نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۴۴-۲۳۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 2, Summer 2014, P. 236-244
ISSN: 2008 - 4730

مقایسه خواص آنتی‌اکسیدانی ۲۱ توده جعفری بومی ایران در شرایط اهواز

زیبا بیراوند[۱]- ناصرعالم‌زاده‌انصاری[۲*]- موسی موسوی [۳]- عباس کوهپایگانی[۴]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۳/۱۳

چکیده

به‌منظور بررسی آنتی اکسیدان‌های غیر آنزیمی، میزان کارتنوئیدها و اسید اسکوربیک موجود در برگ‌های بیست و یک توده جعفری طی دو چین اول و دوم با هم مقایسه گردید. هم‌چنین جهت بررسی آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی، فعالیت دو آنزیم کاتالاز و پراکسیداز موجود در برگ‌های این توده‌ها پس از رشد رویشی نهایی اندازه‌گیری شدند. بدین‌منظور پس از جداسازی، برگ‌ها باهم مخلوط گشته و برای هر تکرار یک گرم از بافت تازه‌ی برگ را وزن کرده و با استفاده از روش‌های استاندارد مواد فوق اندازه‌گیری شدند. این طرح در قالب طرح کامل تصادفی اجزا شد و اطلاعات آن با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان کارتنوئید در زمان چین اول به‌ترتیب مقدار ۶/۷۵ و ۲/۳۹ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم مربوط به توده‌های همدان ۴۹ و بوشهر ۱۴۹ می‌باشد. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان ویتامین "ث" در زمان چین اول به‌ترتیب مقدار ۰/۷۷ و ۰/۰۴ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم مربوط به توده‌های لرستان ۱۵۳ و آذربایجان غربی۵۱ بود. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین میزان فعالیت پراکسیداز به ترتیب مقدار ۳/۲۵ و ۰/۱۱ میکرو مول پراکسید هیدروژن در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین مربوط به توده مرکزی ۴۶ و شاهد منطقه بود. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز به ترتیب مقدار ۰/۶۴۵ و ۰/۰۰۶ میکرو مول پراکسید هیدروژن در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین مربوط به توده‌های آذربایجان شرقی ۶۲ و مرکزی ۴۵ می‌باشد. توده‌های لرستان ۱۵۳ و همدان ۴۹ و لرستان ۶۹ را می‌توان به عنوان توده‌های برتر معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: اسید اسکوربیک، کاتالاز، پراکسیداز، کارتنوئید

مقدمه

جعفری با نام علمی *Petroselinum sativum* L. گیاهی یک‌ساله از خانواده چتریان بوده که منشأ آن نواحی مرکزی مدیترانه گزارش شده است. این گیاه در بسیاری از نقاط ایران و جهان کشت و کار می‌شود. گسترش آن ناشی از سازگاری این گیاه با شرایط مناطق مختلف و بالا بودن ارزش غذایی آن می‌باشد. این گیاه حاوی ویتامین‌ها، آنتی اکسیدان‌ها و مواد معدنی زیادی می‌باشد (۲۰).

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که قادر به غیرفعال کردن رادیکال‌های آزاد در گیاهان و جانوران بوده بدون این‌که خود به رادیکال خطرناک تبدیل شوند. رادیکال‌های آزاد در اثر تنش‌های محیطی همچون آلودگی هوا (اوزن و دی اکسید سولفور)، برخی از علف‌کش‌ها، سرمازدگی و تابش شدید اشعه کیهانی در گیاهان بوجود می‌آیند (۵). رادیکال‌های آزاد از مولکول‌ها یا مشتقات مولکولی دارای بیش از یک الکترون جفت نشده در خارجی ترین اوربیتال خود می‌باشند. آنتی‌اکسیدان‌ها باعث ممانعت یا به تاخیر انداختن اکسیداسیون مولکول‌ها توسط رادیکال‌های آزاد می‌شوند. هر مولکول آنتی‌اکسیدان در هر زمان قادر است با یک رادیکال آزاد واکنش نشان داده و با دادن یکی از الکترون های خود، آن را خنثی کند؛ و از این طریق از آسیب بافت‌ها ممانعت می‌نمایند (۲۴).

مطالعات اپیدمولوژی نشان داده که آنتی‌اکسیدان ها قادر به کاهش خطر بسیاری از بیماری‌های قلبی، عروقی و سکته بوده و از پیشرفت سرطان‌ها که موجب آسیب رسانیدن به DNA می‌گردند جلوگیری می‌کنند. علی‌رغم وجود آنتی‌اکسیدان‌های مختلف در پلاسما، سیستم دفاعی بدن به تنهایی قادر به از بین بردن رادیکال‌های آزاد ایجاد شده در بدن نیست، به همین جهت نیاز به تأمین آنتی‌اکسیدان از منابع خارجی دارد که از طریق منابع غذایی تأمین می‌شود (۲). آنتی‌اکسیدان‌ها شامل دو گروه آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی (سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پروکسیداز) و

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز
۴- استادیار بخش ژنتیک سبزی وصیفی موسسه نهال وبذر کرج
(* - نویسنده مسئول: Email: ansari_n@scu.ac.ir)

آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی شامل دو گروه قابل حل در آب (اسید اسکوربیک (ویتامین ث) و گلوتاتیون) و محلول در چربی (آلفا توکوفرول و بتاکاروتن) می‌باشند که تحت مکانیسم‌هایی از جمله کاهش فعالیت رادیکال‌های آزاد و دفع اکسیژن عمل می‌کنند (۹، ۱۴ و ۲۹). کارتنوئیدها گروهی از رنگدانه‌های نارنجی و زردند که در بیشتر موجودات فتوسنتز کننده یافت می‌شوند کارتنوئیدها به میزان زیاد در برگ‌های سبز مشاهده می‌شود.

