مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره چای سبز (Green tea) با آنتی‌اکسیدان‌های تجاری در کرم هیدروکینون ۲ درصد

کتایون مرتضی سمنانی[۱*]، مجید سعیدی[۲]، زهرا نوزادی[۳]

۱- دانشیار گروه شیمی دارویی دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
۲- دانشیار گروه فارماسیوتیکس دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
۳- داروساز
*آدرس مکاتبه: ساری، صندوق پستی: ۸۶۱-۴۸۱۷۵، دانشکده داروسازی ساری
تلفن: ۳۳۴۳۰۸۲ (۰۱۵۲)، نمابر: ۳۳۴۳۰۸۲ (۰۱۵۲)
پست الکترونیک: semnani_k@yahoo.co.uk

چکیده

مقدمه: با توجه به عوارض مختلف گزارش شده از آنتی‌اکسیدان‌های تجاری، در سال‌های اخیر، تحقیقات بر روی دستیابی به آنتی‌اکسیدان‌های سالم تر و موثرتر از منابع طبیعی، متمرکز شده است. هیدروکینون، یک ماده روشن‌کننده است که به سختی پایدار می‌شود و بر اثر اکسیداسیون در معرض هوا به سرعت قهوه‌ای رنگ می‌گردد.

هدف: هدف از این مطالعه مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی برگ‌های چای سبز با آنتی‌اکسیدان‌های کرم هیدروکینون ۲ درصد بود.

روش تحقیق: در این پژوهش، فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی برگ‌های خشک شده چای سبز در مقایسه با آنتی‌اکسیدان‌های تجاری (سدیم متابی‌سولفیت و بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن BHT) در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد (وزنی/ وزنی) در کرم هیدروکینون ۲ درصد بررسی گردید. فراورده‌های حاوی آنتی‌اکسیدان‌ها و عصاره فوق به مدت سه ماه در دمای ۰/۵± ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۰/۵ ± ۴۵ درجه سانتی‌گراد و به دور از نور نگهداری شدند. پایداری فیزیکی و درصد هیدروکینون باقیمانده پس از ۲ هفته، ۱، ۲ و ۳ ماه بررسی گردید.

یافته‌ها: نتایج مطالعه حاکی از تسریع تخریب هیدروکینون با افزایش دما بود. در ماه سوم، در هر دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد، عصاره در تمامی غلظت‌ها فعالیت بیشتری را در مقایسه با آنتی‌اکسیدان‌های تجاری نشان داد ($p < ۰/۰۰۱$). در ماه سوم، فراورده‌های حاوی عصاره پایداری فیزیکی مناسبی را با مقدار هیدروکینون باقیمانده ۷۰، ۷۵، ۷۷ و ۸۱ درصد (به ترتیب افزایش غلظت) در دمای ۲۵ درجه و ۵۰، ۵۴، ۵۸ و ۶۲ درصد در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، نشان داد.

نتیجه‌گیری: با استفاده از این نتایج می‌توان عصاره چای سبز را با غلظت‌های فوق را به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی موثر برای مواد حساس به اکسیداسیون پیشنهاد نمود.

گل‌واژگان: آنتی‌اکسیدان، هیدروکینون، چای سبز، پایداری

مقدمه

یکی از ویژگی‌های مهم تمامی محصولات آرایشی، پایداری است. هیدروکینون، یک ماده روشن‌کننده است که در تجویز پوستی برای روشن نمودن نواحی دارای افزایش رنگدانه، در مواردی نظیر blemishes، کک و مک (freckle)، پیگمانتاسیون سیاه رنگ پوست (melasma)، cholasma و freckles (تجمع ملانین و ایجاد نقاط قهوه‌ای رنگ) به‌کار می‌رود. این ماده شیمیایی به سختی پایدار می‌شود و بر اثر اکسیداسیون، به سرعت در معرض هوا قهوه‌ای رنگ می‌شود. یک گرم از هیدروکینون در ۱۷ میلی‌لیتر آب حل می‌شود و به راحتی در الکل محلول است. در محصولات آرایشی ضد لک و رنگ موها، مقدار این ماده تا ۲ درصد وزنی- وزنی می‌رسد.

با توجه به ویژگی‌های آب و هوایی کشور، برخی از مردم دچار مشکلات لک پوستی می‌باشند. هیدروکینون یکی از ارزانترین عوامل روشن‌کننده است که در بازار وجود دارد و اغلب مردم با سطح درآمد متوسط و پایین به آن روی می‌آورند. در نقاط مختلف دنیا موارد متعددی از ناپایداری فراورده‌های حاوی هیدروکینون ذکر شده است. به عنوان نمونه در تایلند ۶ فراورده از ۲۰ فراورده حاوی هیدروکینون موجود در بازار ناپایدار گزارش شده است [۱]. این امر به علت ناپایداری هیدروکینون می‌باشد، اغلب تولیدکنندگان مقادیر اضافی از این ماده را به فرمولاسیون می‌افزایند تا جبران تخریب ماده فوق صورت پذیرد، که این امر با توجه به مشکلات حساسیت‌زایی و محرک بودن هیدروکینون حایز اهمیت است [۱].

