



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کرج

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و چهارم، شماره اول، ۱۳۹۶

<http://jopp.gau.ac.ir>

گروه‌بندی کلون‌های سیر همدان و تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر تولید سیرچه در شرایط کشت درون‌شیشه‌ای با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره

* محمدرضا عبداللہی^۱، مرضیه قربانی^۲ و فرزاد کیان‌ارثی^۳

^۱دانشیار اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان،

^۲دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور کرج،

^۳دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۴

چکیده

سابقه و هدف: سیر بعد از پیاز دومین و پرمصرف‌ترین گیاه از جنس آلیوم است که از اهمیت غذایی و دارویی بالایی برخوردار است. یکی از راه‌های حذف عوامل بیماری‌زای ویروسی استفاده از کشت مریستم و تولید سیرچه در شرایط درون‌شیشه‌ای می‌باشد. روش‌های آماری چندمتغیره به‌طور هم‌زمان ژنوتیپ‌ها را از نظر چندین خصوصیت مورد ارزیابی قرار می‌دهند و به‌طور گسترده در ارزیابی تنوع ژنتیکی استفاده می‌شوند. هدف از پژوهش حاضر عبارت است از: استفاده از روش‌های چندمتغیره آماری جهت ارزیابی و گروه‌بندی اولیه کلون‌های سیر استان همدان بر اساس صفات ریزازدیادی و تولید سیرچه از طریق کشت مریستم و شناسایی مقدماتی مؤثرترین صفات مؤثر در تولید سیرچه.

مواد و روش‌ها: در این آزمایش از ۱۰ کلون بومی سیر استان همدان به‌عنوان مواد گیاهی استفاده گردید. پس از جدا نمودن پوسته‌های سیر و شستشوی کامل حبه‌های سیر، از اتانول ۷۰ درصد به‌مدت ده دقیقه و سپس محلول هیپوکلرید سدیم دو درصد به‌مدت سی دقیقه به‌منظور سترون‌سازی حبه‌ها استفاده گردید. پس از سترون‌سازی، مریستم‌ها در شرایط استریل در زیر بینی‌کولار جدا شده و در محیط کشت MS حاوی ۵ میکرومولار NAA و ۱۰ میکرومولار BA کشت گردیدند. سپس نمونه‌های کشت شده به اتاقک رشد با دمای ۲۵°C و فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال یافتند. آزمایش کشت مریستم در ۱۰ کلون سیردر قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۴ انجام گردید. پس از ۳۸ روز صفات ریزازدیادی و تولید سیرچه در کلون‌های مختلف اندازه‌گیری گردید. در نهایت از روش‌های آماری چندمتغیره در گروه‌بندی کلون‌ها و شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد تولید سیرچه در شرایط درون‌شیشه‌ای استفاده گردید.

یافته‌ها: در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، سه مؤلفه اول در مجموع ۷۱ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند که طبق این نتایج، صفات کرویت سیرچه، وزن ریشه، تعداد برگ، میانگین طول برگ‌ها، تعداد سیرچه و طول بلندترین برگ به‌عنوان معیارهایی مناسب در انتخاب کلون‌ها، تأثیر قابل‌توجهی در واریانس دو مؤلفه مهم اول داشتند. نتایج رگرسیون گام به گام بیانگر این بود که مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد (تعداد سیرچه) به‌ترتیب شامل تعداد برگ، کرویت و شکل سیرچه و میانگین طول برگ‌ها بودند که در مجموع ۷۷/۸۸ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. بر اساس نتایج تجزیه علیت، صفت تعداد برگ بیش‌ترین تأثیر

* مسئول مکاتبه: m.abdollahi@basu.ac.ir

مثبت (۱/۲۸۶) و صفت میانگین طول برگ بیش‌ترین تأثیر منفی غیرمستقیم (۰/۵۰-) را (از طریق کاهش تعداد برگ) بر عملکرد (تعداد سیرچه) داشتند که با توجه به ماهیت هر اثر، می‌توان از این صفات در انتخاب کلون‌های پر محصول استفاده کرد.

نتیجه‌گیری: با استفاده از نتایج این پژوهش، می‌توان کلون‌های سیر را با استفاده از صفات ریخت‌شناختی مؤثر مثل میانگین طول برگ، تعداد برگ، طول بلندترین برگ، وزن تر گیاه، وزن برگ، وزن سیرچه و وزن ریشه در کنار سایر صفات دیگر، شناسایی و در برنامه‌های به‌نژادی و تولید سیرچه در شرایط درون‌شیشه‌ای مورد استفاده قرار داد.

واژه‌های کلیدی: سیر، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت

مقدمه

گیاه سیر با نام علمی *Allium sativum* از تیره Alliaceae متعلق به راسته مارچوبه‌ای‌ها می‌باشد. از نظر گیاه‌شناسی، سیر گیاهی علفی، دارای برگ‌های باریک نواری‌شکل همراه با گل‌های کوچک صورتی رنگ است (۵).

