شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد سیب‌زمینی با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره در شرایط تنش و عدم تنش خشکی

کرامت ربیعی[۱*]، محمود خدامباشی[۱] و عبدالمجید رضائی[۲]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۲/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۱)

چکیده

تجزیه مؤلفه‌ها و تحلیل عاملی، کاربرد وسیعی در علوم مختلف به خصوص در علوم کشاورزی دارند. جهت بررسی مؤثرترین صفات و نیز عوامل پنهانی دخالت کننده در ایجاد تنوع بین ارقام سیب‌زمینی، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط بدون تنش و همراه با تنش خشکی در سال ۱۳۸۱ به اجرا گذاشته شد. انجام رگرسیون مرحله‌ای برای کلیه صفات اهمیت و نقش تعیین کننده صفات طول ساقه، تعداد ساقه و عرض برگچه را بر عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش نشان می‌دهد. در محیط تنش نیز صفات طول ساقه، تعداد برگ و طول برگچه وارد مدل رگرسیونی شدند. صفت طول ساقه در هر دو مدل قرار گرفت که بیانگر اهمیت این صفت در انتخاب برای عملکرد بالا در ارقام سیب زمینی می‌باشد. در اثر تجزیه مؤلفه‌های اصلی در هر دو محیط آزمایشی صفات تعداد ساقه، طول برگچه و عرض برگچه به عنوان مؤثرترین صفات در ایجاد تنوع بین ارقام شناسایی شدند. با توجه به این‌که در هر دو محیط تعداد ساقه در مؤلفه‌های اول دارای ضریب بزرگ‌تری می‌باشد و با توجه به اهمیت آن در افزایش عملکرد، به عنوان یک صفت مؤثر در عملکرد ارقام سیب‌زمینی معرفی می‌شود و بایستی در برنامه‌های اصلاحی نسبت به سایر صفات مورد توجه قرار گیرد. با انجام تجزیه و تحلیل عامل‌ها در هر دو محیط، دو عامل مهم شناسایی شدند که در محیط بدون تنش عامل اول «سطح برگ» و عامل دوم «وضعیت ساختاری» معرفی گردید. در محیط تنش نیز عامل اول «سطح فتوسنتزی» و عامل دوم «وضعیت ساختاری» تعیین گردید. بنابراین با توجه به دو عامل اول، در انتخاب گیاهان مناسب برای شرایط تنش می‌بایست به صفات مربوط به سطح فتوسنتز کننده توجه نمود و عامل ساختاری در درجه دوم اهمیت قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه عامل‌ها، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، رگرسیون مرحله‌ای، سیب‌زمینی

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) از نظر میزان تولید در رتبه چهارم پس از گندم، برنج و ذرت قرار دارد (۱۶). در بین گیاهان نشاسته‌ای، سیب‌زمینی پس از ذرت بالاترین سطح زیر کشت را داراست. این گیاه در ۱۴۰ کشور جهان کشت می‌شود که بیش از صد کشور آن در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری واقع شده، اما در مناطق معتدله هنوز بیشترین تولید در کشورهای صنعتی متمرکز است. تقریباً یک سوم تولید این

۱. به ترتیب دانشجوی سابق دکتری و استادیار زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۲. استاد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: k_rabiei@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1]

محصول به کشورهای در حال توسعه و عمدتاً کشورهای آسیایی اختصاص دارد(۴). به‌نژادی سیب‌زمینی بر تلاقی ارقام زراعی و یا همسانه‌های پیشرفته‌ای که دارای صفات مکمل می‌باشند، استوار است. از آنجا که در تیپ ایدآل سیب‌زمینی لازم است که تعداد زیادی صفات وجود داشته باشد، لذا انتخاب والدین بسیار مهم می‌باشد.

یکی از شاخص‌های مهم که در گزینش ارقام سیب‌زمینی در نظر گرفته می‌شود، تحمل خشکی است. معمول‌ترین تعریف از خشکی توسط ادمیدز و همکاران (۱۵) مطرح شده است، بدین‌صورت که تنش خشکی هنگامی روی می‌دهد که تبخیر و تعرق پتانسیل (تقاضای تبخیری اتمسفر بالای برگ گیاه) از تبخیر و تعرق حقیقی (ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای استخراج آب از خاک) تجاوز نماید. نوع تنش خشکی در مناطق مختلف و در طول فصل زراعی متفاوت است. ممکن است خشکی در اوایل یا اواخر فصل و یا این‌که در طول فصل زراعی به طور پیوسته اتفاق افتد و دائماً شدت آن زیاد شود. با توجه به نوع تنش خشکی، ممکن است صفات متفاوتی در تحمل به خشکی گیاه تأثیر بگذارد(۲).

