

ارزیابی تنوع فنوتیپی ارقام هیبرید تجاری ملون (*Cucumis melo* L.) به منظور شناسایی رقم و بهبود ژنتیکی

Phenotypic Variation Evaluation in Commercial Hybrid Melon (*Cucumis melo* L.) Cultivars for Varietal Identification and Genetic Enhancement

سعید امینی*

۱. عضو هیئت علمی و استادیار معاونت شناسایی و ثبت ارقام گیاهی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۱ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2026.372474.1720

چکیده

امینی، س.، . ارزیابی تنوع فنوتیپی ارقام هیبرید تجاری ملون (*Cucumis melo* L.) به منظور شناسایی رقم و بهبود ژنتیکی .
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۷- شماره ۳- پاییز ۱۴۴۰ پائیز ۱۴۰۳ صفحه: ۴۰-۱۴

خربزه (*Cucumis melo* L.) گونه‌ای از خانواده *Cucurbitaceae* و یک محصول سبزی و صیفی مهم از نظر تنوع صفات مورفولوژیک و زراعی است. ارزیابی تمایز، یکنواختی و پایداری پیش از آزاد سازی ارقام جدید برای اطمینان از حفاظت از حقوق مالکیت فکری انجام می‌شود. همچنین استفاده از این ارزیابی در شناسایی دقیق تنوع ژنتیکی به منظور افزایش کارایی به‌نژادی گیاهی و بهینه‌سازی گزینش صفات ضروری است. در این پژوهش ۴۲ رقم خربزه با استفاده از ۱۸ صفت مورفولوژیک کیفی و شبه کیفی و شش صفت کمی میوه ارزیابی شد. تنوع فراوانی در شکل میوه (از جمله طول، رنگ، سطح، لکه، پیچ، شیار و گوشت میوه) و همچنین صفات مورفولوژی بذر مانند رنگ و شکل مشاهده شد، که امکان تعیین تمایز کارای ارقام را فراهم می‌کند. صفات محل قرار گیری حداکثر قطر میوه و وجود خار میوه در بین ارقام ارزیابی شده متمایز نبودند. تجزیه واریانس مرکب در طی دو سال، با طبقه‌بندی ارقام بر اساس هر یک از صفات کمی منجر به مشخص‌تر شدن تفاوت بین ارقام می‌شود. در صفات کمی، بالاترین همبستگی مثبت بین صفات طول میوه با نسبت طول به عرض میوه ($r=0.86$) وجود داشت و بالاترین همبستگی منفی بین صفات ضخامت گوشت میوه و طول بذر ($r=-0.43$) وجود داشت. بر اساس مدل ارزیابی چند بعدی M-TOPSIS برای صفات اقتصادی میوه پنج رقم برتر به ترتیب رقم‌های Pooya (0/696)، Sivano (0/581)، Derak (0/575)، Sakura (0/511) و Karoun (0/504) بودند. این یافته‌ها دیدگاه جامعتری برای گزینش ارقام متمایز و مناسب برای کاشت و بهبود برنامه‌های به‌نژادی این گیاه با استفاده از اطلاعات رتبه‌بندی ارقام پیشنهاد می‌کند.

واژه های کلیدی: فنوتیپ‌سنجی، UPOV، تجزیه واریانس، همبستگی پیرسون، TOPSIS تغییر یافته.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: s.amini@areeo.ac.ir

مقدمه

خریزه با نام علمی (*Cucumis melo* L.) در میان محصولات سبزی و صیفی، تنوع مورفولوژیکی زیادی در صفات رنگ، شکل، طعم، اندازه و بافت دارد (Manohar & Murthy, 2012). وجود این تنوع فنوتیپی منجر به سازش این محصول گیاهی با اقلیم‌های متنوع کشت و همچنین ایجاد ظرفیت گزینش فراوان بر اساس ارزش این محصول در بازار و سلیقه مصرف‌کننده می‌شود (Walters *et al.*, 2021). تنوع بسیار فراوان ارقام تجاری خربزه و ملون در ایران با تنوع سلیقه مصرف‌کننده برای ظاهر میوه، عطر و شیرینی آن تناسب دارد (Huda & Suwarno, 2023; Mahananto *et al.*, 2023). بدلیل فراوانی کشت و تولید تجاری این محصول، شناسنامه فنوتیپی ارقام این گیاه نیز به‌طور پیوسته در حال تکمیل است. ارزیابی مورفولوژیک میوه این گیاه به‌منظور شناسایی ارقام دارای صفات برتر، بهبود برنامه کشت و تولید و همچنین هدایت استراتژی‌های به‌زراعی و به‌نژادی ضروری است (Omari *et al.*, 2018). شاخص‌های فنوتیپی کلیدی مانند شکل، اندازه، رنگ و سایر صفات‌های سطحی و داخلی میوه علاوه بر ایجاد تنوع مورفولوژیک و ژنتیکی (Farcuh *et al.*, 2020; Barbosa *et al.*, 2023)، بر امکان حمل و نقل، نگهداری پس از برداشت میوه در سردخانه و همچنین سلیقه مصرف‌کننده نیز موثرند (Wang *et al.*, 2024).

بنابراین تعیین شناسنامه مورفولوژیک این گیاه در تعیین الگوی تنوع ارقام، شناسایی صفات منحصربه‌فرد قابل بروز در شرایط اختصاصی

محیطی، گروه‌بندی ارقام بر اساس تشابه صفات و شناسایی صفات با ارزش تجاری بالا و همچنین صفات برتر از نظر سلیقه مصرف‌کننده موثر است (Andrade *et al.*, 2019). علاوه بر این شناسنامه مورفولوژیک ارقام برای حفظ منابع ژنتیکی و توسعه تولید پایدار ارقام ملون و خربزه در شرایط مناطق مختلف اقلیمی کشور ضروری است.

در کشور هندوستان ۸۰ رقم ملون تیپ Mangalore بر اساس تحلیل‌های آماری (از جمله ANOVA و تحلیل مولفه‌های اصلی و کلاستر) ۲۱ صفت کمی و ۲۰ صفت کیفی گروه‌بندی شدند تا برنامه به‌نژادی کیفیت میوه و افزایش سازگاری ارقام ملون بطور موثرتری اجرا شوند (Shet *et al.*, 2025). همچنین ۲۴ رقم ملون تجاری کشور اندونزی بر طبق دستورالعمل تغییر یافته UPOV برای این گیاه برای چهار صفت کیفی و ۱۴ صفت کمی (شکل و اندازه صفات پوست و گوشت میوه و محتوی قند میوه و همچنین ظاهر بذر) با روش‌های آماری گروه‌بندی شد. بر اساس یافته‌های این پژوهش، چارچوب فنوتیپی و صفات شاخص مورفولوژیک برای گروه‌بندی ارقام این گیاه مشخص شد (Herwibawa *et al.*, 2026).

پس از افتتاح موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال (SPCRI^۱) به آدرس تارنمای (<https://www.spcrri.ir>) در سال ۱۳۸۴ در ایران، پژوهش و ارزیابی بر روی تنوع مورفولوژیک ارقام تجاری خربزه بر اساس دستورالعمل آزمون

۱. Seed and Plant Certification and Registration Institute

تیپ (DUS)^۱ تهیه شده توسط اتحادیه بین المللی UPOV^۲ برای شناسایی و تجاری سازی ارقام انجام می شود. شناسایی این تنوع برای هدایت تلاش های آتی به نژادی و حفاظت از منابع ژنتیکی ضروری است.

تلاش های به نژادی برای تهیه محصولات صیفی منجر به پیوستگی نزدیک خانوادگی و منشا محدود ژنتیکی ارقام شده است. موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال نیز در یک دهه اخیر بیش از دو هزار رقم جدید صیفی که پیوستگی نزدیکی با یکدیگر دارند را برای ثبت یا تجاری سازی دریافت کرده که به دلیل تشابه صفات مورفولوژیک این ارقام، اجرای آزمون تیپ را برای کارشناسان دشوار کرده است. با توجه به تشابه صفات مورفولوژیک ارقام به منظور تشویق به نژادگران به نوآوری، باید فرایندها و سامانه های ثبت ارقام گیاهی به روز شود تا حمایت موثرتری از حقوق مالکیت معنوی ارقام گیاهی انجام شود.

معادل فارسی اصطلاح DUS، واژه تیپ است که از سر واژگان، کلمات تمایز، یکنواختی و پایداری ایجاد شده است. این آزمون ها پس از کاشت ارقام در مزرعه با روش های مناسب و مطابق با استانداردها، مجموعه ای از صفات را برای تمایز، یکنواختی و پایداری ارقام ارزیابی می کند (Mallikarjuna et al., 2024).

بر اساس دستورالعمل UPOV TG/104/5 برای شناسایی تمایز ارقام خربزه که در سال ۲۰۲۴ آخرین نسخه آن در تارنمای اتحادیه

UPOV به آدرس <https://www.upov.int> به روز رسانی شده است. صفات مورفولوژیک در اندام های مختلف این گیاه که بر اساس تجربه کارشناسان این گیاه حداکثر قابلیت شناسایی تمایز مابین ارقام را دارند، به همراه حالت بیان هر یک از آنها مشخص شده است. با توجه به محدودیت امکانات موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، برخی از این صفات که قابلیت ارزیابی با ابزارهای مدرج مانند خط کش و کولیس را دارند و همچنین صفات کیفی مانند رنگ، شکل و تفاوت های ظاهری از جمله شبکه فیبری، چین خوردگی، شیار، خار، پیچ و لکه بر روی میوه که با چشم غیر مسلح به دقت می توان آنها را ارزیابی کرد، در این موسسه برای شناسایی تمایز ارقام ارزیابی می شوند و به تازگی تلاش های موثر و در حال تکمیل برای ارزیابی دقیق تر صفاتی مانند شدت رنگ و الگوی شکل هر یک از ظواهر اندام های مختلف مانند میوه نارس و رسیده توسط ابزارهای دقیقی مانند رنگ سنج دیجیتال و صفات مرتبط با میزان مقاومت گیاه به بیماری های ویروسی و قارچی مانند فوزاریوم اکسیسپروم توسط پژوهشگران این موسسه در حال انجام است.

