Vol 28, No. 2, Summer 2026

University of Tehran Press

Journal of Crops Improvement

Online ISSN: 2345-6957

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

Grouping of cantaloupe lines and hybrids by Distinctness, Uniformity and Stability (DUS) testing

Mohammad Sajjad Yeganeh Amin[1] | Mahmoud Lotfi[2]✉ | Hossein Rashmini[3] | Babak Darvishi[4]

1. Department of Horticulture, Faculty of Aburaihan Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: sajjadyegane@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Horticulture, Faculty of Aburaihan Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: mlotfi@ut.ac.ir
3. Department of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Aburaihan Agricultural Technology, University of Tehran, Pakdasht, Iran. E-mail: ramshini_h@ut.ac.ir
4. Seed and Plant Certification and Registration Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran. E-mail: b.darvishi@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 21 October 2025
Received in revised form
11 January 2026
Accepted 5 May 2026
Published online 22 June 2026

Keywords:
Breeding
Cluster Analysis
Hybrid Seed
Kruskal-Wallis

ABSTRACT

Objective: Cantaloupe (*Cucumis melo* L.) is an important agricultural crop cultivated across many regions of Iran and holds a significant share in the Iranian household food basket. As part of a comprehensive breeding program at Aburaihan Campus, cantaloupe seed breeding has been ongoing for years with the aim of improving the agronomic and qualitative characteristics of this crop. This study sought to establish an identity card and determine the differentiation of 16 domestically produced hybrid cultivars along with their 14 parental lines through a detailed examination of morphological and phenotypic traits based on UPOV (International Union for the Protection of Plant Varieties) guidelines.

Methods: In this study, hybrid cantaloupes and their parental lines, together with six commercial control cultivars, were grown in a randomized complete block design with three replications and evaluated according to the DUS (Distinctness, Uniformity, and Stability) test protocol. Quantitative data were analyzed and ranked using cluster analysis, while qualitative data were analyzed and ranked using the Kruskal–Wallis test to determine genotypic differences and genetic diversity among the lines and hybrids.

Results: The lines and hybrids studied differed significantly from one another in terms of the evaluated traits, including flesh firmness, flesh color, cork density of the skin surface, groove depth, inflorescence location, fruit separation from the peduncle, and fruit shape. Cluster analysis revealed a strong parental effect on hybrid characteristics, and substantial genetic diversity was observed among cultivars and hybrids. Regarding fruit weight, hybrids H165, H148, and H152—with fruit weights exceeding 1.5 kg—outperformed all control cultivars and achieved a superior marketability position. In terms of soluble solids content, which indicates fruit sweetness, hybrids H167, H82, and H70 recorded values above 14°Brix, outperforming native control cultivars such as Samsuri and Saveh.

Conclusion: Hybrids H148 and H153 were identified as superior in terms of the combination of quantitative and qualitative characteristics. In addition to high yield, these hybrids exhibited desirable traits such as resistance to viral infections and excellent appearance and quality characteristics. These findings, along with the detailed description of the studied hybrids and lines, can serve as a foundation for future decisions regarding the development of new varieties and the breeding of cantaloupe in Iran and other similar regions.

Cite this article: Yeganeh Amin, M. S., Lotfi, M. L., Rashmini, H., & Darvishi, B. (2026). Grouping of cantaloupe lines and hybrids by Distinctness, Uniformity and Stability (DUS) testing. *Journal of Crops Improvement*, 28 (2), 303-317. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2026.404517.2956

© The Author(s).
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2026.404517.2956

دوره بیست و هشتم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۵

انتشارات دانشگاه تهران

به زراعی کشاورزی

شاپا الکترونیکی: ۶۹۵۷-۲۳۴۵

Homepage: https://jci.ut.ac.ir/

گروه‌بندی لاین‌ها و هیبریدهای طالبی براساس آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری

محمدسجاد یگانه‌امین [۱] | محمود لطفی [۲]✉ | حسین رامشینی [۳] | بابک درویشی [۴]

۱. گروه باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: sajjadyegane@ut.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه باغبانی، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: mlotfi@ut.ac.ir

۳. گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، دانشکده فناوری کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران. رایانامه: ramshini_h@ut.ac.ir

۴. مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: b.darvishi@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

کلیدواژه‌ها:
بهنژادی
بذر هیبرید
تجزیه خوشه‌ای
کروسکال–والیس

چکیده

هدف: طالبی (*Cucumis melo* L.) به‌عنوان یکی از محصولات مهم کشاورزی در بسیاری از نقاط کشور کشت می‌شود و سهم بالایی در سبد خانوار ایرانی دارد. اصلاح بذر طالبی در پردیس ابوریحان طی سال‌ها به‌عنوان بخشی از یک برنامه جامع اصلاحی، با هدف بهبود ویژگی‌های زراعی و کیفی این محصول در حال انجام است. این پژوهش با هدف تهیه شناسنامه و تعیین وجه تمایز شش رقم هیبرید تولید شده داخلی به‌همراه ۱۴ لاین والدینی آن‌ها از طریق بررسی دقیق صفات مورفولوژیکی و فنوتیپی آن‌ها براساس دستورالعمل‌های UPOV (اتحادیه بین‌المللی برای حفاظت از انواع گیاهان) انجام شد

روش‌پژوهش: در این پژوهش ارقام هیبرید طالبی و لاین‌های والدینی آن‌ها به‌همراه شش رقم شاهد تجاری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت و براساس دستورالعمل آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری موردبررسی قرار گرفتند. داده‌های جمع‌آوری‌شده کمی با روش خوشه‌بندی و داده‌های کیفی با آزمون کروسکال–والیس تجزیه و رتبه‌بندی شدند تا تفاوت‌های ژنوتیپی و تنوع ژنتیکی میان لاین‌ها و هیبریدها مشخص شود.

یافته‌ها: نتایج آزمون نشان داد که لاین‌ها و ارقام موردمطالعه از نظر ویژگی‌های موردارزیابی از جمله سفتی گوشت، رنگ گوشت، تراکم چوب‌پنبه سطح پوست، عمق شیار، جای گلگاه، جداشدن میوه از دمگل، شکل میوه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. هم‌چنین، تحلیل خوشه‌بندی تأثیر قوی والدین بر ویژگی‌های هیبریدها را نشان داد و تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی در میان ارقام و هیبریدهای مختلف مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های پژوهش علاوه بر توصیف دقیق هیبریدها و لاین‌های موردمطالعه، می‌توانند مبنای تصمیمات بعدی برای توسعه ارقام جدید و اصلاح بذر طالبی در ایران و سایر مناطق مشابه قرار گیرند. هیبریدهای H148، H164 و H167 به‌عنوان هیبریدهای برتر از نظر ترکیب ویژگی‌های کمّی و کیفی شناسایی شدند که در صورت موفقیت در آزمون‌های پایداری و سازگاری می‌توانند به‌عنوان رقم‌های تجاری معرفی گردند. این هیبریدها علاوه بر عملکرد بالا، از ویژگی‌های مطلوبی همچون مقاومت به آلودگی‌های ویروسی و داشتن ویژگی‌های ظاهری و کیفیتی ممتاز برخوردار بودند.

استناد: یگانه‌امین، محمدسجاد؛ لطفی، محمود؛ رامشینی، حسین و درویشی، بابک (۱۴۰۵). گروه‌بندی لاین‌ها و هیبریدهای طالبی براساس آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۸ (۲)، ۳۰۳-۳۱۷. DOI: https://doi.org/10.22059/jci.2026.404517.2956

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

۱. مقدمه

طالبی به انواعی از گونه *Cucumis melo* گفته می‌شود که میوه‌های گرد با پوست مشبک و گوشت نرم و آب‌دار دارند و تقریباً معادل گروه کانتالوپ[1] در لاتین می‌باشد. این محصول در کشور ما از اهمیت و محبوبیت زیادی به‌ویژه در فصول گرم برخوردار است. سطح زیر کشت طالبی در ایران در سال ۲۰۲۲ بیش از ۴۲ هزار هکتار و میزان تولید آن حدود ۲۷ هزار تن گزارش شده است (فائو[2]، ۲۰۲۲).

