مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اثر آویشن‌شیرازی (*Zataria multiflora Boiss*) پرتو دیده با دز متوسط اشعه گاما بر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) حاوی پوشش فعال بر پایه کازئینات سدیم

ستاره پهلوان‌زاده[۱]، داریوش خادمی شورمستی[۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران.

۲- استادیار، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۴

کلمات کلیدی:

آویشن شیرازی،

اشعه گاما،

پرتودهی،

کازئینات سدیم،

ماندگاری.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.29

* مسئول مکاتبات:

Dkhademi@gmail.com

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر پرتودهی با دز متوسط اشعه گاما (دز ۱۰ کیلوگری) بر خصوصیات ضداکسیدانی و ضدباکتریایی آویشن شیرازی، پوشش خوراکی فعال حاوی عصاره آویشن شیرازی (۱/۵ ٪) معمولی و پرتودیده بر پایه کازئینات سدیم (۸ ٪) تهیه و ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان پوشش داده شده در آزمایشی با ٤ تیمار فیله‌های فاقد پوشش (شاهد: C)، فیله‌های حاوی پوشش کازئینات سدیم (تیمار۱: T1) و فیله‌های دارای پوشش حاوی عصاره آویشن شیرازی معمولی (تیمار۲: T2) و پرتودیده (تیمار۳: T3) بر پایه کازئینات سدیم و ٤ تکرار، طی دوره نگهداری ۱۰ روزه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. آزمایشات شیمیایی (TVN, TBA, PV) و میکروبی (هوازی مزوفیل و سرماگرا) در روزهای صفر، ۳، ٦ و ۱۰ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد؛ پرتودهی آویشن شیرازی با دز متوسط اشعه گاما، با وجود اثرات مثبت، موجب تغییرات معنی‌دار بر خواص ضداکسیدانی و ضدباکتریایی آن نشد. اما در انتهای دوره نگهداری، کمترین مقادیر TBA (mg MDA/Kg ۰/۲۳±۳/۲۳)، TVN (mg/100g ۱/۱۲±۲۵/۲۳) و باکتری‌های سرماگرا (log cfu/g ۰/۱۳±۵/۰۰) در فیله‌های حاوی پوشش فعال کازئینات سدیم و عصاره پرتودیده آویشن شیرازی دیده شد ($p<0.05$). بنابراین می‌توان از عصاره آویشن شیرازی به صورت معمولی یا پرتودیده در پوشش فعال کازئینات سدیم، جهت افزایش ماندگاری و کیفیت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در دمای یخچال حداقل به مدت ۱۰ روز استفاده کرد.

۱- مقدمه

آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss)، به‌واسطه دارا بودن ترکیبات فنلی به ویژه تیمول و کاراکرول، یکی از مهم‌ترین گیاهان دارای خصوصیات ضداکسیدانی و ضدمیکروبی است [۱]. تهیه، نگهداری و حمل و نقل نامناسب گیاهان دارویی می‌تواند باعث رشد و تکثیر انواع ریزاندامگان‌ها در آن‌ها شود که این مسئله ضرورت حذف آلودگی از این گیاهان را مشخص می‌نماید. در بسیاری از کشورها استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی به منظور حذف آلودگی ممنوع و روش پرتودهی جایگزین آن شده‌است [۲]. پرتو گاما یک اشعه یونیزه‌کننده با انرژی بالا است که یک الکترون از آب حذف کرده و انواع زیادی از واکنش‌گرها شامل رادیکال‌های آزاد را تولید می‌کند [۳]. در صنایع غذایی بر اساس میزان دز اشعه مورد استفاده، سه فرآیند پرتودهی با دز کمتر از یک کیلوگری (رادوریزاسیون)، با دز متوسط ۱۰-۱ کیلوگری (رادیسیداسیون) و بیش از ۱۰ کیلوگری (راداپرتیزاسیون) طبقه بندی می‌شود [٤]. در صنعت، از رادیسیداسیون به طور عمده استفاده می‌گردد که از نظر سازمان بهداشت جهانی برای مصرف‌کنندگان بی‌ضرر است.

