تعیین شرایط بهینه استخراج کاروتنوئیدهای گوجه فرنگی

الهام خانی پور، جواد کرامت و رضا شکرانی[۱]

چکیده

تولید رنگ‌های خوراکی از منابع طبیعی که بتوانند جانشین مناسبی برای رنگ‌های مصنوعی باشند از نظر حفظ سلامت مصرف‌کنندگان از اهمیت بسیاری برخوردار است. در این تحقیق در روش استخراج با حلال از سه حلال غیرقطبی پترولیوم اتر با نقطه جوش ۵۵ درجه سانتی‌گراد، ان - هگزان با نقطه جوش ۶۰ درجه سانتی‌گراد و مخلوط حلال‌های ان- هگزان، اتانول، استن، به نسبت (۲:۱:۱) با نقطه جوش ۵۰ درجه سانتی‌گراد در سه زمان (۲، ۴ و ۶ ساعت) و دو دمای استخراج (دمای محیط و نقطه جوش حلال مربوطه) استفاده شد. تیمار استخراج با مخلوط حلال‌ها در دمای جوش و زمان استخراج ۶ ساعت، از نظر میزان استخراج رنگ اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد با سایر تیمارها داشت و به عنوان بهترین شرایط استخراج انتخاب شد. در روش استخراج با حلال چهار حجم حلال درنظر گرفته شد که حجم برابر حلال و نمونه در سطح احتمال ۹۵ درصد بهترین حالت از نظراستخراج رنگ انتخاب شد. راندمان استخراج رنگ از گوجه‌فرنگی و پودر گوجه فرنگی به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۲۴ درصد (وزنی / وزنی) تعیین گردید. هم‌چنین درصد خلوص لایکوپن در رنگ استخراج شده ۸۲/۶۵ درصد به دست آمد. رنگ استخراج شده در روغن آفتابگردان در ۴ درجه سانتی‌گراد پس از سه ماه انبارداری کاملاً پایدار بود.

واژه‌های کلیدی: کاروتنوئیدها، گوجه فرنگی، استخراج باحلال

مقدمه

یکی از خصوصیات کیفی مواد غذایی رنگ آن است که امروزه نقش مهمی در مقبولیت (Acceptability) محصولات غذایی دارد چنانچه محصول غذایی از رنگ مناسبی که یکی از خصوصیات ظاهری (Appearance) است برخوردار نباشد با کاهش شدید ارزش عرضه مواجه خواهد شد. سایر خصوصیات کیفی مانند عطر، طعم، بافت و غیره پارامترهایی هستند که پس از مصرف محصول غذایی و احیاناً پس از یکبار خریدن و مصرف کردن آن مورد قضاوت قرار می‌گیرد (۵ و۱۹).

کاروتنوئیدها به دو دسته قابل حل در روغن و قابل حل در آب تقسیم می‌شوند. رنگ گوجه فرنگی در دسته اول قرار داشته و قابل حل در روغن می‌باشد (۲). لایکوپن کاروتنوئید اصلی گوجه فرنگی بوده ۷۸/۶ تا ۹۳/۳ درصد کاروتنوئید گوجه فرنگی را تشکیل می‌دهد (۱۷). منابع اصلی دریافت لایکوپن، گوجه فرنگی و محصولات آن نظیر رب گوجه فرنگی، کچاپ و عصاره گوجه فرنگی می‌باشد (۱۰). از دیگر منابع غذایی

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.40.24.4]

لایکوپن هندوانه، گریپ فروت و زردآلو را می‌توان نام برد (۲۰). در خانوادهٔ کاروتنوئیدها، لایکوپن قویترین آنتی‌اکسیدان می‌باشد. لایکوپن از اثر تخریبی رادیکال آزاد بر روی سلول‌ها، مولکول‌ها و ژن‌ها جلوگیری می‌نماید. رادیکال‌های آزاد مولکول‌های بسیار فعالی هستند که غشای سلول‌های بدن را تخریب کرده و به DNA حمله می‌کنند و علاوه بر این می‌توانند با سایر مواد ترکیب شده و آنها را به صورت نامطلوبی تغییر دهند (۹). با توجه به نقش آنتی اکسیدانی و نقش حفاظتی لایکوپن و کاروتنوئیدها در بدن و استفاده آنها به عنوان عامل رنگ دهنده در مواد غذایی دارای اهمیت فراوان است. کاروتنوئیدها در صنعت کره ، مارگارین، سس مایونز، بستنی یخی، ماکارونی، چیپس، نان، شیرینی، بیسکویت، پنیر و در صنعت موادآرایشی استفاده می‌شود و مصرف کاروتنوئیدها در مواد غذایی بسیار گسترده است و جای بررسی و تحقیق فراوان دارد (۱۸). استخراج کاروتنوئیدهای گوجه فرنگی به روش‌های زیر امکان پذیر است.