اهداف اصلی برنامه‌های اصلاح طالبی شامل افزایش عملکرد، بهبود کیفیت میوه و افزایش مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها است. عملکرد طالبی تحت تأثیر عواملی مانند ژنوتیپ، محیط و تعامل ژنوتیپ–محیط قرار می‌گیرد و درک این تعامل‌ها برای ایجاد ژنوتیپ‌های برتر که بتوانند با شرایط مختلف محیطی سازگار شوند بسیار مهم است (آدریجو[3] و همکاران، ۲۰۲۴). طالبی بسته به نواحی آب‌وهوایی و ترجیحات محلی، تنوع زیادی در ویژگی‌های فنوتیپی و بیوشیمیایی دارد. اصلاح این گیاه در قرن گذشته پیشرفت‌های زیادی داشته و امید است که این روند ادامه یابد. شناسایی تنوع ژنتیکی و متابولیکی در نژادهای بومی و خویشاوندان وحشی به گسترش پایه ژنتیکی طالبی کمک می‌کند. اطلاعات ژنتیک و متابولومیکس طالبی برای تحلیل وراثت ویژگی‌های اساسی مفید است (کش[4] و کاوشیک[5]، ۲۰۲۱). مطالعه ارقام هیبرید طالبی، تغییرات ژنتیکی قابل‌توجهی را در این گیاه نشان داده است که فرصت هایی را برای بهبود عملکرد میوه و نیز بهبود ویژگی‌های کیفی فراهم می‌کند. این تنوع برای انتخاب ژنوتیپ‌های امیدبخش که بتوانند در محیط‌های خاص رشد کنند ضروری است (آدریجو و همکاران، ۲۰۲۴).

بذر هیبرید یکی از مهم‌ترین دستاوردهای اصلاح نباتات است که به‌دلیل ویژگی‌های برجسته آن در کشاورزی مدرن جایگاه ویژه‌ای دارد. تولید بذر هیبرید فرایندی پیچیده و پرهزینه است، زیرا هر بذر نتیجه یک تلاقی کنترل‌شده بین دو والد خاص می‌باشد (تراستیگ[6] و همکاران، ۲۰۲۲). یکی از قدرتمندترین ابزارهای در اختیار اصلاح‌گران، ارزیابی اثر هتروزیس در ترکیب‌های هیبریدی است (ناپولیتانو[7] و همکاران، ۲۰۲۰). هتروزیس به معنای این است که نتاج نسبت به والدین خود برتری داشته باشد. از هتروزیس منفی برای صفات مرتبط با زودرسی و از هتروزیس مثبت برای سایر ویژگی‌های مهم تجاری استفاده می‌شود. هتروزیس را می‌توان نسبت به ارزش متوسط والدین (هتروزیس نسبی)، نسبت به ارزش والد برتر[8] و یا نسبت به رقم شاهد (هتروزیس استاندارد) اندازه‌گیری کرد. در سطح تجاری، هتروزیس نسبت به والد شاهد تجاری اندازه‌گیری می‌شود (آودیکوس[9] و همکاران، ۲۰۲۱).

ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی که به‌طور جهانی به‌عنوان توصیف‌گرهای معتبر برای شناسایی و آزمایش واریته‌های گیاهی شناخته می‌شوند، نقش مهمی در تمایز واریته‌ها از یکدیگر دارند. استفاده از این توصیف‌گرها به‌صورت مرتب و در یک ترتیب مشخص در قالب آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری (تیپ)[10] انجام شده و فرایند شناسایی واریته‌ها را ساده و مؤثر می‌سازد. هر واریته براساس مجموعه‌ای از ویژگی‌ها که آن را از دیگر واریته‌های شناخته‌شده همان گونه متمایز می‌کند، شناسایی می‌شود. برای انجام آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری و توصیف دقیق واریته‌ها، نیاز به

1. Cantaloupe
2. FAO
3. Adiredjo
4. Kesh
5. Kaushik
6. Ter Steeg
7. Napolitano
8. Heterobeltiosis
9. Avdikos
10. Distinctness, Uniformity and Stability (DUS) Test

دستورالعملی است که به ارزیابی یکنواختی ویژگی‌ها و پایداری بیان آن‌ها در مکان‌های مختلف کشت و در طول زمان کمک کند (چودهاری[1] و همکاران، ۲۰۲۳).

این پژوهش با هدف بررسی دقیق ویژگی‌های مورفولوژیک لاین‌های والدینی، هیبریدهای جدید و ارقام شاهد طالبی از طریق آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری انجام شد. نتایج این آزمون به ثبت اطلاعات دقیق و ارزیابی صفات این ارقام کمک می‌کند. این داده‌ها می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر به‌کار روند.

۲. پیشینهٔ پژوهش

برای انجام موفقیت‌آمیز آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری، حفظ خلوص ژنتیکی واریته‌های مرجع اهمیت بالایی دارد، زیرا هرگونه ناخالصی در بذر واریته‌های مرجع می‌تواند به نتایج نادرست یا نامعتبر منجر شود. هم‌چنین بازبینی دوره‌ای تمام ارقام در محل این آزمون برای تأیید مجموعه واریته‌ها ضروری است. در مواقعی که واریته ممکن است در برخی شرایط محیطی یا مناطق دچار کاهش بیان شود، داشتن بیش از یک نمونه برای بیان یک ویژگی مطلوب است. انتظار می‌رود تمام واریته‌ها از نظر ویژگی‌های مورفولوژیک به‌ویژه ویژگی‌های کیفی که کم‌ترین تأثیر را از محیط می‌پذیرند، یکنواخت و پایدار باشند (چودهاری و همکاران، ۲۰۲۳).

در مطالعه‌ای بیان شد که تفاوت معنی‌دار جمعیت‌های هیبریدی خربزه در هر موقعیت و به‌طور کلی در مکان‌های هدف نشان می‌دهد که این ژنوتیپ‌ها دارای تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی هستند و پتانسیل بهبود بیش‌تر در خصوصیات عملکرد میوه و کیفیت را دارند. تأثیرات ژنوتیپ، عوامل محیطی و تعامل آن‌ها با یکدیگر برای پرورش‌دهندگان اهمیت زیادی دارد و این امر فرایند شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های موفق را تسهیل می‌کند (آدریجو و همکاران، ۲۰۲۴). به‌عنوان نمونه گزارش شد که تفاوت چشم‌گیری در خصوصیات مورفولوژیکی ۱۲ رقم خربزه مشاهده شد و شش ویژگی اصلی به‌عنوان صفات گروه‌بندی شناسایی گردیده است که عبارت بودند از بیان جنسیت در زمان گل‌دهی کامل، شکل میوه در مقطع طولی، رنگ پوست میوه، درزهای روی پوست، شبکه‌بندی سطح میوه و رنگ گوشت میوه (چودهاری و همکاران، ۲۰۲۳).

۳. روش‌شناسی پژوهش

مواد گیاهی موردمطالعه شامل ۱۶ رقم هیبرید منتخب حاصل از برنامه اصلاح طالبی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران به‌همراه ۱۴ لاین والدی و شش رقم تجاری و شاهد بودند (جدول ۱). بذر گیاهان در سینی نشا کشت و در مرحله دو برگ حقیقی به مزرعه منتقل شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام و در هر کرت ۱۰ بوته کشت شد. ارزیابی ویژگی‌های بوته و میوه طالبی براساس دستورالعمل آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری به‌صورت چشمی و با بررسی گروهی از گیاهان یا بخش‌های گیاهی انجام شد. مشاهدات مربوط به لپه‌ها قبل از توسعه اولین برگ حقیقی ثبت شدند. تمام مشاهدات مربوط به برگ بر روی برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته اما نه قدیمی، ترجیحاً بین گره‌های پنجم تا هشتم، زمانی‌که گیاه حداقل یک میوه تشکیل داده بود، انجام شد. مشاهدات مربوط به ویژگی‌های میوه بر روی اولین یا دومین میوه کاملاً توسعه‌یافته و بالغ ثبت شدند. مشاهدات مربوط به تخمدان در روز گل‌دهی انجام شد. تمام مشاهدات مربوط به عرض، در عریض‌ترین نقطه بخش مورد نظر ثبت شد. مشاهدات مربوط به بذرها بر روی بذرهای کاملاً توسعه‌یافته، بالغ و خشک، پس از شست‌وشو و خشک‌کردن انجام گرفت (چودهاری و همکاران، ۲۰۲۳).

