

## بررسی اثر مصرف کودهای نیتروژن دار و پتاسیم دار بر تغییرات کیفی

### سیب زمینی در دوره انبارداری

فرزاد گودرزى\*

\* نگارنده مسئول، عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، نشانی:

همدان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، ص.پ. ۸۸۷، تلفن: ۴۳۷۲۷۴۰ (۰۸۱۱)؛ پیام نگار:

goodarzfzarzad@gmail.com

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۲۸

### چکیده

اثر کودهای نیتروژن دار و پتاسیم دار بر تغییرات کمی و کیفی سیب زمینی رقم آگریا طی دوره ۵ ماهه انبارداری، در یک طرح بلوک کامل تصادفی و در قالب آزمایش فاکتوریل با پنج سطح کود نیتروژن دار و سه سطح کود پتاسیم دار در سه تکرار طی سالهای (۱۳۸۴-۱۳۸۳) مطالعه شد. تیمارهای کودی همزمان با کشت و یا در مرحله داشت انجام شد. بررسی ماهانه پارامترهای مورد مطالعه نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کود نیتروژن دار و پتاسیم دار و مدت نگهداری و نیز اثر متقابل آنها بر میزان تغییرات رطوبت، ویتامین C، و قند احیای سیب زمینی طی انبارداری معنی دار است. با افزایش مصرف نیتروژن تا میزان ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار میزان عملکرد، ویتامین C، نشاسته، و قند احیای محصول اضافه می شود. مصرف بیشتر نیتروژن نتایج معکوس به دنبال دارد. با افزایش مصرف کود نیتروژن بر میزان اتلاف رطوبت، ویتامین C، و تولید قند احیای سیب زمینی افزوده شد؛ حال آنکه افزایش مصرف پتاسیم این روند را کند کرد. بر اساس نتایج به دست آمده، توصیه می شود که برای نگهداری مناسب غده های سیب زمینی در زمان های کمتر یا مساوی ۳ ماه از تیمار کودی ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود پتاسیم دار در هکتار و برای نگهداری غده های سیب زمینی در زمان های بیش از ۳ ماه از تیمار کودی ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص همراه با ۱۵۰ کیلوگرم کود پتاسیم دار در هکتار استفاده شود.

### واژه های کلیدی

انبارداری، سیب زمینی، ضایعات، کود نیتروژن دار و پتاسیم دار

### مقدمه

نامتعادل کود شیمیایی نیز بر حاصلخیزی خاک تأثیر منفی می گذارد و افت کیفی محصولات تولیدی و تجمع نیترات را نیز در پی دارد (Salardini & Mojtahedi, 1993; Rezaee & Soltani, 1996).

در بین عناصر غذایی ضروری برای گیاه، نیتروژن و پتاسیم بسیار پر مصرف هستند که تأثیر بسزایی در کمیت و کیفیت محصول تولیدی دارند. خاک های محدودی دارای مقدار کافی نیتروژن به شکل قابل جذب گیاه هستند؛ بنابراین کمبود نیتروژن مهمترین عامل کودی محدود کننده عملکرد در زراعت سیب زمینی شناخته شده است.

افزایش چشم گیر در عملکرد گیاهان، نتیجه عواملی مانند بهبود ژنتیکی گیاهان با استفاده از روش های به نژادی، اعمال روش های زراعی بهتر، مصرف علف کش ها و سموم دفع آفات، و کاربرد کود است. امروزه از کودهای شیمیایی به عنوان اقتصادی ترین وسیله برای افزایش تولید در واحد سطح استفاده می شود. در شرایطی که هر ساله جمعیت کشور و تقاضا برای غذا رو به فزونی است، ایجاد تعادل در مواد غذایی موجود در خاک برای افزایش کمی و کیفی و حتی بهبود قابلیت ماندگاری تولیدات کشاورزی اهمیت ویژه ای یافته است. از سوی دیگر، مصرف بی رویه و

مستقیمی با افزایش ویتامین C در سیبزمینی رقم آژاکس دارد. اما این افزایش برای رقم دیامانت معنی دار نیست. با این حال در هر دو رقم، با افزایش مصرف نیتروژن، سرعت اتلاف ویتامین C غده در دوره نگهداری تسریع می شود.

کوگو و همکاران (Cogo et al., 2006) با بررسی اثر مصرف مقادیر مختلف پتاسیم بر برخی خواص سیبزمینی رقم آستریکس<sup>۲</sup> نشان دادند که مصرف کود پتاسیم دار مازاد، اثری بر عملکرد، وزن مخصوص، ماده خشک، و خواص محصول سرخ شده ندارد.

کریس و همکاران (Chris et al., 2004) اثر مقدار نیتروژن مصرفی و فاصله کاشت را بر عملکرد، قابلیت انبارداری، و کیفیت ۵ ژنوتیپ مختلف سیبزمینی رقم میشیگان<sup>۳</sup> بررسی کردند و نشان دادند که با افزایش مصرف نیتروژن، وزن مخصوص غده ها کاهش و قند احیای آنها افزایش می یابد. به کارگیری ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، مناسب ترین عملکرد (۳۶/۵ تن در هکتار) و کیفیت انبارداری را در غده های مورد مطالعه ایجاد کرده است.

با این حال، پیشرفت سایر رشته های علوم و توسعه روش های دستگاهی، جنبه های ناخوشایند و گاه مضر مصرف کودهای شیمیایی را رفته رفته نمایان کرده است. مصرف بیش از اندازه کودهای نیتروژن دار ممکن است به تولید و تجمع نیترات، نیتروز آمین ها، و نیتروز آمیدها- که از ترکیبات بسیار قوی سرطان زا هستند- منجر شود. حد بحرانی سمیت نیترات در سیبزمینی ۱۰۰ تا ۱۷۵ میلی گرم در هر کیلوگرم وزن غده است (Roumizadeh, 1998).

