



<https://tbj.ui.ac.ir/?lang=en>

Taxonomy and Biosystematics

E-ISSN: 2322-2190

Document Type: Research Paper

Vol. 15, Issue 3, No.56, (2023), P: 95-112

Received: 13/04/2024

Accepted: 13/05/2024

Morphological evaluation of different local ecotypes of Iranian garlic (*Allium sativum* L.) under non-irrigated conditions in Asadabad region (Hamadan province)

Mehdi Kakaei * 

Associate Professor of Plant Breeding, Department of Agricultural Sciences, Faculty of Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran
m.kakaei@pnu.ac.

Abstract

The garlic plant (*Allium sativum* L.) has many medicinal and industrial properties. Due to the great importance of garlic, various aspects of it have been researched. An experimental design with the arrangement of a randomized complete block design with three replications in the crop year 2023-2024 was investigated with the aim of evaluating the biodiversity of garlic ecotypes. Variance analysis of different morphological traits studied showed high and acceptable diversity for preliminary study in multi-racial programs. Based on the analysis and comparison of means, in this study, the ecotypes of Bahar 2, Soolan, and Asadabad had favorable yield indicators. According to the correlation relations that existed between the traits, it seems that most of the studied traits are suitable selection traits for garlic plant breeding to achieve high yield and these relationships can be used to modify the complex yield trait and increase it. Based on the cluster analysis of different garlic ecotypes using Ward's method, Bahar 2, Soolan, and Asadabad ecotypes were in the first group, Maryanj and Bahar 1 ecotypes were in the second group, and Imamzadeh Kuh ecotype (Toeejin) was in the third group, and the detection function analysis also confirmed this grouping. Based on the general results, the weight of a garlic bulb, the weight of a garlic clove, and the length of a garlic bulb are the most suitable traits for indirect selection to increase economic yield. Ecotypes of Bahar 2, Soolan, and Asadabad are the most suitable ecotypes in terms of having the highest amount of traits: weight of one garlic bulb, weight of one garlic clove, and weight of five garlic cloves, while the ecotype of emam zadeh Kuh is an unfavorable ecotype in the growth conditions of Asadabad. The results of this study can be used to select desirable traits with the greatest effect on yield.

Key words: a garlic bulb, biological evaluation, diversity, drought, *Allium*

Introduction

The garlic plant (*Allium sativum*) has many medicinal properties. Knowledge of genetic diversity in plant populations is the first goal of breeding programs. One of the methods of evaluating genetic diversity in different plant species is to study morphological traits (morphology). Therefore, the study and evaluation of garlic in the Hamadan region are the priorities of investigation and research, considering the number of habitats where garlic grows in the Hamadan region and the need to introduce and evaluate the production potential of local garlic stands in this region, the present experiment was targeted and planned.

Materials and Methods

*Corresponding author

Kakaei, M. (2024). Morphological evaluation of different local ecotypes of Iranian garlic (*Allium sativum* L.) under non-irrigated conditions in Asadabad region (Hamadan province). *Taxonomy and Biosystematics*, 15(56), 95-112.

2322-2190 © The Author(s).

Published by University of Isfahan

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).



<http://dx.doi.org/10.22108/TBJ.2024.141167.1255>

of 2023.


Research Findings

Variance analysis of studied traits showed high and acceptable variation. According to the variance analysis table, corm weight, single plant weight, weight of 5 cloves of garlic, corm diameter, neck diameter, corm length, corm width, width of the garlic clove, corm length, plant height at the time of harvest, leaf width, and chlorophyll index in the middle and end of the growing season were significant at the probability level of 1% ($P \leq 1\%$). Based on the analysis and comparison of means, in this study, ecotypes Bahar 2, Soolan, and Asadabad had favorable yield indicators. According to the correlation between the traits, it seems that most of the studied traits are suitable traits for breeding garlic to achieve high yield, and these relationships can be used to modify the complex trait of yield to increase it. The cluster analysis of different ecotypes of garlic according to the studied traits using Ward's method classified ecotypes Bahar 2, Soolan, and Asadabad in the first group, ecotypes Maryanj and Bahar 1 in the second group, and finally ecotype emam zadeh kuh in the third group, and the analysis of the detection function confirmed this grouping. In fact, the main goal of this study is to evaluate the genetic diversity of six ecotypes of garlic for breeding programs. Based on the general results, corm weight, weight of garlic clove, and corm length traits are the most suitable traits for indirect selection of economic yield. Ecotypes Bahar 2, Soolan, and Asadabad are the most suitable ecotypes in terms of having the highest amount of corm weight, weight of garlic clove, and weight of 5 cloves of garlic, while ecotype number six is an unfavorable ecotype.

Conclusions

Garlic (*Allium sativum* L.) is considered one of the most valuable industrial-medicinal plants, which has been investigated and tested in various aspects due to its great importance. In terms of its variety, distribution, and grouping, there is incomplete information, which may be the reason for this defect is its lack of flower production and its sterility, which has made its morphological classification difficult. Therefore, the groupings in the current studies are based on local titles, geographic region, commercial titles, and some phenotypic characteristics. Increasing the economic yield, including the onion yield of the garlic plant per unit area, is one of the main and important goals. Therefore, it is necessary to identify traits that play a more important role in its improvement and use them in selection programs. After onion, garlic is the second most widely consumed plant of the genus (*Allium*), which has very high and desirable nutritional importance due to the presence of minerals. Among the *Allium* species, garlic has been identified as the only sterile species that grows asexually. According to the various statistical analyses conducted in this study, ecotypes Bahar 2, Soolan, and Asadabad had the highest yield, and the cluster analysis placed them in a statistical group, and in a way, this grouping was confirmed by the analysis of the detection function. The statistical analysis comparing the means also identified a high amount of functional traits in favor of these ecotypes. The statistical analysis of the phenotypic correlation of the traits revealed a positive and significant relationship between the yield indicators, which can be used to select the traits that have the greatest impact on the yield. The mentioned results can be used to select traits that have the greatest effect on yield.