۱- کاروتنوئیدها توسط مخلوط حلال ان - هگزان، اتانول، استن به نسبت (۵۰:۲۵:۲۵) استخراج می‌شوند. پس از استخراج مقداری آب به محلول اضافه می‌شود تا لایه‌های قطبی و غیرقطبی از هم جدا شوند.کاروتنوئید در قسمت فوقانی (فاز غیرقطبی) متمرکز شده و بقیه ترکیبات و رنگدانه‌های قطبی در قسمت زیرین (فاز قطبی) تجمع می‌یابند. سپس فازکاروتنوئید بوسیله روش کروماتوگرافی با کارآیی بالا اندازه‌گیری می‌شود (۱۲).

۲- روش دیگر استخراج استفاده از حلال n- هپتان می‌باشد. این روش بیشتر برای استخراج کاروتنوئیدها از گوجه فرنگی مطرح است. نمونه گوجه فرنگی در محلول n- هپتان حرارت داده می‌شود و کاروتنوئیدها در n- هپتان حل می‌شوند سپس نمونه استخراج شده به حجم رسیده و پس از آن میزان جذب کاروتنوئید در ناحیهٔ مرئی در طول موج‌های ۵۰۳ و ۴۷۴ نانومتر اندازه‌گیری می‌شود (۱۶).

۳- استخراج با سیال فوق بحرانی (SFE) (Super Critical Fluid Extraction) تکنیکی نسبتاً جدید در شیمی تجزیه است که در دههٔ گذشته به‌عنوان روش جدیدی برای آماده‌سازی نمونه، پیشرفت‌های چشمگیری یافته است. در روش سیال فوق بحرانی از یک سیال فوق بحرانی جهت حل کردن و استخراج ترکیبات موردنظر استفاده می‌شود (۱).

سیال فوق بحرانی خواص بینابین گاز و مایع دارد، ویسکوزیته و نفوذپذیری آن شبیه گازهاست در حالی که دانسیته و قدرت حلالیت آن شبیه مایعات است، این خواص ویژه سیال فوق بحرانی را به یک حلال قابل تنظیم تبدیل می‌کند. قدرت حلالیت سیال فوق بحرانی وابسته به دما و فشار است. با افزایش فشار CO_2 میزان استخراج لایکوپن افزایش می‌یابد، هم‌چنین با افزایش درجه حرارت میزان استخراج لایکوپن ۲۰ مرتبه افزایش می‌یابد (۸ و۱۳).

در این تحقیق روش استخراج با حلال انتخاب شد. از جمله مزایای این روش سادگی و عدم نیاز به دستگاه اختصاصی، قابلیت اجرای آن به صورت صنعتی و امکان استفاده از حلال‌های بازیافتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه مورد نیاز در این تحقیق عبارت بودند از گوجه‌فرنگی واریته ردکلود (Redcloud) که از مزرعه‌ای واقع در منطقه کبوترآباد اصفهان تهیه شد. پودر گوجه فرنگی، لایکوپن استاندارد و روغن آفتاب گردان مایع (فاقد لایکوپن) به ترتیب از شرکت‌های سالم پودر سپاهان، سیگما (Sigma) آمریکا و روغن نباتی ناز اصفهان تهیه شد.

مواد شیمیایی مورد استفاده نیز عبارت بودند از استن از شرکت مرک آلمان، پترولیوم اتر از شرکت پارس ایران با نقطه جوش ۶۰ درجه سانتی گراد، ان- هگزان از شرکت مرک آلمان با درجه خلوص بالا (Analytical grade)، متانول از شرکت مرک آلمان با درجه خلوص بالا و صفحات کروماتوگرافی لایه نازک (Thin Layer Chromatography (TLC)) از جنس

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.40.24.4]

سلیکاژل ۲۵۰ GF ۶۰ از شرکت مرک آلمان.