هدف از این مطالعه، آگاهی از برخی جنبه های اثر مصرف کودهای نیتروژن دار و پتاسیم دار بر تغییرات برخی مؤلفه های کیفی و ماندگاری سیبزمینی رقم آگریا طی دوره نگهداری و تأکید بر استفاده از مقدار مناسب کودهای شیمیایی در زمین های زراعی است.

تولید هر تن غده سیبزمینی خروج ۴/۵ تا ۸ کیلوگرم نیتروژن از خاک را به دنبال دارد (Roumizadeh, 1998). پتاسیم در گیاه به صورت کاتالیزور عمل می کند و کمبود آن مقاومت گیاه را به آفات و بیماری ها کاهش می دهد. وجود پتاسیم در نگهداری و تنظیم میزان آب بافت های گیاهی با اهمیت و برای تولید هیدرات های کربن یا گلوسیدها و تجمع این مواد در بعضی از اندام های ذخیره ای گیاه لازم است. اثر شگفت انگیز پتاسیم بر خواص کیفی محصولات گیاهی به گونه ای است که آن را عنصر کیفیت می نامند (Kholdebarin & Isslamzadeh, 2001). به همین سبب، مطالعات زیادی در مورد اثر مصرف کودهای نیتروژن دار و پتاسیم دار بر کمیت و کیفیت سیبزمینی صورت گرفته است.

حسن دخت و همکاران (Hassandokht et al., 1998) عکس العمل ارقام آنولا و مورن را نسبت به مصرف ۱۲۰، ۱۶۰، و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار معنی دار ارزیابی کرده اند و می گویند حداکثر عملکرد محصول با مصرف ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست می آید.

میشرا و همکاران (Mishra et al., 1990) با بررسی اثر نیتروژن بر چند رقم سیبزمینی شیرین نشان دادند که با افزایش مصرف N از ۴۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار میزان ساکارز، پروتئین، و نشاسته غده ها افزایش می یابد و از میزان قند احیای آنها کاسته می شود.

تغییر قندهای احیاء، اسیداسکوربیک، و نیترات در سیبزمینی رقم دزیره<sup>۱</sup> طی انبارداری با مصرف کودهای N و K رابطه مستقیمی دارد. مصرف مقادیر بالای N و K منجر به افزایش مقدار رطوبت، پکتین، و ویتامین C و کاهش درصد سلولز غده ها می شود. افزایش مصرف N با افزایش جوانه زنی غده ها رابطه مستقیمی نشان می دهد (Kolbe & Hippe, 1995).

ژانگ و ژانگ (Zhang & Zang, 1995) طی مطالعه ای نشان دادند که افزایش مصرف N به تنهایی رابطه

## مواد و روش‌ها

مصرف شد. تمام کود پتاسیم دار همراه با کودهای فسفره و ریزمغذی و ۳۰ درصد کود نیتروژن دار همزمان با کشت در هفته اول خرداد و بقیه کود نیتروژن دار به صورت سرک در مرحله خاک‌دهی پای بوته‌ها در دسترس گیاه قرار گرفت. طی مرحله داشت در همه تیمارها آبیاری بارانی هر ۷ روز یک بار و به میزان ۹۰۰۰ متر مکعب در هکتار اجرا شد. مبارزه مکانیکی و شیمیایی با آفات، بیماری‌ها، و علف‌های هرز به صورت یکنواخت اجرا شد. غده‌های برداشت شده تا زمان آزمایش در سردخانه فنی و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۵ ماه در گونی‌های پلاستیکی به ظرفیت ۴۰ کیلوگرمی نگهداری شدند. قبل از هر آزمایش، غده‌های نمونه پس از خارج کردن از سردخانه به مدت ۱ هفته در دمای ۷ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شدند. طی انبارداری و هر ماه میزان رطوبت، درصد قند احیا، ویتامین C، و نشاسته غده‌های هر تیمار بر اساس استاندارد A.O.A.C ارزیابی شد (Anon, 1984). در پایان آزمایش‌ها، اثر تیمارهای کودی بر هر یک از پارامترهای فوق در غده‌ها و میزان تغییرات آنها طی انبارداری بررسی شد. تجزیه آماری نتایج آزمایش‌ها به کمک نرم افزار Spss (Release 11.0.0 ©SPSS Inc, 2001) انجام شد.

اجرای این طرح در قطعه‌ای آزمایشی با بافت خاک لومی در ایستگاه تحقیقات سیب‌زمینی تبرک اجرا شد. آزمایش در قالب فاکتوریل و به صورت طرح بلوک کامل تصادفی و با ۵ سطح کود آورده (۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، و ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و ۳ سطح کود سولفات پتاسیم (۰، ۷۵، و ۱۵۰ کیلوگرم  $K_2O$  در هکتار) در سه تکرار روی سیب‌زمینی رقم آگریا اجرا شد. تاریخ کشت سیب‌زمینی در زمین آزمایش هفته اول خرداد سال ۱۳۸۳ بود. مساحت هر کرت ۳۰ متر مربع بود که به صورت ردیفی در ۵ خط، به فواصل ۷۵ سانتی‌متر و به طول ۸ متر و فاصله بوته‌های روی خطوط ۲۵ سانتی‌متر کشت شد. تاریخ برداشت محصول نیمه دوم مهر و سطح برداشت از هر کرت شامل ۳ خط وسط به طول ۴ متر و عرض ۲/۲۵ متر بود. میزان کود فسفره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات) و کودهای ریزمغذی لازم (۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی، ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات منگنز، ۱۰ کیلوگرم در هکتار اسید بوریک، و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آهن) به صورت یکنواخت در سطح کل قطعه آزمایشی بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱)،