استان خوزستان با توجه به شرایط خاص آب و هوایی در فصل پاییز و زمستان و گاهاً تا اوایل بهار بیش‌تر سبزی‌های برگی را برای استان‌های شمال کشور تامین می‌کند. یکی از سبزی‌های مهم برگی جعفری است که بخاطر برگ‌های معطر و مغذی آن به صورت تازه‌خوری و پخته در خورش‌های مختلفی کاربردهای زیادی دارد (۳۰). ماده‌ی پی-۱، ۳، ۸ منتاترین[1] روغن فرار غالب در برگ‌های جعفری بوده که عطر آن‌ها بیش‌تر به خاطر این ماده می‌باشد (۱۸). نتایج تحقیقات گذشته نشان داده است که برگ‌های گیاه جعفری به جز عطر و بوی بی نظیر آن حاوی مقادیر زیادی از آنتی‌اکسیدان‌ها از جمله کارتنوئیدها، ویتامین ث، آنزیم پراکسیداز و هم‌چنین عناصر پتاسیم، فسفر، منیزیم و آهن می‌باشد (۱۷ و ۲۶). اما مقدار هر کدام از آن‌ها در ارقام مختلف جعفری متفاوت می‌باشد به نحوی که در تحقیقات که در کانادا صورت گرفت، نتایج نشان دادند که مقادیر پیگمان‌های مختلف در ارقام مورد مطالعه متفاوت می‌باشند (۲۳).

هدف این مقاله مشخص کردن تغییرات برخی از آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی (پراکسیداز و کاتالاز) و غیر آنزیمی، محلول در آب (ویتامین C) و محلول در چربی (کارتنوئیدها) در بیست و یک توده جعفری ایرانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده سازی نمونه گیاهی

در این تحقیق بیست توده بومی ایران از بانک ژن واقع درموسسه نهال و بذر کرج همراه با توده محلی اهواز به عنوان شاهد تهیه گردید (جدول ۱). در ۸ آبان ۱۳۹۰ درون شاسی در مزرعه آزمایشی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران کشت شدند. نمونه‌ها پس از رشد کامل برگ‌ها و رسیدن به مرحله عرضه به بازار برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. در این طرح از هر توده ۳ خط کشت و از هر خط ۴ گیاه تهیه و برگ‌های آن‌ها جدا شده، با هم مخلوط گشته و یک نمونه تهیه شده و پس از شست‌وشوی اولیه و حذف رطوبت اضافی به میزان مورد نیاز برای هر کدام از آزمایشات بعدی مورد استفاده قرار گرفتند.

اندازه‌گیری ویتامین ث با روش تیتراسیون با دی کلرو ایندوفنل (۱۳) و کاروتنوئید از روش لی (۱۹) استفاده شد. برای استخراج کاروتنوئیدها از حلال‌های غیر قطبی مخلوط نرمال هگزان، استون و اتانل به نسبت (v/v=50:25:25) استفاده شد. هر چه حلال غیرقطبی‌تر باشد، کاروتنوئیدها را بیش‌تر در خود حل کرده و راندمان استخراج افزایش می‌یابد (۱). سپس محتوی کاروتنوئید با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

محتوی کارتنوئید (میلی‌گرم/گرم) = $62.73(A_{450}) + 0.873$

A_{450}: جذب در طول موج ۴۵۰ نانومتر

روش اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی

برای استخراج عصاره‌ی آنزیمی از روش اوپادهیایا (۳۱) و بافر فسفات با pH = ۶/۸ برای آنزیم پراکسیداز و pH = ۷ برای آنزیم کاتالاز استفاده شد. جهت اندازه‌گیری فعالیت آنزیم برای هر تکرار یک گرم بافت تازه برگ را وزن کرده و در هاون محتوی بافر استخراج به خوبی له کرده و محلول حاصل را در میکروتیوپ ریخته و در دستگاه سانتریفیوژ با دور۱۳۰۰۰ به مدت ۱۵دقیقه قرار داده شد. سپس قسمت روشناور محلول را جدا کرده جهت سنجش فعالیت آنزیم به‌کار برده شد. جهت تعیین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز ابتدا ۱۸۳۵ میکرولیتر بافر فسفات سدیم ۰/۱ مولار (pH =۶/۸) ریخته و سپس به آن ۱۰میکرولیتر آب اکسیژنه و ۵ میکرولیتر گایاکول ۱٪ اضافه گردید و در نهایت ۱۵۰میکرولیتر از عصاره آنزیمی گیاه جعفری در داخل کوت ریخته و با هم مخلوط شد. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر به مدت سه دقیقه انجام شد. هم‌چنین برای مشخص‌کردن میزان فعالیت کاتالاز، پس از تهیه مخلوط سنجش (۱۴۰۰میکرولیتر بافر فسفات سدیم ۱۰۰میلی‌مولار (pH=۷)، ۶۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه، آب مقطر استریل ۴۰۰ میکرولیتر و ۱۰۰میکرولیتر از عصاره) درون کوت ریخته و با هم مخلوط شدند. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز به‌وسیله‌ی اسپکتروفتومتر با طول موج ۲۴۰ نانومتر طبق روش ابی (۳) به‌مدت ۵ دقیقه صورت گرفت. برای غلظت‌سنجی پروتئین‌های موجود در عصاره استخراج شده از روش برادفورد (۶) استفاده گردید. از مخلوط واکنش بدون عصاره آنزیمی به‌عنوان شاهد اسپکتروفتومتر استفاده شد. فعالیت ویژه آنزیم گایاکول پراکسیداز و کاتالاز به‌صورت تعداد میکرومول H_2O_2 تجزیه شده در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین گزارش شد. اطلاعات بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS به‌صورت کرت خرد شده در زمان در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. نمودارها با کمک نرم افزار Excel ترسیم شدند.

