ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی ارقام تجاری میوه گوجه‌فرنگی کاشته شده در ایران

سبا بلقیسی[1]، علی معتمدزادگان[2]*، جعفر میلانی[3]، لادن رشیدی[4]، علی رافع[5]

1- دانشجوی دکتری تکنولوژی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
2- دانشیارگروه صنایع غذایی،دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
3- دانشیارگروه صنایع غذایی،دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
4- استادیار گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده صنایع غذایی و فرآورده های کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران
5- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: 98/09/20 تاریخ پذیرش: 98/10/23)

چکیده

با توجه به ارزش غذایی، توسعه تکنولوژی و افزایش روزافزون مصرف گوجه‌فرنگی و فرآورده‌های آن، شناخت دقیق از ویژگی‌های رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی ضروری است. باتوجه به تنوع بسیار زیاد رقم‌های گوجه‌فرنگی، نیاز است قبل از تولید هرمحصول بررسی دقیقی بر روی ویژگی‌های آن صورت گیرد تابتوان براساس نوع کاربری، بهترین رقم را پیشنهاد کرد چراکه نخستین گام در بهینه‌سازی روش‌های فرآوری، انتخاب واریته مناسب است. با این هدف، ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی چهار رقم گوجه‌فرنگی (کارون، 3402، LS0019 و H1015) با یکدیگر مقایسه شدند. به این منظور میزان مواد جامد محلول، کل مواد جامد، ماده خشک، pH، میزان رنگدانه‌های کاروتنوئیدی لیکوپن، β-کاروتن، لوتئین و β-کریپتوگزانتین و شاخص‌های رنگی (a* ، b*،L*)، زاویه رنگ (h)، خلوص رنگ (C)، پلی‌فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری شدند. میزان مواد جامد محلول، کل مواد جامد، رنگدانه‌های کاروتنوئیدی (لیکوپن، بتا- کاروتن، لوتئین و بتا-کریپتوگزانتین)، پلی‌فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی رقم‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار داشتند($P<0.05$). رقم H1015 غنی از رنگدانه‌های کاروتنوئیدی به‌ویژه لیکوپن بود و بیشترین میزان مواد جامد، شاخص رنگی a* ، پلی‌فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان داد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که برای مقاصد اقتصادی و تجاری مانند فرآوری و استخراج ترکیبات زیست فعال، رقم H1015 نسبت به سایر رقم‌های موردمطالعه برتری دارد و استفاده از آن برای اهدافی همچون کشت و فرآوری توصیه می‌شود.

کلید واژگان: آنالیز بیوشیمیایی، پلی‌فنل کل، رقم، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کاروتنوئید، گوجه فرنگی

*مسئول مکاتبات: amotgan@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

1- مقدمه

گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum L.*) یکی از سبزیجاتی است که نه تنها در کشور ایران، بلکه در سراسر جهان بصورت گسترده کشت می‌شود. پژوهشگران دریافته‌اند که مصرف گوجه‌فرنگی و فرآورده‌های آن سبب کاهش ریسک ابتلا به انواع خاصی از سرطان و بیماری‌های قلبی-عروقی می‌شود. مزایای سلامت‌بخشی گوجه‌فرنگی بدلیل حضور متابولیت‌های ثانویه مانند لیکوپن[1]، β- کاروتن[2]، لوتئین[3]، β– کریپتوگزانتین[4] و ترکیبات فنولی[5] است [1 و 2]. کیفیت و کمیت بسیاری از ترکیبات شیمیایی (کاروتنوئیدها، پلی‌فنول‌ها) و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها در میوه گوجه‌فرنگی، به ژنوتیپ گیاه و همچنین شرایط محیطی که گیاه در آن رشد و نمو کرده است، بستگی دارد[5-3]. اگرچه تحقیقات فراوانی درباره خواص تغذیه‌ای و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گوجه‌فرنگی در مناطق جغرافیایی مختلف صورت گرفته است، اما بیشتر آنها با اهداف متفاوتی از جمله بررسی مراحل مختلف رسیدن میوه و شرایط کشت متمرکز بوده‌اند [6 و 7]. بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته روی خواص فیزیکوشیمیایی رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی محدود به ترکیبات فنولی ومیزان رنگدانه لیکوپن بوده است. چنانچه جورج و همکاران [8] بیان کردند که ژنوتیپ به شکل قابل توجهی بر میزان محتوای پلی‌فنولی گوجه‌فرنگی تاثیر دارد. همچنین ساک و فرانسیس [9] و دیویس و همکاران [10]، گزارش دادند که رقم‌های مختلف گوجه فرنگی حاوی مقادیر زیادی لیکوپن هستند و در رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی، لیکوپن اصلی‌ترین رنگدانه کاروتنوئیدی محسوب می‌شود. امروزه عمل‌آوری میوه گوجه‌فرنگی به دلایل اقتصادی و بویژه استخراج ترکیبات فعال زیستی[6] آن در حال گسترش است و برخی پژوهش‌ها بر معرفی رقم‌های با ارزش برای اهداف صنعتی متمرکز بوده‌اند. چنانچه آرمنداریز و همکاران [11]، میزان رنگدانه لیکوپن را در رقم‌های گوجه‌فرنگی با میزان لیکوپن بالا برای معرفی واریته تجاری مطلوب بررسی کردند. رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی در ایران کاشته می‌شوند، اما دسترسی به آنها محدود به نقاط خاصی از این کشور است. ارقام کارون، 3402، 0019 LS و H1015 چهار رقم گوجه‌فرنگی هستند که به وفور در بازارهای ایران قابل دسترس هستند. بنابراین در این پژوهش، تاثیر نوع رقم گوجه‌فرنگی را بر مواد جامد محلول[7]، کل مواد جامد[8]، ماده خشک، pH، رنگ، لیکوپن، β–کاروتن، لوتئین، β– کریپتوگزانتین، پلی‌فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به منظور شناسایی بهترین رقم مورد مطالعه قرار گرفت.