ارزیابی مورفولوژیکی اکوتیپ‌های مختلف بومی سیر (*Allium sativum* L.) ایرانی در شرایط کشت بدون آبیاری منطقه اسدآباد (استان همدان)

مهدی کاکایی* ، دانشیار اصلاح نباتات، گروه علوم کشاورزی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران
mehdikakaei37@gmail.com

چکیده

گیاه سیر (*Allium sativum* L.) خواص دارویی و صنعتی بسیاری دارد. به دلیل اهمیت فراوان سیر، جنبه‌های مختلفی از آن پژوهش شده‌اند. طرح آزمایشی با آرایش طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۱-۴۰۲ با هدف ارزیابی تنوع زیستی اکوتیپ‌های سیر بررسی شد. تجزیه واریانس صفات ریخت‌شناسی مختلف مطالعه‌شده، تنوع بالا و پذیرفتنی را برای مطالعه مقدماتی در برنامه‌های به‌نژادی نشان داد. براساس تجزیه و تحلیل مقایسه میانگین‌ها، در این مطالعه اکوتیپ‌های بهار ۲، سولان و اسدآباد دارای شاخص‌های عملکردی مطلوبی بودند. با توجه به روابط همبستگی که بین صفات وجود داشت، به نظر می‌رسد اکثر صفات مطالعه شده، صفات انتخابی مناسبی در جهت به‌نژادی گیاه سیر برای حصول به عملکرد بالا باشند و می‌توان از این روابط در جهت اصلاح صفت پیچیده عملکرد در جهت افزایش آن بهره‌برداری کرد. براساس تجزیه کلاستر اکوتیپ‌های مختلف سیر با استفاده از روش واردز، اکوتیپ‌های بهار ۲، سولان و اسدآباد در گروه اول، اکوتیپ‌های مریانج و بهار ۱ در گروه دوم و اکوتیپ امامزاده کوه (توئجین) در گروه سوم قرار گرفتند و تجزیه تابع تشخیص نیز این گروه‌بندی را تأیید کرد. بر مبنای نتایج کلی، صفات وزن یک پیاز سیر، وزن یک پیاز سیرچه و طول یک پیاز سیر مناسب‌ترین صفات برای انتخاب غیرمستقیم در جهت افزایش عملکرد اقتصادی هستند. اکوتیپ‌های بهار ۲، سولان و اسدآباد مناسب‌ترین اکوتیپ‌ها از نظر داشتن بیشترین مقدار صفات وزن یک پیاز سیر، وزن یک پیاز سیرچه و وزن پنج پیاز سیرچه است؛ درحالی‌که اکوتیپ امامزاده کوه در شرایط رشدی اسدآباد یک اکوتیپ نامطلوب شناسایی شد. از نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان به‌منظور گزینش صفات مطلوب با بیشترین تأثیر بر عملکرد بهره گرفت.

واژه‌های کلیدی: یک پیاز سیر، ارزیابی زیستی، تنوع، خشکی، *Allium*

* مسئول مکاتبات

کاکایی، مهدی. (۱۴۰۳). ارزیابی مورفولوژیکی اکوتیپ‌های مختلف بومی سیر (*Allium sativum* L.) ایرانی در شرایط کشت بدون آبیاری منطقه اسدآباد (استان همدان). تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۱۵ (۵۶)، ۹۵-۱۱۲.



2322-2190 © The Author(s). Published by University of Isfahan
This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).

مقدمه

گیاه سیر با نام علمی (*Allium sativum* L.) و نام انگلیسی (Garlic) از زیرخانواده پیازیان (Alliaceae) و متعلق به راسته مارچوبه‌سانان (Asparagale) و گیاهی تک‌لپه‌ای از خانواده (Amaryllidaceae) و جنس سیرها (*Allium*) است (https://www.netplant.ir/ebotany/plant_view.php?editid1=776-2024). گیاه سیر، دیپلوئید و دارای ۱۶ کروموزوم است. از دیدگاه گیاه‌شناسی، گیاه سیر گیاهی علفی چندساله است و ارتفاع ساقه آن به ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. عوامل روز و درجه حرارت در تشکیل سیرچه بسیار تأثیرگذار هستند (Yaghoobi & Malekzadeh, 2013). سیر بومی آسیای مرکزی است و در آب‌وهوای معتدل در سراسر جهان با تولید سالانه ۲۸ میلیون تن در حدود ۱/۶ میلیون هکتار کشت می‌شود (<http://fao.org/faostat/>, accessed on 31 January 2023). چین و هند بزرگ‌ترین تولیدکنندگان سیر هستند که ۸۰ درصد از تولید جهانی را به خود اختصاص داده‌اند. استفاده از سیر به ۵۰۰۰ سال قبل به مصر و هند باستان بازمی‌گردد. سیر یکی از قدیمی‌ترین محصولات شناخته شده است (Parreno et al., 2023). سیر در سراسر جهان به دلیل ارزش پیازهای آن کشت می‌شود؛ اما کشت آن به دلیل نابرابری ارقام تجاری و تجمع عوامل بیماری‌زا در طول زمان به چالش کشیده شده است (Parreno et al., 2023). سیر بعد از پیاز دومین و پر مصرف‌ترین گیاه از جنس (*Allium*) است که به علت داشتن مواد معدنی از اهمیت تغذیه‌ای بسیار بالا و مطلوبی برخوردار است (Baghalian et al., 2004). در گزارشی استاولیکووا خصوصیات ریخت‌شناسی و مجموعه منابع ژنتیکی گیاه سیر را ارزیابی کرد (Stavelikova, 2008). در پژوهشی صلاح‌الدین و همکاران، اعلام کردند در مجموع ۲۵ ژرم‌پلاسما سیر از نقاط مختلف بنگلادش و کشورهای مختلف جهان جمع‌آوری شد؛ همه ۲۵ ژرم‌پلاسما جمع‌آوری شده از نقاط مختلف براساس تعداد برگ، ارتفاع بوته، طول برگ، وزن برگ، وزن خشک برگ، طول و قطر یک پیاز سیر، وزن تر یک پیاز سیر، وزن خشک یک پیاز سیر، عملکرد در هر پیاز سیر مطالعه و ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس مطالعه آنها نشان داد ژرم‌پلاسما سیر با منشأهای مختلف برای همه صفات تفاوت معنی‌داری دارد که این امر می‌تواند به محققان آینده در برنامه انتخاب سیر و بهبود عملکرد کمک کند (Salahuddin et al., 2019). در کشور ایران، مطالعات متعددی در خصوص تنوعات مختلف گیاه سیر انجام شده‌اند. مطالعه سیر ایرانی توسط نشان داد ارتباط معنی‌داری بین تنوع ژنتیکی و منشأ جغرافیایی حاصل نشد و نیز بیان کردند عوامل ژنتیکی بیش از عوامل محیطی در خصوصیات بیوشیمیایی نقش دارند (Baghalian et al., 2004). در تحقیقی علم‌خرم، بیان کردند براساس تجزیه خوشه‌ای (با استفاده از صفات وزن سوخ، شاخص سطح برگ، شاخص برداشت، وزن خشک برگ بوته، قطر سوخ و میزان آلکالین تولیدی)، توده‌های سیر استان همدان به دو دسته مطلوب و نامطلوب کشت در استان همدان گروه‌بندی شدند (Alam Khomram et al., 2018). در پژوهشی کاکایی در مطالعه‌ای با عنوان «ارزیابی مقاومت به خشکی در اکوتیپ‌های سیر جمع‌آوری شده در استان همدان در دو شرایط رطوبتی مختلف» اعلام کرد که استفاده از شاخص‌ها و فرمول‌های آماری مرتبط با تحمل خشکی، اکوتیپ‌های بهار ۲ و سولان بیشترین مقدار عملکرد زیست‌توده را به خود اختصاص داده‌اند (Kakaei, 2004). ایران از لحاظ کشت و کار و مصرف سیر سابقه طولانی دارد و در این میان استان همدان از جمله مناطق مطلوب و مناسب تولید سیر در کشور محسوب می‌شود که سطح زیرکشت آن در کشور ۹۵۸۰ هکتار و عملکرد آن حدود ۱۰ تن در هکتار است.