سیر بعد از پیاز دومین و پرمصرف‌ترین گیاه از جنس آلیوم است که به‌علت داشتن مواد معدنی از اهمیت غذایی بالایی برخوردار است (۵). سیر از لحاظ دارویی نیز مورد توجه بوده و اهمیت این جنبه به‌طور روزافزونی در حال گسترش است. از لحاظ پزشکی خواصی هم‌چون کاهش‌دهنده کلسترول پلاسمای خون، کاهش‌دهنده فشار خون برای سیر گزارش شده است (۱۳).

ایران از لحاظ کشت و مصرف سیر قدمت طولانی دارد و استان همدان یکی از مناطق مهم تولید سیر در ایران می‌باشد که سطح زیر کشت سیر در ایران حدود ۹۵۸۰ هکتار و عملکرد آن ۹/۶ تن در هکتار است (۱۰). از لحاظ دارویی نیز خواصی برای سیر از جمله کاهش‌دهنده پلاسمای خون، کاهش‌دهنده فشار خون و... ذکر شده است که همین باعث فرآورده‌های متعددی از سیر تولیدشده و بسیاری از آن‌ها در بازارهای بین‌المللی باشد و ارزش اقتصادی خاصی پیدا نماید (۱۳).

کشت و تکثیر متوالی گیاه سیر در نقاط مختلف جهان در طی سالیان متمادی باعث پیدایش اکوتیپ‌های متعددی شده است که از لحاظ ریخت‌شناختی و بیوشیمیایی تفاوت‌های قابل‌توجهی دارند (۶). تنوع ژنتیکی از ملزومات اصلاح گیاهان می‌باشد که از تکامل طبیعی نشأت گرفته و مهم‌ترین جزء در پایداری نظام‌های زیستی می‌باشد (۳). شناخت محتوا و سطح تنوع ژنتیکی منابع گیاهی هر محصول، اولین و مهم‌ترین گام در جهت برآورد اهداف اصلاحی می‌باشد (۸) که در ارتباط با برنامه‌های اصلاحی گیاه سیر، نژادهای محلی و توده‌های بومی به‌دلیل سازگاری خاص با شرایط محیطی و دارا بودن ژن‌های مفید از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند (۱۲).

انتخاب بر اساس صفات ریخت‌شناسی که به آسانی قابل دسترسی‌اند، کمک قابل‌توجهی در راستای انتخاب هم‌گروه‌ها و توده‌ها می‌نماید (۹). روش‌های آماری چندمتغیره که به‌طور هم‌زمان ژنوتیپ‌ها را از نظر چندین خصوصیت مورد ارزیابی قرار می‌دهند به‌طور گسترده در ارزیابی تنوع ژنتیکی، صرف‌نظر از ماهیت داده‌ها (ریخت‌شناختی، بیوشیمیایی و مولکولی) استفاده می‌شوند. به‌طورکلی، استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره، جهت شناسایی صفات مهم و مؤثر بر عملکرد و تعیین میزان سهم نسبی هر یک از آن‌ها

دوری و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از تجزیه ضرایب مسیر نشان دادند که در توده‌های سیر، عرض برگ بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد داشته و بیش‌ترین اثر غیرمستقیم مربوط به تعداد برگ در بوته بوده است. بنابراین با استفاده از روش‌های مختلف چندمتغیره، می‌توان حجم داده‌ها را کاهش داد و با کمک این روش‌ها، ژنوتیپ‌های مطلوب را بر اساس مجموعه‌ای از صفات، به‌جای انتخاب بر اساس یک صفت، انتخاب کرد (۷).

امروزه تولید سیر به‌طور کامل وابسته به تکثیر غیرجنسی آن است. در حالی‌که گلدهی در سیر برای مدتی طولانی شناخته شده است، هیچ سندی برای تولید بذریه حقیقی آن تا قبل از سال ۱۹۵۰ گزارش نشده است (۱۷). سیر تنها گونه عقیم شناخته شده از آلیوم‌ها است که به‌صورت غیرجنسی تکثیر می‌شود (۸). با توجه به بالا بودن سطح زیر کشت، میزان تولید، تنوع ژنتیکی و جایگاه اقتصادی سیر در کشور، ایجاد تنوع در کلون‌های موجود از طریق کشت بافت جهت بهبود کیفیت و کمیت محصول به‌ویژه تولید رقم‌های عاری از ویروس، ضروری به‌نظر می‌رسد.