2- مواد و روش‌ها

2-1-کشت گوجه‌فرنگی

میوه گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicon* L.) در مزرعه کشت وصنعت روژین تاک[9] در کرمانشاه (در میانه ضلع غربی کشور بین 33 درجه و 36 دقیقه تا 35 درجه و 15 دقیقه عرض شمالی و 45 درجه و 24 دقیقه و 48 درجه و 30 دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و در ارتفاع 1430 متری از سطح دریا) در ماه‌های فروردین تا مرداد سال 1397 کشت شد. چهار رقم گوجه‌فرنگی از جمله کارون (فلات، ایران) 3402 (هاینتز، آمریکا)، LS 0019 (هاینتز، آمریکا) و H1015 (هاینتز، آمریکا) در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند. کشت در مزرعه و فضای باز و در ردیف‌های چهارتایی با فاصله بوته‌ها در هر ردیف 50cm و فاصله ردیف‌ها از یکدیگر 100 cm و با آبیاری قطره‌ای انجام شد. گوجه فرنگی‌ها پس از رسیدن و قرمز شدن (بیش از نود درصد سطح قرمز) و در مرحله بلوغ (میانگین وزن 210-250 گرم)، بصورت تصادفی برداشت شدند. حداقل دو کیلوگرم از هر رقم برداشت شدند و به سرعت به آزمایشگاه انتقال داده شدند. میوه‌های گوجه فرنگی به کمک یک مخلوط‌کن خانگی خرد شدند (دستگاه مولینکس، مدل DP705، ساخت فرانسه) و به صورت پوره در آمدند و در کیسه‌های پلاستیکی در دمای $20^{0}C$ - تا زمان اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و

1. lycopene
2. β-carotene
3. lutein
4. β-cryptoxanthin
5. phenolic compound
6. bioactive compounds
7. soluble solids
8. total solids
9.The Rojin Crop Industry

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

شیمیایی (طی یک هفته) نگهداری شدند.

2-2- اندازه‌گیری مواد جامد محلول و موادجامد کل

میزان مواد جامد محلول در هر واریته گوجه‌فرنگی بر حسب درجه بریکس با استفاده از رفرکتومتر دیجیتال (ATR A اشمیت و هنش، آلمان) اندازه گیری شد. به این منظور یک قطره از آب گوجه فرنگی صاف شده بر روی منشور دستگاه رفرکتومتر قرار گرفت و میزان مواد جامد محلول در هر نمونه میوه گوجه فرنگی به طور مستقیم از روی دستگاه خوانده شد. جهت تعیین میزان مواد جامد کل در هر رقم گوجه‌فرنگی، ابتدا میزان رطوبت هر نمونه از طریق گرم‌خانه گذاری به مدت h در آون ^{0}C±103 بدست آمد. سپس میزان کل مواد جامد مطابق با روش آددیجی و همکاران در سال 2005، از طریق اختلاف توزین نمونه‌ها پیش و پس از خشک‌کردن با قراردادن در فرمول زیر تعیین شد[12].

درصد ماده خشک = 100- اختلاف توزین

3-2- اندازه‌گیری pH

میزان pH با استفاده از دستگاه pH متر (pH متر مدل 3510، جنوی، بریتانیا) اندازه‌گیری شد.

4-2- اندازه‌گیری شاخص‌های رنگی

رنگ با استفاده از کالرومتر (رنگ‌سنج) هانتر-لب (مدل A60- 1010-615، کالرفلکس، آمریکا) و بر اساس متد دامیان و همکاران [13] سنجیده شد. رنگ در واحدهای a*، b* و L* بیان شد و همچین زاویه رنگ[10] و خلوص رنگ[11] نیز مطابق با فرمول‌های زیر اندازه‌گیری شدند.

Hue angle= $\tan^{-1}(b^*/a^*)$

Chroma=$\sqrt{a^2+b^2}$

5-2- اندازه‌گیری کاروتنوئیدها

میزان رنگدانه‌های لیکوپن، β– کاروتن، لوتئین و β–کریپتوگزانتین مطابق با روش سادلر و همکاران [14] و پرکینز- وآزی و همکاران [15] از نمونه‌های گوجه‌فرنگی استخراج و با دستگاه HPLC اندازه‌گری شدند. به این منظور، حدود 2gr از نمونه گوجه فرنگی خرد شده، با 40ml مخلوط حلال‌های هگزان: استون:اتانول (1:1:2) ، به مدت 30 min به شدت همزده شد. سپس با افزودن 10 ml آب مقطر 5 min دیگر نیز عمل هم زدن ادامه پیدا کرد. مخلوط به دو فاز آبی و آلی تفکیک شد و فاز آلی پس از دور ریختن فاز آبی جهت آزمون‌های بعدی به کار رفت. 10 µl از عصاره استخراجی، مطابق با روش کوتیکوا و همکاران [5] و ایاهی و همکاران [16]، پس از عبور از صافیµ 0/45 ، با دستگاه HPLC مجهز به دتکتور UV-Vis و ستون C_{18} (5_m,250mm×4.6 mm) در دمای ^{0}C 31 اندازه گیری گردید. جداسازی با جریان خطی استونیتریل (A)، هگزان (B) و متانول (C) به صورت 70% A، 7%B و 23%C تا 70% A، 4%B و 26%C به مدت 35 min با سرعت جریان 1/5 ml/min انجام شد. پیک ها در 407 nm و 503 nm قرائت شدند و نتایج به صورت mg/ 100g نمونه گوجه فرنگی تازه با توجه به منحنی استاندارد رسم شده برای هر رنگدانه کاروتنوئیدی، از سطح زیر منحنی‌های کروماتوگرام به دست آمد.