طی سالیان اخیر گرایش علمی به مطالعه اثر پرتودهی بر فعالیت ضداکسیدانی و ضدمیکروبی ادویه‌ها و گیاهان دارویی بیشتر شده‌است؛ گزارش‌های متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد تنش ناشی از اشعه گاما می‌تواند فعالیت ضداکسیدانی را در گیاهان ایجاد کند [٥]. در بررسی تأثیر دز متوسط اشعه گاما بر محتوای کل ترکیبات فنلی دانه سویا، نشان داده‌شد؛ اعمال پرتودهی، موجب افزایش ظرفیت ضداکسیدانی و پایداری پروتئین دانه سویا شد. از سویی گزارشاتی مبنی بر عدم تأثیر معنی‌دار پرتودهی با اشعه گاما بر مقدار ترکیبات فنلی پسماند خشک انگور سیاه [٦]، میزان فنل کل و فعالیت ضداکسیدانی گیاه مامیران و مجموع ترکیبات فنلی و خصوصیات ضداکسیدانی آویشن شیرازی در دزهای صفر، ۱۰ و ۲۵ کیلوگری وجود دارد [۷]. همچنین نشان داده شد که پرتودهی گاما اثر سویی بر فعالیت ضداکسیدانی و مقدار کل ترکیبات فنلی دارچین نداشت [۸]. پرتودهی گاما (صفر، ۱، ۳ و ۵ کیلوگری) با کاهش میزان ترکیبات فنلی کل و فعالیت ضداکسیدانی آویشن باغی، مرزه و زوفایی همراه بود [۹]. همچنین در بررسی اثر پرتودهی گاما برخاصیت ضد قارچی گیاه آویشن، نتایج بیانگر کاهش خاصیت ضدقارچی آویشن با افزایش دز پرتو گاما بود [۱۰]. در بررسی اثر پرتودهی گاما بر ترکیب شیمیایی اسانس آویشن با آنالیز GC/MS گزارش شد که پرتودهی با دز ۲۵ کیلوگری، تغییر کمی و کیفی در ترکیب شیمیایی اسانس آویشن ایجاد نکرد [۱۱].

با توجه به اینکه مطالعات تأثیر پرتودهی بر خصوصیات ضداکسیدانی و ضدمیکروبی گیاهان دارویی محدود و ناکافی و با نتایج متناقضی همراه است، لذا به منظور بررسی تأثیر پرتودهی با دز متوسط اشعه گاما بر کارایی ضداکسیدانی و ضدمیکروبی آویشن شیرازی، عصاره گیاه پرتودهی شده در قالب پوشش خوراکی مرکب بر پایه کازئینات سدیم روی ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلا رنگین کمان طی دوره نگهداری ۱۰ روزه در دمای یخچال مورد مطالعه قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- پرتودهی آویشن شیرازی و تهیه عصاره

آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss)، هوا خشک از عطاری معتبر محلی خریداری و پس از تأیید کارشناسی واریته، در بسته پلی‌اتیلنی به وزن تقریبی ۵۰۰ گرم بسته‌بندی شد. پرتودهی در دستگاه گاما سل Nordion GC 220 در دز ۱۰ کیلوگری برابر نرخ پرتودهی ۲/۷٤ گری بر ثانیه و قدرت منبع ۱۸ کیلوگری در دمای محیط (۲۵ ^{o}C) در سازمان انرژی اتمی ایران (تهران) انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان پرتو جذب شده از دزیمترهای آلانین ترانسفر استفاده گردید. نمونه‌های شاهد و پرتودیده تا زمان انجام آزمایش در بسته‌های پلی‌اتیلنی در یخچال (۱ ±٤ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. جهت عصاره‌گیری، ۲۰۰ گرم از گیاه پودر شده توسط آسیاب خانگی (شاهد و پرتودیده) پس از ۳۰ دقیقه ترکیب با کلروفرم و کلروفیل‌زدایی، با اتانول ۸۰ ٪ ترکیب شد. پس از صاف‌کردن عصاره، حلال توسط دستگاه روتاری اواپراتور تحت خلأ (مدل N-1000W Auto jack NAJ-160) تبخیر شد. این عمل تا به دست آمدن مقدار کافی عصاره تکرار گردید [۱۲].