(Abdollahi et al., 2016 FAO, 2012). توده‌های سیر ایران از نظر کیفیت، طعم و بوی مطبوعی دارند؛ با وجود اینکه توده سیر مربوط به منطقه همدان دارای خصوصیات ذکر شده است و تا به حال به جز رقم مازندران (مازند)، توده دیگری اصلاح و شناسایی نشده است (Alam Khomram et al., 2018).

یکی از روش‌های ارزیابی عملکرد زیستی در گونه‌های مختلف گیاهی، انجام مطالعات صفات مورفولوژیکی (ریخت‌شناسی) است. با وجود مطالعات مشابه در شرایط آب‌وهوایی سال‌های پیشین، لزوم انجام پژوهش‌ها در سال‌های متممادی و در مناطقی که محققان به این چنین پژوهش‌ها (شهر اسدآباد) اندک توجه کرده‌اند، می‌تواند اهداف آتی محققان اصلاح‌ناتات و متعاقب آن بهره‌برداران را هموار کند؛ بنابراین، مطالعه و ارزیابی سیرهای منطقه همدان نیز در اولویت بررسی و پژوهش این تحقیق در موقعیت جغرافیایی شهر اسدآباد قرار گرفتند. با توجه به تعدد رویشگاه‌های محل رویش سیر در استان همدان و نیاز به معرفی و ارزیابی توان تولیدی توده‌های محلی سیر در این منطقه، آزمایش حاضر بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی استفاده‌شده در این پژوهش، به ترتیب شامل اکوتیپ‌های سیر بومی (۱) مریانج، (۲) بهار ۲، (۳) بهار ۱، (۴) سولان، (۵) اسدآباد و (۶) امام‌زاده کوه (توئجین) جمع‌آوری شده از استان همدان بودند که در محل آزمایشگاه مرکزی گروه کشاورزی دانشگاه پیام‌نور اسدآباد نگهداری می‌شوند (جدول ۱). اکوتیپ‌های این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در تاریخ ۳۰ آبان ماه ۱۴۰۱ در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشگاه پیام‌نور اسدآباد کشت شدند. عملیات تهیه زمین به وسیله گاوآهن برگرداندار انجام شد و پس از آماده‌سازی زمین مورد کاشت، کشت سیرچه‌ها با دست انجام گرفت. در هر واحد آزمایشی (کرت) فاصله بین بوته‌ها در هر ردیف ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها نیز ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات داشت شامل مبارزه دستی با علف‌های هرز با دست صورت گرفت. با توجه به پراکنش مناسب بارندگی در فواصل زمانی کاشت تا زمان برداشت هیچ‌گونه آبیاری صورت نگرفت. در عملیات داشت از هیچ‌گونه کود شیمیایی، علف‌کش و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد؛ اما از کود دامی پوسیده به میزان مناسب در زمین هنگام کاشت استفاده شد. سیرچه‌های توده‌های سیر بررسی‌شده در این پژوهش، از زارعین و بازارهای محلی استان همدان تهیه شدند و به نام شهر و محل جمع‌آوری نامگذاری شدند. شکل ۱، تصویر توده‌های سیر مطالعه‌شده در مراحل مختلف رشدی را نشان می‌دهد. برداشت بوته‌ها بعد از ۱۹۰ روز از کشت سیرچه‌ها به صورت دستی انجام گرفت. با رعایت اثر حاشیه و در پایان مرحله رشدی، یعنی بعد از رسیدگی کامل گیاه، به‌طور تصادفی تعداد پنج بوته از هر واحد آزمایشی انتخاب شد و صفات مختلف مطالعه‌شده شامل شاخص کلروفیل اسپد (Soil and Plant Analyzer Development (SPAD)) در مراحل مختلف رشدی، ارتفاع گیاه، وزن یک پیاز سیر، وزن یک پیاز سیرچه، طول یک پیاز سیرچه، عرض یک پیاز سیرچه، تعداد یک پیاز سیرچه، وزن تک بوته با اندام هوایی، قطر سوخ، قطر یقه، طول سوخ، عرض سوخ، عرض برگ، طول برگ و تعداد برگ در هر بوته اندازه‌گیری شدند (جدول ۲). اندازه‌گیری‌های مربوط به وزن با ترازوی دیجیتال حساس از نوع Jadever (Sky)، اندازه‌گیری‌های مربوط به ارتفاع با خط‌کش و قطرهای ساقه، یک پیاز سیر و یک پیاز

سیرچه با کولیس انجام شدند. تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها شامل تجزیه واریانس (آزمون F)، مقایسه میانگین صفات، همبستگی بین صفات (روش پیرسون)، تجزیه کلاستر (به روش واردز) و تجزیه تابع تشخیص با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ صورت گرفتند.



الف- مرحله سبز شدن اکوتیپ‌های سیر

A- Greening stage of garlic ecotypes



ج- مرحله رسیدگی اکوتیپ‌های سیر

C- Ripening stage of garlic ecotypes



ب- مرحله رشد رویشی (ساقه‌دهی)

B- Vegetative growth stage (shooting)

شکل ۱- مراحل مختلف رشدی گیاه سیر، الف- مرحله سبز شدن اکوتیپ‌های سیر، ب- مرحله رشد رویشی (ساقه‌دهی)، ج- مرحله رسیدگی اکوتیپ‌های سیر.

Figure 1- Different growth stages of garlic plant A- Greening stage of garlic ecotypes, B- Vegetative growth stage (stemming), C- Ripening stage of garlic ecotypes.

جدول ۱- اسامی اکوتیپ‌های مختلف مطالعه شده سیر

Table 1. Names of different ecotypes of garlic studied

ردیف (Row)	نام اکوتیپ (Ecotype name)	موقعیت جغرافیایی (Geographical location)	شماره هر بار یومی (Herbarium number)	ردیف (Row)	نام اکوتیپ (Ecotype name)	موقعیت جغرافیایی (Geographical location)	شماره هر بار یومی (Herbarium number)
1	مریانج Maryanj	استان همدان (شهر مریانج) (Hamadan- Maryanj)	268	4	سولان Soolan	همدان (روستای سولان) (Hamadan- Soolan Village)	271
2	بهار ۲ Bahar 2	استان همدان (شهر بهار) (Hamadan- Bahar)	269	5	اسدآباد Asadabad	همدان (شهر اسدآباد) (Hamadan- Asadabad)	272
3	بهار ۱ Bahar 1	استان همدان (شهر بهار) (Hamadan- Bahar)	270	6	امامزاده کوه (توئینجین) Emam zadeh kuh (Toeejin)	همدان (بخش توئینجین) (Hamadan- Toeejin)	273

