[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.12.5]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.149]

مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ویژگی‌های کیفی میوه چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای گلخانه‌ای

لیلا اصلانی[۱*]، مصطفی مبلی[۲] و جواد کرامت[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸)

چکیده

به‌منظور مطالعه خواص آنتی‌اکسیدانی و خصوصیات کیفی میوه چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. رقم‌ها شامل فلفل‌دلمه‌ای سبز (Traviata)، قرمز (Inspratian)، نارنجی (Aracia) و زرد (Taranto) بود که در گلخانه با بستر کشت خاکی و به‌طور هم‌زمان کشت شد. میوه‌های مربوط به هر رقم، به‌صورت تصادفی و در مرحله نزدیک به رنگ‌اندازی کامل برداشت و فاکتورهای کیفی شامل میزان مواد جامد محلول، اسیدهای آلی، ویتامین ث و راندمان استخراج اسانس میوه و خواص آنتی‌اکسیدانی شامل میزان کل ترکیبات فنولیک، قابلیت حذف رادیکال‌های دی‌پی‌پی‌اچ و قابلیت حذف رادیکال‌های هیدروکسیل آنها اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش نشان داد که ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای از نظر ویژگی‌های کیفی و خواص آنتی‌اکسیدانی متفاوت هستند. میوه‌های رقم نارنجی (Aracia) دارای بیشترین میزان مواد جامد محلول و ارقام سبز (Traviata) و زرد (Taranto) دارای بیشترین میزان اسیدهای آلی بودند. بالاترین راندمان استخراج اسانس نیز در رقم زرد (Taranto) مشاهده شد. میوه‌های رقم قرمز (Inspratian) دارای بیشترین میزان ویتامین ث و خواص آنتی‌اکسیدانی بهتری شامل کل ترکیبات فنولیک، قابلیت حذف رادیکال‌های دی‌پی‌پی‌اچ و هیدروکسیل نسبت به سایر ارقام بودند، درحالی‌که رقم سبز (Traviata) از نظر این ویژگی‌ها در نقطه مقابل این رقم قرار داشت. در کل اطلاعات حاصل از این آزمایش می‌تواند در درک قابلیت رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای برای حفظ سلامتی انسان مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: خواص آنتی‌اکسیدانی، فلفل‌دلمه‌ای، کشت گلخانه‌ای، ویژگی‌های کیفی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. دانشیار علوم صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: l.aslani@ag.iut.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.12.5]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.149]

مقدمه

شرایط نامساعد محیطی صدمات اساسی به مولکول‌های زیستی و سلول‌ها وارد می‌کند که اصطلاحاً تنش اکسیداتیو نامیده می‌شود. یعنی اکساینده‌ها بیش از اندازه تولید و تعادل اکساینده‌ها و آنتی‌اکسیدان‌های بدن نامتعادل می‌شود (۱۵). بدین‌ترتیب که با افزایش بیش از حد گونه‌های اکسیژن فعال به‌علت دارا بودن یک یا تعداد بیشتری از الکترون جفت نشده، به آسانی با مولکول‌های بیولوژیکی مثل پروتئین، لیپید، لیپوپروتئین، کربوهیدرات‌ها و دی‌ان‌آ واکنش می‌دهند (۱۲). واکنش رادیکال‌های آزاد با مولکول‌های بیولوژیکی بر ژن‌ها اثر گذاشته و منجر به ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها نظیر آلزایمر، پارکینسون، ام‌اس، بیماری‌های مربوط به قلب و عروق، سرطان و دیابت می‌شود (۱۲).

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیبات طبیعی و سنتتیکی می‌باشند که باعث ممانعت یا تأخیر اکسیداسیون سایر مولکول‌ها می‌شوند (۱۸). نتیجه فعالیت اکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها تعادل فیزیولوژیکی بدن است (۸). این ترکیبات از طریق به دام انداختن رادیکال‌های آزاد، کلاته کردن فلزاتی با فعالیت کاتالیستی و فعال کردن الکترون دهنده‌ها قادرند پایان دهنده یا کند کننده فرایندهای اکسایشی باشند و بدین‌ترتیب از مولکول‌های زیستی محافظت کنند (۱۶). به‌دلیل سرطان‌زا بودن آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی، علاقه به آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به‌میزان قابل‌توجهی افزایش یافته است. این آنتی‌اکسیدان‌ها شامل ترکیبات فنولیک (آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک)، ترکیبات نیتروژنی (آلکالوئیدها، مشتقات کلروفیل، آمینواسیدها و آمین‌ها)، کاروتنوئیدها و آسکوربیک اسید می‌باشند (۱۸).

