، مقدار قابل‌توجهی از آن به صورت غیرمحلول رسوب کرده و به شکل غیر قابل استفاده برای گیاه درمی‌آید. بنابراین باید از مصرف کودهای فسفره در زمان شخم

1- Rosen and Bierman
2- Kiran

اولیه در مزارع سیب زمینی خودداری شود. بهترین زمان مصرف کودهای فسفره در کشت‌های تاخیری همزمان با عملیات تسطیح و تهیه زمین و عملیات دیسک‌زنی و یا استفاده از روتوشیپر است که به خوبی با خاک مخلوط شده و سپس در دسترس غده‌های کشت شده قرار می‌گیرد (قاسم خانلو و همکاران، ۱۳۸۸). نظر به اینکه کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفر با کود شیمیایی، کود زیستی بارور ۲ (به صورت بذرمال)، پودر باکتری تیوباسیلوس و کود زیستی بیوفسفات طلایی تاثیر بارزی در افزایش سرعت رشد، ارتفاع ساقه ،تعداد برگ، تعداد غده در بوته، عملکرد و کیفیت غده‌ها دارد (قبادی و همکاران، ۱۳۹۲) از آن‌ها می‌توان درکشت‌های تاخیری نیز استفاده نمود.

استفاده از پتاسیم در کشت تاخیری سیب‌زمینی

پتاسیم در افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی (سرما، گرما، خشکی و...) و کاهش پیری محصول موثر است، لذا نقش بارزی در بهبود رشد محصول دارد. همچنین بر عملکرد سیب‌زمینی و افزایش تعداد غده، کیفیت غده (محتوی ویتامین C، وزن مخصوص، محتوای ماده خشک و قند) و حتی بر میزان ماندگاری محصول در انبار نیز موثر است (اسکوبدو-مونگ[1] و همکاران، ۲۰۲۰). سیب‌زمینی گیاهی پتاسیم دوست است و با توجه به اینکه مناسب‌ترین خاک برای کشت آن خاک‌های با بافت متوسط و سبک (شنی) است که غالباً میزان پتاسیم آنها کم است، لذا نیاز بیشتری به مصرف کودهای پتاسه دارد (شامس[2] و همکاران، ۲۰۲۰). زمان و نحوه مصرف کودهای پتاسه مانند کودهای فسفره و هم‌زمان با تهیه زمین، دیسک‌زنی و یا استفاده از روتوشیپر است. نظر به اینکه در کشت‌های تاخیری سرعت رشد اولیه زیاد است و زمان پوشش کامل به سرعت اتفاق می‌افتد و ظرفیت کافی برای جذب و به کارگیری پتاسیم فراهم می‌شود، لذا ممکن است عملا مقدار جذب پتاسیم از ریشه تکافوی سرعت رشد ایجاد شده را ننماید. بنابراین ضرورت دارد که به منظور ایجاد هماهنگی سرعت رشد با مقدار جذب و به کارگیری پتاسیم در فتوسنتز گیاه سیب‌زمینی، از یک و یا دو نوبت سولوپتاس با غلظت ۵ در هزار به صورت محلول‌پاشی و یا تزریق در سیستم آبیاری بهره گرفت. بهترین زمان

1- Escobedo-Mong
2- Shams

استفاده از محلول‌پاشی سولوپتاس در نوبت اول همزمان با زمان پوشش کامل و نوبت دوم به فاصله ۲ تا ۳ هفته پس از آن است.

استفاده از کلسیم در کشت تاخیری سیب‌زمینی

در کشت‌های تأخیری مراحل آخر ذخیره‌سازی و همچنین تشکیل غده به اوایل تا اواسط پائیز موکول می‌شود، همچنین در اغلب مناطق کشت سیب‌زمینی در کشور خطر بروز تنش سرمایی آخر فصل وجود دارد و از طرفی ممکن است فرصت کافی برای ترمیم و تشکیل پوست غده سیب‌زمینی به ویژه در ارقام میان‌رس فراهم نشود. بنابراین به منظور پرهیز از اثرات سوء تنش‌های سرمایی در این مرحله و نیز بهبود سرعت تشکیل پوسته ثانویه در غده و افزایش ماندگاری غده‌های تازه برداشت شده، ضرورت استفاده از کودهای حاوی کلسیم بیش از پیش وجود دارد. در این خصوص توصیه می‌شود از کود نیترات کلسیم به صورت خاک مصرف به میزان ۵۰ تا ۷۰ کیلوگرم در زمان کاشت و محلول‌پاشی در مرحله پس از گلدهی و ذخیره‌سازی در غده به نسبت ۳ تا ۵ در هزار استفاده شود (جم و همکاران، ۱۳۹۴؛ مدنی و همکاران، ۱۳۸۸).

