



## بررسی تغییرات درصد پروتئین و اسید آمینه‌های لایسین و متیونین در ارقام و ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

مهدی عقیقی شاهرودی<sup>۱</sup>، سعیده ملکی فراهانی<sup>۲</sup>، بهنام ممیوند<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲۳

### چکیده

گزینش و انتخاب ارقامی که دارای عملکرد تولیدی و کیفیت تغذیه‌ای بالایی باشند، برای زراعت سیب‌زمینی دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای است. از این رو آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بر روی ۱۵ رقم و ۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی (آگریا، اسپریت، آنوزونیا، گرانولا، استیما، بورن، آگاتا، پالتیکا، سانتانا، کوزیما، فیانا، مورن، ساتینا، کندور، ساوالان، ۲-۳۹۷۰۸۲، ۳۹۷۰۹۷، ۲-۳۹۷۰۹۷، ۳۹۶۱۲۴، ۳۹۷۰۴۵۱۵ و ۳۹۶۱۵۶-۶) در مزرعه آموزشی دانشگاه محقق اردبیلی در سال زراعی ۱۳۹۰ اجرا شد. نتایج نشان داد که در بین ارقام و ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی از نظر صفات مورد بررسی شامل، ارتفاع گیاه، تعداد کل غده، عملکرد غده، عملکرد پروتئین و عملکرد اسیدهای آمینه لیزین و متیونین، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. رقم ساوالان و ژنوتیپ‌های ۳۹۶۱۲۴ و ۳۹۷۰۴۵۱۵ بیشترین میزان عملکرد غده را تولید کردند. از نظر عملکرد پروتئین ارقام آنوزونیا، کوزیما، فیانا، مورن و ژنوتیپ ۲-۳۹۷۰۸۲، از نظر عملکرد اسید آمینه لیزین ژنوتیپ ۲-۳۹۷۰۸۲ و از نظر عملکرد اسید آمینه متیونین رقم کوزیما بالاترین میزان را به خود اختصاص دادند. در تجزیه خوشه‌ای، ارقام و ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد پروتئین، غده و اسید آمینه‌های لیزین و متیونین به سه گروه تقسیم‌بندی شدند. در این تقسیم‌بندی، اکثر ارقام و ژنوتیپ‌های دارای طول دوره رویشی طولانی، میانگین صفات کمی و کیفی مطلوب، بالاتری را نیز داشتند. به طور کلی ارقام ساوالان، کوزیما، فیانا، مورن، آنوزونیا و ژنوتیپ‌های ۲-۳۹۷۰۹۷ و ۳۹۷۰۴۵۱۵ به عنوان ارقام و ژنوتیپ برتر از نظر صفات مورد بررسی برای منطقه مورد نظر و شرایط آب و هوایی مشابه انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، ساوالان، سیب‌زمینی، غده، کوزیما، کیفیت غده

عقیقی شاهرودی، م.، س. ملکی فراهانی و ب. ممیوند. ۱۳۹۶. بررسی تغییرات درصد پروتئین و اسید آمینه‌های لایسین و متیونین در ارقام و ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۹: ۱۱۲-۱۰۳.

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک:

aghighim@yahoo.com

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران، ایران

## مقدمه

مهم در تغذیه انسان و حیوانات می‌باشد، این امر به علت ارزش زیستی بالای پروتئین و ترکیبات آمینواسیدهای بسیار خوب سیب‌زمینی می‌باشد (چیکو و همکاران، ۱۹۹۹). ارقام سیب‌زمینی بر اساس اختلافات و توان ژنتیکی برای تجمع پروتئین در غده، گروه‌بندی و تقسیم می‌گردند. به هر حال کیفیت بالای پروتئین غده می‌تواند بوسیله فاکتورهای متنوع مانند محیط، خاک و عوامل گیاهی (مانند ژنوتیپ) تغییر کند (مازورچک و لیس، ۱۹۹۹). عقیقی شاهرودی (۱۳۹۰) در آزمایشی میزان پروتئین و اسید آمینه لایسین و متیونین را بر روی چهار ژنوتیپ سیب‌زمینی بررسی و اعلام نمود که اثر ژنوتیپ بر درصد و عملکرد پروتئین، اسید آمینه‌های لایسین و متیونین معنی‌دار شد و ژنوتیپ عامل تأثیرگذار بر روی ارزش تغذیه‌ای غده‌های سیب زمینی بود. سعیدی (۱۳۸۶) و جماعتی ثمرین (۱۳۸۶) گزارش کردند که بین ارقام مختلف سیب زمینی از نظر صفات کمی و کیفی به خصوص پروتئین غده تفاوت معنی‌داری وجود دارد. پرویزی (۱۳۸۷) صفات کمی و کیفی ۳۰ رقم سیب زمینی را در منطقه همدان بررسی و گزارش کرد که در مجموع از بین ارقام زودرس ارقام سانه و فرسکو و در بین ارقام دیررس آگریا، کلمبوس، ساتینا نسبت به سایر ارقام وضعیت مناسب‌تری داشتند. بنابراین، تعیین ارزش تغذیه‌ای از نظر مقدار پروتئین و اسید آمینه‌های مختلف ارقام سیب‌زمینی و معرفی ارقامی که دارای بالاترین میزان این صفات هستند، برای حصول کیفیت تغذیه‌ای و خوراکی مطلوب از اهداف این پژوهش می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در اردیبهشت ماه سال زراعی ۱۳۹۰ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی واقع در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان اردبیل که دارای عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۳۴۰ متر از سطح دریا انجام شد.