در رابطه با علوم طبیعی، ارتباط بین چند متغیر می‌بایست مد نظر قرار گیرد. هدف کلی از تجزیه چند متغیره، در نظر گرفتن هم‌زمان چندین متغیر است که با یکدیگر در ارتباط بوده و از نظر محقق، هر یک از آنها دارای اهمیت یکسان می‌باشند(۶). تجزیه و تحلیل چند متغیره کاربرد وسیعی در بررسی‌های مربوط به گیاه سیب‌زمینی دارد (۸، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۲۰ و ۲۴).

در بررسی صفات ایجاد کننده تنوع بین ارقام یک گونه در محیط‌های مختلف از تجزیه مؤلفه‌های اصلی استفاده می‌شود. تحلیل مؤلفه اصلی با تبیین ساختار واریانس کوواریانس یا ماتریس ضرایب هم‌بستگی به کمک چند ترکیب خطی از متغیرهای اصلی مرتبط است. این روش برای اولین بار توسط کارل پیرسون(Karl Pearson) تشریح شده که هوتلینگ(Hoteling) آن را مورد بحث و تعمیم قرار داد و روش محاسبات عملی آن را شرح داد (۵).

انجام تجزیه‌مؤلفه‌های اصلی (۲۵) روی ۳۲ رقم سیب‌زمینی نشان داد که در مؤلفه اول صفات مربوط به میزان رنگ و توزیع رنگدانه‌ها در بافت‌ها دارای ضریب بالاتری هستند و بنابراین عامل اصلی ایجاد تنوع بین ارقام می‌باشند. در مؤلفه دوم صفات مربوط به اندازه و شکل غده و گل دارای اهمیت بیشتری بودند.

در تحقیق انجام شده با استفاده از صفات درصد جوانه‌زنی، ارتفاع گیاه، عملکرد در هر بوته، تعداد غده در گیاه، مقدار نشاسته در غده، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. انجام تجزیه مؤلفه‌های اصلی نشان داد که درصد جوانه‌زنی و عملکرد در هر بوته حدود ۸۵ درصد از تغییرات را توجیه می‌نمایند (۱۹).

در تجزیه عامل‌ها نیز هدف اساسی در صورت امکان بیان روابط کوواریانس میان بسیاری از متغیرها بر اساس چند کمیت تصادفی غیر قابل مشاهده است که عامل‌ها نامیده می‌شوند. تجزیه عامل‌ها در بسیاری از علوم کاربرد فراوانی پیدا نموده است. کاربردهای این روش در علوم کشاورزی شامل کاهش تعداد زیادی از صفات همبسته به تعدادکمی از عامل‌ها (۱۱)، توجیه هم‌بستگی بین متغیرها (۱۸)، برآورد اجزای عملکرد (۱۴، ۲۱)، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چند متغیره (۱۷) می‌باشد.

بارتوس و همکاران (۹) در مطالعه‌ای از تجزیه عامل‌ها برای بررسی اثر متغیرهای اکولوژیکی بر سیب‌زمینی استفاده کردند. متغیرهای مورد استفاده شامل میزان چسبناکی، فسفر، ازت و پتاسیم خاک و نیز فسفر، ازت و پتاسیم اضافه شده به خاک بودند. در این آزمایش فاکتور اول بیانگر رابطه بین خاک و عملکرد، فاکتور دوم نشان‌دهنده تأثیر کیفیت خاک و عامل سوم نقش مؤثر کود ازت را نشان می‌داد. فاکتورها به ترتیب ۵۹/۸، ۲۶/۴ و ۱۳/۸ درصد از واریانس را توجیه نمودند. تای و میسنر (۲۳) تجزیه عامل‌ها را با استفاده از صفات مربوط به غده‌ها انجام دادند. در این بررسی فاکتور اول رابطه ساختاری منفی بین قسمت‌های داخلی و غشایی را نشان می‌داد و فاکتور دوم بیانگر رابطه مثبت بین شاخص‌های پهنا و طول غده‌ها بود.

هدف از این تحقیق شناسایی مهم‌ترین صفات مورفولوژیکی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1]

ایجاد کننده تنوع بین ارقام سیب‌زمینی در شرایط بدون تنش و همراه با تنش خشکی با استفاده روش‌های چند متغیره آماری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان سال ۱۳۸۱ در مزرعه تکثیر سیب‌زمینی استان چهارمحال و بختیاری واقع در کیلومتر ۱۰ جاده بروجن-شهرکرد با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی انجام شد. مواد آزمایشی شامل هشت رقم سیب‌زمینی زراعی به نام اگریا، مارفونا، درآگا، آئولا، مارادونا، راموس، ری‌مارکا و دیامانت بود.