استفاده از گوگرد در کشت تاخیری سیب‌زمینی

نقش گوگرد در سیب‌زمینی در افزایش ماده خشک و همچنین نشاسته کاملا مشخص است. همچنین این ماده اثر قابل‌توجهی در کنترل بیماری اسکب (جرب سیب‌زمینی) و نیز کاهش آلودگی به بیماری‌های مختلف باکتریایی و قارچی دارد. در خاک‌های شنی و خاک‌های فقیر از مواد آلی، مقدار این عنصر کم است، لذا به دلیل قلیایی بودن خاک‌های اکثر مناطق تولید سیب‌زمینی کشور، افزودن گوگرد حتی به مقدار بیشتر از حد متعارف به آن‌ها، نه تنها مشکلی ایجاد نمی‌کند، بلکه مفید نیز خواهد بود. در کشت‌های تاخیری استفاده از گوگرد به دلیل کوتاهی دوره رشد و نیز ضرورت افزایش ماده خشک بیشتر در ارقام زودرس، نسبت به کشت‌های معمول اهمیت بیشتری دارد. البته بخش زیادی از نیاز به گوگرد با مصرف کود سولفات پتاسیم و نیز سولوپتاس تأمین می‌شود، اما به دلایل ذکر شده باید توجه بیشتری به مصرف کودهای گوگردی در کشت

تاخیری سیب‌زمینی نمود. در این خصوص استفاده از گوگرد خالص به مقدار ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم به صورت تکمیلی در هنگام کاشت نیز توصیه می‌شود. البته افزایش مواد آلی از طریق کودهای آلی که لازمه استفاده در کشت‌های تاخیری است (متعاقبا اشاره خواهد شد)، روند تجزیه و انحلال‌پذیری گوگرد را از طریق افزایش فعالیت میکروبی (تیوباسیلوس) تسریع خواهد نمود (ملکوتی و بلالی، ۱۳۸۳؛ منقش و همکاران، ۱۳۹۴؛ بهاتارای و اسوامیما[1]، ۲۰۱۶).

استفاده از کودهای ریزمغذی در کشت تاخیری سیب‌زمینی

عناصر آهن، روی، منگنز، مس و بر عناصر کم مصرف (ریز مغذی) هستند که به مقدار کمی (نسبت به نیتروژن، فسفر و پتاسیم) توسط گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرند و البته هر یک از آن‌ها در رشد و نمو گیاه دارای نقش مهم و اساسی هستند و کمبود هر یک موجب ایجاد اختلال در رشد و نمو و در نهایت کاهش عملکرد محصول می‌شود. به همین دلیل در زراعت سیب‌زمینی مصرف این کودها مخصوصاً کودهای سولفات روی و سولفات منگنز توصیه می‌شود. مصرف آنها همزمان با تهیه زمین به مقدار ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز توصیه می‌شود که این میزان در کشت‌های تاخیری نیز قابل استفاده است. در مرحله داشت نیز مصرف این کودها به همراه کود آهن به صورت محلول‌پاشی بر روی شاخ و برگ گیاه با غلظت ۳ تا ۵ در هزار در مرحله گلدهی سبب شادابی و رشد مناسب سیب‌زمینی خواهد شد (هادی[2] و همکاران، ۲۰۱۵؛ جم و همکاران، ۱۳۹۴).