1. Choudhary

جدول ۱. معرفی مواد گیاهی

ارقام شاهد	لاین والدین	ارقام هیبرید
ساوه–سمسوری–گالیا –هیرو –یونیک–فراز	L1-L2-L3-L4-L5-L6-L7-L8-L9-L10-L11-L12-L13-L14	H1-H2-H3-H4-H5-H6-H7-H8-H9-H10-H11-H12-H13-H14-H15-H16

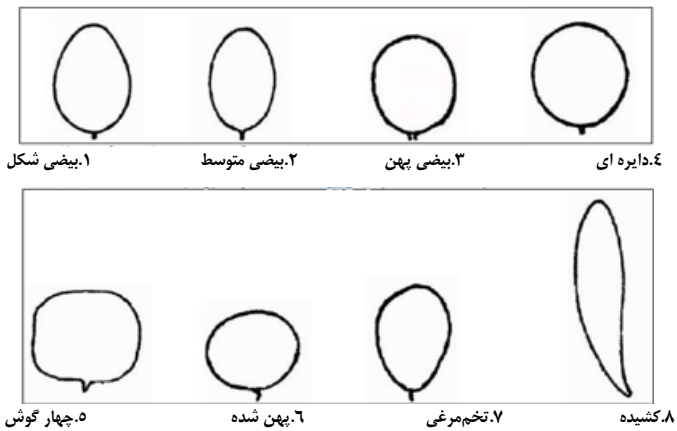
براساس دسته‌بندی و برچسب‌گذاری صفات در دستورالعمل اتحادیه بین‌المللی حفاظت از ارقام جدید گیاهی[1]، تعداد ۶۷ صفت مختلف بر مبنای ویژگی‌های مورفولوژیک و فنوتیپی ارزیابی شدند. روش ارزیابی این صفات به دو صورت اندازه‌گیری تعداد محدودی

از گیاهان[2] و ارزیابی چشمی– گروهی[3] انجام گرفت. این رویکرد به‌منظور تضمین دقت در سنجش صفات و تطبیق با دستورالعمل‌های استاندارد انجام شد (یوپوو، ۲۰۲۴). صفاتی که بررسی آن‌ها نیازمند دقت بالا و داده‌های کمّی بود به‌صورت مستقیم و از طریق ثبت داده‌ها با استفاده از ابزارهای مناسب روی تعداد محدودی از گیاهان اندازه‌گیری شدند. صفات طول هیپوکوتیل، طول لوب انتهایی، طول دمبرگ، طول دمگل، قطر دمگل، طول میوه، قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه، عرض گوشت در برش طولی، طول بذر، عرض بذر با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد و داده‌های زمان گل‌دهی نر، زمان گل‌دهی ماده و زمان رسیدن میوه به‌طور مستقیم در جدول‌های مربوطه ثبت شدند.

ارزیابی صفات چشمی–گروهی با مشاهده مستقیم و از طریق مقایسه با نمونه‌های مرجع انجام شد. هدف این روش ثبت دقیق ویژگی‌های ظاهری بود که با چشم قابل مشاهده بودند. این صفات عبارت بودند از اندازه لپه‌ها، شدت رنگ سبز لپه‌ها، اندازه برگ، شدت رنگ سبز برگ، توسعه لوب‌ها، چین‌خوردگی برگ، زاویه قرارگیری برگ، رنگ سبز پوست میوه جوان، شدت رنگ سبز پوست میوه جوان، اندازه نقاط پوست میوه جوان، تراکم نقاط پوست میوه جوان، رنگ پوست اولیه میوه جوان، یکنواختی رنگ اولیه پوست میوه جوان، یکنواختی رنگ عمومی پوست میوه جوان، وجود یا عدم وجود خطوط روی پوست میوه جوان، تغییر رنگ پوست از میوه جوان به میوه بالغ، رنگ عمومی پوست میوه، یکنواختی رنگ پوست میوه، اندازه نقاط روی پوست میوه، تراکم نقاط پوست میوه، شدت رنگ نقاط روی پوست میوه، شدت رنگ نقاط در لایه پوست، شدت وصله‌ها روی پوست میوه، اندازه وصله‌ها، شکل وصله‌ها، شدت چسبندگی دم میوه در زمان رسیدگی، شکل میوه، اندازه میوه، شکل زخم در محل پدونکل، اندازه زخم محل پدونکل، شیارهای روی پوست میوه، عرض شیارها، عمق شیارها، چروک سطح میوه، رنگ گوشت میوه، ضخامت گوشت میوه و میزان تشکیل مرزهای گوشت.

در این پژوهش برای مقایسه هفت صفت مهم (از مجموع ۶۷ صفت اندازه‌گیری‌شده) شامل شکل میوه (شکل ۱)، میزان سفت‌بودن دمگل، اندازه رد زخم مادگی، عمق شیار، تراکم چوب‌پنبه تشکیل شده، سفتی گوشت و شدت رنگ سبز گوشت میوه که براساس امتیازدهی رتبه‌بندی شده بودند از آزمون کروسکال–والیس استفاده شد. این آزمون به‌دلیل ناپارامتری‌بودن و توانایی آن در تحلیل داده‌های رتبه‌ای به‌ویژه در صفات کیفی، ابزار مناسبی برای بررسی تفاوت‌های معنی‌دار بین گروه‌ها محسوب می‌شود. ازآنجاکه بسیاری از صفات کیفی در محصولات کشاورزی با داده‌های رتبه‌ای و غیرکمّی همراه هستند، استفاده از این روش امکان تحلیل دقیق‌تر و علمی‌تری را فراهم می‌کند. این آزمون با مقایسه میانگین رتبه‌ای گروه‌های مختلف، مبنایی برای بررسی تأثیر تیمارها و انتخاب بهترین تیمار می‌باشد.

1. Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV)
2. Measurement of some individual plants or parts of plants (MS)
3. Visual assessment by a single observation of a group of plants or parts of plants (VG)



شکل ۱. انواع شکل میوه طالبی (برگرفته از UPOV)

هم‌چنین، شش صفت کمی شامل طول دمبرگ، طول بذر، عرض بذر، طول دمگل، قطر دمگل و طول لب انتهایی با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی موردارزیابی قرار گرفتند. این تحلیل به‌منظور بررسی ارتباط میان صفات مذکور و تعیین تأثیر هر یک از آن‌ها بر وضعیت ژنوتیپ‌ها و ارقام انجام شد. نتایج این تحلیل امکان درک بهتری از روابط بین صفات مختلف و شناسایی ویژگی‌های کلیدی مؤثر بر تنوع و تمایز ژنوتیپ‌ها را فراهم ساخت.

نتایج سایر صفات موردبررسی در آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری، با هدف ارزیابی دقیق‌تر و گروه‌بندی مناسب‌تر ارقام مختلف، از طریق روش تجزیه کلاستر تحلیل شدند. این روش امکان دسته‌بندی دقیق ژنوتیپ‌ها را فراهم کرده و به شناسایی ارقام والدینی، هیبریدهای جدید و ارقام شاهد، براساس شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود در صفات موردارزیابی، کمک می‌کند تا این گروه‌ها به‌طور دقیق‌تر موردمطالعه قرار گیرند.

۴. یافته‌های پژوهش

نتایج آزمون کروسکال والیس برای رتبه‌بندی صفات رتبه‌ای و غیرکمی موردمطالعه در جدول (۲) نشان داده شده است.