دستگاه‌های که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند عبارت بودند از دستگاه تبخیرکننده تحت خلاء ساخت شرکت هیدولپ آلمان، ترازوی آزمایشگاهی ساخت شرکت شیمادزو (Shimatzu) ژاپن با دقت ۰/۰۰۰۱± ، مخلوط کن سانی (Sunny) ساخت چین، دستگاه اسپکتروفتومتر جفت‌فام ماوراء بنفش - مرئی از شرکت کام اسپک (M330 Double Beam UV Visible Camspec) مدل ام ۳۵۰ ساخت انگلیس و دستگاه لاوی باند مدل تینتومتر (Tintometer) ساخت انگلیس.

آماده سازی عصاره گوجه فرنگی برای استخراج رنگ و روش‌های استخراج

گوجه فرنگی توسط مخلوط کن نرم و از پارچهٔ توری عبور داده شد به گونه‌ای که دانه‌های گوجه فرنگی در بالای توری باقی ماند، قسمت صاف شده که همان عصاره گوجه فرنگی بود برای استخراج رنگ مورد استفاده قرار گرفت.

برای استخراج کاروتنوئیدها از حلال‌های غیر قطبی استفاده شد. هر چه حلال غیر قطبی‌تر باشد کاروتنوئیدها را بیشتر در خود حل کرده و راندمان استخراج افزایش می‌یابد. کاروتنوئیدها در حلال‌های مختلف دارای طول موج ماکزیمم جذب متفاوت هستند (۷). برای استخراج رنگ از سه حلال ان- هگزان، پترولیوم اتر و مخلوط حلال‌های n- هگزان، استن، اتانل به (نسبت ۱: ۱: ۲) استفاده شد، زمان‌های استخراج ۲، ۴ و ۶ ساعت در دمای محیط و دمای نقطه جوش حلال‌ها در نظرگرفته شد (نقطه جوش حلال پترولیوم اتر ۵۵، n- هگزان ۶۰ و مخلوط حلال ۵۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد). نمونه‌های استخراج شده ابتدا به نسبت ۱ به ۲۰ رقیق شد، سپس طیف جذبی آنها توسط اسپکتروفتومتر در محدوده طول موج‌های ۳۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر تهیه و طول موج ماکزیمم جذب حلال‌ها تعیین و در طول موج ماکزیمم جذب، میزان جذب هر یک از نمونه‌ها قرائت شد و بر اساس میزان جذب، بهترین حلال و بهترین زمان و دمای استخراج مشخص شد.

تعیین بهترین نسبت نمونه و حجم حلال

پس از تعیین بهترین شرایط استخراج از لحاظ نوع حلال، زمان و دما، بهترین نسبت حجم حلال و نمونه به این صورت به دست آمد که میزان ثابتی از نمونه برداشته شد و در حجم‌های مختلف ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی لیتر از حلال، استخراج در شرایط بهینه‌ای که تعیین گردید، صورت گرفت. سپس نمونه‌های استخراج شده، به حجم یکسان رقیق شد و میزان جذب در طول موج ماکزیمم جذب، خوانده شد و براساس بیشترین میزان جذب، بهترین نسبت حجم حلال و نمونه به دست آمد.

راندمان رنگ استخراج شده در روش استخراج با حلال

مقدار مشخصی از پودر گوجه فرنگی با آب مخلوط و رنگ آن توسط حلال استخراج شد. سپس فازی را که رنگ در آن قرار داشت در بالن خشک که قبلاً وزن شده بود ریخته و حلال آن توسط دستگاه تبخیر در خلاء کاملاً تبخیرگردید. بالن به همراه رنگ موجود در آن دوباره توزین شد. با استفاده ازتفاوت وزن ظرف و ظرف حاوی رنگ استخراج شده مقدار رنگ استخراجی، به‌دست آمد. سپس راندمان استخراج محاسبه گردید.

نگه‌داری رنگ استخراج شده در روغن آفتابگردان

چون رنگ استخراج شده محلول در چربی است لذا برای استفاده در مواد غذایی رنگ‌های استخراج شده ابتدا در روغن آفتابگردان مایع فاقد بتاکارتن حل شده و در دمای یخچال انبارداری گردید.