در این پژوهش، ۱۵ رقم سیب‌زمینی به نام‌های آگریا، اسپریت، آنزونیا، گرانولا، استیما، بون، آگاتا، پالتیکا، سانتانا، کوزیما، فیانا، مورن، ساتینا، کندور و ساوالان و ۵ ژنوتیپ به نام‌های ۲-۳۹۷۰۸۲، ۲-۳۹۷۰۹۷، ۲-۳۹۷۱۲۴، ۳۹۷۰۴۵۱۵ و ۶-۳۹۷۱۱۵۶ از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کشور تهیه شدند. عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم عمیق پاییزه، شخم بهاره، دیسک زنی، مالکشی و غیره انجام و کاشت با فواصل ۷۵ در ۲۵ سانتی‌متر در عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری با استفاده از غده‌هایی

سیب زمینی از محصولات غده‌ای است که نقش مهمی در تغذیه مردم جهان دارد و به دلیل عملکرد بسیار بالا در واحد سطح، انرژی و مقدار پروتئین تولیدی بیشتری در واحد سطح آن بیشتر از گندم و برنج می‌باشد. سیب‌زمینی معمولی با نام علمی *Solanum tuberosum* L. گیاهی علفی، از تیره *(Solanaceae)* است که شامل ۲۰۰ گونه است، که ۸ گونه آن زراعی می‌باشد و دارای بوته علفی ایستاده به ارتفاع ۶۰-۱۵ سانتی‌متر با طول دوره رشد ۶-۳ ماهه می‌باشد (خواججه‌پور، ۱۳۸۳) و یکی از محصولات غده‌ای است که غده‌ی آن دارای کربوهیدرات زیاد بوده و در تغذیه‌ی مردم جهان نقش مهمی دارد و به خاطر عملکرد بسیار بالای آن در هکتار، مورد توجه فراوان قرار دارد. به طوری که در مقایسه با غلات به نسبت مساوی پروتئین و نزدیک به دو برابر در هکتار هیدرات کربن تولید می‌نماید (پیتز و هیلز، ۲۰۰۹). طبق گزارش هورتن و فانو (۱۹۸۵)، از نظر تولید انرژی در واحد سطح در بین محصولات کشاورزی، سیب زمینی دارای رتبه اول بوده است و جایگاه ممتاز آن فارغ از مصارف صنعتی در سبد غذایی مردم دنیا غیرقابل انکار است، همچنین یکی از محصولاتی است که دارای درصد بالایی از اسید آمینه لایسین می‌باشد و با توجه به گرایش روزافزون در جهان برای تغذیه از سیب‌زمینی که معلول وجود پتانسیل بالای آن در تأمین کمی و کیفی نیازهای غذایی انسان است، یکی از راه‌حل‌های مهم در مسئله کمبود لایسین غلات، استفاده و جایگزینی یا مکمل‌سازی از سیب‌زمینی در وعده‌های غذایی روزانه است (عقیقی شاهرودی، ۱۳۹۰).

اسید آمینه‌های لایسین و متیونین از اسید آمینه‌های ضروری است که در بدن انسان سنتز بیولوژیکی نمی‌شود و باید به طریقی تأمین شود (عقیقی شاهرودی، ۱۳۹۰). افراد به خصوص کودکان در حال رشد نیاز بالا به لایسین دارند، زیرا این اسید آمینه‌ها برای شکل‌گیری استخوان و سنتز کلاژن و بسیاری از فعل و انفعالات حیاتی بدن ضروری است (عقیقی شاهرودی، ۱۳۹۰). ارقام سیب زمینی را می‌توان بر اساس طول دوره رسیدگی غده به گروه‌های زودرس، میان‌رس و دیررس تقسیم‌بندی کرد (پرویزی، ۱۳۸۷). از شاخص‌های مهمی که در سلکسیون ارقام سیب زمینی در نظر گرفته می‌شود، عملکرد مهم‌ترین آنها در بیشتر برنامه‌های به نژادی سیب زمینی است (حسن آبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

محتوی پروتئین یکی از عناصر مهم در ارزیابی کیفیت غده‌های سیب زمینی است. اگرچه در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی، سیب زمینی حاوی مقدار کمی پروتئین است، اما یکی از عناصر

و جذب متیونین در ۵۱۰ نانومتر اندازه‌گیری و برآورد غلظت اسید آمینه‌ها با توجه به غلظت نمونه‌های استاندارد آنها انجام شد (عقیقی شاهرودی و همکاران، ۲۰۱۲). برای تعیین عملکرد اسید آمینه لایسین و متیونین از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{فرمول ۲) درصد اسید آمینه لایسین یا متیونین} \times \text{وزن خشک غده} = \text{عملکرد پروتئین لایسین یا متیونین}$$

برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تجزیه خوشه-ای به روش وارد و با استفاده از معیار فاصله اقلیدسی بر اساس صفت مورد بررسی (صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در آزمایش) توسط نرم افزار SAS انجام گرفت (عقیقی شاهرودی، ۱۳۹۰). برای تعیین تعداد مطلوب گروه‌ها، تجزیه واریانس چند متغیره بر پایه تجزیه واریانس یک طرفه نامتعادل صورت گرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال  $P \leq 0.05$  با نرم‌افزار SAS ورژن ۹/۱ انجام شد.

#### نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر رقم و ژنوتیپ بر روی صفات مورد بررسی شامل، ارتفاع گیاه، تعداد گل غده، عملکرد غده تر، عملکرد پروتئین، عملکرد اسید آمینه لایسین و عملکرد اسید آمینه متیونین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. ژنوتیپ ۳۹۷۰۴۵۱۵ دارای بیشترین (۷۷ سانتی‌متر) و ارقام بورن و گرانولا به ترتیب با ارتفاع ۲۹ و ۲۹/۶۶ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع بوته بودند (شکل ۱).