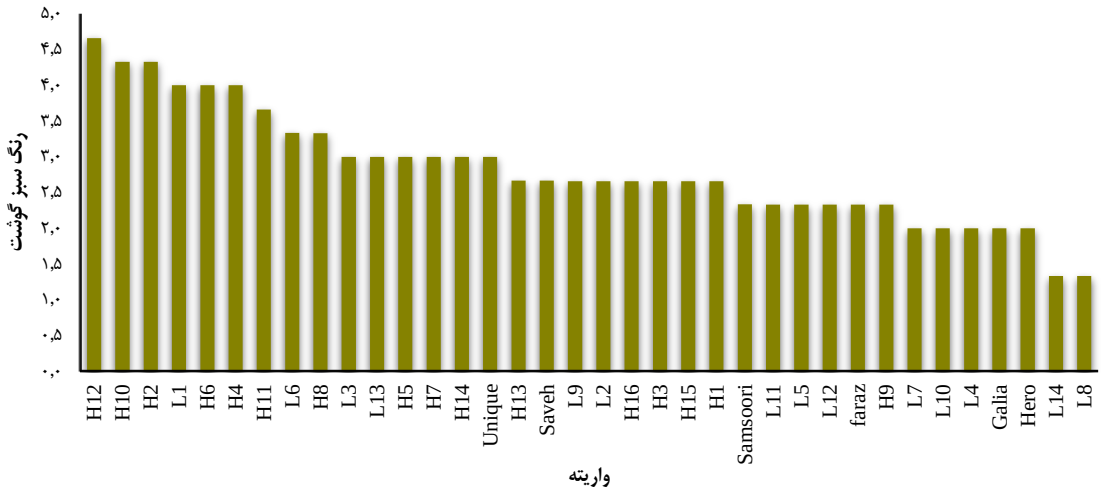
جدول ۲. آزمون کروسکال والیس برای بررسی تفاوت بین ارقام از نظر صفات رتبه‌ای

نام صفت	درجه آزادی	کای‌اسکوئر	احتمال
شکل میوه	۳۵	۱۰۵	<۰/۰۰۰۱
میزان سفتی اتصال میوه	۳۵	۹۶/۱۳	<۰/۰۰۰۱
اندازه رد زخم مادگی	۳۵	۹۹/۴۸	<۰/۰۰۰۱
عمق شیار	۳۵	۹۳/۲۰	<۰/۰۰۰۱
تراکم چوب‌پنبه سطحی	۳۵	۹۳/۹۳	<۰/۰۰۰۱
سفتی گوشت	۳۵	۷۲/۴۱	۰/۰۰۰۲
شدت رنگ سبز گوشت	۳۵	۸۵/۷۵	<۰/۰۰۰۱

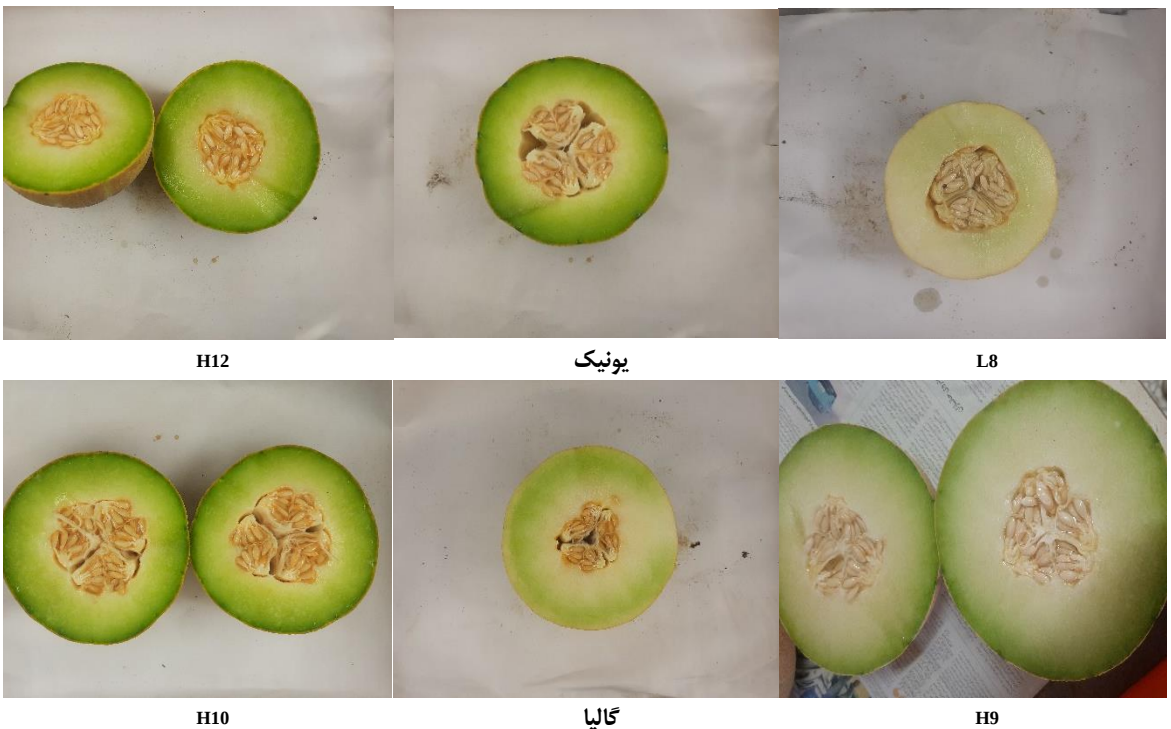
۴. ۱. رنگ سبز گوشت

در شکل (۲) نشان داه شده است که هیبریدهای H12 و H10 دارای سبزترین رنگ گوشت میوه هستند. هم‌چنین لاین‌های L8 و L14 نیز دارای کم‌ترین شدت رنگ در میان ژنوتیپ‌های موردبررسی بودند. هیبرید H9 به‌عنوان یک رقم

هیبرید با کم‌ترین شدت رنگ سبز گوشت میوه شناسایی شد. نتایج نشان داد که تفاوت میان تیمارها از نظر شدت رنگ سبز گوشت میوه از لحاظ آماری بسیار معنی‌دار بود که مقدار کای‌اسکوئر[1] بالا همراه با احتمال[2] بسیار پایین در جدول (۲) معنی‌دار بودن تفاوت‌ها را تأیید می‌کند.