تحقیق هالمن و رمبیالکوسکا (۶) نشان داد میوه فلفل‌دلمه‌ای (*Capsicum annum* L.) منبع خوبی برای تعدادی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان است. به‌طوری‌که مصرف یک عدد فلفل متوسط، دو برابر نیاز روزانه به ویتامین ث بدن را تأمین می‌کند. فلفل‌دلمه‌ای دربرگیرنده الگوی پلی‌فنولیک قوی شامل هیدروکسی‌سینامیدها (Hydroxycinnmates) ، فلاونول‌ها (Flavonols) و فلاون‌ها (Flavones) می‌باشد (۲). پلی‌فنول‌های شناخته شده در فلفل‌دلمه‌ای شامل چهار نوع کوئرستین (Quercetin) چهارده نوع لوتئولین (Luteolin) و دو نوع اپیجنین (Apigenin) می‌باشند. مطالعات انجام شده پیشنهاد کرده که مصرف غذاهای غنی از ترکیبات پلی‌فنول باعث کاهش بیماری‌های قلب و عروق، سکته و انواع خاصی از سرطان می‌شوند (۵).

رنگ فلفل‌دلمه‌ای فاکتور مهمی در انتخاب خریدار می‌باشد (۱۷). کارتنوئیدها (Carotenoids) و فلاونوئیدها مواد رنگی مهم سبزیجات می‌باشند که معمولاً باعث ایجاد رنگ‌های نارنجی و قرمز می‌شوند. کارتنوئیدهای فلفل شامل کپسانتین (Capsanthin) و کاروتن (Carotene) است. رنگ سبز فلفل به‌دلیل کلروفیل و کارتنوئید (Carotenoids) کلروپلاست می‌باشد (۲ و ۱۷). رنگ زرد و نارنجی فلفل به‌وسیله آلفا (۱۷) و بتاکاروتن (α- and β-carotene) با فعالیت پیش‌سازی ویتامین آ (۳)، زئاگزانتین (Zeaxanthin)، لوتئین (Lutein) و بتاکریپتوزانتین (β –Cryptoxanthin) تشکیل می‌شود. رنگ قرمز فلفل نیز به‌خاطر حضور پیگمان‌های کارتنوئید کپسانتین (Capsanthin)، کپسوربین (Capsorubin) (۲، ۳، ۴ و ۱۷) و کپسانتین ۵ و ۶ اپوکسید (Capsanthin 5, 6-epoxide) می‌باشد (۴ و ۱۷). رنگ‌های متفاوت فلفل ممکن است به‌دلیل سطح متفاوت این ترکیبات باشد. به‌دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی متفاوت این ترکیبات، امکان این‌که میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای با رنگ‌های متفاوت فعالیت آنتی‌اکسیدانی متفاوتی نشان دهند وجود دارد (۱۷).

از جمله بررسی‌های انجام شده در مورد خواص آنتی‌اکسیدانی فلفل‌دلمه‌ای می‌توان به آزمایش سان و همکاران (۱۷) اشاره کرد که با مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارقام فلفل‌دلمه‌ای با رنگ متفاوت به این نتیجه رسیدند که فلفل‌های قرمز در مجموع ترکیبات فنولیک بیشتری نسبت به فلفل‌های سبز دارند و گزارش کردند که فلفل‌های قرمز دارای بیشترین

میزان بتاکاروتن، کپسنتین، کوئرستین و لوتئولین می‌باشند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی فلفل سبز رنگ که از طریق آزمون DPPH اندازه‌گیری شد کمتر از سایر فلفل‌ها بوده است. قاسم‌زاده و همکاران (۵) به بررسی اثر تاریخ برداشت بر میزان آنتی‌اکسیدان‌های میوه‌های پنج رقم فلفل‌دلمه‌ای با رنگ‌های مختلف پرداخته و اعلام کرده‌اند که تفاوت قابل توجهی بین ارقام از نظر میزان کل فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها وجود داشته است.

با توجه به ترکیبات ایجاد کننده رنگ در ارقام مختلف فلفل‌دلمه‌ای به‌نظر می‌رسد ارقام مختلف دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی متفاوت باشند، بنابراین هدف از اجرای این طرح مقایسه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت میوه چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای با رنگ‌های متفاوت بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف مقایسه خواص آنتی‌اکسیدانی و خصوصیات کیفی میوه چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای پرورش یافته در محیط کشت خاکی در گلخانه شرکت پردیس واقع در جاده قلعه شور اصفهان و با چهار تکرار انجام گردید. تیمارها شامل چهار رقم فلفل‌دلمه‌ای سبز (Traviata)، قرمز (Inspratian)، نارنجی (Aracia) و زرد (Taranto) بودند.