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی اجرا شد. محیط بدون تنش با رژیم آبیاری ۹-۶ روزه (۵±۱۰۰میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) و محیط تنش شامل رژیم آبیاری ۱۴-۱۲ روزه (۵± ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) بود. هر رقم در چهار ردیف به فاصله عرضی ۷۵ سانتی‌متر و به طول ۴ متر کشت شدند. فاصله بوته‌ها روی ردیف برابر ۲۰ سانتی‌متر تنظیم شد. هم‌چنین فاصله بین کرت‌ها در هر بلوک ۱ متر و بین بلوک‌ها به میزان ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در حاشیه آزمایش، دو ردیف به عنوان محافظ کشت گردید. قطعه زمین مورد نظر برای اجرای آزمایش در بهار سال ۱۳۸۲ شخم زده شد و عملیات تکمیلی آماده سازی شامل تسطیح، پخش کود و دیسک‌زنی به اجرا درآمد. به منظور کشت غده‌ها، پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ایجاد شد و غده‌ها در عمق ۱۵-۱۲ سانتی‌متری و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند. کود شیمیایی به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم قبل از کاشت و میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره نیز به صورت سرک (یک ماه پس از سبز شدن بوته‌ها) به زمین اضافه گردید. جهت سبز شدن مناسب غده‌ها و ایجاد یک‌نواختی در هر دو آزمایش آبیاری‌های اولیه با فاصله ۷ روز صورت گرفت، و سپس تیمارهای آبیاری در هر دو آزمایش اعمال گردید.

مبارزه با علف‌های هرز قبل از سبز شدن بوته‌ها با استفاده از علف‌کش انتخابی سیب‌زمینی (سنکور) به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار صورت گرفت. به منظور از بین بردن علف‌های هرز باقی مانده و تازه سبز شده و نیز خاک‌دهی اطراف بوته‌ها هنگامی که بوته‌ها، حدود ۲۰ سانتی‌متر رشد نموده بودند از کولتیواتور استفاده شد. کلیه عملیات کاشت و داشت به غیر از آبیاری برای هر دو آزمایش به طور یکسان اجرا شد. جهت مبارزه با آفت شته و کنه از سم متاسیستوکس به میزان ۱ لیتر در هکتار و برای پیشگیری از وقوع بیماری‌های قارچی پس از استفرار کامل بوته‌ها از سم مانکوزب به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. در دو آزمایش از دو ردیف میانی هر کرت تعداد ده بوته به طور تصادفی انتخاب و پس از علامت‌گذاری، صفات تعداد ساقه، طول ساقه، طول برگ مرکب، طول برگچه، عرض برگچه، تعداد برگ و عملکرد غده در آنها اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS 6.12 و STATISTICA 6 انجام گرفت.

نتایج و بحث

به منظور تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر در عملکرد ژنوتیپ‌ها و توجیه بهتر این روابط از رگرسیون مرحله‌ای استفاده شد. نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای محیط بدون تنش در جدول ۱ نشان داده شده است. در این محیط، به ترتیب صفات طول ساقه، تعداد ساقه و عرض برگ وارد مدل شدند که مقدار ضریب رگرسیونی و میزان توجیه‌کنندگی هر کدام در جدول نمایان است. نتایج تجزیه رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد در محیط تنش به عنوان متغیر تابع و صفات دیگر به عنوان متغیرهای مستقل در جدول ۲ نشان داده شده است. صفت طول ساقه به عنوان اولین صفت و صفات تعداد برگ و طول برگ در مراحل بعد وارد مدل رگرسیونی شدند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1]

جدول۱. نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد به عنوان متغیر تابع و صفات دیگر به عنوان متغیرهای مستقل در محیط بدون تنش

مرحله	متغیر وارد شده به مدل	پارامترهای مدل	R^2 جزء	R^2 مدل	F
۱	طول ساقه	۰/۲۷۳	۰/۳۲۵	۰/۳۲۵	۱۰/۵۹**
۲	تعداد ساقه	۵/۶۳۲	۰/۱۱۱	۰/۴۳۶	۴/۱۶۰*
۳	عرض برگچه	۷/۴۱۷	۰/۱۱۲	۰/۵۴۹	۴/۹۸۰*
	عرض از مبدأ	-۳۵/۲۰۸			۴/۹۱۰*

