ارزیابی صفات مرتبط با کیفیت میوه خیار در ارقام محلی و تجاری

مریم روانبخش [۱]، شیوا عزیزی‌نیا [۲*] و محمود لطفی [۳]

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران، ravanbakhsh@alumni.ut.ac.ir

۲*- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران، sazizinia@ut.ac.ir

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، پاکدشت، ایران، mlotfi@ut.ac.ir

*نویسنده مسئول: شیوا عزیزی‌نیا

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۶

Fruit quality assessment of local and commercial cucumber cultivars

Maryam Ravanbakhsh[1], Shiva Azizinia[2*] and Mahmoud Lotfi[3]

1- Graduated MS.c, Department of Horticulture, Agriculture college, od Aboraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran, ravanbakhsh@alumni.ut.ac.ir

2*- Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture college, od Aboraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran, sazizinia@ut.ac.ir

3- Associate Professor, Department of Horticulture, Agriculture college, od Aboraihan, University of Tehran, Pakdasht, Iran, mlotfi@ut.ac.ir

*Corresponding author: Shiva Azizinia

Received: May 2017 Accepted: June 2017

چکیده

مصرف خیار به صورت تازه و به عنوان میوه رومیزی باعث توجه بیشتر مصرف کنندگان به کیفیت میوه از نظر خصوصیات ظاهری و نیز عطر وطعم در کنار خصوصیات مربوط به ماندگاری بیشتر میوه شده است. با هدف بررسی و ارزیابی عوامل و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مرتبط با کیفیت و بازارپسندی ارقام و ژنوتیپ های تازه خوری خیار آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار با استفاده از ۲۷ نمونه خیار شامل هفت هیبرید گلخانه‌ای، پنج هیبرید فضای باز، سه لاین امید بخش و ۱۲ ژرم-پلاسم محلی خیار طراحی و اجرا گردید. صفات مختلف مؤثر بر کیفیت میوه نظیر ابعاد، سفتی، مقدار ماده خشک، میزان پتاسیم میوه به همراه تست رومیزی اندازه‌گیری و یادداشت برداری شدند. نتایج حاصل از بررسی صفات نشان داد اثر ژنوتیپ بر صفات اندازه‌گیری شده به جز وزن، چغرمگی، میزان ماده خشک و خاکستر معنی‌دار بود. بر اساس نتایج تحقیق، رقم دلتاگرین به عنوان ژنوتیپ برتر از نظر کیفیت طعم شناخته شد. تجزیه عامل‌ها به روش مولفه‌های اصلی، چهار عامل اصلی که ۸۰ درصد از تنوع داده‌ها را توجیه می‌نمودند شناسایی کرد. عامل اول به شدت تحت تأثیر خواص مکانیکی بافت قرار گرفت و خواص شیمیایی و فیزیکی هر دو عامل دوم را تحت تأثیر قرار دادند. عامل سوم تحت اثر خواص فیزیکی بود. همچنین با توجه به نتایج این آزمایش بیشترین مقدار کیفی طعم و بافت در نمونه‌هایی با نسبت طول به قطر زیاد، نسبت قطر میوه به قطر حفره بذری کم، مقدار پتاسیم و کربوهیدرات متوسط و سفتی کم مشاهده شد.

کلمات کلیدی: بافت، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، خیار، طعم

Abstract

Fresh fruit consumption of cucumber reqired developing and breeding new cultivars bearing high fruit quality in terms of shape, flavor and taste along with storage quality to meet market demands. In order to determine and evaluate fresh cucumber quality related traits a study was conducted using randomized complete block design with three replications. 27 cucumber genotypes including seven greenhous hybrids, five opendoor hybrids, three elite lines and 12 Iranaian local gernpelasm were selected. Some quality related characters such as size, firmness and other texture mechanical properties, dry matter content, potassium content, sugar content etc. were measured. Effects of each genotype on measured characters were significant except for fruit weight, thoughness, dry matter and ash content. Deltagreen hybrid was rated as the best score for the quality of flavor and texture. Principal components analysis showed that eithty percent of the observred variability was explaimed by the first four components. PC1 reperesented mainly mechanical properties; PC2 explains chemichal and physical properties; PC3 reperesemtes mainly physical properties. In sum based on the results of current experiment, the higher quality of flavor and texure were observed in genotypes with high ratio of fruit length to fruit diameter (L/D), low ratio of fruit diameter to pelacental diameter ratio (FD/PD), moderate content of potassium, polysaccharide and soluble sugars and low firmness.