در سال‌های اخیر، بسیاری از محققین درصدد یافتن عواملی برای جلوگیری و یا به تاخیر انداختن واکنش‌های اکسیداسیون در فراورده‌های آرایشی می‌باشند. آنتی‌اکسیدان‌های متعددی با منابع طبیعی یا صناعی در بازار وجود دارند، از جمله این موارد که در ایران نیز کاربرد دارند می‌توان به سدیم متابی سولفیت (SM)، بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن (BHT)، بوتیلیتد هیدروکسی آنیزول (BHA)، اسید آسکوربیک، ویتامین E و اسید سیتریک اشاره نمود که به تنهایی یا مخلوط با یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. هیدروکینون، خود به تنهایی به عنوان آنتی‌اکسیدان در غلظت‌های ۰/۱-۰/۵ درصد به کار می‌رود [۲]. موارد زیان‌آور مختلفی از این آنتی‌اکسیدان‌ها گزارش شده است. به عنوان نمونه کاربرد BHA و BHT امروزه در بسیاری از کشورها محدود شده است، این امر به علت اثرات این مواد بر آنزیم‌های کبدی و ریوی می‌باشد [۱]. در سال‌های اخیر، تحقیقات بر روی دستیابی به آنتی‌اکسیدان‌های سالم‌تر و موثرتر از منابع طبیعی، متمرکز شده است. از جمله این موارد می‌توان به اکلیل کوهی (*Rosmarinus officinalis* L.)، گونه‌های مختلف فلفل (*Pipper* spp.)، شمعدانی عطری (*Geranium pratensis*)، گل مبارک (*Geum urbanum*)، ریزوم زنجبیل (*Ginger rhizoma*)، گونه‌های کاپسیکوم (*Capsicum* spp.)، بنفشه سه رنگ (*Viola tricolor*)، ترشک باغی (*Rumex acetosa*)، *Ilex paraguensis*، گونه‌ای گل سرخ (*Rosa* sp.)، ریشه شیرین‌بیان، دارچین (Cinamon) و چای سبز (Green tea) اشاره نمود [۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰]. چای (*Camellia sinensis*) گیاهی است درختی که در نمونه‌های پرورش یافته ارتفاعی بیش از ۲ متر ندارد. این گیاه به صورت پرورش یافته در بسیاری از نقاط جهان از جمله شمال ایران کشت می‌گردد. برگ‌های گیاه به صورت خشک شده و یا فرایند شده مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۱]. عصاره چای به علت وجود ترکیبات فلاونول اپی گالوکاتشین گالات(epigallocatechin-3-gallate-(-))، اپی کاتشین گالات (epicatechin gallate-(-))، اپی گالوکاتشین (epigallocatechin-(-)) و اپی‌کاتشین (epicathechin-(-)) اثرات آنتی‌اکسیدانی قوی از خود نشان می‌دهد [۱۲،۱۳]. اعتقاد بر این است که این ترکیبات با عملکرد برداشت (Scavenger) رادیکال آزاد، دارای خواص بیولوژیک نیز می‌باشد و این امر سبب شده است تا این گیاه به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی مناسب معرفی گردد. این اثرات در مطالعات درون تنی (*in vivo*) مختلف به اثبات رسیده است [۱۴،۱۵،۱۶]. بررسی‌های به عمل آمده درخصوص اثرات این گیاه حاکی است که مصرف خوراکی و موضعی عصاره گیاه سبب محافظت پوست در مقابل آسیب‌های ناشی از اشعه ماورای بنفش می‌گردد [۱۷].

در این مطالعه هیدروکینون با توجه به حساسیت بالا به اکسیداسیون، به عنوان یک معرف در مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره چای سبز با آنتی‌اکسیدان‌های تجاری انتخاب گردید و بدین منظور اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره و اثرات آنتی‌اکسیدانی سدیم متا بی سولفیت و بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن بر مهار اکسیداسیون هیدروکینون در کرم ۲ درصد آن مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

برگ‌های سبز چای از فروشگاه‌های گیاهان دارویی شهر ساری خریداری و شناسایی گردید. نمونه‌ای از آن در هرباریوم دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مازندران نگهداری می‌شود.

عصاره‌گیری

۲۵۰ گرم از پودر برگ‌های خشک شده چای سبز در ۲۵۰۰ میلی‌لیتر متانول (مرک، آلمان) به مدت ۲۴ ساعت خیسانده شد سپس مخلوط صاف گردید و حلال تبخیر شد.

تهیه فراورده

کرم هیدروکینون بر اساس مقادیر ذکر شده در جدول شماره ۱، تهیه گردید. پلیمر پمولن TR1 (شرکت گودریچ، آمریکا) به مدت ۲۴ ساعت در آب محافظت شده خیسانده شد، سپس توسط همزن

دیژیتال (شرکت IKa، آلمان) با دور ۵۰۰ در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در یک حمام آب گرم با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به هم زده شد. به طور جداگانه، ستیل الکل، وازلین سفید، پارافین و توئین۸۰ (مرک، آلمان) در بن ماری ۷۰ درجه سانتی‌گراد ذوب و مخلوط گردید. فاز روغنی به فاز آبی اضافه شد و سپس توسط محلول سود (۱۸ درصد وزنی – حجمی) خنثی گردید و به pH = ۶/۸ رسانده شد، مخلوط به طور مداوم هم زده شد تا امولسیون تشکیل شود. محلول هیدروکینون ۲ درصد در پروپیلن گلیکول در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مخلوط اضافه شد. عصاره (در مقادیر ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) به صورت لویگه شده در پروپیلن گلیکول و BHT (در مقادیر ذکر شده) به فاز روغنی، و در فرمولاسیون‌های حاوی سدیم متا بی‌سولفیت، آنتی‌اکسیدان مورد نظر در مقادیر فوق به فاز آبی اضافه شد. کرم ۲ درصد هیدروکینون بدون حضور عصاره یا سایر آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به عنوان کنترل انتخاب گردید [۱۸].

مطالعه اثر آنتی اکسیدانی

نمونه‌های تهیه شده به میزان ۱۰ گرم، در داخل تیوپ قرار داده و درب آنها به خوبی بسته شد. یک‌سری از نمونه‌ها به مدت سه ماه در انکوباتور ۰/۵ ± ۴۵درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سری دیگر به مدت سه ماه در دمای ۰/۵ ± ۲۵درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. آزمایش بر روی هر سری فراورده حاوی مقادیر مختلف از عصاره و آنتی‌اکسیدان‌های تجاری، سه مرتبه تکرار شد. پایداری فیزیکی فراورده‌ها از نظر تغییر رنگ و شکست امولسیون هر هفته بررسی گردید. جهت تعیین میانگین درصد هیدروکینون باقیمانده در دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد، پس از ۲ هفته، ۱، ۲ و ۳ ماه، یک گرم از نمونه مورد مطالعه توسط متانول استخراج شد و مقدار هیدروکینون توسط اسپکتروفتومتر ماورابنفش، در طول موج ۲۹۴ نانومتر، با استفاده از منحنی استاندارد هیدروکینون تعیین گردید [۱۸،۱۹].