۲-۲- تهیه پوشش خوراکی و پوشش‌دهی

پوشش مرکب ۸ ٪ کازئینات سدیم، با انحلال تدریجی ۸ گرم پودر کازئینات‌سدیم (شرکت سیگما) در ۱۰۰ سی‌سی آب

مقطر با دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد تهیه شد. سپس ۰/۳ گرم گلیسرول (مرک، آلمان) به ازای هر گرم پودر کازئینات‌سدیم به محلول اضافه شد. سپس جهت به‌دست آمدن محلول یکنواخت، به مدت یک‌ساعت تحت همزنی با ۵۰۰ دور گرفت. در نهایت به هریک از محلول‌های پوششی کازئینات سدیم، مقدار ۱/۵ سی‌سی عصاره آویشن شیرازی معمولی (بدون پرتودهی) و یا پرتودیده در حین سرد کردن اضافه شد. [۱۳].

جهت پوشش‌دهی، فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین کمان به مدت ۲ دقیقه در محلول‌های آماده شده غوطه‌ور و سپس به مدت یک‌ساعت در دمای محیط، آویخته شدند تا کمی خشک شده و پوشش مناسب بر روی آن‌ها ایجاد شود. برای اطمینان از ایجاد پوشش بر روی فیله‌ها، غوطه‌وری فیله‌ها دوباره تکرار شد و جهت ادامه فرآیند خشک شدن در یخچال قرار گرفتند. فیله‌های گروه شاهد به همان مدت در آب مقطر غوطه‌ور شدند [۱۳]. تیمارها شامل تیمار شاهد (فیله‌های فاقد پوشش)، فیله‌های دارای پوشش کازئینات‌سدیم ۸ ٪ ، فیله‌های دارای پوشش کازئینات‌سدیم غنی‌شده با عصاره آویشن شیرازی معمولی و پرتودهی شده (در مجموع ٤ تیمار) به مدت ۱۰ روز مورد آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی قرار گرفتند.

۳- آنالیز میکروبی

جهت آزمایشات میکروبی مقدار ۱۰ گرم نمونه فیله ماهی در ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی مخلوط و هموژن گردید. سپس رقت‌های مورد نیاز تهیه گردید. شمارش کلی باکتری‌های هوازی و باکتری‌های سرمادوست در محیط پلیت کانت آگار به ترتیب پس از نگهداری به مدت ٤۸ ساعت در دماهای ۳۷ ^{o}C و ۱۰ روز در دمای ۷ ^{o}C با شمارش کلنی‌های موجود انجام گرفت و نتایج حاصل بر اساس لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر گرم گزارش گردید [14].

٤- آنالیز شیمیایی

٤-۱- اندازه‌گیری عدد پراکسید

برای اندازه‌گیری عدد پراکسید مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از فاز زیرین دکانتوری که از آن جهت استخراج چربی ماهی استفاده شد، به دقت به ارلن مایر ۲۵۰ سی‌سی سر سمباده‌ای منتقل گردید و با ۲۵ میلی‌لیترمخلوط اسیداستیک و کلروفرم (۳ حجم اسیداستیک و ۲ حجم کلروفرم) مخلوط شد، سپس ۰/۵ سی‌سی یدورپتاسیم اشباع اضافه گردید و سپس ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱ ٪ اضافه شد. بعد از مخلوط‌شدن، عمل تیتراسون با تیوسولفات سدیم تا بی‌رنگ شدن ادامه یافت و نتایج بر اساس میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم بافت ماهی بیان گردید [۱۵].

٤-۲- اندازه‌گیری عدد اسید تیوباربیتوریک

مقدار ۲۰۰ گرم از نمونه چرخ شده ماهی به بالن ۲۵ میلی‌لیتری انتقال یافت سپس با ۱- بوتانل به حجم رسانده شد. ۱۲/۵ میلی‌لیتر از محلول فوق به لوله‌های دردار منتقل گردید و به آن ۲/۵ میلی‌لیتر معرف تیوباربیتوریک اسید افزوده شد. لوله‌های دردار به مدت ۲ دقیقه در بن ماری با دمای ۹۵ درجه سانتی-گراد قرار گرفته سپس در دمای محیط سرد شدند. مقدار جذب در حضور شاهد آب مقطر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۰ نانومتر قرائت گردید. نتایج بر اساس میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی بیان گردید [۱۵].