معادله رگرسیون منحنی کالیبراسیون رابطه جذب و غلظت لایکوپن استاندارد

برای تعیین معادله رگرسیون منحنی کالیبراسیون رابطه جذب و

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.40.24.4]

غلظت لایکوپن استاندارد، ابتدا محلول‌هایی با غلظت‌های ۲/۵ ، ۵ ، ۷/۵ و ۱۰ پی پی ام از لایکوپن استاندارد در مخلوط حلال‌ها تهیه شد. سپس در مقدار جذب هر یک از محلول‌های استاندارد طول موج ماکزیمم جذب (که از طریق طیف جذبی تعیین شد)، اندازه‌گیری شد. در نهایت معادله رگرسیون آن با ضریب همبستگی ۰/۹۹۹ مطابق زیر تعیین گردید : y=۰/۰۸۴+۹/۶۲۱.

با داشتن معادله رگرسیون منحنی کالیبراسیون در مراحل بعدی با خواندن میزان جذب رنگ‌های استخراج شده توسط اسپکتروفتومتر و قرار دادن آن در معادله مذکور غلظت لایکوپن محاسبه شد.

Rf لایکوپن استاندارد با استفاده از کروماتوگرافی لایه نازک و حلال پترولیوم اتر تعیین گردید. برای این منظور ابتدا صفحات سلیکاژل به صورت نوارهای ۱۰×۲ سانتی متری بریده شد، سپس محلول لایکوپن استاندارد به وسیله سرنگ میکرولیتری روی نقطه شروع قرار داده شد و نوارها در تانک کروماتوگرافی که از حلال پترولیوم اتر قبلاً اشباع شده بود قرار داده شد. پس از حرکت نمونه تا حد مشخص، نوارها از تانک خارج شده وRf لایکوپن استاندارد اندازه‌گیری شد (۷).

شناسایی رنگدانه‌ها با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک

بیشترین مقدار ماده رنگزا در گوجه فرنگی مربوط به لایکوپن می‌باشد. با استفاده از کروماتوگرافی لایه نازک رنگدانه‌های مختلف استخراج شده، شناسایی شد.

پایداری محلول رنگی در روغن آفتابگردان در طول انبارداری

رنگ به‌دست آمده به مدت سه ماه در دمای یخچال و ظروف تیره نگه‌داری شد، در طول این مدت تغییرات شدت رنگ نمونه به وسیله دستگاه لاوی باند درمقایسه با استاندارد دستگاه ارزیابی شد.

طرح آماری مورد استفاده و روش آنالیز نتایج

در این تحقیق آزمایش‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی وآزمون فاکتوریل با سه تکرار انجام و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن بررسی شد. در جداول مربوطه ، بالانویس‌های a,b و ... به ترتیب بیشترین مقدار اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد و حروف یکسان در سطح مورد مقایسه اختلاف معنی داری با هم ندارند.

نتایج و بحث

راندمان عصاره تهیه شده از نمونه‌های گوجه فرنگی مصرفی برای آزمایش‌ها ۸۵ درصد تعیین گردید. به‌طوری‌که از یک کیلوگرم گوجه فرنگی مقدار۸۵۰ گرم عصاره به‌دست آمد و استخراج رنگ از عصاره به‌دست آمده صورت گرفت (۱۷).

عصاره گوجه فرنگی مورد استفاده در این تحقیق دارای ۴/۰۲ درصد ماده خشک بود.

از ۱۰۰ گرم عصاره گوجه فرنگی در روش استخراج با حلال، ۰/۱۶۸۴ گرم رنگ به‌دست آمد و با توجه به راندمان عصاره گوجه فرنگی از گوجه فرنگی(۸۵ درصد)، مقدار رنگ قابل استحصال از ۱۰۰ گرم گوجه فرنگی، ۰/۱۴۳۱ گرم تعیین شد (۱۷).