در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها بیشترین عملکرد غده مربوط به ژنوتیپ‌های ۳۹۷۰۴۵۱۵، ۳۹۶۱۱۲۴ و رقم ساوالان به ترتیب با میانگین تولیدی ۴۰/۵۲، ۳۷/۰۶ و ۳۸/۷۹ تن در هکتار بود. البته ارقام اسپریت، بانبا، مورن و ژنوتیپ‌های ۳۹۷۰۸۲-۲ و ۳۹۷۰۹۷ در گروه مشترک با این سه ژنوتیپ قرار داشتند و عملکرد قابل قبولی را ایجاد کردند. کمترین میانگین عملکرد غده نیز مربوط به ارقام میریام، گرانولا و بورن بود (شکل ۲). نکته قابل ذکر با توجه به زمان رسیدگی ارقام و ژنوتیپ‌های مورد آزمایش (جدول ۳) این است که، زمان رسیدگی غده‌ها تأثیری بر روی عملکرد نهایی غده سیب زمینی نداشت. یک رقم زراعی وقتی حداقل از نظر یک صفت زراعی مهم، بهتر از شاهد باشد و از نظر سایر صفات به طور معنی‌دار، ضعیف نباشد، باید رقم برتر در نظر گرفته شود. از شاخص‌های مهمی که در سلکسیون ارقام سیب زمینی در نظر گرفته می‌شود، عملکرد، مهم‌ترین آنها در بیشتر برنامه‌های به‌نژادی سیب زمینی است. معمولاً ارقام دیررس

سالم با میانگین وزنی تقریبی ۷۰-۶۰ گرمی صورت گرفت که در داخل هر کرت به ابعاد ۴×۴ متری شش ردیف (دو ردیف کناری اثر حاشیه‌ای) قرار داشت. عملیات داشت شامل آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای (۱۰ مرحله آبیاری با توجه به نیاز گیاه و شرایط آب و هوایی)، مبارزه با آفات و بیماری (به منظور مبارزه با آفت برگ‌خوار سوسک کلرادو یک بار سمپاشی با سم زولون به نسبت ۲ لیتر در هکتار ۷۵ روز پس از کاشت صورت پذیرفت)، مبارزه با علف‌های هرز (وجین دستی علف‌های هرز که غالباً سلمه‌تره یا تاج خروس بودند)، خاک‌دهی پای بوته (۶۸ روز بعد از کشت) و غیره در زمان نیاز و کوددهی نیز بر اساس آزمون خاک انجام شد (نیترژن از منبع اوره بر مبنای ۱۸۰ کیلوگرم نیترژن خالص در هکتار و در طی دو مرحله، کاشت و کود سرک دوم در خاک‌دهی پای بوته، فسفر از منبع پتاکسید فسفر<sup>۱</sup> بر مبنای ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در هنگام کاشت و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم<sup>۲</sup> بر مبنای ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در هنگام کاشت) (جدول ۱) (جماعتی ثمرین، ۱۳۸۶؛ نیکوپور محمدجانلو، ۱۳۹۰؛ عقیقی شاهرودی و همکاران، ۲۰۱۲). به منظور بررسی صفات کیفی تعداد سه بوته در زمان ۲۵-۳۰ روز بعد از گذشت خشک شدن اندام هوایی به صورت تصادفی با حذف اثر حاشیه‌ای به طور کامل برداشت و صفات مورد مطالعه از روی این سه بوته اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین عملکرد غده، سطح یک متر مربعی دست نخورده برداشت و غده‌های آن وزن و به هکتار تعمیم داده شد (عقیقی شاهرودی، ۱۳۹۰).

تعیین مقدار کمی (غلظت) پروتئین‌ها به روش برادفورد با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری انجام گرفت. اساس روش برادفورد اتصال ماده شیمیائی کوماسی بریلیانت بلوجی<sup>۳</sup> به پروتئین در محیط اسیدی و تعیین جذب حداکثر از ۴۶۵ تا ۵۹۵ نانومتر می‌باشد. میزان جذب در ۵۹۵ نانومتر با غلظت پروتئین نسبت مستقیم دارد (برد فورد، ۱۹۷۶). برای تعیین عملکرد پروتئین از فرمول (۱) استفاده شد:

$$\text{فرمول ۱) درصد پروتئین غده} \times \text{وزن خشک غده} = \text{عملکرد پروتئین غده}$$

برای اندازه‌گیری غلظت اسید آمینه‌های لایسین و متیونین از روش فریل و همکاران (۱۹۶۹) استفاده شد. بدین منظور عصاره‌گیری با اسید هیدورکلریک (۰/۱ نرمال) صورت گرفت و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، جذب لایسین در ۵۷۰ نانومتر

<sup>1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

<sup>2</sup> K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

<sup>3</sup> Coomassie Brilliant blue G-250

نسبت به ارقام زودرس کودپذیری بیشتری از خود نشان می‌دهند (هاریس، ۱۹۹۲).  
و به همین خاطر از عملکرد نسبتاً بالاتری نیز برخوردار هستند