Key word: Cucumber, Flavor, Principal components analysis, Texture

مقدمه و کلیات

خیار از خانواده جالیزیان (*Cucurbitaceae*) است که بعد از گوجه‌فرنگی و پیاز در رده سوم کشت جهانی قراردارد (FAo, 2014). ایران با تولیدی بیش از دو میلیون و پانصد هزار تن (آمارنامه کشاورزی،۱۳۹۰) از جمله چهار کشور اصلی تولید کننده خیار به همراه چین، ترکیه و روسیه است (FAo, 2014). خیار به صورت‌های سالادی، تازه خوری و فراوری شده مصرف می‌شود که بیشترین مصرف آن در ایران به صورت تازه خوری می‌باشد. در محصولات باغبانی کیفیت از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج پژوهش Harker (۲۰۰۲) در آمریکا نشان داد که ۸۰ درصد از مصرف کنندگان به مساله کیفیت میوه بیش از قیمت آن اهمیت می‌دهند و مصرف کنندگان حاضر هستند با پرداخت بهای بیشتر میوه‌هایی با کیفیت برتر را خریداری کنند. گرچه عملکرد عامل مهم و کلیدی در تولید تجاری محصولات باغبانی است، اما امروزه شاخص‌های کیفی نظیر طعم و مزه، میزان قندها، اسیدیته، ویتامین ث و غیره به صورت روز افزون مورد توجه مصرف کنندگان قرار گرفته است. با توجه به این‌که بخش عمده خیار تولید شده در ایران، در داخل کشور و به صورت تازه‌خوری مصرف می‌شود، لذا بررسی و بهبود خصوصیات کیفی این میوه جهت تأمین نظر مصرف کنندگان بسیار حائر اهمیت است. اندازه گیری خصوصیات بافت میوه شامل سفتی و انرژی بافت به دلیل ارتباط با ذائقه مصرف کننده از مهمترین خصوصیات مورد نظر در بهبود کیفیت میوه خیار هستند. تلاش‌های اصلاحی برای بهبود این صفات اگر چه تاحدودی موفق بوده اما با توجه به اینکه این صفت به مقدار زیادی به سلیقه مصرف کنندگان ارتباط دارد، تعیین بهترین کیفیت همیشه با مشکلاتی همراه است (Yoshioka, 2010). از طرف دیگر با وجود مطالعات زیادی که بر روی درک بهتر مکانیسم‌های ژنتیکی دخیل در کنترل صفات کیفی مربوط به بافت میوه انجام شده است (Peterson و همکاران، ۱۹۷۸؛ Suojala، ۲۰۰۵؛ Sakata و همکاران، ۲۰۰۸) اطلاعات زیادی در این مورد در دسترس نیست. جهت بررسی کیفیت در محصولات باغبانی عموماً از اندازه گیری‌های حسی استفاده می‌گردد (فاطمی، ۱۳۸۰) که این نوع اندازه گیری‌ها به دلیل وابسته بودن به سلیقه افرادی که در بررسی شرکت دارند قابل کمی سازی و تجزیه آماری نیست بنابراین در بسیاری تحقیقات و کاربردهای تجاری، اندازه‌گیری ابزاری بر ارزیابی حسی ترجیح داده می‌شود. از طرف دیگر لازم است ارتباط بین اندازه‌گیری ابزاری و ارزیابی حسی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد تا شاخص‌های مناسب برای انتخاب و بهبود صفات کیفی در دسترس قرار گیرد. مطالعات زیادی برای جایگزینی آنالیزحسی با تجزیه‌های آزمایشگاهی انجام شده است (Horie و همکاران، ۲۰۰۴؛ Sakurai و همکاران، ۲۰۰۵ و Dan و همکاران، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴). به طور کلی خصوصیات ظاهری از طریق ابزارهای الکترومگنتیک اندازه گیری می‌شود، صفات مربوط به بافت با ویژگی‌های مکانیکی در ارتباط است و طعم به دلیل ارتباط با ویژگی‌های شیمیایی با استفاده از تجهیزات آنالیز شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرد (Abbott, 1999). با توجه به اینکه روش‌های تجزیه شیمیایی مورد نیاز در اندازه‌گیری صفت عطر و طعم بسیار هزینه‌بر بوده و از طرف دیگر به دلیل عدم وجود تخصص کافی در مورد علوم حسی تاکنون گزینش کمتری برای این صفت انجام شده است

(Knee, 2001). هم‌چنین اطلاعات کمی نیز در مورد کیفیت بافت خیار و ویژگی‌های ساختار داخلی آن وجود دارد (Dan و همکاران ۲۰۰۵، Kohyama، ۲۰۰۷). آنالیز حسی در میوه خیار شامل ظاهر میوه، رنگ گوشت، سفتی و آبداری گوشت، بوی میوه، مزه و کیفیت کلی است (Gajic-Wolska, 2003). سفتی بافت خیار با استفاده از انواع دستگاه‌های پانچ قابل اندازه‌گیری است (Thompson و همکاران، ۱۹۸۲؛ Yoshioka و همکاران، ۲۰۱۰). هم‌چنین میزان پتاسیم، کربوهیدرات و ماده خشک در ارزیابی کیفیت خیار اندازه‌گیری شده‌اند (Huang و همکاران، ۲۰۰۹). اگر چه هنوز ارتباط مستقیمی بین این صفات و صفات مربوط به آنالیز حسی به طور دقیق به دست نیامده است و هنوز اندازه گیری مشخصی قابل جایگزینی با آنالیز حسی نیست. هدف این مطالعه بررسی پارامترها و اندازه گیرهای کمی قابل جایگزینی با تجزیه‌های حسی و بررسی ارتباط بین این ویژگی‌ها با نتایج آنالیز حسی است. به این منظور ابتدا خصوصیات میوه بر اساس خصوصیات مختلف فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی موجود مورد اندازه گیری قرار گرفت و سپس میوه‌ها مورد بررسی پانل تست جهت ارزیابی کیفی قرار گرفتند. در نهایت ارتباط بین دو دسته از خصوصیات مورد بررسی و تجزیه قرار گرفت. با انجام این پژوهش عوامل و پارامترهای مؤثر بر کیفیت میوه خیار تعیین و نیز ارزیابی و مقایسه ژرم پلاسم محلی با ارقام و هیبریدهای برتر تجاری از نظر سه گروه از صفات دخیل در کیفیت شامل خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی انجام گرفت. همچنین نتایج این آزمایش ضمن تعیین ارقام مناسب از نظر کیفیت میوه، منابع مناسب جهت بهبود کیفیت عطر و طعم در هیبریدها و ارقام امید بخش آینده را معرفی و مشخص می‌نماید.