شکل ۲. مقایسه شدت رنگ سبز گوشت میوه در ارقام و لاین‌های موردمطالعه طالبی

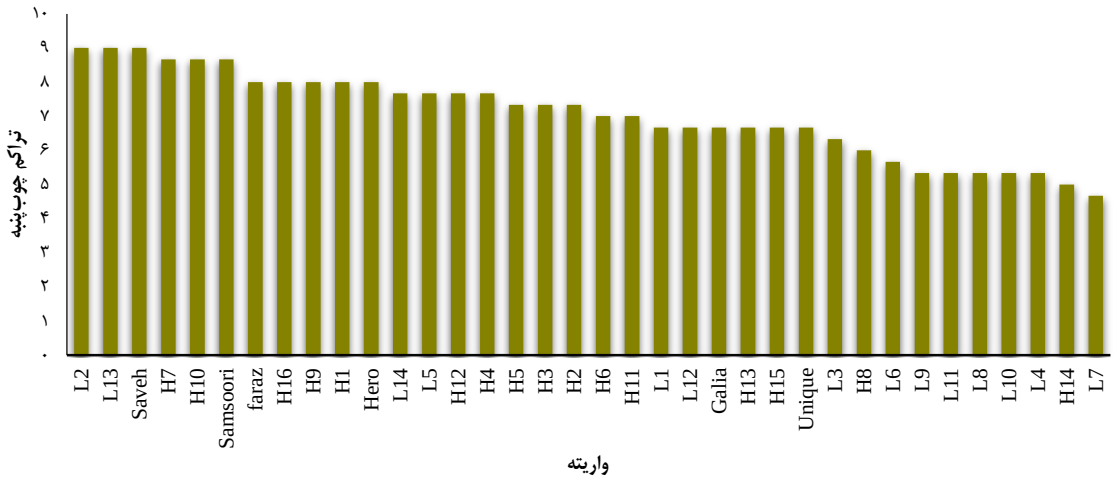


شکل ۳. مقایسه شدت رنگ سبز در برخی از لاین‌های والدین، ارقام هیبرید و شاهد طالبی

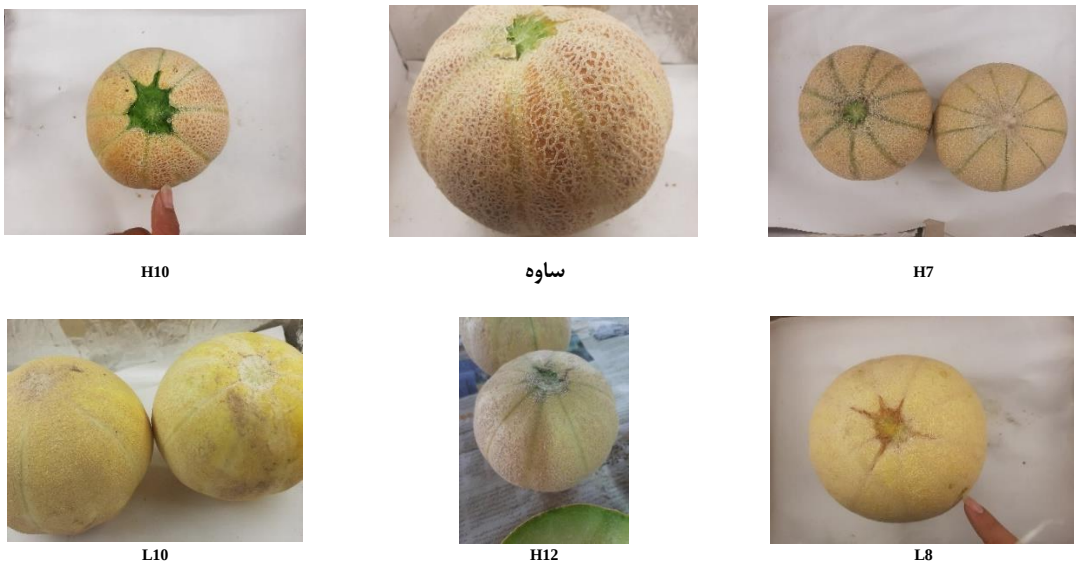
1. Chi-square
2. P value

۴. ۲. تراکم چوب‌پنبه سطح پوست

رقم ساوه و لاین‌های L2 و L13 دارای بیش‌ترین تراکم چوب بودند (شکل ۳)، درحالی‌که لاین‌های L7 و L4 کم‌ترین تراکم چوب را داشتند. لاین‌هایی مانند L14 و L1 و هیبرید H4 در دسته تراکم متوسط قرار گرفتند. از میان هیبریدها نیز هیبرید H7 و H10 بیش‌ترین تراکم چوب‌پنبه سطح پوست را داشت و هیبرید H12 دارای کم‌ترین تراکم است. نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد که تفاوت میان تیمارها از نظر تراکم چوب از لحاظ آماری بسیار معنی‌دار است و مقدار کای‌اسکوئر بالا همراه با احتمال بسیار پایین این تفاوت معنی‌دار را تأیید می‌کند. در شکل (۴) تصویر صفت تراکم چوب‌پنبه سطح پوست برخی از ژنوتیپ‌ها نشان داده شده است.



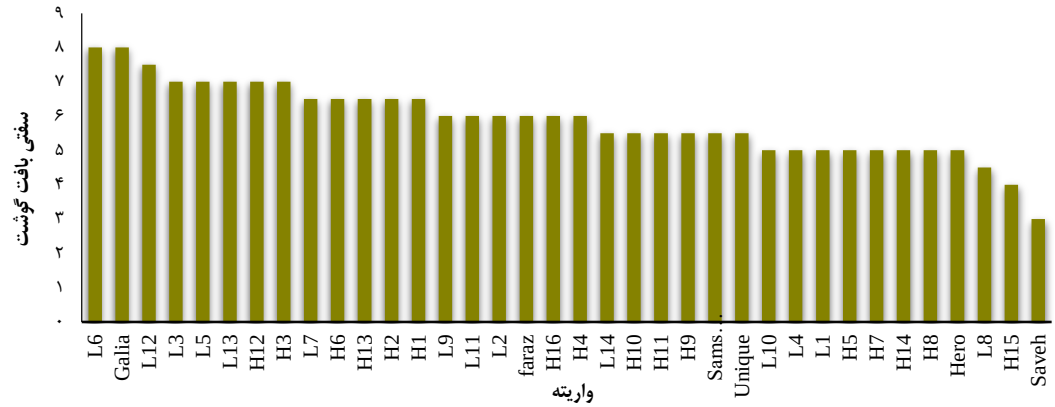
شکل ٤. نمودار ستونی تراکم چوب‌پنبه سطح پوس در ارقام و لاین‌های موردمطالعه طالبی



شکل ۵. مقایسه تراکم چوب‌پنبه سطح پوست در برخی از لاین‌های والدین، ارقام هیبرید و شاهد طالبی

۴. ۳. سفتی بافت گوشت

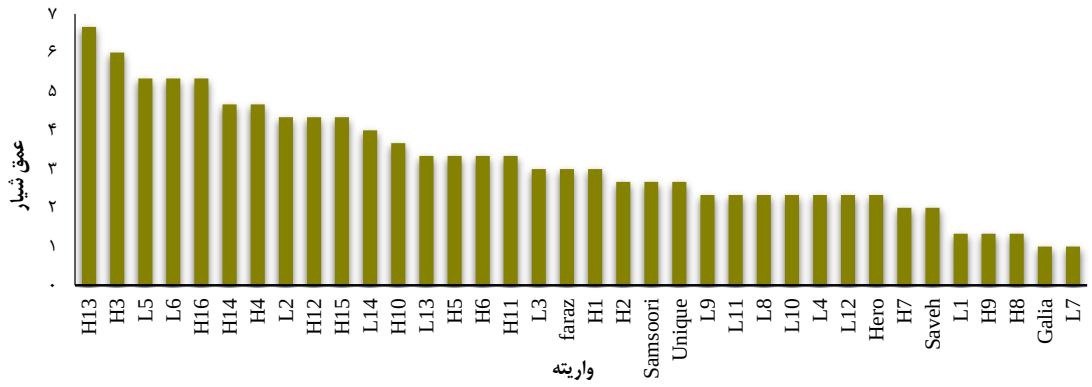
براساس داده‌های ارائه‌شده در شکل (۵) برای صفت سفتی گوشت میوه طالبی، رقم گالیا سفت‌ترین گوشت را داشت و در مقابل، رقم ساوه با کم‌ترین سفتی گوشت میوه نرم‌ترین ژنوتیپ بود. بین هیبریدهای موردبررسی، هیبرید H12 به‌عنوان هیبریدی با سفت‌ترین بافت گوشت شناسایی شد، درحالی‌که هیبرید H15 نرم‌ترین بافت گوشت را در بین هیبریدها داشت. هیبریدهایی مانند H2، H1، H3 و H12 در دسته ارقام با سفتی متوسط قرار گرفتند. آزمون کروسکال والیس نشان داد که تفاوت بین تیمارها از لحاظ سفتی گوشت میوه از نظر آماری بسیار معنی‌دار است، مقدار کای‌اسکوئر بالا و احتمال بسیار پایین این معنی‌دار بودن را تأیید می‌کند. در شکل (۶) تصاویر برخی از ژنوتیپ‌ها قابل مشاهده است.



شکل ٦. نمودار ستونی سفتی بافت گوشت در ارقام و لاین‌های موردمطالعه طالبی

۴. ۴. عمق شیار

براساس نمودار ارائه‌شده در شکل (۷)، هیبرید H13 عمیق‌ترین شیارها را داشت، درحالی‌که رقم گالیا فاقد هرگونه شیار عمیق بود که تصویر آن در شکل (۸) قابل مشاهده است. لاین L7 کم‌ترین میزان عمق شیار را در میان تمامی تیمارها نشان داد و در میان هیبریدها نیز هیبرید H8 و H9 کم‌ترین عمق شیار را داشتند. آزمون کروسکال والیس تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها را از لحاظ عمق شیار تأیید کرد، به‌طوری‌که براساس جدول (۲) مقدار کای‌اسکوئر بالا و احتمال بسیار پایین نشان‌دهنده اختلافات واقعی و معنی‌دار این صفت بین تیمارهای موردمطالعه بود.

