مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هفتم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۱، صفحات ۸۲-۷۳

اثر پرتودهی گاما بر فعالیت ضداکسایشی و ضدمیکروبی پودر دارچین

محبوبه جمشیدی[۱]، محسن برزگر[۲]، محمدعلی سحری[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۲- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، پست الکترونیکی: mbb@modares.ac.ir
۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: ادویه‌ها و گیاهان دارویی از زمان‌های کهن علاوه بر داشتن اثرات دارویی به عنوان نگهدارنده و طعم‌دهنده به مواد غذایی اضافه می‌شدند. این مواد اغلب توسط ریزسازواره‌ها آلوده می‌شوند. پرتودهی با اشعه گاما یکی از روش‌هایی است که امروزه به طور گسترده برای حذف آلودگی میکروبی مواد غذایی به کار می‌رود. هدف از این تحقیق، مطالعه‌ی اثر پرتودهی گاما بر فعالیت ضداکسایشی و ضدمیکروبی دارچین بود.

مواد و روش‌ها: نمونه‌های دارچین در معرض پرتو گاما در دزهای ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ کیلوگری قرار گرفتند. برای انجام آزمون‌های بعدی، عصاره‌ی هیدروالکلی (اتانول ۵۰ درصد) نمونه‌ها تهیه شد. فعالیت ضداکسایشی نمونه‌های پرتو دیده و نمونه‌ی کنترل توسط آزمون‌های حذف‌کنندگی رادیکال DPPH، قدرت کاهندگی فریک و بی‌رنگ شدن بتاکاروتن ارزیابی و مقدار ترکیبات فنلی کل اندازه‌گیری شد. روش رقیق‌سازی محیط کشت مایع برای تعیین مقادیر کمترین غلظت بازدارندگی (MIC) ریزسازواره‌های *اشریشیاکلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* به کار رفت. کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت‌های معنی‌دار (LSD) در سطح α =۰/۰۱ صورت گرفت.

یافته‌ها: پرتودهی گاما اثر ناخواسته‌ای بر فعالیت ضداکسایشی و مقدار کل ترکیبات فنلی نمونه‌ها نداشت. قدرت حذف‌کنندگی رادیکال عصاره در دزهای بالاتر از ۱۰ کیلوگری افزایش یافت (در آزمون DPPH). تا دز ۲۵ کیلوگری تفاوت معنی‌داری در فعالیت ضدمیکروبی نمونه‌ها با نمونه‌ی کنترل مشاهده نشد ($p < ۰/۰۱$).

نتیجه‌گیری: تیمار پرتودهی دارچین اثر سویی بر فعالیت ضداکسایشی و ضدمیکروبی آن نداشت. تیمار پرتودهی با اشعه‌ی گاما تا دز ۲۵ کیلوگری برای دارچین مناسب به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: دارچین *(Cinnamomum zeylanicum)*، عصاره‌ی اتانولی، پرتودهی گاما، فعالیت ضداکسایشی، فعالیت ضدمیکروبی

• مقدمه

دارچین با نام علمی *Cinnamomum verum* یا *Cinnamomum zeylanicum* درختچه‌ای از راسته *لورالس* (*Laurales*) تیره‌ی برگ بوها (*Lauraceae*) از جنس دارچین‌ها (*Cinnamomum*) است. از برگ و پوست درخت دارچین به عنوان ادویه و طعم‌دهنده در غذا استفاده می‌شود (۱). ویژگی‌های مفیدی از دارچین گزارش شده است، مانند: کنترل دیابت، جلوگیری از تکثیر سلول‌های سرطانی و درمان سرماخوردگی (۲). دارچین به دلیل داشتن ترکیبات مؤثر سینام آلدئید و اوژنول خاصیت ضدمیکروبی نیز دارد (۳). اسانس دارچین بر رشد باکتری *E. coli* O157:H_7 اثر بازدارندگی نشان داده است. بنابراین، می‌تواند به عنوان یک نگهدارنده‌ی طبیعی و ضدباکتریایی مناسب در فراورده‌های گوشتی مورد استفاده قرار گیرد (۴).

علاوه بر این، دارچین خاصیت ضدقارچی بر قارچ‌های *آسپرژیلوس نیجر*، *آسپرژیلوس فومیگاتوس* و *آسپرژیلوس فلاووس* نشان داده است (۵). برای عصاره‌ی پوست درخت دارچین و اسانس آن نیز خاصیت ضداکسایشی گزارش شده است. فعالیت بالای ضداکسایشی آن به حضور ترکیبات فنلی نسبت داده شده است (۶). معمولاً دارچین به عنوان ضداکساینده طبیعی به غذا افزوده می‌شود. عصاره‌ی دارچین توانایی کاهش پراکسیداسیون لیپید در سیستم بتاکاروتن/لینولئیک اسید را دارد و قابلیت

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]

بازدارانـــدگی آن بـــا ضداکســـاینده‌ی شـــیمیایی BHT (Butylated Hydroxy Toluene) به میـزان ppm ۱۰۰ قابـل مقایسـه اسـت (۷). امکـان اسـتفاده از دارچـین بـه عنـوان ضداکساینده‌ی طبیعی درکلوچه نیز گزارش شده است (۸).