یکی از مشکلات بسیار بزرگ در تکثیر رویشی گیاه سیر، انتقال بیماری‌ها به‌ویژه بیماری‌های ویروسی از نسلی به نسل دیگر یا از منطقه‌ای به منطقه دیگر می‌باشد (۱۸). بنابراین استفاده از مواد گیاهی عاری از ویروس اهمیت زیادی در تولید این محصول دارد. سیستم کشت مرستم در شرایط درون‌شیشه‌ای روش بسیار مناسبی برای تولید سیرچه درون‌شیشه‌ای و تکثیر گیاهان سالم می‌باشد (۱۵). بنابراین در پژوهش حاضر، آزمایش کشت مرستم به‌منظور ریزازدیادی و تولید سیرچه درون‌شیشه‌ای در کلون‌های مختلف سیر استان همدان انجام گردید. با توجه به این‌که تاکنون روش‌های چندمتغیره آماری برای بررسی صفات ریزازدیادی و تولید سیرچه حاصل از شرایط

بر عملکرد، مفید و کارآمد است. از جمله مهم‌ترین این روش‌ها، می‌توان به تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه علیت اشاره کرد (۱۴). عباسی‌فر و همکاران (۲۰۰۷) در مقایسه برخی از توده‌های سیر ایرانی اعلام کردند که گروه سیر همدان بالاترین وزن سوخ، وزن سیرچه را داشت؛ توده سیر اهواز از نظر تعداد سیرچه و ماده خشک بالاترین مقادیر را داشت، ولی توده سیر تفرش از نظر تعداد برگ در بوته، عرض برگ دارای بیش‌ترین مقادیر بود (۲). تفاوت‌های جزئی بین نتایج پژوهش‌گران، به وجود تنوع زیاد در بین توده‌های سیر و همچنین تأثیرات اقلیمی شرایط محل آزمایش به‌ویژه دما و طول روز نسبت داده شده است (۸ و ۱۱).

عباسی‌فر و دوری (۲۰۰۷) اعلام کردند که در سیر سه مؤلفه اصلی برای توجیه ۷۱/۸ درصد از تغییرات کفایت می‌کند. برای مؤلفه اصلی اول بیش‌ترین ضرایب مثبت مربوط به صفات قطر ساقه مجازی، تعداد سیرچه، عملکرد و برای مؤلفه اصلی دوم بیش‌ترین ضریب مثبت مربوط به وزن سیرچه و ارتفاع بوته و برای مؤلفه اصلی سوم بیش‌ترین ضریب مثبت مربوط به درصد ماده خشک و ارتفاع بوته بوده است (۱).

دوری و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت اعلام کردند که وزن سوخ و عرض برگ مهم‌ترین صفات تعیین‌کننده عملکرد سیر بودند. همچنین این پژوهش‌گران اعلام کردند، وزن سوخ به تنهایی بیش‌ترین سهم را در تعیین عملکرد سیر داشته است و این صفت را به‌عنوان بهترین معیار برای گزینش توده‌های سیر اعلام کردند. دوری و همکاران (۲۰۰۷) اعلام کردند که وزن سوخ، ارتفاع بوته و قطر ساقه مجازی بیش‌ترین تأثیر را در عملکرد داشتند و از این صفات برای پیش‌بینی عملکرد توده‌های سیر می‌توان استفاده کرد (۷).

به مدت ده دقیقه و سپس محلول هیپوکلرید سدیم در درصد حاوی چند قطره توین ۲۰ به مدت سی دقیقه استفاده گردید و در نهایت آبکشی حبه‌ها با آب مقطر استریل در سه مرحله پنج دقیقه‌ای صورت گرفت. مریستم‌ها در شرایط استریل (زیر دستگاه لامینارفلو) با استفاده از اسکالپل و سرنگ نوک تیز در زیر بینی‌کولار جدا شده و به لوله‌های آزمایش حاوی محیط کشت MS حاوی ۵ میکرومولار NAA و ۱۰ میکرومولار BA کشت گردیدند که مقدار هورمون‌ها بر اساس نتایج پژوهش‌ها و پیشنهادهای ناگاکوبو و همکاران (۱۹۹۳) استفاده گردید (۲۰). سپس نمونه‌های کشت شده به اتاقک رشد با شرایط درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال یافتند. پس از ۳۸ روز صفاتی مانند، تعداد برگ و بزرگ‌ترین طول برگ و وزن گیاهچه اندازه‌گیری گردید. پس از تولید گیاهچه از مرحله اول آزمایش، به منظور تولید سیرچه در شرایط درون‌شیشه‌ای گیاهچه‌های درون‌شیشه‌ای حاصل از مرحله اول به محیط کشت جدید MS حاوی ۵ میکرومولار NAA و ۱۰ میکرومولار BA و ۶۰ گرم در لیتر ساکارز منتقل شدند و به منظور تولید سیرچه به مدت ۴ ماه در دمای ۴°C منتقل گردیدند.