استفاده از کودهای آلی در کشت تاخیری سیب‌زمینی

معمولا سیب‌زمینی توانایی کمتری به توسعه و گستردگی ریشه در مقایسه با اغلب محصولات زراعی و حتی محصولات هم‌خانواده خود از قبیل گوجه‌فرنگی و بادمجان دارد. همچنین حساسیت بیشتری به خاک‌های سنگین از حیث ایجاد بدشکلی و رشد نامناسب غده دارد. لذا باید شرایط بهینه خاک از نظر خصوصیات

1-Bhataria and Swamima
2-Hadi

فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی فراهم شود تا محصول با صرف کمترین انرژی ضمن توسعه ریشه مطلوب بتواند عناصر غذایی مورد نیاز رشد را به راحتی جذب نماید. این موضوع در کشت‌های تاخیری نظر به کوتاهی فصل رشد اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین برای آن که سیب‌زمینی بتواند از حداکثر پتانسیل بالقوه در توسعه ریشه و جذب عناصر غذایی در دوره کوتاه‌تر فصل رشد برخوردار گردد، می‌بایستی استفاده توأم از کودهای شیمیایی و آلی مدنظر قرار گیرد (هاولادر[1] و همکاران، ۲۰۱۶). کودهای آلی بیشتر نقش اصلاح کنندگی و حفظ حاصلخیزی خاک را دارند و مصرف آنها برای ایجاد شرایط مطلوب خاک به خصوص از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی ضروری است. در میان گیاهان زراعی، محصول سیب‌زمینی بهترین واکنش را به کودهای آلی نشان داده است، لذا مصرف کودهای آلی به ویژه در خاک‌های سبک برای پایداری تولید توصیه شده است (رستمی آجیرلو و همکاران، ۱۳۹۱؛ قاسم خانلو و همکاران، ۱۳۸۸؛ منقش و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج بلند مدت (۱۵ ساله) مصرف کودهای دامی در زراعت سیب‌زمینی نشان می‌دهد که میزان بیشتری از عناصر پرمصرف (ازت، فسفر و پتاسیم) و همچنین عناصر کم مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف) توسط محصول جذب شده که سبب رشد بهینه آن شده است. بدین ترتیب با مصرف کودهای آلی نه تنها میزان عملکرد به مقدار زیاد (تا دو برابر) افزایش می‌یابد، بلکه مقدار ریزمغذی‌های آهن، روی، مس در غده‌ها نیز افزایش یافته و سبب بالا رفتن کیفیت و ارزش غذایی محصول نیز می‌شود (باتارای و اسوامیما، ۲۰۱۶؛ هادی و همکاران، ۲۰۱۵). باید دقت شود که کودهای دامی باید کاملا پوسیده باشند، این موضوع در کشت‌های تاخیری بسیار مهم است، زیرا کودهای تازه علاوه بر اینکه سبب انتقال بذر علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها (به ویژه نماتد) می‌شوند. همچنین از نظر پوسیدگی ناقص بوده و در اوایل رشد باعث خشک شدن سریع بستر کاشت غده بذری، بد سبزی و کاهش استقرار و رشد محصول می‌شوند، ضمن اینکه تجزیه این کودها تا اواخر فصل رشد به طول می‌انجامد. همچنین مصرف کودهای غیرپوسیده سبب تأخیر در رسیدگی، کاهش ماده خشک غده، کاهش طعم غده و در نهایت کاهش عملکرد خواهد شد. به طور متوسط مصرف ۲۰ تن کود دامی گاوی یا گوسفندی کاملا پوسیده و یا حداکثر ۱۰ تن کود مرغی در هر هکتار توصیه