6-2- اندازه‌گیری پلی‌فنولی کل

تهیه عصاره میوه جهت اندازه‌گیری میزان پلی فنل کل مطابق با روش تایپونگ و همکاران [17] انجام شد. 3g از نمونه گوجه‌فرنگی با 25 ml متانول مخلوط و در ^{0}C 4 به مدت 12 h ساعت نگه داری شد. سپس در 15000 rpm به مدت20 min دقیقه سانتریفوژ و مایع رویی در^{0}C 20- تا زمان آزمون نگه‌داری شد. مطابق با روش ایاهی و همکاران [16] ، 100 ml از عصاره گوجه فرنگی به ویال 12 ml منتقل شده و به آن7/9 ml آب مقطر اضافه شد. مخلوط به مدت 10-20s به شدت همزده شد، سپس 500 ml معرف فولین-سیوکالتیو به آن اضافه شد. مخلوط حاصل مجدد به مدت 30-20 s به شدت هم زده شد. سپس 1/5 ml محلول کربنات سدیم 20% پس از 1min و قبل از 8 min از افزودن معرف فولین سیوکاتیو اضافه شد. این به عنوان زمان اولیه در نظر گرفته شد و سپس مجددا به مدت 30-20 s ثانیه پس از افزودن کربنات سدیم، مخلوط به دست آمده به شدت همزده شد و پس از 2 h در دمای محیط میزان جذب کمپلکس رنگی به دست آمده در 765 nm خوانده شد. منحنی کالیبراسیون با استفاده از غلظت‌های مختلف از محلول‌های

10. hue angle
11. chroma

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

استاندارد اسیدگالیک رسم گردید. به این منظور 0/5 g اسید گالیک در 10ml اتانول حل و با آب مقطر به حجم 100 ml رسانده شد. سپس 0، 1، 2، 3، 5 و 10 میلی‌لیتر از محلول مادر اسید گالیک با آب مقطر به حجم 100 ml رسانده شد تا غلظت‌های 0، 50، 100، 150، 250 و 500 میلی‌گرم در لیتر اسید گالیک به دست آید. میزان پلی فنل کل برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک در هر 100 گرم نمونه گوجه فرنگی از معادله خطی به دست آمده از رسم منحنی کالیبراسیون محاسبه گردید.

($y = 0.396\,x$, $R^2 = 0.999$)–50- 500 µg/ml

2-7- اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

به منظور تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر اساس مهار رادیکال آزاد، مطابق با روش دامیان و همکاران [13] و اجیدیو و همکاران [18]، محلول مادر DPPH با انحلال 24mg از آن در 100 ml متانول تهیه شد و در ^{0}C 20- تا زمان آزمون نگه‌داری شد. محلول کاری با مخلوط کردن 10 ml از محلول مادر با 45 ml متانول تا رسیدن به جذب 1/1±0/02 در طول موج 515 nm تهیه شد. 150 µl از عصاره حاصل به مدت 30 min در تاریکی با 2850 µl از محلول DPPH جهت انجام واکنش نگه‌داری شد پس از آن جذب در 515 nm قرائت شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی براساس درصد مهار رادیکال آزاد از معادله زیر محاسبه گردید:

$$A=\left[\frac{Ac - As}{Ac}\right]\times 100$$

A_Cجذب نمونه های حاوی عصاره

A_S جذب نمونه های حاوی متانول به جای عصاره

سنجش قدرت احیاکنندگی[12] مطابق با روش شهرکی [19] انجام شد. 1 ml از عصاره به دست آمده مطابق با آنچه در بالا شرح داده شد با 2/5 ml بافر فسفات (pH=6.6 و M=0.2) و 2/5 ml فری‌سیانیدپتاسیم (10g/l) کاملا مخلوط و به مدت 30 min در دمای ^{0}C50 نگه‌داری شد. سپس 2/5 ml تری‌کلرواستیک اسید (100 g/l) به مخلوط فوق افزوده شد و نمونه‌ها به مدت 10 min در دور 1700 rpm سانتریفیوژ شدند. پس از آن، 2/5 ml از محلول رویی با 2/5 ml آب مقطر و 0/5 ml کلرید آهن III (1 g/l) مخلوط و میزان جذب آن در طول موج 700 nm خوانده شد. قدرت احیاکنندگی بر حسب میلی گرم اسید آسکوربیک در هر 100 گرم نمونه گوجه فرنگی گزارش گردید. غلظت های مختلف اسید آسکوربیک برای رسم منحنی کالیبراسیون جهت سنجش قدرت احیاکنندگی به کار رفت. (50- 300µg/ml, $y = 0.011x - 0.285$, $R^2 = 0.975$)

فعالیت آنتی اکسیدانی کل مطابق با روش پریتو در سال 1999 [20] با کمی اصلاحات اندازه گیری شد. 0/5 ml از عصاره به دست آمده مطابق با آنچه در بالا شرح داده شد با 5 ml از معرف فسفومولیبدات (مخلوطی از اسید سولفوریک 0/6M، فسفات سدیم 28 mM و مولیبدات آمونیوم 4 mM) مخلوط شدند و سپس در حمام آب ^{0}C 95 به مدت 90 min نگه داری شدند. پس از آنکه مخلوط حاصل تا دمای اتاق خنک شد میزان جذب در طول موج 695 nm در برابر یک نمونه شاهد قرائت شد. نمونه شاهد حاوی 5 ml معرف فسفومولیبدات و 0/5 ml حلال استفاده شده است که در شرایط مشابه با سایر نمونه‌ها گرمخانه گذاری شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل عصاره‌ها برحسب میلی گرم اسید آسکوربیک در هر 100 گرم نمونه گوجه فرنگی گزارش می‌شود. غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک برای رسم منحنی کالیبراسیون جهت سنجش میزان فعالیت آنتی اکسیدانی کل به کار رفت.

(50- 300 µg/ml, $y = 0.011x - 0.325$, $R^2 = 0.981$)

2-8- تحلیل آماری

آزمون‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و به صورت، میانگین ± انحراف از استاندارد، بیان شد. تحلیل آماری داده‌ها با آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) با استفاده از نرم افزار $SPSS_{16}$ انجام شد. مقایسه میانگین ها در سطح معنی داری 0/05 با آزمون دانکن انجام شد و نمودارهای مربوط به تغییرات در برنامه Excel رسم گردید.