1 - 1,3,8-p -menthatriene

جدول ۱- اسامی توده‌ها بر اساس محل جمع آوری آن‌ها و کد بانک ژن

ردیف	نام منطقه (استان)	کد بانک ژن	ردیف	نام منطقه (استان)	کد بانک ژن
۱	آذربایجان‌شرقی	۵۹	۱۲	لرستان	۱۵۷
۲	آذربایجان‌شرقی	۵۸	۱۳	لرستان	۱۳۲
۳	آذربایجان‌شرقی	۶۲	۱۴	لرستان	۶۵
۴	آذربایجان‌غربی	۵۱	۱۵	لرستان	۶۹
۵	اهواز	شاهد	۱۶	مرکزی	۴۶
۶	بوشهر	۱۴۹	۱۷	مرکزی	۴۵
۷	خراسان	۴۸	۱۸	مرکزی	۶۸
۸	کرمان	۱۳۸	۱۹	هرمزگان	۱۵۱
۹	لرستان	۱۵۹	۲۰	همدان	۴۹
۱۰	لرستان	۱۵۳	۲۱	همدان	۵۴
۱۱	لرستان	۱۵۴			

نتایج

ویتامین ث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان و توده دارای تفاوت معنی‌داری نبودند. اما اثر زمان و رقم به تنهایی در سطح ۹۵٪ دارای تفاوت معنی‌دار بودند. بیش‌ترین میزان ویتامین ث در چین اول، دوم و متوسط دو چین مربوط به توده لرستان ۱۵۳ به ترتیب ۰/۷۷۶، ۰/۸۷۴ و۰/۸۲۵ میلی‌گرم در۱۰۰گرم بافت تازه به خود اختصاص داد که با سایر توده‌ها اختلاف معنی‌داری دارد. کم‌ترین میزان ویتامین ث در زمان چین اول و دوم مربوط به توده آذربایجان غربی ۵۱ به‌ترتیب ۰/۰۴۱، ۰/۰۹۲ و ۰/۰۶۶ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم می‌باشد که با سایر توده‌ها به‌جز توده‌های آذربایجان‌شرقی ۵۸، همدان ۵۴، کرمان ۱۳۸ و لرستان ۱۵۹ دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. از سویی دیگر نیز مشاهده می‌شود که توده شاهد یا بومی اهواز (چین اول، دوم و متوسط آن‌ها به‌ترتیب ۰/۲۳۷، ۰/۳۰۸ و ۰/۲۷۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) با اکثر توده‌های اختلاف معنی‌داری از نظر میزان ویتامین ث در زمان چین اول ندارد و مقدار آن نسبت به بسیاری از توده‌های کمتر بود. به‌طورکلی می‌توان گفت که بیشترین و کمترین میانگین چین اول و دوم ویتامین ث به‌ترتیب مربوط به چین دوم با مقدار ۰/۳۶۱ و چین اول با مقدار ۰/۳۰۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده تازه جعفری مشاهده شد (جدول ۲).

تغییرات مشاهده شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که در اکثر توده‌ها میزان ویتامین ث در زمان چین دوم نسبت به زمان چین اول به‌جز توده‌های مرکزی ۴۶ و هرمزگان ۱۵۱ افزایش یافت. بیش‌ترین تغییرات افزایشی در توده کرمان ۱۳۸ مشاهده شد یعنی میزان ویتامین ث در چین دوم به نسبت چین اول به مقدار ۰/۱۷۴ میلی‌گرم در۱۰۰گرم بافت تازه تغییر کرد. علی‌رغم مشاهدات فوق هیچ‌گونه هبستگی بین تغییرات ویتامین ث توده‌ها با زمان چیدن محصول از نظر آماری وجود نداشت. اما رابطه مستقیمی بین ویتامین ث در دو چین مشاهده گردید (جدول ۳).

میزان کارتنوئیدها

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل زمان و توده بر میزان کارتنوئیدها معنی‌دار نبودند. اما اثر زمان و رقم به تنهایی در سطح ۹۵٪ دارای تفاوت معنی‌دار بودند. توده‌های همدان ۴۹، کرمان ۱۳۸ و لرستان ۶۹ به‌ترتیب با ۶/۷۰، ۶/۶۲ و ۶/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیش‌ترین میزان کارتنوئید را در زمان چین اول و همین توده‌ها با ۷/۵۰، ۷/۳۶ و ۷/۵۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیش‌ترین میزان کارتنوئید را در زمان چین دوم داشتند و با سایر توده‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بودند. هم‌چنین توده‌های لرستان ۱۳۲ و بوشهر۱۴۹ به‌ترتیب با ۲/۳۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و ۲/۵۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کم‌ترین میزان کارتنوئید را در زمان چین اول به خود اختصاص داده‌اند. این توده‌ها با سایر توده‌ها دارای تفاوت معنی‌دار بودند. کم‌ترین میزان کارتنوئید در زمان چین دوم هم‌چنان مربوط به لرستان ۱۳۲ با مقدار ۲/۵۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم می‌باشد که با بوشهر ۱۴۹ اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۴). از سویی دیگر مشاهده می‌شود که توده شاهد با اکثر توده‌ها در چین اول و دوم اختلاف معنی‌داری ندارد. میزان کارتنوئید در این در چین اول و دوم و میانگین آن به‌ترتیب برابر با ۵/۰۴۷، ۵/۳۸۲ و ۵/۲۱۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم می‌باشد. به جز توده‌ی لرستان ۱۳۲ در همه‌ی توده‌ها میزان کارتنوئید آن‌ها در زمان چین دوم بیش‌تر از میزان کارتنوئیدشان در زمان چین اول می باشد. به‌همین دلیل مقدار میانگین توده‌ها در چین دوم به مقدار ۰/۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بیشتر از چین اول بود (جدول ۴). بیش‌ترین تغییرات کارتنوئیدها به‌ترتیب در

تـوده‌هـای لرسـتان ۶۹، مرکـزی ۶۸، همـدان ۴۹، کرمـان ۱۳۸، آذربایجان‌شـرقی ۵۹، بوشـهر۱۴۹، لرسـتان ۱۵۴ و لرسـتان ۶۵ قـرار داشت. از سویی دیگر مشاهده می‌شود که میـزان کارتنوئیـد در تـوده شاهد اگرچه تغییراتی در جهت افـزایش در چـین دوم در آن مـشاهده شد اما این تغییرات کارتنوئیدی نسبت به بسیاری از توده‌ها زیاد نبـود. این آزمایش نشان داد که تغییرات کارتنوئیـدها همبـستگی مثبتـی بـا میزان کارتنوئید در چین دوم دارد؛ اما تغییرات کارتنوئیـدها بـا میـزان کارتنوئید در چین اول همبستگی ندارد. هم‌چنـین همبـستگی مثبتـی بین میزان کارتنوئید چین اول و دوم وجود دارد. میزان کارتنوئیـدهای موجود در جعفری هـیچ ارتبـاطی بـا میـزان ویتـامین ث آن نداشـتند (جدول ۳).

میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

با توجه به شکل ۱ می‌توان دریافت که بیش‌ترین میـزان فعالیـت آنزیم کاتالاز مربوط به توده آذربایجان‌شرقی۶۲ با مقدار ۰/۶۴۵میکـرو مول پراکسید هیدروژن در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین می‌باشد کـه بـا سایر توده‌ها دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشـد. هـم‌چنـین کمتـرین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز مربوط به توده مرکزی ۴۵ با مقدار ۰/۰۰۶ میکرومول پراکسید هیدروژن در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین می‌باشـد، که با توده‌های بوشهر ۱۴۹ و آذربایجان‌غربی ۵۱ اختلاف معنـی‌داری مشاهده نمی‌شود ولی با سایر توده‌ها دارای اختلاف معنی‌داری هستند. از سویی دیگر مشاهده می‌شود که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در توده شاهد بسیار کـم و برابـر ۰/۰۲۳۵ میکرومـول پراکـسید هیـدروژن در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین می‌باشـد کـه میـزان آن نـسبت بـه سـایر توده‌ها کمتر است. همان‌طـور کـه ملاحظـه مـی‌شـود در اینجـا نیـز توده‌های همدان ۴۹ و لرستان ۶۹ برابـر بـا ۰/۵۳ و ۰/۴۸ میکرومـول پراکسید هیدروژن در دقیقه در میلی‌گـرم پـروتئین از فعالیـت آنزیمـی بسیار خوبی برخوردار بودند.

جدول ۲- میزان ویتامین ث در توده‌های مختلف جعفری در زمان چین اول، دوم و میانگین آن‌ها (mg/100g)

نام توده	کد بانک ژن	چین اول	چین دوم	میانگین دو چین	تغییرات دو چین
مرکزی	۴۵	۰/۴۵۹bcde *	۰/۵۲۱bcd	۰/۴۹۵bc	۰/۰۵۲abc
مرکزی	۴۶	۰/۳۷۶def	۰/۳۶۰def	۰/۳۶۸cdef	-۰/۱۵۸bc
خراسان	۴۸	۰/۵۵۷bc	۰/۶۷۸b	۰/۶۱۷b	۰/۱۲۰ab
همدان	۴۹	۰/۳۳۴ef	۰/۴۰۵de	۰/۳۶۹cdef	۰/۰۷۱۸ab
آذربایجان‌غربی	۵۱	۰/۰۴۱i	۰/۰۹۲h	۰/۰۶۶۸h	۰/۰۵۰abc
همدان	۵۴	۰/۰۸۵۸hi	۰/۱۴۹fgh	۰/۱۱۷h	۰/۰۶۳ab
آذربایجان‌شرقی	۵۸	۰/۱۰۶hi	۰/۱۲۲gh	۰/۱۱۴h	۰/۰۱۵abc
آذربایجان‌شرقی	۵۹	۰/۲۸۴efg	۰/۳۶۸ef	۰/۳۲۶def	۰/۰۸۴ab
آذربایجان‌شرقی	۶۲	۰/۲۸۱efg	۰/۳۴۲fe	۰/۳۱۱efg	۰/۰۶۰ab
لرستان	۶۵	۰/۳۵۱ef	۰/۳۷۴de	۰/۳۶۱cdef	۰/۰۲۲abc
مرکزی	۶۸	۰/۴۰۵bcdef	۰/۴۵۷cde	۰/۴۳۱cde	۰/۰۵۲ abc
لرستان	۶۹	۰/۳۸۱cdef	۰/۴۳۲de	۰/۴۰۶cdef	۰/۰۵۱ abc
اهواز	شاهد	۰/۲۳۸efg	۰/۳۰۸defg	۰/۲۷۳fg	۰/۰۶۹ ab
لرستان	۱۳۲	۰/۲۸۲efg	۰/۳۴۱def	۰/۳۱۱efg	۰/۰۵۹ab
کرمان	۱۳۸	۰/۰۹۷hi	۰/۲۷۱efgh	۰/۱۸۴gh	۰/۱۷۴a
بوشهر	۱۴۹	۰/۵۶۵b	۰/۶۵۸bc	۰/۶۱۱cd	۰/۰۹۳ab
هرمزگان	۱۵۱	۰/۵۲۴bcd	۰/۴۰۸de	۰/۴۶۶cd	-۰/۱۱۵c
لرستان	۱۵۳	۰/۷۷۶a	۰/۸۷۴a	۰/۸۲۵a	۰/۰۹۸ab
لرستان	۱۵۴	۰/۲۷۵fg	۰/۳۰۸defgh	۰/۲۹۱efg	۰/۰۳۲ abc
لرستان	۱۵۷	۰/۳۳۸ef	۰/۴۷۸bcde	۰/۴۰۸cdef	۰/۱۴۰ab
لرستان	۱۵۹	۰/۰۷۳hi	۰/۰۷۷h	۰/۰۷۵h	۰/۰۰۴ abc
میانگین کل توده‌ها		۰/۳۰۹b	۰/۳۶۱a	۰/۳۳۸	۰/۰۵۹

*- ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

جدول ۳- همبستگی بین چین اول، دوم، میانگین و تغییرات کارتنوئیدها و ویتامین ث در گیاه جعفری