الگوریتم TOPSIS^۳ به عنوان ابزار تصمیم گیری چند معیاره برای ارزیابی شایستگی مجموعه ای از راه حل های جایگزین بکار می رود (Abootalebi et al., 2022). این الگوریتم مدل سازی راه حل بهینه را بر اساس نزدیکی نسبی راه حل های جایگزین به راه حل های ایده آل و منفی تعیین می کند. با استفاده

۳. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

۱. Distinctness, Uniformity and Stability

۲. International Union for the Protection of New Varieties of Plants

تحلیل مرکب در زمان، همبستگی و رتبه‌بندی^۲ M-TOPSIS صفات کمی میوه نیز برای طبقه‌بندی تکمیلی ارقام انجام خواهد شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

به منظور بررسی تمایز ارقام خربزه از طریق اجرای آزمون تیپ (DUS^۳)، بذر ۴۲ رقم ملون به موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال تحویل داده شد. در جدول ۱ فهرست این ارقام ارائه شده است. به منظور اطمینان از جوانه‌زنی و استقرار یکنواخت گیاهچه، این بذور در سینی پلاستیکی در محیط کوکویت در شرایط گلخانه کشت شدند و پس از دو هفته گیاهچه‌ها به مزرعه پژوهشی این موسسه در کرج (35° 48' 29,5" N, 50° 58' 18" E) با ۱۳۵۰ متر ارتفاع از سطح دریا انتقال یافت. پس از عملیات تهیه زمین جهت کشت شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد ردیف‌های کشت، آزمایش در مزرعه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD^۴) با دو تکرار در سال‌های ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴ (اردیبهشت تا مرداد) اجرا شد. هر رقم در کرتی به طول ده متر و با فاصله سه متر بین دو کرت (رقم) و فاصله بین بوته یک متر در هر کرت کشت شد. بافت خاک مزرعه موسسه بافت لومی با ۷/۸۸ pH، حاوی ۱/۰۵٪ مواد آلی، ۱۱٪ نیتروژن، ۱۱ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر و ۲۸۳/۲ میلی گرم در کیلوگرم پتاسیم است.

از الگوریتم TOPSIS می‌توان راه‌حل‌های جایگزین مختلف را به سرعت و با دقت ارزیابی کرد. بر این اساس، این الگوریتم به طور گسترده در حوزه‌های مختلف تصمیم‌گیری بکار گرفته می‌شود (Lamrini et al., 2023).

Bagherzadeh & Gholizadeh, (2016)

از روش TOPSIS برای بررسی تناسب کیفی روش‌های مختلف آبیاری گندم در چارچوب سازمان خواربار و کشاورزی استفاده کردند. (Nayak & Datta, 2022) از روش TOPSIS برای انتخاب مناسب‌ترین روش استفاده از پوسته برنج در تولید انرژی استفاده کردند. (Zheng et al., 2022) از این الگوریتم برای ارزیابی تأثیر اسید هیومیک بر عملکرد برنج در روش‌های مختلف آبیاری استفاده کردند. (Yu et al., 2024) از نتایج ارزیابی صفات فنوتیپی آزمون تیپ و الگوریتم امتیازدهی TOPSIS به منظور انتخاب منابع ژرم پلاسما برتر برای به‌نژادی و بهبود صفات ارزن ایتالیایی^۱ استفاده کردند. بدیهی است استفاده از روش TOPSIS برای رتبه‌بندی صفات کمی و انتخاب راهبردهای مناسب برای فعالیت‌ها در بخش کشاورزی و به خصوص در حوزه به‌نژادی بسیار ارزشمند است.

هدف از این پژوهش بررسی تمایز ۴۲ رقم جدید ملون و همچنین تهیه اطلاعات به منظور هدایت برنامه‌ریزی به‌نژادی تهیه بذر ارقام ملون با ارزیابی تنوع فنوتیپی صفات کمی و کیفی اندام‌های مختلف این گیاه است. تجزیه و

۲. Ranking

۳. Distinctness, Uniformity, Stability

۴. Randomized Complete Block Design

۱. Foxtail millet L.

آزمون تیپ ارقام خربزه

شش صفت کمی در میوه نارس و میوه رسیده و بذر تازه و ۱۸ صفت کیفی و شبه کیفی در بوته، میوه (نارس و رسیده) و بذر تازه بر اساس صفات موجود در دستورالعمل بین المللی آزمون تیپ در خربزه (TG/104/5-2019)، برای شناسایی تفاوت های ریخت شناختی در ارقام ملون اندازه گیری شد. صفات کمی اندازه گیری شده در میوه شامل طول میوه، عرض میوه، نسبت طول به عرض میوه، ضخامت گوشت میوه، طول دانه و عرض دانه است. همچنین صفات کیفی و شبه کیفی شامل جنسیت گل آذین، رنگ پوست میوه نارس، محل قرار گرفتن حداکثر قطر میوه، شکل مقطع عرضی میوه، رنگ پوست میوه رسیده، وجود لکه بر روی میوه، رنگ لکه روی میوه، وجود Patch بر روی میوه، وجود خار بر روی میوه، شکل انتهای ساقه میوه، شکل نوک میوه، وجود شیار بر روی میوه، رنگ شیار روی میوه، وجود چین خوردگی بر روی میوه، وجود شبکه لیگنینی بر روی میوه، رنگ گوشت میوه، شکل بذر و رنگ بذر است.

برای یادداشت اطلاعات حالت بروز صفات کیفی و شبه کیفی، از روش های مشاهده جمعیت (VG)^۱، اندازه گیری جمعیت (MG)^۲ و اندازه گیری تک تک (MS)^۳ استفاده شد. صفات مشاهده شده از طریق روش های VG و MG برای هر کرت به عنوان واحدهای مشاهده، یادداشت شد و هر رقم برای ایجاد یک کد (صفت VG)

یا یک مقدار (صفت MG) بررسی شد. بر طبق دستورالعمل بین المللی UPOV، ارزیابی صفات کیفی از طریق بازرسی چشمی در سال اول انجام و در سال دوم نیز مجدداً بررسی شد و از نتایج سال دوم برای تحلیل استفاده شد. صفات کیفی بر روی بیست گیاه برای هر رقم انجام شد و شکل غالب هر صفت کیفی در هر رقم یادداشت شد. صفات مشاهده شده با روش MS در واحد تک گیاه ارزیابی شد. ده بوته از هر رقم در هر تکرار (در مجموع ۲۰ بوته) بطور تصادفی ارزیابی شد. روش MG برای درجه بندی صفات کمی (قابل اندازه گیری) استفاده شد. صفات کمی با استفاده از تجهیزات مقیاس دار (خط کش و کولیس دیجیتال با دقت یک صدم میلیمتر) ارزیابی شد. مشاهده ها بر روی میوه بین گروه های دهم تا بیستم گیاه، پس از گرده افشانی انجام شد.

تحلیل آماری

تجزیه واریانس (ANOVA) مرکب در زمان با دو تکرار و دو سال با استفاده از آزمون F برای بررسی تفاوت معنی دار در صفات ارقام مختلف استفاده شد (Fisher & Yates, 1953; Bordoloi *et al.*, 2024). از آزمون مقایسه میانگین دانکن برای رتبه بندی ارقام بر اساس هر صفت استفاده شد. تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین دانکن با نرم افزار SAS (نسخه ۹.۱.۳) انجام شد. همبستگی پیرسون هر جفت صفت نیز با استفاده از نرم افزار R انجام شد. نرم افزار R2023 MATLAB (Matrix laboratory, MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, USA) برای

۱. Visual assessment by a single observation of a group of plants or parts of plants

۲. Single measurement of a group of plants or parts of plants

۳. Measurement of a number of individual plants or part of plants

جدول ۱- فهرست ارقام ملون مورد استفاده در این آزمایش.

Table 1. List of melon cultivars used in this study.

نام رقم	نام رقم	نام رقم	نام رقم
1 Golden Sweet	12 Afsoon	23 Keihan	34 Pooya
2 Avin	13 Sakura	24 Kamand	35 Karoun
3 Eileen	14 Varan	25 Kaman	36 Arjan
4 Charisma	15 Sorkhe	26 Dorado	37 Shaho
5 Golden Ball	16 Chabok	27 Jonathan	38 Kariz
6 Elsa	17 Grinoff	28 Capella	39 Arman
7 Gala688 super	18 Khushboo	29 Janet	40 Farmis
8 Karen 2	19 Mahnoosh	30 Diako	41 Kaya
9 Kavan	20 Vida/Neda	31 Sandra	42 Sivano
10 Derak	21 Aquilla	32 Mahlin	
11 Jordan	22 Jeiran	33 Parma	

نتایج و بحث

تحلیل صفت‌های آزمون تیپ در ملون

در این پژوهش صفات مورفولوژیک ۴۲ رقم ملون (*C. melo* L.) متقاضی تجاری‌سای برای کشت در کشور ایران یادداشت شد و این ارقام به تارنمای فهرست ملی ارقام کشور به آدرس <https://spcri.ir/page-Main/fa/0/form/pId405> افزوده خواهند شد. از آنجا که کشت و کار بذر ارقام ملون عمدتاً به‌منظور تهیه میوه خوراکی انجام می‌شود، ارزیابی صفات میوه خریزه در شناسایی دقیقتر تنوع ژنتیکی این ارقام و تهیه رقم‌های مناسبتر تجاری این گیاه بسیار موثر است (Szamosi et al., 2010).

تحلیل صفت‌های کیفی و شبه کیفی

صفت‌های مورفولوژیک ۴۲ رقم ملون بر اساس ۱۸ صفت کیفی و شبه کیفی مندرج در دستورالعمل بین‌المللی UPOV، تنوع زیادی مابین ارقام این گیاه نشان داد. پراکندگی صفات مورفولوژیک کیفی و شبه کیفی این گیاه در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد

تحلیل M-TOPSIS داده‌های صفات کمی و رتبه‌بندی ارقام استفاده شد. بر اساس میانگین دو ساله چهار صفت کمی طول میوه، عرض میوه، نسبت طول به عرض میوه و ضخامت گوشت میوه باروش Vector normalization برای هر رقم ماتریس نرمال تهیه شد و سپس برای وزن‌دهی به صفات با توجه به اینکه چهار صفت در این مدل ارزیابی می‌شود، هر صفت نرمال شده در هر رقم بر چهار تقسیم شد. سپس بر اساس الگوریتم M-TOPSIS مقدار مطلوب مثبت و منفی هر صفت محاسبه شد، بطوریکه به ترتیب برای چهار صفت طول میوه، عرض میوه، نسبت طول به عرض میوه و ضخامت گوشت میوه مقدار مطلوب مثبت برابر با ۰/۰۶۲۴، ۰/۰۴۵۳، ۰/۰۷۹۷ و ۰/۰۵۱۲ و مقدار مطلوب منفی برابر با ۰/۰۲۰۰، ۰/۰۲۷۹، ۰/۰۲۶۸ و ۰/۰۲۳۰ است. M-TOPSIS، روشی برای تعیین مناسب‌ترین ارقام با استفاده از فاصله داده‌ها تا نقطه ایده‌آل مثبت و منفی است (Yu et al., 2024).

۱. Modified-Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

که از نظر صفات محل قرار گیری حداکثر قطر میوه و وجود خار بر روی میوه تنوعی در میان ارقام وجود نداشت، بطوری که محل قرار گرفتن حداکثر قطر میوه در همه ارقام در میانه میوه قرار داشت همچنین بر روی میوه همه ارقام خار وجود نداشت (جدول ۲).