بهترین حلال و زمان استخراج رنگ توسط مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن و تجزیه و تحلیل با نرم افزار SAS انجام شد (۱۵). میزان جذب رنگ‌های استخراج شده در زمان‌ها، دماها، حلال‌های مختلف متفاوت بوده (جدول ۱)، ضمن آن‌که طول موج ماکزیمم جذب در حلال‌های مختلف متفاوت بود (جدول ۲). با استفاده از طیف جذبی در محدوده طول موج‌های پیشنهادی توسط سادلر (Sadler) (۱۴) و همکاران ۳۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر، طول موج ماکزیمم جذب ۴۷۲ نانومتر تعیین گردید. تعیین این طول موج ماکزیمم جذب با نتیجه کار رزا (Rosa) و همکاران مطابقت داشت (۱۲) و در سطح احتمال ۹۹ درصد نمونه‌ها از این نظر با هم تفاوت معنی داری نداشتند، ولی مخلوط حلال‌ها از نظر مقدار استخراج رنگ

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.40.24.4]

شکل ۱ . طیف جذبی رنگ استخراج شده با حلال‌ها و شرایط مختلف

الف) مخلوط حلال‌ها (ان - هگزان، استن و اتانل) در دمای محیط و زمان ۲ ساعت ب) حلال پترولیوم اتر در دمای جوش حلال و زمان ۶ ساعت ج) حلال ان- هگزان در دمای جوش حلال و زمان ۶ ساعت

و میزان جذب رنگ استخراج شده در سطح احتمال ۹۹ درصد با سایر حلال‌ها در شرایط دمای نقطه جوش و زمان ۶ ساعت اختلاف معنی داری نشان داد. لذا مخلوط حلال‌ها در دمای نقطه جوش و زمان ۶ ساعت به‌عنوان بهترین شرایط انتخاب شد. به منظور دست‌یابی به بالاترین راندمان استخراج، تعیین این شرایط ضروری بود. شکل ۱ میزان جذب رنگ استخراج شده در شرایط مختلف، از نظر نوع حلال، دمای استخراج و مدت استخراج را نشان می‌دهد.

بهترین نسبت حلال و نمونه

برای تعیین بهترین حجم حلال مصرفی با مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد، نسبت برابر حجم نمونه و حلال انتخاب شد. به عبارت دیگر به ازای تقریباً هر ۱۰۰ گرم عصاره، ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال بکار گرفته شد.اگرچه میزان جذب نمونه‌ای که مقدار حلال ۴ برابر مقدار نمونه بود کمی بیشتر بوده، ولی در کل این حالت با زمانی‌که مقدار حلال به‌ترتیب ۳ برابر ۲ برابر و برابر با مقدار گرم نمونه بود، تفاوت معنی داری نداشت. از لحاظ اقتصادی استفاده بیشتر ازحلال مقرون به صرفه نیست. بنابراین، نسبت برابر حجم حلال و وزن نمونه (گرم) ، بهترین حالت برای استخراج رنگ از گوجه فرنگی تعیین شد. نتایج ارائه شده در جداول ۳ و۴ موید این مطلب می‌باشد.

محاسبه مقدار رنگ استخراج شده و تعیین راندمان وخلوص لایکوپن

از ۵ گرم پودر گوجه فرنگی توسط استخراج با حلال، ۰/۰۱۲ گرم رنگ استخراج شد، بنابراین راندمان استخراج رنگ، ۰/۲۴ درصد تعیین شد. .راندمان در روش استخراج با حلال مشابه نتیجه آسیچ (Ausich) و همکاران، می‌باشد (۴).

برای تعیین خلوص لایکوپن استخراج شده توسط روش حلال، رنگ استخراج شده از ۵ گرم پودر گوجه فرنگی در شرایط بهینه، با مخلوط حلال به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد، سپس نمونه به نسبت ۱ به ۱۰ رقیق گردید و میزان جذب آن در طول موج ماکزیمم جذب (۴۷۲ نانومتر) خوانده شد. با

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.40.24.4]

جدول ۱ . تجزیه واریانس جذب رنگ استخراجی توسط حلال‌ها در زمان‌ها ودماهای مختلف

منبع تنوع	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۳/۷۱۲	۱۷	۰/۲۱۸**
خطا	۰/۶۱۴	۱۸	۰/۰۳۴
کل	۴/۳۱۶	۳۵	

** : معنی دار در سطح ۱٪

جدول ۲ . مقایسه میانگین‌ها برای جذب رنگ استخراجی در طول موج ۴۷۲ نانومتر توسط حلال‌ها، زمان‌ها و دماهای مختلف