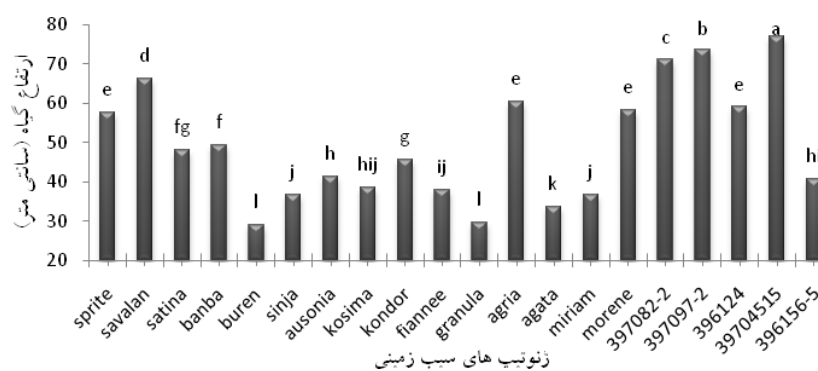
جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مزرعه محل آزمایش

بافت خاک ۰-۳۰ (cm)	درصد اجزای بافت خاک			EC (dS.M <sup>-1</sup> )	pH	CEC (meq.100g soil- 1)	کربن آلی (%)	نیتروژن (Mg.kg- 1)	فسفر (Mg.kg <sup>-1</sup> )	پتاسیم (Mg.kg <sup>-1</sup> )
	شن	رس	سیلت							
لومی شنی	۵۲	۲۶	۲۲	۲/۶۸	۷/۰۹	۴۷/۹۸	۱/۱۷	۰/۰۵۶	۶/۱	۱۹۸

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد کمی و کیفی در ژنوتیپ‌های سیب زمینی

میانگین مربعات (MS)									
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد ساقه اصلی	وزن هر غده	تعداد کل غده	عملکرد کل غده	عملکرد پروتئین	عملکرد لایسین	عملکرد متیونین
تکرار	۲	ns <sup>۴/۳۸</sup>	ns <sup>۲۶/۸۷</sup>	ns <sup>۷/۴۹</sup>	ns <sup>۹۴۶/۵۷</sup>	ns <sup>۱۱۲/۳۴</sup>	ns <sup>۲۰۵/۸۹</sup>	ns <sup>۳۳/۳۳</sup>	ns <sup>۱۷/۱۶</sup>
ژنوتیپ	۱۹	۶۶۹/۹ <sup>**</sup>	ns <sup>۳۱/۹۶</sup>	ns <sup>۲۳/۸</sup>	۱۲۱۷/۱۶ <sup>**</sup>	۱۳۶۷/۲۰ <sup>**</sup>	۷۲۳۵/۶۹ <sup>**</sup>	۵۵/۶۰ <sup>**</sup>	۳۳/۷۴ <sup>**</sup>
خطای آزمایشی	۳۸	۲/۵۷	۱۸/۰۸	۱۵/۱۵	۷۱۹/۷۱	۱۰۴/۱۵	۲۹۱/۷۵	۱۶/۸۰	۹/۴۰
ضرب تغییرات (%)	-	۱۳/۲۴	۱۲/۰۰	۱۰/۱۷	۲۳/۹۵	۲۶/۵۷	۱۲/۴۵	۹/۵۵	۱۳/۲۳

ns<sup>\*</sup> به ترتیب بیانگر غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد

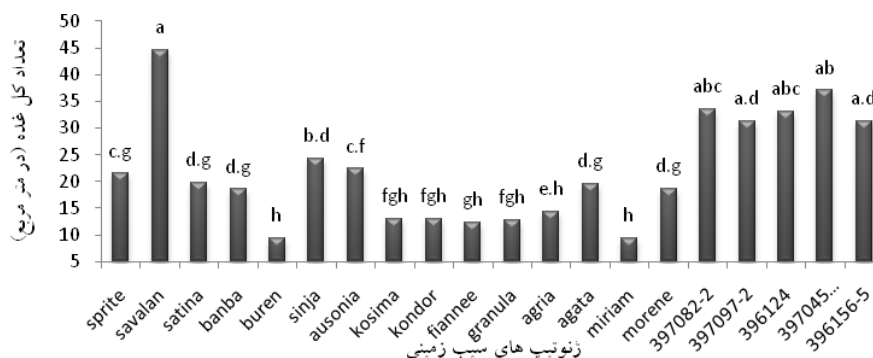


شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع گیاه در ژنوتیپ‌های سیب زمینی

حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD است

جدول ۳- گروه‌بندی ارقام سیب زمینی مورد آزمایش از نظر زمان رسیدگی

گروه	ژنوتیپ سیب زمینی
زودرس	ساتینا، بانبا، سینجا، گرانولا، آگاتا، میریام
متوسط رس	اسپریت، بورن، آنوزنیا، کندور، ۳۹۶۱۵۶-۵
دیررس	ساوالان، کوزیما، فیانا، آگریا، مورن، ۳۹۷۰۹۷-۲، ۳۹۷۰۸۲-۲
خیلی دیررس	۳۹۷۰۴۵۱۵، ۳۹۶۱۲۴



شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد کل غده در ژنوتیپ‌های سیب زمینی

حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD است

از نظر تعداد غده در واحد سطح، رقم ساوالان با میانگین ۴۴/۵۵ غده در مترمربع بیشترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد که با ژنوتیپ‌های ۳۹۷۰۹۷-۲، ۳۹۷۰۸۲-۲، ۳۹۶۱۲۴، ۳۹۷۰۴۵۱۵ و ۳۹۶۱۵۶-۵ در گروه مشترک قرار گرفت ولی با بقیه ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌دار آماری داشت. ارقام میریام و بورن کمترین تعداد غده در واحد سطح را به ترتیب با ۹/۳۴ و ۹/۴۴ غده در متر مربع داشتند (شکل ۳). حسین‌زاده و حسن‌پناه (۱۳۸۱) طی دو سال مطالعاتی را در جهت ارزیابی پایداری عملکرد ۲۰ رقم سیب زمینی انتخابی از آزمایشات سال‌های قبل ایستگاه تحقیقات کشاورزی اردبیل در چهار مکان انجام دادند. مقایسه میانگین عملکرد غده ارقام آزمایش شده و پارامترهای پایداری ضریب تغییرات محیطی و ضریب تغییرات درون مکانی، ارقام ساتینا، آریندا، بولستا، گرانولا و مورن را به عنوان ارقام با عملکرد بالاتر و پایدارتر از بقیه ارقام موجود در آزمایش معرفی نمودند.