صفاتی که حالت تظاهر آنها در بین ارقام تفاوت ندارد یا در تعداد کمی از ارقام حالت تظاهر آنها متفاوت است، مانند صفات وجود خار بر روی میوه و محل قرار گیری حداکثر قطر میوه، بطوریکه در تمام ارقام حداکثر قطر میوه در وسط میوه قرار داشت و همچنین همه ارقام فاقد خار بر روی میوه بودند، کمترین قدرت تمایزدهندگی ما بین ارقام و صفاتی که حالت های تظاهر متفاوتی در ارقام مختلف دارند، مانند شکل میوه بیشترین قدرت تمایزدهندگی ما بین ارقام را دارند. عدم وجود خار بر روی میوه تمام ارقام ملون مورد مطالعه در این آزمایش بیانگر آن است که ژن های رمز کننده مسیر ایجاد این صفت احتمالا در طی تکامل کاملا خالص شده و تنها یک حالت بروز مطلوب که عدم وجود خار بر روی میوه است در طی فرایند تکامل جهت دستیابی بشر به اهدافش انتخاب شده است و صفت شکل میوه که خصوصا در تیپ های مختلف ملون بسیار متفاوت است، بیانگر آن است که ژن های رمز کننده این صفت کمی که تعیین کننده معماری میوه است، با حالت ها و میزان تظاهر متفاوتی از ژن ها در ارقام و تیپ های مختلف این گیاه در طی تکامل انتخاب شده اند تا شکل های مختلف میوه که مطابق با سلیقه مصرف کنندگان مختلف است، ایجاد شود.

در صفت جنسیت گل آذین^۱ ۲۷ رقم (۶۴/۳٪) حالت تظاهر تک جنسی^۲ (حالت تظاهر ۱) و ۱۵ رقم (۳۵/۷٪) حالت تظاهر دو جنسی^۳ (حالت تظاهر ۲) داشتند. بر روی بوته اکثر ارقام، نیمی از گل ها نر و نیم دیگر ماده بود. در صفت رنگ پوست میوه نارس در ۱۳ رقم (۳۰/۹۵٪) سبز رنگ (حالت تظاهر ۳)، در ۲۴ رقم (۵۷/۲٪) سبز مایل به خاکستری (حالت تظاهر ۴) و در ۵ رقم (۱۱/۹٪) سبز مایل به زرد (حالت تظاهر ۲) بود. صفت محل قرار گیری حداکثر قطر میوه در تمام ارقام در مرکز میوه (حالت تظاهر ۲) قرار داشت. تنوع فراوان صفات رنگ و شکل میوه، در بازارپسندی و هدایت برنامه های جدید به نژادی نقش دارد. شکل مقطع عرضی میوه از شکل Oblate تا Elongate متمایز بود. شکل میوه در ۱۴ رقم (۳۳/۳۳٪) کروی (حالت تظاهر ۴)، در ۱۲ رقم (۲۸/۵۷٪) بیضی متوسط (حالت تظاهر ۲)، در ۱۲ رقم (۲۸/۵۷٪) بیضی کشیده (حالت تظاهر ۳) و در دو رقم (۳/۷۵٪) Pooya و Sivano به شکل Elongate (حالت تظاهر ۸) و در دو رقم (۳/۷۵٪) Kaya و Afsoon میوه به شکل Oblate (حالت تظاهر ۶) بود. تنوع شکل میوه با تاکید بر پیچیدگی ژنتیکی^۴ توارث این صفت در ارقام ملون، وجود عوامل متعدد ژنتیکی در ایجاد مورفولوژی میوه را نشان می دهند (Monforte *et al.*, 2004; Fergany *et al.*, 2011).

تنوع رنگ میوه در بازارپسندی و ترجیح

۱. Inflorescence: sex expression

۲. Monoecious

۳. Andromonoecious

۴. Genetic complexity

در پاسخ به عوامل مختلف از جمله تکنیک‌های به‌نژادی انتخابی تکامل یافته‌اند.

لکه‌های روی پوست در ۴۱ رقم (۹۷/۶٪) وجود داشت (حالت تظاهر ۲) و تنها در رقم Kamand این صفت تظاهر نداشت (حالت تظاهر ۱). رنگ لکه پوست میوه در ۱۸ رقم (۴۲/۸۵٪) زرد رنگ (حالت تظاهر ۲)، در ۲۲ رقم (۵۲/۳۸٪) سفید (حالت تظاهر ۱)، و تنها در رقم Arjan سبز رنگ (حالت تظاهر ۳) بود. صفت Patch تنها در رقم Sivano وجود داشت (حالت تظاهر ۲). تنوع فراوانی در شکل دم میوه و شکل نوک میوه ارقام ملون مشاهده شد، به‌طوری‌که شکل دم میوه در ۳۷ رقم (۸۸٪) صاف^۴ (حالت تظاهر ۲)، در چهار رقم (۹/۵۲٪) Sivano، Sorkhe، Derak و Grinoff حالت تظاهر Pointed (حالت تظاهر ۱) و تنها در رقم Kaman حالت تظاهر شکل دم میوه Truncate (حالت تظاهر ۳) مشاهده شد. شکل نوک میوه هم‌الگوی پراکنشی مشابه با شکل دم میوه داشت و سه رقم (۷/۱۴٪) Sivano، Sakura و Grinoff حالت تظاهر Pointed (حالت تظاهر ۱) و تنها رقم Kaman حالت تظاهر انتهای میوه Truncate (حالت تظاهر ۳) و مابقی ارقام شکل نوک میوه صاف (حالت تظاهر ۲) داشتند. شیار روی میوه در ۲۳ رقم (۵۴/۷۶٪) وجود داشت (حالت تظاهر ۲) که رنگ این شیارها در ۲۱ رقم (۵۰٪) سبز (حالت تظاهر ۳) و در ارقام Diako و Khushboo به ترتیب زرد (حالت تظاهر ۲) و سفید (حالت تظاهر ۱) بود. بر روی میوه ۱۹ رقم (۴۵/۲۳٪) شیار وجود نداشت (حالت تظاهر

Mervan et al.,) مصرف‌کننده موثر است (Fergany et al., 2011). نتایج نشان داد که بین ارقام مورد بررسی از نظر این صفت نیز تنوع وجود دارد، بطوریکه رنگ میوه رسیده در ۳۹ رقم (۹۳٪) زرد رنگ (حالت تظاهر ۲)، در دو رقم (۴/۷۵٪) Kaman و Kaya خاکستری رنگ (حالت تظاهر ۴) و تنها در رقم Eileen سفید رنگ (حالت تظاهر ۱) بود. این تنوع رنگ مابین ارقام مورد بررسی، بیانگر وجود عوامل چند گانه ژنتیکی تنظیم‌کننده بیوسنتز رنگدانه است (Koli, 2013). تمایز رنگ میوه این ارقام، بر قابلیت گزینش رنگ‌های خاصی از میوه در برنامه‌های به‌نژادی تاکید می‌کند. ارقام ملون بر اساس تیپ میوه (گالیا، آناناسی، کانتالوپ، طالبی، خربزه)، الگوهای رنگ و شکل میوه متمایزی دارند، که تفاوت در تیپ میوه ارقام ملون را نشان می‌دهد. ارقام تیپ گالیا میوه گرد با پوست زرد رنگ بدون نوار^۱ و رنگ گوشت سبز رنگ دارند. ارقام تیپ آناناسی میوه کشیده با پوست زرد رنگ بدون نوار^۲ و رنگ گوشت سفید-نارنجی دارند، در ارقام تیپ کانتالوپ (امریکن و سترن / استرن) میوه تخم‌مرغی و خاکستری بدون / با نوار هستند و ارقام این تیپ رنگ گوشت نارنجی دارند. این تنوع میوه مشاهده شده در تیپ‌های مختلف ملون (C. melo L). بیانگر نقش کلیدی فرایند انشقاق ژنتیکی^۳ در پیدایش و پراکنش تیپ‌های مختلف میوه در ملون‌ها است. وجود تنوع فراوان در تیپ ارقام ملون، پیشنهاد می‌کند که احتمالاً صفات میوه این گیاه در طی زمان

۱. Stripes or Grooves

۲. Stripes or Grooves

۳. Genetic divergence

۴. Rounded

۱). صفات چین خوردگی^۱ روی میوه و شبکه لیگنینی سطح میوه رسیده به جز در رقم Sakura (حالت های تظاهر ۱) در سایر ارقام وجود داشت (حالت های تظاهر ۲). رنگ گوشت میوه یکی از اساسی ترین صفات کیفی در ارزیابی میوه ارقام ملون است. فراوانترین رنگ گوشت میوه نارنجی رنگ (۵۰٪) (حالت تظاهر ۵) بود. رنگ گوشت میوه سفید مایل به سبز (حالت تظاهر ۲) در شش رقم (۱۴/۳٪)، رنگ سفید گوشت (حالت تظاهر ۱) در سه رقم Sakura (۷/۱۴٪)، Diako و Varan، رنگ سبز گوشت (حالت تظاهر ۳) در سه رقم Kaya، Elsa و Avin و تنها در رقم Grinoff رنگ سفید مایل به زرد گوشت میوه (حالت تظاهر ۴) مشاهده شد. برخی از صفات کیفی مانند شکل میوه، رنگ پوست و گوشت میوه، شبکه سطح پوست میوه در بازارپسندی و ترجیح مصرف کننده موثرند، بطوری که رنگ زرد پوست میوه و رنگ نارنجی روشن گوشت میوه بیشتر مورد علاقه مصرف کنندگان هستند (Shahwar et al., 2023). شکل بذر اکثر ارقام یعنی در ۳۱ رقم (۷۳/۸٪) Pine-nut shape (حالت تظاهر ۲) و در یازده رقم (۲۶/۲٪) Not pine-nut shape (حالت تظاهر ۱) بود. رنگ بذر تازه در ۳۴ رقم (۸۱٪) زرد کرمی (حالت تظاهر ۲) و در هشت رقم (۱۹٪) Sandra، Diako، Khushboo، Kaya و Farmis، Arman، Kariz، Shahoo مایل به سفید (حالت تظاهر ۱) بود (جدول ۲). این تنوع در مورفولوژی بذر احتمالاً با عوامل ژنتیکی و شرایط محیطی از جمله شرایط اقلیمی

۱. Creasing

و مواد مغذی خاک مرتبط است و برای اثر بر نمو بذر با ساختار ژنتیکی گیاه برهمکنش دارد. اگرچه نحوه تنظیم دقیق ژنتیکی این صفات هنوز بطور دقیق مشخص نشده است اما داده های فنوتیپی تهیه شده در این پژوهش، مبنایی برای پژوهش های ژنتیکی آتی و انتخاب به کمک نشانگرها فراهم می کند. یکنواختی در صفات کیفی و شبه کیفی در میان ارقام ملون مورد بررسی، بیانگر میزان پایداری بالای ژنتیکی در این ارقام است و پیشنهاد می کند که میزان زیادی از حفاظت ژنتیکی داخل هر رقم، به طور بالقوه ناشی از به نژادی انتخابی و یا سازگاری طبیعی با شرایط محیطی خاص است. در شکل ۱ (الف) میوه رقم Sivano نشان داده شده است که صفت بارز آن وجود پیچ بر روی میوه است و در قسمت (ب) میوه رقم Kaya که شکل میوه Oblate دارد، نمایش داده می شود