3- نتایج و بحث

3-1- میزان مواد جامد محلول، مواد جامد کل و pH

جدول 1 مقادیر میانگین مواد جامد محلول، مواد جامد کل و pH رقم‌های مختلف گوجه فرنگی را نشان می‌دهد.

12. power assay reduction

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

Table 1 Mean value of soluble solids, total solids, and pH in tomato cultivars

Cultivars	Soluble Solids (^{0}Brix)	Total Solids (%)	pH
Karoon	5.75±0.1^b	6.11±0.005^a	4.68±0.03^a
3402	5.966±0.07^a	6.855±0.01^b	4.71±0.03^a
LS0019	5.183± 0.076^c	7.56±0.005^c	4.72±0.02^a
H1015	5.066±0.152^c	8.71±0.01^d	4.740±0.02^a

Values with different letters are significantly different in each column ($p < 0.05$)
Values represent Mean± S.E of three replicates.

میزان مواد محلول در رقم‌های مختلف گوجه فرنگی، با یکدیگر تفاوت معناداری دارند($P<0.05$). بیشینه غلظت مواد محلول در رقم 3402 مشاهده شد. نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری مقدار کل مواد حاکی از آن هستند که این متغییر در رقم‌های گوجه‌فرنگی به شکل معناداری متفاوت است($P<0.05$). گونه H1015 بیشترین میزان کل مواد موجود را داشت و این موضوع در بحث فرآوری اهمیت می‌یابد؛ زیرا که این موضوع باعث می‌شود تعداد کمتری گوجه فرنگی برای تولید محصولاتی همانند پوره و رب مصرف شوند و اینگونه هزینه تولید کاهش می‌یابد. پارامتر pH کمترین تفاوت را در میان پارامترهای مورد بررسی در این پژوهش از خود نشان داد و pH تمام رقم‌ها کمتر یا برابر 4/7 بود. میزان pH در ایجاد مزه مطلوب میوه مهم است. طیف تغییرات ثبت شده با مقادیر توصیف شده توسط اریفج و همکاران [21] و گومز و همکاران [22] اختلاف چندانی نداشت.

3-2- شاخص‌های رنگی

جدول 2 میانگین شاخص‌های رنگ (a*، b*،L* ، زاویه رنگ و خلوص رنگ) بدست آمده از رقم‌های مختلف را نشان می‌دهد. اختلاف معنی‌داری میان رقم‌های گوجه فرنگی مشاهده نشد ($P<0.05$).

Table 2 Mean values of Color indexes (*a**, red–green component; *b**, yellow–blue component; L*, brightness; C, chroma; h, hue angle) in tomato cultivars

Tomato Cultivars	a*	b*	L*	C	h
Karoon	36.866±0.159^c	32.07±0.402^b	32.213±0.066^c	38.63±0.4^a	50.196±0.322^a
3402	38.223±0.144^b	34.073±0.436^a	32.20±0.06^c	39.99±0.28^a	49.88±0.35^a
LS0019	36.836±0.037^c	33.883±0.104^a	40.22±0.026^a	42.60±0.11^a	50.04±0.049^a
H1015	38.57±0.53^a	32.03±0.079^b	35.833±0.209^b	39.70±0.06^a	50.126±0.07^a

Values with different letters are significantly different in each column ($p < 0.05$)
Values represent Mean± S.E of three replicates.

تفاوت معنی‌داری میان مقادیر a* رقم‌های مختلف گوجه فرنگی وجود داشت($p<0.05$). بیشترین مقادیرشاخص قرمز-سبز (a*)، در رقم‌های 3402 و H1015 مشاهده شد. شاخص زرد-آبی (b*)، در رقم 3402 بیشترین میزان را داشت. میزان روشنی و درخشندگی (L*) گونه های کارون و 3402 به یک اندازه بود و آنها با میوه‌هایی با رنگ قرمزکدر،کمترین میزان درخشندگی را نشان دادند. میوه‌هایی با این شاخص (درخشندگی) پایین برای مقاصد تجاری و بازار مناسب نیستند، زیراکه این میوه‌ها مورد پسند مشتریان نیستند. در عوض، رنگ قرمز روشن (دارای C بالا) برای بازار بسیار مطلوب است. میزان کروما (C) شاخص تعیین میزان خلوص رنگ است [22]. رقم‌های مورد بررسی، هیچ تفاوت مهمی میان میزان C و زاویه رنگ نداشتند($p>0.05$)؛ بنابراین خلوص رنگ آنها تقریبا یکسان است. این نتایج با داده‌های ارائه شده توسط گومز وهمکاران [22] مطابقت دارند.

3-3- شناسایی کاروتنوئیدها

شکل 1 نمونه‌ای از کروماتوگرام به دست آمده از اندازه‌گیری کاروتنوئیدهای گوجه‌فرنگی را به کمک دستگاه HPLC نشان می‌دهد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