ادویه‌ها و گیاهان دارویی مانند سایر محصولات کشاورزی اغلب توسط ریزسازواره‌ها آلـوده مـی‌شـوند. آلـودگی ممکـن اسـت در طـول برداشـت و فراینـد رخ دهـد (۹). یکـی از روش‌های قدیمی حذف آلودگی، اسـتفاده از نگهدارنـده‌هـای شیمیایی نظیر اتیلن اکسید و پروپیلن بوده است. اما به دلیل سمیت اتیلن اکسید و واکنش دهنده‌های آن و از بین رفـتن مواد مغذی نظیر ویتامین B_1 و همچنین اثرات سوء آن‌ها در محیط زیست استفاده از آن در بسیاری از کشورها ممنـوع و پرتودهی جایگزین آن شده است (۱۰). فراینـد پرتـودهی در میان روش‌های غیرحرارتی اخیر در کـاهش آلـودگی بعـد از برداشت مواد غذایی جایگاه ویژه‌ای دارد. ایـن فراینـد روشـی ایمن برای استریل کردن گیاهان و ادویـه‌هـا شـناخته شـده است (۹). پرتودهی مواد غـذایی خشـک بـه ویـژه گیاهـان و ادویـه‌هـا در بسـیاری از کشـورها بـه منظـور کـاهش تعـداد ریزسازواره‌های بیماری‌زا و فاسدکننده به کار گرفته می‌شود. میزان ادویه‌های پرتودهی شده در مقیـاس تجـاری در سـال ۲۰۰۲ میزان صد هزار تن در سراسر دنیا تخمـین زده شـده است (۱۰). دز مناسب برای پرتودهی ادویه‌ها و گیاهـان ۱۰ کیلوگری است، درحالی که در برخی کشورها این میـزان بـه ۳۰ کیلوگری افزایش یافته است (۹). برای پرتودهی تجـاری در فرایند محصولات غذایی، پزشکی و دارویی از سه نوع پرتو یـونیزه کننـده اسـتفاده مـی‌شـود: گامـا، X و الکتـرون‌هـای شتاب‌یافته. منبع تأیید شده پرتو گامـا بـرای پرتـودهی غـذا رادیوایزوتـوپ‌هـای کبالـت ۶۰ و سـزیم ۱۳۷ هسـتند. رادیوایزوتوپی که بیشتر در پرتودهی غذا با پرتو گاما استفاده می‌شود، کبالت ۶۰ است کـه توسـط بمبـاران نـوترونی فلـز کبالت ۵۹ در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود (۱۱).

امروزه، گرایش علمی به مطالعه‌ی اثر پرتودهی بر فعالیت ضداکسایشی، ضدمیکروبی ادویه‌ها و گیاهان دارویی بیشـتر شده است (۱۲، ۱۰، ۹). در این مطالعه سعی بر این است تـا اثر پرتودهی گاما بر فعالیت ضـداکسایشـی و ضـدمیکروبـی دارچین بررسی شود.

• مواد و روش‌ها

مواد: پوست درخت دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*) به صورت پودر از *پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی* تهیـه شـد. همچنـین، بـاکتری *اسـتافیلوکوکوس اورئـوس* (PTCC 1112) از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران و باکتری *اشریشیاکلی* (RITTC 1177) از *مؤسسه* سرم‌سازی رازی خریداری شدند. مواد شیمیایی مـورد نیـاز بـا بـالاترین خلـوص از شـرکت مـرک و سـیگما آلـدریچ تهیـه شـدند. همچنـین، محـیط کشـت مـولر هینتـون بـراث از شـرکت *Scharlau microbiology* بارسلون اسپانیا خریداری شد.

پرتودهی نمونه‌ها: نمونه‌ها در بسته‌های پلی‌اتیلنی بـه وزن تقریبـی ۵۰۰ گـرم بسـته‌بنـدی (۴ بسـته) و در سـل گامـا Nordion GC- 220 در دزهـای ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ کیلوگری با dose- rate برابر با ۴/۱۸ G/s و قدرت منبـع ۱۸ کیلوکوری در دمای محیط در *سازمان انرژی اتمـی (تهـران)* پرتودهی شدند.

تهیه‌ی عصاره: بـه منظـور انجـام آزمـون‌هـای شـیمیایی و میکروبی، عصاره‌ی هیدروالکلی نمونه‌ها تهیه شد. نمونه‌ها (۶ گرم) به نسبت ۱به ۲۵ با حلال آب و اتانول مطلـق (۵۰:۵۰) مخلوط شدند. سپس به مدت ۲ ساعت توسـط همـزن برقـی در دمای اتاق ($25^{\circ}C$) هم زده شـدند و بعـد از صـاف کـردن محلول توسط کاغذ صـافی واتمـن (شـماره یـک)، حـلال در تبخیرکننده چرخان حذف و نمونه‌هـا در یخچـال نگهـداری شدند.

اندازه‌گیری قـدرت حـذف‌کننـدگی رادیکـال DPPH (2,2-Diphenyl 1-pycrylhydrazyl): بررسی فعالیت ضـد اکسایشی عصاره‌ها با استفاده از رادیکال‌هـای پایـدار DPPH طبـق روش *Brand-Williams* و همکـاران در سـال ۱۹۹۵ انجام شـد (۱۳). بـرای تعیـین قـدرت عصـاره‌هـا در بـه دام انداختن رادیکال‌های آزاد DPPH ۲ میلی‌لیتر از نسـبت‌هـای مختلف عصاره به ۱ میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار رادیکال آزاد DPPH در اتانول افزوده شد. جذب محلول بعد از ۳۰ دقیقـه در طـول مـوج ۵۱۷ نـانومتر بـا طیـف نورسـنج (Spectrophotometer) (UV-Vis شـینکو، مـدل UVS- 2100، ساخت کره جنوبی) خوانده شد. یک نمونـه حـاوی ۲ میلی‌لیتر اتـانول و ۱ میلـی‌لیتـر محلـول $DPPH^{\circ}$ بـه عنـوان شاهد مورد استفاده قرار گرفـت. درصـد بازدارنـدگی $DPPH^{\circ}$ توسط عصاره که معیاری از میزان فعالیت ضدرادیکالی عصاره است، طبق فرمول زیر محاسبه شد.

$$\%RSA(\text{Radical Scavenging Activity})=\frac{A_{Control}-A_{sample}}{A_{Control}}\times 100$$

در این فرمول A_{sample} میزان جذب نمونه، $A_{Control}$ میزان جذب شاهد و RSA فعالیت گیرندگی رادیکال است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]

آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن: آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن در اثر اکسایش لینولئیک اسید به روش *Kim* و همکاران در سال ۲۰۰۹ انجام گرفت (۱۲). محلول بتاکاروتن توسط حل کردن ۱۰ میلی‌گرم بتاکاروتن در ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم تهیه شد. ۱ میلی‌لیتر از این محلول به بالن ته گرد ۱۰۰ میلی‌لیتری اضافه، سپس کلروفرم با دمیدن گاز ازت خارج شد. ۴۰ میکرولیتر اسیدلینولئیک و ۴۰۰ میکرولیتر توئین ۲۰ (Tween 20) و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به بالن اضافه و مخلوط به شدت هم زده شد. به ۹/۶ میلی‌لیتر امولسیون بتاکاروتن ۰/۴ میلی‌لیتر نمونه (با غلظت ppm ۹۵۰۰) اضافه و بلافاصله جذب ابتدایی نمونه در طول موج ۴۷۰ نانومتر توسط دستگاه طیف نورسنج خوانده شد. سپس نمونه در حمام آب گرم ۵۰°C قرار گرفت. جذب ثانویه‌ی نمونه بعد از ۲ ساعت خوانده شد. فعالیت ضداکسایشی طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$AOA\ (Antioxidant\ Activity)\ \% = [A_{(2h)} / A_{(0)}] \times 100$$

در این فرمول AOA فعالیت ضداکسایشی، $A_{(2h)}$ جذب مخلوط بعد از ۲ ساعت و $A_{(0)}$= جذب ابتدایی مخلوط است.

اندازه‌گیری قدرت کاهندگی فریک: این آزمون با توجه به روش *Hsu* و همکاران در سال ۲۰۰۶ انجام شد (۱۴). به ۱ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف عصاره ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات ۰/۲ مولار (pH=۶/۶) و ۲/۵ میلی‌لیتر فری پتاسیم سیانید ۱٪ اضافه شد. مخلوط به مدت ۲۰ دقیقه در ۵۰°C قرار داده شد و بعد از خنک کردن سریع به آن ۲/۵ میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک اسید ۱۰٪ اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه با ۲۰۰۰rpm سانتریفوژ شد. در نهایت ۵ میلی‌لیتر از محلول بالایی با ۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و به آن ۱ میلی‌لیتر فریک کلراید ۰/۱درصد اضافه و بعد از هم زدن شدید جذب محلول حاصل در ۷۰۰ نانومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنلی: اندازه‌گیری مقدار ترکیبات فنلی به روش *Motalleb* و همکاران در سال ۲۰۰۵ انجام شد (۱۵). ۱۰۰۰ میکرولیتر عصاره را که به نسبت ۰/۰۲ رقیق شده در لوله آزمایش ریخته و به آن ۰/۷۵ میلی‌لیتر معرف فولین که به نسبت ۱۰ برابر با آب مقطر رقیق شده اضافه شد. پس از ۵ دقیقه به آن ۰/۷۵ میلی‌لیتر محلول (w/v) ۶٪ سدیم کربنات اضافه و مخلوط خوب هم زده شد. در نهایت بعد از ۹۰ دقیقه جذب محلول در ۷۲۵ نانومتر توسط دستگاه طیف نورسنج خوانده شد. منحنی غلظت استاندارد گالیک اسید نیز رسم شد (y=۰/۰۰۸۲ x + ۰/۰۰۴). میزان ترکیبات فنلی کل با توجه به منحنی غلظت استاندارد گالیک اسید محاسبه و نتایج بر اساس میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک نمونه بیان شد.

تعیین مقادیر MIC (Minimum Inhibitory Concentration) **در برابر باکتری *اشریشیاکلی* و *استافیلوکوکوس - اورئوس*:** این آزمون به روش *Demirci* و همکاران در سال ۲۰۰۸ انجام شد (۱۶). ابتدا سوسپانسیونی از باکتری‌ها معادل ۰/۵ مک فارلند (شامل ۹/۹۵ میلی‌لیتر از محلول ۱٪ اسید سولفوریک و ۰/۰۵ میلی‌لیتر محلول آبی ۱/۱۷۵٪ باریم کلراید) محتوی $۱/۵ \times ۱۰^{۸}$ سلول باکتری در هر میلی‌لیتر تهیه شد و رقیق‌سازی به نسبت یک صدم صورت گرفت. سپس در داخل میکروپلیت ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره‌ی مورد نظر (که توسط صافی استات سلولزی با قطر منافذ ۰/۲ میکرون صاف شد) با ۱۰۰ میکرولیتر محیط کشت مولر هینتون براث به صورت متوالی رقیق شد. به هر یک از خانه‌ها ۱۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری اضافه شد. دو نوع کنترل مثبت (شامل ۱۰۰ میکرولیتر محیط کشت و ۱۰ میکرولیتر سوسپانسیون باکتری) و منفی (شامل ۱۰۰ میکرولیتر محیط کشت و ۱۰ میکرولیتر عصاره) نیز تهیه شد و سپس میکروپلیت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷°C قرار داده شد. سپس رشد یا عدم رشد باکتری‌ها با کدورت ایجاد شده بررسی شد و کمترین رقت که ایجاد کدورت نکرده بود، به عنوان حداقل غلظت بازدارنده (MIC) تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1.3 انجام گرفت. از طرح آماری کاملاً تصادفی استفاده شد و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل تفاوت‌های معنی‌دار (LSD) صورت گرفت. تمامی نتایج به‌صورت میانگین سه تکرار ± انحراف معیار بیان شده است.