تجزیه داده‌ها: به منظور ارزیابی عملکرد نسبی (تعداد سیرچه تولیدی در شرایط درون‌شیشه‌ای) و شناسایی مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد در ۱۰ کلون سیر استان همدان صفات میانگین طول برگ، تعداد برگ و طول بلندترین برگ در مرحله اول آزمایش و صفات وزن تر گیاهچه، تعداد سیرچه، وزن سیرچه، وزن ریشه، وزن برگ، سطح سیرچه، شکل و کرویت سیرچه، طول سیرچه و عرض سیرچه در مرحله دوم آزمایش اندازه‌گیری شدند. در پایان به منظور کاهش حجم داده‌ها و برای داشتن یک ارزیابی دقیق از وضعیت کلون‌ها و نهایتاً گروه‌بندی آن‌ها، از روش‌های

درون‌شیشه‌ای در توده‌های مختلف سیر ایران انجام نشده است، این پژوهش با اهداف زیر انجام شد:

۱- گروه‌بندی اولیه کلون‌های سیر استان همدان بر اساس صفات ریزادیادی و تولید سیرچه درون‌شیشه‌ای حاصل از روش کشت مریستم با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره ۲- شناسایی مهم‌ترین صفات با تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد تولید سیرچه در شرایط درون‌شیشه‌ای جهت انتخاب مستقیم و غیرمستقیم کلون‌های سیر ۳- شناسایی مقدماتی مطلوب‌ترین کلون‌ها بر اساس بالا بودن عملکرد نسبی آن‌ها (تولید سیرچه در کشت درون‌شیشه‌ای).

مواد و روش‌ها

آزمایش کشت مریستم: این آزمایش در دو مرحله صورت گرفت و از ۱۰ کلون بومی سیر استان همدان به‌عنوان مواد گیاهی استفاده گردید. کلون‌های مورد استفاده شامل کلون‌های مناطق علی‌آباد، برفجین، شورین، بهار، تويسرکان، حیدره، سولان، مریانج، موئجین و توئجین بودند. از آن‌جا که وجود پیرووات بیش‌تر در توده‌های سیر، وجود مقدار بیش‌تری از پیش‌ماده عطر و طعم‌دهنده سیر را نشان می‌دهد، توده‌هایی را که دارای بیش‌ترین مقدار پیرووات و کم‌ترین تغییرات رنگ بودند به‌عنوان توده مناسب‌تر معرفی می‌کنند. در بین کلون‌های سیر کشت شده، سیرهای علی‌آباد، برفجین، موئین، بهار و حیدره کم‌ترین تغییرات رنگ و بالاترین مقدار پیرووات را دارا می‌باشند، ضمن این‌که این کلون‌ها دارای عملکرد تولید بالایی نیز هستند.

آزمایش کشت مریستم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۴ انجام گردید. پس از جدا نمودن پوسته‌های سیر در آزمایشگاه و شستشوی کامل حبه‌های کلون‌های مختلف سیر، به‌منظور سترون‌سازی حبه‌ها ابتدا از اتانول ۷۰ درصد

ناحیه قرار می‌گیرند، به‌عنوان مطلوب‌ترین کلون‌ها و صفات معرفی می‌شوند. بر اساس این نتایج کلون‌های شماره ۳، ۵، ۷ و ۹ مطلوب‌ترین و کلون‌های شماره ۱ و ۸ به‌عنوان نامطلوب‌ترین کلون‌ها معرفی شدند.

مؤلفه سوم نیز با صفات کرویت سیرچه، سطح سیرچه، وزن سیرچه رابطه منفی و با صفات میانگین طول برگ، تعداد سیرچه، وزن ریشه و طول سیرچه رابطه مثبت می‌باشد که مقدار کم این مؤلفه مدنظر است.

عباسی‌فر و دوری (۲۰۰۷) اعلام کردند که در سیر سه مؤلفه اصلی برای توجیه ۷۱/۸ درصد از تغییرات کفایت می‌کند. برای مؤلفه اصلی اول بیش‌ترین ضرایب مثبت مربوط به صفات قطر ساقه مجازی، تعداد سیرچه، عملکرد و برای مؤلفه اصلی دوم بیش‌ترین ضریب مثبت مربوط به وزن سیرچه و ارتفاع بوته و برای مؤلفه اصلی سوم بیش‌ترین ضریب مثبت مربوط به درصد ماده خشک و ارتفاع بوته بوده است (۱).

همچنین صفات میانگین طول برگ، تعداد برگ، طول بلندترین برگ، تعداد سیرچه، وزن ریشه و کرویت سیرچه به‌عنوان بهترین صفات مورد بررسی انتخاب شدند که مقدار بیش‌تر این صفات مطلوب و موردنظر است. نتایج آزمایش‌های متقی و همکاران (۲۰۰۹) و عسگر و همکاران (۲۰۱۰) بر روی گندم نشان داد که بیش‌ترین تغییرات موردنظر بین داده‌ها با دو مؤلفه اول بیان می‌شود. در پژوهشی دیگر با توجه به نتایج تجزیه مؤلفه اصلی مشخص شد که سه مؤلفه اول در مجموع ۹۶ درصد از واریانس کل را توجیه کردند (۱۶ و ۴). این دو پژوهش نشان دادند که بیش‌ترین تغییرات موردنظر بین داده‌ها با دو مؤلفه اول بیان می‌شوند (۱۶ و ۴).