فرآیند پژوهش

ارقام و ژنوتیپ های مورد بررسی در این تحقیق ۲۷ رقم شامل هفت هیبرید گلخانه‌ای، پنج هیبرید فضای باز، سه لاین امید بخش و ۱۲ ژرم‌پلاسم محلی خیار بودند که براساس مطالعات قبلی در خصوص صفات مؤثر بر کیفیت میوه انتخاب شده بودند. بررسی‌های مربوط به کیفیت میوه در چهار دسته خواص فیزیکی شامل طول و قطر میوه (میانگین قطر بزرگ و کوچک)، قطر حفره بذری، نسبت طول به قطر میوه، نسبت قطر میوه به قطر حفره بذری و وزن میوه بود، خواص مکانیکی شامل سفتی بافت، انرژی جذب شده، چغرمگی و مدول الاستسیته، خواص شیمیایی شامل ماده خشک میزان خاکستر و کربوهیدرات، میزان پلی ساکارید و قند محلول، مقدار پتاسیم بودند. همچنین آنالیز حسی توسط یک گروه ۳۰ نفره انجام شد و بر اساس آن شرکت کنندگان در بررسی کیفیت میوه را از نظر مزه و بافت از یک تا پنج (۵= خیلی خوب، ۴= خوب، ۳= متوسط، ۲= بد، ۱= خیلی بد) نمره دهی کردند. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در محل گلخانه‌های گروه باغبانی پردیس ابوریحان انجام شد. بذور گیاهان در سینی‌های مخصوص کشت شده و بعد از رسیدن به مرحل سه برگ کامل دانهال ها به گلخانه پلاستیکی منتقل شد. میوه‌ها در زمان معمول برداشت تجاری خیار برداشت شدند و یادداشت برداری‌ها انجام گردید.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.0 و مقایسه میانگین صفات با روش دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. همچنین ضریب

همبستگی صفات مورد مطالعه و رگرسیون گام به گام با درنظر گرفتن کیفیت بافت و مزه به عنوان صفت وابسته و سایر صفات به عنوان صفت مستقل صورت پذیرفت. جهت تجزیه به عامل‌ها از تجزیه به مولفه-های اصلی و چرخش وریماکس استفاده گردید. سفتی بافت با استفاده از دستگاه آزمون کشش- فشار مواد بیولوژیک ساخته شده توسط غائبی و همکاران (۱۳۸۷) با روش شد. (Thompson و همکاران، ۱۹۸۲)، انرژی جذب شده، چغرمگی و مدول الاستسیته مطابق فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$E_a = \frac{F_r \times D_r}{2} \quad (۱)$$

$$P = \frac{E_a}{V} \quad (۲)$$

$$E = \frac{F_r \times (1-\mu^2)}{2a \times f_d} \quad (۳)$$

که در این روابط:

E_a = انرژی جذب شده (میلی‌ژول)؛

F_r = حداکثر نیرو یا سفتی (نیوتن)؛

D_r = جابجایی معادل با حداکثر نیرو (میلی‌متر)؛

P = چغرمگی (نیوتن بر میلی‌متر مربع)؛

V= حجم نمونه (میلی‌متر مکعب)؛

E= مدول الاستسیته (مگا پاسکال)؛

μ= ضریب پواسون (بدون واحد)؛

a= شعاع پرآب (میلی‌متر)؛

f_d= تغییر مکان پرآب (میلی‌متر).

جهت اندازه‌گیری ماده خشک میوه از آون با دمای ۷۲ درجه سانتیگراد استفاده گردید. میزان پلی ساکارید و قند محلول با استفاده از روش فنل اسید سولفوریک اندازه‌گیری شد (Kochert, 1978) و مقدار خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی تعیین شد. برای تعیین میزان پتاسیم از دستگاه فلیم فوتومتر استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بر وجود تفاوت معنی‌دار در میان ژنوتیپ‌ها از نظر اکثر صفات بررسی شده غیر از وزن میوه، میزان وزن خشک و خاکستر دلالت داشت. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، هیبرید گلخانه‌ای اِورگرین بیشترین نسبت طول به عرض میوه را دارا بود و نمونه‌های محلی ۱ و ۱۷ کمترین مقدار این صفت را داشتند (جدول ۱). بیشترین مقدار نسبت قطر میوه به قطر حفره بذری مربوط به هیبرید گلخانه‌ای سالار با مقدار ۲/۵۸ و کمترین مقدار به ژنوتیپ های محلی ۱۰۳، ۸۰ و ۱۷(به ترتیب ۱/۴۳، ۱/۴۷ و ۱/۴۷) تعلق داشت. Breene و همکاران (۱۹۷۲) در مطالعه خورد بر روی ۲۴ رقم خیار، نسبت طول به قطر در محدوده ۳ تا ۷ گزارش کردند که با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان اظهار داشت که ارقام مورد مطالعه در این تحقیق از اندازه‌های کوچکتر که مخصوص خیارهای تازه خوری است قرار دارند. ارقام محلی ۸۸، ۹۹ و ۱ بیشترین مقدار سفتی (۹/۱۱، ۸/۹۳ و ۸/۱۴ نیوتن) را داشتند و هیبرید گلخانه‌ای نسیم (۵/۹۵ نیوتن) و هیبرید فضای باز دامینوس (۵/۹۳ نیوتن) کمترین مقدار سفتی را به خود اختصاص دادند. جهانگیری و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود بر روی اثر شرایط نگهداری بر میزان سفتی بافت میوه خیار، سفتی ۸ نیوتن را در شرایط نرمال گزارش کرده‌اند. با توجه به گزارش Cook و همکاران (۱۹۹۴) که سفتی خیار را تحت تأثیر ژنتیک میوه دانسته و اظهار کرده‌اند که انواع پارتنوکارپ از انواع غیر پارتنوکارپ نرم‌تر، در مطالعه حاضر نیز که ارقام محلی غیر پارتنوکارپ سفتی بیشتری نسبت به هیبریدهای تجاری پارتنوکارپ نشان داده‌اند می‌تواند تاییدی بر این نظریه باشد. نتایج این آزمایش همچنین نشان دهنده کمتر بودن میزان انرژی ارقام هیبرید در مقایسه با