تیمارها	جذب
پترولیوم اتردر دمای محیط و زمان ۶ ساعت	۰/۷۸۶۰[e]
ان- هگزان در دمای محیط و زمان ۲ ساعت	۰/۸۴۲۰[f]
پترولیوم اتردر دمای محیط و زمان ۲ ساعت	۱/۰۲۲۵[d]
پترولیوم اتردر دمای محیط و زمان ۴ ساعت	۱/۰۵۱۵[c]
پترولیوم اتردردمای جوش و زمان ۶ ساعت	۱/۱۲۷۰[c]
ان- هگزان در دمای محیط و زمان ۶ ساعت	۱/۱۷۵۰[c]
مخلوط حلال در دمای محیط و زمان ۲ ساعت	۱/۱۷۸۵[c]
ان- هگزان دردمای محیط و زمان ۴ ساعت	۱/۲۱۳۰[c]
مخلوط حلال در دمای محیط و زمان ۶ ساعت	۱/۲۳۵۵[c]
ان- هگزان در دمای جوش و زمان ۴ ساعت	۱/۲۴۳۵[c]
مخلوط حلال در دمای جوش و زمان ۲ ساعت	۱/۳۰۱۵[c]
پترولیوم اتر در دمای جوش و زمان ۴ ساعت	۱/۳۲۵۵[c]
ان- هگزان در دمای جوش و زمان ۲ ساعت	۱/۳۳۵۵[c]
ان- هگزان در دمای جوش و زمان ۶ ساعت	۱/۳۴۸۵[c]
پترولیوم اتر در دمای جوش و زمان ۲ ساعت	۱/۴۰۰۵[c]
مخلوط حلال‌ها در دمای محیط و زمان ۴ ساعت	۱/۴۸۶۵[c]
مخلوط حلال‌ها دردمای جوش و زمان ۴ ساعت	۱/۸۳۰۵[b]
مخلوط حلال‌ها در دمای جوش و زمان ۶ ساعت	۲/۲۱۷۵[a]

جدول ۳ . تجزیه واریانس جذب رنگ استخراجی توسط حجم‌های مختلف حلال

منبع تنوع	مجموع مربعات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۴/۱۰۸	۴	۱۰۵۹/۳۳**
خطا	۰/۰۰۴۸۵	۵	۰/۰۰۰۹۷
کل	۴/۱۱۳	۹	

** : معنی‌دار در سطح ۱٪

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.40.24.4]

جدول ۴ . مقایسه میانگین‌ها برای جذب رنگ استخراجی توسط حجم‌های مختلف حلال‌ها

نسبت حجم حلال به وزن نمونه	مقدار رنگ
۰/۵:۱	۱/۶۱۸۶[b]
۱:۱	۳/۱۷۷۱[a]
۲:۱	۳/۲۰۳۲[a]
۳:۱	۳/۲۳۷۷[a]
۴:۱	۳/۲۵۹۵[a]

قرار دادن میزان جذب خوانده شده در معادله رگرسیون لایکوپن استاندارد، مقدار لایکوپن استخراج شده از ۵ گرم پودر گوجه فرنگی ۰/۰۱ گرم به‌دست آمد، در نتیجه میزان خلوص لایکوپن توسط استخراج با حلال ۸۲/۶۵ درصد تعیین شد خلوص لایکوپن استخراج شده در این تحقیق با خلوص لایکوپن استخراجی توسط هاکالا (Hakala) و همکاران در سال ۱۹۹۴ مطابقت داشت (۱۴).

شناسایی رنگ استخراج شده در روش‌های استخراج با حلال

در آزمایش‌های کروماتوگرافی مشاهده شد که لکه‌های نمونه استخراج شده بوسیله حلال سه لکه با Rfهای متفاوت بر روی صفحه کروماتوگرام تشکیل می‌دهد. وسعت لکهٔ دوم بیشتر از سایر لکه‌ها بود و با مقایسه با Rf لایکوپن استاندارد(۰/۱۶) برابر بود، هم‌چنین با Rf گزارش شده توسط موسکوئرا (Mosquera) در سال ۱۹۹۵ یکسان بود و بنابراین، لکه دوم به‌عنوان لایکوپن تشخیص داده شد (۱۱).