تحلیل صفات کمی ارقام ملون

با توجه به آنکه در دو سال اجرای آزمایش، آزمون کای اسکور در سطح پنج درصد برای شش صفت کمی ارزیابی شده میوه و بذر معنی دار نبود، تجزیه واریانس مرکب در زمان برای این داده ها انجام شد. تجزیه واریانس مرکب شش صفت کمی در طی دو سال، تنوع زیادی ما بین ارقام نشان داد (جدول ۳). اثر سال فقط برای دو صفت طول میوه و طول بذر معنی دار بود و برای سایر صفات معنی دار نبود. همچنین اثر رقم در تمام صفات مورد بررسی معنی دار بود به طوری که همه رقم ها در این شش صفت از یکدیگر متمایز بودند. مولفه اثر

سانتیمتر تا ۱۹/۴۷ سانتیمتر، با میانگین ۱۶/۴۸ سانتیمتر بود. رقم Khushboo کوچکترین و رقم Elsa بزرگترین عرض میوه را داشت. صفت شاخص نسبت طول به عرض میوه به عنوان یک شاخص اندازه گیری تلفیقی کلیدی ابعاد میوه شناخته می شود. دامنه تغییرات نسبت طول به عرض میوه از ۰/۹۵ تا ۲/۸۱ سانتیمتر، با میانگین ۱/۳۱ سانتیمتر بود. رقم های Kariz, Khushboo و Kaya که شکل میوه کروی یا گرد با اندازه میوه کوچک داشتند، کوچکترین میزان این صفت و رقم Pooya که شکل میوه بسیار کشیده ای داشت، بزرگترین نسبت طول به عرض میوه را داشت. بنابراین تمایز در شکل میوه که توسط صفت تلفیقی شاخص نسبت طول به عرض میوه تعیین می شود، به طور واضحی ارقام دارای طول میوه متفاوت را از یکدیگر متمایز کرد. همچنین گروه بندی بر مبنای شکل میوه بر سازگاری فراوری محصول و نیز ترجیح مصرف کننده موثر است (Liu et al., 2024). برنامه ریزی و اجرای برنامه های به نژادی (مانند دورگ گیری) به منظور افزایش عملکرد و صفات موثر در بازارپسندی و سلیقه مصرف کننده براساس صفات کلیدی میوه مانند ابعاد بهینه، شکل مناسب و اندازه قسمت خوراکی تنظیم می شوند. در همین راستا رقم Elsa که بزرگترین عرض میوه و ضخامت گوشت میوه را داشت و همچنین رقم Pooya که بزرگترین طول میوه را داشت، ارقام مناسبی هستند که می توانند در تهیه ارقام جدید این محصول بکار روند. همچنین با توجه به هدف، به نژاد گران می توانند از اطلاعات معماری صفات سطح و داخل میوه ارقام بررسی

متقابل سال $\times$ رقم برای سه صفت طول میوه، ضخامت گوشت میوه و طول بذر معنی دار و برای سه صفت دیگر یعنی عرض میوه، نسبت طول به عرض میوه و عرض بذر معنی دار نبود (جدول ۳).

مقایسه میانگین صفات آزمون تیپ و تحلیل تنوع

نتایج آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح ۵ درصد) برای مقایسه میانگین صفات های آزمون تیپ در ۴۲ رقم تجاری ملون در طی فصل رشد سال های ۱۴۰۳-۱۴۰۴ و شناسایی رقم هایی که تفاوت معنی داری در هر یک از صفات های اندازه گیری شده دارند، در جدول ۴ ارائه شده است. در این آزمایش تلفیق صفات اجزای مورفولوژیک اندام زایشی (میوه) تنوع فراوانی بین ارقام ملون داشت که بیانگر تنوع گسترده ژنتیکی درون ارقام این گونه و امکان گزینش برای بهبود صفات زراعی میوه و بازارپسندی آن است. در پژوهش های (Kustanto, 2023; Herwibawa et al., 2026) نیز تنوع فراوانی بین صفات کمی میوه گزارش شد.

مقایسه میانگین دو ساله صفات میوه بر

اساس تجزیه مرکب در زمان

بر اساس نتایج مقایسه میانگین دو ساله تجزیه واریانس مرکب در زمان، دامنه تغییرات صفت طول میوه از ۱۱/۴۰ سانتیمتر تا ۳۵/۵۵ سانتیمتر، با میانگین ۲۱/۳۶ سانتیمتر بود. رقم Pooya بلندترین و رقم Khushboo کوتاه ترین طول میوه را داشت. دامنه تغییرات عرض میوه از ۱۲

می افزاید. در همین رابطه محتوی ترکیبات مغذی یا ارزش زیستی قسمت خوراکی بذر بطور مستقیم بر صفات ابعاد بذر (طول و عرض بذر) موجود در حفره میوه، ارزش تجاری و همچنین سلیقه مصرف کننده تاثیر می گذارند (Grumet *et al.*, 2023; Romo-Tovar, 2024).

در این پژوهش صفات بذر مانند طول و عرض بذر تنوع معناداری داشت. دامنه تغییرات صفت طول بذر از ۸/۸۴ میلیمتر تا ۱۴/۳۶ میلیمتر، با میانگین ۱۱/۴۹ میلیمتر بود. رقم Kariz بلندترین و رقم Eileen کوتاه ترین طول بذر را داشت. در صفت عرض بذر، حداقل و حداکثر عرض به ترتیب ۳/۸۵ و ۶/۵۵ میلیمتر با میانگین ۴/۷۸ میلیمتر در رقم های Eileen و Kavan یادداشت شد. جالب توجه است که رقم Eileen در دو صفت اندازه گیری شده ابعاد بذر یعنی طول و عرض بذر، حداقل اندازه را دارد. بدلیل آنکه صفات تعیین کننده مورفولوژی بذر (یعنی طول و عرض بذر) بر جوانه زنی، بنیه گیاهیچه و سازگاری گیاه در محیط های متفاوت موثر است، تفاوت در صفات بذر از دیدگاه زراعی نیز اهمیت پیدا می کند (Ginwal *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 2021). این صفات به دلیل تاثیر بر عملکرد زراعی و صفات پس از برداشت نه تنها شناساگرهای کلیدی در انحصاری بودن هر رقم هستند، بلکه اهدافی کلیدی در گزینش ارقام نیز محسوب می شوند. اگرچه هنوز نحوه تنظیم دقیق ژنتیکی این صفات تعیین نشده است، داده های کمی مورفولوژیک حاصل از این پژوهش، مبنایی برای پژوهش های آتی ژنتیکی و گزینش به کمک نشانگرها فراهم می آورد.

شده در این آزمایش نیز استفاده کنند.

دامنه تغییرات قطر قسمت خوراکی میوه (گوشت میوه) از ۲/۹۰ تا ۶/۴۵ سانتیمتر، با میانگین ۴/۷۹ سانتیمتر بود. رقم Elsa بزرگترین و رقم Khushboo کوچکترین قطر قسمت خوراکی میوه را داشت. جالب توجه است که رقم Elsa که بزرگترین عرض میوه را داشت، دقیقاً همان رقمی است که حداکثر اندازه قطر قسمت خوراکی میوه (گوشت میوه) را نیز داشت، که بیانگر فضای خالی کوچک عرض حفره میوه در این رقم است که یکی از شاخص های مناسب در قابلیت حمل و نقل تجاری میوه در این رقم است (جدول ۴).

همچنین رقم Khushboo کوچکترین ابعاد میوه (طول و عرض)، نسبت طول به عرض میوه و همچنین قطر قسمت خوراکی میوه را داشت که بیانگر کوچک بودن این میوه در این صفات کلیدی تعیین کننده معماری میوه است. بر اساس پژوهش های (Xu *et al.*, 2015; Herwibawa *et al.*, 2026) ضخامت گوشت میوه با سلیقه مشتریان و افزایش بازارپسندی میوه ارتباط دارد و برای مصرف کننده صفتی با ارزش است. در پژوهش های (Kamagoud *et al.*, 2018)، (Hiremata, Kumbar *et al.*, 2021)، (Hiremata *et al.*, 2022a)، (Lakshmi *et al.*, 2017) و (Shet *et al.*, 2021) نیز تفاوت معنی دار در صفات طول میوه، عرض میوه، نسبت طول به عرض میوه و ضخامت گوشت میوه گزارش شده است.

معماری صفات داخل میوه نیز یک لایه بر پیچیدگی های فنوتیپی در میوه ملون ها

تحلیل همبستگی صفات کمی میوه

به منظور کارایی مناسبتر نیروی انسانی و حفظ زمان، برخی صفات که همبستگی بالاتری با یکدیگر دارند می‌توانند در برنامه به‌نژادی ارقام بطور همزمان گزینش شوند. بر اساس نقشه حرارتی اکثر جفت صفات (۴۰٪) این آزمایش با یکدیگر همبستگی مثبت یا منفی معنی‌دار داشتند (شکل ۲). بیشترین همبستگی مثبت بین صفات طول میوه با نسبت طول به عرض میوه ($r=0.86$) وجود داشت. بیشترین همبستگی منفی بین صفات ضخامت گوشت میوه و طول بذر ($r=-0.43$) وجود داشت.

صفت عرض میوه با ضخامت گوشت میوه همبستگی مثبت داشت ($r=0.74$) که بیانگر آن است که ارقام دارای عرض میوه بیشتر، ضخامت گوشت میوه بزرگتری نیز داشتند که احتمالاً بیانگر این عامل کلیدی زیستی است که میانگین عرض حفره میوه ارقام ارزیابی شده که شاخصی از حجم میوه است، کوچک است. صفت طول بذر نیز با عرض بذر همبستگی مثبت داشت ($r=0.62$) که بیانگر آن است تغییرات طول عمودی و افقی این اندام در طی رشد و نمو میوه ارقام مختلف همراستا با یکدیگر تغییر کرده است، که بیانگر تشابه در تنظیم ژنتیکی صفاتی است که همبستگی مثبت بالاتری با یکدیگر دارند. صفت عرض میوه با صفت نسبت طول به عرض میوه ($r=-0.41$) و صفت ضخامت گوشت میوه با صفت نسبت طول به عرض میوه ($r=-0.34$) همبستگی منفی داشت، که مویده آن است که تنظیم ژنتیکی برای رشد ساختاری این اندام‌ها بطور هم‌افزا بر یکدیگر تاثیر

می‌گذارد.