آماره تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت، به کمک نرم‌افزارهای Minitab و SAS و PATH1 استفاده شد.

نتایج و بحث

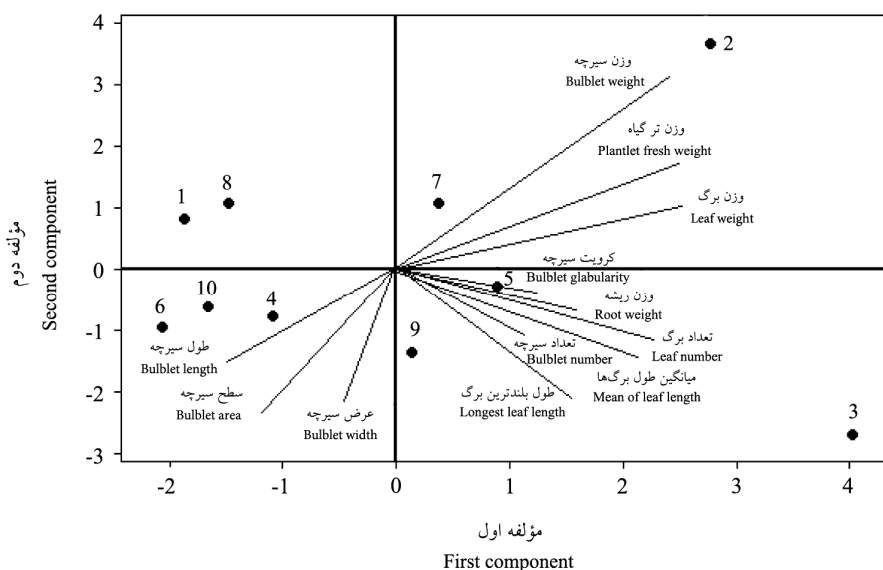
تجزیه به مؤلفه‌های اصلی: نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که بیش از ۷۲ درصد از واریانس کل داده‌ها به واسطه سه مؤلفه اول توجیه می‌شود (جدول ۱)، به‌طوری‌که مؤلفه اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۳۵، ۲۵ و ۱۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. نتایج (جدول ۱) بیانگر این بود که مؤلفه اول با صفات میانگین طول برگ، تعداد برگ، طول بلندترین برگ، وزن تر گیاه، وزن برگ، وزن سیرچه و وزن ریشه رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. بنابراین با توجه به افزایش نسبی این صفات مطلوب، مؤلفه اول "مؤلفه عملکرد" نامیده شد که مقدار زیاد این مؤلفه موردنظر بود. نتایج فوق نشان داد که کلون‌هایی که تعداد برگ بیش‌تر و طول برگ بیش‌تری داشته‌اند، دارای فتوسنتز بیش‌تر، وزن سیرچه بیش‌تر و تعداد سیرچه تولیدی بیش‌تری بودند. مؤلفه دوم با صفات وزن سیرچه و طول سیرچه رابطه مثبت و قابل‌توجهی نشان داد. از طرفی دیگر این مؤلفه با صفات میانگین طول برگ، تعداد برگ، طول بلندترین برگ، وزن ریشه، سطح سیرچه و عرض سیرچه رابطه منفی و معنی‌داری داشت و از این‌رو این مؤلفه "مؤلفه ویگور گیاه" نامیده شد که هر چقدر مقدار این مؤلفه کم‌تر باشد مطلوب‌تر است.

بر اساس رابطه مؤلفه‌ها و صفات مورد بررسی، مقدار بیش‌تر مؤلفه اول و مقدار کم‌تر مؤلفه دوم مدنظر است و از این‌رو در نمودار بای پلات مؤلفه‌های اول و دوم (شکل ۱)، ناحیه چهارم بای پلات موردنظر است و کلون‌ها و صفاتی که در این

جدول ۱- مقادیر و بردارهای ویژه سه مؤلفه اول برای صفات مختلف اندازه‌گیری شده در سیر.

Table 1. Eigen value and eigen vectors of three first principal components for the measured traits of garlic.