جدول ۲- صفات مطالعه شده در اکوتیپ‌های مختلف سیر ارزیابی شده

Table 2. Traits studied in different ecotypes of evaluated garlic

ردیف (Row)	نام صفت (Character)	ردیف (Row)	نام صفت (Character)	ردیف (Row)	نام صفت (Character)
X1	وزن یک پیاز سیر (گرم) The weight of an onion of garlic (gr)	X7	قطر یقه (میلی متر) Collar diameter (mm)	X13	عرض برگ (میلی متر) Leaf width (mm)
X2	وزن تک بوته با اندام هوایی (گرم) Weight of a single plant with aerial parts (gr)	X8	طول یک پیاز سیر (میلی متر) The length of an onion of garlic (mm)	X14	تعداد برگ Number of leaves
X3	وزن یک پیاز سیر چه (گرم) The weight of an onion of garlic (gr)	X9	عرض یک پیاز سیر (میلی متر) corm width (mm)	X15	شاخص کلروفیل اسپد در مرحله اواسط دوره رویشی SPAD chlorophyll index in the middle stage of the vegetative period
X4	شاخص کلروفیل اسپد در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی Chlorophyll index of SPAD during physiological processing	X10	عرض یک پیاز سیر چه (میلی متر) The width of an onion of garlic (mm)	X16	شاخص کلروفیل اسپد در مرحله اوایل دوره رویشی SPAD chlorophyll index in the early stage of the vegetative period
X5	وزن پنج پیاز سیر چه تولید شده (گرم) The weight of five produced onion of garlic (gr)	X11	طول یک پیاز سیر چه (میلی متر) Garlic clove length (mm)	X17	شاخص کلروفیل اسپد در مرحله انتهاپی دوره رویشی SPAD chlorophyll index in the final stage of the vegetative period
X6	قطر یک پیاز سیر (میلی متر) The diameter of an onion of garlic (mm)	X12	ارتفاع گیاه در زمان برداشت Plant height at harvest time		

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده

جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد به طور کلی تنوع پذیرفتنی در صفات مورفولوژیکی مطالعه شده در خصوص شش اکوتیپ ارزیابی شده وجود دارد. براساس جدول تجزیه واریانس صفات وزن یک پیاز سیر، وزن تک بوته با اندام هوایی، وزن پنج سیرچه تولیدشده، قطر یک پیاز سیر، قطر یقه، طول یک پیاز سیر، عرض یک پیاز سیر، عرض یک پیاز سیرچه، طول یک پیاز سیرچه، ارتفاع گیاه در زمان برداشت، عرض برگ، شاخص کلروفیل اسپد در اواسط و انتهای دوره رویشی در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 1\%$) معنی دار بودند. این سطح از معنی دار بودن صفات نشان دهنده تنوع بسیاری مطلوبی برای انجام تجزیه میانگین است و این معنی دار بودن صفات، نوید مؤثر بودن صفات ارزیابی شده در اکوتیپ‌های مطالعه شده سیر است. در تحقیقی عباسی فر و دشتی در تحلیل واریانس گیاه سیر اعلام کردند بیشتر صفات مورفولوژیکی مطالعه شده در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی دار هستند (Abasifar & Dashti, 2015) که با نتایج تحقیق حاضر هم‌سو است. جدول ۴ مقایسه میانگین صفات مطالعه شده در اکوتیپ‌های مختلف سیر زراعی را نشان می‌دهد. براساس این جدول، اکوتیپ‌های بهار ۲، سولان و اسدآباد از نظر صفات وزن یک پیاز سیر، وزن یک پیاز سیرچه، شاخص کلروفیل اسپد در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی، وزن پنج سیرچه، طول یک پیاز سیر، عرض یک پیاز سیر و شاخص کلروفیل اسپد در مرحله اوایل دوره رویشی در یک گروه آماری قرار گرفتند. همچنین اکوتیپ‌های بهار ۱ و امامزاده کوه (توییچین) از نظر صفات وزن یک پیاز سیر، طول یک پیاز سیر، تعداد برگ، شاخص کلروفیل اسپد در مرحله اوایل دوره رویشی در یک گروه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین صفات در اکوتیپ‌های مطالعه شده نشان دهنده ارتباط مناسب بین اکوتیپ‌ها است که از نظر برخی صفات، بعضی از اکوتیپ‌ها مشابه و از نظر برخی صفات متفاوت هستند که از این وضعیت می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی آتی در جهت اهداف مدنظر استفاده کرد. در این مطالعه اکوتیپ‌های بهار ۲، سولان و اسدآباد دارای شاخص‌های عملکردی مطلوبی بودند که با تکرار این عملکرد در مطالعات پایداری می‌توان برای کاشت در منطقه تحقیق پیشنهاد کرد. این اکوتیپ‌ها در مطالعه Kakaei, 2024، با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی نیز به‌عنوان اکوتیپ‌های متحمل به خشکی (بهار ۲ و سولان) شناسایی شدند. در پژوهشی کاکایی اعلام کرد مقایسه میانگین، نماینده‌ای از مجموعه داده‌ها است که اگر به جای تک تک داده‌ها آن را ارائه کنیم، در مجموع ارائه شده تغییری ایجاد نخواهد شد (Kakaei, 2024). او در تحقیقی استفاده از روش چنددانه‌ای دانکن در مقایسه میانگین را روشی مطلوب ارزیابی کرد.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مطالعه شده در اکوتیپ‌های مختلف سیر

Table 3- Variance analysis of traits under study in different ecotypes of garlic

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Square				
		وزن یک پیاز سیر (گرم) Corm weight (gr)	وزن تک بوته با اندام هوایی (گرم) Weight of a single plant with aerial parts (gr)	وزن یک پیاز سیر چه (گرم) Weight of garlic clove (gr)	شاخص کلروفیل اسپد در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی Chlorophyll index of SPAD during physiological processing	وزن پنج یک پیاز سیر چه تولید شده (گرم) The weight of five produced garlic cloves (gr)
تکرار Replication	2	118.461	47.27	0.756	11.624	13.964
تیمار Treatment	5	314.706**	600.305**	6.746**	47.433ns	117.058**
خطا error	10	5.009	23.303	0.221	31.174	5.958
ضریب تغییرات Coefficient of variation		50	64	58	17	68

ادامه جدول ۳

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Square				
		قطر یک پیاز سیر (میلی متر) Corm diameter (mm)	قطر یقه (میلی متر) Collar diameter (mm)	طول یک پیاز سیر (میلی متر) Corm length (mm)	عرض یک پیاز سیر (میلی متر) corm width (mm)	عرض یک پیاز سیر چه (میلی متر) Garlic clove width (mm)
تکرار Replication	2	0.722	0.847	1.167	0.722	5.167
تیمار Treatment	5	201.022**	25.88**	58.4**	232.489**	47.833**
خطا error	10	3.056	0.587	6.967	5.922	4.1
ضریب تغییرات Coefficient of variation		32	35	26	26	36