جدول ۱- مشخصات خاک قطعه آزمایشی در ایستگاه تحقیقات تبرک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

ویژگی	مقدار	واحد اندازه‌گیری
شوری	۰/۳۷	دسی‌زیمنس بر متر
pH	۸/۲	-
آهک	۱۴/۵	درصد
نیتروژن کل	۴	درصد
فسفر	۸	میلی‌گرم در کیلوگرم
پتاسیم	۱۸۵	میلی‌گرم در کیلوگرم
ذرات رس	۲۲/۷	درصد
ذرات سیلت	۲۸/۳	درصد
ذرات شن	۴۹	درصد

## نتایج و بحث

تجزیه آماری داده‌های حاصل از اجرای طرح نشانگر معنی‌دار بودن اثر سطوح کودهای نیتروژن‌دار و پتاسیم‌دار و نیز مدت زمان نگهداری بر ۴ ویژگی مورد مطالعه در غده‌های سیب‌زمینی رقم آگریاست که در زیر به شرح روند تغییرات هر یک از این پارامترها طی دوره انبارداری پرداخته می‌شود.

## تغییرات درصد رطوبت

درصد رطوبت غده سیب‌زمینی مؤلفه‌ای مهم در بازار پسندی و تصمیم‌گیری درباره چگونگی مصرف و فراوری آن است و با مقدار ماده خشک غده رابطه معکوس دارد (Kleinkopf *et al.*, 1981; Maghrour, 1998). مطابق نتایج منعکس شده در جدول تجزیه واریانس ۲ اثر مدت انبارداری غده‌ها بر میزان رطوبت آنها معنی‌دار است، اما اثر متقابل زمان نگهداری و سطوح پتاسیم مصرفی اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. مطابق جدول ۲ و شکل ۱ با گذشت زمان نگهداری از میزان رطوبت غده‌ها به شکل غیریکنواختی کاسته می‌شود. در اوایل دوره نگهداری، میزان اتلاف رطوبت غده‌ها کم است و با گذشت زمان و خصوصاً در ماه‌های انتهایی شدت از دست

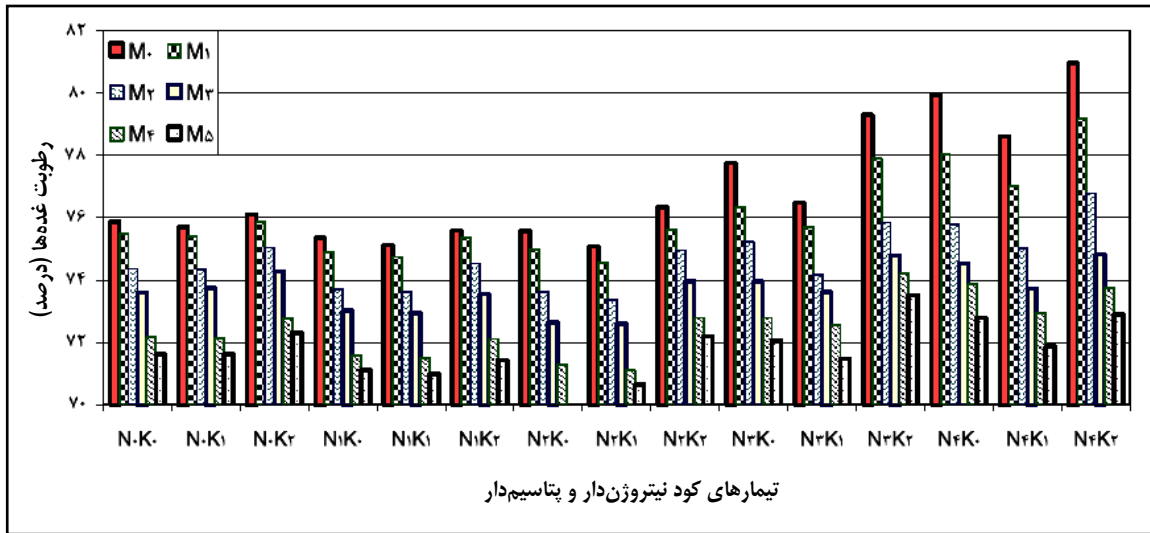
رفتن رطوبت غده‌ها افزایش یافته است. شکل ۱ و مقایسه برخی تیمارها<sup>۱</sup> در این شکل (N۳K۲ و N۴K۰ یا N۲K۲ و N۳K۰) مؤید این مطلب است که اگرچه در ماه‌های اول نگهداری، غده‌های حاصل از سطوح بالاتر نیتروژن، میزان رطوبت بالاتری داشته‌اند، اما طی مدت نگهداری، این غده‌ها رطوبت خود را سریع‌تر از دست داده و در پایان دوره نگهداری، میزان رطوبت غده‌های تیمارهای کودی N۴ تا مقادیر نزدیک به رطوبت غده‌های تیمار شده با سطح دوم نیتروژن کاهش یافته است. به این ترتیب در پایان ماه سوم نگهداری افت وزنی ناشی از اتلاف رطوبت غده‌ها برای سه تیمار N۲K۲، N۳K۲ و N۴K۲ به ترتیب برابر ۳/۱، ۵، و ۷/۷ درصد محاسبه می‌شود؛ حال آنکه در انتهای دوره نگهداری این مقادیر به ترتیب به ۵/۴، ۷، و ۱۰ درصد افزایش یافت. بالاترین میزان اتلاف رطوبت در تیمار N۴K۰ با ۱۱/۵ درصد و کمترین آن در تیمارهای N۲K۰ و N۲K۲ به ترتیب با اتلاف ۵ و ۵/۴ درصد رطوبت اولیه مشاهده شد. علاوه بر روزینسکا (Rogozinska, 1993)، چادچان و بیرادار (Chadchan & Biradar, 1989) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان نگهداری بر حسب ماه (M) و کود نیتروژن‌دار (N) بر درصد رطوبت غده‌ها در دوره نگهداری