با استفاده از الگوهای همبستگی صفات کمی، پایه ارزیابی بیولوژیک مناسبی برای تعیین راهبردهای انتخاب و دورگ‌گیری در ارقام دارای ژن‌های برتر در برنامه‌های به‌نژادی تهیه می‌شود. همچنین، صفاتی که در طی تنظیم مسیرهای ژنتیکی نمودی در این آزمایش مستقل از همدیگر نمو یافته‌اند، همبستگی پایینی با یکدیگر داشتند، که بیانگر اهمیت ارزیابی همزمان صفاتی است که در مراحل رشدی یکسان هستند را در برنامه به‌نژادی برجسته می‌کند. پی بردن به این روابط زراعی علاوه‌بر بهینه‌سازی الگوی شناسایی ارقام، می‌تواند در ارزیابی تحمل به تنش‌های محیطی نیز موثر باشد تا برنامه‌های به‌نژادی با انتخاب ترکیبی صفات بطور کاراتری پیشرفت کنند.

رتبه‌بندی صفات اقتصادی میوه با روش

M-TOPSIS

تصمیم‌گیری چندمعیاره باروش M-TOPSIS در اتخاذ تصمیم مناسب توسط به‌نژادگران برای انتخاب ارقام مطلوب موثر است (Yu et al., 2024). ارزیابی جامع M-TOPSIS روشی کارا برای برای رتبه‌بندی ۴۲ رقم تجاری ملون بر اساس صفات کمی اقتصادی آزمون تیپ میوه یعنی ابعاد میوه (طول و عرض)، نسبت طول به عرض میوه و ضخامت گوشت میوه است. بر اساس نتایج این الگوریتم رتبه‌بندی برای صفات اقتصادی آزمون تیپ میوه، پنج رقم برتر به ترتیب رقم‌های Pooya, Sivano, Derak, Sakura و Karoun بودند که رتبه‌بندی و فاصله

نسبی تا نقطه بهینه مثبت و منفی و نزدیکی نسبی به نقطه بهینه برای هر رقم در جدول ۵ ارائه شده است.

هر رقمی که مزایای اختصاصیت و جامعیت صفات را به میزان بیشتری ترکیب کند در این رتبه بندی امتیاز بیشتری را کسب می کند. در این آزمایش رقم Pooya که در صفات اقتصادی میوه یعنی طول میوه (میانگین ۳۵/۵۵ سانتیمتر) و نسبت طول به عرض میوه (میانگین ۲/۸۱) برترین رتبه را کسب کرد، عرض میوه آن ۱۲/۶۲ سانتیمتر بود و میانگین ضخامت گوشت میوه آن ۳/۳۰ سانتیمتر بود (جدول ۴). فاصله از راه حل مثبت بهینه، فاصله از راه حل منفی بهینه و نزدیکی نسبی به نقطه بهینه در این رقم به ترتیب ۰/۳۰، ۰/۶۸ و ۰/۶۹۶ است (جدول ۵). رقم Khushboo که در رتبه بندی بر اساس صفات اقتصادی میوه آزمون تیپ رتبه آخر را کسب کرده است در هر چهار صفت اندازه گیری شده کوچکترین مقدار را به خود اختصاص داده است یعنی میانگین طول میوه ۱۱/۴۰ سانتیمتر، میانگین عرض میوه ۱۲ سانتیمتر، میانگین نسبت طول به عرض میوه ۰/۹۵ و میانگین ضخامت گوشت میوه این رقم ۲/۹۰ سانتیمتر بود (جدول ۴) و از همین رو همراه با کسب رتبه آخر ما بین ارقام نمره جامع M-TOPSIS صفر را نیز به خود اختصاص داده است. فاصله از راه حل مثبت بهینه در این رقم ۰/۰۷۵ و فاصله از راه حل منفی بهینه و نزدیکی نسبی به نقطه بهینه در این رقم صفر بدست آمده است (جدول ۵). در مجموع مقادیر چهار صفت میوه در رقم Khushboo از راه حل مناسب بهینه بیشترین

فاصله را داشت که باعث شد رتبه این رقم با روش M-TOPSIS در جایگاه آخر قرار بگیرد (جدول ۵). ارقامی که در این تحلیل رتبه بالاتری را کسب کنند، قابلیت بالاتری برای استفاده در برنامه های به نژادی به عنوان لاین های والدی به منظور تهیه ارقام جدید پر عملکرد و برتر را دارند. البته، پایداری صفات شاخص مهمی در تعیین ارزش اصلاحی ارقام و سازگاری آنها به منطقه کشت است که بیانگر تکرار پذیری صفت در اقلیم های مختلف نیز هست (Samuel Cristian et al., 2019). بنابراین پژوهش های جدیدتر نیازمند، آزمایش های اقلیمی چند ساله و تعیین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط است تا پایداری صفات این ارقام در اقلیم های متفاوت ارزیابی شود و در نهایت اطلاعات ارقام برتر شناسایی شده، بطور کاراتری در برنامه های بهبود آن محصول بکار گرفته خواهند شد.

نتیجه گیری

نتایج ارزیابی فنوتیپی بیانگر تمایز و یکنواختی ارقام ملون است. تنوع فراوانی در صفات شکل میوه (از جمله طول، رنگ، سطح، لکه، پیچ، شیار و گوشت میوه) و همچنین صفات مورفولوژی بذر (مانند رنگ و شکل) مشاهده شد که امکان تعیین تمایز کارای ارقام را فراهم می کند. در میان صفات کیفی ارزیابی شده، صفت شکل میوه که بیشترین تنوع در حالات بروز (گرد، بیضی متوسط، بیضی پهن، کشیده و Oblate) را داشت، بیشترین قابلیت تمایزدهندگی ما بین ارقام را نشان داد. صفات محل قرار گیری حداکثر قطر میوه و وجود خار بر روی میوه

	Andromonecious	Greyish green	Middle	Medium elliptic	Yellow	Present	White	Absent	Absent	
Jonathan	Monococious	Greyish green	Middle	Medium elliptic	Yellow	Present	White	Absent	Absent	
Cultivar	شکل تنه‌ای ساقه میوه Fruit: shape of base	شکل نوک میوه Fruit: shape of apex	شکل روی میوه Fruit: grooves	رنگ شیار میوه Fruit: color of grooves	چین خوردگی روی میوه Fruit: creasing of surface	شکل قشری روی میوه Fruit: cork formation	رنگ گوشت میوه Fruit: main color of flesh	شکل پندر Seed: shape	رنگ پندر Seed: color	
Golden Sweet	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow	
Avin	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Green	Pine-nut shape	Cream yellow	
Eileen	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow	
Charisma	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow	
Golden Ball	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow	
Elsa	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Green	Pine-nut shape	Cream yellow	
Gala688 super	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow	
Karen2	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow	
Kavan	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow	
Derak	Pointed	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Orange	Not pine-nut shape	Cream yellow	
Jordan	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow	
Alsoon	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow	
Sakura	Rounded	Pointed	Absent	-	Present	Absent	White	Not pine-nut shape	Cream yellow	
Varam	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	White	Pine-nut shape	Cream yellow	
Sortkhe	Pointed	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Orange	Not pine-nut shape	Cream yellow	
Chabok	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow	
Grihoff	Pointed	Pointed	Absent	-	Absent	Present	Yellowish white	Pine-nut shape	Cream yellow	
Khushboo	Rounded	Rounded	Present	White	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Whitish	
Mahnoosh	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow	
Vida/Neda	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow	
Aquila	Rounded	Rounded	Absent	-	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow	
Jeiran	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow	
Keihan	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow	
Kamand	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow	
Kaman	Truncate	Truncate	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow	

Dorado	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow
Jonathan	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow

Cultivar	تظاهر جنسیت در گل‌آذین Inflorescence: sex expression	رنگ پوست میوه نارنگ Young fruit: hue of green color of skin	محل قرارگیری حداکثر قطر میوه Fruit: position of maximum diameter	شکل میوه Fruit: shape in longitudinal section	رنگ پوست میوه Fruit: ground color of skin	وجود لکه روی میوه Fruit: dots	رنگ لکه میوه Fruit: color of dots	وجود روی میوه Fruit: patches	وجود خال بر روی میوه Fruit: warts
Capella	Monoecious	Greyish green	Middle	Medium elliptic	Yellow	Present	White	Absent	Absent
Janet	Monoecious	Greyish green	Middle	Broad elliptic	Yellow	Present	White	Absent	Absent
Diako	Monoecious	Greyish green	Middle	Medium elliptic	Yellow	Present	White	Absent	Absent
Sandra	Monoecious	Greyish green	Middle	Broad elliptic	Yellow	Present	White	Absent	Absent
Mahlin	Monoecious	Greyish green	Middle	Broad elliptic	Yellow	Present	White	Absent	Absent
Parma	Monoecious	Greyish green	Middle	Medium elliptic	Yellow	Present	White	Absent	Absent
Pooya	Andromonoecious	Green	Middle	Elongate	Yellow	Present	Yellow	Absent	Absent
Karoun	Andromonoecious	Yellowish green	Middle	Medium elliptic	Yellow	Present	Yellow	Absent	Absent
Arjan	Monoecious	Greyish green	Middle	Broad elliptic	Yellow	Present	Green	Absent	Absent
Shaho	Monoecious	Greyish green	Middle	Broad elliptic	Yellow	Present	White	Absent	Absent
Kariz	Andromonoecious	Greyish green	Middle	Circular	Yellow	Present	White	Absent	Absent
Arman	Andromonoecious	Greyish green	Middle	Circular	Yellow	Present	Yellow	Absent	Absent
Farmis	Andromonoecious	Greyish green	Middle	Circular	Yellow	Present	White	Absent	Absent
Kaya	Andromonoecious	Greyish green	Middle	Oblate	Grey	Present	White	Absent	Absent
Sivano	Andromonoecious	Yellowish green	Middle	Elongate	Yellow	Present	Yellow	Present	Absent

Cultivar	شکل انتهای ساقه میوه Fruit: shape of base	شکل نوک میوه Fruit: shape of apex	شیار روی میوه Fruit: grooves	رنگ شیار میوه Fruit: color of grooves	چین خوردگی روی میوه Fruit : creasing of surface	شیار فیبری روی میوه Fruit: cork formation	رنگ گوشت میوه Fruit: main color of flesh	شکل بذر Seed: shape	رنگ بذر Seed: color
Capella	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow
Janet	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Not pine-nut shape	Cream yellow
Diako	Rounded	Rounded	Present	Yellow	Absent	Present	White	Not pine-nut shape	Whitish
Sandra	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Whitish
Mahlin	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Not pine-nut shape	Cream yellow
Parna	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Cream yellow
Pooya	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow
Karoun	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Cream yellow
Aijan	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Orange	Pine-nut shape	Whitish
Shaho	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Greenish white	Pine-nut shape	Whitish
Kariz	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Greenish white	Not pine-nut shape	Whitish
Amnan	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Greenish white	Not pine-nut shape	Whitish
Farnis	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Greenish white	Not pine-nut shape	Whitish
Kaya	Rounded	Rounded	Present	Green	Absent	Present	Green	Not pine-nut shape	Whitish
Sivano	Pointed	Pointed	Absent	-	Absent	Present	Orange	Not pine-nut shape	Cream yellow

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب شش صفت کمی در ۴۲ رقم ملون (*C. melo* L.) در بهار و تابستان سال ۱۴۰۳ و ۱۴۰۴.