ادامه جدول ۳

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Square				
		طول یک پیاز سیرچه (میلی متر) Garlic clove length (mm)	ارتفاع گیاه در زمان برداشت Plant height at harvest time	عرض برگ (میلی متر) Leaf width (mm)	تعداد برگ number of leaves	شاخص کلروفیل اسپد در مرحله اواسط دوره رویشی SPAD chlorophyll index in the middle stage of the vegetative period
تکرار Replication	2	3.389	1.056	0.167	0.167	16.774
تیمار Treatment	5	54.722**	173.822**	11.8**	2ns	625.911**
خطا error	10	0.656	3.922	1.467	1.167	11.677
ضریب تغییرات Coefficient of variation		35	25	6	12	74

ادامه جدول ۳

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Square	
		شاخص کلروفیل اسپد در مرحله اوایل دوره رویشی SPAD chlorophyll index in the early stage of the vegetative period	شاخص کلروفیل اسپد در مرحله انتهایی دوره رویشی SPAD chlorophyll index in the final stage of the vegetative period
تکرار Replication	2	3.469	3.167
تیمار Treatment	5	11.568ns	98.367**
خطا error	10	29.128	0.833
ضریب تغییرات Coefficient of variation		6	2

*، **، ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی دار

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مطالعه شده در اکوتیپ‌های مختلف سیر زراعی

Table 4. Comparison of the average traits studied in garlic ecotypes

صفات Traits	اکوتیپ ۱ Ecotype 1	اکوتیپ ۲ Ecotype 2	اکوتیپ ۳ Ecotype 3	اکوتیپ ۴ Ecotype 4	اکوتیپ ۵ Ecotype 5	اکوتیپ ۶ Ecotype 6
X1 وزن یک پیاز سیر (گرم) Corm weight (gr)	18.77b*	41.79a	27.77b	39.86a	37.15a	27b
X2 وزن تک بوته با اندام هوایی (گرم) Weight of a single plant with aerial parts (gr)	26.4bc	52.62c	33.1b	48.64a	49.73a	18.57c
X3 وزن یک پیاز سیرچه (گرم) Weight of garlic clove (gr)	2.21b	4.57a	4.67a	4.77a	5.33a	1.766b
X4 شاخص کلروفیل اسپد در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی Chlorophyll index of SPAD during physiological processing	43.3a	42.66ab	39.1ab	37.36ab	40.43ab	32.46b
X5 وزن پنج یک پیاز سیرچه تولید شده (گرم) The weight of five produced garlic cloves (gr)	8.35b	18.37a	20.7a	21.69a	18.52a	7.61b
X6 قطر یک پیاز سیر (میلی متر) Corm diameter (mm)	37c	53.66a	42b	44b	52.66a	33.33d
X7 قطر بقیه (میلی متر) Collar diameter (mm)	12c	16b	13c	18.5a	15.4b	10.5d
X8 طول یک پیاز سیر (میلی متر) Corm length (mm)	27bc	33.33a	25.33c	35a	31ab	24.33c
X9 عرض یک پیاز سیر (میلی متر) corm width (mm)	52d	67a	62.66ab	56.66c	66.33ab	44.66e
X10 عرض یک پیاز سیرچه (میلی متر) Garlic clove width (mm)	14d	19bc	25a	21.66ab	17.33cd	16cd
X11 طول یک پیاز سیرچه (میلی متر) Garlic clove length (mm)	17.33d	23b	21c	27a	22.33bc	15e
X12 ارتفاع گیاه در زمان برداشت Plant height at harvest time	51bc	54b	59.33a	61a	49.33c	40d
X13 عرض برگ (میلی متر) Leaf width (mm)	10d	15a	13.66ab	14.66a	11.16cd	11.16cd
X14 تعداد برگ number of leaves	8b	8b	8b	10a	8b	8b
X15 شاخص کلروفیل اسپد در مرحله اواسط دوره رویشی SPAD chlorophyll index in the middle stage of the vegetative period	65.3a	38.56bc	41.3b	68a	34.33c	43.06b
X16 شاخص کلروفیل اسپد در مرحله اوایل دوره رویشی SPAD chlorophyll index in the early stage of the vegetative period	45.86a	50.63a	51.33a	49.36a	50.4a	48.66a
X17 شاخص کلروفیل اسپد در مرحله انتهایی دوره رویشی SPAD chlorophyll index in the final stage of the vegetative period	53.66a	46.66b	44.33c	43.33c	40d	44c

*حروف a, b, c و d نشان دهنده اختلاف گروه‌های آماری صفات مطالعه شده هستند.

تجزیه همبستگی فنوتیپی صفات ارزیابی شده

ایجاد و پرورش اکوتیپ‌های مطلوب سیر با استفاده از برنامه‌های به‌نژادی برای زراعت با عملکرد بالا قادر است نقش مناسبی در افزایش تولید و راندمان این محصول داشته باشد. استفاده از تجزیه همبستگی برای گزینش به‌منظور بهبود یک یا چند صفت، نتایج مطلوب و مناسبی را به همراه دارد؛ بنابراین، باید به همبستگی و نحوه اثر صفات بر یکدیگر در برنامه‌های به‌نژادی توجه شود.

جدول ۵ همبستگی فنوتیپی بین صفات مطالعه شده در اکوتیپ‌های مختلف سیر را نشان می‌دهد. اکثر صفات اندازه‌گیری شده با یکدیگر، همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داده‌اند که بیان‌کننده متناسب بودن رشد صفات با یکدیگر است. براساس جدول همبستگی صفت وزن یک پیاز سیر با صفات وزن تک بوته با اندام هوایی (گرم)، وزن یک پیاز سیرچه (گرم)، وزن پنج سیرچه تولید شده (گرم)، قطر یک پیاز سیر (میلی‌متر)، قطر یقه، طول یک پیاز سیر، عرض یک پیاز سیر، طول یک پیاز سیرچه و عرض برگ، در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و وزن یک پیاز سیر با صفت ارتفاع گیاه در زمان برداشت در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) معنی‌دار بود. صفت وزن تک بوته با اندام هوایی، با صفات وزن یک پیاز سیرچه، وزن پنج سیرچه تولید شده، قطر یک پیاز سیر، قطر یقه، عرض یک پیاز سیر، طول یک پیاز سیر، عرض برگ، در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفت ارتفاع گیاه در زمان برداشت در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) معنی‌دار بود. وزن یک پیاز سیرچه با صفت وزن پنج یک پیاز سیرچه تولید شده، قطر یک پیاز سیر، قطر یقه، عرض یک پیاز سیر، طول یک پیاز سیر، ارتفاع گیاه در زمان برداشت و عرض برگ در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفات طول یک پیاز سیر و عرض یک پیاز سیرچه در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) معنی‌دار بود. وزن یک پیاز سیرچه با صفت عرض برگ در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) معنی‌دار بود. وزن یک پیاز سیرچه، ارتفاع گیاه در زمان برداشت و صفت عرض برگ دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفت شاخص کلروفیل اسپد در مرحله انتهایی دوره رویشی در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) دارای همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) بود. قطر یک پیاز سیر با صفات قطر یقه، طول یک پیاز سیر، عرض یک پیاز سیر، عرض برگ، در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفت عرض برگ در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. صفت قطر یقه با صفات طول یک پیاز سیر، طول یک پیاز سیرچه، ارتفاع گیاه در زمان برداشت و صفت عرض برگ دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفات عرض برگ، در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفات عرض یک پیاز سیر و تعداد برگ در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) معنی‌دار بود. صفت طول یک پیاز سیر با صفات طول یک پیاز سیرچه و عرض برگ، در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفات عرض یک پیاز سیر، در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. صفت عرض یک پیاز سیر با صفت طول یک پیاز سیرچه، در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفات ارتفاع گیاه در زمان برداشت و عرض برگ در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. صفت عرض یک پیاز سیرچه با صفت ارتفاع گیاه در زمان برداشت، در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفات طول یک پیاز سیرچه و عرض برگ در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. صفت طول یک پیاز سیرچه با صفات ارتفاع گیاه در زمان برداشت و عرض برگ دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) و با صفت تعداد برگ در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود.