1- Howlader

می‌شود و لازم است که مقدار نیتروژن حاصل از مصرف کودهای دامی باید از میزان کود نیتروژنه مصرفی کم شود. کودهای دامی را باید در بهار در زمین پخش نموده و با عملیات خاک‌ورزی با خاک مخلوط نمود. در برنامه افزایش کود دامی (اصطبلی) به خاک این نکته باید مد نظر قرار گیرد که افزایش مواد آلی همراه با استفاده هر دو سال یک بار از گیاهان خانواده حبوبات به عنوان کود سبز و یا کودهای حیوانی از قبیل کود مرغی برخوردار از نیتروژن بالا به صورت توأم باشد. چنانچه در برنامه افزودن مواد آلی به خاک، این موضوع مد نظر قرار نگیرند، امکان کاهش سطح نیتروژن خاک و اختلال در نسبت نیتروژن- کربن پیش خواهد آمد (آئین و جلالی، ۱۳۹۷؛ اسکوبدو-مونگ و همکاران، ۲۰۲۰). از دیگر ترکیباتی که مصرف آن در کنار کودهای آلی در زراعت سیب‌زمینی توصیه شده، زئولیت است. زئولیت ماده‌ای معدنی دارای ساختار آلومینوسیلیکاتی و با ساختمانی کریستالی دارای قابلیت تبادل کاتیونی مناسب است. این ماده به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و تمایل زیاد برای جذب، عناصر غذایی مهم گیاه نظیر نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، مس، منگنز و سایر ریزمغذی‌هارا در محیط ریشه نگهداری و در زمان احتیاج در اختیار گیاه قرار می‌دهد و ضمن جلوگیری از آب‌شویی عناصر، باعث افزایش کارایی استفاده از کودهای ازته و پتاسه و افزایش کیفیت خاک می‌شود. مصرف زئولیت سبب افزایش ارتفاع بوته، تعداد ساقه، تعداد غده و عملکرد محصول سیب‌زمینی می شود. لذا در کشت‌های تاخیری می‌تواند کاربرد مناسبی داشته باشد. مقدار مصرف آن در زراعت سیب‌زمینی تا ۴ تن در هکتار توصیه شده است (ملکوتی، ۱۳۸۳). هیومیک اسید از اسیدهای آلی است که مانع شستشوی نیتروژن و پتاسیم به لایه‌های عمیق‌تر خاک شده و همچنین با تاثیر بر افزایش میزان فسفر قابل دسترس، منجر به افزایش عملکرد غده، کیفیت و بهبود تغذیه سیب‌زمینی می‌شود. کاربرد این ماده در سیب‌زمینی سبب افزایش ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته ،تعداد غده در بوته، وزن غده در بوته، عملکرد کل و بهبود کیفیت غده می‌شود. مصرف پودری هیومیک اسید همراه با کاشت به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار هم گزارش شده است (قاسم خانلو و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین مصرف هیومیک اسید مایع به صورت کود آبیاری در مرحله رشد رویشی و در مرحله تشکیل و پرشدن غده به میزان ۴ لیتر در هر مرحله نیز توصیه شده است (اورسجی و تنها خواجه، ۱۳۹۶؛ غفاری و همکاران، ۱۳۹۸؛ قاسم خانلو و همکاران، ۱۳۸۸).

توصیه‌های فنی در برنامه تغذیه در کشت‌های تاخیری سیب‌زمینی

کشت تاخیری در سیب‌زمینی در اغلب مناطق کشور در حال انجام و یا در مرحله گسترش است. کشت‌های تاخیری سیب‌زمینی با مزایای بی‌شماری از جمله افزایش بهره‌وری مصرف آب و کاهش میزان آب آبیاری به مقدار ۲۵ تا ۳۰ درصد، افزایش کیفیت غده‌های تولیدی (کاهش رشد ثانویه و بدشکلی غده)، کاهش قابل توجه خسارت گل جالیز، کاهش جمعیت آفات و بیماری‌های مهم سیب‌زمینی همراه بوده است. در عین حال لازم است که در کشت تاخیری سیب‌زمینی، به دلیل افزایش سرعت و روند رشد اولیه و تغییر زمان غده‌زایی و همچنین امکان مواجه‌شدن با تنش‌های احتمالی سرما در آخر فصل، مدیریت و برنامه‌ریزی تغذیه و کوددهی نسبت به تاریخ کشت‌های معمول با تغییرات و اصلاحاتی همراه باشد که در این خصوص نکات مهم زیر را باید در نظر گرفت.

۱- در کشت‌های تأخیری سیب‌زمینی لازم است توزیع و تقسیط کود نیتروژنه به دو نوبت محدود شود. بنابراین توصیه می‌شود که نصف کود نیتروژن در زمان کاشت و نیمی دیگر در مرحله خاکدهی و یا نزدیک به مرحله پوشش کامل مزرعه مصرف شود و از مصرف کودهای نیتروژنه در مرحله پس از گلدهی پرهیز گردد. استفاده از کودهای زیستی عناصر پر مصرف نیز در افزایش بهره‌وری موثر است.

۲- جهت تامین پتاسیم به مقدار کافی، علاوه بر مصرف خاکی سولفات پتاسیم مطابق با نتایج آزمون خاک، محلول‌پاشی سولوپتاس به نسبت ۵ در هزار و یا تزریق در آب آبیاری در دو نوبت نیز توصیه می‌شود.