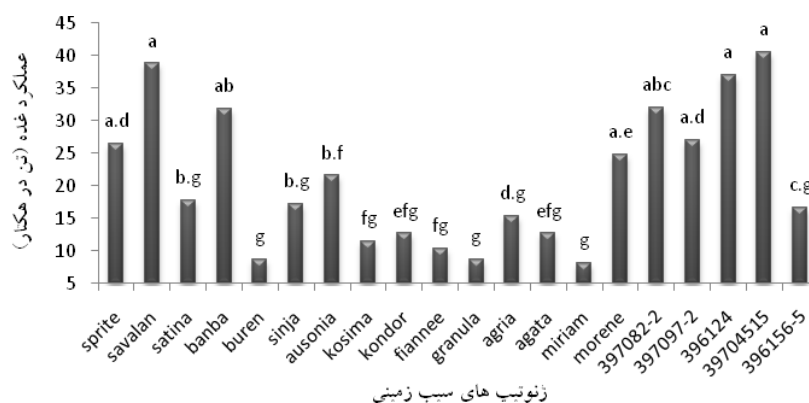
از نظر عملکرد پروتئین غده‌های سیب‌زمینی، ارقام آنوزنیا، کوزیما، فیانا، مورن و ژنوتیپ ۳۹۷۰۹۷-۲ به ترتیب با میانگین ۲۷۴/۶۷، ۲۷۷/۶۷، ۲۷۴/۵۹، ۲۹۰/۶۵ و ۲۸۷/۵۱ کیلوگرم در هکتار ژنوتیپ‌هایی با پروتئین بالا شناخته شدند و ارقام ساتینا و سینجا با میانگین عملکرد پروتئین ۱۴۵/۳۳ و ۱۳۳/۶۵ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان این صفت را داشتند و در پایین‌ترین گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴). عملکرد اسید آمینه لایسین به عنوان یک اسید آمینه ضروری در ژنوتیپ ۳۹۷۰۹۷-۲ با میانگین عملکردی ۸/۸۵ کیلوگرم در هکتار در بالاترین گروه آماری قرار داشت که با ارقام ساوالان، بورن، آنوزنیا، کوزیما، فیانا، آگریا، مورن در گروه مشترکی بود، ولی ارقام اسپریت و سینجا به ترتیب با میانگین ۴/۳۶ و ۴/۳۹ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد این اسید آمینه را داشتند (شکل ۵).

عملکرد اسید آمینه متیونین در غده سیب زمینی در رقم کوزیما با میانگین ۵/۴۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار بود، البته با ارقام ساوالان، فیانا، مورن و ژنوتیپ‌های ۳۹۷۰۸۲-۲، ۳۹۷۰۹۷ و ۳۹۷۰۴۵۱۵ در گروه مشترک قرار داشت ولی با ارقام و ژنوتیپ‌های دیگر اختلاف معنی‌دار آماری را ایجاد کرد. کمترین میزان عملکرد این اسید آمینه در رقم بانبا با میانگین

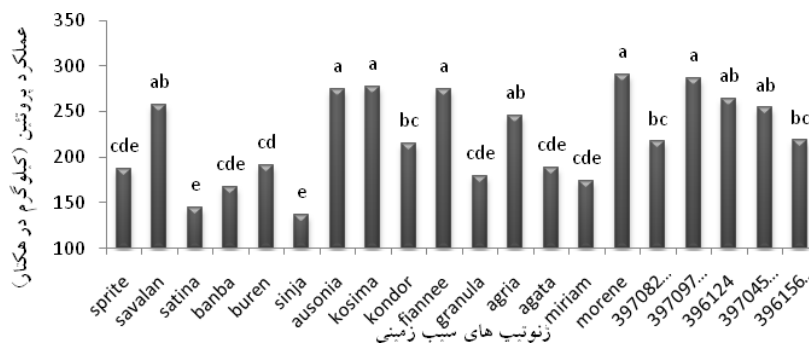
از نظر عملکرد پروتئین غده‌های سیب‌زمینی، ارقام آنوزنیا، کوزیما، فیانا، مورن و ژنوتیپ ۳۹۷۰۹۷-۲ به ترتیب با میانگین

آسیمیلایون آمونیوم در ریشه نیازمند انتقال کربوهیدرات از ساقه به سمت ریشه برای ساختن اسکلت کربنی و انرژی (ATP و NADPH) برای فرآیند آسیمیلایون آمونیوم می‌باشد و این فرآیند در ارقام مختلف با تفاوت بسیاری معنی-داری انجام گرفته و منجر به تفاوت در میان ارقام و ژنوتیپ‌ها می‌گردد (منگل و کرکبای، ۲۰۰۱). عقیقی شاهوردی و همکاران (۲۰۱۲) اعلام نمودند که درصد و عملکرد اسید آمینه لایسین و متیونین در بین ژنوتیپ‌های سبب زمینی تفاوت معنی‌داری دارند، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