• یافته‌ها

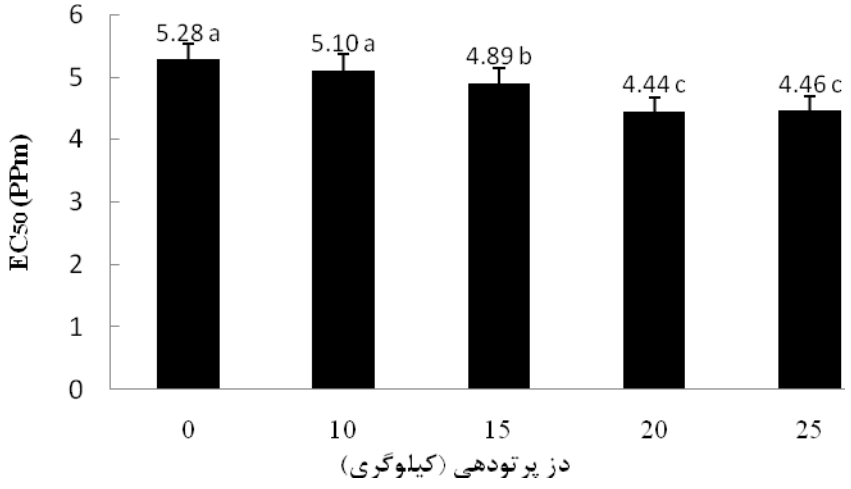
قدرت حذف‌کنندگی رادیکال DPPH: رادیکال DPPH با ضداکسایندهها یا دیگر گونه‌های رادیکالی که دهنده هیدروژن هستند، واکنش می‌دهد و به شکل کاهش‌یافته در می‌آید. رنگ آن از بنفش تیره به زرد روشن تبدیل می‌شود و در نتیجه، میزان جذب در طول موج ۵۱۵ تا ۵۱۷ نانومتر کاهش می‌یابد. قدرت حذف‌کنندگی $DPPH^{\circ}$ عصاره‌ی نمونه‌های کنترل و تیمار شده اندازه‌گیری و ارزیابی شد. در آزمون حذف‌کنندگی $DPPH^{\circ}$ به منظور گزارش قدرت ضد اکسایشی از شاخص EC_{50} (Efficient Concentration)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]

استفاده می‌شود که عبارتست از غلظت مورد نیاز از ضداکسایینده مورد نظر جهت کاهش ۵۰ درصد غلظت رادیکال‌های DPPH اولیه. بنابراین، هرچه میزان EC_{50} کمتر باشد، یعنی خاصیت ضداکسایشی نمونه بیشتر است. شکل ۱ اثر پرتودهی گاما در دزهای ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ کیلوگری را بر فعالیت ضداکسایشی و میزان EC_{50} نمونه‌ی دارچین نشان می‌دهد. نمونه‌ی دارچین پرتودهی شده با دز ۱۰ کیلوگری و نمونه‌ی کنترل آن فعالیت ضداکسایشی مشابهی داشتند و اختلاف معنی‌داری در میزان EC_{50} مشاهده نشد. بنابراین، پرتودهی در دز ۱۰ کیلوگری اثر معنی‌داری بر میزان EC_{50} نداشت. در حالی که با افزایش دز پرتودهی میزان EC_{50} کاهش و در نتیجه فعالیت ضداکسایشی افزایش یافت.

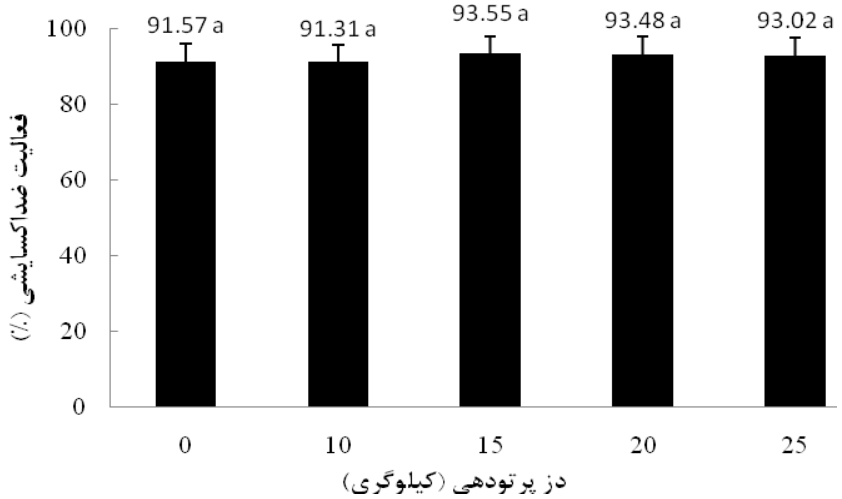
بی‌رنگ شدن بتاکاروتن: اساس این روش، بی‌رنگ شدن بتاکاروتن در اثر واکنش آن با رادیکال آزاد تولید شده و تشکیل هیدروپراکسید از اسید لینولئیک است. این امر سبب کاهش رنگ بتاکاروتن می‌شود و در نتیجه، میزان جذب محلول بتاکاروتن در طول موج ۴۷۰ نانومتر کاهش می‌یابد. سرعت بی‌رنگ شدن بتاکاروتن در حضور ضداکسایینده‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه از شدت کاهش رنگ بتاکاروتن در اثر این واکنش می‌کاهند. بنابراین، بین قدرت ضداکسایشی مواد شرکت‌کننده در این آزمون و میزان جلوگیری از کاهش رنگ بتاکاروتن رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد. فعالیت ضد اکسایشی عصاره‌ی نمونه‌های کنترل و تیمار شده در آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن اندازه‌گیری و بر اساس درصد بیان شد. اثر پرتودهی گاما در دزهای ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ کیلوگری بر فعالیت ضداکسایشی دارچین در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اختلاف معنی‌داری در فعالیت ضداکسایشی نمونه‌ی کنترل با نمونه‌های پرتو دیده وجود ندارد. اختلاف معنی‌داری هم بین سطوح مختلف پرتودهی مشاهده نشد.

قدرت کاهندگی فریک: در این آزمون، توانایی ضداکسایینده‌های موجود در نمونه در تبدیل آهن سه ظرفیتی به آهن دوظرفیتی اندازه‌گیری شد. در این فرایند کاهشی، رنگ آبی ظاهر شد که حداکثر جذب آن در طول موج ۷۰۰ نانومتر است. هرچه شدت رنگ بیشتر باشد، جذب بالاتر و قدرت کاهندگی و قدرت ضداکسایشی بهتر است. $EC_{50}(RP)$ نشان‌دهنده‌ی میزان غلظتی است که جذبی برابر ۰/۵ دارد و در این تحقیق توسط رگرسیون خطی به دست آمد. در آزمون قدرت کاهندگی فریک، مانند آزمون حذف‌کنندگی $DPPH^{\circ}$ ، هر چه میزان $EC_{50}(RP)$ کمتر باشد، یعنی خاصیت ضداکسایشی نمونه بیشتر است. اثر پرتودهی گاما در دزهای ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ کیلوگری بر میزان $EC_{50}(RP)$ دارچین در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به شکل و مقادیر به دست آمده مشاهده می‌شود که اختلاف معنی‌داری در میزان $EC_{50}(RP)$ نمونه‌های پرتو دیده با نمونه‌ی کنترل وجود ندارد. بین سطوح مختلف پرتودهی هم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