آنالیز آماری داده‌ها

جهت آنالیز آماری داده‌ها از آنالیز واریانس و به دنبال آن آزمون توکی (Tukey test) استفاده گردید و ارزش p کوچکتر از ۰/۰۵ به عنوان تفاوت معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج

از پودر برگ‌های خشک شده چای سبز، عصاره متانولی خشکی با راندمان ۱۴/۰ درصد به دست آمد. بر اساس مشاهدات فیزیکی، پس از هفته اول بیشترین رنگ در فراورده هیدروکینون فاقد آنتی‌اکسیدان (CB+HY) و کمترین بروز رنگ در فرمولاسیون حاوی ۲ درصد عصاره مشاهده گردید. در فراورده‌های حاوی ۲ درصد سدیم متا بی‌سولفیت و ۱ و ۲ درصد BHT، ناپایداری در امولسیون مشاهده شد. در کرم حاوی ۲ درصد BHT، شکستن امولسیون از ماه اول مشاهده شد ولی در فراورده حاوی ۲ درصد سدیم متا بی سولفیت، شکستن امولسیون از ماه دوم آغاز و ادامه یافت. BHT یک آنتی‌اکسیدان فنلی برای اسیدهای چرب و روغن‌های گیاهی است. به طور معمول از این ماده در غلظت‌های ۰/۱–۰/۰۱ درصد در فرمولاسیون‌های آرایشی حاوی مواد غیراشباع استفاده می‌شود [۱]. در مدت سه ماه مطالعه، فراورده‌های حاوی عصاره در تمامی غلظت‌ها (۰/۱ . ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) از نظر فیزیکی پایدار بود.

نتایج حاصل از مقایسه میزان هیدروکینون باقیمانده در سیستم‌های مورد مطالعه در دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد در نمودار شماره یک مشاهده می‌شود. جداول شماره ۲ و ۳ و نمودارهای ۲ تا ۵، مقایسه میانگین درصد هیدروکینون باقیمانده در فراورده‌های حاوی عصاره و آنتی‌اکسیدان‌های تجاری را در دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد، در مدت سه ماه نشان می‌دهد.

بحث

مقایسه درصد هیدروکینون باقیمانده در دو دمای فوق، پس از سه ماه، حاکی از این امر بود که در تمامی فرمولاسیون‌های حاوی سدیم متا بی سولفیت، BHT و عصاره، میزان درصد هیدروکینون باقیمانده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر از مقدار هیدروکینون باقیمانده در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد است. این امر نشان‌دهنده تاثیر دما در تسریع تخریب اکسیداتیو هیدروکینون می‌باشد (نمودار شماره ۱). به غیر از غلظت‌های ۰/۱ درصد سدیم متا بی سولفیت وBHT، در تمامی فراورده‌ها، در مقایسه با فراورده شاهد، مقدار هیدروکینون باقیمانده در هر دو دما، تفاوت معنی‌داری را با یکدیگر نشان داد.

در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، حتی پس از مدت ۲ هفته، اختلاف معنی‌دار در هیدروکینون باقیمانده، بین فراورده‌های حاوی عصاره، سدیم متا بی سولفیت و BHT مشاهده شد ($p<$ ۰/۰۰۱). پس از گذشت ۲ هفته، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، اختلاف معنی‌داری بین سیستم‌های حاوی عصاره با فرمولاسیون‌های حاوی BHT و سدیم متا بی سولفیت دیده نشد. این اختلاف در مقادیر مشابه از عصاره چای سبز با آنتی‌اکسیدان‌های تجاری مورد استفاده در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد معنی‌دار بود ($p<$ ۰/۰۰۱). فراورده‌های حاوی عصاره چای سبز (در تمامی غلظت‌ها) در مقایسه با سیستم‌های حاوی سدیم متا بی سولفیت و بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن، پس از دو هفته نخست در دو دمای ۲۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد، اختلاف معنی‌داری را از نظر میزان درصد هیدروکینون باقیمانده در مدت سه ماه نشان دادند. مقایسه درون گروهی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره در مدت مطالعه نشان داد که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، اختلاف معنی‌داری بین اثر آنتی‌اکسیدانی غلظت‌های ۱ و ۲ درصد عصاره تا پاین ماه نخست مشاهده نمی‌گردد، اما در دمای ۴۵ درجه این اختلاف از اولین بررسی مشهود بود ($p<$ ۰/۰۱).

جدول شماره ۱- اجزای فرمولاسیون کرم هیدروکینون ۲ درصد

اجزای مورد استفاده	عملکرد	% w/w	محل تهیه
هیدروکینون	ماده موثره	۲	Merck, Germany
پروپیلن گلیکول	حلال‌هیدروکینون‌وعصاره، هومکتانت	۵	Merck, Germany
پارافین سبک	نرم کننده، فاز روغنی	۸	Merck, Germany
وازلین سفید	نرم کننده، فاز روغنی	۸	White petrolatum
ستیل الکل	نرم‌کننده، بهبوددهنده کیفیت کرم	۳	Merck, Germany
توئین ۸۰	امولسیفایر	۱	Merck, Germany
پمولن TR1	امولسیفایر، پایدار کننده	۰/۴	B.F. Goodrich, U.S.A.
سدیم هیدروکساید	عامل خنثی‌کننده پمولن	qs	Merck, Germany
متیل پارابن	محافظ میکروبی	۰/۱۸	Kech's, U.S.A.
پروپیل پارابن	محافظ میکروبی	۰/۰۲	Kech's, U.S.A.
عصاره یا آنتی‌اکسیدان‌های بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن BHT سدیم متابی‌سولفیت	آنتی‌اکسیدان	qs	Merck, Germany
آب مقطر	حامل فاز مایی	تا ۱۰۰	