زمان نگهداری پس از برداشت (ماه)						سطوح نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)
M <sub>۵</sub> =۵	M <sub>۴</sub> =۴	M <sub>۳</sub> =۳	M <sub>۲</sub> =۲	M <sub>۱</sub> =۱	M <sub>۰</sub> =۰	
۷۲/۵ jklm	۷۳ jkl	۷۴/۶ ghi	۷۵/۳ efgh	۷۶/۳ cdef	۷۶/۶ cde	N <sub>۰</sub> =۰
۷۱/۶ n	۷۲/۱ lmn	۷۳/۶ ijk	۷۴/۴ hi	۷۵/۴ defgh	۷۵/۷ defg	N <sub>۱</sub> =۶۰
۷۱/۷ mn	۷۲/۴ klmn	۷۳/۸ ij	۷۴/۷ ghi	۷۵/۸ cdg	۷۶/۴ cdef	N <sub>۲</sub> =۱۲۰
۷۲/۹ jklm	۷۳/۷ ijk	۷۴/۷ ghi	۷۵/۷ defg	۷۷/۳ c	۷۸/۴ b	N <sub>۳</sub> =۱۸۰
۷۳/۴ ijkl	۷۴/۴ hi	۷۵/۳ fgh	۷۶/۸ cd	۷۹ b	۸۰/۲ a	N <sub>۴</sub> =۲۴۰

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

۱- در شکل‌های این مقاله، تیمارهای کود نیتروژن‌دار و پتاسیم‌دار اعمال شده به ترتیب با حروف Nx و Ky نمایش داده شده‌اند. ضرایب X و Y نیز معرف سطح مقدار کود به کار رفته هستند که به ترتیب کمترین تا بالاترین سطح کودی را نشان می‌دهد. به عنوان مثال حروف N۳K۲، تیمار کودی ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن (سطح سوم کود نیتروژن‌دار) و ۱۵۰ کیلوگرم پتاسیم (سطح دوم کود پتاسیم‌دار) را معرفی می‌کند. علائم M۰ تا M۵ نیز معرف دوره نگهداری، از زمان برداشت تا ماه پنجم انبارداری است.



شکل ۱- تغییرات درصد رطوبت غده‌های تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری

### تغییرات میزان ویتامین C

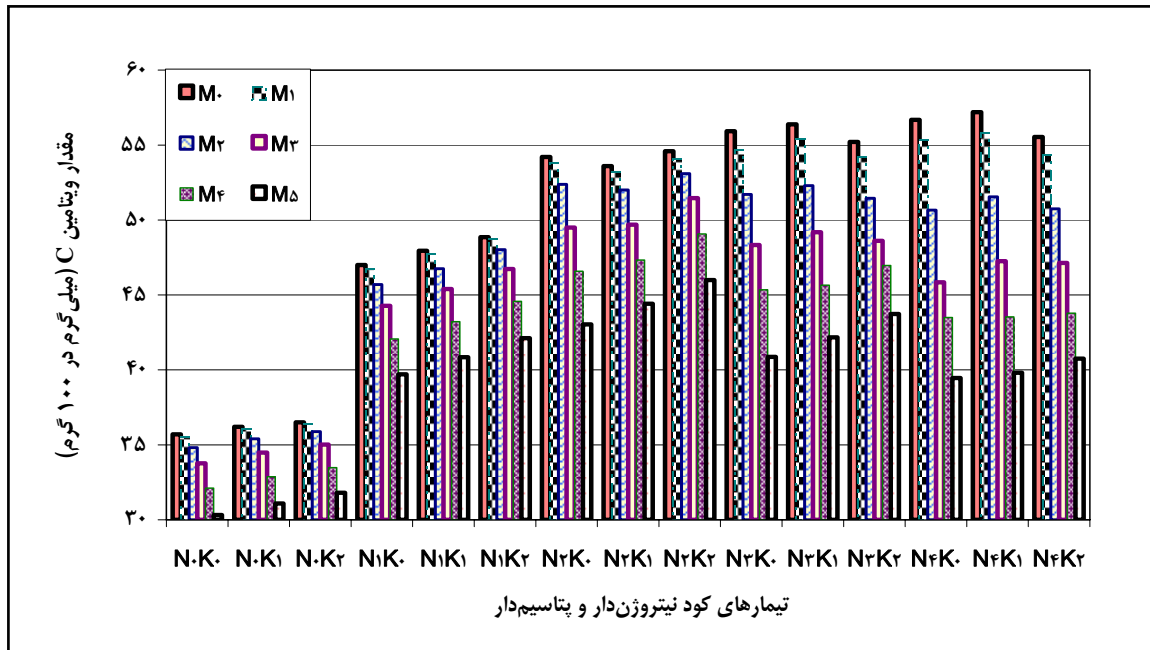
جدول ۳ و شکل ۲ نشان می‌دهند که اثر سطوح آزمایشی بر تغییرات ویتامین C غده‌های سیب‌زمینی طی نگهداری معنی‌دار است. با گذشت زمان، مقدار ویتامین C غده‌های همه تیمارها کاهش می‌یابد. روند این کاهش تحت تأثیر میزان مصرف کود نیتروژن دار (N) و پتاسیم دار (K) قرار دارد، به طوری که با افزایش مصرف کود نیتروژن دار اگرچه میزان ویتامین C غده‌ها در زمان برداشت، افزایش می‌یابد، اما در دوره نگهداری، غده‌های دریافت کننده کود بیشتر ویتامین C خود را سریع‌تر از دست می‌دهند. به عنوان مثال، اگرچه در آغاز دوره نگهداری، غده‌های تیمار N4K1 و