Table3- Combined analysis of variance for the twelve quantitative characters of the 42 melon (*C. melo* L.) cultivars evaluated during the spring and summer seasons of 2024 and 2025.

منابع تغییرات / صفت	درجه آزادی	طول میوه	عرض میوه	نسبت طول به عرض میوه	ضخامت گوشت میوه	طول بذر	عرض بذر
Character / S.O.V.	D.F.	Fruit L	Fruit D	Fruit L/D	Flesh D	Seed L	Seed W
سال	1	42.30*	0.68 ^{n.s.}	0.33 ^{n.s.}	0.51 ^{n.s.}	9.01*	0.12 ^{n.s.}
Year							
بلوک × سال	2	2.64 ^{n.s.}	0.54 ^{n.s.}	0.03 ^{n.s.}	0.28 ^{n.s.}	0.51 ^{n.s.}	0.36 ^{n.s.}
Block × Year							
رقم	42	84.36**	9.48**	0.44**	1.95**	5.87**	1.12*
Cultivar							
رقم × سال	42	2.79**	1.70 ^{n.s.}	0.04 ^{n.s.}	0.17*	1.01**	0.57 ^{n.s.}
Year × Cultivar							
خطا	84	1.25	1.38	0.36	0.11	0.54	0.52
Error							
ضریب تغییرات		5.24	7.14	14.47	7.04	6.40	15.20
C.V. (%)							
میانگین		21.36	16.48	1.31	4.79	11.49	4.78
Mean							

.n.s.، * و ** به ترتیب به معنای عدم معناداری و معناداری در سطح پنج و یک درصد است.

ارزیابی ...

جدول ۴- نتایج آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح ۰/۰۵) برای مقایسه میانگین شش صفت کمی آزمون تیپ در رقم های خربزه (*C. melo* L.) در طی فصل رشد سال های ۱۴۰۳-۱۴۰۴.

Table 4- Mean performance of the twelve quantitative characters of the 42 melon (*C. melo* L.) cultivars evaluated during the spring and summer seasons of 2024 and 2025.

رقم	طول میوه	عرض میوه	نسبت طول به عرض میوه	ضخامت گوشت میوه	طول بذر	عرض بذر
Cultivar	Fruit L	Fruit D	Fruit L/D	Flesh D	Seed L	Seed W
Golden Sweet	19.12 ^{ij}	17.45 ^{bcdefg}	1.10 ^{hijklmn}	5.80 ^b	10.72 ^{ijklmn}	4.56 ^{bcdefg}
Avin	17.30 ^{ijklm}	16.30 ^{cdefgh}	1.06 ^{ijklmn}	5.28 ^{bcdefg}	9.95 ^{mno}	4.63 ^{bcdefg}
Eileen	17.55 ^{ijkl}	17 ^{bcdefgh}	1.03 ^{lmn}	5.70 ^b	8.84 ^o	3.85 ^g
Charisma	20.60 ^{hi}	16.62 ^{bcdefgh}	1.24 ^{efghijklmn}	5.32 ^{bcdef}	10.34 ^{lmn}	4.10 ^{fg}
Golden Ball	18.20 ^j	16.52 ^{cdefgh}	1.09 ^{hijklmn}	4.87 ^{ghijk}	10.85 ^{ijklmn}	4.72 ^{bcdefg}
Elsa	21.50 ^{fgh}	19.47 ^a	1.10 ^{ghijklmn}	6.45 ^a	9.82 ^{no}	4.31 ^{efg}
Gala688 super	17.77 ^{jk}	16.70 ^{bcdefgh}	1.06 ^{ijklmn}	4.85 ^{ghijkl}	11.11 ^{ijklm}	4.83 ^{bcdefg}
Karen2	18.27 ^j	17.55 ^{abcde}	1.04 ^{klmn}	5.47 ^{bcd}	10.88 ^{ijklmn}	4.62 ^{bcdefg}
Kavan	17.95 ^j	17.75 ^{abcde}	1.01 ^{mn}	5.37 ^{bcdef}	11.08 ^{ijklmn}	6.55 ^a
Derak	29.68 ^b	17.01 ^{bcdefgh}	1.74 ^{bc}	5.40 ^{bcdef}	10.97 ^{ijklmn}	4.67 ^{bcdefg}
Jordan	18.21 ^j	16.56 ^{cdefgh}	1.10 ^{hijklmn}	4.85 ^{ghijkl}	11.12 ^{ijklm}	4.65 ^{bcdefg}
Afsoon	18.65 ^j	17.87 ^{abcde}	1.04 ^{klmn}	5.77 ^b	10.65 ^{ijklmn}	4.56 ^{bcdefg}
Sakura	27.79 ^c	18.65 ^{ab}	1.49 ^{cde}	5.68 ^{bc}	13.15 ^{bcd}	4.88 ^{bcdefg}
Varan	15.32 ⁿ	15.25 ^{hij}	1 ^{mn}	4.65 ^{hijklm}	10.92 ^{ijklmn}	4.58 ^{bcdefg}
Sorkhe	23.27 ^{ef}	16.35 ^{cdefgh}	1.42 ^{defgh}	4.72 ^{ghijkl}	12.07 ^{defghi}	4.46 ^{cdefg}
Chabok	22.52 ^{fg}	17 ^{bcdefgh}	1.32 ^{defghijklm}	5.47 ^{bcd}	10.34 ^{lmn}	4.70 ^{bcdefg}
Grinoff	25.25 ^d	15.40 ^{ghij}	1.63 ^{cd}	4.37 ^{ijklmn}	11.86 ^{efghij}	5.09 ^{bcdefg}
Khushboo	11.40 ^o	12 ⁱ	0.95 ⁿ	2.90 ^r	10.83 ^{ijklmn}	4.67 ^{bcdefg}
Mahnoosh	22.50 ^{fg}	17 ^{bcdefgh}	1.32 ^{defghijklm}	4.95 ^{defghi}	11.16 ^{ijklm}	4.64 ^{bcdefg}
Vida/Neda	22.32 ^{fgh}	16.10 ^{defghi}	1.38 ^{defghi}	4.87 ^{ghijk}	11.44 ^{ghijkl}	4.81 ^{bcdefg}
Aquilla	24.87 ^{de}	17.42 ^{bcdefg}	1.42 ^{defgh}	5.45 ^{bcde}	10.74 ^{ijklmn}	5.42 ^{abcde}
Jeiran	22.72 ^f	16.50 ^{cdefgh}	1.37 ^{defghij}	5.12 ^{cdefgh}	11.83 ^{efghij}	4.4 ^{defg}
Keihan	23.27 ^{ef}	17.22 ^{bcdefgh}	1.35 ^{defghijkl}	4.35 ^{ijklmn}	12.51 ^{cdefgh}	5.22 ^{bcdef}
Kamand	18.00 ^j	14.20 ^{ijk}	1.26 ^{efghijklmn}	3.85 ^{nop}	9.93 ^{mno}	4.60 ^{bcdefg}
Kaman	21.80 ^{fgh}	15.90 ^{efghi}	1.37 ^{defghijk}	4.55 ^{hijklm}	11.76 ^{efghijk}	4.86 ^{bcdefg}
Dorado	22.05 ^{fgh}	16.12 ^{defghi}	1.36 ^{defghijk}	4.90 ^{efghij}	11.38 ^{ghijkl}	4.39 ^{defg}
Jonathan	22.62 ^{fg}	16.27 ^{cdefgh}	1.389 ^{defghi}	4.62 ^{hijklm}	10.70 ^{ijklmn}	4.39 ^{defg}
Capella	22.55 ^{fg}	16.13 ^{defghi}	1.39 ^{defgh}	4.56 ^{hijklm}	10.51 ^{klmn}	4.59 ^{bcdefg}
Janet	22.20 ^{fgh}	15.48 ^{fghij}	1.43 ^{def}	4.75 ^{ghijkl}	11.02 ^{ijklmn}	4.22 ^{efg}
Diako	20.82 ^{gh}	18.22 ^{abc}	1.14 ^{fghijklmn}	4.70 ^{hijkl}	13.08 ^{bcd}	5.79 ^{ab}
Sandra	22.71 ^f	17.07 ^{bcdefgh}	1.33 ^{defghijklm}	5.07 ^{defgh}	11.29 ^{hijkl}	4.39 ^{defg}
Mahlin	23.22 ^{ef}	16.20 ^{cdefgh}	1.43 ^{defg}	4.72 ^{ghijkl}	10.60 ^{ijklmn}	3.93 ^g
Parma	23.07 ^f	16.85 ^{bcdefgh}	1.37 ^{defghijk}	4.87 ^{ghijk}	10.63 ^{ijklmn}	4.09 ^{fg}
Pooya	35.55 ^a	12.62 ^{kl}	2.81 ^a	3.30 ^{qr}	12.56 ^{cdefg}	4.86 ^{bcdefg}
Karoun	26.92 ^c	13.90 ^{jk}	1.93 ^b	3.66 ^{pq}	12.51 ^{cdefgh}	5.26 ^{bcdef}
Arjan	27.02 ^c	18.05 ^{abcd}	1.50 ^{cde}	3.80 ^{op}	13.67 ^{abc}	5.07 ^{bcdefg}
Shaho	21.37 ^{fgh}	18.65 ^{ab}	1.14 ^{fghijklmn}	4.57 ^{hijklm}	13.45 ^{abc}	5.68 ^{abc}
Kariz	16.02 ^{klmn}	16.75 ^{bcdefgh}	0.95 ⁿ	4.10 ^{mnp}	14.36 ^a	5.64 ^{abcd}
Arman	15.80 ^{lmn}	13.29 ^{kl}	1.59 ^{cd}	4 ^{nop}	12.67 ^{cde}	4.91 ^{bcdefg}
Farmis	18.35 ^j	18.22 ^{abc}	1 ^{mn}	4.75 ^{ghijkl}	14.06 ^{ab}	5.68 ^{abc}
Kaya	15.70 ^{mn}	16.40 ^{cdefgh}	0.95 ⁿ	4.27 ^{lmno}	12.62 ^{cdef}	5.04 ^{bcdefg}
Sivano	30.55 ^b	17.42 ^{bcdefg}	1.75 ^{bc}	5.12 ^{cdefgh}	12.75 ^{cde}	4.74 ^{bcdefg}

حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن (در سطح پنج درصد) است.

جدول ۵- رتبه و نمره ۴۲ رقم ملون (*C. melo* L.) با استفاده از روش تاپسیس تغییر یافته برای صفات اقتصادی
آزمون DUS (صفات میوه).

Table 5- Scores and ranking of 42 melon (*C. melo* L.) cultivars by Modified TOPSIS method for economic DUS test (fruit traits).