ژنوتیپ های محلی است. نمونه‌های ۸۸ و ۹۹ از نظر مقدار انرژی پارگی بافت بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند در حالی که دامینوس و سوپردامینوس (هیبریدهای فضای باز) کمترین مقدار انرژی را داشتند. گزارشاتی مبنی بر وجود تنوع بالا برای صفات سفتی و انرژی در بین ژنوتیپ های خیار وجوددارد (Breene و همکاران ۱۹۷۲). حداکثر مقدار پتاسیم مربوط به هیبرید دلتاگرین (فضای باز) و ژرم‌پلاسم محلی ۹۹ بود همچنین حداقل مقدار پتاسیم مربوط به ژنوتیپ های ۶۲ و ۲۷ محلی است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، هر دوی مقادیر کم و زیاد مربوط به ژرم‌پلاسم محلی است، که نشان دهنده وجود تنوع زیاد مقدار پتاسیم در میان ژرم‌پلاسم محلی است، هم‌چنین انواع خیار محلی دارای مقدار پتاسیم بیشتری هستند. بیشترین مقدار پلی‌ساکارید به لاین امید بخش Ch1111(شرکت هامون) تعلق داشت و ژرم پلاسم محلی ۹۹ کمترین مقدار پلی‌ساکارید را به خود اختصاص داد. هیبریدهای گلخانه‌ای اورگرین و نامبر وان بیشترین مقدار قندهای محلول را به خود اختصاص دادند، اما این دو هیبرید در ارتباط با کیفیت طعم و بافت مطلوب نبودند و هیبرید فضای باز سوپر ۲۰۰۰ که از نظر قندهای محلول در رتبه بعدی قرار داشت اما از نظر کیفیت طعم و بافت مطلوب بود. ژرم‌پلاسم محلی ۹۹ و ۱۰۷ کمترین مقدار قندهای محلول را به خود اختصاص دادند. به طور کلی هیبرید فضای باز دلتاگرین به عنوان بهترین کیفیت طعم و بافت نمره‌دهی شد و ژنوتیپ های محلی ۹۹ و ۱۰۷ به عنوان ژنوتیپ های حاوی پایین‌ترین کیفیت بافت و مزه امتیاز دهی شدند. مقایسه میانگین صفات نشان داد که انواع خیار که مناسب کشت برای فضای باز هستند نسبت به انواع گلخانه‌ای دارای کیفیت بهتر مزه و بافت هستند. این نوع از خیارها دارای نسبت طول به قطر میوه زیاد، نسبت قطر میوه به قطر حفره بذری کم و نیز مقدار پتاسیم، پلی‌ساکارید و قندهای محلول متوسط بوده اما سفتی و انرژی کمتری دارند. در میان انواع ژرم‌پلاسم محلی خیار، انواعی مانند ۴۸ و ۴۹ وجود دارند که دارای پتاسیم زیاد و سفتی کم هستند و در میان انواع با کیفیت خوب طعم و بافت نمره‌دهی شدند. باتوجه به خصوصیات کلی این ژنوتیپ ها، پتانسیل استفاده از این ژنوتیپ ها برای ایجاد انواع واریته‌های جدید با هدف بهبود کیفیت طعم و بافت وجود دارد. مطالعه همبستگی صفات نشان داد که کیفیت بافت و مزه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با نسبت طول به قطر میوه (۰/۶۲)، مقدار ماده خشک (۰/۶) و میزان پلی‌ساکاریدها (۰/۵۳) است. علی‌آبادی و همکاران (۲۰۱۰) با گزارش همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مزه خیار و مقدار ماده خشک بر اهمیت میزان ماده خشک میوه در بالا بردن کیفیت عطر و طعم تاکید کرده‌اند. هم‌چنین همبستگی منفی و معنی‌داری بین کیفیت طعم و بافت با سفتی (۰/۶۶-)، انرژی (۰/۷۲-) و نیز قطر میوه (۰/۶۵-) دیده شد. در مطالعه Joen و همکاران (۱۹۷۵) روی خصوصیات فیزیکی سه رقم خیار، بین صفات سفتی و انرژی با پاسخ‌های حسی همبستگی منفی و معنی‌داری را مشاهده نمودند. ارتباط منفی بین اندازه و سفتی میوه در این مطالعه به دست آمد بدین معنی که با بزرگ شدن میوه میزان سفتی و انرژی بافت از دست می‌رود که در گزارشات دیگر این مساله تأیید شده است (Thompson و همکاران، ۱۹۸۲؛ Suojala، ۲۰۰۵). همچنین همبستگی بین طعم و بافت با پتاسیم معنی-دار نبود، با توجه به اینکه پتاسیم به عنوان عنصر