۳- جهت بهبود پوست‌گیری غده‌ها و ماندگاری بیشتر آنها و نیز افزایش تحمل به تنش سرمای آخر فصل، استفاده از کلسیم به صورت نیترات کلسیم به شیوه خاک مصرف و یا محلول‌پاشی در کشت‌های تأخیری باید در اولویت قرار گیرد. استفاده از گوگرد در کشت‌های تأخیری سیب‌زمینی به دلیل نقش موثر آن در افزایش ماده خشک و میزان نشاسته در سیب‌زمینی و همچنین اثر قابل توجه در ایجاد مقاومت به آفات و بیماری‌ها باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

۴- به دلیل کوتاه بودن فصل رشد در کشت‌های تأخیری سیب‌زمینی، جهت افزایش بهره‌وری مصرف کودهای شیمیایی و همچنین ایجاد تعادل زیست‌محیطی، بهتر است که کودهای دامی کاملا پوسیده به میزان ۲۰ تن در هکتار نیز مورد استفاده قرار گیرد. به منظور ایجاد تعادل در نسبت نیتروژن به کربن، بهتر است کودهای دامی با ۵ تن کود مرغی در هکتار و یا مقدار ۱۰ کیلوگرم اوره در هر تن کود دامی مخلوط شود. همچنین برای افزایش کارایی آنها می‌توان از زئولیت و هیومیک اسید نیز استفاده نمود.

۵- با توجه به شرایط خاک‌های کشور، مصرف کودهای حاوی ریزمغذی‌های آهن و روی ضروری‌تر از سایر عناصر ریزمغذی بوده که بر اساس منبع کودی به شیوه پخش سطحی، همراه آب آبیاری و یا محلول‌پاشی آنها می‌توان اقدام نمود.

فهرست منابع

۱- اورسجی،زینب و مهدی تنها خواجه. ۱۳۹۶. بررسی تأثیرکاربرد بهبوددهنده‌های رشد و کودهای شیمیایی بر رشد و عملکرد سیب‌زمینی. مجله تولید گیاهان زراعی، شماره ۱۰ (۴)، ۱۸۰-۱۷۳

۲- آئین،احمد و امیر جلالی. ۱۳۹۷. اثر نیترات بر عملکرد ارقام سیب‌زمینی در شرایط تنش گرمای انتهای فصل در شرایط جنوب کرمان. مجله علوم زراعی ایران، ۲۰ (۳)، ۱۶۷-۱۵۱.

۳- سالمی،حمیدرضا.، رضوانی، سیدمعین الدین.، قدمی فیروزآبادی،علی و نیازعلی ابراهیمی پاک. ۱۳۹۹. بررسی و ارزیابی سیستم‌های آبیاری بارانی) کلاسیک ثابت و آبفشان غلتان (در برخی مزارع استان‌های اصفهان و همدان. مهندسی آبیاری و آب ایران، ۱۰(۳۹)، ۲۷۵-۲۸۶.

۴- حسن پناه، داوود.، موسی پور گرجی، احمد و سهیلی مقدم بیتا. ۱۳۹۷. بررسی تاثیر تاریخ‌های مختلف کاشت و ارقام سیب‌زمینی بر صفات کمی و کیفی در کشت پاییزه و زمستانه در منطقه اردبیل، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، ۵۵ ص. شماره ثبت ۵۵۱۹۳ مورخ ۹۷/۱۲/۱۵

۵- جم،الهام.، عبادی،علی و قاسم پرمون. ۱۳۹۴. نقش عناصر ریزمغذی آهن و روی در عملکرد و اجزاء عملکرد سیب‌زمینی .مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۹ (۲)، ۱۸۹- ۱۷۷.

۶- رستمی اجیرلو، اباسلط.، محمدی، غلامرضا.، شعبان، مراد قبادی، محمداقبال و عبداله نجفی. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد کودهای زیستی نیتروژن همراه با کود اوره بر برخی صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی رقم مارفونا. مجله تولید گیاهان زراعی، ۵ (۳)، ۱۳۱-۱۴۴.

۷- غفاری، مسعود.، تقی‌زاده، رضا و داوود حسن‌پناه. ۱۳۹۸. تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و کود NPK بر عملکرد و کیفیت ریزغده‌های دو رقم سیب‌زمینی در منطقه اردبیل. دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۹(۳)، ۲۲۲-۲۰۹.