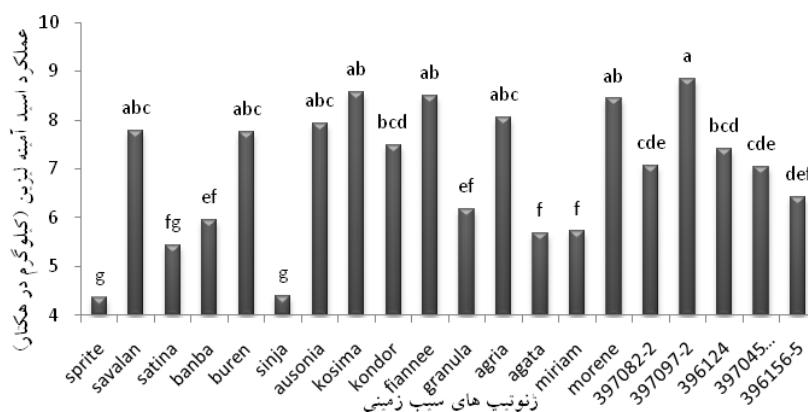
۲/۱۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل ۶). محتوی اسید آمینه‌های مهم و محتوی ترکیبات نیتروژن‌دار در ماده خشک گیاه تحت تأثیر رقم و کود نیتروژن قرار می‌گیرد (نیبرگ و همکاران ۲۰۱۰؛ پاولیک و همکاران، ۲۰۱۰). نیترات و آمونیوم از منابع قابل استفاده نیتروژن برای گیاهان می‌باشد. فراهمی آمونیوم برای گیاهان اغلب باعث افزایش غلظت آمینو اسیدها می‌شود، سپس فراهمی نیترات برای گیاهان در سطوح بالاتر نیتروژن باعث افزایش کلی در محتوی اسید آمینه گیاهان می‌شود (آتاناسوا، ۲۰۰۸). آمونیوم توسط ریشه جذب و در ریشه آسیمیلیه شده و به صورت اسیدهای آمینه و آمیدها به ساقه انتقال می‌یابند.



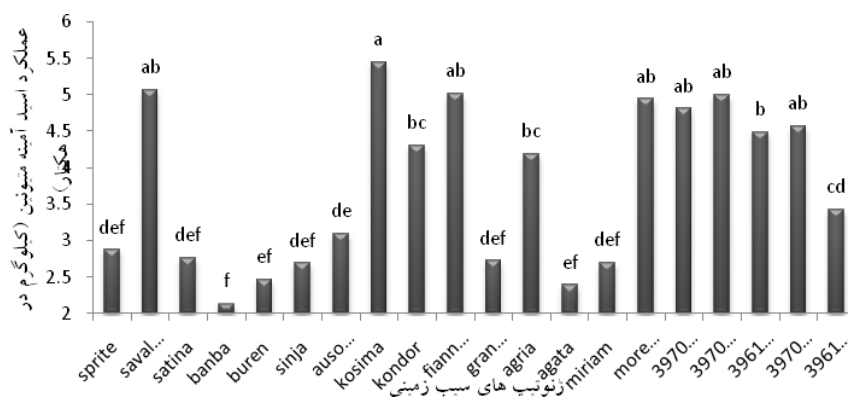
شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد غده در ژنوتیپ‌های سبب زمینی  
حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD است



شکل ۴- مقایسه میانگین عملکرد پروتئین در ژنوتیپ‌های سبب زمینی  
حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD است



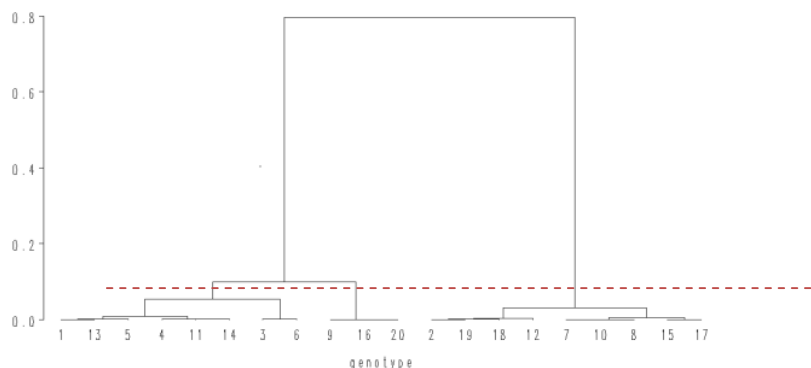
شکل ۵- مقایسه میانگین عملکرد اسید آمینه لایسین در ژنوتیپ‌های سیب زمینی  
حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD است



شکل ۶- مقایسه میانگین عملکرد اسید آمینه متیونین در ژنوتیپ‌های سیب زمینی  
حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون LSD است

۸/۰۶ و ۴/۶۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶). ارقام و ژنوتیپ‌های این گروه شامل، ساوالان، ۳۹۷۰۴۵۱۵، ۳۹۶۱۱۲۴، آگریا، آنوزینا، فیانه، کوزیما، مورن و ۳۹۷۰۹-۲ بودند. گروه سوم در تجزیه خوشه‌ای دارای میانگین تولیدی متوسط بود و مابین دو گروه قرار گرفت، ولی کمترین تعداد ژنوتیپ، ۳ ژنوتیپ (با فراوانی ۱۵ درصد، ژنوتیپ‌های ۳۹۶۱۱۵۶-۵، ۳۹۶۱۱۵۶-۲ و ۳۹۶۱۱۵۶-۳) و رقم کندور را در خود جای داد (جدول ۵). در گروه سوم حاصل از تجزیه خوشه‌ای، میزان عملکرد پروتئین، عملکرد غده، لایسین و متیونین به ترتیب ۲۱۶/۹۵، ۲۶۸۷۰ و ۶/۹۸ و ۴/۱۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۷). گروه دوم تجزیه خوشه‌ای بیشتر ارقام دیررس را در خود جای داد که دارای بالاترین مقدار صفات کیفی بودند.

نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که از نظر صفات کمی و کیفی ارقام و ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی به سه گروه مجزا تقسیم شدند (شکل ۷). گروه اول که ۴۰ درصد از فراوانی ارقام و ژنوتیپ‌ها را به خود اختصاص داد و شامل ۸ ارقام اسپریت، آگاتا، بون، بانبا، گرانولا، میرام، ساتینا و سینجا بود (جدول ۵). این گروه از نظر صفات کیفی همانند عملکرد پروتئین و اسید آمینه‌ها دارای کمترین سطح به ترتیب با عملکرد پروتئین، عملکرد غده لایسین و متیونین ۱۷۱/۲۲، ۲۴۱۲۰، ۵/۶۸ و ۲/۵۹ کیلوگرم در هکتار بودند (جدول ۶). گروه دوم با فراوانی ۴۵ درصد ارقام و ژنوتیپ‌ها (۹ ژنوتیپ) بیشترین تعداد را در خود جای داد و از طرف دیگر نیز در مورد صفات ذکر شده دارای بالاترین میانگین تولیدی در صفات عملکرد پروتئین، عملکرد غده، لایسین و متیونین به ترتیب با ۲۶۹/۵۷، ۲۸۲۸۰،



شکل ۷- تجزیه کلاستر (خوشه‌ای) ژنوتیپ‌های سیب زمینی براساس صفات کمی و کیفی

(۱: اسپریت، ۲: ساوالان، ۳: ساتینا، ۴: بانبا، ۵: بورن، ۶: سینجا، ۷: آنوزنیا، ۸: کوزیما، ۹: کندور، ۱۰: فیانه، ۱۱: گرانولا، ۱۲: آگریا، ۱۳: آگاتا، ۱۴: میرام، ۱۵: مورن، ۱۶: ۲- (۳۹۶۱۵۶-۵: ۲۰، ۳۹۷۰۴۵۱۵: ۱۹، ۳۹۶۱۲۴: ۱۸، ۳۹۷۰۹-۲: ۱۷، ۳۹۷۰۸۲

جدول ۴- مقادیر ویژه و ماتریس کواریانس صفات مورد مطالعه در تجزیه خوشه‌ای

متغیر	نام متغیر	مقادیر ویژه	تفاوت	نسبت	درصد واریانس جمعی
۱	عملکرد پروتئین	۲۴۱۴/۲۱	۲۴۱۲/۶۷	۰/۹۷	۰/۹۷
۲	عملکرد غده	۱/۵۴	۱/۱۱	۰/۰۱۲	۰/۹۸
۳	عملکرد اسید آمینه لایسین	۰/۴۳	۰/۶۸	۰/۰۰۰۳	۰/۹۹
۴	عملکرد متیونین	۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۰۰۰۳	۱/۰۰

جدول ۵- گروه‌بندی، فراوانی و درصد فراوانی ارقام و ژنوتیپ‌های سیب زمینی در تجزیه خوشه‌ای

گروه خوشه‌ای	فراوانی	درصد فراوانی	فراوانی جمعی	مجموع مربعات	میانگین فاصله حداکثر فاصله
گروه اول	۸	۴۰	۴۰	۲۹۴۸/۶۸	۱۶/۲۰
گروه دوم	۹	۴۵	۸۵	۱۸۲۱/۷۴	۱۲/۵۴
گروه سوم	۳	۱۵	۱۰۰	۷/۱۳	۱/۸۴
کل	۲۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-

جدول ۶- گروه‌های خوشه‌ای تشکیل شده بر اساس صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های سیب زمینی

متغیر	نام متغیر	کلاستر اول	کلاستر دوم	کلاستر سوم	میانگین
۱	عملکرد پروتئین	۱۷۱/۲۲	۲۶۹/۵۷	۲۱۶/۹۵	۲۲۲/۳۴
۲	عملکرد غده	۲۴/۱۲	۲۸/۲۸	۲۶/۸۷	۲۶/۴۲
۳	عملکرد اسید آمینه لایسین	۵/۶۸	۸/۰۶	۶/۹۸	۶/۹۵
۴	عملکرد اسید آمینه متیونین	۲/۵۹	۴/۶۴	۴/۱۸	۳/۷۵

### نتیجه‌گیری

ساوالان، کوزیما، فیانا، مورن، آنوزنیا و ژنوتیپ‌های ۲-۳۹۷۰۹۷ و ۳۹۷۰۴۵۱۵ به عنوان ارقام برتر از نظر صفات مورد بررسی یعنی دارای بالاترین عملکرد غده، پروتئین، اسید آمینه لایسین، اسید آمینه متیونین بودند و از نظر کیفیت تغذیه‌ای به عنوان ارقام

با توجه به نتایج به دست آمده ارقام مورن، آگریا، ساوالان، فیانا، کوزیما و ژنوتیپ ۲-۳۹۷۰۹۷ به عنوان ارقام و ژنوتیپ-هایی با عملکرد اسید آمینه لایسین بالا بودند. به طور کلی ارقام



و ژنوتیپ‌های برتر انتخاب می‌شوند. نکته قابل توجه اینکه در تجزیه خوشه‌ای ارقام و ژنوتیپ‌هایی که دیررس بوده و طول دوره رویشی بیشتری را داشتند، همانند آگریا، ساولان، کوزیما و غیره، از نظر صفات کیفی مورد بررسی از میانگین بالاتری نیز برخوردار بودند.