ارتفاع گیاه در زمان برداشت با صفت عرض برگ در سطح احتمال ۵ درصد ($P \leq 5\%$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. با توجه به روابط همبستگی که بین صفات بود، به نظر می‌رسد اکثر صفات مطالعه شده صفات مناسبی در جهت به‌نژادی گیاه سیر برای حصول به عملکرد بالا باشد و می‌توان از این روابط به منظور اصلاح صفت پیچیده عملکرد در جهت افزایش آن بهره‌برداری کرد؛ نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج سایر محققان مطابقت دارند. در تحقیقی عباسی فر و دشتی در بررسی اکوتیپ‌های سیر اعلام کردند صفت عملکرد با تعداد برگ در بوته، طول برگ، عرض برگ، موقعیت طویل‌ترین برگ، قطر ساقه، وزن سیر، وزن سیرچه و تعداد سیرچه در سوخ در سطح احتمال ۱ درصد ($P \leq 1\%$) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (Abasifar & Dashti, 2015). در پژوهشی دیگر موسوی‌زاده در مطالعه همبستگی توده‌های محلی پیاز کشور بیان کرد صفت عملکرد تک بوته گیاه پیاز دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات تعداد برگ، قطر پیاز، طول برگ و طول پیاز است (Mousavizadeh, 2019) که در مطالعه پیش رو نیز چنین نتایجی به دست آمدند. در تحقیقی دیگر نوربخشیان و همکاران در بررسی همبستگی صفات بین ژنوتیپ‌های مختلف سیر بیان کردند همبستگی مثبت و بسیار بالایی بین صفات قطر پیاز با عملکرد پیاز در بوته در واحد سطح وجود دارد (Noorbakhshian et al., 2007). به عبارت دیگر، هرچه قطر پیاز بیشتر شود، به‌طور طبیعی عملکرد پیاز و به‌طور کلی عملکرد کل پیاز افزایش می‌یابد. همچنین آنها استنباط کردند ژنوتیپ‌هایی با پیاز بزرگ‌تر، عملکرد بیشتری را ایجاد کرده‌اند.

تجزیه کلاستر و تجزیه تابع تشخیص

شکل ۲ تجزیه کلاستر اکوتیپ‌های مختلف گیاه سیر را با توجه به صفات ریخت‌شناسی مطالعه شده و با استفاده از روش واردز نشان می‌دهد. براساس این تجزیه آماری کلاستر، اکوتیپ‌های بهار ۲، سولان و اسدآباد در گروه اول، اکوتیپ‌های مریانج و بهار ۱ در گروه دوم و در نهایت اکوتیپ امام‌زاده کوه (توئجین) در گروه سوم دسته‌بندی شدند. براساس این تجزیه آماری، اکوتیپ‌های موجود در گروه اول نسبت به سایر اکوتیپ‌ها دارای عملکرد مناسبی بودند؛ بنابراین، این نتیجه با استفاده از سایر تجزیه‌های آماری در این مطالعه نظیر تجزیه مقایسه میانگین‌ها تأیید می‌شود. اکوتیپ امام‌زاده کوه (توئجین) موجود در گروه سوم نیز دارای شاخص‌های عملکردی پایینی بود که در گروهی مجزا قرار گرفت. در پژوهشی عمارلو و همکاران در مطالعه اکوتیپ‌های سیر با استفاده از صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی در مناطق شمال و شمال‌غرب ایران بیان کردند اکوتیپ‌ها در سه گروه دسته‌بندی شدند که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی موجود در اکوتیپ‌های مدنظر است (Amarlo et al., 2013). جدول ۶ نتایج تجزیه تابع تشخیص گروه‌بندی بر مبنای صفات ارزیابی شده در اکوتیپ‌های مطالعه شده سیر را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج حاصل از این تجزیه آماری، نتیجه گروه‌بندی اکوتیپ‌ها به سه گروه آماری صحیح است. محققان بسیاری در گیاهان مختلف از این تجزیه آماری استفاده کرده‌اند. در تحقیقی بقالیان و همکاران در مطالعه بررسی اکوتیپ‌های سیر بیان کردند اکوتیپ‌ها براساس میزان شباهت‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی در دندروگرامی متشکل از شش گروه اصلی جای گرفتند (Baghalian et al., 2004). در مطالعه اکوتیپ‌های مختلف سیر توسط میرزایی و همکاران، نمونه‌ها در سه گروه آماری قرار گرفتند و اکوتیپ‌های هر گروه قرابت ژنتیکی بالایی با یکدیگر داشتند (Mirzaei et al., 2020). در تحقیقی در گیاه یونجه کاکایی و همکاران از تجزیه تابع تشخیص برای تأیید گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر، استفاده و آن را روش آماری

ارزشمندی برای تأیید گروه‌های حاصل از تجزیه کلاستر عنوان کردند (Kakaei et al., 2017). در پژوهشی در گیاه یونجه کاکایی اعلام کرد افزایش فاصله ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های یک گونه، در برنامه‌های تلاقی احتمال هتروزیگوسیتی را افزایش می‌دهد (Kakaei, 2014). در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس فاصله ژنتیکی زمانی که همزمان چندین صفت بررسی شوند، در برنامه‌های به‌نژادی برای تولید ژنوتیپ‌های جدید مؤثر واقع می‌شود. به همین دلیل در مطالعات، از تجزیه کلاستر برای تعیین الگوی تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی ارقام و مشخص کردن فاصله ژنتیکی بین آنها استفاده می‌شود.