N4K2 بالاترین درصد ویتامین C را دارا بودند، اما طی ماه‌های سوم و پنجم به ترتیب با اتلاف حدود ۱۹ و ۳۵ درصد ویتامین، در رتبه‌های ۷ و ۱۰ قرار گرفته‌اند و در پایان ماه سوم و پنجم به ترتیب تیمارهای N3K2 و N2K2 دارای بالاترین میزان ویتامین C بودند؛ چرا که طی مدت ۵ ماه انبارداری، فقط ۱۸ درصد ویتامین C آنها تلف شده بود. پتاسیم در این بین نقش متفاوتی ایفا می‌کند و با مصرف مقادیر بالاتر آن، سرعت اتلاف ویتامین C موجود در غده‌ها کاهش می‌یابد. ژانگ و زانگ (Zhang & Zang, 1995) در گزارش خود، مشابه همین روند کاهشی را طی ۳ ماه انبارداری سیب زمینی‌ها گزارش کرده‌اند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ماه‌های نگهداری (M) و کود نیتروژن دار (N) بر میزان ویتامین C غده‌ها در دوره نگهداری (میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)

زمان نگهداری پس از برداشت (ماه)						سطوح نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)
M <sub>۵</sub> =۵	M <sub>۴</sub> =۴	M <sub>۳</sub> =۳	M <sub>۲</sub> =۲	M <sub>۱</sub> =۱	M <sub>۰</sub> =۰	
۳۰/۲ v	۳۲/۹ u	۳۴/۵ t	۳۵/۵ s	۳۶/۱ s	۳۶/۲ s	N <sub>۰</sub> =۰
۳۸ q	۴۰/۴ o	۴۵/۶ mn	۴۶/۹ k	۴۷/۸ j	۴۸ j	N <sub>۱</sub> =۶۰
۴۲/۹ n	۴۶/۴۱ j	۵۰/۶ h	۵۲/۷ f	۵۴/۹ e	۵۴/۳ de	N <sub>۲</sub> =۱۲۰
۴۰/۲ p	۴۴ lm	۴۹/۲ i	۵۲ fg	۵۴/۹ cd	۵۶ ab	N <sub>۳</sub> =۱۸۰
۳۷/۱ r	۴۱/۸ o	۴۶/۷ kl	۵۱/۲ gh	۵۵/۳ bc	۵۸/۶ a	N <sub>۴</sub> =۲۴۰

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۲- تغییرات میزان ویتامین C غده‌های تیمارهای مختلف در دوره نگهداری

دو تیمار N<sub>۲</sub>K<sub>۲</sub> و N<sub>۳</sub>K<sub>۲</sub> از ماه سوم نگهداری به بعد بیشترین میزان ویتامین C را دارا بودند. مقدار ویتامین C تیمار N<sub>۴</sub>K<sub>۲</sub> در دوره نگهداری اکتی برابر ۴۰ درصد متحمل شد.

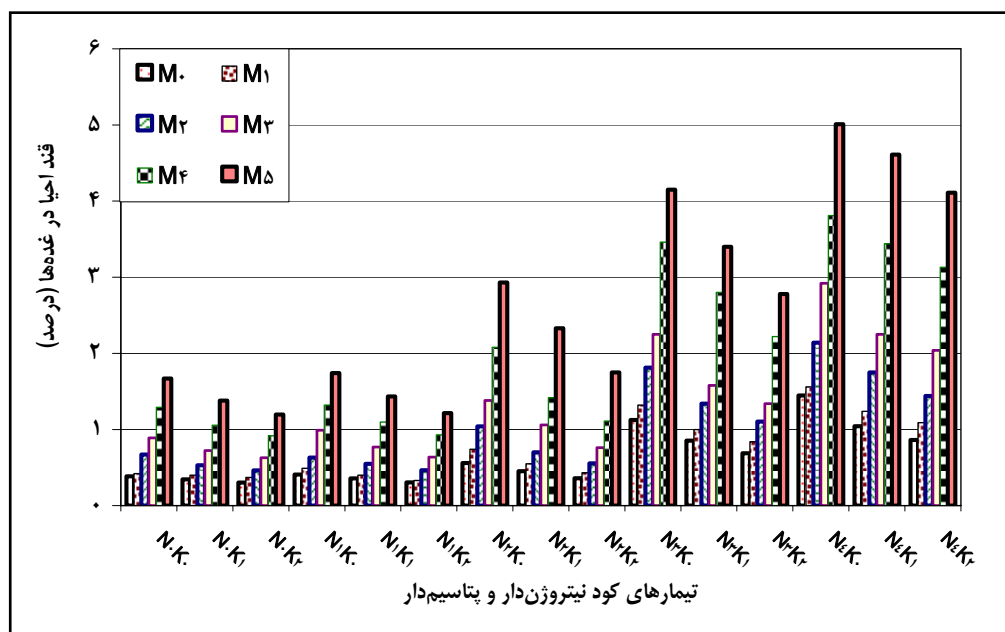
آنهاست. به طوری که با افزایش مصرف کود نیتروژن، مقدار قند احیای تولیدی در غده‌ها افزایش یافت؛ حال آنکه افزایش مصرف کود پتاسیم‌دار، اثر معکوسی بر افزایش قند احیا در غده‌ها داشت. با افزایش مدت نگهداری، میزان قند احیای تجمع یافته در غده‌هایی که

تغییرات میزان قند احیا مطابق آنچه در جدول ۴ و شکل ۳ آورده شده است، میزان تغییرات قند احیا در غده‌های سیب‌زمینی طی انبارداری، به شکل معنی‌داری متأثر از سطوح مصرف کودهای نیتروژن‌دار و پتاسیم‌دار و مدت زمان نگهداری

اثر مصرف کودهای نیتروژن دار و پتاسیم دار بر تغییرات...