*و** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول۲. نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد به عنوان متغیر تابع و صفات دیگر به عنوان متغیرهای مستقل در محیط تنش

مرحله	متغیر وارد شده به مدل	پارامترهای مدل	R^2 جزء	R^2 مدل	F
۱	طول ساقه	۰/۲۸۹	۰/۵۸۲۵	۰/۵۸۲	۳۰/۶۹**
۲	تعداد برگ	۰/۱۷۵	۰/۰۵۵۸	۰/۶۳۸	۴/۳۳ *
۳	طول برگچه	۲/۵۳۴	۰/۰۵۳۵	۰/۶۹۱	۳/۶۷*

*و** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

همان‌طور که ملاحظه شد، صفت طول ساقه اولین متغیر وارد شده به مدل‌ها در هر دو محیط بود. بنابراین می‌توان استنباط نمود که صفت طول ساقه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی در انتخاب برای عملکرد بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در محیط بدون تنش، صفات تعداد ساقه و عرض برگچه نیز توجیه کننده عملکرد بودند، بنابراین در انتخاب ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در محیط‌های بدون تنش آبی صفات طول ساقه، تعداد ساقه و عرض برگ را می‌بایست مدنظر قرار داد. در محیط تنش نیز صفات طول ساقه، تعداد برگ و طول برگ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بودند. در گیاه سیب‌زمینی به علت تشکیل ساقه‌های فرعی از پایین‌ترین قسمت ساقه، طویل‌تر شدن طول ساقه به افزایش سطح فتوسنتز کننده منجر خواهد شد که ممکن است این عامل علت اساسی ورود طول ساقه در مدل‌های رگرسیونی باشد.

تجزیه مؤلفه‌های اصلی جهت تقلیل میزان داده‌های موجود در دو محیط بدون تنش و تنش به طور مجزا مورد استفاده قرارگرفت. نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی برای کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در محیط بدون تنش شامل بردارهای مشخصه، ریشه‌های مشخصه، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مؤلفه و کل واریانس توجیه شده در جدول ۳ نشان داده شده است. بردارهای مربوط به سه ریشه مشخصه اول که حدود ۹۰ درصد از تغییرات را توجیه می‌نمایند، مهم‌ترین بردارها هستند. صفات تعداد ساقه، عرض برگچه و طول برگچه هم‌بستگی معنی‌داری را با مؤلفه اول داشتند که البته هم‌بستگی صفات عرض و طول برگچه منفی بود. صفات طول برگ مرکب و عملکرد هم‌بستگی مثبت و معنی داری را با مؤلفه دوم نشان می‌دهند و در مؤلفه سوم صفت تعداد برگ دارای هم‌بستگی معنی‌دار می‌باشد. آنچه که از تجزیه به مؤلفه اصلی در محیط بدون تنش مشهود است سهم صفات تعداد ساقه، عرض برگچه و طول برگچه به عنوان مهم‌ترین صفات ایجاد کننده تنوع بین ارقام می‌باشد. در مراحل بعد به ترتیب صفات طول برگ مرکب، عملکرد و تعداد برگ قرار دارند. نتایج

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1] [Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

جدول ۳. بردارهای مشخصه، ریشه‌های مشخصه، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مؤلفه و نسبت تجمعی آن، ضرایب همبستگی بین چهار مؤلفه اول و صفات در محیط بدون تنش

صفات	بردارهای مشخصه			همبستگی متغیرها با		
	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم
تعدادساقه	۰/۵۲۵	۰/۰۶۸	۰/۰۸۴۰	۰/۹۰۰**	۰/۰۹۵۲	۰/۰۷۴۰
طول ساقه	۰/۲۸۸	۰/۴۲۴	-۰/۴۱۹	۰/۴۹۹۰	۰/۵۹۳۰	-۰/۳۷۳۰
تعدادبرگ	۰/۳۷۷	۰/۲۰۳	۰/۷۱۲۰	۰/۶۵۱۰	۰/۲۸۴۰	۰/۶۳۰۰**
عرض برگچه	-۰/۴۸۹	۰/۲۳۱	۰/۰۰۰۶	-۰/۸۴ **	۰/۳۲۳۰	۰/۰۰۰۵
طول برگچه	-۰/۳۹۹	۰/۴۱۶	۰/۰۵۴۰	-۰/۶۹۰**	۰/۵۸۸۰	۰/۰۴۸۱
طول برگ مرکب	-۰/۱۵۲	۰/۵۶۶	۰/۳۵۹۰	-۰/۲۶۲	۰/۷۹۰۰**	۰/۳۱۹۰
عملکرد	۰/۲۷۴	۰/۴۷۴	-۰/۴۲۰۰	۰/۴۷۳	۰/۶۶**	۰/۳۷۴۰
نسبت واریانس توجیه شده	۴۲/۶۶۰	۲۸/۰۲۰	۱۱/۳۵۰			
واریانس توجیه شده	۴۲/۶۶۰	۷۰/۶۹۰	۸۲/ ۰۴۰			
ریشه مشخصه	۲/۹۸۶	۱/۹۶۰	۰/۷۹۴۰			