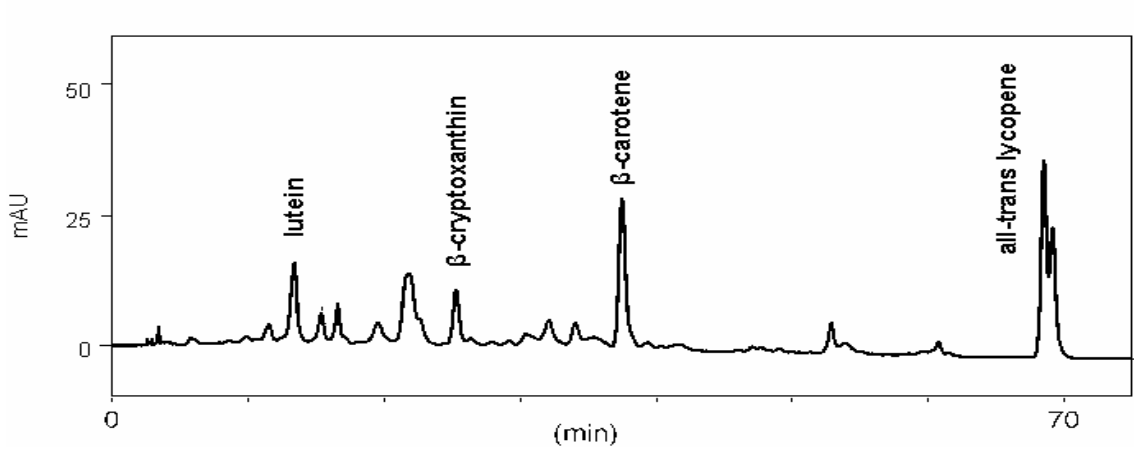

Fig 1 Carotenoids detection in tomato by HPLC

شکل 2 میانگین برخی از کاروتنوئیدهای موجود در رقم‌های مختلف گوجه‌فرنگی را نشان می‌دهد. میزان لیکوپن، β- کاروتن و β– کریپتوزانتین به شکل معناداری (P<0.05) میان رقم‌های گوجه فرنگی مورد بررسی در این پژوهش، متفاوت بود، اما لوتئین میان رقم‌های 3402 و H1015 تفاوت معناداری نشان نداد (P>0.05).

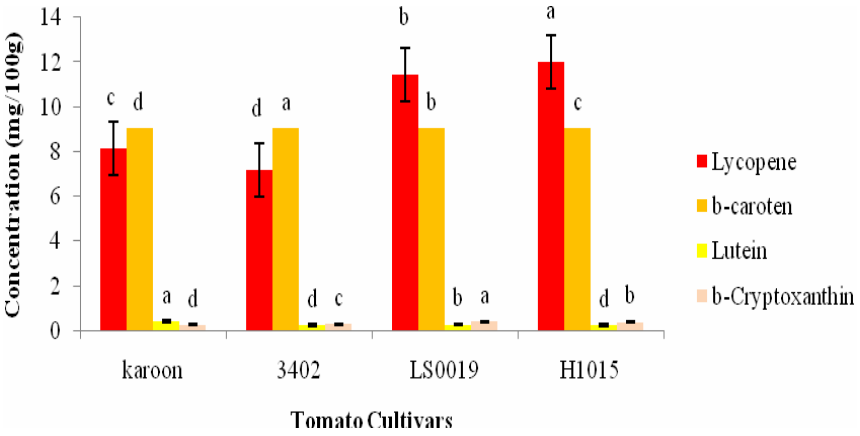

Fig 2 Mean values of carotenoids in tomato cultivars
Values with different letters are significantly different (p <0.05)

لیکوپن از 71/95 mg/kg در رقم 3402 تا 120/18 mg/kg در رقم H1015 متغییر بود، درحالی که β– کاروتن از 17/55 mg/kg در رقم کارون تا 90/55 mg/kg در رقم 3402 متغییر است. رقم H1015 بیشترین میزان لیکوپن را داشت(120/18 mg/kg) و رقم 3402 بیشترین میزان β–کاروتن را داشت (90/55 mg/kg) میزان لوتین، میان رقم‌های مختلف از 4/18-2/44 mg/kg متغییر بود. رقم کارون بیشترین میزان لوتئین را داشت در حالی که رقم H1015 کمترین میزان لوتئین را داشت. بعلاوه، β–کریپتوگزانتین رقم‌ها بین 3/65 mg/kg-2/43 محاسبه شد و رقم H1015 بیشترین میزان β– کریپتوگزانتین را داشت. میزان لیکوپن در رقم کارون برابر 81/062 mg/kg؛ در رقم 3402 برابر 71/95 mg/kg؛ در رقم LS0019 برابر 114/ 64 mg/kg و در رقم H1015 برابر 120/18mg/kg محاسبه شدند. تمامی رقم‌های گوجه فرنگی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

لیکوپن و β– کاروتن زیاد داشتند. در بین کاروتنوئیدها، لیکوپن بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد و این موضوع قبلا توسط ساس-کیس و همکاران [23] گزارش شده است. مقادیر ترکیبات کاروتنوئیدی بدست آمده در پژوهش پیش‌رو، بیشتر از مقادیر توصیف شده توسط جرج و همکاران [24] است و این مطلب حاکی از وجود تفاوت مهم میان میزان ترکیبات کاروتنوئید رقم‌های مختلف است. در گوجه فرنگی‌های رسیده و قرمز، میزان لیکوپن بسیار بیشتر از میزان سایر کاروتنوئید است. میزان β– کاروتن، لوتئین و β– کریپتوگزانتین هم در این پژوهش محاسبه شدند. بعلاوه، میزان β–کاروتن نیز مشابه لیکوپن بود. رقم 3402 بیشترین میزان میانگین β– کاروتن را داشت که نشان می‌دهد میزان لیکوپن با میزان β– کاروتن ارتباط دارد. در همین حال، ساک و فرانسیس [9] گزارش کردند که رقم‌های گوجه فرنگی حاوی مقادیر زیادی لیکوپن، میزان کمتری β– کاروتن دارند. مطالعات ما با پژوهش های قبلی انجام شده در این زمینه مطابقت دارد [9 و 23]. در رقم‌های مختلف گوجه فرنگی، لیکوپن اصلی‌ترین کاروتنوئید محسوب می‌شود واصلی‌ترین کاروتنوئید شناسایی شده در تمامی نمونه‌های مورد بررسی در این پژوهش نیز لیکوپن بود و آنها مقادیر کمتری β– کاروتن، لوتئین و β– کریپتوگزانتین داشتند.