ماکزیمم دمای گلخانه در طول دوره کاشت ۷ ± ۲۵ و مینیمم میانگین دما ۱۴ – ۱۵ درجه سانتی‌گراد بود. بذور در نیمه مهرماه ۱۳۹۰ در سینی‌های کاشت، در بستر پیت کاشته شد و سپس در آذر ماه به زمین اصلی با خاک متوسط و با تراکم ۳ بوته در مترمربع انتقال داده شدند. بوته‌های فلفل در ردیف‌هایی که ۸۰ سانتی‌متر از یکدیگر فاصله داشتند و فاصله بوته‌ها در ردیف نیز ۴۰ سانتی‌متر بود، کشت شدند. میوه‌ها در اواسط شهریور سال ۱۳۹۱ به‌صورت تصادفی و در مرحله نزدیک به رنگ‌اندازی کامل برداشت و به‌منظور اندازه‌گیری صفات مورد نظر به آزمایشگاه باغبانی دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل شدند.

آماده‌سازی نمونه

میوه‌ها با استفاده از آب مقطر شسته و بذر آنها خارج شد. سپس میوه‌های مربوط به هر تکرار با استفاده از چاقو به قطعات کوچک بریده و برای تهیه نمونه همگن مخلوط شدند و به‌منظور اندازه‌گیری‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

درصد مواد جامد محلول

از نمونه‌های مربوط به هر تکرار آب میوه استخراج و یک قطره از آن بر روی رفرکترومتر (مدل: Model K-0032) قرار گرفت و در برابر نور درصد مواد جامد محلول قرائت شد.

اسیدهای آلی

برای تعیین میزان اسیدهای آلی، از نمونه‌های مربوط به هر تکرار آب میوه استخراج و ۱۰ میلی‌لیتر از آب میوه با استفاده از سود ۰/۲ نرمال تیتر شد. پایان تیتراسیون با استفاده از پ – هاش‌متر (مدل: CP-501-ELM) و با رسیدن به پ – هاش ۸/۲ تشخیص داده شد. غلظت اسیدهای آلی به‌صورت میلی‌گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره مطابق فرمول زیر محاسبه و گزارش شد (۱۵).

$$C = (N \times V \times E / \text{حجم نمونه})100$$

C: غلظت اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره بر حسب میلی‌گرم

N: نرمالیته یا فاکتور سود مصرفی

V: سانتی‌متر مکعب سود مصرفی

E: والانس گرم اسید مورد نظر (اسید مورد نظر اسید سیتریک می‌باشد)

مقدار اسید آسکوربیک

به‌منظور اندازه‌گیری غلظت اسیدآسکوربیک، ۱۰ گرم از نمونه تازه هر تکرار به‌وسیله ۵ میلی‌لیتر متافسفریک اسید ۳ درصد درون هاون همگن شد. سپس حجم عصاره حاصل به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و ۱۰ میلی‌لیتر از آن با استفاده از ۲ و ۶–دی‌کلروفنل ایندوفنل تیتر گردید. تیتراسیون با مشاهده رنگ صورتی پایدار پایان یافت. ایندوفنل نیز با محلول استاندارد اسید آسکوربیک استاندارد شد. مقدار اسید آسکوربیک به‌صورت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.12.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.149]

میلی‌گرم در گرم وزن تازه میوه محاسبه و گزارش گردید (۵).

تهیه اسانس

۵۰ گرم از میوه مربوط به هر تکرار توزین و به‌صورت پوره در آورده، به پیمانه‌ای منتقل و به‌وسیله ۵۰ میلی‌لیتر متانول همگن شد. سپس مخلوط حاصل در دمای ۶۰ درجه سلسیوس حمام آب‌گرم، به‌مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شد و سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (مدل: Gerber GmbH) (۲۰۰۰g) گردید. محلول شفاف رویی جدا و رسوب باقی‌مانده یک‌بار دیگر اسانس‌گیری شد، سپس محلول حاصل از این مرحله به محلول اول اضافه گردید. محلول حاصل، اسانس میوه فلفل‌دلمه‌ای بود (۱۷).

محاسبه راندمان استخراج

حلال موجود در اسانس‌های حاصل، به‌وسیله تقطیر در خلاء و با استفاده از دستگاه تبخیر تحت خلاء گردان (مدل: Heizdad WB Contr) در دمای ۶۰ درجه سلسیوس تبخیر شد. با محاسبه وزن اولیه بالن و وزن نهایی آن که حاوی اسانس تغلیظ شده بود، مقدار کل ماده استخراج شده محاسبه و به‌صورت درصد از وزن تازه گزارش گردید (۱۷). سپس برای استفاده در سایر اندازه‌گیری‌ها توسط ۵۰ میلی‌لیتر متانول رقیق شد.