مؤلفه سوم (۱۱٪)	مؤلفه دوم (۲۵٪)	مؤلفه اول (۳۵٪)	صفات
Third component (11%)	Second component (25%)	First component (35%)	Traits
0.14	-0.21	0.34	میانگین طول برگ Mean of leaf length
0.09	-0.21	0.36	تعداد برگ Leaf number
0.04	-0.26	0.35	طول بلندترین برگ Longest leaf length
0.004	0.06	0.43	وزن تر گیاه Plantlet fresh weight
0.41	-0.09	0.13	تعداد سیرچه Bulblet number
-0.22	0.23	0.37	وزن سیرچه Bulblet weight
0.16	-0.12	0.21	وزن ریشه Root weight
0.07	0.01	0.41	وزن برگ Leaf weight
-0.23	-0.5	-0.11	سطح سیرچه Bulblet area
-0.80	-0.05	0.10	کرویت سیرچه Bulblet glabularity
0.11	-0.48	-0.16	طول سیرچه Bulblet length
-0.05	-0.51	-0.05	عرض سیرچه Bulblet width
1.38	3.04	4.30	مقادیر ویژه Eigen value
0.71	0.60	0.35	واریانس تجمع شده Cumulative variance



شکل ۱- نمودار بای پلات ۱۰ کلون سیر با ۱۲ صفت مورد مطالعه با استفاده از دو مؤلفه اصلی اول.

Figure 1. Biplot graph of 10 garlic clones with 12 traits using the first two principal components.

همچنین بر اساس نتایج جدول رگرسیون می‌توان بیان کرد که این صفات، به ترتیب تأثیرگذارترین صفات بر تعداد سیرچه تحت شرایط این آزمایش بودند که باید در برنامه‌های به‌نژادی، جهت افزایش عملکرد به این صفات توجه خاصی شود.

تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که صفات تعداد برگ، طول ساقه مجازی و طول برگ به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند و این صفات را به‌عنوان معیار جهت گزینش کلون‌های سیر معرفی کردند (۳).

در پژوهش دوری و همکاران (۲۰۰۷)، رگرسیون پسر صفات نیز نشان داد که وزن سوخ، ارتفاع بوته و قطر ساقه مجازی بیش‌ترین تأثیر را در عملکرد داشت و از این صفات برای پیش‌بینی عملکرد توده‌های سیر می‌توان استفاده کرد.

دوری و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت اعلام کردند که وزن سوخ و عرض برگ، ضرایب همبستگی بالایی با عملکرد داشتند و مهم‌ترین صفات تعیین‌کننده عملکرد بودند. همچنین این پژوهش‌گران اعلام کردند، وزن سوخ به تنهایی بیش‌ترین سهم را در تعیین عملکرد سیر داشته است و این صفت را به‌عنوان بهترین معیار برای گزینش توده‌های سیر اعلام کردند (۷).

تجزیه رگرسیون گام به گام: نتایج رگرسیون گام به گام به روش پیشرو نشان داد که سه صفت تعداد برگ، کرویت سیرچه و میانگین طول برگ‌ها به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند (جدول ۲) و در مجموع ۷۷ درصد از تغییرات را توجیه کردند. تعداد برگ اولین صفت مهم وارد شده در مدل رگرسیونی بود که خود به تنهایی ۲۲ درصد از تغییرات را توجیه کرد. در واقع کلون‌های دارای برگ بالا، میزان فتوسنتز بیش‌تر و در نتیجه تولید و تعداد سیرچه بالاتری بودند.

دومین صفت وارد شده در مدل نهایی شکل و کرویت سیرچه بود که ضریب رگرسیونی آن منفی است. این نتیجه بیانگر این است که افزایش نسبی این صفت، نقش مؤثر و غیرمستقیمی در کاهش وزن و تعداد سیرچه و تولید سیرچه بازی می‌کند که می‌توان از این صفت جهت انتخاب کلون‌ها استفاده کرد.

میانگین طول برگ سومین صفتی است که وارد مدل رگرسیون شده است، به طوری که ضریب رگرسیونی آن منفی می‌باشد. از طرفی بر اساس نتایج تجزیه مسیر این صفت دارای اثر غیرمستقیم منفی می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج دو تجزیه می‌توان بیان کرد که این صفت به‌طور غیرمستقیم بر عملکرد سیرچه اثر کاهشی می‌گذارد.

جدول ۲- نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام تعداد سیرچه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات ارزیابی شده به‌عنوان متغیرهای مستقل.

Table 2. Stepwise regression analysis for bulblet number as dependent variable and the other studied traits as Independent variables.

ضریب تبیین تجمعی Cumulative Coefficient of determination	ضریب رگرسیونی برای صفات Regression coefficient for traits			عرض از مبدأ Intercept	صفات Traits
	3	2	1		
0.22**			0.45	2.24	۱- تعداد برگ Leaf number
0.31**		-0.15	0.66	12.79	۲- کرویت سیرچه Bulblet glabularity
0.77**	-0.29	-24.1	1.31	19.44	۳- میانگین طول برگ Mean of leaf length

** نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱ درصد.

** Significant at P<0.01 probability level.

عملکرد (تعداد سیرچه) هم کاهش خواهد یافت. به عبارتی بیانگر این نکته است که در این پژوهش، کلون‌های با برگ‌های بیش‌تر موجب فضای تاج پوشش بیش‌تر و در نتیجه نور بیش‌تری دریافت کرده‌اند که در نتیجه ذخیره مواد پرورده در گیاه بیش‌تر شده است و بنابراین عملکرد (تعداد سیرچه) نیز افزایش یافته است. دوری و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از تجزیه مسیر نشان دادند که در توده‌های سیر، عرض برگ بیش‌ترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد داشته و بیش‌ترین اثر غیرمستقیم مربوط به تعداد برگ در بوته بوده است. بنابراین، بهترین معیار برای گزینش توده‌های سیر را عرض پهنک‌برگ اعلام کردند (۷).