تغییرات شدت رنگ استخراج شده در طول انبارداری

به منظور بررسی تغییرات شدت رنگ استخراج شده در طول انبارداری، رنگ تولید شده در دو روش استخراج را در روغن آفتابگردان حل کرده و در ظروف تیره در دمای حدود ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت سه ماه انبارداری شد. در سطح احتمال ۹۵ درصد شدت رنگ تولید شده در مقایسه با استاندارد دستگاه لاویباند طول سه ماه انبارداری اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در نتیجه رنگ استخراج شده از گوجه فرنگی دارای پایداری مطلوبی بود. این نتیجه با گزارش آنگولوا (Anguelova) و همکاران در سال ۲۰۰۰ که بیان کردند کاروتنوئیدها در برابر تاریکی و درجه حرارت‌های کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی گراد پایدار می‌باشند مطابقت داشت (۳).

نتیجه‌گیری

در این تحقیق رنگ خوراکی استخراجی از گوجه فرنگی واریته ردکلود و رنگی که از پودر گوجه فرنگی به‌منظور مقایسه، استخراج شد رنگی نسبتا پایدار و مورد پذیرش برای مصرف کنندگان می‌باشد. این رنگ‌ها به روش استخراج با حلال تهیه شدند و عمده رنگ استخراج شده لایکوپن می‌باشد که علاوه بر اثر بهبود رنگ در محصولات غذایی، دارای اثر فیزیولوژیکی است و بر اساس گزارشات خطر ابتلاء به سرطان را کاهش می‌دهد.

منابع مورد استفاده

۱. دانشور فرزانگان، ف. ۱۳۷۵. استخراج روغن دانه گلرنگ توسط سیال فوق بحرانی دی اکسید کربن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده شیمی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲. مشار موحد، م. ۱۳۷۱. *گوجه فرنگی و فرآورده‌های آن*. انتشارات موحد، مشهد.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.40.24.4]

3. Anguelova, T. and Y. Warthesen. 2000. Lycopene stability in tomato powder. J. Food Sci. 65(1): 67-70.
4. Ausich, et al. 1999. Process for the isolation and purification of lycopene crystals. US Patent, PN. 5,858,700.
5. Dziezak, J.D. 1989. Application of food colorants. Food Technol. 14(4): 78-88.
6. Ghaziaskar, H. and A. Daneshfar. 2003. Solubility of 2- ethyl- hexl- 2- ethyl hexanoate in binary and quaternary systems in supercritical carbon dioxide. J. Supercritical 25: 1-6.
7. Hakala, H. and I. Marina. 1994. Chromatographic purification of natural lycopene. J. Agric. and Food Chem. 42 : 1314-1316.
8. Lee, M. L. and S. K. Markides. 1990. Analytical Supercriticul Fluid Chromatography and Extraction. John Wiley, New York.
9. Low, G. M., L. A. Both, A. J. Young and R. F. Bilton. 1999. Lycopene and β-carotene protect against oxidative damage in HT2 cells at low concentration but rapidly lose this capacity at higher doses. Free Radical Res. 30(2): 141-151
10. "Lycopene a good reason to eat tomatoes". 2002. http://www.mayo.clinic.com/.
11. Mosquera, M.I. 1995. Detection of bixin, lycopene, cothaxanthin, and β-Apo-8'carotenal in products derived from red pepper. J. ADAC Int. 78(2): 491-496.
12. Rosa, A.R., C.H. Tung and L. Logan. 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with L, a, b, color reading of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. J. Agric. and Food Chem. 48: 1697-1702.
13. Rozzi, N. L., R. K. Singh, R. A. Vierling and B. A. Watkins. 2002. Supercritical fluid extraction of lycopene from tomato processing by- products. J. Agric. and Food Chem. 50 (2): 2638- 2643.
14. Sadler, G. and D. Dezman. 1990. Rapid extracting of lycopene and β-caroten from reconstitude tomato paste and pink grapefruit homogenates. J. Food Sci. 55: 1460-1461.
15. SAS Institute. 1996. SAS User's Guide: Statistics Sas institute Inc, NC.
16. Schwartz, S. T. 1999. Lycopene, chemical and biological properties. Food Technol. 53(2): 38-43.
17. Sharma, S. K. and M. E. Maguer. 1996. Lycopene in tomato and tomato pulp fraction. J. Food Sci. 8(2): 107-113.
18. Use of β-carotene and lycopene. 2000. http://www.Lycored.com/.
19. Walford, J. 1980. Development in Color. Reinhold, New York.
20. Young, A. and G. Britton. 1993. Cartenoied in Photosynthesis, Biosynthesis of Cartenoied. Chapnan and Hall, Uk.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2026-02-06]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.40.24.4]