		میزان کارتنوئید				میزان ویتامین ث			
		میزان تغییرات	میانگین	چین دوم	چین اول	میانگین	چین دوم	چین اول	میزان تغییرات
میزان کارتنوئید	میزان تغییرات	۱							
	میانگین	۰/۴۹۱*	۱						
	چین دوم	۰/۵۸۸**	۰/۹۹۳**	۱					
	چین اول	۰/۳۷۲	۰/۹۹۱**	۰/۹۷۰**	۱				
میزان ویتامین ث	میانگین	۰/۰۴۹	-۰/۰۵۵	-۰/۰۴۵	-۰/۰۶۶	۱			
	چین دوم	۰/۰۸۸	-۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	-۰/۰۲۰	۰/۹۸۹**	۱		
	چین اول	۰/۰۰۸	-۰/۱۰۵	-۰/۰۹۶	-۰/۱۱۳	۰/۹۸۸**	۰/۹۵۳**	۱	
	میزان تغییرات	۰/۲۶۵	۰/۳۱۱	۰/۳۲۳	۰/۲۹۱	۰/۱۴۳	۰/۲۹۸	-۰/۰۱۳	۱

جدول ٤- میزان کارتنوئید در توده‌های مختلف جعفری در چین اول، دوم و میانگین آن‌ها (mg/100g)

نام توده	کد بانک ژن	چین اول	چین دوم	میانگین دو چین	تغییرات دو چین
مرکزی	۴۵	۵/۰۴۷bcdef	۵/۱۹۰bcd	۵/۱۱۸cdef	۰/۱۴۵b
مرکزی	۴۶	۴/۱۹۵def	۴/۴۰۵cd	۴/۳۰۰fgh	۰/۲۱۰b
خراسان	۴۸	۵/۹۷۲ab	۶/۱۳۰b	۶/۰۵۱b	۰/۱۵۷b
همدان	۴۹	۶/۷۰۵a	۷/۵۰۰a	۷/۱۰۲a	۰/۷۹۵
آذربایجان‌غربی	۵۱	۴/۰۰۰f	۴/۳۶۰cd	۴/۱۸۰gh	۰/۳۶۰ab
همدان	۵۴	۴/۴۰۰cdef	۴/۶۷۰cd	۴/۵۳۰defgh	۰/۲۷۰ ab
آذربایجان‌شرقی	۵۸	۵/۱۴۰bcde	۵/۱۴۵bcd	۵/۱۴۲cdef	۰/۰۰۵b
آذربایجان‌شرقی	۵۹	۴/۵۰۵cdef	۵/۱۷۲bcd	۴/۸۳۸cdefgh	۰/۶۶۷ ab
آذربایجان‌شرقی	۶۲	۴/۸۸۵cdef	۵/۰۰۵bcd	۴/۹۴۵efgh	۰/۱۲۰b
لرستان	۶۵	۴/۱۰۵ef	۴/۶۲۷cd	۴/۳۶۶efgh	۰/۵۲۲ ab
مرکزی	۶۸	۴/۳۶۲cdef	۵/۲۹۷bcd	۴/۸۳۰cdefgh	۰/۹۳۵ ab
لرستان	۶۹	۶/۲۵۲a	۷/۵۴۱a	۶/۸۹۸a	۱/۲۸۸a
اهواز	شاهد	۵/۰۴۷bcdef	۵/۳۸۲bcd	۵/۲۱۵cde	۰/۳۳۵ ab
لرستان	۱۳۲	۲/۵۶۷g	۲/۵۰۷f	۲/۵۳۷i	-۰/۰۶۰b
کرمان	۱۳۸	۶/۶۳۲a	۷/۳۶۰a	۶/۹۹۶a	۰/۷۲۷ ab
بوشهر	۱۴۹	۲/۳۹۵g	۳/۰۰۵ef	۲/۷۰۰i	۰/۶۱۰ ab
هرمزگان	۱۵۱	۴/۰۲۵f	۴/۰۸۲de	۴/۰۵۳h	۰/۰۵۷ ab
لرستان	۱۵۳	۵/۱۷۲bcd	۵/۴۹۲bcd	۵/۳۳۲bcd	۰/۳۲۰ ab
لرستان	۱۵۴	۵/۲۲۲bcd	۵/۸۰۵bc	۵/۵۱۳bc	۰/۵۸۲ ab
لرستان	۱۵۷	۴/۸۰۲cdef	۵/۱۵۵bcd	۴/۹۷۸cdefg	۰/۳۵۲ ab
لرستان	۱۵۹	۵/۲۸۰bc	۵/۶۹۵bc	۵/۴۸۷bc	۰/۴۱۵ ab
کل		۴/۸۴۴b	۵/۲۴۷a	۵/۰۴۶	۰/۴۰۳

*- ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

میزان فعالیت آنزیم پروکسیداز

بیشترین میزان فعالیت آنزیم پروکسیداز مربوط به توده مرکزی ۴۶ با مقدار۳/۲۵ میکرومول پراکسیدهیدروژن در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین می‌باشد که با سایر توده‌ها دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد و کمترین میزان فعالیت آنزیم پرکسیداز مربوط به توده شاهد با مقدار ۰/۱۱۴۵ میکرومول پراکسیدهیدروژن در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین می‌باشد (شکل ۲). نتایج این مطالعه نشان داد که توده‌ها دارای سطوح مختلف فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات متفاوت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی هستند. نتایج این پژوهش با نتایج بدست آمده از بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۲۳

توده ریحان ایرانی نشان دادند کـه فعالیـت آنتـی‌اکـسیدانی در انـواع ریحان ایرانی متغیر بود (۱۶). توده‌های مختلف دارای خاصیت آنتـی-اکسیدانی متفاوتی هستند و بسته بـه شـرایط آب و هـوایی منطقـه از فعالیت آنتی‌اکسیدانی متفاوتی برخوردار می‌باشند (۲۵).