3-4- تعیین میزان پلی‌فنول تام و فعالیت آنتی‌اکسیدانی

پلی‌فنول تام، توانایی مهار رادیکال آزاد (DPPH)، قدرت احیا-کنندگی و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی گونه های گوجه فرنگی مورد بررسی، به صورت معنی‌داری متفاوت از یکدیگر بودند ($p<0.05$) (شکل 3).

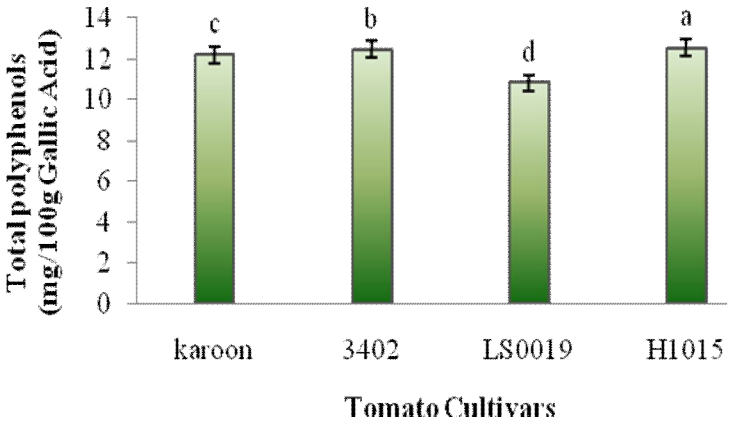

Fig 3 Mean values of total polyphenol contents in tomato cultivars
Values with different letters are significantly different ($p <0.05$)

دامنه تغییرات میزان پلی‌فنول تام بر حسب استاندارد گالیک اسید برابر10,83-12,57 mg/100g بود. پلی‌فنول کل در رقم 1015 Hبیشترین میزان و در رقمLS0019 کمترین میزان را داشتند. این موضوع نشاندهنده آن است که -همانگونه که جورج و همکاران [24] هم بیان کرده‌اند-ژنوتیپ به شکل قابل توجهی بر میزان محتوای پلی‌فنولی گوجه فرنگی اثر می‌گذارد. آزمون مهار رادیکال آزاد میزان فعالیت مهار رادیکال آزاد توسط رقم‌های گوجه فرنگی را نشان می‌دهد. این تاثیر درشکل 3 نشان داده شده است. درصد مهارکنندگی از 30,58% در رقم کارون، تا 49,03% در رقم H1015 متغییر بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

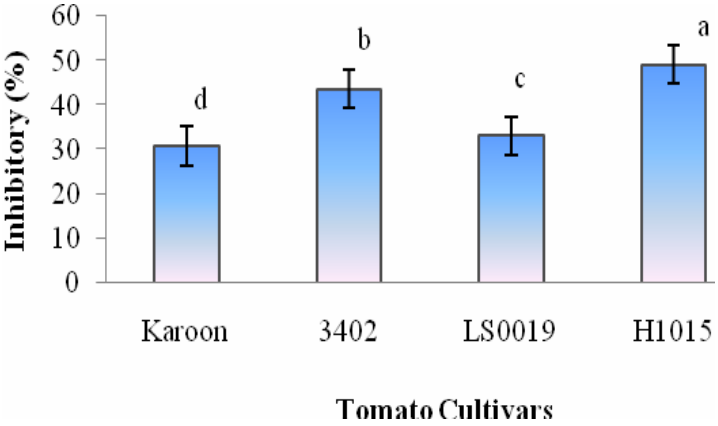

Fig 4 Mean values of inhibitory percentage in tomato cultivars
Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

در این مقاله، رقم H1015 تا حدودی فعالیت بیشتری از خود نشان داد. قدرت احیاکنندگی رقم‌ها نیز تعیین شد؛ نتایج این بررسی در شکل 5 نشان داده شده‌اند.

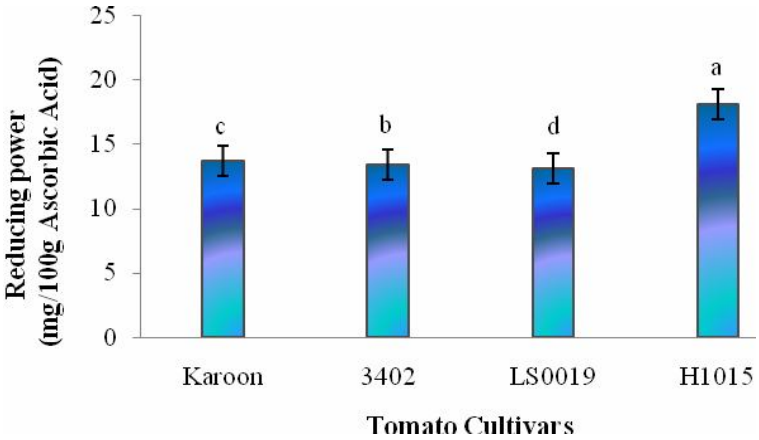

Fig 5 Mean values of Reducing Power in tomato cultivars
Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

مقادیر قدرت احیاکنندگی از 13/11 mg/100g (برحسب آسکوربیک اسید) در رقم LS0019 تا 18/13mg/100g (برحسب آسکوربیک اسید) در رقم H1015 متغییر بود. از آنجایی که H1015 در مقایسه با سایر رقم‌ها، میزان بیشتری لیکوپن و پلی‌فنول کل دارد و از آنجایی که این ترکیبات خواص آنتی‌اکسیدانی دارند، توانایی احیاکنندگی این رقم در مقایسه با سایر رقم‌ها بیشتر بود. ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC) رقم‌های گوجه فرنگی با آزمون فسفومولیبدات (شکل 5) سنجیده شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