ارزیابی کل ترکیبات فنولیک

اندازه‌گیری ترکیبات فنولیک براساس واکنش‌گر فولین – سیوکالتو انجام شد. معرف فولین با استفاده از آب مقطر ۱۰ برابر رقیق شد. ۰/۱ میلی‌لیتر از اسانس رقیق شده حاصل از میوه با ۰/۷۵ میلی‌لیتر از فولین رقیق شده، مخلوط و به‌مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شد. ۰/۷۵ میلی‌لیتر محلول سدیم بی‌کربنات ۶۰ گرم در لیتر به آن اضافه و به‌هم زده شد. محلول حاصل به‌مدت ۹۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری و جذب نوری محلول در طول موج ۷۵۰ نانومتر به‌وسیله اسپکتروفتومتر (مدل: UV-160A-SHIMADZN) قرائت شد. کتچین نیز به‌عنوان محلول استاندارد استفاده گردید و مقدار کل ترکیبات فنولیک براساس مقدار کتچین معادل در گرم وزن تازه میوه فلفل‌دلمه‌ای محاسبه و گزارش شد (۱۷).

بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از رادیکال دی‌پی‌پی‌اچ

برای تعیین قدرت عصاره گیاه در به دام انداختن رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ (۱ و ۱- دی‌فنیل ۱ و ۲- پیکریل‌هیدرازیل)، ۲۰ میکرولیتر اسانس رقیق شده فلفل با ۱/۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ میلی‌مولار دی‌پی‌پی‌اچ مخلوط و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و تاریکی به‌منظور واکنش دادن مواد با یکدیگر قرار داده شد. سپس، جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر به‌وسیله اسپکتروفتومتر (مدل: UV-160A-SHIMADZN) قرائت گردید. در نمونه شاهد نیز به‌جای اسانس از متانول استفاده شد. درصد بازدارندگی رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید (۱۷).

درصد بازدارندگی = (جذب نوری شاهد – جذب نوری نمونه/ جذب نوری شاهد) × ۱۰۰

فعالیت کلاته‌کنندگی رادیکال هیدروکسیل

۱۰۰ میکرولیتر از اسانس رقیق شده فلفل‌دلمه‌ای با یک میلی‌لیتر آهن (II) سولفات با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار، ۷۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه با غلظت ۶ میلی‌مولار و ۳۰۰ میکرولیتر سدیم سالیسیلات با غلظت ۲۰ میلی‌مولار مخلوط شد و سپس به‌مدت یک ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگهداری و جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۶۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل: UV-160A-SHIMADZN) قرائت شد. درصد ممانعت نمونه‌ها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید (۱۰).

درصد ممانعت رادیکال‌های هیدروکسیل = $(1 - (A_1 - A_2) / A_0) \times 100$

A_1: جذب نوری نمونه

A_2: جذب نوری نمونه بدون سدیم سالیسیلات و عصاره

A_0: جذب نوری شاهد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.12.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.149]

جدول ۱. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ویژگی‌های کیفی و خواص آنتی‌اکسیدانی رقم‌های مختلف فلفل‌دلمه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		مواد جامد محلول	اسیدهای آلی	ویتامین ث	راندمان استخراج	کل ترکیبات فنولیک	قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ	فعالیت کلاته‌کنندگی رادیکال‌های هیدروکسیل
تیمار	۳	۱۰/۸۷**	۷۹۵۹/۷۸**	۰/۰۴۶*	۵۶/۷۸**	۰/۱۹۵**	۹۸/۴۳*	۱۲۷/۱۸*
خطا	۱۲	۰/۱۸	۴۲۴/۶۷	۰/۰۰۹	۲/۲۶	۰/۰۶۷	۱۸/۱۸	۳۴/۱۲

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار *: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

پردازش داده‌ها

محاسبات آماری به‌صورت طرح کاملاً تصادفی انجام گردید و برای مقایسات میانگین‌ها از آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