کیفیت شناخته شده است که باعث بهبود بافت می‌شود، علت عدم ارتباط بین این دو صفت در این مطالعه می‌تواند با وجود تنوع بالای طعم در بین ژنوتیپ های محلی که همزمان دارای میزان پتاسیم بالا نیز می‌باشند مرتبط باشد.Yoshioka و همکاران (۲۰۱۰)، در بررسی ۱۳ رقم از ۵ نوع مختلف خیار تفاوت‌های زیادی بین ژنوتیپ ها از نظر خصوصیات بافت میوه به دست آوردند همچنین طبق این مطالعه رابطه معنی داری بین بافت میوه و ارزیابی کیفی مصرف کنندگان به دست آوردند. طبق نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون سفتی به عنوان اولین عامل به مدل وارد شده و ۴۳ درصد از تغییرات کیفیت طعم و بافت را توجیه می‌کند. در مرحله بعد صفت میزان پلی‌ساکارید وارد مدل شده و مجموعاً ۶۱ درصد از تغییرات کیفیت طعم و بافت را توجیه کردند (جدول ۳). معادله رگرسیون برازش شده به صورت زیر نشان داده شده‌است:

$$Y=۵/۰۴- ۰/۴۷b_1+2b_2$$

که در این معادله b_1 سفتی و b_2 پلی‌ساکارید است.

مطالعه تجزیه به عامل‌ها حاکی از تأثیر چهار عامل مستقل با توجیه ۸۰ درصد از تغییرات داده‌ها بود (جدول ۴). در این جدول، میزان واریانس هر عامل که نشان دهنده اهمیت آن عامل در تفسیر تغییرات کلی داده‌ها است بر حسب درصد ارائه شده‌است. به طور کلی عامل اول، که خواص مکانیکی نامیده شد، ۴۹ درصد از کل واریانس داده‌ها را توجیه نمود. در این عامل، بزرگ‌ترین ضرایب عاملی مثبت، به ترتیب متعلق به صفات سفتی، مدول الاستسیته و انرژی بود، و صفت طعم دارای ضریب عاملی منفی است. نتایج همبستگی ساده صفات نیز بین صفات با ضریب مثبت همبستگی معنی‌داری را نشان می‌دهد، همچنین بین این صفات و صفت طعم همبستگی منفی مشاهده شد. عامل دوم (خواص شیمیایی-فیزیکی) ۱۴ درصد از تغییرات داده‌ها رابه خود اختصاص داد و بزرگ‌ترین ضرایب عاملی مثبت، مربوط به صفات مونوساکارید، ماده خشک، پلی‌ساکارید، ارتفاع و نسبت طول به قطر بود. عامل سوم (خواص فیزیکی) ۱۰ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد. در این عامل، نسبت قطر میوه به قطر حفره بذری دارای ضریب عاملی مثبت و قطر حفره بذری دارای ضریب عاملی منفی بودند. عامل چهارم با کمترین میزان توجیه واریانس داده‌ها، ۷ درصد، شامل جرم، مقدار پتاسیم و قطر میوه بود.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی با توجه به نتایج تجزیه همبستگی که کیفیت بافت و مزه با خواص مکانیکی (سفتی، انرژی و مدول الاستسیته) دارای بیشترین همبستگی معنی‌دار است و از طرف دیگر طبق نتایج تجزیه رگرسیون که اولین صفت وارد شده به مدل رگرسیون، سفتی است، این نتایج توسط نتایج تجزیه به عامل‌ها، که در آن خواص مکانیکی اولین عاملی است که تغییرات کیفیت بافت و طعم را توجیه می‌کند، تأیید گردید. بنابراین به نظر می‌رسد خواص مکانیکی نقش مهمی در کیفیت طعم و بافت خیار دارند. از آنجایی که خواص مکانیکی به آسانی قابل اندازه‌گیری هستند و دارای ارتباط خوب با آزمون حسی می‌باشند (Thompson و همکاران، ۱۹۸۲) و توارث پذیری بالایی نیز دارند (Cook و همکاران، ۱۹۹۴) بنابراین می‌توانند به عنوان یک شاخص مناسب در اصلاح خیار به منظور بهبود کیفیت طعم و بافت مورد استفاده قرار گیرند.

جدول ۱: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده به روش چند دامنه‌ای دانکن