Comprehensive Rank	Cultivar	Distance to positive ideal solution (D+)	Distance to negative ideal solution (D-)	Relative closeness (C)
1	Pooya	0.030	0.068	0.696
2	Sivano	0.033	0.046	0.581
3	Derak	0.034	0.045	0.575
4	Sakura	0.041	0.042	0.511
5	Karoun	0.039	0.040	0.504
6	Aquilla	0.045	0.036	0.449
7	Grinoff	0.042	0.034	0.447
8	Arjan	0.046	0.035	0.437
9	Elsa	0.055	0.038	0.409
10	Chabok	0.049	0.032	0.399
11	Jeiran	0.048	0.031	0.392
12	Mahlin	0.048	0.030	0.390
13	Storke	0.048	0.030	0.390
14	Parma	0.049	0.031	0.386
15	Sandra	0.049	0.031	0.384
16	Vida/Neda	0.049	0.029	0.374
17	Mahnoosh	0.050	0.030	0.373
18	Janet	0.049	0.029	0.371
19	Jonathan	0.049	0.029	0.369
20	Dorado	0.050	0.029	0.369
21	Keihan	0.050	0.029	0.367
22	Capella	0.049	0.028	0.366
23	Charisma	0.053	0.029	0.350
24	Kaman	0.051	0.027	0.348
25	Golden Sweet	0.057	0.030	0.344
26	Afsoon	0.059	0.030	0.335
27	Shaho	0.055	0.028	0.332
28	Diako	0.056	0.027	0.324
29	Karen2	0.059	0.027	0.314
30	Eileen	0.060	0.027	0.313
31	Kavan	0.061	0.026	0.304
32	Arman	0.055	0.022	0.287
33	Avin	0.060	0.024	0.284
34	Farmis	0.061	0.024	0.283
35	Golden Ball	0.059	0.023	0.279
36	Jordan	0.059	0.023	0.277
37	Gala688 super	0.060	0.022	0.270
38	Kamand	0.059	0.017	0.224
39	Varan	0.065	0.017	0.211
40	Kaya	0.066	0.017	0.203
41	Kariz	0.066	0.017	0.202
42	Khushboo	0.075	0.000	0.000



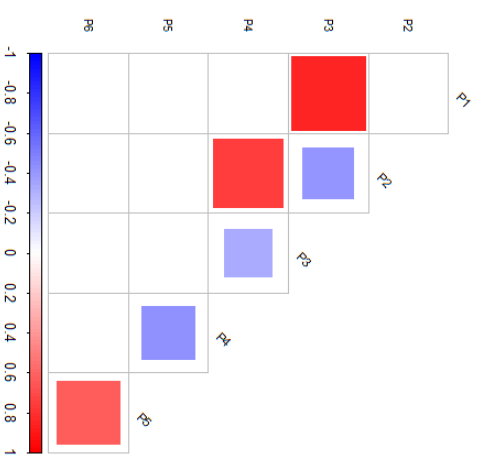
شکل ۱- (الف). میوه رقم Sivano، (ب) میوه رقم Kaya.
Figure 1. (A). Fruit of Sivano Cultivar, (B). Fruit of Kaya Cultivar.

افزایش کارایی برنامه های به نژادی گیاهی نیز موثر است.

سپاسگزاری

نویسنده از مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال برای حمایت مالی از این پژوهش با شماره پروژه ۰۳۰۶۲۶-۰۱۴-۰۸-۰۸-۰۲ قدردانی می کند.

در بین ارقام ارزیابی شده متمایز نبودند. تجزیه واریانس مرکب در زمان، با طبقه بندی ارقام بر اساس هر یک از صفات کمی ارزیابی شده در میوه به مشخص تر شدن تفاوت های بین ارقام منجر می شود. از حالت های بیان مجموعه صفات کیفی و کمی همراه با یکدیگر می توان به عنوان پروفایلی برای شناسایی این ارقام و ارقام جدید در پژوهش های بعدی استفاده کرد. در صفات کمی، بالاترین همبستگی مثبت بین صفات طول میوه با نسبت طول به عرض میوه ($r=0/86$) وجود داشت و بالاترین همبستگی منفی بین صفات ضخامت گوشت میوه و طول بذر ($r=-0/43$) وجود داشت. براساس مدل ارزیابی چند صفتی M-TOPSIS برای صفات اقتصادی میوه پنج رقم برتر به ترتیب رقم های Karoun، Sakura، Derak، Sivano، Pooya بودند. ارزیابی تمایز و یکنواختی صفات مختلف در ارقام ملون برای شناسایی دقیق تنوع ژنتیکی بکار می رود تا حق مالکیت فکری به نژادگر حفظ شود، همچنین این ارزیابی در



شکل ۲- نقشه حرارتی تحلیل همبستگی پیرسون شش صفت کمی آزمون شناسایی ارقام در ۴۲ رقم ملون. توجه: رنگ ها و مساحت مربع ها میزان مطلق r را نشان می دهد. مربع های قرمز و آبی به ترتیب همبستگی مثبت و منفی را نشان می دهد. مربع های بدون رنگ پس زمینه، همبستگی غیرمعنی دار میزان P-value بالاتر از ۰/۰۱ دارند.

P1: طول میوه، P2: عرض میوه، P3: نسبت طول به عرض میوه، P4: ضخامت گوشت میوه، P5: طول بذر، P6: عرض بذر.

Figure 2- Heat map for Pearson correlation analysis of six characters for variety identification in 42 investigated *C. melo* varieties. Note: The colors and areas of the squares indicate the absolute value of the corresponding r . red and blue squares show positive and negative correlations, respectively. The squares without background color show non-significant correlations with P value above 0.01. P1: Fruit length, P2: Fruit Diameter, P3: Fruit Length/Diameter, P4: Flesh Diameter, P5: Seed length, P6: Seed Width.

References

- Abootalebi, S., Hadi-Vencheh, A., and Jamshidi, A. 2019. Ranking the alternatives with a modified TOPSIS method in multiple attribute decision making problems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(5), 1800-1805. DOI: 10.1109/TEM.2019.2933593.
- Andrade, I. S., de Melo, C. A. F., de Sousa Nunes, G. H., Holanda, I. S. A., Grangeiro, L. C., and Corrêa, R. X. 2019. Morphoagronomic genetic diversity of Brazilian melon accessions based on fruit traits. *Scientia horticulturae*, 243, 514-523. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.006>.
- Azadi, A., Jalali, A. S., and Navidi, M. N. 2023. Land evaluation approaches comparing TOPSIS and SAW with parametric methods for rice cultivation. *Enviromental Monitor Assessment*, 195, 1296.
- Bagherzadeh, A., and Gholizadeh, A. 2016. Modeling land suitability evaluation for wheat production by parametric and TOPSIS approaches using GIS, northeast of Iran. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2, 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40808-016-0177-8>.
- Barbosa, B. L., de Queiróz, M. A., de Amorim, C. C., Barbosa, G. D. S., and de Oliveira, R. S. 2023. Morpho-agronomic diversity and botanical identification of melon accessions from northeastern Brazil. *Revista Caatinga*, 36, 251-261. <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n202rc>.
- Bordoloi, D., Sarma, D., Sarma Barua, N., Das, R., and Das, B. K. 2024. Morpho-molecular and nutritional profiling for yield improvement and value addition of indigenous aromatic Joha rice of Assam. *Scientific Reports*, 14(1), 3509.
- Farquh, M., Copes, B., Le-Navenec, G., Marroquin, J., Jaunet, T., Chi-Ham, C., and Van Deynze, A. 2020. Texture diversity in melon (*Cucumis melo* L.): Sensory and physical assessments. *Postharvest Biology and Technology*, 159, 111024. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111024>.
- Fergany, M., Kaur, B., Monforte, A., Pitrat, M., Rys, C., Lecoq, H., Dhillon, N., and Dhaliwal, S. 2011. Variation in melon (*Cucumis melo* L.) landraces adapted to the humid tropics of southern India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58:225-243.
- Fisher, R. A., and Yates, F. 1953. Statistical tables for biological, agricultural and medical research. Hafner Publishing Company.

- Ginwal, H. S., Phartyal, S. S., Rawat, P. S., and Srivastava, R. L. 2005. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn in Central India. *Silvae Genetica*, 54(2), 76–80. <https://doi.org/10.1515/sg-2005-0012>.
- Grumet, R., Lin, Y. C., Rett-Cadman, S., and Malik, A. 2023. Morphological and genetic diversity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit development. *Plants*, 12(1), 23. <https://doi.org/10.3390/plants12010023>
- Herwibawa, B., Anwar, S., Kusmiyati, F., Ghazi Agam Sas, M., and Saputro, T. B. 2026. Fruit Morphology and Clustering Analysis Reveals Diversity among Commercial Melons (*Cucumis melo* L.) in Indonesia. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 15(1): 115-124. <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2025.137>
- Hiremata, V., Shet, R.M., Gunnaiah, R., and Prashantha, A. 2025 Assessment of genetic variability for intraspecific hybrid derived from muskmelon and Mangalore melon (Arka Siri× SS-17). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 16(1):96–102.
- Hiremata, V., Shet, R.M., Gunnaiah, R., Prashantha, A., Hongal, S., Naika, M.B.N., DA Ashok, P., and Nishani, S. 2022a. Assessment of genetic variability for fruit yield and quality traits in F2 generation of intraspecific hybrids derived from muskmelon and Mangalore melon. *Pharmacological Innovation*, 11(12):3121–3126.
- Huda, A. N., and Suwarno, W. B. 2023. Characteristics and variability of melon genotypes under shade conditions in greenhouse. *Indonesian Journal of Agronomy/Jurnal Agronomi Indonesia*, 51(3). <https://doi.org/10.24831/jai.v51i3.48986>.
- Kamagoud, S., Shet, R.M., Nishani, S., Hongal, S., Hanchinmani, C.N., and Prashanta, A. 2018. Assessment of genetic variability among oriental pickling melon (*Cucumis melo* var. *conomon*) genotypes. *International Journal of Chemical Studies*, 6(4):2630–2633.
- Koli, P.S. 2013. Analysis of genetic variability and in vitro production of haploids in oriental pickling melon. Ph.D. thesis, Karnataka University Dharwad.
- Kumbar, S., Tirakannanavar, S., Shet, R.M., Satish, D., Jagadeesha, R.C., Gasti, V.D., and Gunnaiah, R. 2021. Genetic variability and correlation studies in intervarietal hybrids of Mangalore melon (*Cucumis melo* var. *acidulus*) for productivity traits. *Pharmacological Innovation Journal*, 10(7):448–4511.
- Kustanto, H. 2023. The phenotypic and genetic diversity test of several inbred lines on the 7th generation of melon (*Cucumis melo* L.). *Biodiversitas*, 24, 2623–2629. <https://doi.org/10.13057/biodiv24072623>

[org/10.13057/biodiv/d240514](https://doi.org/10.13057/biodiv/d240514).