جدول شماره ۲- مقایسه درصد میانگین (X ± SD) هیدروکینون باقیمانده در کرم هیدروکینون ۲ درصد حاوی عصاره چای سبز یا آنتی‌اکسیدان‌های تجاری در دمای ۰/۵ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد، به مدت سه ماه

فرمولاسیون	مدت زمان قرار دادن در دمای مورد نظر (هفته)			
	۲	٤	۸	۱۲
CB	۰/۰۰ ± ۰/۰۰*	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰
CB + HY	۶۷/۶۴ ± ۲/۱۷	۶۲/۶۳ ± ۰/۷۷	۴۸/۰۳ ± ۰/۷۵	۲۷/۷۴ ± ۰/۹۷
CB + HY + Ext 0.1%	۸۶/۰۴ ± ۱/۱۹	۷۹/۷۹ ± ۲/۷۹	۷۷/۶۷ ± ۰/۷۵	۷۰/۱۸ ± ۰/۹۶
CB + HY + Ext 0.5%	۸۹/۰۹ ± ۱/۱۷	۸۳/۸۴ ± ۰/۵۴	۷۹/۳۱ ± ۰/۴۴	۷۵/۰۵ ± ۰/۵۴
CB + HY + Ext 1.0%	۹۱/۱۵ ± ۱/۱۸	۸۸/۸۸ ± ۱/۰۸	۸۲/۵۷ ± ۱/۰۹	۷۶/۸۲ ± ۱/۳۹
CB + HY + Ext 2.0%	۹۳/۴۹ ± ۰/۷۷	۹۰/۲۱ ± ۱/۸۵	۸۴/۸۹ ± ۰/۷۷	۸۰/۸۳ ± ۱/۰۱
CB + HY + BHT 0.1%	۸۵/۶۸ ± ۱/۰۹	۷۵/۵۴ ± ۰/۴۴	۶۶/۱۸ ± ۰/۷۵	۵۹/۳۰ ± ۱/۰۹
CB + HY + BHT 0.5%	۹۰/۳۷ ± ۰/۹۶	۷۹/۶۶ ± ۱/۱۸	۷۴/۱۳ ± ۰/۸۵	۶۴/۱۳ ± ۰/۹۸
CB + HY + BHT1.0%	۹۳/۷۰ ± ۰/۹۷	۸۲/۳۵ ± ۰/۹۶	۷۸/۱۷ ± ۰/۶۵	۷۰/۲۳ ± ۰/۸۶
CB + HY + BHT 2.0%	۹۵/۶۹ ± ۰/۹۸	۸۵/۶۹ ± ۰/۵۳	۸۱/۹۳ ± ۰/۷۵	۷۱/۷۹ ± ۰/۶۳
CB + HY + SM 0.1%	۸۶/۱۸ ± ۰/۸۷	۷۱/۷۲ ± ۰/۷۴	۶۷/۶۷ ± ۰/۷۵	۶۱/۲۹ ± ۰/۷۵
CB + HY + SM 0.5%	۸۷/۶۰ ± ۰/۸۶	۷۳/۴۲ ± ۰/۷۵	۶۹/۵۴ ± ۰/۸۳	۶۷/۶۰ ± ۱/۲۱
CB + HY + SM 1.0%	۹۲/۴۹ ± ۰/۹۶	۷۸/۸۰ ± ۰/۹۷	۷۴/۷۷ ± ۰/۹۸	۷۱/۱۵ ± ۰/۷۷
CB + HY + SM 2.0%	۹۳/۹۸ ± ۰/۸۶	۸۲/۲۸ ± ۰/۹۶	۷۹/۷۳ ± ۰/۶۵	۷۴/۹۱ ± ۰/۷۵

CB: کرم پایه، HY: هیدروکینون، Ext: عصاره، SM: سدیم متابی سولفیت، BHT: بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن

* در کلیه موارد اختلاف معنی‌داری بین میزان هیدروکینون باقیمانده در مقایسه با کنترل مشاهده گردید ($p<۰/۰۰۱$).

جدول شماره ۳- مقایسه درصد میانگین (X ± SD) هیدروکینون باقیمانده در کرم هیدروکینون ۲درصد حاوی عصاره چای سبز یا آنتی‌اکسیدان‌های تجاری در دمای ۰/۵ ± ٤٥ درجه سانتی‌گراد، به مدت سه ماه