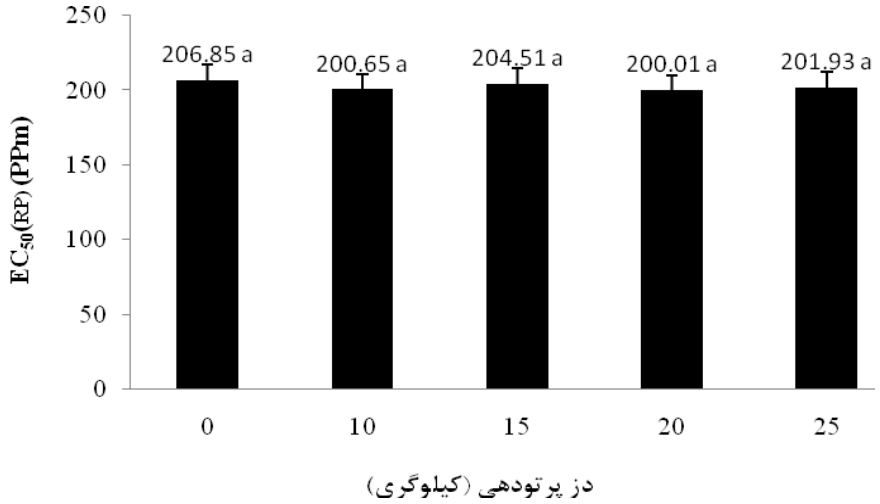


شکل ۱. اثر پرتودهی گاما بر میزان EC_{50} دارچین (به روش DPPH)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]



شکل ۲. اثر پرتودهی گاما بر فعالیت ضداکسایشی عصاره‌های دارچین (به روش بی‌رنگ شدن بتاکاروتن)



شکل۳. اثر پرتودهی گاما بر میزان EC_{50}(RP) دارچین (به روش FRP)

مقدار کل ترکیبات فنلی: برای اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنلی در سامانه‌های زیستی معمولاً از روش فولین‌سیوکالتو استفاده می‌شود. اساس این روش، کاهش اکسیدهای فلزی توسط پلی‌فنل‌ها است که به تشکیل رنگ آبی با حداکثر جذب در طول موج ۷۵۰ نانومتر منجر می‌شود. در این تحقیق، مقدار کل ترکیبات فنلی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و نتایج بر اساس میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم وزن خشک نمونه (mgGAE/gdw) بیان شد. مقدار کل ترکیبات فنلی دارچین پرتو دیده و کنترل در جدول ۱ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری نمونه‌ی کنترل دارچین با نمونه‌های پرتو دیده آن مشاهده نشد. بین سطوح مختلف پرتودهی نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول۱. اثر پرتودهی گاما بر میزان کل ترکیبات فنلی دارچین

دز پرتودهی(کیلوگری)	میزان کل فنل (mgGAE/gdw)
۰	۵۵/۶۹±۱/۴۳[a]
۱۰	۵۵/۶۲±۰/۵۴[a]
۱۵	۵۵/۵۷±۰/۴۰[a]
۲۰	۵۶/۵۰±۰/۲۲[a]
۲۵	۵۶/۵۰±۰/۳۲[a]

*داده‌ها میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]

فعالیت ضد میکروبی: در این مطالعه، روش رقیق‌سازی محیط کشت مایع برای تعیین مقادیر MIC عصاره‌ی دارچین در برابر ریزسازواره‌های *اشریشیاکلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* به کار رفت. MIC کمترین غلظتی است که از رشد ریزسازواره‌ها جلوگیری می‌کند. جدول ۲ اثر پرتودهی گاما بر میزان MIC (mg/ml) عصاره‌ی دارچین در برابر *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیاکلی* را نشان می‌دهد. در این مطالعه، مقادیر MIC برای عصاره‌ی کنترل و پرتو دیده دارچین (در تمامی سطوح) در برابر باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیاکلی* به ترتیب ۰/۱۵ و ۱/۱۹ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به دست آمد. بنابراین، پرتودهی اثر سوئی بر فعالیت ضد میکروبی دارچین نداشته است.

جدول۲. اثر پرتودهی گاما بر میزان MIC عصاره‌ی دارچین در برابر *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیاکلی*

دز پرتودهی (کیلوگری)	*استافیلوکوکوس*	*اشریشیاکلی*
۰	۰/۱۵	۱/۱۹
۱۰	۰/۱۵	۱/۱۹
۱۵	۰/۱۵	۱/۱۹
۲۰	۰/۱۵	۱/۱۹
۲۵	۰/۱۵	۱/۱۹

• بحث

اگرچه سالم و بی‌خطر بودن گیاهان پرتو دیده به اثبات رسیده است، اما هنوز اطلاعات کافی درباره‌ی بهبود یافتن فعالیت ضداکسایشی و ضد میکروبی گیاهان دارویی و معطر در نتیجه پرتودهی و اثر پرتودهی بر ترکیباتی که مسئول چنین فعالیتی هستند، وجود ندارد (۹). نتایج این مطالعه نشان داد که پرتودهی اثر سویی بر فعالیت ضداکسایشی و مقدار ترکیبات فنلی دارچین ندارد. تنها افزایش فعالیت ضداکسایشی در دزهای بالاتر از ۱۰ کیلوگری در آزمون قدرت حذف‌کنندگی $DPPH^{\circ}$ مشاهده شد. افزایش در قدرت حذف‌کنندگی $DPPH^{\circ}$ بدون تغییر در میزان کل ترکیبات فنلی در دزهای بالاتر ممکن است به علت برخی تغییرات ساختاری در ساختمان اسیدهای فنلی باشد که توسط پرتودهی ایجاد می‌شود (۱۷).