- Lakshmi, L.M., Lingaiah, H.B., Rao, A.M., Raju, T.B., Pitchaimuthu, M., and Gowda, D. M. 2017 Variability and genetic divergence studies for economic traits in indigenous oriental pickling melon (*Cucumis melo* var. *conomon*) genotypes. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 8(1):365–370.
- Lamrini, L., Abounaima, M. C., and Talibi Alaoui, M. 2023. New distributed-topsis approach for multi-criteria decision-making problems in a big data context. *Journal of Big Data*, 10(1), 97. <https://doi.org/10.1186/s40537-023-00788-3>.
- Liu, J., Xu, Y., Fang, P., Guo, Q., Huang, W., Hou, J., Wan, H., and Zhang, S. 2024. Genetic regulation of fruit shape in horticultural crops: A review. *Horticulturae*, 10(11).
- Mallikarjuna, K.N., Tomar, B.S., Mangal, M., Singh, N., Singh, D., Kumar, S., Jat, G.S. (2024). Qualitative and quantitative genetic variations in bitter gourd (*Momordica charantia* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-19. DOI: 10.1007/s10722-024-01860-4.
- Mahananto, M., Prasetyo, A., and Madiyatama, R. 2023. Consumer preference analysis of melon (*Cucumis melo* L.) in traditional markets in Karanganyar Regency. *Journal of Rural Urban Community Studies*, 1 (1), 27–42. <https://doi.org/10.36728/jruacs.v1i1.2851>.
- Manohar, S. H., and Murthy, H. N. 2012. Estimation of phenotypic divergence in a collection of *Cucumis melo*, including shelf-life of fruit. *Scientia horticulturae*, 148, 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.09.025>.
- Monforte, A.J., Oliver, M., Gonzalo, M.J., Alvarez, J.M., Dolcet Sanjuan, R., and Arus, P. 2004. Identification of quantitative trait loci involved in fruit quality traits in melon (*Cucumis melo* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 108:750–758.
- Nayak, P. P., and Datta. A. K. 2022. An entropy-based TOPSIS approach for selecting best suitable rice husk for potential energy applications: pyrolysis kinetics and characterization of rice husk and rice husk ash. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02824-3>.
- Omari, S., Kamenir, Y., Benichou, J. I., Pariente, S., Sela, H., and Perl-Treves, R. 2018. Landraces of snake melon, an ancient Middle Eastern crop, reveal extensive morphological and DNA diversity for potential genetic improvement. *BMC Genetics*, 19(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s12863-018-0619-6>.
- Pitrat M. 2017. Melon genetic resources: phenotypic diversity and horticultural taxonomy. *Gene*

Genome Cucurbitaceae. pp 25–60.

- Romo-Tovar, J., Belmares Cerda, R., Chávez-González, M.L., Rodríguez-Jasso, R.M., Lozano-Sepulveda, S.A., Govea-Salas, M., and Loredó-Treviño, A. 2024. Importance of certain varieties of cucurbits in enhancing health: A review. *Foods*, 13(8), 1142. <https://doi.org/10.3390/foods13081142>
- Samuel Cristian, D., Andrei Daniel, Z., Leomar Guilherme, W., Anderson Simionato, M., Rodrigo, Z., Josiane, C., and Giovani, B. 2019. Across Year and Year-by-year GGE Biplot Analysis to Evaluate Soybean Performance and Stability in Multi-Environment Trials. *Euphytica*, 215, 113.
- Shahwar, D., Khan, Z., and Park, Y. 2023. Molecular marker-assisted mapping, candidate gene identification, and breeding in melon (*Cucumis melo* L.): A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(20), 15490. <https://doi.org/10.3390/ijms242015490>.
- Shet, R.M., Gunnaiah, R., Tirkannanavar, sh., Hongal, Sh., Hiremata, V., and Venugopal K. C. 2025. Phenotypic characterization of Mangalore melon (*Cucumis melo* subsp. *agrestis* var. *acidulus*) accessions from Southern India based on qualitative and quantitative traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 72:9657–9668. <https://doi.org/10.1007/s10722-025-02500-1>.
- Szamosi, C., Solmaz, I., Sari, N., and Bársony, C. 2010. Morphological evaluation and comparison of Hungarian and Turkish melon (*Cucumis melo* L.) germplasm. *Scientia Horticulturae*, 124(2), 170-182. DOI: 10.1016/j.scienta.2009.12.024.
- UPOV TG/104/5 2019. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity, and stability of melon. Geneva: International Union for the Protection of New Varieties of Plants. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg104.pdf>.
- Walters, S. A., Abdelaziz, M., and Bouharroud, R. 2021. Local melon and watermelon crop populations to moderate yield responses to climate change in North Africa. *Climate*, 9(8), 129. <https://doi.org/10.3390/cli9080129>.
- Wang, H., Cui, J., Bao, R., Zhang, H., Zhao, Z., Chen, X., and Wang, C. 2024. Research progress on the effects of postharvest storage methods on melon quality. *Peer Journal*, 12, e17800. <https://doi.org/10.7717/peerj.17800>.
- Xu, X., Lu, L., Zhu, B., Xu, Q., Qi, X., and Chen, X. 2015. QTL mapping of cucumber fruit flesh thickness by SLAF-seq. *Scientific Reports*, 5, 15829. <https://doi.org/10.1038/srep15829>.

- Yu, J., Bai, X., Zhang, K., Feng, L., Yu, Z., Jiao, X., and Guo, Y. 2024. Assessment of Breeding Potential of *Foxtail Millet* Varieties Using a TOPSIS Model Constructed Based on Distinctness, Uniformity, and Stability Test Characteristics. *Plants*, 13(15), 2102. DOI: 10.20944/preprints.06.1245.v1.
- Zheng, E., Zhu, Y., Hu, J., Zhang, Z., and Xu, T. 2022. Effects of humic acid on japonica rice production under different irrigation practices and a TOPSIS-based assessment on the Songnen Plain, China. *Irrigation Science*, 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00271-021-00754-y>.
- Zhang, J., Ren, J., Yang, J., Fu, S., Zhang, X., Xia, C., and Wen, C. 2023. Evaluation of SNP fingerprinting for variety identification of tomato by DUS testing. *Agriculture Communications*, 1(1), 100006.
- Zhang, Z., Luo, X., Chen, D., Chen, L., and Hu, X. 2021. Seed germination traits predict seedling emergence rather than survival of *Stipa breviflora* in populations along a latitude gradient. *Land Degradation and Development*, 32(15), 4417–4429. <https://doi.org/10.1002/ldr.4046>.

Phenotypic Variation Evaluation in Commercial Hybrid Melon (*Cucumis melo* L.) Cultivars for Varietal Identification and Genetic Enhancement

Saeed Amini*¹

1. Assistant Professor and Faculty member of Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), P. O. Box: 31535-1516, Karaj, Iran. (Corresponding author)

Received: April 2026 Accepted: May 2026- DOI: 10.22092/aj.2026.372474.1720

Extended Abstract

Amini, S., Phenotypic Variation Evaluation in Commercial Hybrid Melon (*Cucumis melo* L.) Cultivars for Varietal Identification and Genetic Enhancement

Applied Research in Field Crops Vol 37, No.3, 2024, 5-7: 14-40(in Persian)

Abstract

Introduction

The melon (*Cucumis melo* L., $2n = 24$), a species in the *Cucurbitaceae* family, exhibits extensive diversity. It is a significant horticultural crop in Iran, known for its considerable morphological and agronomic variation. A comprehensive understanding of phenotypic variation is essential for enhancing breeding efficiency and optimizing trait selection. Evaluation of distinctness, uniformity, and stability (DUS) is mandatory prior to cultivar release to ensure the protection of intellectual property rights for newly developed varieties. In addition, comprehensive morphological evaluation is necessary to identify the distinguishing traits of each cultivar. To enhance varietal identification and genetic improvement of melon cultivars, this study investigates their Distinctness, Uniformity, and Stability (DUS) characterization and morphological variation. The present study undertakes an investigation into the Distinctness, Uniformity, and Stability (DUS) characterization, alongside the morphological variation of melon cultivars, to
Email address of the corresponding author: s.amini@areeo.ac.ir

facilitate both varietal identification and genetic advancement.

Materials and Methods:

The experiment was conducted at the Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO) in Karaj, Iran, during the spring and summer seasons of 2024/2025, employing a complete randomized block design with two replications. This study undertakes a detailed examination of the modified Distinctness, Uniformity, and Stability (DUS) morphological characteristics of forty-two melon hybrid cultivars. It employs both quantitative and visual traits to identify commercially relevant biological differences and to improve the efficiency of breeding programs. A modified descriptive term list from UPOV (The International Union for the Protection of New Varieties of Plants) was utilized to investigate six quantitative and twelve qualitative and pseudo-qualitative traits across various organs, including plant, leaf, flower, fruit, and seed qualities. The DUS (Distinctness, Uniformity, and Stability) test was designed to identify, classify, and safeguard commercial cultivars exhibiting specific superior characteristics. Pearson correlation analysis was performed to determine the interrelationships among the various DUS traits. A specialized TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) algorithm, specifically the Mahalanobis-TOPSIS variant, was developed to establish a comprehensive multi-criteria decision-making model. The breeding potential of forty-two hybrid melon cultivars was assessed and ranked using this model.

Results

Significant variations in fruit morphology, including color, length, surface, dots, patches, grooves, and flesh, as well as seed characteristics such as color and shape, were observed, enabling effective cultivar differentiation. A Combined Analysis of Variance (ANOVA) over two years revealed significant differences among cultivars ($p < 0.05$), indicating diverse morphological forms within the studied cultivars. Based on the Distinctness, Uniformity, and Stability (DUS) features of

the investigated melon cultivars, the modified DUS trait dataset, specifically fruit warts and the position of maximum fruit diameter, showed no variance across all commercial melon cultivars. A pairwise examination of Pearson correlation coefficients for the six quantitative Distinctness, Uniformity, and Stability (DUS) testing traits revealed that some traits were largely independent, while others were grouped due to strong positive or negative significant correlations. Correlation analysis revealed the highest positive correlation between fruit length with fruit length/width ($r=0.86$), and the highest negative correlation between fruit flesh diameter with seed length ($r=-0.43$). Utilizing the M-TOPSIS multidimensional evaluation model, five cultivars—Pooya (0/696), Sivano (0/581), Derak (0/575), Sakura (0/511), and Karoun (0/504)—were identified as exhibiting excellent comprehensive performance based on four economic DUS traits (fruit traits). Significantly, the superior plants demonstrated synergistic advantages across multiple key traits, rather than extreme performance in a single trait. This provides essential materials and a basis for multi-trait synergistic optimization in the collaborative breeding of the evaluated traits in *C. melo*.

Conclusion

This study highlights the significant genetic diversity within commercial hybrid melons and identifies critical traits for cultivar differentiation. These results offer actionable insights that can assist breeders in developing superior cultivars with improved yields and traits that satisfy consumer preferences. Furthermore, this study supports ongoing plant breeding initiatives by identifying reliable morphological traits for cultivar differentiation, thereby aiding the enhancement of crop quality and yield. Additionally, it suggests that future research should focus on refining DUS criteria through the inclusion of more traits that effectively distinguish between different melon cultivars.

Keywords: Phenotyping, UPOV, ANOVA, Pearson Correlation, M-TOPSIS.