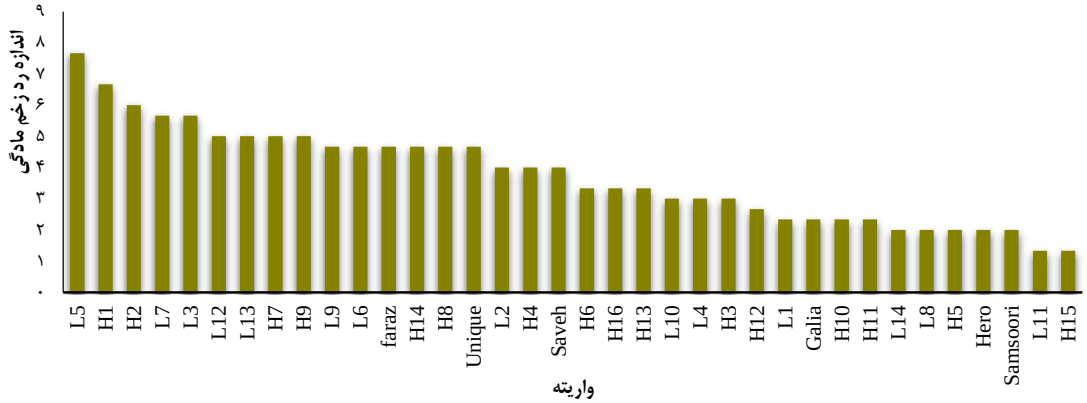


شکل ۷. نمودار ستونی عمق شیار در ارقام و لاین‌های موردمطالعه طالبی

شکل ۸. مقایسه عمق شیار در برخی از لاین‌های والدین، ارقام هیبرید و شاهد طالبی

۴. ۵. اندازه رد زخم مادگی

برای صفت اندازه رد زخم مادگی که از جنبه‌هایی مانند عمر انباری، ترک‌خوردگی انتهای میوه و بازارپسندی اهمیت دارد، ارزیابی‌ها (شکل ۹) نشان داد که لاین L5 و هیبرید H1 بزرگ‌ترین رد زخم مادگی را داشتند (شکل ۱۰)، در مقابل، لاین L11 و هیبرید H15 کوچک‌ترین رد زخم مادگی را نشان دادند (شکل‌های ۹ و ۱۰). نتایج آزمون کروسکال والیس در جدول (۲) نشان داد که بین تیمارها از نظر صفت اندازه رد زخم مادگی تفاوت معنی‌داری وجود دارد که این موضوع نشانگر اهمیت تنوع بین ارقام و لاین‌ها در بهبود ویژگی‌های کیفی محصول طالبی است.

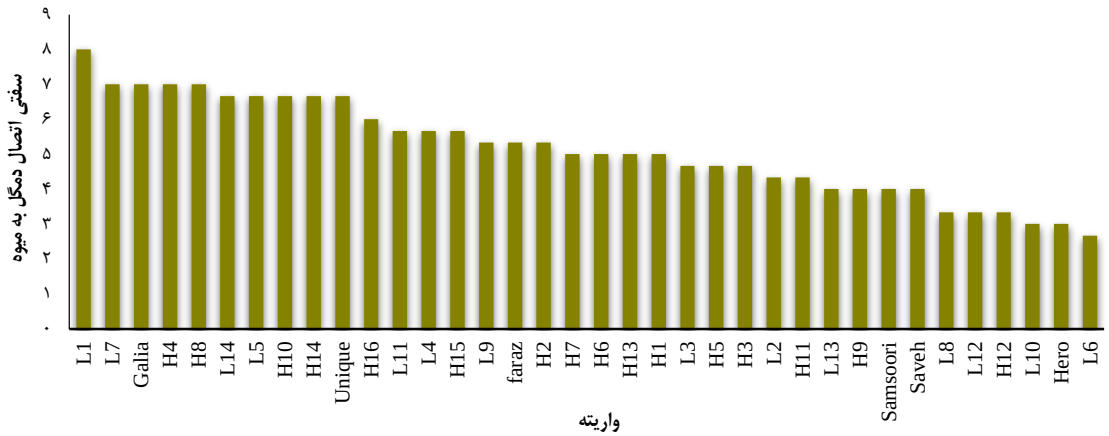


شکل ۹. نمودار ستونی اندازه رد زخم مادگی در ارقام و لاین‌های موردمطالعه طالبی

شکل ۱۰. مقایسه اندازه رد زخم مادگی در برخی از لاین‌های والدین و ارقام هیبرید

۴. ۵. اتصال دمگل به میوه

ویژگی اتصال دمگل به میوه که از نظر سهولت برداشت و تعیین زمان رسیدگی میوه اهمیت دارد، موردارزیابی قرار گرفت و نتایج ارزیابی نشان داد که از میان لاین‌های موردمطالعه لاین‌های L7 و L1 و از میان ارقام هیبرید بررسی شده هیبرید H4 دارای قوی‌ترین اتصال در این ناحیه بودند، درحالی‌که لاین L6 و رقم هیرو اتصال ضعیف‌تری داشتند که یک ویژگی مثبت محسوب می‌شود (شکل ۱۱). در میان هیبریدها نیز هیبرید H12 دارای ضعیف‌ترین اتصال بود که می‌تواند در سهولت فرایند برداشت و بهبود کیفیت محصول مؤثر باشد. در مورد این صفت نیز نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد که تفاوت بین تیمارها از لحاظ اتصال دمگل به میوه معنی‌دار بود، به‌طوری‌که مقدار کای‌اسکوئر بالا و احتمال بسیار پایین معنی‌داربودن این تفاوت را تأیید نمودند (جدول ۲).



شکل ۱۱. نمودار ستونی سفتی اتصال دمگل به میوه در ارقام و لاین‌های موردمطالعه طالبی

۴. ۶. شکل و فرم میوه

برای صفت شکل میوه نیز ارزیابی فرم و شکل ظاهری براساس دستورالعمل اتحادیه بین‌المللی حفاظت از ارقام جدید گیاهی (شکل ۱۱) انجام شد که نتایج آن در جدول (۳) نشان داده شده است. با توجه نتایج آزمون کروسکال والیس (جدول ۲) تفاوت مشاهده‌شده بین تیمارها از نظر صفت شکل و فرم میوه معنی‌دار بود.

جدول ۳. دسته‌بندی ارقام براساس فرم ظاهری

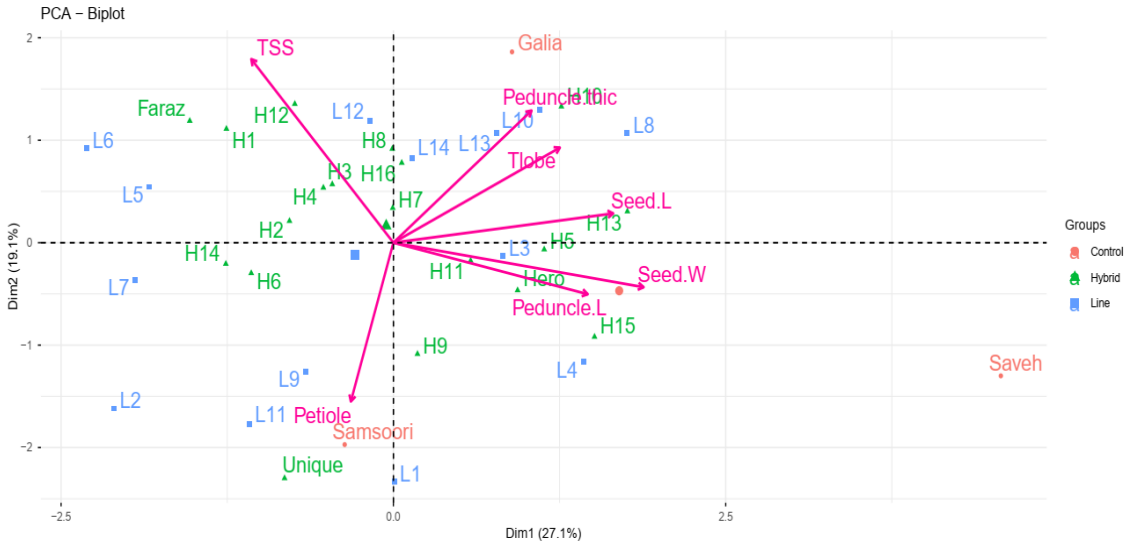
بیضی پهن (۳)	دایره ای(٤)	پهن شده (٦)
L8-گالیا-L1-L13	H4-H14-H11-H5 -L2-L14-L7-L9 سمسوری-هیرو- یونیک-فراز	-L6- L12-L5-L4-L10-L3-L11 -H1-H8- H9-H15-H2-H3-H13-H10-H9-H7-H12 ساوه