جدول ۵- همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد مطالعه در اکوتیپ‌های مختلف سیر مورد مطالعه

Table 5. Phenotypic correlation between studied traits in different ecotypes of studied garlic

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X2	0.926**							
X3	0.826**	0.794**						
X4	0.233	0.21	0.213					
X5	0.811**	0.784**	0.91**	0.069				
X6	0.797**	0.844**	0.778**	0.398	0.599**			
X7	0.778**	0.828**	0.683**	0.117	0.678**	0.688**		
X8	0.825**	0.803**	0.583*	0.153	0.596**	0.656**	0.822**	
X9	0.694**	0.735**	0.858**	0.414	0.718**	0.904**	0.551*	0.521*
X10	0.281	0.192	0.543*	0.091	0.634**	0.234	0.357	0.058
X11	0.784**	0.809**	0.8**	0.15	0.833**	0.654**	0.915**	0.753**
X12	0.49*	0.501*	0.676**	0.217	0.761**	0.357	0.637**	0.468
X13	0.787**	0.767**	0.615**	-0.035	0.793**	0.575*	0.684**	0.649**
X14	0.275	0.214	0.232	-0.133	0.268	0.035	0.485*	0.324
X15	-0.153	-0.113	-0.301	0.004	-0.132	-0.424	0.204	0.224
X16	0.345	0.27	0.315	-0.233	0.337	0.264	0.228	0.293
X17	-0.441	-0.362	-0.548*	0.336	-0.509*	-0.393	-0.366	-0.205

The description of traits from X1 to X17 is based on Table 2.

شرح صفات از X1 تا X17 بر اساس جدول ۲ می‌باشد.

***، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

ادامه جدول ۵- همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد مطالعه در اکوتیپ‌های مختلف سیر مورد مطالعه

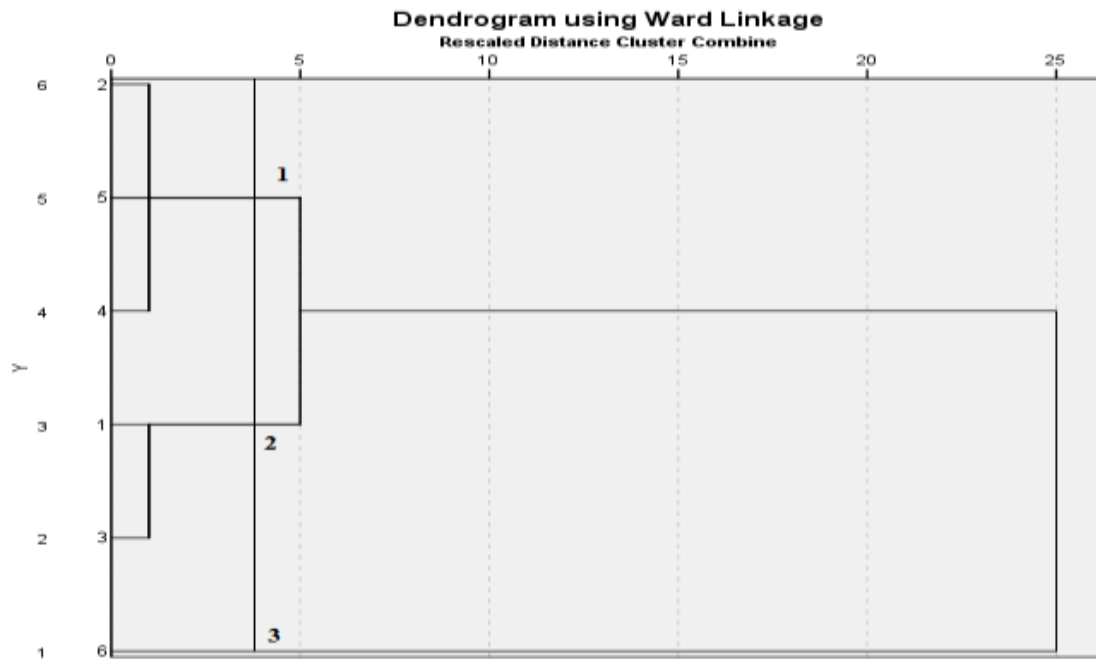
Table 5. Phenotypic correlation between studied traits in different ecotypes of studied garlic

	X9	۱۰ X	۱۱ X	۱۲ X	۱۳ X	۱۴ X	۱۵ X	۱۶ X
X2								
X3								
X4								
X5								
X6								
X7								
X8								
X9								
X10	0.441							
X11	0.63**	0.561*						
X12	0.547*	0.671**	0.785**					
X13	0.532*	0.471*	0.699**	0.539*				
X14	-0.08	0.175	0.470*	0.412	0.285			
X15	-0.455	-0.155	0.147	0.311	-0.098	0.388		
X16	0.287	0.122	0.109	0.139	0.414	0.124	-0.215	
X17	-0.335	-0.447	-0.394	-0.029	-0.442	-0.123	0.541*	-0.304

The description of traits from X1 to X17 is based on Table 2.

شرح صفات از X1 تا X17 بر اساس جدول ۲ می‌باشد.

***، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار



شکل ۲- تجزیه کلاستر اکوتیپ‌های مختلف سیر با توجه به صفات مطالعه شده

Figure 2- Cluster analysis of different ecotypes of garlic according to the studied traits

جدول ۶- نتایج تجزیه تابع تشخیص گروه‌بندی بر مبنای صفات ارزیابی شده در اکوتیپ‌های مطالعه شده سیر

Table 6- The analysis results of the grouping detection function based on the evaluated traits in the studied in the studied ecotypes of garlic

گروه‌های پیش‌بینی شده بر اساس تجزیه تابع تشخیص								گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای
Predicted groups based on the decomposition of the detection function								
مجموع (Total)		3		2		1		
تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	Groups resulting from cluster analysis
(Number)	(%)	(Number)	(%)	(Number)	(%)	(Number)	(%)	
2	100	0	100	0	100	2	100	1
3	100	0	100	3	100	0	100	2
1	100	1	100	0	100	0	100	3

نتیجه‌گیری

سیر (*Allium sativum* L.) از جمله ارزشمندترین گیاه صنعتی-دارویی به شمار می‌رود که به علت اهمیت زیاد آن از جنبه‌های متنوعی بررسی و آزمایش شده است. از نظر تنوع، پراکندگی و گروه‌بندی این گیاه، اطلاعات ناقصی وجود دارد که شاید علت این نقص، عدم تولید گل و عقیم‌بودن آن باشد که طبقه‌بندی‌های ریخت‌شناسی آن را دشوار کرده است؛ بنابراین، گروه‌بندی‌های موجود در مطالعات حاضر، بر مبنای عناوین محلی، منطقه جغرافیایی و عناوین تجارتي و بعضی خصوصیات فنوتیپی هستند (Fakhrfashani & Shahriari, 2013). افزایش عملکرد اقتصادی مانند عملکرد پیاز گیاه سیر در واحد سطح از جمله اهداف اصلی و مهم است؛ بنابراین، ضرورت دارد صفاتی که در بهبود عملکرد نقش مهم‌تری دارند را شناسایی و از آنها در برنامه‌های گزینش و به‌نژادی استفاده کرد. در بین گونه‌های مختلف *Allium*، سیر به‌عنوان تنها گونه عقیم شناسایی شده