فرمولاسیون	مدت زمان قرار دادن در دمای ۰/۵ ± ٤٥ درجه سانتیگراد (هفته)			
	۲	٤	۸	۱۲
CB	*۰/ ۰۰ ±۰ /۰۰	۰/ ۰۰ ±۰ /۰۰	۰/ ۰۰ ±۰ /۰۰	۰/ ۰۰ ±۰ /۰۰
CB + HY	۵۹/۷۳ ± ۱/۰۱	۵۴/۵۷ ± ۰/۵۵	۴۱/۳۶ ± ۰/۶۴	۱۸/۳۱ ± ۰/۴۴
CB + HY + Ext 0.1%	۷۸/۸۸ ± ۱/۲۱	۷۱/۶۴ ± ۰/۹۶	۶۱/۰۱ ± ۰/۸۶	۵۰/۲۳ ± ۰/۸۶
CB + HY + Ext 0.5%	۸۱/۲۹ ± ۱/۲۷	۷۴/۲۰ ± ۰/۷۵	۶۲/۶۴ ± ۰/۶۴	۵۴/۰۵ ± ۰/۶۵
CB + HY + Ext 1.0%	۸۳/۷۷ ± ۰/۶۵	۷۶/۶۱ ± ۰/۹۶	۶۶/۱۸ ± ۰/۸۶	۵۸/۲۴ ± ۰/۸۶
CB + HY + Ext 2.0%	۸۶/۹۶ ± ۰/۸۶	۸۰/۱۵ ± ۰/۸۶	۶۹/۷۳ ± ۰/۶۵	۶۲/۲۱ ± ۰/۶۴
CB + HY + BHT 0.1%	۶۵/۲۶ ± ۰/۹۶	**۵۷/۴۶ ± ۰/۹۶	۴۸/۲۴ ± ۰/۷۵	۲۰/۴۴ ± ۰/۸۶
CB + HY + BHT 0.5%	۶۷/۸۱ ± ۰/۸۶	۶۰/۹۴ ± ۰/۸۸	۵۱/۷۹ ± ۰/۹۸	۲۳/۱۳ ± ۰/۷۵
CB + HY + BHT1.0%	۷۰/۰۸ ± ۱/۰۶	۶۳/۶۳ ± ۰/۷۵	۵۵/۹۰ ± ۰/۹۶	۳۴/۲۰ ± ۰/۷۵
CB + HY + BHT 2.0%	۷۶/۳۳ ± ۰/۷۵	۶۸/۸۱ ± ۰/۴۲	۶۰/۲۳ ± ۰/۸۶	۳۸/۵۲ ± ۰/۶۵
CB + HY + SM 0.1%	۶۷/۱۰ ± ۰/۹۸	۶۱/۰۱ ± ۰/۸۶	۵۱/۲۹ ± ۰/۷۵	**۲۰/۹۳ ± ۰/۶۴
CB + HY + SM 0.5%	۶۹/۴۴ ± ۰/۸۵	۶۳/۵۶ ± ۰/۸۶	۵۶/۱۱ ± ۰/۷۵	۲۶/۸۹ ± ۰/۸۵
CB + HY + SM 1.0%	۷۲/۳۵ ± ۰/۹۶	۶۵/۷۶ ± ۰/۷۵	۵۸/۶۶ ± ۰/۹۶	۳۸/۶۷ ± ۰/۷۵
CB + HY + SM 2.0%	۷۶/۹۶ ± ۰/۸۶	۷۱/۱۵ ± ۰/۶۴	۶۲/۰۷ ± ۰/۵۴	۴۲/۳۵ ± ۰/۷۵

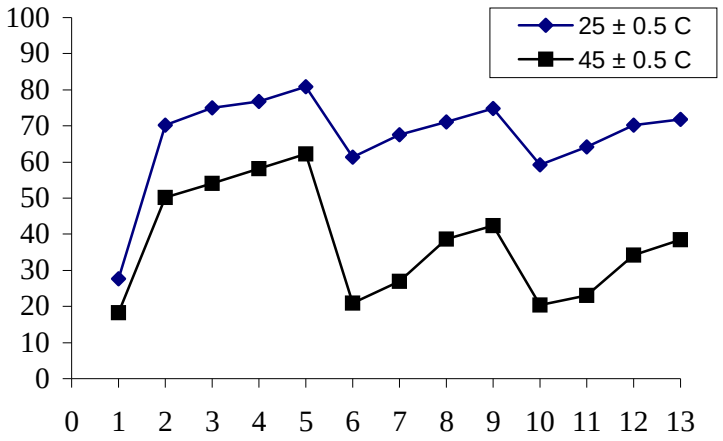
CB: کرم پایه، HY: هیدروکینون، Ext: عصاره، SM: سدیم متابی سولفیت، BHT: بوتیلیتد هیدروکسی تولوئن

* در کلیه موارد اختلاف معنی‌داری بین میزان هیدروکینون باقیمانده در مقایسه با کنترل مشاهده گردید (p<۰/۰۰۱).

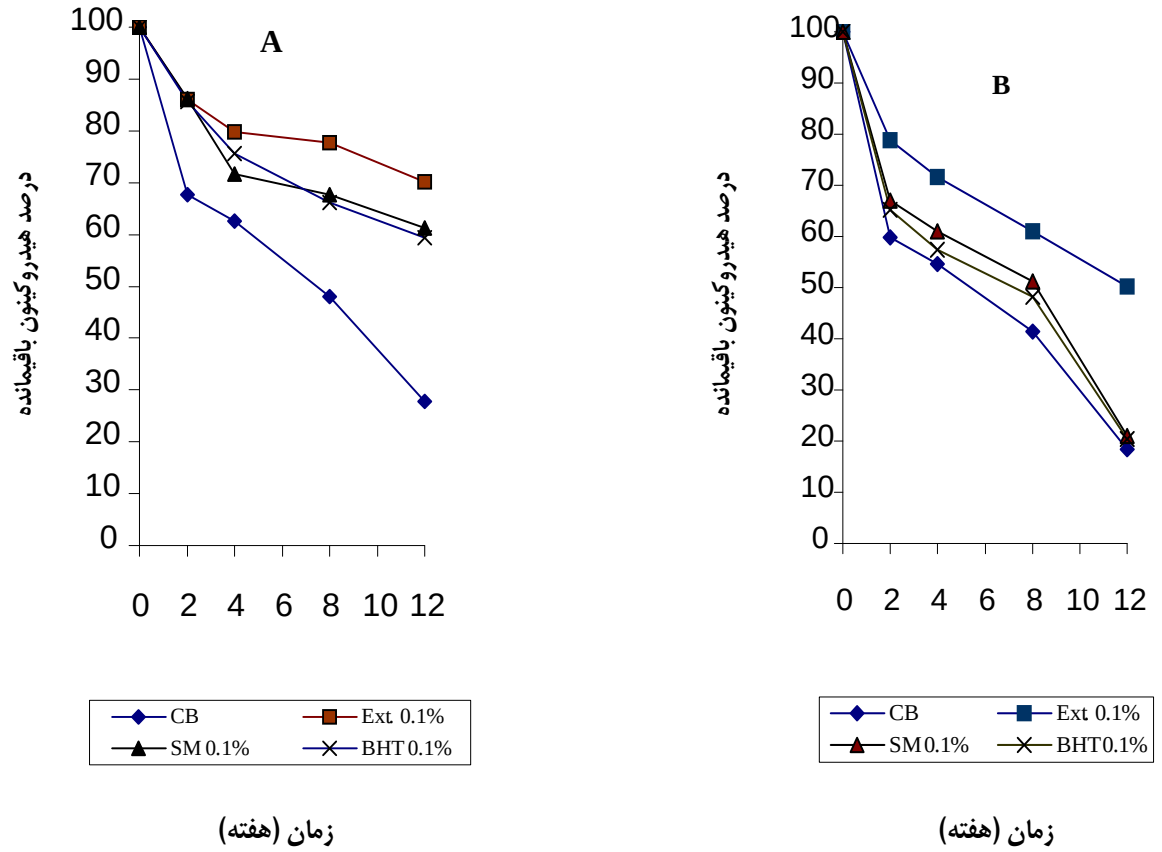
به غیر از موارد ** که ارزش p کوچکتر از ۰/۰۱ بود.