### منابع

- جماعتی‌ثرمین، ش. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر سطوح کود نیتروژن و تراکم بوته بر روی روند رشد برخی از صفات و خصوصیات کمی و کیفی سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی. ۱۲۷ص.
- حسن‌آبادی، ح. ا. موسی‌پور گرجی، د. حسن‌پناه، ر. احمدوند، خ. پرویزی، م. کاظمی، ر. حاجیان‌فر و ح. ر. عبدی. ۱۳۹۲. خاوران، رقم جدید سیب‌زمینی با عملکرد بالا و کیفیت خوب. مجله علمی- ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. جلد ۳، شماره ۱ صفحات: ۶۷-۷۹.
- حسین‌زاده، ا. ا. و د. حسن‌پناه. ۱۳۸۱. بررسی پایداری عملکرد ارقام جدید سیب‌زمینی (۲۰ رقم) در چهار منطقه اردبیل. طرح پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی استان اردبیل (مغان).
- خواججه‌پور، م. ۱۳۸۳. تولید نباتات صنعتی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۵۱۴ صفحه.
- سعیدی، م. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر اندازه غده و کود نیتروژن بر روی شاخص‌های رشد، کمیت و کیفیت غده‌های سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی. ۱۱۹ص.
- عقیقی شاهرودی، م. ۱۳۹۰. بررسی میزان پروتئین ارقام سیب‌زمینی با تاکید بر اسید آمینه لایسین تحت تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه محقق اردبیلی. ۱۴۹ صفحه.
- نیکوپور محمد جانلو، ل. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد کودهای حاوی پتاسیم، نیتروژن و آهن بر روی کاهش تجمع نترات در غده‌های سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه محقق اردبیلی. ۱۳۸ صفحه.
- پرویزی، خ. ۱۳۸۷. بررسی صفات کمی و کیفی ارقام جدید زودرس و دیررس سیب زمینی کشت بهاره. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۷۹: ۹۰-۸۰.

- Aghighi Shahverdi Kandi, M., A. Tobeh, A. Golipouri, S. Jahanbakhsh Godehkahriz and Z. Rastgar. 2012. Concentration changes of Lysine and Methionine amino acids in potatoes varieties affected by different levels of Nitrogen fertilizer. TJEAS. 2(4): 93-96.
- Atanasova, E. 2008. Effect of nitrogen sources on the nitrogenous forms and accumulation of amino acid in head cabbage. Plant, Soil and Envir. 54: 66-71.
- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Ann. Rev. Bioch. 72: 248-254.
- Ciećko, Z., W. Krajewski and J. Zabielska. 1999. The characteristic of amino acids contents of potato tubers in relation to nitrogen, potassium and phosphates fertilization. Konf. Nauk. Radzik. 99-101 (in Polish).
- Ferrel, R. E., D. A. Fellers and A. D. Shepherd. 1969. Determination of free Lysine and methionine in Amino acid-Fortified Wheat. 46: 614- 620.
- Harris, P. M. 1992. The potato crop. Champman & Hall, London. 909 pp.
- Horton, D and H. Fano. 1985. Potato atlas. International Potato Center. Lima, Peru. 135pp.
- Mazurczyk, W and B. Lis. 1999. Variability of chemical composition of the tubers table potato. Konf. Nauk. Radzik:17-18.(In Polish).
- Mengel, K and E. A. Kirkby. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. 849pp.
- Neuberg, M., M. Pavlík, J. Balík, R. Kaliszová and D. Pavlíková. 2010. The effect of ammonium nitrogen nutrition on the content of amino acids in red clover. Agro. Chem. XIV: 9-12.
- Pavlík, M., D. Pavlíková, J. Balík and M. Neuberg. 2010. The contents of amino acids and sterols in maize plants growing under different nitrogen conditions. Plant, Soil and Envir. 56:125-132.
- Pieterse, L and U. Hils. 2009. World catalogue of potato varieties 2009/10. Agrimedia GmbH, Clenze. 326pp.

## Evaluation of changes of protein percentage, lysine and methionine amino acids in potato genotypes and cultivars

M. Aghighi Shahverdi<sup>1</sup>, S. Maleki Farahani<sup>2</sup>, B. Mamivand<sup>3</sup>

Received: 2015-10-26 Accepted: 2016-4-11

### Abstract

It is important to select high yielding and nutritious varieties for potato cultivation. Therefore, an experiment was conducted as randomized complete blocks design (RCBD), with three replications with 15 potato cultivars and 5 potato genotypes (Sprite, Savalan, Satina, Banba, Buren, Sinja, Ausonia, Kosima, Kondor, Fiannee, Granula, Agria, Agta, Miriam, Morene, 397082-2, 397097-2, 396124, 39704515, 396156-5) in Research Farm of University of Mohaghegh Ardabili in 2011. Results showed that plant height, number of tubers, tuber yield, protein yield and yields of lysine and methionine amino acids of genotypes and cultivars were significant at 1% probability level. Savalan cultivar and 396124 and 39704515 genotypes produced highest tubers yield. Protein yield in cultivars, Cosima, Fiannee, Moran and 397082-2 genotype, and the yield of Lysine amino acid in 397082-2 genotype and the yield of Methionine amino acid in Cosima cultivar were the highest. Cluster analysis of genotypes and cultivars in regard to protein, tuber, Lysine and Methionine amino acids yield classified them into three groups. In this classification, most cultivars and genotypes have a long growth period, also had higher average quantitative and qualitative characteristics optimal. Overall Savalan, Cosima, Fiannee, Moran, Ausonia cultivars and 397097-2 and 39704515 genotypes were selected as superior varieties for production in this area and similar climate conditions.

**Keywords:** Cosima, potato, protein, savalan, tuber quality, tuber

---

1- Ph.D Student of Crop Physiology, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

3- Graduated Student, Department of Agronomy, Shahed University, Tehran, Iran