مواد جامد محلول

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم بر میزان کل مواد جامد محلول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین درصد مواد جامد محلول مربوط به رقم سبز (Traviata) (۴ درصد) و بیشترین میزان مربوط به رقم نارنجی (Aracia) (۸/۶۳ درصد) بود. ارقام زرد (Taranto) و قرمز (Inspratian) نیز در حد واسط این دو رقم قرار داشتند (شکل ۱). قاسم‌نژاد و همکاران نیز (۵) تفاوت معنی‌داری را بین ارقام زرد (Y-43-07) و قرمز (Y-43-09) گزارش نکردند و بیان کردند که رقم نارنجی (Aracia) دارای بیشترین میزان مواد جامد محلول بوده و با سایر ارقام تفاوت معنی‌دار داشته است. بنابراین نتایج آنها با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

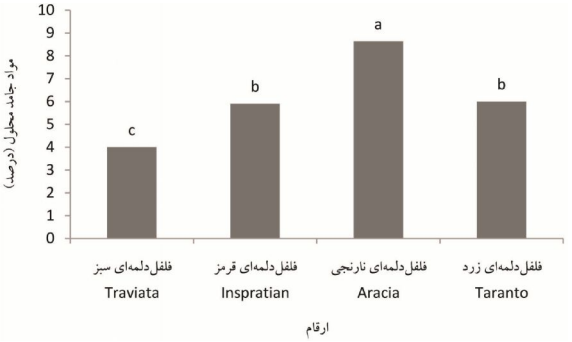
اسیدهای آلی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم بر میزان اسیدهای آلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم سبز دارای بیشترین میزان اسیدهای آلی بود. سپس ارقام زرد و نارنجی قرار داشتند و رقم قرمز نیز دارای کمترین میزان بود. اما بین ارقام زرد و نارنجی و همین‌طور زرد و سبز تفاوت معنی‌داری از نظر این صفت وجود نداشت (شکل ۲). قاسم‌نژاد و همکاران (۵) تفاوت معنی‌داری را بین ارقام زرد (Y-43-07) و قرمز (Y-43-09) از نظر این صفت گزارش نکردند و بیان کردند که رقم نارنجی (Aracia) دارای کمترین میزان اسیدهای آلی است و با سایر ارقام تفاوت معنی‌دار دارد. بنابراین، نتایج قاسم‌نژاد و همکاران (۵) که به مقایسه سایر ارقام پرداخته بودند با نتایج این پژوهش مغایرت دارد.

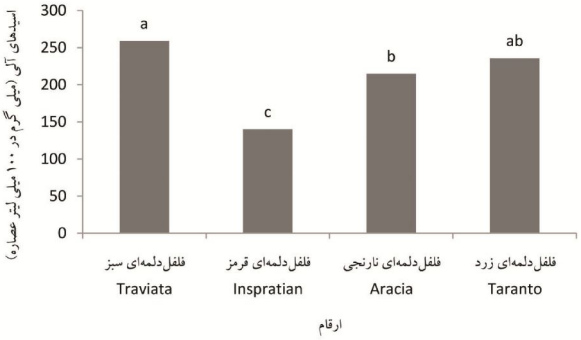
ویتامین ث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم بر میزان ویتامین ث در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم زرد دارای پایین‌ترین مقدار ویتامین ث است که از نظر آماری با رقم سبز تفاوت معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان این پارامتر نیز مربوط به رقم قرمز بود که با رقم نارنجی تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳). لیورچ و همکاران (۹) تفاوت معنی‌داری از نظر میزان ویتامین ث در بین ارقام کاهو مورد آزمون شامل Iceberg، Romaine، Continental، Red Oak Leaf و Lollo Rosso گزارش کردند و بیان نمودند که میزان این ترکیب در رقم Continental بیشتر از سایر ارقام بوده است. فلفل‌دلمه‌ای تازه منبع غنی

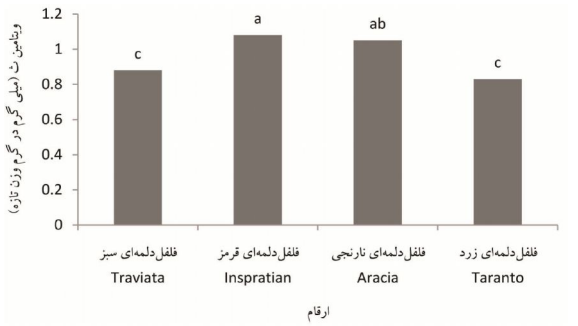
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.12.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.149]



شکل ۱. مقایسه میانگین میزان مواد جامد محلول رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۲. مقایسه میانگین میزان اسیدهای آلی رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۳. مقایسه میانگین میزان ویتامین ث رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

از آسکوربیک‌اسید است که میزان آن بین ۰/۷۶ تا ۲/۴۳ میلی‌گرم در گرم وزن تازه گزارش شده‌است (۷). تفاوت در محتوای ویتامین ث می‌تواند مرتبط با چندین فاکتور مثل نوسانات دمای گلخانه، پاسخ رقم و تفاوت در نمونه‌برداری باشد (۳). دپا و همکاران (۲) و هالمن و رمبیالکوسکا (۶) نیز تفاوت معنی‌داری را از نظر میزان ویتامین ث در بین ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای گزارش کردند. قاسم‌نژاد و همکاران (۵) نیز برخلاف پژوهش حاضر، تفاوت معنی‌داری بین ارقام زرد (Y-43-07) و قرمز (Y-43-09) گزارش نکردند.