* **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۵ ۱

حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی در محیط تنش برای کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی و با استفاده از هفت صفت مورد اندازه‌گیری، شامل بردارهای مشخصه، ریشه‌های مشخصه نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مؤلفه و کل واریانس توجیه شده به همراه هم‌بستگی بین صفات مختلف و هر کدام از مؤلفه‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. سه مؤلفه اول حدود ۸۶/۸۵ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. صفات تعداد ساقه، تعداد برگ، عرض برگچه و طول برگچه هم‌بستگی معنی‌دار با مؤلفه اول داشتند. البته هم‌بستگی عرض و طول برگچه منفی بود. در مؤلفه دوم نیز صفات طول ساقه و طول برگ مرکب دارای هم‌بستگی معنی‌دار با این مؤلفه هستند. طول برگ مرکب نسبت به بقیه صفات دارای هم‌بستگی بالاتری با مؤلفه سوم می‌باشد. بنابراین در مجموع، در هر دو محیط آزمایشی، صفات تعداد ساقه، طول برگچه و عرض برگچه در ایجاد تنوع بین ارقام دارای تأثیر زیادی می‌باشند. طول برگچه و عرض برگچه با ضرایب منفی و تعداد ساقه با ضریب مثبت در مؤلفه‌های اول نمود یافته‌اند. لذا بر مبنای این مؤلفه افزایش تعداد ساقه، سبب کاهش سطح در هر برگ خواهد شد که ممکن است علت آن افزایش رقابت برای آب و عناصر باشد.

کاردی و همکاران نیز (۱۳) با استفاده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی روی ارقام تتراپلوئید سیب‌زمینی، ۱۰ مؤلفه اصلی اول با میزان توجیه‌کنندگی ۹۸/۹ درصد را شناسایی نمودند. این مؤلفه‌ها غالباً دارای هم‌بستگی زیادی با تعداد، اندازه و شکل برگچه، گلدهی، شکل گل و تعداد ساقه اولیه بودند.

در گیاه سیب‌زمینی با توجه به اهمیت فراوان تعداد ساقه و نقش آن در ایجاد استولون‌ها و نهایتاً تشکیل غده و تأثیر بر روی عملکرد(۱)، این صفت بیشترین تأثیر را در ایجاد تنوع بین ارقام سیب‌زمینی داشته است. اثر این صفت در رگرسیون مرحله‌ای در محیط بدون تنش روی عملکرد تشریح گردیده است که هم‌بستگی بالایی نیز بین تعداد ساقه با تمامی صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش به ویژه با طول ساقه و تعداد برگ شناسایی شده است(۳). بنابراین ممکن است که عملکرد یا ارتفاع بوته و صفات دیگر در تجزیه مؤلفه‌ها در سیب‌زمینی به عنوان صفت مهم معرفی نگردند، ولی اثرپذیری بسیار بالای صفات دیگر به ویژه عملکرد از تعداد ساقه غیر قابل اجتناب می‌باشد.

از تجزیه عامل‌ها جهت شناسایی روابط موجود بین صفات و گروه‌بندی آنها بر اساس این روابط استفاده شده است. در این تحقیق تجزیه عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی برای دو محیط تنش و بدون تنش به صورت مجزا انجام گرفت. به منظور توجیه بهتر، عامل‌ها را به روش وریماکس (۷) دوران داده که در نهایت با توجه به توجیه منطقی عامل‌ها و تعداد ریشه‌های مشخصه بزرگ‌تر از یک، تعداد دو عامل استخراج و مورد تشریح و تفسیر قرار گرفتند.