هر دو آنتی‌اکسیدان، محلول در آب (سدیم متا بی سولفیت) و محلول در روغن (BHT)، و عصاره چای سبز در این مطالعه، اثرات محافظت‌کنندگی در مقابل تخریب هیدروکینون را در سه ماه نشان دادند (اگر چه این محافظت ۱۰۰ درصد نبود). سیستم‌های حاوی عصاره، نسبت به آنتی‌اکسیدان‌های تجاری اثرات آنتی‌اکسیدانی بیشتری نشان دادند. با توجه به روند ساخت فراورده در این مطالعه و حلالیت مناسب هیدروکینون در پروپیلن گلیکول و حلالیت اندک آن در آب و روغن، به نظر می‌رسد پس از شکل‌گیری امولسیون، هیدروکینون در هر دو فاز مایی و روغنی توزیع می‌یابد. علاوه بر روش تهیه ذکر شده، هیدروکینون در سایر فراورده‌ها در فاز روغنی توسط لوو–آسکوربیک اسید و در فاز مایی توسط سدیم متا بی سولفیت، آسکوربیک اسید و سیتریک اسید (به عنوان آنتی‌اکسیدان) محافظت می‌شود [۱]. این امر بدان معنی است که نوع آنتی‌اکسیدان مورد استفاده بستگی به روش اختلاط هیدروکینون به داخل سیستم است. در سیستم‌های حاوی عصاره در این مطالعه، چای سبز به عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدان محلول در آب و روغن عمل می‌نماید و اثر محافظت اکسیداسیون هیدروکینون بارزی را در مقایسه با سدیم متا بی سولفیت و BHT که تنها در یک فاز عمل می‌کنند، نشان می‌دهد.

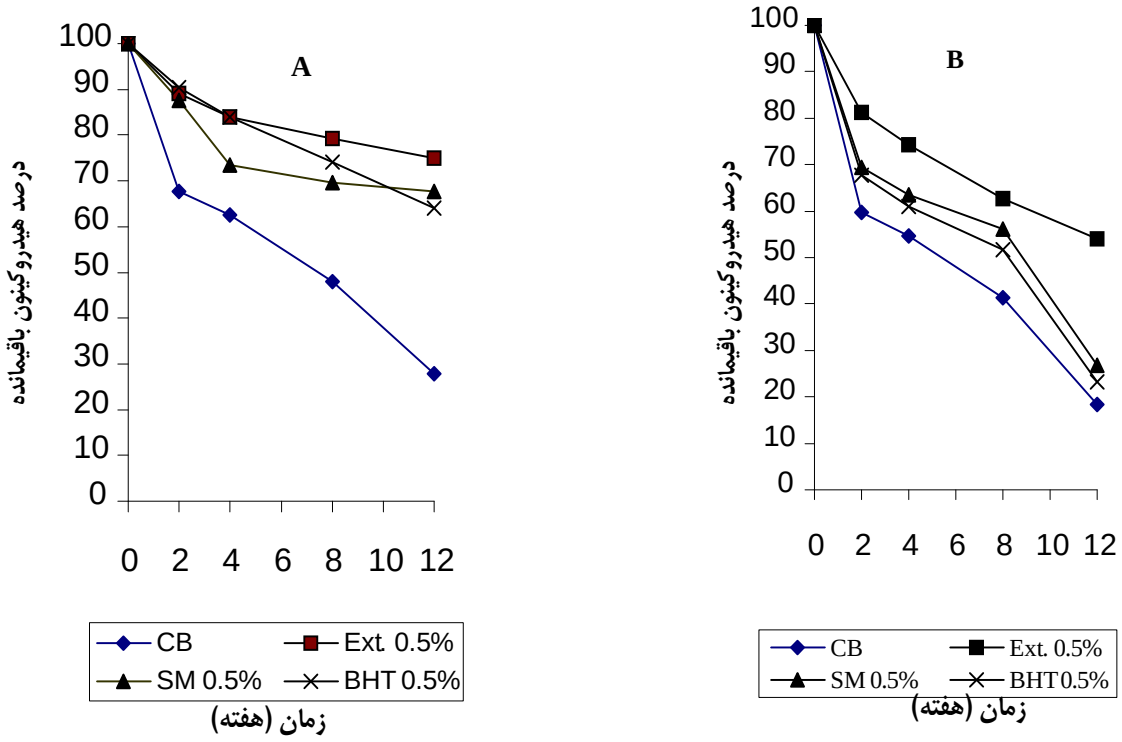
در مجموع عصاره چای سبز در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ درصد به عنوان یک آنتی‌اکسیدان با عملکرد دوگانه (محلول در آب و روغن) مطرح می‌باشد، که میزان درصد هیدروکینون باقیمانده در فراورده‌های فوق به ترتیب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۷۵، ۷۷ و ۸۱ درصد و در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد ۵۴، ۵۸ و ۶۲ درصد، پس از سه ماه، می‌باشد. این نتایج نشان داد که عصاره چای سبز در مقایسه با سدیم متا بی‌سولفیت و BHT، اثر آنتی‌اکسیدانی بیشتری داشته و با توجه به ویژگی‌های این عصاره در محافظت پوست در مقابل اشعه ماورای بنفش و کاربرد این گیاه به صورت موضعی که از گذشته جهت برطرف نمودن تورم به کار می‌رفته است [۲۰]، می‌توان به این گیاه به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی در فراورده‌های آرایشی بیش از پیش توجه نمود.