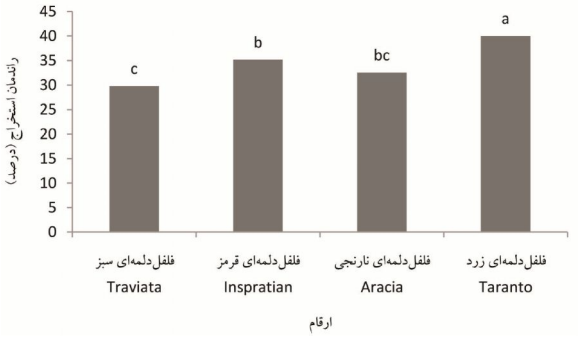
مقدار اسانس

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم بر میزان راندمان استخراج در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم سبز دارای کمترین و رقم زرد دارای بیشترین میزان راندمان استخراج بود. ارقام قرمز و نارنجی نیز در حد واسط این دو رقم قرار داشتند و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند درحالی‌که رقم نارنجی تفاوت معنی‌داری با رقم سبز نیز نشان نداد (شکل ۴). سان و همکاران (۱۷) نیز در پژوهشی به مقایسه راندمان استخراج در بین ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای با رنگ‌های متفاوت پرداختند و به این نتیجه رسیدند که راندمان استخراج در رقم قرمز برخلاف این آزمایش بیشتر از سایر ارقام بود و راندمان استخراج رقم سبز از سایر ارقام کمتر بود، که با این آزمایش مطابقت دارد.

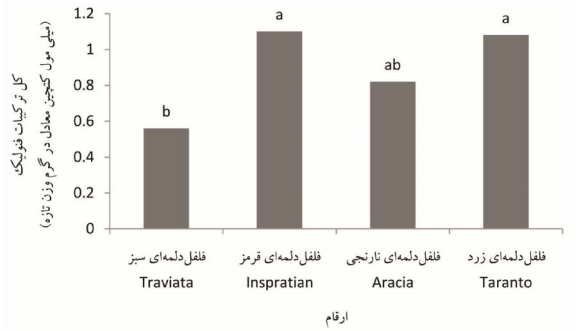
کل ترکیبات فنولیک

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم بر میزان کل ترکیبات فنولیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین ترکیبات فنولیک مربوط به رقم قرمز بوده که با ارقام نارنجی و زرد تفاوت معنی‌داری نداشت، کمترین میزان این پارامتر هم مربوط به رقم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.12.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.149]



شکل ۴. مقایسه میانگین میزان راندمان استخراج اسانس رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.



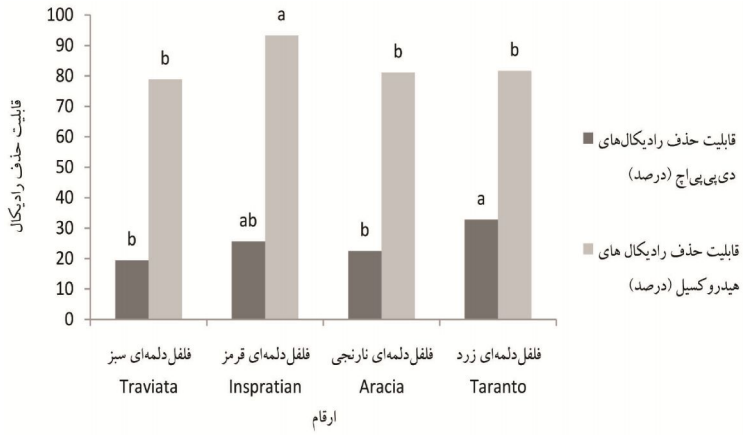
شکل ۵. مقایسه میانگین میزان کل ترکیبات فنولیک رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