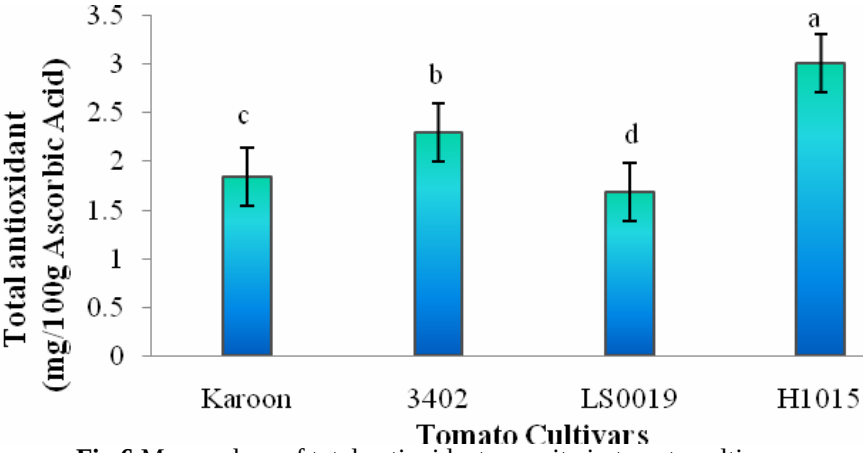

Fig 6 Mean values of total antioxidant capacity in tomato cultivars
Values with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل رقم‌ها در محدوده 3/02mg/100gr-1/68 (رحسب آسکوربیک اسید) محاسبه شد. رقم H1015 بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل را داشت در حالی که رقم LS0019 از کمترین میزان برخوردار بود. بیشترین میزان درصد مهار رادیکال آزاد، قدرت احیاکنندگی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل متعلق به رقم H1015 بود. مزایای سلامت بخشی گوجه‌فرنگی و فرآورده‌های آن با فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات زیست فعال موجود در آن مرتبط است. بنابراین، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های حاصل از رقم‌های مختلف گوجه فرنگی به عنوان شاخصی مهم در ارزیابی کیفیت محصول، بررسی شدند. آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH، نشان‌دهنده میزان قدرت مهار رادیکال آزاد توسط ترکیبات زیست فعال موجود در گوجه‌فرنگی است. در این پژوهش، عصاره حاصل از واریته H1015 درصد بالایی از مهار رادیکال آزاد DPPH را نشان داد. قدرت احیاکنندگی عصاره حاصل از میوه‌جات و سبزیجات، شاخصی جهت سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها می‌باشد. با این منظور قدرت احیاکنندگی عصاره‌های حاصل از واریته‌های مختلف مطالعه شدند. یافته‌ها نشان داد که عصاره واریته H1015 در مقایسه با سایر واریته‌ها، قدرت احیاکنندگی بیشتری دارد که با میزان بالای لیکوپن و ترکیبات پلی‌فنلی موجود در آن قابل توجیه است. همچنین، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل واریته‌های مختلف گوجه فرنگی اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها نشان داد که واریته H1015 بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل را دارد.

چنانچه قبلا نیز با اندازه‌گیری میزان درصد مهار رادیکال آزاد DPPH و قدرت احیاکنندگی عصاره حاصل از آن، این موضوع اثبات شده بود. واریته H1015 بیشترین میزان لیکوپن و ترکیبات پلی‌فنلی را دارا است که برای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی ضروری هستند. براساس مطالعات کانو و همکاران [6] و ایهای و همکاران در سال [16 و 25]، ارتباط مهمی بین میزان غلظت لیکوپن و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گوجه‌فرنگی وجود دارد.

4- نتیجه‌گیری

ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی چهار رقم گوجه فرنگی (کارون، 3402، LS0019 و H1015) باهم مقایسه شدند. برخی ویژگی‌ها همچون pH، کروما و زاویه رنگ تفاوت معناداری نداشتند، در حالی که ویژگی‌هایی همچون مواد محلول، مواد جامد کل، کاروتنوئیدها (لیکوپن، β– کاروتن، لوتئین و β– کریپتوگزانتین)، پلی‌فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی، قدرت احیاکنندگی و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی میان رقم‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشتند. رقم H1015 بیشترین میزان مواد جامد کل، شاخص‌های رنگ (بیشترین میزان a* و a*/b*) و پلی‌فنول کل را داشت و همچنین غنی از کاروتنوئیدهایی همچون لیکوپن بود. درصدمهار رادیکال آزاد، قدرت احیاکنندگی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در رقم‌های مورد بررسی متفاوت بودند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی رقم H1015 به شکل معناداری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]
[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

بیشتراز سایر رقم‌ها بود. بنابراین می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که برای مقاصد اقتصادی و تجاری - همچون فرآوری و استخراج ترکیبات زیست فعال- رقم H1015 مناسب‌تر از سایر رقم‌های موردبررسی در این پژوهش است.

5- منابع

[1] Motamedzadegan, A. and Tabarestani, H.S. 2010. Tomato Processing, Quality, and Nutrition, in: Sinha NK (ed) Handbook of Vegetables and Vegetable Processing, first ed. Wiley-Blackwell, Oxford, UK.

[2] Aghaei, P., Hosseini Tafreshi, S.A., Ebrahimi, M.A. and Haerinasab, M. 2018. Tolerance evaluation and clustering of fourteen tomato cultivars grown under mild and severe drought conditions, Scientia Horticulturae, 232, 1-12.

[3] Flores, P., Sanchez, E., Fenoll and J., Hellin, P. 2016. Genotypic variability of carotenoids in traditional tomato cultivars, Food Research International, 100 (3), 510-516

[4] Ahmad khan, M., Shahid Javed, B., Ahmed Khan, K., Nadeem, F., Yousaf, B. and Umer Javed, H. 2017. Morphological and physico-biochemical characterization of various tomato cultivars in a simplified soilless media, Annals of Agricultural Sciences, 62,139-143.

[5] Kavitha, P., Shivashankara, K.S., Rao, V.K., Sadashiva, A.T., Ravishankar, K.V. and Sathish, G.J. 2014. Genotypic variability for antioxidant and quality parameters among tomato cultivars, hybrids, cherry tomatoes and wild species, Journal of the Science of Food and Agriculture, 94(5), 993–999.