در جدول ۵ نتایج حاصل از تجزیه عامل‌ها شامل بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه مربوط به هر عامل در محیط بدون تنش نشان داده شده است. در عامل اول خصوصیات عرض برگچه، طول برگچه و طول برگ مرکب دارای بار عامل‌های بزرگ و مثبت هستند. بنابراین این عامل را می‌توان عامل «سطح برگ» نام نهاد. صفات تعداد ساقه، طول ساقه، تعداد برگ و عملکرد نیز در عامل دوم دارای بار عامل‌های بزرگ و هستند که در نتیجه می‌توان این عامل را عامل «وضعیت ساختاری» نامید.

نتایج مربوط به تجزیه عامل‌ها، شامل بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، کل واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه مربوط به هر عامل در محیط تنش در جدول ۶ نشان داده شده است. در عامل اول صفات تعداد ساقه و تعداد برگ دارای ضرایب بزرگ و منفی هستند و صفات تعداد برگ، عرض برگچه و طول برگچه دارای ضرایب بزرگ و مثبت می‌باشند که می‌توان این عامل را عامل «سطح فتوسنتزی» نامید. در عامل دوم نیز صفات طول ساقه، طول برگ مرکب و عملکرد دارای ضرایب بزرگ و مثبت می‌باشند که در نهایت می‌توان این عامل را عامل «وضعیت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1] [Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

جدول ۴. بردارهای مشخصه، ریشه‌های مشخصه، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر مؤلفه و نسبت تجمعی آن، ضرایب هم‌بستگی بین چهار مؤلفه اول و صفات در محیط تنش

صفات	بردارهای مشخصه			هم‌بستگی متغیرها		
	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم
تعدادساقه	۰/۴۷۲	-۰/۰۱۷	۰/۲۸۵	۰/۹۱۰**	۰/۰۳۲	۰/۲۳۰
طول ساقه	۰/۳۲۶	۰/۴۹۳	-۰/۲۰۴	۰/۶۲۸	۰/۶۴۳*	-۰/۱۶۵
تعدادبرگ	۰/۴۵۴	-۰/۰۰۲	۰/۰۷۸	۰/۸۷۰**	-۰/۰۰۳	۰/۰۱۶
عرض برگچه	-۰/۴۲۶	۰/۲۱۸	-۰/۲۴۴	-۰/۸۲۰**	۰/۲۸۴	-۰/۱۹۷
طول برگچه	-۰/۴۰۱	۰/۳۷۲	-۰/۰۷۸	-۰/۷۸۰**	۰/۴۸۵	-۰/۰۶۳
طول برگ مرکب	-۰/۰۹۱	۰/۶۰۱	۰/۷۲۰	-۰/۱۷۵	۰/۷۸**	۰/۵۸۳
عملکرد	۰/۳۲۵	۰/۴۵۷	-۰/۵۳۴	۰/۶۲۶	۰/۵۹۶	-۰/۴۳۲
نسبت واریانس توجیه شده	۵۳/۰۹۰	۲۴/۳۸۰	۹/۳۷			
واریانس توجیه شده تجمعی	۵۳/۰۹۰	۷۷/۴۷۰	۸۶/۸۵			
ریشه مشخصه	۳/۷۱۰	۱/۷۰۰	۰/۶۵۶			

* و **: دار در سطوح ۵ ۱

جدول ۵. بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه در محیط بدون تنش

صفات	بار عامل‌های	
	اول	دوم
تعداد ساقه	-۰/۵۸۹	۰/۶۹۶
طول ساقه	۰/۰۵۰	۰/۷۷۴
تعداد برگ	-۰/۲۷۴	۰/۶۵۷
عرض برگچه	۰/۸۳۵	-۰/۳۵۰
طول برگچه	۰/۹۰۱	-۰/۰۵۶
طول برگ مرکب	۰/۷۳۹	۰/۳۹۱
عملکرد	۰/۱۱۶	۰/۸۰۸
نسبت واریانس توجیه شده	۴۲/۶۶۰	۲۸/۰۳
واریانس توجیه شده تجمعی	۴۲/۶۶۰	۷۰/۶۹
ریشه مشخصه	۲/۹۸۰	۱/۹۶

جدول۶. بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و ریشه‌های مشخصه در محیط تنش

صفات	بار عامل‌های	
	اول	دوم
	-۰/۸۰۷	۰/۴۲۱
تعداد ساقه	-۰/۲۳۶	۰/۸۶۹
طول ساقه	-۰/۷۶۷	۰/۴۲۰
تعداد برگ	۰/۸۵۶	-۰/۱۴۹
عرض برگچه	۰/۹۲۶	۰/۰۴۲
طول برگچه	۰/۵۳۴	۰/۵۹۹
طول برگ مرکب	-۰/۲۵۸	۰/۸۲۶
عملکرد	۵۳/۰۹۰	۲۴/۳۸۰
نسبت واریانس توجیه شده	۵۳/۰۹۰	۷۷/۴۸
واریانس توجیه شده تجمعی	۳/۷۱	۱/۷۰

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1]

ساختاری» نام‌گذاری نمود.