سبز بود که با رقم نارنجی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۵). لیورچ و همکاران (۹) تفاوت معنی‌داری از نظر میزان ویتامین ث در بین ارقام کاهو مورد آزمون شامل Iceberg، Romaine، Continental، Red Oak Leaf و Lollo Rosso گزارش کردند و بیان نمودند که میزان این ترکیبات در ارقام دارای برگ قرمز بیشتر از سایر ارقام بوده است. نتایج تحقیقات نشان داده است که میزان ترکیبات فنولیک با میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی فلفل‌دلمه‌ای همبستگی مثبت دارد (۲). قاسم‌نژاد و همکاران (۵) تفاوت معنی‌داری را بین ارقام زرد (Y-43-07) و قرمز (Y-43-09) فلفل‌دلمه‌ای گزارش نکردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. سان و همکاران (۱۷) در پژوهشی به مقایسه میزان کل ترکیبات فنولیک در بین ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای پرداخته و به این نتیجه رسیدند که کل ترکیبات فنولیک در رقم قرمز بیشتر از سایر ارقام بود، به‌دنبال آن به‌ترتیب ارقام نارنجی و زرد قرار داشتند و میزان این پارامتر در رقم سبز نیز از سایر ارقام کمتر بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همان‌طورکه در مقدمه آورده شد، ترکیبات فنولیک در فرایندهای بیولوژیکی بسیاری نقش دارند، اما مهم‌ترین آنها فعالیت آنتی‌اکسیدانی است که با کاهش خطر ابتلا به سرطان همراه است (۱).

قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم بر میزان قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میزان قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ مربوط به رقم زرد بوده که با رقم قرمز تفاوت معنی‌داری نشان نداده است. کمترین میزان این پارامتر نیز مربوط به رقم سبز بود که با ارقام نارنجی و قرمز تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۶). اوزگن و سکریک (۱۴) تفاوت معنی‌داری را از نظر میزان قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد دی‌پی‌پی‌اچ در بین ارقام سبز شامل Fonseca، Freckles، Krizet و Filipus و قرمز شامل Versai، Nation، Paradai و Cherokee کاهو گزارش کردند. دپا و همکاران (۲) نیز تفاوت معنی‌داری از نظر قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد در بین ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای گزارش کردند. مترسکا و پیریکا (۱۱) نیز گزارش کردند که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی فلفل‌دلمه‌ای قرمز بیش از سبز بوده است. قاسم‌نژاد و همکاران (۵) تفاوت معنی‌داری را بین ارقام نارنجی (Arian) و قرمز (Y-43-09) گزارش نکردند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت اما در تحقیق ایشان رقم زرد (Y-43-07) دارای کمترین میزان قابلیت حذف

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.12.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.149]



شکل ۶. مقایسه میانگین میزان قابلیت حذف رادیکال‌ها در رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای. برای هر صفت، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

رادیکال‌های آزاد بود و با سایر ارقام تفاوت معنی‌دار داشت. سان و همکاران (۱۷) در پژوهشی به مقایسه قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد در بین ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای با رنگ‌های متفاوت پرداخته و به این نتیجه رسیدند که قابلیت حذف رادیکال‌های آزاد در ارقام قرمز، زرد و نارنجی تفاوت معنی‌داری ندارد و در رقم سبز از سایر ارقام کمتر می‌باشد (مشابه پژوهش حاضر) و با میزان کل ترکیبات فنولیک هماهنگی داشت که نشان دهنده نقش ترکیبات فنولیک در حذف رادیکال‌های آزاد می‌باشد. تفاوت فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بین ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای ممکن است به‌علت تفاوت قدرت ترکیبات کاهش دهنده آنها یا تفاوت در میزان تجمع ترکیبات آنتی‌اکسیدان هریک از آنها به‌خصوص ترکیبات فنولیک باشد. فلفل‌دلمه‌ای دارای شماری از ترکیبات فنولیک می‌باشد درحالی‌که امکان دارد تمام ژنوتیپ‌ها شامل ترکیبات یکسانی نباشند (در واقع یک ویژگی ژنتیکی باشد) و این تفاوت باعث تغییر فعالیت آنتی‌اکسیدانی شود (۱۳).