نتایج این پژوهش نشان داد بهترین نشانگر با هدف گزینش کلون‌ها در وهله اول مقدار زیاد تعداد برگ و سپس طول کم‌تر برگ در بوته بوده است، که می‌توان با استفاده از این صفات به‌عنوان نشانگر قابل اعتماد، کلون‌های سیر را بهتر و آسان‌تر شناسایی و در برنامه‌های به‌نژادی و تولید سیر از آن‌ها بهره‌برداری نمود.

تجزیه علیت (تجزیه ضرایب مسیر): بر اساس نتایج تجزیه علیت (جدول ۳)، تعداد برگ بیش‌ترین تأثیر مثبت مستقیم را بر روی افزایش عملکرد (تعداد سیرچه) داشت که نشان‌دهنده این بود که در این مطالعه، ارقام دارای برگ بیش‌تر، فتوسنتز بیش‌تری را انجام داده‌اند که خود منجر به تولید عملکرد (تعداد سیرچه) بالاتری می‌شود. با توجه به این‌که همبستگی بین عملکرد (تعداد سیرچه) با صفت تعداد برگ مثبت و معنی‌دار و با ضریب علیت (اثر مستقیم) همسو بود، در این صورت ضریب همبستگی بیان‌کننده میزان رابطه واقعی بین دو متغیر می‌باشد که انتخاب مستقیم از طریق این صفت، می‌تواند در افزایش عملکرد مفید باشد. بنابراین بر اساس نتایج حاصله در این پژوهش، گزینش کلون‌هایی با تعداد برگ بیش‌تر، موجب افزایش عملکرد گیاه خواهد شد.

صفت میانگین طول برگ از طریق کاهش تعداد برگ‌ها بیش‌ترین اثر غیرمستقیم و منفی (-۰/۵۰) را بر روی مقدار عملکرد (تعداد سیرچه) داشت، یعنی هر چه تعداد برگ کم‌تر باشد، تاج پوشش کوچک‌تر و میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد که به تبع آن میزان

جدول ۳- اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات انتخابی بر تعداد سیرچه از طریق تجزیه علیت.

Table 3. The direct and indirect effects of selected traits in stepwise regression model on yield (bulblet number) via path analysis.

ضریب همبستگی با عملکرد (تعداد سیرچه) Correlation with Yield (Bulblet number)	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect via			ضریب رگرسیون استاندارد شده Estimate Standardized	اثر مستقیم Direct effect	صفات Traits
	3	2	1			
0.47*	-0.50	-0.313		1.38**	1.286	۱- تعداد برگ Leaf number
-0.25*	0.015		0.50	-0.85**	-0.78	۲- کرویت سیرچه Bulblet glabularity
0.10 ^{ns}		0.015	0.84	-0.86**	-0.76	۳- میانگین طول برگ Mean of leaf length

اثر باقی‌مانده = ۰/۵۲۵

Residual effect = 0.525

* و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

* and ^{ns} significant at P<0.05 probability level and non-significant, respectively.

نتیجه گیری کلی

سیر تنها گونه عقیم شناخته شده از آلیومها است که به صورت غیرجنسی تکثیر می شود. یکی از مشکلات بسیار بزرگ در تکثیر رویش گیاه سیر، انتقال بیماریها به ویژه بیماریهای ویروسی از نسلی به نسل دیگر یا از منطقه ای به منطقه دیگر می باشد. بنابراین استفاده از مواد گیاهی عاری از ویروس اهمیت زیادی در تولید این محصول دارد. روش کشت مریستم در شرایط درون شیشه ای روش بسیار مناسبی برای تولید سیرچه درون شیشه ای و تکثیر گیاهان سالم می باشد.

با توجه به بای پلات تجزیه به مؤلفه های اصلی، کلون های ۲، ۳، ۵ و ۷ که دارای صفات مطلوب و عملکرد نسبی (تعداد سیرچه) مناسبی می باشند و بر اساس تجزیه خوشه ای در خوشه های نزدیک به هم قرار گرفته اند، به عنوان مطلوب ترین کلون ها تحت شرایط این آزمایش شناسایی شدند که جهت تأیید

نتایج، تکرار آزمایش لازم و ضروری است. همچنین بر اساس نتایج این پژوهش، افزایش صفات میانگین طول برگ، تعداد برگ، طول بلندترین برگ، وزن تر گیاه، وزن برگ، وزن سیرچه و وزن ریشه تحت این شرایط مناسب و مورد نظر است.