مصرف کودهای پتاسیم دار رابطه‌ای معکوس با میزان قند احیای موجود در غده دارد، به طوری که با افزایش میزان این نوع کود، از مقدار قند احیای موجود در غده‌ها کاسته می‌شود. به نظر می‌رسد نقش پتاسیم در تنظیم فشار اسمزی درون سلول بافت گیاه عامل اصلی کاهش قند احیا در غده‌ها باشد (Castro, 1988). کمترین مقدار تجمع قند احیا در پایان ماه‌های سوم و پنجم انبارداری در تیمارهای گروه N<sub>2</sub> و پس از آن N<sub>3</sub>K<sub>2</sub> مشاهده شد. این نتایج روند عنوان شده در گزارش کریس و همکاران (Chris *et al.*, 2004) را برای تغییرات قند احیا در ارقام سیب‌زمینی مورد مطالعه تأیید می‌کند.

نیتروژن بیشتری دریافت کرده‌اند، افزایش چشمگیری یافت. به طوری که در تیمار N<sub>4</sub>K<sub>0</sub> این میزان تا ۳۰۰ درصد افزایش یافت (بالاترین تجمع قند احیا در غده‌های مورد مطالعه). افزایش قند احیا در غده‌هایی که مصرف نیتروژن در آنها تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بوده است افزایش زیادی نیافت، اما مصرف بیش از این مقدار نیتروژن، موجب افزایش قابل توجه در قند احیای غده‌ها طی انبارداری شد، هر چند افزایش مصرف کود پتاسیم دار آن را تا حدی کاهش داد. این وضعیت در شکل ۳ با جهش‌های قابل توجه برای تیمارهای دریافت کننده مقادیر بالاتر کود نیتروژن آشکار شده است.



شکل ۳- تغییرات درصد قند احیای غده‌های تیمارهای مختلف در دوره نگهداری

با افزایش مصرف کود نیتروژن دار از ۶۰ به ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یکباره‌ای در میزان قند احیای غده‌ها دیده می‌شود.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل دوره انبارداری (M) و کود پتاسیم دار (K) و کود نیتروژن دار (N) بر میزان قند احیای غده‌ها طی انبارداری (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)

زمان نگهداری پس از برداشت (ماه)						سطوح کود
M <sub>5</sub> =5	M <sub>4</sub> =4	M <sub>3</sub> =3	M <sub>2</sub> =2	M <sub>1</sub> =1	M <sub>0</sub> =0	(کیلوگرم در هکتار)
۱/۶۷ no	۱/۲۸ qr	۰/۸۹ v	۰/۶۷ a1b1	۰/۴۲ flghlil	۰/۳۸۴ ghli1j1	N <sub>0</sub>
۱/۷۴ n	۱/۳۲ qr	۰/۹۹ tu	۰/۶۳ b1c1	۰/۴۹ d1e1f1	۰/۴۰۹ flghlil	N <sub>1</sub>
۲/۹۵ g	۲/۰۸ lm	۱/۳۸ pq	۱/۰۴ st	۰/۷۴ yza1	۰/۵۶ c1d1	N <sub>2</sub>
۴/۱۵ c	۳/۴۶ e	۲/۲۵ j	۱/۸۱ n	۱/۳۲ qr	۱/۱۲ s	N <sub>3</sub>
۵/۰۱ a	۳/۸۱ d	۲/۹۲ g	۲/۱۴ kl	۱/۵۶ o	۱/۴۵ p	N <sub>4</sub>
۱/۳۸ pq	۱/۰۵ st	۰/۷۲۳ za1b1	۰/۵۳ d1e1f1	۰/۴ ghli1j1	۰/۳۴۵ ilj1	N <sub>0</sub>
۱/۴۳ pq	۱/۰۹ s	۰/۷۷ vwxyz	۰/۵۵ c1d1e1	۰/۴ ghli1j1	۰/۳۵۷ ilj1	N <sub>1</sub>
۲/۵۱ i	۱/۴۲ pq	۱/۰۶ st	۰/۷ za1b1	۰/۵۵ c1d1e1	۰/۴۵۳ e1flgl	N <sub>2</sub>
۳/۴ e	۲/۸ h	۱/۵۸ o	۱/۳۴ q	۱ tu	۰/۸۵۴ vwx	N <sub>3</sub>
۴/۶۱ b	۳/۴۴ e	۲/۲۵ j	۱/۷۵ n	۱/۲۴ r	۱/۰۴۳ st	N <sub>4</sub>
۱/۱۹ rs	۰/۹۱۳ uv	۰/۶۳ b1c1	۰/۴۶ e1f1	۰/۳۷ ghli1j1	۰/۳۰۳ j1	N <sub>0</sub>
۱/۲۱ rs	۰/۹۳۳ uv	۰/۶۳۷ b1c1	۰/۴۶۳ d1e1f1	۰/۳۳ ilj1	۰/۳۰۵ j1	N <sub>1</sub>
۱/۹۸ m	۱/۱۱ s	۰/۷۶ xyza1	۰/۵۵۳ c1d1e1	۰/۴۳ flghl	۰/۳۶ ghli1j1	N <sub>2</sub>
۲/۷۸ h	۲/۲۲ jk	۱/۳۴ q	۱/۱ s	۰/۸۴ vwxy	۰/۶۹ za1b1	N <sub>3</sub>
۴/۱۱ c	۳/۱۳ f	۲/۰۴ M	۱/۴۴ pq	۱/۰۹ st	۰/۸۶ vw	N <sub>4</sub>