فعالیت کلاته‌کنندگی رادیکال‌های هیدروکسیل

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم بر میزان قابلیت حذف رادیکال‌های هیدروکسیل در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین میزان فعالیت کلاته‌کنندگی رادیکال‌های هیدروکسیل میوه مربوط به رقم قرمز بوده و بین ارقام نارنجی، زرد و سبز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۶).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ارقام متفاوت فلفل‌دلمه‌ای از نظر ویژگی‌های کیفی شامل مقدار کل مواد جامد محلول، اسیدهای آلی، ویتامین ث، راندمان استخراج اسانس و خواص آنتی‌اکسیدانی شامل میزان کل ترکیبات فنولیک، قابلیت حذف رادیکال‌های دی‌پی‌پی‌اچ و رادیکال‌های هیدروکسیل متفاوت بودند. میوه‌های رقم نارنجی (Arian) دارای بیشترین میزان مواد جامد محلول و ارقام سبز (Traviata) و زرد (Taranto) دارای بیشترین میزان اسیدهای آلی بودند. بالاترین راندمان استخراج اسانس نیز در رقم زرد (Taranto) مشاهده شد. میوه‌های رقم قرمز (Inspratian) دارای بیشترین میزان ویتامین ث و خواص آنتی‌اکسیدانی بهتری شامل کل ترکیبات فنولیک، قابلیت حذف رادیکال‌های دی‌پی‌پی‌اچ و هیدروکسیل نسبت به سایر ارقام بودند، درحالی‌که رقم سبز (Traviata) از نظر این ویژگی‌ها در نقطه مقابل رقم قرمز قرار داشت. در کل اطلاعات حاصل از این آزمایش می‌تواند در فهم قابلیت رقم‌های متفاوت فلفل‌دلمه‌ای در حفظ سلامتی انسان مفید باشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.12.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.149]

منابع مورد استفاده

1. Czeczot, H. 2000. Biological activities of flavonoids – A review. *Polish Journal of Food Nutrition and Science* 950: 3-13.
2. Deepaa, N., C. Kaura, B. Georgea, B. Singhb and H. C. Kapoor. 2007. Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. *Swiss Society of Food Science and Technology* 40: 121-129.
3. Deepaa, N., C. Kaura, B. Singhb and H. C. Kapoor. 2006. Antioxidant activity in some red sweet pepper cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 572-578.
4. Fox, J., A. D. Del Poze-Insfran, J. Hee Lee, S. A. Sargent and S. T. Talcott. 2005. Ripening-induced chemical and antioxidant changes in bell peppers as affected by harvest maturity and postharvest ethylene exposure. *Hort Science* 40: 732-736.
5. Ghasemnezhad, M., M. Sherafati and G. A. Payvast. 2011. Variation in phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity of five coloured bell pepper (*Capsicum annum*) fruits at two different harvest times. *Journal of Functional Foods* 3: 44-49.
6. Hallmann, E. and E. Rembialkowska. 2012. Characterisation of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under organic and conventional growing systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92: 2409-2415.
7. J.Buran, T., A. K. Sandhu, A. M. Azeredo, A. H. Bent, J. G. Williamson and L. Gu. 2012. Effects of exogenous abscisic acid on fruit quality, antioxidant capacities, and phytochemical contents of southern high bush blueberries. *Food Chemistry* 132: 1375-1381.
8. Kukadia, V. 1992. Developments in spice technology. *Food Technology International* 42: 141-144.
9. Llorach, R., A. Martínez-Sánchez, F. A. Tomás-Barberán, M. I. Gil and F. Ferreres. 2008. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. *Food Chemistry* 108: 1028-1038.
10. Manda, K. R., C. Adams and N. Ercal. 2010. Biologically important thiols in aqueous extracts of spices and evaluation of their in vitro antioxidant propertie. *Food Chemistry* 118: 589-593.
11. Materska, M. and I. Perucka. 2005. Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolated from hot pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 1750-1756.
12. Nanosombat, S. and P. Wimuttigosol. 2011. Antimicrobial and antioxidant activity of spice essential oils. *Food Science and Biotechnology* 20: 45-53.
13. Neocleous, D. 2010. Yield, nutrients, and antioxidants of tomato in response to grafting and substrate. *International Journal of Vegetable Science* 16: 212-221.
14. Ozgen, S. and S. Sekerci. 2011. Effect of leaf position on the distribution of phytochemicals and antioxidant capacity among green and red lettuce cultivars. *Spanish Journal of Agriculture Research* 9: 801-809.
15. Pokorny, J. 1991. Natural antioxidants for food use. *Trends Food Science and Technology* 72: 223-227.
16. Senevirathne, M., S. Hyun Kim, N. Siriwardhana, J. Hawanha, K. Wan Lee and Y. Jin Joen. 2006. Antioxidants potential of *Ecklonia cava* on reactive oxygen species scavenging, metal chelating, reducing power and lipid peroxidation inhibition. *Food Science and Technology International* 12: 27-38.
17. Sun, T., Z. Xu, C. T. Wu, M. Janes, W. Prinyawiwatkul and H. K. No. 2007. Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Science* 72: 98-102.
18. Velioglu, Y. S., G. Mazza, L. Gao and B. D. Oomah. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 4113-4117.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2024-03-28]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.17.12.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.17.149]