نام نمونه	نوع نمونه	نسبت طول به قطر میوه	نسبت قطر میوه به قطر حفره بذری	سفتی (نیوتن)	انرژی (میلی ژول)	مدول الاستسیته (مگا پاسکال)	پلی‌ساکارید (g/100g fw)	مونوساکارید (g/100g fw)	پتاسیم (mg/ 100g dw)	کیفیت طعم و بافت
۱۰۷	LG	۲/۷ f	۱/۹۳ b	۷/۵۴ b	۷/۶۶ cd	۰/۳۵۴bc	۱/۱۲ h	۴/۸۸ b	۰/۱۵۴ e	۰/۲۵۹ f
۱۰۳	LG	۲/۷ f	۱/۴۳ d	۷/۲۶ bc	۷/۸۲ c	۰/۳۵۱bc	۱/۶۱ g	۲/۱۷ c	۰/۲۴۶ c	۰/۴۱۲ de
۹۹	LG	۳/۲۵ e	۱/۹۳ b	۸/۴۸ a	۸/۹۳ ab	۰/۳۸۴ a	۱/۲۲ h	۵/۱۷ a	۰/۱۴۶ e	۰/۱۷۴ g
۸۸	LG	۲/۹۷ ef	۱/۸۳ bc	۹/۰۲ a	۹/۱۱ a	۰/۴۱۱ a	۱/۸ fg	۳/۰۸ d	۰/۳۲۲ b	۰/۳۶۸ e
۸۰	LG	۲/۹ f	۱/۴۷ d	۶/۷۷ cde	۷/۳۱ ef	۰/۳۲۷d	۲/۶ f	۳/۲۵ d	۰/۱۶۲ e	۰/۲۳۱ f
۷۳	LG	۲/۹۴ f	۱/۷۴ c	۷/۳۶ bc	۷/۷۹ c	۰/۳۵۱bc	۱/۷۷ g	۳/۶۶ d	۰/۲۵۷ c	۰/۳۲ e
۶۲	LG	۴/۸۱ cd	۱/۹۶ b	۶/۸۱ cde	۷/۷۷ cd	۰/۳۵۷b	۱/۵۳ f	۳/۸۲ de	۰/۱۹۹ d	۰/۴۹ c
۴۹	LG	۳/۲۱ e	۱/۷۲ c	۶/۴۷ cde	۶/۹۶ g	۰/۳۱de	۴/۲۲ b	۳/۸۴ d	۰/۱۹۸ d	۰/۴۸۴ cd
۴۸	LG	۳/۵۹ e	۱/۸۳ bc	۶/۴۷ cde	۷/۳۵ ef	۰/۳۳۳d	۳/۸ c	۳/۰۶ e	۰/۲۳ c	۰/۴۶۳ d
۲۷	LG	۲/۹۹ f	۱/۷۱ c	۶/۸۱ cde	۷/۷۱ cd	۰/۳۴۷ cd	۱/۸۷ f	–	۰/۳۱ b	۰/۳۹۷ de
۱۷	LG	۲/۴۸ g	۱/۴۷ d	۷/۵۲ b	۷/۵۸ d	۰/۳۴۹ c	۴/۴ b	–	۰/۱۵۵ e	۰/۲۳۱ f
۱	LG	۲/۰۴ g	۱/۷۱ c	۶/۹۲ de	۸/۱۴ b	۰/۳۷۴ b	۳/۷۳ cd	–	۰/۳۰۳ bc	۰/۵۵۴ b
دلتاگرین	O	۴/۵۳ cd	۱/۸۸ bc	۶/۴۷ cde	۶/۷۴ gh	۰/۳۰۹ e	۵/۲۱ a	۴/۴۳ a	۰/۲۹ bc	۰/۴۰۹ de
دامینوس	O	۴/۲۷ cde	۱/۷۲ c	۵/۳۱ f	۶/۰۶ j	۰/۲۷۸ g	۳/۲۲ d	۳/۹۴ d	۰/۲۵۳ c	۰/۳۶۵ c
سوپردامینوس	O	۴/۴۱ cd	۱/۷۵ b	۵/۳۵ f	۵/۹۳ j	۰/۲۷۵ g	۳/۴۷ d	۴/۲۶ b	۰/۲۱۲ c	۰/۵۲۴ c
بکر	O	۴/۱۸ de	۱/۷۳ c	۵/۵۳ e	۶/۵۴ h	۰/۲۹۸ f	۲/۴۷ e	۳/۸۳ d	۰/۲۸۹ bc	۰/۴۰۱ de
سوپر ۲۰۰۰	O	۴/۴۴ cd	۱/۷۸ c	۶/۶۲ cde	۶/۹۱ g	۰/۳۱۸ de	۴/۱۲ b	۳/۲۶ d	۰/۳۴۲ b	۰/۵۴۸ bc
Ch1110	EL	۵/۶۳b	۲ b	۵/۹۹ de	۷/۲۳ f	۰/۳۲۸ d	۲/۹۵ ef	۳/۰۳ de	۰/۳ bc	۰/۵۷۹ b
Ch1018	EL	۴/۷۱ cd	۱/۹۹ b	۶/۰۷ de	۶/۹۴ g	۰/۳۱۸ de	۴/۲۲ bc	۲/۶۹ c	۰/۲۸۶ bc	۰/۳۸۹ c
Ch1111	EL	۵/۲۸ bc	۱/۹ b	۶/۳۷ cde	۶/۹۸ g	۰/۳۱۷ de	۴/۱۸ bc	۳/۰۹ d	۰/۳۰۲ bc	۰/۵۹۲ a
کشمیر	GH	۵/۳۴ bc	۱/۸۵ bc	۷/۰۷ bc	۷/۴۹ c	۰/۳۴۶ cd	۲/۷۵ f	۳/۹ c	۰/۳۲۴ b	۰/۵۳۳ c
پویا	GH	۵/۴۱ b	۱/۸۹ bc	۵/۳۶ e	۶/۰۲ j	۰/۲۷۵ g	۳/۱۸ ef	۳ de	۰/۲۸۵ bc	۰/۴۹۱ c
اورگرین	GH	۶/۵۳ a	۲/۰۶ b	۶/۴۳ cde	۶/۶۶ gh	۰/۳۰۸ c	۳/۱ e	۲/۶۶ e	۰/۴۸۲ a	۰/۳۰۵ c
نامبر وان	GH	۴/۷۷ cd	۲/۰۸ b	۵/۸۹ de	۶/۵۷ h	۰/۳۰۹ c	۲/۹۱ de	۲/۸۵ c	۰/۴۹۶ a	۰/۳۳۴ c
نسیم	GH	۵/۰۸ bc	۲/۱ b	۵/۳۷ cde	۵/۹۵ j	۰/۲۷۹ g	۳/۲ e	۳/۸۶ c	۰/۳۰۳ bc	۰/۴۳۲ de
سلطان	GH	۴/۲۲ de	۱/۷۱ c	۵/۶۴ e	۶/۲۴ i	۰/۲۹ f	۳/۱۶ ef	۴/۵۴ b	۰/۲۹۹ bc	۰/۳۵۸ c
سالار	GH	۴/۴۱ cd	۲/۵۸ a	۵/۶۵ e	۶/۲۹ i	۰/۲۸۹ f	۳/۲۶ e	۴/۳۷ b	۰/۲۶۹ c	۰/۳۲ c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