افزایش تدریجی قدرت حذف‌کنندگی $DPPH^{\circ}$ ممکن است به علت حضور قند و اسیدهای آمینه‌ی دارچین باشد (۱). پرتودهی مواد غذایی حاوی قند و اسیدهای آمینه به تشکیل محصولات حاصل از واکنش میلارد منجر می‌شود که این ترکیبات می‌توانند رادیکال را حذف کنند (۱۸). در دیگر آزمون‌های تعیین فعالیت ضداکسایشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اختلاف معنی‌داری هم بین سطوح مختلف تیمار به دست نیامد. پرتودهی اثر قابل ملاحظه‌ای بر فعالیت ضد میکروبی دارچین نداشت و مشاهده شد که کمترین غلظت بازدارندگی عصاره‌ها برای باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* کمتر از باکتری *اشریشیاکلی* است. در نتیجه، باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* گرم مثبت نسبت به باکتری *اشریشیاکلی* گرم منفی به این عصاره‌ها حساس‌تر است. باکتری‌های گرم مثبت در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی نسبت به عصاره‌های گیاهان دارویی، ادویه‌ها و اسانس‌های روغنی بسیار حساس‌تر هستند. باکترهای گرم منفی به دلیل داشتن سطوح آب‌دوست در لایه‌ی خارجی غشا و فضای پری‌پلاسمیک منحصر به فرد نسبت به مواد ضدمیکروبی مقاوم هستند. سطوح آب‌دوست این باکتری‌ها تعداد فراوانی ملکول لیپوپلی‌ساکارید دارند که به عنوان مانع در برابر ضدمیکروب‌ها عمل می‌کنند و هم‌چنین، با آنزیم‌های فضای پری‌پلاسمیک ارتباط دارند که این آنزیم‌ها می‌توانند ملکول‌های لایه‌ی خارجی را تجزیه کنند. بنابراین، مواد ضدمیکروبی می‌توانند از دیواره‌ی سلولی باکتری‌های گرم مثبت به دلیل نداشتن چنین ساختمان دیواره‌ی سلولی و غشای خارجی عبور کنند، به غشای سیتوپلاسمیک آسیب برسانند و باعث تراوش سیتوپلاسم یا انعقاد آن شوند (۱۹).

در مطالعات دیگری اثر پرتودهی گاما بر فعالیت ضداکسایشی و ضد میکروبی نمونه‌های مختلف بررسی شده است. به عنوان مثال، پرتودهی گاما در دزهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ کیلوگری روی دارچین انجام شد. عصاره توسط اتیل‌اتر، متانول و آب استخراج شد. نتایج نشان داد که پرتودهی اثری بر فعالیت ضداکسایشی دارچین در آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن ندارد (۱۰). پرتودهی گاما در دز ۳۰ کیلوگری اثر معنی‌داری بر قدرت حذف‌کنندگی $DPPH^{\circ}$، قدرت کاهندگی و میزان کل ترکیبات فنلی عصاره‌های متانولی و آبی پونه‌ی کوهی و مریم‌گلی نداشت. بنابراین، پرتودهی باعث حفظ خصوصیات ضداکسایشی این گیاهان شد (۹). پرتودهی زیره‌ی سیاه تا دز ۱۰ کیلوگری اثر مخربی بر فعالیت ضد میکروبی آن نداشت (۲۰). در تحقیق دیگری پرتودهی با دز ۱۰ کیلوگری اثری بر ظرفیت ضداکسایشی و فعالیت حذف‌کنندگی رادیکال سوپراکسید در گیاهان دارویی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]

نشان نداد (۲۱). در مطالعه دیگری مشاهده شد که پرتودهی رازیانه، دارچین، زنجبیل، شیرین بیان، نعناع، جوزهندی و وانیل در دزهای ۱، ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگری اثری بر فعالیت ضد اکسایشی نمونه‌ها با آزمون قدرت حذف‌کنندگی DPPH°ندارد (۲۲). همچنین، پرتودهی در دز ۱۰ کیلوگری اثری بر فعالیت ضداکسایشی زردچوبه نداشت (۲۳). پرتودهی ۱، ۳، ۵ و ۱۰ کیلوگری زیره‌ی سبز هم نشان داد که قدرت حذف کنندگی DPPH° با افزایش دز پرتودهی به تدریج افزایش می‌یابد؛ ولی این افزایش، معنی‌دار نبود و اختلاف معنی‌داری بر فعالیت ضداکسایشی در آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن و میزان کل ترکیبات فنلی نداشت. بنابراین، پرتودهی موجب حفظ خصوصیات ضداکسایشی زیره شده است (۱۲).

فرایند پرتودهی گاما می‌تواند موجب افزایش فعالیت ضد اکسایشی و ترکیبات فنلی در برخی از نمونه‌ها شود. به عنوان مثال، در پرتودهی ریشه‌ی شیرین بیان در دزهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ کیلوگری مشاهده شد که با افزایش دز پرتودهی میزان EC_{50} به‌طور معنی‌داری کاهش و در نتیجه، فعالیت ضداکسایشی افزایش می‌یابد. هم‌چنین، اختلاف معنی‌داری در مقدار کل ترکیبات فنلی نمونه‌های پرتو دیده تا دز ۱۵ کیلوگری گزارش نشده است. درحالی که پرتودهی در دزهای ۲۰ و ۲۵ کیلوگری موجب افزایش معنی‌داری در مقدار کل ترکیبات فنلی نمونه‌ها شده است. بنابراین، استفاده از دزهای بالاتر موجب افزایش فعالیت ضداکسایشی شده است. نتایج نشان داد که پرتودهی تا دز ۲۰ کیلوگری اثری بر خصوصیت ضد میکروبی آن ندارد. درحالی که پرتودهی در دز ۲۵ کیلوگری باعث کاهش فعالیت ضدباکتریایی نمونه‌ها شده است (۲۴). پرتودهی ۳۰ کیلوگری رزماری موجب افزایش میزان EC_{50}(RP) به میزان ۴۵٪ و ۲۸٪ EC_{50} (به روش DPPH°) به میزان ۲۲٪ در عصاره‌های اتانولی و آبی شده است. افزایش میزان ترکیبات فنلی کل به میزان ۳۵٪ در عصاره آبی گزارش شده است. در نتیجه، پرتودهی باعث افزایش خصوصیات ضداکسایشی عصاره‌های آبی و اتانولی رزماری شده است. در صورتی که پرتودهی اثری بر عصاره متانولی رزماری نداشته است (۲۵). استفاده از پرتودهی گاما در دزهای ۱۰ تا ۲۰ کیلوگری برگ‌های چای سبز موجب افزایش قدرت حذف‌کنندگی DPPH° عصاره اتانولی آن بلافاصله بعد از پرتودهی شده است (۲۶). از سوی دیگر، پرتودهی گاما اثر منفی در برخی از نمونه‌ها داشته است. به عنوان مثال، پرتودهی دانه‌ی درخت بلارد (Cashew nuts) در دزهای ۰/۲۵ تا ۱ کیلوگری موجب کاهش فعالیت ضداکسایشی نمونه‌ها شده است (۲۷). در بررسی اثر پرتودهی گاما در دزهای ۰/۵، ۲، ۳/۵، ۵ و ۱۰ کیلوگری بر پایداری آنتوسیانین‌های آب انار نتایج نشان داد که استفاده از پرتودهی در همه‌ی دزهای به کار رفته موجب کاهش مقدار آنتوسیانین‌ها شده است (۲۸).