٤-۳- اندازه‌گیری مجموع ترکیبات ازته فرار

به منظور اندازه‌گیری مواد ازته فرار از دستگاه کلدال (۷٤۰ - بخشی- ایران) استفاده گردید. مقدار ۱۰ گرم نمونه فیله‌ماهی، ۱ گرم پودر اکسید منیزیم همراه با ٦۰ میلی‌لیتر آب مقطر در بالن تقطیر دستگاه کلدال ریخته‌شد. یک ارلن حاوی ۱۰ قطره معرف توشیرو به عنوان ظرف گیرنده به قسمت سردکننده دستگاه تقطیر وصل گردید. دستگاه به طور اتوماتیک مقدار ٤۰ میلی‌لیتر اسیدبوریک ۲ ٪ را از مخزن اسیدبوریک (مرک، آلمان) برداشته و وارد ارلن گیرنده نمود. پس از روشن شدن دستگاه، محتوی بالن تقطیر حرارت دیده و تقطیر صورت گرفت. محلول تقطیرشده به وسیله اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال (مرک، آلمان) تیتر شده و مقدار اسید مصرفی یادداشت شد. نتایج بر اساس میزان مواد ازته فرار برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم فیله‌ماهی محاسبه گردید [۱٤].

۵- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آنالیزهای انجام شده با ٤ تکرار انجام شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱٦ به روش آنالیز واریانس دو طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جهت

بررسی تأثیر همزمان عوامل زمان و پوشش بر فراسنجه‌های مورد ارزیابی در تیمارهای مورد نظر و بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ ٪ بین مقادیر حاصل از هر شاخص در زمان‌های صفر، ۳، ٦ و ۱۰ روز نگهداری از روش آنالیز واریانس دوطرفه و همچنین برای مقایسه میانگین‌ها در مواردی که اثر کلی تیمارها معنی‌دار شناخته شد از آزمون دانکن استفاده گردید.

٦- نتایج و بحث

٦-۱- بررسی نتایج حاصل از شاخص‌های میکروبی

با توجه به جداول ۱ و ۲، میانگین شمارش باکتری‌های هوازی و سرمادوست طی دوره نگهداری روند افزایشی داشت. بیشترین میزان باکتری هوازی در پایان دوره نگهداری در یخچال، ۷/۱۰± ۰/۱۷ log cfu/g مربوط به گروه شاهد (فاقد پوشش) بود که بطور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود ($p<0.05$). همچنین بیشترین و کمترین میزان شمارش باکتری‌های سرمادوست نیز بعد از ۱۰ روز نگهداری در یخچال به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار حاوی عصاره پرتودیده آویشن دیده شد ($p<0.05$).

پایین‌تر بودن میزان باکتری‌ها در تیمارهای حاوی پوشش را می‌توان به اثر ضدمیکروبی عصاره آویشن شیرازی با دارا بودن ترکیبات فنلی از جمله تیمول و کاراکرول، اثر حفاظتی پوشش کازئینات‌سدیم و نیز اثر هم‌افزایی پوشش و عصاره نسبت داد [۱٦و ۱۷]. از سویی مشاهده می‌شود که عصاره آویشن شیرازی، به طور معنی‌داری موجب افزایش خاصیت ضدمیکروبی پوشش کازئینات‌سدیم شد. ضمن اینکه پرتودهی تأثیر معنی‌داری بر کارایی ضدمیکروبی آویشن شیرازی نداشت. همسو با نتایج تحقیق حاضر، تأثیر ضدمیکروبی پوشش‌ها به تنهایی و یا همراه با ترکیبات پاداکسنده و ضدمیکروبی در تحقیقات مختلف به اثبات رسیده است [۱٤و ۱۸و ۱۹]. همچنین نشان داده شد آویشن شیرازی به تنهایی یا در ترکیب با پوشش‌های خوراکی بطور مؤثری موجب کاهش شمار باکتری‌های گوشت و فرآورده‌های گوشتی طی دوره نگهداری در یخچال شد [۲۰و ۲۱]. همچنان‌که نتایج تحقیقات نشان داد پرتودهی با اشعه گاما تا دز ۲۵ کیلوگری تأثیر معنی‌داری بر فعالیت ضدمیکروبی ندارد [8]، استفاده از دز ۱۰ کیلوگری مورد استفاده در این تحقیق نیز تأثیری بر فعالیت ضدمیکروبی عصاره حاصل از آویشن پرتودهی شده نشان نداد. باکتری‌های سرمادوست گرم منفی، گروه اصلی ریزاندامگان‌های مسئول فساد ماهی تازه نگهداری شده به‌صورت سرد هستند. بار باکتریایی مجاز برای باکتری‌های هوازی مزوفیل، log cfu/g ۷ گزارش شده است [۲۲]. بر این اساس، بار میکروبی فیله‌های فاقد پوشش فقط تا روز ششم دوره نگهداری در محدوده مجاز بوده، در حالی‌که فیله‌های پوشش‌دار تا انتهای دوره نگهداری در محدوده مجاز قرار داشتند.