LG= ژرم‌پلاسم محلی، O= فضای باز، AL= لاین امید بخش، G= هیبرید گلخانه‌ای

جدول ۲: همبستگی ساده خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مرتبط با کیفیت طعم و بافت میوه خیار

نام صفت	طول میوه	نسبت طول به قطر میوه	جرم	سفتی	انرژی	چغرمگی	ضریب الاستسیته	ماده خشک	خاکستر	پلی‌ساکارید	قندهای محلول	پتاسیم
طول میوه	۱											
نسبت طول به قطر میوه	۰/۲۹ ns	۱										
جرم	-۰/۵۴ **	-۰/۰۲ ns	۱									
سفتی	-۰/۶۴ **	-۰/۰۱ ns	۰/۳ ns	۱								
انرژی	-۰/۶ **	۰/۰۱ ns	۰/۴۱ *	۰/۹۳ **	۱							
چغرمگی	۰/۰۳ ns	۰/۰۴ ns	-۰/۲۵ ns	۰/۲۵ ns	۰/۰۳ ns	۱						
ضریب الاستسیته	-۰/۶۲ **	۰/۰۱ ns	۰/۳۲ ns	۰/۹۹ **	۰/۹۳ **	۰/۲۷ ns	۱					
ماده خشک	۰/۶۲ **	۰/۰۴ ns	-۰/۲۹ ns	-۰/۴۶ *	-۰/۵۵ **	۰/۴ *	-۰/۴۴ *	۱				
خاکستر	-۰/۳۱ ns	-۰/۰۹ ns	۰/۱۹ ns	۰/۲۷ ns	۰/۳۴ ns	-۰/۱۷ ns	۰/۲۶ ns	۰/۴۵*	۱			
پلی‌ساکارید	۰/۴۱ *	-۰/۰۴ ns	-۰/۳۶ ns	۰/۱۵ ns	-۰/۲۹ ns	۰/۴۲ *	۰/۰۵ ns	۰/۱۷ ns	۰/۶۸ **	۱		
قندهای محلول	۰/۴۶ *	۰/۰۷ ns	-۰/۳۴ ns	-۰/۱۷ ns	-۰/۲۷ ns	۰/۳۶ ns	۰/۰۷ ns	-۰/۱۶ ns	۰/۵۶ **	۰/۵۱ **	۱	
پتاسیم	-۰/۱۴ ns	۰/۱۸ ns	۰/۴۷ *	۰/۴۵ *	۰/۵۱ **	۰/۲۱ ns	۰ ns	۰/۴۴*	۰/۱۹ ns	-۰/۲۷ ns	-۰/۲۶ ns	۱
کیفیت طعم و بافت	۰/۶۲ **	۰/۰۳ ns	-۰/۴۶ *	-۰/۶۶ **	-۰/۷۲ **	۰/۲۴ ns	-۰/۶۷ **	۰/۶ **	-۰/۴۵ *	۰/۵۳ **	۰/۳۷ ns	-۰/۱۹ ns

**** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ns غیر معنی‌دار**

جدول ۳: تجزیه رگرسیونی گام به گام کیفیت طعم و بافت (صفت وابسته) و سایر صفات مورد مطالعه

صفت وارد شده به مدل	R^2	b در مرحله وارد شدن به مدل	b مدل نهایی
سفتی	۰/۴۳	-۰/۵۳	-۰/۴۷
پلی ساکارید	۰/۱۸	۲	۲

جدول ۴: مقادیر بار عاملی متغییرهای اندازه‌گیری شده بعد از دوران عامل‌ها با روش وریماکس