۸- قاسم خانلو، زینال.، نصراله‌زاده اصل، علی.، علیزاده، اسماعیل. و نواب حاجی‌حسنی اصل. ۱۳۸۸. اثر کود زیستی بارور ۲ بر عملکرد و اجزا عملکرد ارقام سیب‌زمینی در منطقه چالدران. پژوهش در علوم زراعی، ۱ (۳)، ۱۳-۱

۹- قبادی، مصطفی.، جهانبین، شاهرخ.، اولیایی، حمیدرضا.، مطلبی فرد، رحیم. و خسرو پرویزی. ۱۳۹۲. تأثیر کودهای زیستی فسفر بر عملکرد و جذب فسفر در سیب‌زمینی. دانش آب و خاک، ۲۳ (۲)، ۱۳۸-۱۲۵.

۱۰- قدمی فیروزآبادی، علی. و خسرو پرویزی. ۱۳۸۹. اثر کم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب کلونهای جدید سیب زمینی درآبیاری قطره ای نواری (تیپ). پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۲۴(۲): ۱۳۳-۱۴۴.

۱۱- محمدی ،علیرضا. ۱۳۹۹. راهبردهای مدیریت به‌زراعی در کشت‌های تاخیری سیب‌زمینی. علوم کاربرد سیب‌زمینی، ۳ (۲)، ۳۴-۲۷.

۱۲- مدنی، حمید.، حسینخانی، رضا. و ن.نورعلی ساجدیی. ۱۳۸۸. مطالعه تأثیر سطوح مختلف سولفات پتاسیم و زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب‌زمینی در منطقه اراک. یافته‌های نوین کشاورزی، ۴ (۱)، ۴۸-۳۷.

۱۳- ملکوتی، محمد جعفر و محمدرضا بلالی. ۱۳۸۳. مصرف بهینه کود راهی برای پایداری در تولیدات کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک وآب، ۵۷۵ ص.

۱۴- ملکوتی، محمد جعفر. ۱۳۹۳. توصیه بهینه مصرف کود برای محصولات کشاورزی ایران . نشر مبلغان، ۳۸۶ ص.

۱۵- منقش، فرناز.، ملکی، عباس. و حیدر ذوالنوریان. ۱۳۹۴. اثر روش‌های مصرف کودهای آلی و شیمیایی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد غده سیب‌زمینی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۹ (۳)، ۴۲۸-۴۱۷.

16- Bhattarai,B., Swarnima K.C. 2016. Effect of Potassium on Quality and Yield of Potato tubers – A Review. SSRG *International Journal of Agriculture & Environmental Science*, 3(6):7-11

17- Escobedo-Monge, M., Aparicio, S., Escobedo-Monge, M., Marugán-Miguelsanz,J.2020. Long-Term E_ects of the Application of Urban Waste Compost and Other Organic Amendments on Solanum tuberosum L.. *Agronomy*, 10 (10):1-25.

18- Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO). 2022. Crops and livestock products. Retrieved January, 12, 2022, from https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize.

19- Hadi, M., Taheri, R. and Balali, G.R. 2015.Effects of iron and zinc fertilizers on the accumulation of Fe and Zn ions in potato tuber. *Journal of Plant Nutrition*, 38: 202–211

20- Harris, P.M. 2012. The potato crop: the scientific basis for improvement. Springer Science & Business Media

21- Howlader, O., Hoque, M. A. and Hossain, M. M.. 2016. Dry matter acculumation pattern component of four potato variety. *Annual Bangladesh Agriculture*, 20(1 & 2) : 95-105

22- Kiran, C., Changade, Nitin M. Sukul, P, 2021. A review on influence of nitrogen and phosphorus on growth and yield of potato. *The Pharma Innovation Journal*; 10(5): 636-640

23- Rosen, C. J. and P. M. Bierman. 2008. Best management practices for nitrogen use: irrigated potatoes. University of Minnesots Extesion Service. Publication 841

24- Shams, A.S.,. Mohamed M. H. M and Abd EL galel, A. A.2020. Effect of Mineral and Bio NPK Fertilizers and Foliar Spray with Some Growth Stimulants on Growth and Productivity of Potato. *Annuals of Agricultural Science Moshtohor*, Vol. 58(2): 283-293