K<sub>0</sub>=۰

K<sub>1</sub>=۷۵

K<sub>2</sub>=۱۵۰

### تغییرات میزان نشاسته

که ۷۵ کیلوگرم کود پتاسیم‌دار در هکتار دریافت کرده بودند، نشاسته بالاتری داشتند. با گذشت زمان انبارداری، غده‌هایی که با مقادیر بیشتر نیتروژن تیمار شده بودند، به دلیل دارا بودن سرعت تنفس بیشتر، درصد بیشتری از نشاسته خود را صرف سوخت و ساز کردند. شکل ۴ نشان می‌دهد که تا پایان ماه سوم انبارداری، غده‌های تیمارهای N<sub>2</sub>K<sub>2</sub> و N<sub>3</sub>K<sub>2</sub> به ترتیب ۵/۵، ۴/۳ و ۴/۲ درصد از نشاسته خود را از دست دادند. درصد تلفات نشاسته در پایان دوره ۵ ماهه نگهداری برای تیمارهای مذکور به ترتیب ۱۵/۹، ۱۴، و ۱۲ درصد محاسبه شد. در واقع افزایش مصرف کود نیتروژن‌دار به حفظ نشاسته در غده‌های نگهداری شده برای بیش از ۳ ماه کمکی نکرد. به همین دلیل میزان اختلاف مقدار نشاسته بین غده‌های با مصرف یکسان نیتروژن و مقادیر مختلف کود پتاسیم‌دار، در ماه‌های آخر دوره نگهداری کمتر از ماه‌های نخست است.

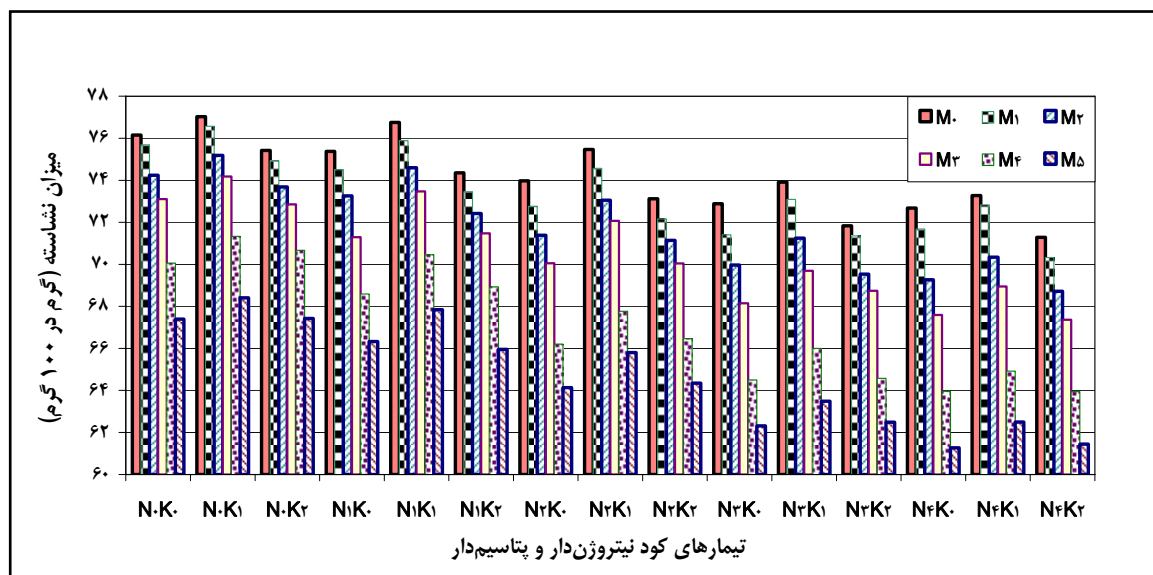
مدت زمان نگهداری و مصرف کودهای پتاسیم‌دار و نیتروژن‌دار اختلاف معنی‌داری بر تغییرات نشاسته غده‌های سیب‌زمینی طی انبارداری نشان داد؛ اما اثر متقابل زمان نگهداری و تیمارهای کودی، تفاوت معنی‌داری را بین میانگین‌ها به دنبال نداشت. بر این اساس و مطابق با جدول ۵، با افزایش مدت نگهداری غده‌ها، میزان نشاسته آنها کاهش یافت. افت نشاسته، متناسب با افزایش مصرف کودهای نیتروژن‌دار شکل فزاینده‌ای یافت. مقایسه مقادیر نشاسته موجود در غده‌های تیمار شده با سطوح مختلف کودهای مورد مطالعه نشان داد که در زمان برداشت و در ماه‌های نخست نگهداری، به دلیل مقدار رطوبت و تنفس کمتر غده‌های این تیمارها، میزان نشاسته غده‌هایی که مقادیر کود نیتروژنی کمتری دریافت کرده بودند بیشتر بود. در شرایط دریافت مقادیر یکسان کود نیتروژن‌دار، غده‌هایی



اثر مصرف کودهای نیتروژن دار و پتاسیم دار بر تغییرات...

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر دوره انبارداری (M) بر محتوای نشاسته غده‌ها در دوره نگهداری (گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک)

ماه‌های نگهداری	M <sub>۰</sub> =۰	M <sub>۱</sub> =۱	M <sub>۲</sub> =۲	M <sub>۳</sub> =۳	M <sub>۴</sub> =۴	M <sub>۵</sub> =۵
میانگین‌ها	۷۵/۳ a	۷۴/۵ ab	۷۲/۹ bc	۷۱/۷۷ c	۶۸/۲ d	۶۵/۲ e



شکل ۴- تغییرات میزان نشاسته غده‌های تیمارهای مختلف در دوره نگهداری

### نتیجه‌گیری

برای نگهداری درازمدت غده‌ها (بیش از ۳ ماه) لازم است از مقادیر کمتر کود استفاده شود تا میزان تنفس و در نتیجه اتلاف ترکیبات مغذی غده به حداقل برسد و محصولی که از انبار خارج می‌شود دستخوش کمترین افت کمی و کیفی شود. بر این اساس توصیه می‌شود که برای نگهداری غده‌های سیب‌زمینی در زمان‌های کمتر یا مساوی ۳ ماه، از تیمار کودی (۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۱۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) و برای نگهداری غده‌های سیب‌زمینی در زمان‌های بیش از ۳ ماه از تیمار کودی (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص، همراه با ۱۵۰