آنچه که می‌توان از بررسی‌های مربوط به دو محیط نتیجه‌گیری نمود این است که در انتخاب گیاهان در محیط‌های تنش و بدون تنش رطوبتی ابتدا می‌بایست به صفات مربوط به سطح فتوسنتز کننده توجه نمود و عامل ساختاری در درجه دوم اهمیت قرار دارد. نتایجی که از تجزیه عامل‌ها حاصل شد تحت تأثیر عواملی از جمله صفات، ژنوتیپ‌های مورد بررسی و شرایط محیطی می‌باشد، در نتیجه اطلاعات حاصل از این بررسی به طور خاص شرایطی مشابه با شرایط مذکور در آزمایش حاضر قابل استفاده می‌باشد.

تحقیقات متنوعی با استفاده از تجزیه عامل‌ها و با در نظر گرفتن صفات مختلف در ارقام سیب‌زمینی انجام شده است. در این زمینه می‌توان به بررسی انجام شده توسط شارما و همکاران (۲۲) اشاره نمود که با استفاده از چهل ژنوتیپ سیب‌زمینی و با در نظر گرفتن صفات مربوط به میوه تجزیه عامل‌ها انجام گرفت. سه عامل مهم شناسایی شده به ترتیب به عنوان عامل «اندازه و وزن میوه و دانه»، «تعداد میوه و دانه» و «تعداد میوه در ساقه» معرفی شدند.

در گیاه سیب‌زمینی به علت توجه بیشتر به رشد غده‌ها به عنوان عملکرد و هدف نهایی از کشت این محصول، قسمت‌های زایشی گیاه در عملکرد تأثیر نداشته و عوامل مربوط به این قسمت‌ها بحث نمی‌شود و لذا در این تحقیق به قسمت‌های رویشی گیاه توجه شده است و به طور معمول در تجزیه عامل‌ها عوامل رویشی استخراج خواهند شد. در شرایط رطوبتی بدون تنش، صفات در قالب عوامل رشد رویشی و وضعیت ساختاری خلاصه می‌شوند. بنابراین در عدم حضور تنش، افزایش رشد رویشی و ساختار بوته‌ها در ارقام سیب‌زمینی مفید خواهند بود. در شرایط وجود تنش رطوبتی، عوامل سطح فتوسنتزی و وضعیت ساختاری شناسایی شده‌اند که دلالت بر اهمیت توسعه سطح فتوسنتزی و بهبود وضعیت ساختاری جهت جبران این تنش می‌باشد.

از جنبه‌های مشترک رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه عامل‌ها، کاهش تعداد صفات موجود مدل می‌باشد، به نحوی که صفات متأثر از صفات دیگر مورد بررسی قرار نمی‌گیرند. در محیط بدون تنش، صفات طول ساقه، تعداد ساقه و عرض برگچه در مدل رگرسیونی وارد شده‌اند که در تجزیه عامل‌ها نیز دو صفت اول در عامل دوم و صفت عرض برگچه در عامل اول بروز یافته‌اند و دارای ضرایب بالایی هستند. در محیط تنش نیز صفات طول ساقه، تعداد برگ و طول برگچه وارد مدل رگرسیونی شده‌اند که طول ساقه در عامل دوم و تعداد برگ و عرض برگچه در عامل اول در تجزیه عامل‌ها دارای ضرایب بزرگی می‌باشند. نقش تکمیل‌کنندگی رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه عامل‌ها توسط سیاه‌سر (۵) در سویا نیز تشریح شده است. نکته جالب توجه این است که در شرایط بدون تنش، صفات مربوط به برگ شامل عرض برگچه، طول برگچه و طول برگ مرکب تعیین کننده عامل اول با توجیه ۴۲ درصدی واریانس بودند در حالی‌که در محیط تنش صفات تعداد ساقه و تعداد برگ هم‌جهت با هم و در خلاف جهت با عرض و طول برگچه عامل اول را معین می‌نمودند. اثر معکوس سطح برگ با تعداد ساقه در تجزیه مؤلفه‌ها هم تشخیص داده شد.