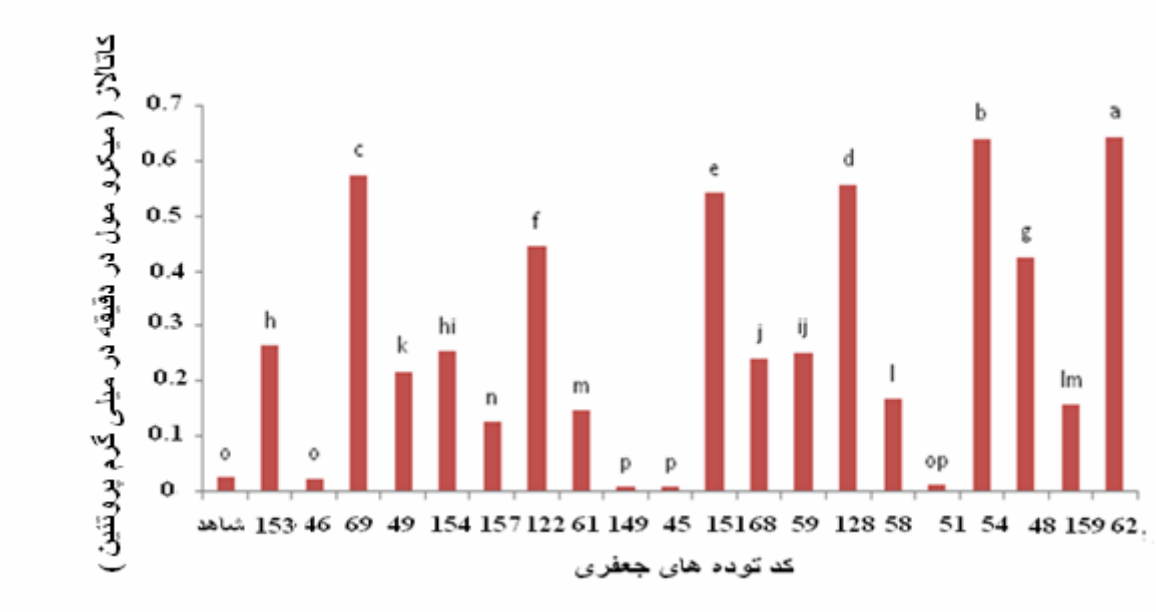
بحث

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق معلوم گردید که تـوده‌هـای جعفری از لحاظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی با هم اختلاف معنی‌داری دارنـد ولی در هیچ‌کدام از توده‌ها همه مواد آنتی‌اکسیدانی در حـداکثر وجـود نداشت. از لحاظ آنتی‌اکسیدان‌های غیـر آنزیمـی، تـوده لرسـتان ۱۵۳ بیش‌ترین میزان ویتامین ث و توده‌هـای همـدان ۴۹، کرمـان ۱۳۸ و لرسـتان ۶۹ بـیش‌تـریـن میـزان کارتنوئیـد را در خـود نـشان دادنـد. درحالی‌که از لحاظ آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی، بیش‌ترین فعالیت آنـزیم کاتالاز در تـوده آذربایجـان‌شـرقی ۶۲ و بـیش‌تـریـن فعالیـت آنـزیم پراکسیداز در توده مرکزی ۴۶ ملاحظه گردید. با وجود ایـن، برخـی از توده‌ها نظیر تـوده لرسـتان ۱۵۳، لرسـتان ۶۹ و خراسـان ۴۸ فعالیـت خوبی از لحاظ هر دو نوع آنتی‌اکسیدان‌هـای آنزیمـی و غیرآنزیمـی از خود نشان دادند. بلومهوف (۴) گـزارش کـرد کـه بـرای پیـشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، وجود آنتی‌اکسیدان‌ها به صورت منفرد تاثیر کمتری داشته و مخلوطی از آنتی‌اکسیدان‌های مختلف لازم مـی‌باشـد بنابراین وجود ترکیبی از این آنتی‌اکسیدان‌ها در گیاهـان مـورد تغذیـه انسان باعث افزایش ارزش غذایی آن‌ها می‌شود.

مقدار مواد آنتی‌اکسیدانی در چین دوم بیش‌تر از چین اول بود کـه به احتمال زیاد دلیل آن استقرار بهتر گیاه در زمین و توسـعه بـیش‌تـر ریشه در خاک و در نتیجـه جـذب بـیش‌تـر عناصـر غـذایی از خـاک می‌باشد و یا این‌که ناشی از تغییرات دمای منطقه باشد زیـرا شـرایطی محیطی مثل نور و دما تاثیر شدیدی بر ترکیبات شیمیایی محـصولات باغبانی دارند.

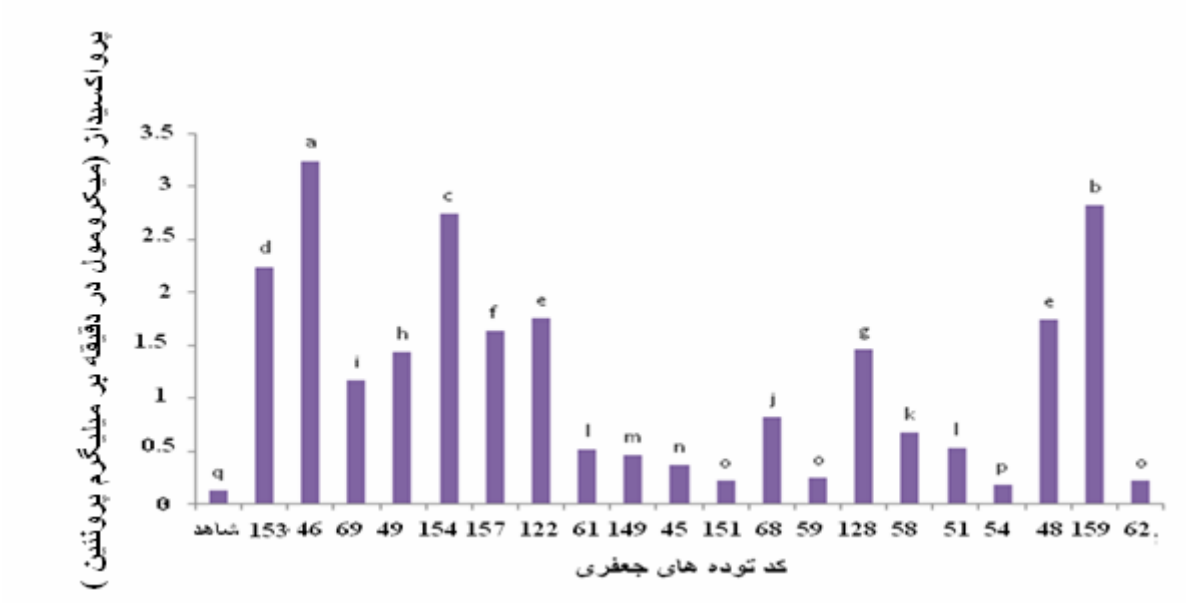
تغییرات دما سبب تغییرات در تجمع مواد نشاسته‌ای شده و سـبب تغییرات زیادی در رشد رویشی و تجمـع مـواد در میـوه و ویتـامین ث می‌گـردد (۲۷). هـم‌چنـین تفـاوت بـین تـوده‌هـا مـی‌توانـد ناشـی از ژنوتیپ‌های مختلف باشد. جـورج و همکـاران (۱۲) در آزمایـشی کـه آنتی‌اکسیدان چند ژنوتیپ گوجه‌فرنگی را مقایسه کردند گزارش دادنـد که بین ژنوتیپ‌های مختلف گوجه‌فرنگی از نظر خواص آنتی‌اکسیدانی مـواد مثـل لیکـوپن، اسـید اسـکوربیک و ترکیبـات فنلـی اخـتلاف معنی‌داری وجود دارد.