۴. ۷. تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات کمی

نمودار بای‌پلات[1] تحلیل مؤلفه‌های اصلی (شکل ۱۲) که گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف طالبی را شامل می‌شود، لاین‌های والدینی (مربع‌های آبی)، هیبریدها (مثلث‌های سبز) و ارقام شاهد (دایره‌های قرمز) را براساس صفات

1. Biplot

مورفولوژیکی نشان می‌دهد. محورهای ۱ و ۲ به‌ترتیب ۳۲/۵ درصد و ۲۲/۵ درصد واریانس کل داده‌ها را توضیح می‌دهند و فلش‌های صورتی‌رنگ نشان‌دهنده صفات کمّی ارزیابی شده شامل طول لوب انتهایی، قطر دمگل میوه، طول بذر، عرض بذر، طول دمگل میوه و طول دمبرگ هستند.



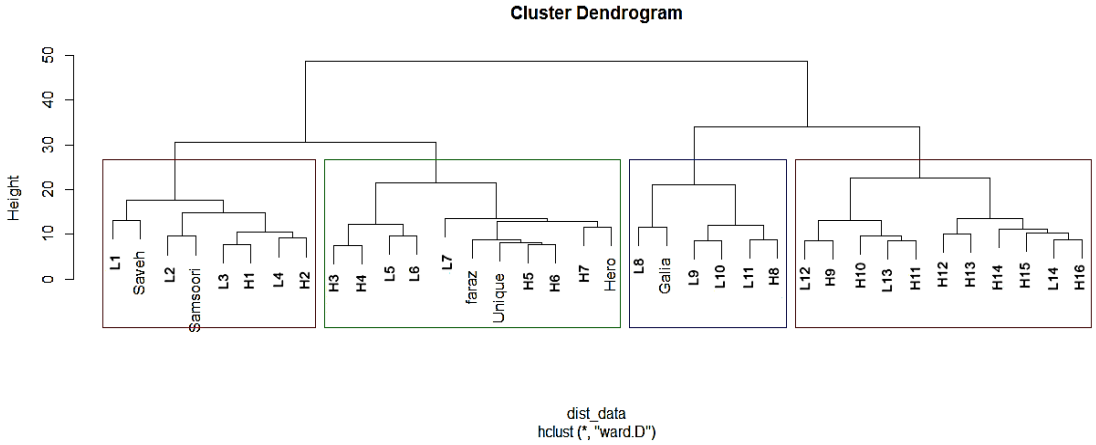
شکل ۱۲. تجزیه به مولفه‌های اصلی براساس صفات کمی

براساس نمودار، رقم هیبرید فراز به‌همراه هیبریدهای H1 و H12 ولاین L6 بالاترین بریکس میوه را دارا بودند و رقم بومی ساوه کم‌ترین درصد بریکس را به خود اختصاص داد. رقم ساوه و هیبریدهای H13 و H15 از نظر طول و عرض بذر و هم‌چنین طول دمگل، بیش‌ترین مقدار را داشتند. لاین L8 و هیبرید H10 دارای بیش‌ترین توسعه‌یافتگی برگ و طول لوب بودند. هم‌چنین، رقم یونیک بیش‌ترین طول دمبرگ را در بین تمامی ژنوتیپ‌ها داشت. این نتایج بیانگر تنوع مورفولوژیکی قابل‌توجه میان ژنوتیپ‌های بررسی‌شده بوده و نشان می‌دهد که ویژگی‌های ذکرشده می‌توانند به‌عنوان معیاری برای انتخاب مورداستفاده قرار گیرند.

۴. ۸. تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها

نتایج تجزیه کلاستر با استفاده از روش وارد[1] بر روی داده‌های تمامی صفات آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری نشان می‌دهد که واریته‌های موردبررسی براساس صفات مورفولوژیک به چهار گروه اصلی تقسیم می‌شوند. این گروه‌بندی ساختار مناسبی از روابط بین واریته‌ها براساس شباهت‌هایشان در صفات ارزیابی‌شده را ارائه می‌دهد و به‌عبارت دیگر افرادی که در یک گروه قرار می‌گیرند، دارای کم‌ترین واریانس درون‌گروهی با درنظرگرفتن مجموع صفات هستند. بدین‌ترتیب با قرارگرفتن خط برش در محدوده فاصله اقلیدوسی ۲۸ ژنوتیپ‌ها در چهار گروه مشخص قرار گرفتند.

1. Ward's D



شکل ۱۳. تجزیه کلاستر ژنوتیپ ها براساس داده های آزمون DUS با استفاده از روش وارد

خوشه اول (رنگ صورتی) شامل نمونه‌هایی از جمله رقم ساوه و سمسوری و چندین لاین (L1 تا L4) و هیبرید (H1 و H2) است. نزدیکی این نمونه‌ها نشان‌دهنده شباهت بالای ژنتیکی یا فنوتیپی بین آن‌هاست که به ویژگی‌های مشابه در صفات کیفی مرتبط است. خوشه دوم (سبز) شامل ارقام شاهدی مانند فراز، یونیک و هیرو و چندین لاین و رقم هیبرید (H3 تا H7) است. این گروه نمایانگر تنوع نسبی بیش‌تری نسبت به خوشه اول است، اما همچنان نشان‌دهنده ارتباط نزدیک در برخی صفات کیفی است. خوشه سوم (آبی) شامل رقم شاهد گالیا و چند لاین (L8 تا L11) به‌همراه هیبرید H8است. فاصله نسبی این گروه با گروه‌های دیگر نشان‌دهنده ویژگی‌های متفاوت‌تر در مقایسه با خوشه‌های بالا است که ممکن است ناشی از ویژگی‌های کیفی خاصی مانند تراکم چوب‌پنبه سطحی یا شکل میوه باشد. خوشه چهارم (رنگ قرمز) شامل لاین‌ها (L12 تا L16) و برخی ارقام هیبرید (H9 تا H16) است. فاصله کم نمونه‌های این خوشه از یکدیگر، نشان‌دهنده شباهت ژنتیکی بالا در آن‌ها است.

۵. بحث

براساس نمودار تحلیل مؤلفه‌های اصلی، با توجه به جهت و اندازه صفات ارزیابی‌شده، همبستگی نسبتاً قوی میان صفات طول بذر، عرض بذر و طول دمگل مشاهده شد. این ارتباط نشان‌دهنده اثرگذاری متقابل این صفات بر یکدیگر است. از سوی دیگر، همبستگی منفی قوی میان صفات قطر دمگل و طول دمبرگ شناسایی شد که نشان‌دهنده رابطه معکوس میان این دو صفت در ارقام موردبررسی است. این نتایج به درک بهتر ارتباطات میان صفات مختلف و نقش آن‌ها در تمایز و ارزیابی ژنوتیپ‌ها کمک می‌کند. در مطالعه‌ای مشخص شد که در طالبی، همبستگی میان صفاتی مانند طول میوه، قطر میوه و شکل میوه نشان‌دهنده ارتباط ژنتیکی قوی این ویژگی‌ها است. نتایج مطالعات ایشان نشان داد که فاصله ژنتیکی مبتنی بر نشانگرهای مولکولی در والدین، می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای پیش‌بینی صفات هیبریدها استفاده شود (آبادیا[1] و همکاران، ۱۹۸۵).