[6] Cano, A., Acosta, M., Arnao and M.B. 2003. Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on-vine ripening of tomatoes (*Lycopersiconesculentum Mill*.), Postharvest Biology and Technology, 28 (1), 59–65.

[7] Cantore, V., Boari, F., Vanadia, S., Pace, B., Depalma, E., Leo, L. and Zacheo, G. 2008. Evaluation of yield and qualitative parameters of high lycopene tomato cultivars, ActaHorticulturae (ISHS), 789,173–180.

[8] Georgé, S., Tourniaire, F., Gautier, H., Goupy, P., Rock, E. and Caris-Veyrat, C. (2011). Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes, Food Chemistry, 124(4), 1603–1611.

[9] Sacks, E.J. and Francis, D.M. 2001. Genetic and environmental variation for tomato flesh color in a population of modern breeding lines, Journal of the American Society for Horticultural Science, 126,221–226.

[10] Davis, A.R., Fish, W.W. and Perkins-Veazie P. 2003. A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content, in tomato and tomato products, Postharvest Biology and Technology, 28, 425-430.

[11] Armendariz, R., Macua, J.I., Lahoz, I., Gamica, J. and Bozal, J.M. 2006. Lycopene content in commercial tomato cultivars for paste in Navarra, ActaHorticulturae (ISHS), 724, 259–262.

[12] Adedeji, O., Taiwo, K.A., Akanbi C.T., and Ajani, R. (2005). Physicochemical properties of four tomato cultivars grown in Nigeria, Journal of Food Processing and Preservation, 30, 79-86.

[13] Damian, C., Carpiuc, N., Leahu, A., Oroian, M. and Avramiuc, M. 2013. A study on the thermal effect on quality characteristics of tomato purée, Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 19(2), 237-240.

[14] Sadler, G., Davis, J. and Dezman, D. 1990. Rapid extraction of lycopene and ß-Carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenate, Journal of Food Science, 55, 1460-1461.

[15] Perkins-Veazie, P., Collins, J.K., Pair, S.D. and Roberts, W. 2001. Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars, Journal of the Science of Food and Agricultur, 81, 983–987.

[16] IIahy, R., Hdider, C., Lenucci, M.S., Tlili, I. and Dalessandro, G. 2011. Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening of high-lycopene tomato cultivars, Journal of Food Composition and Analysis, 24, 588-595.

[17] Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., and Byrne, D. H. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

171–174.
[22] Gomez-Prieto, M.S., Caja, M.M., Herraiz, M. and Santa-Maria, G. 2003. Supercritical Fluid Extraction of all-trans-Lycopene from Tomato, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (1), 3-7.
[23] Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M.M. and Toth-Markus, M. (2005). Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables, Food Research International, 38, 1023-1029.
[24] George, B., Kaur, C., Khurdiya, D.S. and Kapoor, H.C. 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype, Food Chemistry, 84, 45-51.
[25] Ilahy, R., Hdider, C., Lenucci, M.S., Tlili, I. and Dalessandro, G. 2011. Phytochemical composition and antioxidant activity of high-lycopene tomato (*Solanum lycopersicum L.*) cultivars grown in Southern Italy, Scientia Horticulturae, 127, 255-261.
activity from guava fruit extracts, Journal of food composition and analysis, 19(6-7), 669-675.
[18] Egydio, A.J., Moraes, M.A. and Rosa, T.V. 2010. Supercritical fluid extraction of lycopene from tomato juice and characterization of its antioxidation activity, Journal of Supercritical Fluids, 54,159–164.
[19] Shahraki, E. 2013. Antioxidant activity of PolygonumPutulamM.Bieb, Phytoscience, 1(1), 1-5.
[20] Prieto, P., Pineda, M., and Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical Biochemistry 269 (2), 337-341.
[21] Ereifej, K.I., Shibli, R.A., Ajlouni, M.M. and Hussain, A. 1997. Physico-chemical characteristics and processing quality of newly introduced seven tomato cultivars into Jordan in comparison with local variety, Journal of Food Science and Technology –Mysore, 34,

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

Physicochemical characterization of different tomato commercial cultivars grown in Iran

Belgheisi, S. [1], Motamedzadegan, A. [2*], Milani, M. J. [3], Rashidi, L. [4], Rafe, A. [5]

1. PHD Student of Food Technology, Dept. of Food Science, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.
2. Associate Professor, Dept. of Food Science, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.
3. Associate Professor, Dept. of Food Science, Faculty of Agricultural Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.
4. Assistant Professor, Dept. of Food Science & Technology, Faculty of Food Industry and Agriculture, Standard Research Institute (SRI), Karaj, Iran.
5. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran.

(Received: 2019/12/11 Accepted:2020/03/01)

The purpose of the present research was to investigate four commercial cultivars of tomato (Karoon, 3402, LS0019 and H1015) in order to determine the physicochemical attributes of the cultivar. During this investigation, fruit qualities were evaluated: Soluble solids, total solids, and moisture, pH, lycopene, β-carotene, lutein, and β-cryptoxanthin contents, color indexes (CIE a* b* L*), hue angle (h), chroma (C), total polyphenols and antioxidant activity.The amounts of total solids, a^*, b^*, L^*, carotenoids (lycopene, β-carotene, lutein, β-cryptoxanthin), total polyphenols, and antioxidant activity (Free radical scavenging capacity, reducing power, total antioxidant capacity) remained significantly different among the investigated cultivars ($p<0.05$). The results showed that the H1015 cultivar had the highest antioxidant activity and carotenoids content especially lycopene. Moreover, this cultivar had the best color indexes (highest a^*) in comparison with the other cultivars, it is concluded that the H1015 cultivar is comparable to other cultivars and thus is recommended for cultivation and processing.

Keywords: Antioxidant capacity; Biochemical analysis; Carotenoids; Total polyphenols; Cultivar; Tomato

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-14]

[DOI: 10.29252/fsct.17.01.07]

* Corresponding Author E-Mail Address: amotgan@yahoo.com