طبق نتایج تجزیه به مؤلفه های اصلی، تجزیه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت، صفات تعداد برگ و میانگین طول برگ مطلوب ترین صفت جهت پیش بینی عملکرد (تعداد سیرچه) است. در واقع می توان از مجموع اطلاعات این صفات به کمک روش های آماری چندمتغیره، به عنوان معیارهایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد استفاده نمود. نتیجه کلی آن که تنوع کلون های مذکور بر اساس تجزیه های گوناگون چندمتغیره مورد تأیید است که وجود این تنوع، لازمه انتخاب به نژادگران در برنامه های آتی است.

منابع

1. Abbasifar, A.R. and Dorry, H.R. 2007. Breeding of Tafresh garlic clones and production of superior clones. Fifth Congress of Iranian Horticultural Science, 2-5 Sep., Shiraz University, Shiraz, Iran, 350p. (In Persian)
2. Abbasifar, A.R., Dorry, H.R. and Asadi, B. 2007. Investigation of quantitative and qualitative in 25 garlic clones in three regions of Markazi province. Fifth Congress of Iranian Horticultural Science, 2-5 Sep., Shiraz University, Shiraz, Iran, 72p. (In Persian)
3. Abdemishani, S. and Shahnejatbooshehri, A. 1998. Plant breeding. Vol: 1-2, Tehran University Publishing. (In Persian)
4. Asgar, M., Yazdan Sepas, A. and Amini, A. 2010. Evaluation of genotypes of winter wheat under drought stress and normal irrigation after the flowering stage. Seed Plant Improv. J. 3: 313-329. (In Persian)
5. Baghalian, K., Ziaee, A., Naghavi, M. and Naghdibady, H.S. 2004. Evaluation of garlic ecotypes 5-Iranian culture allicin content and botanical characteristics. Med. Plant. J. 4: 50-59. (In Persian)
6. Bradley, K.F., Rieger, M.A. and Collins, G.G. 1996. Classification of Australian garlic cultivars by DNA fingerprinting. Aust. J. Exp. Agric. 36: 613-18.
7. Dorry, H.R., Abbasifar, A.R. and Asadi, B. 2007. Investigation of stability in garlic clones by using analysis of original components and analysis of AMMI. Fifth Congress of Iranian Horticultural Science, 2-5 Sep., Shiraz University, Shiraz, Iran. 73p. (In Persian)
8. Etoh, T. and Simon, P.W. 2002. Diversity, Fertility and seed production of garlic. In: Rabinowitch, H.D. and Currah, L. (Eds.) Allium crop science: Recent Advances CABI international, New York. Pp: 101-117.

9. Etoh, T., Watanabe, H. and Iwai, S. 2001. RAPD variation of garlic clones in the center of origin and the westernmost area of distribution. *Memories of the Faculty of Agriculture of Kagoshima University*. 37: 21-27.
10. FAO. 2012. Statistics, FAOSTAT-Agriculture. Agricultural production. Available online at: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
11. Kamenetsky, R., Shafir, I.L., Zemah, H., Barzilay, A. and Rabinowitch, H.D. 2004. Environmental control of garlic growth and florogenesis. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 129: 144-151.
12. Maab, H.I. and Klaas, M. 1995. Intraspecific differentiation of garlic (*Allium sativum* L.) by isozyme and RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 91: 89-97.
13. Mayeux, P.R., Agrawal, K.C., Tou, J.S.H., King, B.T., Lippton, H.L., Hyman, A.L., Kadowiz, P.J. and McNamara, D.B. 1998. The pharmacological effects of allicin, a constituent of garlic oil. *Agents Actions*. 25: 182-90.
14. Mohammadi, S.A. and Prasanna, B.M. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants- Salient statistical tools and considerations. *Crop Sci.* 43: 1235-1248.
15. Moriconi, D.N., Conci, V.C. and Nome, S.F. 1990. Rapid multiplication of garlic (*Allium sativum* L.) in vitro *Phyton*. 51: 145-151.
16. Motaghi, M., Najafian, G. and Bihamta, M.R. 2009. The effect of terminal moisture stress on grain yield and bread-making quality of hexaploid bread wheat genotypes. *Iran. J. Crop. Sci.* 11: 3. 290-306. (In Persian)
17. Simon, P.S. and Jenderek, M.M. 2003. Flowering, seed production and the genesis of garlic breeding. *Plant Breed. Rev.* 23: 211-244.
18. Walkey, D.G.A., Webb, M.J.W., Bolland, C.J. and Miller, A. 1987. Production of virus-free garlic (*Allium sativum* L.) and shallot (*A. ascalonicum* L.) by meristem-tip culture. *J. Hort. Sci.* 62: 211-220.