Table 1 Effect of edible coating on total bacteria counts (log cfu/g) of rainbow trout fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

Treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	10
C (control)	1.88 ± 0.05^{aC}	3.41 ± 0.09^{aB}	5.15 ± 1.12^{aB}	7.10 ± 0.17^{aA}
T1 (ca)	1.90 ± 0.09^{aC}	3.09 ± 0.10^{bB}	4.65 ± 1.10^{bAB}	5.60 ± 0.15^{bA}
T2 (ca+ext)	1.87 ± 0.06^{aC}	3.11 ± 0.08^{bB}	4.33 ± 0.40^{bAB}	5.35 ± 0.19^{bA}
T3 (ca+Rext)	1.88 ± 0.05^{aC}	3.01 ± 0.06^{bB}	4.39 ± 0.85^{bAB}	5.40 ± 0.23^{bA}

Capital letters in the same line and small letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments. (C: Control, Ca: Na-Caseinat 8%, Ext*: Zataria multiflora* extract, Rext: Radiatted ext)

Table 2 Effect of edible coating on psychrophilic bacteria counts (PTC) (log cfu/g) of rainbow trout fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

Treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	10
C (control)	1.75 ± 0.05^{aC}	4.11 ± 0.09^{aB}	5.00 ± 0.11^{aB}	7.22 ± 0.12^{aA}
T1 (ca)	1.73 ± 0.05^{aC}	3.51 ± 0.00^{bB}	3.95 ± 0.10^{bB}	5.57 ± 0.09^{bA}
T2 (ca+ext)	1.75 ± 0.04^{aC}	3.11 ± 0.11^{cB}	3.83 ± 0.20^{bAB}	5.10 ± 0.09^{cA}
T3 (ca+Rext)	1.72 ± 0.03^{aC}	3.15 ± 0.06^{bcB}	3.85 ± 0.95^{bAB}	5.00 ± 0.13^{cA}

Capital letters in the same line and small letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments. (C: Control, Ca: Na-Caseinat 8%, Ext*: Zataria multiflora* extract, Rext: Radiatted ext)

۶-۲- بررسی تغییرات عدد پراکسید طی نگهداری

نتایج تأثیر به کارگیری پوشش کازئینات‌سدیم با و بدون عصاره آویشن بر میانگین عدد پراکسید فیله ماهی قزل‌آلا در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان داد تا روز دهم نگهداری، روند تغییرات مقدار عدد پراکسید در تمامی گروه‌ها بطور معنی‌داری افزایشی بود ($p<0.05$). شدت این روند در تیمار شاهد بیش از سایر تیمارها بود به نحوی که در پایان روز دهم نگهداری، بیشترین مقدار عدد پراکسید مربوط به تیمار شاهد و کمترین مقدار مربوط به فیله‌های پوشش‌دار همراه با عصاره آویشن پرتودهی شده بود. در پایان دوره نگهداری فیله‌ها در یخچال، بیشترین و کمترین مقدار عدد پراکسید به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار پوششی همراه با عصاره آویشن بود. گرچه به‌کارگیری عصاره آویشن بطور مؤثری کارایی پوشش کازئینات سدیم در کاهش عدد پراکسید را ارتقاء بخشید ($p<0.05$)، اما تفاوت آماری معنی‌داری در مقدار عدد پراکسید فیله‌های پوشش‌دار حاوی عصاره دیده نشد.

Table 3 Effect of edible coating on peroxide value (PV) (meq/Kg) of rainbow trout fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

Treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	10
C (control)	0.21 ± 0.09^{aC}	3.33 ± 0.10^{aB}	8.85 ± 0.12^{aA}	8.10 ± 0.21^{aA}
T1 (ca)	0.20 ± 0.05^{aC}	3.11 ± 0.10^{bB}	7.60 ± 0.18^{bA}	7.45 ± 0.19^{bA}
T2 (ca+ext)	0.22 ± 0.05^{aC}	2.95 ± 0.11^{bcB}	7.48 ± 0.20^{bcA}	7.10 ± 0.11^{cA}
T3 (ca+Rext)	0.21 ± 0.07^{aC}	2.90 ± 0.20^{cB}	7.39 ± 0.19^{cA}	7.15 ± 0.17^{cA}