اگرچه افزایش مصرف کودهای نیتروژن دار و تا حدی پتاسیم دار سبب افزایش عملکرد و مقدار برخی ترکیبات مغذی در غده‌ها می‌شود، اما میزان اتلاف رطوبت، کاهش وزن، و ترکیبات مغذی در دوره نگهداری در غده‌های ذخیره شده یکسان نیست و تابع میزان کود مصرفی است. بدین ترتیب که با افزایش مصرف کود نیتروژن دار بر شدت تنفس غده‌ها افزوده می‌شود و اتلاف ترکیبات مغذی غده‌ها فزونی می‌یابد (Zhang & Zang, 1995; Chris et al., 2004). از این‌رو

کیلوگرم پتاسیم در هکتار) استفاده شود. بدیهی است در      باشد تعدیل مقادیر پیشنهادی مصرف کودهای مورد اشاره  
شرایطی که خصوصیات خاک و مقدار ترکیبات آن متفاوت      بر اساس نتیجه آزمون خاک ضروری است.

## مراجع

- Anon. 1984. Official Methods of Analysis. 17<sup>th</sup> Ed. In: Horwits, W. (Ed). Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C). Washington. D. C.
- Castro, C. A. 1988. Effect of nitrogen and potassium fertilizers on yield & quality of two potato cultivars. *Anais-da-UTAD*. 1(1): 117-123.
- Chadchan, R. and Biradar, D. P. 1989. Impact of plant population & nitrogen levels on storage of potato tubers of different grades. *Karnataka J. Agric. Sci.* 2(4):325-328.
- Chris, M., Long, C. M., Snapp, S. S., Douches, D. S. and Chase, R. W. 2004. Tuber yield, storability, and quality of Michigan cultivars in response to nitrogen management and seedpiece spacing. *American J. Potato Res.* 81(5): 347-357.
- Cogo, C. M., Andriolo, J. L., Dilon, A. B. and Bortolotto, O. C. 2006. Growth, yield and chip color of potato tubers grown under high potassium availability. *Ciência Rural* 36(3).
- Hassandokht, M., Kashi, A. and Hamedi, M. 1998. Study of the effect of manure and N fertilizer on quantitative and qualitative potato traits. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Congress of Agronomy and Plant Breeding*. Karaj. Iran. (in Farsi)
- Kholdebarin, B. and Isslamzadeh, T. 2001. Mineral nutrition of high plants. University of Shiraz Pub. Shiraz. Iran. (in Farsi).
- Kleinkopf, G. E., Westerman, D. T. and Welle, R. B. D. 1981. Dry matter production and nitrogen utilization by potato cultivars. *Agron. J.* 73(2):799-802.
- Kolbe, H. and Hipp, J. 1995. Relations between N, P & K concentrations at harvest time and changes in weight loss and chemical composition of potato tubers during long-term storage at 4°C. *Agribiol. Res.* 48(1):14-25.
- Maghrour, J. 1998. Effect of different amount of nitrogen on dry matter of potato. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Congress of Agronomy and Plant Breeding*. Karaj. Iran. (in Farsi)
- Mishra, S., Sinha, V. P. and Sharma, H. M. 1990. Quality studies in sweet potato cultivars in relation to nitrogen fertilization. *J. Root Crops*. 16 (2): 142-144.
- Rezaee, A. and Soltani, A. 1996. Introduction to potato production. University of Mashhad Pub. Mashhad. Iran. (in Farsi)
- Rogozinska, L. 1993. Changes in quality and storage ability of potato tubers grown on very light soil as affected by sprinkling and N fertilizing. *Postepy. Nauk. Rolniczych*. 45(1): 83-90
- Roumizadeh, S. 1998. N fertilizer recommendation according to soil testing. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> Congress of Agronomy and Plant Breeding*. Karaj. Iran. (in Farsi)

اثر مصرف کودهای نیتروژن دار و پتاسیم دار بر تغییرات...

**Salardini, A. and Mojtahhedi, M. 1993. Principles of plant nutrition. University of Tehran Pub. Tehran. Iran. (in Farsi)**

**Zhang, W. and Zang, W. L. 1995. Model calculations for the effect of N, P, K nutrition on behavior of potato tubers in storage. Potato Res. 38(1): 87-97.**



## **The Effect of N and K Fertilizer on Qualitative Changes in Potato During Storage**

**F. Goodarzi\***

\* Corresponding Author: Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 887, Hamedan, Iran. Email: goodarzifarzad@gmail.com

A field investigation was conducted to evaluate the effect of N and K fertilizers on qualitative and quantitative changes of potato tubers during five months of storage. This study was carried out in three replications at five levels (0, 60, 120, 180 and 240 Kg/ha) of nitrogen and three levels (0, 75 and 150 Kg/ha) of potassium fertilizer during 2004-2006. Measurements were recorded monthly. The results showed that the effect of different treatments of N and K fertilizers and storage period, and their interaction, significantly affects the quantitative changes in tubers ( $p < 0.05$ ). The greater the application of N fertilizer, the greater the loss of water, vitamin C, starch and reduced sugar content of the tubers during storage and an increase in K fertilizer decreased these changes. According to the results, it is better to use 180 Kg/ha N with 150 Kg/ha K when planning to store potatoes for three months or less. If the storage period is more than three months, it is highly recommended to use 120 Kg/ha nitrogen and 150 Kg/ha potassium fertilizer.

**Key Words:** Nitrogen and Potassium Fertilizers, Potato, Storage, Waste