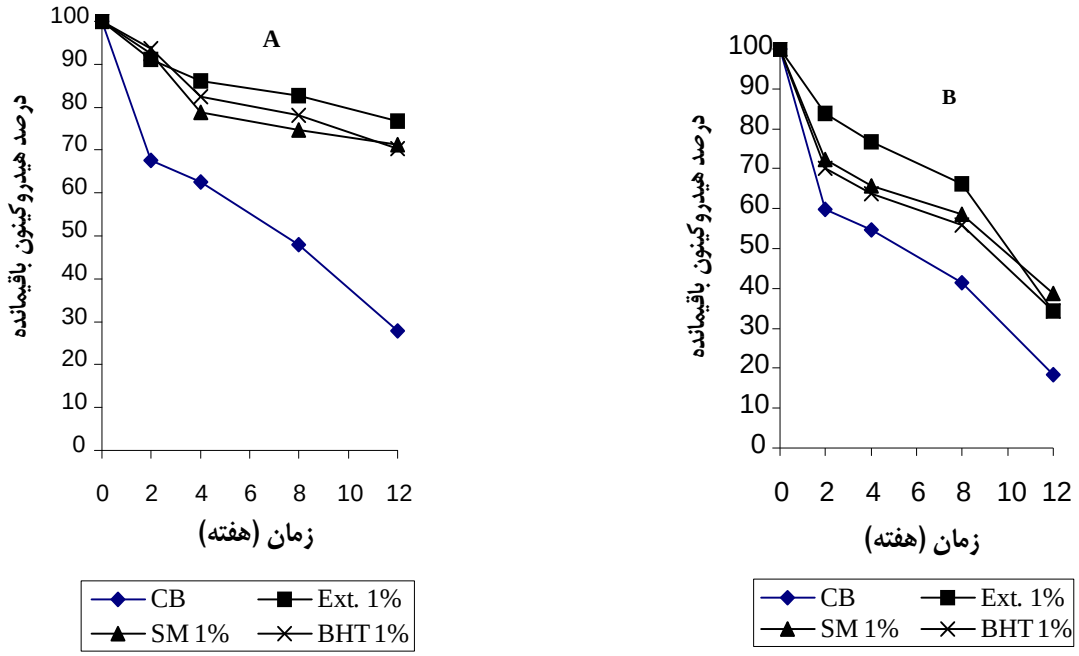
نمودار شماره ۱- مقایسه درصد میانگین هیدروکینون باقیمانده پس از نگهداری در دماهای ۰/۵ ± ۲۵ و ۰/۵ ± ۴۵، به مدت سه ماه؛ ۱: CB + HY؛ ۲: CB + HY + Ext (0.1%)؛ ۳: CB + HY + Ext (0.5%)؛ ۴: CB + HY + Ext (1%)؛ ۵: CB + HY + Ext (2%)؛ ۶: CB + HY + SM (0.1%)؛ ۷: CB + HY + SM (0.5%)؛ ۸: CB + HY + SM (1%)؛ ۹: CB + HY + SM (2%)؛ ۱۰: CB + HY + BHT (0.1%)؛ ۱۱: CB + HY + BHT (0.5%)؛ ۱۲: CB + HY + BHT (1%)؛ ۱۳: CB + HY + BHT (2%)؛ مقادیر هیدروکینون باقیمانده در تمامی موارد اختلاف معنی‌داری را در دو دمای مورد مطالعه نشان داد ($p < ۰/۰۵$).



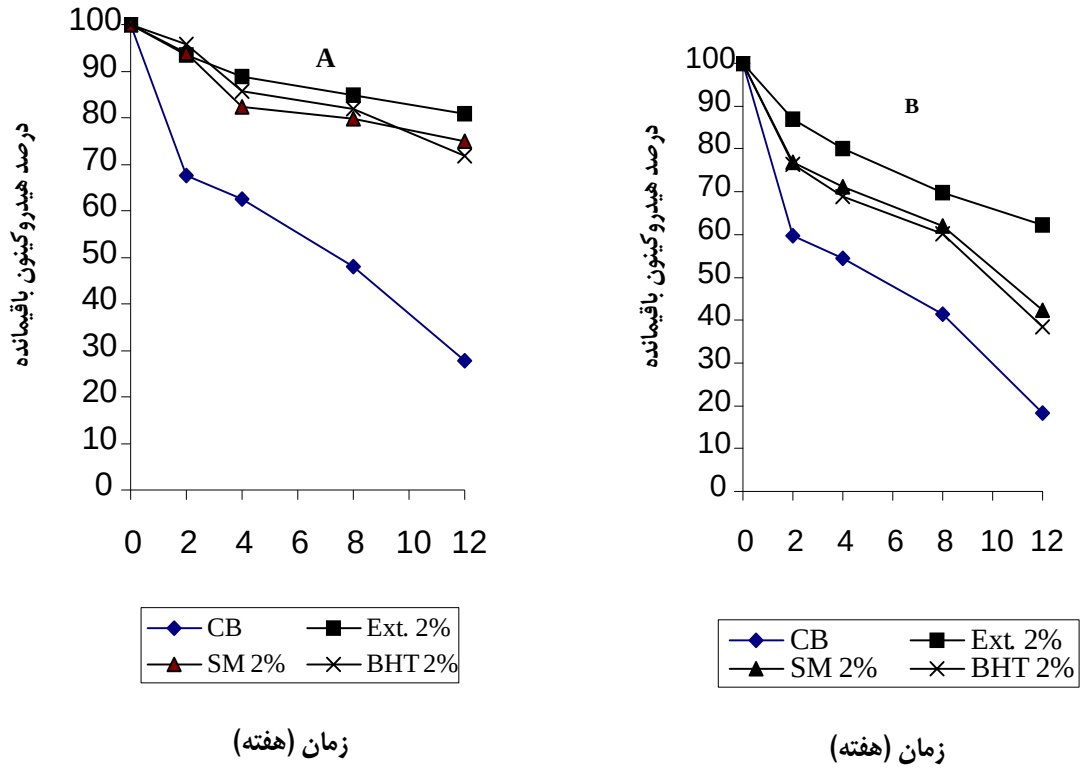
نمودار شماره ۲- نتایج حاصل از مطالعه پایداری کرم هیدروکینون ۲ درصد حاوی ۰/۱ درصد عصاره و آنتی اکسیدان‌های تجاری در دو دمای ۰/۵ ± ۲۵ (A) و ۰/۵ ± ۴۵ (B)، پس از مدت سه ماه