Capital letters in the same line and small letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments. (C: Control, Ca: Na-Caseinat 8%, Ext*: Zataria multiflora* extract, Rext: Radiatted ext)

هیدروپرکسیدها ترکیباتی بدون بو و طعم هستند که در مراحل اولیه اکسیداسیون چربی‌ها تشکیل می‌شوند که با اندازه‌گیری عدد پراکسید ارزیابی می‌شوند [۲۳]. در همین راستا و تا روز دهم نگهداری، روند تغییرات مقدار عدد پراکسید در تمامی گروه‌ها بطور معنی‌داری افزایشی بود ($p<0.05$). همسو با نتایج تحقیق انجام شده [۲۴]، کمترین مقدار این شاخص در فیله‌های پوشش‌دار همراه با عصاره آویشن پرتودهی شده دیده شد.

آویشن شیرازی به عنوان یک پاداکسنده فنلی با دادن اتم هیدروژن به رادیکال آزاد تشکیل شده در اثر اکسیداسیون چربی از گسترش واکنش‌های زنجیره‌ای اکسیداسیون جلوگیری می‌نماید [۲۱]. روند تغییرات کاهشی غیر معنی‌دار عدد پراکسید از روز ششم تا پایان دوره نگهداری در تمامی گروه‌ها را می‌توان به تجزیه نسبی هیدروپراکسیدها به محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی‌ها نسبت داد [۱۴]. مطابق با تحقیقات مشابه، در تحقیق حاضر، روند کلی تغییرات محتوای پراکسید با یک افزایش و سپس کاهش تا انتهای دوره نگهداری در یخچال همراه بود که شدت و سرعت این تغییرات در تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود [۱۶و ۲۱].

۶-۳- بررسی تغییرات عدد تیوباربیتوریک اسید طی نگهداری

مطابق جدول ٤ و نتایج تغییرات شاخص تیوباربیتوریک اسید مشخص شد این شاخص در طی دوره نگهداری در تمامی تیمارها روند افزایشی داشت و تحت تأثیر معنی‌دار زمان نگهداری قرار گرفت. در پایان روز پنجم آزمایش استفاده از عصاره آویشن شیرازی پرتودهی شده به طور معنی‌داری موجب بهبود کارایی پوشش خوراکی کازئینات سدیم در کاهش مقدار این شاخص شد ($p<0.05$) بنحوی که کمترین مقدار عدد تیوباربیتوریک اسید مربوط به فیله ماهی‌های پوشش‌دار حاوی عصاره آویشن پرتودهی شده بود. در حالیکه عصاره آویشن معمولی تأثیر معنی‌داری بر کارایی پوشش نداشت.

شاخص تیوباربیتوریک اسید مربوط به اندازه‌گیری مالون‌آلدئید بوده که از محصولات ثانویه اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیراشباع است. در بافت‌های گیاهی، بسیاری از ترکیبات فنلی پاداکسنده‌های بالقوه‌ای هستند. اثرات پاداکسندگی عصاره گیاهان مختلف به اثبات رسیده است [۲۶و ۲۵]. در عین حال در برخی موارد، فرآیند پرتودهی گاما می‌تواند موجب افزایش فعالیت پاداکسندگی و محتوای ترکیبات فنلی شود. 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 [۲۷]. نتایج تحقیقات در رابطه با تأثیر پرتودهی گاما بر خصوصیات پاداکسندگی و محتوای ترکیبات فنلی بسته به دز پرتودهی، نوع گیاه و شرایط، متفاوت و گاهی متناقض هستند [٦]. گرچه گزارش شد دزهای ۱۰ و ۲۵ کیلوگری اشعه گاما تأثیر معنی‌داری بر محتوای فلاونوئیدی کل و خصوصیات پاداکسندگی آویشن شیرازی نداشت، لیکن بیان شد در شرایط آزمایشگاهی استفاده از روش مرسوم پرتودهی گاما در نگهداری مواد غذایی اثرات مثبتی بر خصوصیات پاداکسندگی ظاهر می‌کند [۲۸] که با نتیجه آزمایش حاضر تطابق دارد. حد مجاز مصرف گوشت ماهی از نظر میزان شاخص اسید تیوباربیتوریک تا ۲ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید گوشت در نظر گرفته می‌شود [۲۹]. بر این اساس تمامی تیمارهای حاوی عصاره تا روز ششم دوره نگهداری سالم باقی ماند، در حالی‌که در تیمارهای فاقد پوشش و فاقد عصاره، زمان نگهداری به ۳ روز محدود شد.