از طـرف دیگـر گزارشـات متعـددی مبنـی بـر افـزایش فعالیـت آنزیم‌های اکسیداتیو در شرایط تنش‌های محیطی در گیـاهـان وجـود دارد (۱۰، ۱۵، ۲۱ و ۲۸). بنابراین افزایش میزان فعالیت ملاحظه شده در این تحقیق برای آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در توده مرکزی ۴۶ و آذربایجان‌شرقی ۶۲ بیان‌گر میزان فعالیت زیاد این آنزیم‌ها در آن‌هـا و احتمالاً نیز بدلیل تنش‌زا بودن شرایط آب و هوایی خوزسـتان بـرای چنین توده‌هایی بوده‌است. زیرا برخی از این تـوده‌هـا بـا شـرایط آب و هوایی منطقه ما سازگاری نداشته و سبب فعالیـت بـالای آنـزیم‌هـای اکسیداتیو در گیاهان شد.



شکل ۱- مقدار آنزیم کاتالاز در توده‌های مختلف جعفری.

حروف مشترک نشان‌دهنده‌ی عدم معنی داری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.



شکل ۲- مقدار آنزیم پروکسیداز در توده‌های مختلف جعفری

حروف مشترک نشان‌دهنده‌ی عدم معنی‌داری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

وجود این آنزیم‌ها با فعالیت بالا در بافت‌های گیاهی آن‌ها را از خطر ناشی از رادیکال‌های آزاد تولید شده در اثر شرایط تنش‌های خشکی، شوری و فلزات سنگین و هم‌چنین کاربرد سموم علف‌کش، آلودگی‌های هوا (نظیر اوزن) و تابش شدید اشعه‌های کیهانی محافظت می‌نماید. زمانی‌که شدت نور تابیده شده به گیاه کاهو به حد تنش‌زا یعنی به میزان ۸۰۰ µM/M2S افزایش داده شد فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید از به‌طور قابل توجهی افزایش یافت و این بیان‌گر افزایش محافظت بیش‌تر گیاه از این تنش است (۱۱). افزایش دما (۴۸-۴۶ درجه سانتی‌گراد) فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز را در لوبیا افزایش داده و تنش شوری (۰/۴ M) نیز فعالیت آنزیم پراکسیداز را افزایش داد اما فعالیت کاتالاز کم‌تر تغییر کرد (۷ و ۲۲) نیز گزارش داده بودند که افزایش غلظت ازون تا ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو را در ۵ نوع سبزی برگی به‌طور معنی‌داری افزایش داده بود. آنزیم‌های اکسیداتیو معمولاً دارای فلزاتی هم‌چون روی، منگنز، آهن و سیلینیوم می‌باشند لذا پس از هضم‌شدن و تجزیه‌شدن در بدن انسان، این عناصر جذب شده و باعث افزایش کارایی سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن انسان می‌شوند.

نتیجه‌گیری

توده‌های مختلف جعفری ایران دارای میزان متفاوتی از آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی هستند. بیشترین آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی (ویتامین ث و کارتنوئید) در توده‌های لرستان ۱۵۳ و همدان ۴۹ وجود داشت درحالی‌که بیش‌ترین آنتی‌اکسیدان آنزیمی (کاتالاز و پراکسیداز) مربوط به توده‌های آذربایجان ۶۲ و مرکزی ۴۶ می‌باشند. به‌نظر می‌رسد در صورت نیاز به مجموعه از آنتی اکسیدان‌های طبیعی جعفری می‌توان از برخی توده‌ها مثل لرستان ۱۵۳ و همدان ۴۹ و لرستان ۶۹ استفاده کرد اما علاوه بر آن امکان بهره‌مند شدن از سیستم مدیریت کشت مخلوط توده‌های مختلف جعفری سازگار با منطقه و یا اصلاح توده‌های جعفری در برنامه‌های کاری مراکز تحقیقات وجود دارد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از ریاست محترم دانشکده کشاورزی و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر فراهم آوردن امکانات مادی و معنوی این تحقیق قدرانی می گردد.

منابع

۱- خانی پور ا.، کرامت ج. و شکرانی ر. ۱۳۸۶. تعیین شرایط بهینه استخراج کاروتنوئیدهای گوجه‌فرنگی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره چهلم (ب)، صفحه‌ی ۲۸۹-۲۹۶ .