منابع مورد استفاده

۱. ارزانی، ا. ۱۳۷۸. *اصلاح گیاهان زراعی*. مرکز نشر دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. اهدایی، ب. ۱۳۷۲. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج.

۳. ربیعی، ک. ۱۳۸۳. تجزیه و تحلیل چند متغیره و شاخص‌های تحمل خشکی در ارقام سیب‌زمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1]

۴. رضائی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۷۵. *زراعت سیب‌زمینی*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۵. سیاه‌سر، ب. و ع. رضائی. ۱۳۷۸. بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی و تجزیه عامل‌ها برای صفات مورفولوژیک و فنولوژیک سویا. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۳(۳): ۶۱-۷۰.

۶. عزیزی، ف. ۱۳۷۷. تجزیه و تحلیل چند متغیره خصوصیات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های لوبیا. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷. نیرومند، ح. ۱۳۷۸. *تحلیل آماری چند متغیری کاربردی*. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

8. Alvarez, M.D. and W. Canet. 2000. Principal component analysis to study the effect of temperature fluctuations during storage of frozen potato. Eur. Food Res. and Technol. 211(6): 415-421.
9. Bartos, A. and B. Sárvári. 1984. Analysis of ecological variables of potato using factor analysis. A Mezőgazdaság Kemizálása Konferencia Programja, XIV. pp: 112 .
10. Bartos, A., A. Fekete and B. Sárvári. 1985. Study of some factors affecting potato yield using factor analysis. Növénytermelés 34(6): 467-474.
11. Briggs, K.C. and L.H. Shebeski. 1972. An application of factor analysis to some bread making quality data. Crop Sci. 12: 44-46.
12. Cardi, T., 1998. Multivariate analysis of variation among ***Solanum commersonii*** (+) ***S. tuberosum*** somatic hybrids with different ploidy levels. Euphytica 99: 35-41.
13. Cardi, T., M. Mazzei and L. Frusciante. 2002. Field variation in a tetraploid progeny derived by selfing a ***Solanum commersonii*** (+) S. ***tuberosum*** somatic hybrid: A multivariate analysis. Euphytica 124(1): 111-119.
14. Denis, J.C. and M.W. Adams. 1972. A factor analysis of plant variables related to yield in dry beans, I: Morphological traits. Crop Sci. 18: 71-78.
15. Edmeads, G.O., J. Bolanos, H.R. Lafitte, S. Rajaram, W. Pfeiffer and R.A. Fisher. 1989. Traditional Approaches to Breeding for Drought Resistance in Cereals. CAB International, UK.
16. Fabeiro, C., F. de Santa Olalla, J.A. de Juan. 2001. Yield and size of deficit irrigated potatoes. Agric. Water Manag. 48: 255–266.
17. Guertin, W.H. and J.P. Bailey. 1982. Introduction to Modern Factor Analysis. Edwards Brothers Inc., Michigan.
18. Lawley, D.H. 1941. The estimation of factor loadings by the method of maximum liklihood, Proc. Royal. Soc. Edin. 60: 67- 82.
19. Ma, H., J. Yin, X.J. Zhang, X.M.Wang, Y.L. Gao, L. Jin, K. Xie and S. Duan. 2004. Principal component analysis and cluster analysis of agronomic traits of potato clones planted in alkaline land in northwestern parts of Hebei. Chinese Potato J. 3: 136-139.
20. Segnini, S., P. Dejmek and R. Öste. 1999. Relationship between instrumental and sensory analysis of texture and color of potato chips. J. Texture Stud. 30(6): 677-690.
21. Seiler, G.J. and R.E. Stafford. 1979. Factor analysis of components of yield in guar. Crop Sci. 25: 905-908.
22. Sharma, S.K. and S.K. 1985. Choudhary. Factor analysis of berry and its seed characteristics in potato. Plant Genet. and Breed. 37: 77-82.
23. Tai, G.C.C. and G.C. Misener. 1994. A comparison of tuber shape and tissue composition of potato genotypes. Potato Res. 37(4): 353-364.
24. Vainionpaa, J., R. Kervinen, M. De Prado, E. Laurile, M. Kari, L. Mustonen and R. Ahvenainen. 2000. Exploration of storage and process tolerance of different potato cultivars using principal component and canonical correlation analyses. J. Food Eng. 44(1): 47-61.
25. Vetelainen, M., E. Gammelgard and J.P.T. Valkonen. 2005. Diversity of Nordic landrace potatoes (***Solanum tuberosum*** L.) revealed by AFLPs and morphological characters. Genet. Resour. and Crop Evol. 52: 999–1010.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.46.12.1]