هم‌چنین، براساس مشاهدات پژوهش حاضر و براساس تجزیه کلاستر ارائه‌شده در شکل (۱۵)، حضور ارقام هیبرید H13، H10، H11 و H15 همراه با لاین L14 که یکی از والدین آن‌هاست در یک گروه، نشان‌دهنده تأثیر والد L14 بر صفات این هیبریدهاست. حضور هیبرید H9 با والد L12 در یک گروه نیز نشان‌دهنده تأثیر مستقیم والد L12 بر

1. Abadia

ویژگی‌های H9 است. قرارگیری H14 در گروه چهارم درحالی‌که هر دو والد L6 و L11 آن در گروه دوم هستند، نشان می‌دهد که اثرات متقابل ژن‌ها در تعیین جایگاه این هیبرید نقش داشته‌اند و فنوتیپ H14 تحت تأثیر هر دو والد قرار گرفته است و ممکن است اثرات اپیستازی[1] باعث بروز ویژگی‌هایی شده باشد که در هیچ یک از والدین به تنهایی دیده نمی‌شود. تحلیل دقیق‌تر ارتباط هیبریدها با والدین‌شان می‌دهد که در بسیاری از موارد، هیبریدها با یکی از والدین خود در یک گروه قرار می‌گیرند. اگرچه از داده‌های فنوتیپی نمی‌توان به‌طور قاطع در استنباط‌های ژنتیکی استفاده نمود، ولی این موضوع نشان می‌دهد که آن والد تأثیر زیادی بر فنوتیپ هیبرید داشته و احتمالاً ژن‌های مرتبط با صفات موردبررسی از آن والد به هیبرید منتقل شده‌اند. در مطالعه‌ای که به‌منظور برآورد ترکیب‌پذیری عملکرد و اجزای آن با استفاده از تجزیه دی‌آلل در ارقام طالبی ایرانی انجام گردید، نشان داده شد که اثرات افزایشی در کنترل صفاتی مانند طول میوه، عرض میوه و ضخامت گوشت مهم‌تر هستند، درحالی‌که اثرات غیرافزایشی در کنترل صفاتی مانند تعداد میوه، وزن میوه و عملکرد نقش بیش‌تری دارند و انتظار می‌رود تأثیرپذیری ژنتیکی متفاوت این صفات باعث ایجاد تفاوت‌های فنوتیپی و گروه‌بندی‌های جدا از هم والدین و هیبریدها شود (اکرمی و همکاران، ۱۳۹۲).

در مطالعه دیگری نیز بیان شد که اثرات افزایشی ژن‌های فردی معمولاً برای اکثر صفات نسبت به اثرات غالبیت اهمیت بیش‌تری دارند. با این‌حال، صفاتی مانند طول میوه و روز تا گل‌دهی بیش‌تر تحت تأثیر اثرات غالبیت قرار گرفتند (آفول[2] و همکاران، ۲۰۲۰). این امر نیز می‌تواند تا حدی گروه‌بندی‌های متفاوت میان هیبریدها و والدین را توضیح دهد و در برنامه‌های اصلاح نژاد برای پیش‌بینی صفات هیبریدهای آینده مفید باشد. با وجود تلاش برای بهینه‌سازی خوشه‌بندی با روش واردز، خطای احتمالی در تحلیل خوشه‌بندی نیز نمی‌تواند به‌طور کامل رد شود. در نهایت، حضور هیبریدهایی با یک والد مشترک در گروه‌های متفاوت نشان می‌دهد ترکیب ژنتیکی دو والد و نه صرفاً یکی از آن‌ها فنوتیپ نهایی هیبرید را تعیین می‌کند.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این پژوهش نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی قابل‌توجه در میان هیبریدها و لاین‌های والدی طالبی است که می‌تواند به‌طور مؤثری در برنامه‌های به‌نژادی برای بهبود ویژگی‌های کیفی این محصول استفاده شود. تفاوت‌های معنی‌دار در صفات مختلف نظیر شکل میوه، سفتی دمگل و تراکم شبکه چوب‌پنبه روی پوست، اهمیت انتخاب والدین با ویژگی‌های مطلوب برای تولید هیبریدهای باکیفیت‌تر را به وضوح نمایان می‌سازد. تحلیل خوشه‌بندی نیز نشان داد که تأثیر والدین بر ویژگی‌های کیفی هیبریدها متفاوت است، به‌طوری‌که در برخی هیبریدها یکی از والدین نقش غالب دارد و در موارد دیگر اثرات متقابل ژن‌ها در تعیین فنوتیپ هیبرید مؤثرتر است. علاوه بر این، وجود چند هیبرید با والد مشترک در یک گروه (مانند هیبریدهای دارای والد L14 در گروه چهارم) نشان‌دهنده اهمیت این والد در تعیین صفات مشترک بین آن هیبریدهاست. در برخی موارد، رقم هیبرید (مانند رقم H14) با هیچ یک از والدین خود در یک گروه قرار نگرفت که این موضوع می‌تواند ناشی از تأثیر برابر هر دو والد بر صفات هیبرید و ایجاد فنوتیپی متمایز باشد. با تحلیل کلی صفات کمّی و کیفی می‌توان لاین‌های L206، L408 و L414 را به‌عنوان برترین لاین‌ها در برنامه اصلاح نژاد جاری و هیبریدهای H148، H164 و H167 را به‌عنوان هیبریدهای برگزیده معرفی نمود که درصورت موفقیت در آزمون‌های پایداری و سازگاری می‌توانند به‌عنوان رقم‌های تجاری معرفی گردند.

1. Epistasis
2. Afful

۷. تشکر و قدردانی

از مسئولین مزرعه و مرکز تحقیقات علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به‌خاطر فراهم‌نمودن شرایط آزمایشگاهی این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۹. منابع

اکرمی، محمود؛ دهقانی، حمید؛ جلالی جواران، مختار و محمدی، رسول. (۱۳۹۲). برآورد ترکیب‌پذیری عملکرد و اجزای آن با استفاده از تجزیه دی‌آلل در ارقام طالبی ایرانی. *علوم باغبانی ایران*، ۴۴ (۳)، ۲۸۶-۲۵۷.

References

Abadia, J., Gomez-Guillamon, M. L., Cuartero, J., & Nuez, F. (1985). Inheritance mode of melon fruit characters. *Cucur Genet Coop Rep*, *8*, 34-35.

Adiredjo, A. L., Roviq, M., Ardiarini, N. R., & Leorentina, A. B. (2024). Performance of melon (*Cucumis melo* L.).) hybrids across diverse environmental conditions. *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*, *56*(1), 211-223.

Afful, N. T., Nyadanu, D., Akromah, R., Amoatey, H. M., Oduro, V., & Annor, C. (2020). Gene effect and heritability of yield and its components in eggplant. *African Crop Science Journal*, *28*(2), 227-239.

Akrami, M., Dehghani, H., Jalali Jowaran, M., & Mohammadi, R. (2013). Estimation of combining ability for yield and its components using diallel analysis in Iranian melon (*Cucumis melo*) cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *44*(3), 257-286. (In Persian).

Avdikos, I. D., Nteve, G. M., Apostolopoulou, A., Tagiakas, R., Mylonas, I., Xynias, I. N., Papathanasiou, F., Kalaitzis, P., & Mavromatis, A. G. (2021). Analysis of re-heterosis for yield and fruit quality in restructured hybrids, generated from crossings among tomato recombinant lines. *Agronomy*, *11*(5).

Choudhary, B. R., Pandey, S., Rao, E. S., & Sharma, S. (2015). DUS characterization of muskmelon (*Cucumis melo*) varieties. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, *85*(12), 1597–1601.

FAO. (2022). FAOSTAT production crops. http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor.

Kesh, H., & Kaushik, P. (2021). Advances in melon (*Cucumis melo* L.) breeding: An update. *Scientia Horticulturae*, *282*, 110045.

Napolitano, M., Terzaroli, N., Kashyap, S., Russi, L., Jones-Evans, E., & Albertini, E. (2020). Exploring heterosis in melon (*Cucumis melo* L.). *Plants*, *9*(2).

Ter Steeg, E. M., Struik, P. C., Visser, R. G., & Lindhout, P. (2022). Crucial factors for the feasibility of commercial hybrid breeding in food crops. *Nature Plants*, *8*(5), 463-473.

UPOV. (2024). *International union for The protection of new varieties of plants geneva*. www.upov.int