۲- میرزایی ع.، محمدی ج.، میرزائی ن. و میرزائی م. ۱۳۹۰. ارزیابی خواص آنتی‌اکسیدانی و فنل تام عصاره هیدروالکلی خاکشیر، بارهنگ، گشنیز و شنبلیله. بخش بیوشیمی، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات گیاهان داروئی. دانشگاه علوم پزشکی یاسوج. ایران. صفحه‌ی ۱۰۴-۱۰۵.

3- Aebi H. 1984. Catalase *in vitro*.Meth.Enzymol, 105: 121–126.

4- Blomhoff R. 2005 .Dietary antioxidants and cardiovascular disease. Curr Opin Lipidol 16:47–54.

5- Bowler C., Slooten L., Vandernbranden S., Rycke R.D., Botterman J., Sybesma C., Montagu M.V. and Lnzu D. 1991. Manganese superoxide dismulase can reduce cellular damage mediated by oxygen radicals in transgenic plants. The EMBO J. 10: 1723-1732.

6- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilising the principal of protein - dye binding, Anal. Biochem, 72: 248-254.

7- Chan J.Y.S., Li Y., Lam E.K.H.L., Chen C.Y., Lin L., Luan T., Lan C. and Yeng P.H.W. 2007. Effect of ozonated water on antioxidant and phytohormones level of vegetable. Pp. 3.31-3.315. Spain 29-31 Oct 2007. IOA Conference and exhibition Valencia.

8- Chance B.A. and Maehly C. 1995. Assay of catalase and peroxidase. Methods Enzymol, 2: 764 –775.

9- Dasgupta N. and Bratati D. 2007. Antioxidant activity of some leafy vegetables of India, A comparative study. Food Chemistry, 101: 471–474.

10- Doulati Baneh H., Attari H., Hassani A. and Abdullahi R. 2013. Salinity effects on the physiological parameters and oxidative enzymatic activities of four Iranian grapevines (*Vitis vinifera* L.) cultivar. Inter. J. Agri. Crop Scie., 5: 1022-1027.

11- Fu W., La P., Wu Y. and Tang J. 2012. Effects of different light intensities on antioxidant enzyme activity, quality and biomass in lettuce. Hort Scie., 39: 126-134

12- George B., Kaur C., Khurdiya D.S., and Kapoor H.C. 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. Food Chemistry, 84: 45-51.

13- Helrich K.C. 1990. Official methods of analysis of the AOAC. Volume 2 (No. Ed. 15). Association of Official Analytical Chemists Inc. pp. 1058.

14- Hodges M. 1984. Postharvest oxidantive stress. Horticultural Crops, PP: 1-284.

15- Horotan A. and Oancea S. 2013. Effect of fungicide and acetylsalicylic acid treatment on physiological and enzymatic activity in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Acta Universities Cibiniensis SeriesE: Food Technology XVII, 1: 13-26.

16- Javanmardi J., Stushnoff C., Locke E. and Vivanco J.M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Ocimum accessions. Food Chemistry, 83: 547 – 50.

17- Kmiecik W. and Lisiewska Z. 1999. Comparison of leaf yields and chemical composition of the Hamburg and leafy types of parsley. I. Leaf yields and their structure. Folia Hort., 11:53– 64.

18- L´opez M.G., S´anchez-Mendoza I.R., and Ochoa-Alejo N. 1999.Comparative study of volatile components and fatty acids of plants and in vitro cultures of parsley (*Petroselinum crispum* (Mill) NymexHill).Journal of Agricultural and Food Science 47: 3292–3296.

19- Lee H.S. 2001. Characterization of carotenoids in juice of red navel orange (Cara Cara). Journal of Agricultural and Food chemistry, 49: 2563- 2568.

20- Meyer H., Bolarinwa A., Wolfram G., and Linseisen J. 2006. "Bioavailability of apigen in from apiin-rich parsley in humans".Annals of Nutrition and Metabolism, 50: 167–172.

21- Mohammadi H. 2013. Seed germination, seedling growth and enzyme activity of sesame (*Sesamum indicum*) seed primed under salinity and different temperature conditions. Int. J. Agro. Plant Prod., 4: 2537-2542.

22- Najesh Babu R. and Devaraj V.R. 2008. High temperature and salt stress response in French bean (*Phaseoulus vulgaris*). American J. Crop Scie., 2: 40-48.

23- Novac T. 2011. Content of nitrates and pigments in leaves of some parsley cultivars grown in greenhouse. Bulletin UASVM Horticulture, 68: 262-264.

24- Panda S.K. 2012. Assay guided comparison for enzymatic and non-enzymatic antioxidant activities with special reference to medicinal Plants. INTECH, Antioxidant Enzymes, chapter, 15: 381-400.

25- Patykowski J., Majczak A., Bergier K. and Sklodowska M. 2007. Ascorbate content and peroxidase activities in Apple fruits during storage. Journal of fruit and ornamental plant research, 15: 21-33.

26- Pennington J.A.T., and Church H.N.1985. Food values of portions commonly used, 14th Ed. Philadelphia, Pennsylvania: J.B. Lippincott.

27- Richardson A.C., Marsh K.B., Boldingh H.L., Pickering A.H., Bulley S.M., Frearson N.J., and Macrae E.A. 2004. High growing temperatures reduce fruit carbohydrate and vitamin C in kiwifruit. Plant, Cell & Environment, 27: 423-435.

28- Sen A. 2012. Oxidative stress studies in plant tissue culture. INTECH, chapter 3 in Ayşe Şen (ed) Oxidative Stress

Studies in Plant Tissue Culture. Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, 34459, Vezneciler, Istanbul, Turkey.

29- Sharifshahin A., Kasoju N., Luthra A., Singh A., Sharanabasava H., Sahu A. and Bora U. 2008.Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. Food Research International, 41: 1–15.

30- Simon J.E., and Quinn J. 1988. Characterization of essential oil of parsley. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 36: 467–472.

31- Upadhyaya H., Khan M.H. and Panda S.K. 2007.Hydrogen peroxidase induces oxidative stress in detached leaves of *Oryza sativa* L. Plant Physiology, 33:83-95.