نمودار شماره ۳- نتایج حاصل از مطالعه پایداری کرم هیدروکینون ۲ درصد حاوی ۰/۵ درصد عصاره و آنتی اکسیدان‌های تجاری در دو دمای ۰/۵ ± ۲۵ (A) و ۰/۵ ± ٤٥ (B)، پس از مدت سه ماه



نمودار شماره ٤- نتایج حاصل از مطالعه پایداری کرم هیدروکینون ۲ درصد حاوی ۱ درصد عصاره و آنتی اکسیدان‌های تجاری در دو دمای ۰/۵ ± ۲۵ (A) و ۰/۵ ± ٤٥ (B)، پس از مدت سه ماه



نمودار شماره ۵- نتایج حاصل از مطالعه پایداری کرم هیدروکینون ۲ درصد حاوی ۲ درصد عصاره و آنتی اکسیدان‌های تجاری در دو دمای ۰/۵ ± ۲۵ (A) و ۰/۵ ± ٤٥ (B)، پس از مدت سه ماه

منابع

1. Manosroi A, Abe M and Manosroi J. Comparison of antioxidant activity of extract from seeds of white pepper (*Piper nigrum*, Linn.) to commercial antioxidants in 2% hydroquinone cream. *J. Cosmet. Sci.*1999; 50: 221-229.

2. *RG Harry's Cosmeticology*, Chemical Publishing Co, New York. 1996.

3. Mantle D, Eddeb F, Pickering AT. Comparison of relative antioxidant activities of British medicinal plant species in vitro. *J. Ethnopharmacol.* 2000; 72: 47-51.

4. Vanderjagt TJ, Ghattas R, Vanderjagt DJ, Crossey M and Glew RH. Comparison of the total antioxidant content of 30 widely used medicinal plants of new Mexico. *Life Sci.* 2002; 70: 1035-1040.

5. Duffy CF, Power RF. Antioxidant and antimicrobial properties of some Chinese plant. *Int. J. Antimicrob. Agents* 2001; 17: 527-529.

6. Vaya J, Belinky PA, Aviram M. Antioxidant constituents from licorice roots: isolation, structure elucidation and antioxidative capacity toward LDL oxidation. *Free Radical Biol. Med.* 1997; 23: 302-313.

7. Mantle D, Anderton JG, Falkous G, Barnes M, Jones P, Perry EK. Comparison of methods for determination of total antioxidant status application to analysis of medical plant essential oils. *Comparative Biochem. Physiol. Part B* 1998; 121: 385-391.

8. Mansour EH, Khalil AH. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application to ground beef patties. *Food Chem.* 2000; 69: 135-141.

9. Cook JA, Vanderjagt DJ, Dasgupta A, Mounkaila G, Glew RS, Blackwell W, Glew RH. Use of the Trolox assay to estimate the antioxidant content of seventeen edible wild plants of Niger. *Life Sci.* 1998; 63: 105-110.

10. Vinson JA and Dabbagh YA. Tea phenols: Antioxidant effectiveness of tea, tea components, tea fractions and their binding with lipoproteins. *Nutr. Res.* 1998; 18: 1067-1075.

۱۱. زرگری علی. *گیاهان دارویی.* انتشارات دانشگاه تهران. ۱۳۶۸. جلد اول، صفحه ۳۳۳.

12. Zandi P, Gordon MH. Antioxidant activity of extracts from old tea leaves. *Food Chem.* 1999; 64: 285-288.

13. Higashi-Okai K, Taniguchi M, Okai Y: Potent antioxidant activity of non poly-phenolic fraction of green tea association with pheophytins a and b, *J. Sci. Food & Agric.* 2000; 80: 117-120.

14. Sung H, Nah J, Chun S, Park H, Yang SE, Min YK. In vivo antioxidant effect of green tea. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2000; 54: 527-529.

15. Benzie IF, Szeto YT, Strain JJ, Tomlinson B. Consumption of green tea causes rapid increase in plasms antioxidant power in humans. *Nutr. Cancer.* 1999; 34: 83-87.

16. Valcic S, Muders A, Jakobsen NE, Liebler DC, Timmermann BN. Antioxidant chemistry of green tea catechins, identification of products of the reaction of (-)-epigallocatechin gallate with peroxyl radicals. *Chem Res. Toxicol.* 1999; 12: 382-386.

17. Katiyar SK, Elmets CA. Green tea polyphenolic antioxidants and skin photoprotection. *Int. J. Oncol.* 2001; 18: 1307-1313.

18. Morteza-Semnani K, Saeedi M, Shahnavaz B. Comparison of antioxidant activity of extract from roots of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) to commercial antioxidants in 2% hydroquinone cream, *J. Cosm. Sci.* 2003; 54: 551-558.

19. *United States Pharmacopoeia* (USP) XXIV, 2000.

20. Amelio FS. *Botanicals: A Phytocosmetic Desk Reference.* CRC Press. USA. 1999.