همان‌طور که مشاهده می‌شود نتایج مطالعات نشان داده است که پرتودهی گاما می‌تواند اثرات متفاوتی در نمونه‌های مختلف داشته باشد. پرتودهی در برخی از نمونه‌ها اثر قابل ملاحظه‌ای بر فعالیت ضداکسایشی و ضد میکروبی نداشته است. این حقیقت را می‌توان با اصول شیمی پرتودهی توضیح داد. اگر میزان آب، کم باشد، امکان تشکیل رادیکال‌های آزاد محدود می‌شود. در شرایط خشک، رادیکال‌های تولید شده در نتیجه‌ی پرتوهای یونیزه کننده شانسی برای حرکت ندارند یا تحرک کمتری دارند و به این ترتیب، از ترکیبات دیگر محافظت می‌شود (۹). برخی مطالعات نشان داده‌اند که پرتودهی موجب افزایش میزان ترکیبات فنلی و فعالیت ضداکسایشی در برخی از نمونه‌ها شده است. این افزایش در مقدار کل ترکیبات فنلی را می‌توان به آزادسازی ترکیبات فنلی از ترکیبات گلیکوزیدی و تجزیه‌ی ترکیبات فنلی بزرگ‌تر به ترکیبات کوچک‌تر در نتیجه‌ی پرتودهی گاما نسبت داد. *Adamo* و همکاران نیز عقیده داشتند که فرایندهای مخرب اکسایش و پرتودهی گاما می‌توانند پیوندهای شیمیایی پلی‌فنل‌ها را بشکنند. بنابراین، فنل‌های محلول با وزن مولکولی کم رها می‌شوند (۲۹). در برخی نمونه‌ها نیز پرتودهی موجب کاهش فعالیت ضداکسایشی شده است که می‌تواند به دلیل حذف رادیکال‌های آزادِ ایجاد شده در نتیجه‌ی پرتوهای یونیزه کننده توسط ضداکسایندهها باشد (۲۷). این تفاوت‌های اثر پرتودهی گاما بر فعالیت ضداکسایشی و مقدار کل ترکیبات فنلی ممکن است به دلیل تفاوت در نوع گیاه، ترکیبات شیمیایی آن‌ها، شرایط محیطی و جغرافیایی، نوع حلال و روش استخراج، ترکیب محتوای فنلی و دز پرتودهی گاما باشد (۲۴).

نتایج حاصل از بررسی اثر پرتودهی گاما در دزهای ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ کیلوگری بر دارچین نشان داد که دارچین فعالیت ضداکسایشی و ضد میکروبی در برابر دو باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیاکلی* دارد و پرتودهی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]

نمونه‌ها تا دز ۲۵ کیلوگری اثر سویی بر فعالیت ضد اکسایشی و ضد میکروبی آن ندارد. بنابراین، از پرتودهی می‌توان به عنوان یکی از روش‌های حذف آلودگی حتی تا دز ۲۵ کیلوگری استفاده کرد، بدون اینکه اثر منفی و مخربی بر فعالیت ضداکسایشی و ضدمیکروبی این گیاه دارویی داشته باشد.