صفت	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم
سفتی	۰/۹۷	-۰/۱۳	-۰/۰۵	۰/۰۳
مدول الاستسیته	۰/۹۷	-۰/۱۲	۰	۰/۰۵
انرژی	۰/۹۲	-۰/۱۷	-۰/۰۲	۰/۱۷
کیفیت بافت و طعم	-۰/۶۲	۰/۳۸	۰/۱۱	-۰/۲۵
مونوساکارید	-۰/۰۶	۰/۸۳	۰/۱۴	-۰/۰۹
ماده خشک	-۰/۴۱	۰/۷۷	۰/۰۶	-۰/۱۵
پلی‌ساکارید	-۰/۰۷	۰/۷۵	-۰/۰۷	-۰/۲۵
طول میوه	-۰/۴۹	۰/۶	۰/۴۸	-۰/۱۵
نسبت طول به قطر میوه	-۰/۴۹	۰/۵۶	۰/۴۹	-۰/۳۴
نسبت قطر به حفره بذری	۰/۱۴	-۰/۰۶	۰/۸۶	۰/۱۷
قطر حفره	۰/۱۹	-۰/۳۲	-۰/۸۴	۰/۳۵
وزن میوه	۰/۲۹	-۰/۱۷	-۰/۲۴	۰/۸۲
پتاسیم	-۰/۱	-۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۷۴
قطر میوه	۰/۳۹	-۰/۳۹	-۰/۴۴	۰/۶۶
میزان واریانس (٪)	۴۹	۱۴	۱۰	۷
واریانس تجمعی (٪)	۴۹	۶۳	۷۳	۸۰

منابع

۱- آمارنامه کشاورزی. جلد اول. محصولات زراعی سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ تهیه کننده دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی دفترآمار و فناوری اطلاعات، ۱۳۹۰- ۱۱۹ صفحه

۲- غائبی، س. م. حسن‌بیگی، س. ر و کیان‌مهر، م. ج. ۱۳۸۷. دستگاه تست فشار، کشش و برش محصولات باغی. شماره ثبت اختراع ایران ۵۴۹۹۹، تهران. ایران.

3- Abbott. J. A. 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. Postharvest Biol. Technol. 15:207-225

4- Aliabadi, E., Lotfi. M. and Amiri, R. 2010. Evaluation the traits releated with fruit flavor in cucumber. ISHI Acta Hort. 871:334-339

5- Breene, W., D. W. Davis and H. E. Chou. 1972. Texture profile analysis of cucumbers. J. Food Sci. 37:113- 117

6- Cook, K.L., Baggett, J.R. and Gabert, A.C. 1994. Fruit firmness and quality of parthenocarpic versus nonparthenocarpic pickling cucumber cultivars. Cucurbit Genet. Coop. Rpt. 17:30-34.

7- Dan H., K. Okuhara, K. Kohyama.2003. Discrimination of cucumber cultivars using a multiple-point sheet sensor to measure biting force. J. Sci.Food Agric. 83:1320-1326

8- Dan, H., Okuhara, K. Kohyama, K.2004. Visualization of planar stress distributions in cucumber cultivars using a multiple-point sheet sensor. J. Sci. Food Agric., 84: 1091-1096

9- Dan, H. and K. Kohyama. 2007. Characterization of cucumber cultivars by mechanical stress distributions during the compression process. JARQ. 41:115-121

10- Dan, H., K. Okuhara and K. Kohyama. 2005. Characterization of mechanical stress distributions in a cross section of cucumber fruits: bisector reference line represents tissue anatomy. J. Sci. Food Agric. 85:785-790

11- FAO STAT available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data

12- Gajic-Wolska, J., M. Szwacka and S. Malepszy. 2003. Sensory Characteristic of Cucumber Fruits (*Cucumis sativus* L.) with Thaumatin Gene. Acta Hort. 604:449-451

13- Harker, F. R., F. A. Gunson, P. L. Brookifield and A. White. 2002. An apple a day: the influence of memory on consumer judgment of quality. Food quality and preference. 13:173-179.

14- Horie, H., H. Ito, K. Ippoushi, K. Azuma, I. Igarashi.2004.Evaluation of the Physical Quality of the Mesocarp of Cucumber Fruit. Horticultural Research (Japan). 3: 425-428

15- Huang, Y., R. Tang, Q. Cao, Z. Bie. 2009. Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. Scientia Horticulturae 122:26–31

16- Joen, I.J., Breene, W.M. and Munson, S.T. 1975. Texture of fresh-pack whole cucumber pickles: correlation of

instrumental and sensory measurements.5: 411-423

17- Knee, M. 2001. Fruit quality and its biological basis. Department of Horticulture and crop science. The Ohio State University. Columbus. Ohio. USA. 279 pp.

18- Kochert, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol-sulfuric acid method. In: Hellbust, J. A., and J. S. Craigic. Handbook of phycological methods physologicaland biochemical methods. London Cambridge University Press. pp95-97.

19- Peterson, R. K. D. W. Davis, R. E. Stucker, W. M. Breene. 1978. Inheritance of firmness in raw cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit. Euphytica.27, 233–240

20- Sakata, Y., H. Horie, T. Ohara, Y. Kawasaki, M. Sugiyama.2008. Influences of Rootstock Cultivar and Storage on the Texture of Cucumber Fruits. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 77. P 47-53

21- Sakurai, N. Iwatani, S. Terasaki, S. Yamamoto, R.2005. Texture evaluation of cucumber (*Cucumis sativus*) by a new acoustic vibration method. J. Jap. Soc. Hort. Sci.74:31-35

22- Suojala-Ahlfors, T. 2005. Fruit firmness of pickling cucumber cultivars. Journal of HortTechnology, 15: 777–781.

23- Thompson, R.L., Fleming, H.P., Hamann, D.D. and Monroe, R.J. 1982. Method for determination of firmness in cucumber slices. J. Texture Studies. 13:311-324.

24- Yoshioka, Y., Sakata, Y. and Tamaki, Y. 2010. Search for quantitative indicators of fruit texture for breeding in cucumber. ISHI Acta Hort. 871:171-175