است که به صورت غیرجنسی افزایش می‌یابد. با توجه به تجزیه‌های آماری گوناگونی که در این مطالعه صورت گرفت، اکوتیپ‌های بهار ۲، سولان و اسدآباد دارای بیشترین عملکرد بودند که تجزیه کلاستر آنها را در یک گروه آماری قرار داد. همچنین تجزیه تابع تشخیص، این گروه‌بندی حاصل از تجزیه کلاستر را تأیید کرد و تجزیه آماری مقایسه میانگین‌ها مقدار بالای صفات عملکردی را به سود این اکوتیپ‌ها شناسایی کرد. تجزیه آماری همبستگی فنوتیپی صفات، ارتباط مثبت و معنی‌داری را بین شاخص‌های عملکردی مشخص کرد؛ به طوری که از نتایج ارائه‌شده می‌توان به منظور گزینش صفات برای انتخاب صفاتی استفاده کرد که بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارند.

References

- Abdollahi, M. R., Ghorbani, M., & Kian Erthi, F. (2016). Grouping Hamadan garlic clones and determining the most important traits affecting garlic production in glass culture using multivariate statistical methods. *Journal of plant production research*, 24(1), 98-89. <http://doi.10.22069/jopp.2017.10320.1972> [In Persian].
- Abasifar, A. R., & Dashti, F. (2015). Study of relationship between morphological traits and flowering in Iranian garlic clones. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(1), 63-75. <http://doi.10.22059/ijhs.2015.54126> [In Persian].
- AlamKhomram, M. H., Kashkar, A. H., & Mirzaei Asl, A. (2018). Investigating morphological and physiological diversity, and causality analysis of stem yield and allicin content of local stands of Iranian garlic in Hamadan region. *Journal of Horticultural Sciences (Agricultural Sciences and Industries)*, 33(3), 497-481. <http://doi.10.22067/jhorts4.v33i3.77676> [In Persian].
- Amarlo, A., Kazemi Tabar, S. K., & Najafi Zarini, H. (2013). Morpho-physiological and biochemical investigation of some ecotypes of *Allium sativum* L. in the north and northwest regions of the country. *Ecophytochemistry Quarterly of medicinal plants*, 2(7), 10-17. <https://mg.genetics.ir/article-1-1401-fa.html> [In Persian].
- Baghalian, K., Ziayie, S. A., Naqavi, M. R., & Naqadi Badi, H. (2004). Pre-cultivation evaluation of Iranian garlic ecotypes in terms of allicin content and botanical characteristics. *Journal of Medicinal Plants*, 4(13), 1-12. <https://sid.ir/paper/789573/fa> [In Persian].
- Fakhrfashani, M., & Shahriari, F. (2013). Assessment of genetic diversity. Geographic distribution of some ecotypes of garlic (*Allium sativum* L.) in Iran using ISSR and M13 molecular markers. *Journal of Agricultural Ecology*, 5(1), 75-84. <http://doi.10.22067/jag.v5i1.21325> [In Persian].
- FAO. (2012). *Statistics, FAOSTAT-Agriculture*. Agricultural production. Available online <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Kakaei, M., Mazahery-Laghab, H., & Mostafaei, A. (2017). Study of protein changes in alfalfa (*Medicago sativa* L.) in normal conditions and under the tension from alfalfa weevil (*Hypera postica* Gyll.) feeding. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 9(1), 49-66. <http://doi.10.22103/jab.2017.1668> [In Persian].
- Kakaei, M. (2018). Effect of different levels of irrigation on yield and yield components and its relationship with protein electrophoresis pattern of lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 11(4), 817-833. <http://doi.org/10.22077/escs.2018.1039.1204> [In Persian].
- Kakaei, M. (2024). The Study of Drought Resistance in different Ecotypes of Garlic based on the Tolerance Indices in the Climatic Conditions of Hamedan. *Journal of Horticultural Science*. Articles in Press, Accepted Manuscript, Available Online from 24 April 2024. <http://doi.10.22067/jhs.2024.85395.1303> [In Persian].

- Kakaei, M. (2014). *Screening and identification of resistance and susceptibility factors of alfalfa (Medicago Sativa L.) to alfalfa leaf weevil (Hypera Postica Gyll.) by biometry and proteomics*. [Unpublished doctoral thesis], Bu-Ali Sina University. [In Persian].
- Mirzaei, Y., Alavi Siney, S. M., & Yarahmadi, S. (2020). Determination of the most suitable planting date and garlic ecotype (*Allium sativum* L.) in South Kerman. *Applied Research in Field Crops*, 33(3), 73-94. <http://doi.10.22092/aj.2020.110381.1366> [In Persian].
- Mousavizadeh, S. A. (2019). Genetic Variability, Correlation and Path Analysis in Iranian Onion Landraces. *Journal of Horticultural Science*, 33(1), 29-39. <http://doi.10.22067/jhorts4.v33i1.65006> [In Persian].
- Noorbakhshian, S. J., Mousavi, S. A., & Bagheri, H. R. (2007). Evaluation of agronomic traits and path coefficient analysis of yield for garlic cultivars. *Pajouhesh & Sazandegi*, 77, 10-18. <https://civilica.com/doc/360278> [In Persian].
- Parreno, R., Rodríguez-Alcocer, E., Martínez-Guardiola, C., Carrasco, L., Castillo, P., Arbona, V., Jover-Gil, S., & Candela, H. (2023). Turning Garlic into a Modern Crop: State of the Art and Perspectives. *Plant*, 12, 1212. <https://doi.org/10.3390/plants1206121>
- Salahuddin, M. D., Rahim, M. A., Jakir Bin Alam, S. M., Mahfujur Rahman, M. D., & Rahman, J. (2019). Morphological characterization of garlic (*Allium sativum* L.) germplasm. *Malaysian Journal of Halal Research Journal (MJHR)*, 2(2), 46-52. <https://doi.org/10.2478/mjhr-2019-0014>
- Stavelikova, H. (2008). Morphological characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) genetic resources collection – Information. *Horticultural Science (Prague)*, 35(3), 130–135. <http://doi.10.17221/661-HORTSCI>
- Yaghoobi, A., & Malekzadeh-Shafaroudi, S. (2013). Investigating the genetic diversity of native stands of Iranian garlic (*Allium sativum*) based on cytogenetic and karyotypic characteristics. *New genetics*, 8(4), 411-422. <https://mg.genetics.ir/article-1-1230-fa.html> [In Persian].