• References

1. Peter KV. Handbook of herbs and spices. Cambridge: Woodhead Ltd, Abington Hall. 2001. p. 143-53.
2. Anderson RA, Broadhurst CL. Isolation and characterization of poly phenol typ-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. J Agric Food Chem 2004; 52: 65-70.
3. Prasad KN, Yang B, Dong X, Jiang G, Zhang H, Xie H, et al. Flavonoid contents and antioxidant activities from cinnamun spesies. Innovative Food Sci Emerg Tech 2009; 10: 627-32.
4. Noori N, Tooryan F, Rokni N, Akhondzadeh A, Misaghi, A. Preservative effect of Cinnamomum Zeylanicum Blume. essential oil and storage temperature on the growth of E .coli O157:H7 in hamburger using Hurdle Technology. J Food Sci Technol 2010; 7(4): 35- 42. [in Persian].
5. Singh HB, Srivastava M, Singh AB, Srivastava AK. Cinnamon bark oil, a potent fungitoxicant against fungi causing respiratory tract mycoses. Allergy 1995; 50: 995-9.
6. Jayaprakasha GK, Negi PS, Jena BS, Jagan Mohan Rao L. Antioxidant, antimutagenic activities of Cinnamomum zeylanicum fruit extract. J Food Comp Anal 2007; 20: 330-36.
7. Mancini-Filho J, Van-Koiij A. Antioxidant activity of cinnamon (Cinnamomum Zeylanicum, Breyne) extracts. Bollivian Chim Farmacol 1998; 137, 443-7.
8. Badei AZM, El-Akel ATM, Faheid SMM, Mahmoud BSM. Application of some spicese in flavoring and preservation of cookies. Antioxidant properties of cardamom, cinnamon and clove. Deutsche Lebensmittel Rundschau 2002; 98: 176-83.
9. Perez MB, Banek SA, Croci CB. Retention of antimicrobial activityin gamma irradiated argentinian sage and oregano. Food Chem 2011; 126: 121-6.
10. Kitazura ER, Moreira AVB, Manicini-FIlho J, Delincee H, Villavicencio ALCH. Effect of irradiations of natural antioxidants of cinnamon (Cinnamomun zeylanicum N.). Radiat Phys Chem 2004; 71: 39-41.
11. Arvanitoyannis LS. Irradiation of food Commodities: techniques, application, detection, legislation, safety and consumer opinion. New York: Academic Press 2010. p 23-35.
12. Kim JH, Shin MH, Hwang YJ, Srinivasan P, Kim JK, Park HJ, et al. Role of gamma irradiation on natural antioxidant in cumin seeds. Radiat Phys Chem 2009; 78: 153-7.
13. Brand-Williams SW, Cuvelier ME, Breset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Sci Technol 1995; 28: 25-30.
14. Hsu B, Couper IM, Ng K. Antioxidant activity of hot water extract from the fruit of the doum palm, Hyphaene thebaica. Food Chem 2006; 98: 317-28.
15. Mottaleb G, Hanachi P, Kua SH, Fauziah O, Asmah R. Evaluation of phenolic content and total antioxidant activity in Berberis vulgaris fruit extract. J Biol Sci 2005; 5(5): 648-53.
16. Demirci F, Guven K, Demirci B, Dadandi MY, Baser KHC. Antibactrial activity of two Phlomis essential oils against food pathogens. Food Control 2008; 19: 1159-64.
17. Khattak KF, Simpson TJ, Ihasnullah. Effect of gamma irradiation on the extraction yield, total phenolic content and free radical-scavenging activity of Nigella sativa seed. Food Chem 2008; 110: 967-72.
18. Chawal SP, Chander R, Sharma A. Antioxidant formation by gamma irradiation of glucose amino acid model systems. Food Chem 2007; 103: 1297-304.
19. Shan B, Cai YZ, Brooks JD, Corke H. The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. Inter J Food Microbiol 2007; 117: 112-19.
20. Khattak KF, Ihsanullah, Ali L. Effect of gamma radiation on antimicrobial compounds of Nigella sativa. In: Ihsanullah K, SU, editors. Proceedings of the National Executive Symposium on Technologies Developed for Commercialisation. Challenges and Opportunities; Pishawar, 2004; Pakistan; 2004. p. 170-5.
21. Kumar S, Gautam S, Powar S, Sharma A. Microbial decontamination of medicinally important herbals using gamma radiation and their biochemical characterisation. Food Chem 2010; 119: 328-35.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]

22. Murcia MA, Eges I, Romojaro J. Antioxidant evaluation in dessert spices compared with common food additives. Influence of irradiation procedure. J Agric Food Chem 2004; 52: 1872-81.

23. Chatterjee S, Padwal Desai SR, Thomas P. Effect of gamma irradiation on the antioxidant activity of turmeric (Curcuma longa L.) extracts. Food Res Int 1999; 32: 487-90.

24. Khattak KF, Simpson TJ. Effect of gamma irradiation on the antimicrobial and free radical scavenging activity of Glycyrrhiza glabra root. Radiat Phys Chem 2010; 79: 507-12.

25. Perez MB, Caldero NL, Croci CA. Radiation-induced enhancement of antioxidant activity in extracts of rosemary (Rosmarinus officinalis L.). Food Chem 2007; 104: 585-92.

26. Jo C, Son JH, Lee HJ, Byun MW. Irradiation for color removal and purification of green tea leaves extract. Radiat Phys Chem 2003; 66: 179-84.

27. Sajilata MG, Singhal RS. Effect of irradiation and storage on the antioxidative activity of cashew nuts. Radiat Phys Chem 2006; 75: 297- 300.

28. Alighorchi H, Barzegar M, Abbasi S. Effect of gamma irradiation on the stability of anthocyanins and shelf life of various pomegranate juices. Food Chem 2008; 110: 1036-40.

29. Adamo M, Capitani D, Mannina L, Cristinzio M, Ragni P, Tata A. Truffles decontamination treatment by ionizing radiation. Radiat Phys Chem 2004; 71: 165-8.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]

Effect of gamma irradiation on the antioxidant and antimicrobial activities of cinnnamon powder

*Jamshidi M[1], Barzegar M[*2], Sahari MA[3]*

1- M.Sc in Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

2- [*]Corresponding author:Associate Professor of Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

3- Professor of Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Received 10 Apr, 2012 **Accepted 15 Jul, 2012**

Background and Objective: Spices and herbs have been added to foodstuffs since old times due to their medicinal, preservative and flavouring effects. They are, however, often contaminated with microorganisms. Gamma irradiation is currently used widely to eliminate microbial contaminations in foods. The aim of the study was to determine the effects of gamma irradiation on the antioxidant and antimicrobial activities of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*).

Materials and Methods: Samples of cinnamon were exposed to gamma irradiation at doses of 10, 15, 20 and 25 kGy, followed by preparing hydroalcoholic (50% ethanol) extracts from them for sequence analysis. The antioxidant activity of the irradiated and control samples was measured by DPPH radical scavenging, ferric reducing power, and bleaching of beta-caroten, and the total phenolic content was also determined. The broth diluting method was applied for the determination of minimal inhibitory concentration (MIC) of *E. coli* and *S. aureus*. All tests were performed in triplicates, and the least significant difference (LSD) statistical test at $\alpha = 0.01$ was used to compare differences among the means.

Results: Gamma irradiation had no adverse effects on antioxidant activities and total phenolic content of the samples. Only at doses more than 10 kGy did the radical scavenging activity of the cinnamon extract increase (DPPH test). With regard to the effect of gamma irradiation on antimicrobial activity, as compared to the control value, there was no statistically significant difference in the activity of irradiated samples up to a dose of 25 kGy.

Conclusion: Gamma irradiation treatment of cinnamon had no adverse effect on its antioxidant and antimicrobial activities.Gamma irradiation at doses up to 25 kGy seems to be appropriate for cinnamon.

Keywords: Cinamon (*Cinnamomum zeylanicum*), Ethanolic extract, Gamma irradiation, Antioxidant activity, Antimicrobial activity

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-21]