Table 4 Effect of edible coating on thiobarbituric acid ($TBAR_s$) (mg MDA/Kg) of rainbow trout fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

Treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	10
C (control)	0.07 ± 0.00^{aD}	1.67 ± 0.09^{aC}	2.51 ± 0.11^{aB}	4.27 ± 0.21^{aA}
T1 (ca)	0.07 ± 0.00^{aD}	1.50 ± 0.05^{bC}	2.11 ± 0.10^{bB}	3.80 ± 0.17^{bA}
T2 (ca+ext)	0.07 ± 0.00^{aD}	1.41 ± 0.05^{bC}	1.97 ± 0.07^{bcB}	3.40 ± 0.09^{cdA}
T3 (ca+Rext)	0.06 ± 0.01^{aD}	1.29 ± 0.08^{cC}	1.90 ± 0.11^{cB}	3.23 ± 0.23^{dA}

Capital letters in the same line and small letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments. (C: Control, Ca: Na-Caseinat 8%, Ext*: Zataria multiflora* extract, Rext: Radiatted ext)

٦-٤- بررسی تغییرات مجموع ترکیبات ازته فرار طی نگهداری

با توجه به جدول ۵ ، تغییرات میانگین میزان مواد ازته فرار فیله ماهی قزل‌آلا در طی یک دوره ۱۰ روزه نگهداری در دمای یخچال بیانگر روند افزایشی در تمام گروه‌ها بود. بطوریکه در روز پایانی نگهداری، بالاترین میزان آن در تیمار شاهد و کمترین مقادیر در تیمارهای پوشش‌دار حاوی عصاره آویشن شیرازی دیده شد ($p<0.05$).

Table 5 Effect of edible coating on total volatile nitrogen (TVN) (mg /100g) of rainbow trout fillet during refrigerator storage (Mean±SD)

Treatments	Refrigerated storage time (days)			
	0	3	6	10
C (control)	12.21 ± 0.90^{aC}	27.45 ± 1.09^{aB}	29.10 ± 1.11^{aA}	32.83 ± 1.32^{aA}
T1 (ca)	12.11 ± 0.88^{aC}	25.12 ± 0.90^{bB}	26.90 ± 0.80^{bAB}	28.00 ± 0.87^{bA}
T2 (ca+ext)	12.19 ± 0.75^{aC}	23.79 ± 0.90^{cB}	25.00 ± 1.20^{bcAB}	25.95 ± 0.90^{cA}
T3 (ca+Rext)	12.20 ± 0.90^{aC}	23.10 ± 0.88^{cB}	24.88 ± 0.80^{cAB}	25.23 ± 1.12^{cA}

Capital letters in the same line and small letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$) of treatments. (C: Control, Ca: Na-Caseinat 8%, Ext*: Zataria multiflora* extract, Rext: Radiatted ext)

فعالیت باکتری‌های پروتئولایتیک و فعالیت آنزیمی دلیل افزایش تولید ترکیبات فرار بازی می‌باشد [۲۷]. عصاره آویشن شیرازی به دلیل دارا بودن ترکیبات ضدمیکروبی از طریق مهار باکتری‌های عامل فساد، مانع از شکسته‌شدن پروتئین‌ها شده، در نتیجه از آزاد شدن ترکیبات ازته جلوگیری می‌کند [۲۸]. در واقع مجموع بازهای نیتروژنی فرار، یکی از شاخص‌های اصلی بیان کننده کیفیت غذاهای دریایی و یکی از نشانگرهای اصلی تخریب و تجزیه گوشت محسوب می‌شود که متشکل از تری‌متیل آمین، دی‌متیل آمین، آمونیاک و سایر ترکیب‌های نیتروژنی فرار مرتبط با فساد غذاهای دریایی می‌باشد که توسط باکتری‌های مولد فساد، آنزیم‌های اتولایتیک، آمین‌زدایی اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدها تولید می‌شود [۳۰]. کمتر بودن میزان بازهای ازته فرار در تیمار حاوی عصاره نسبت به سایر تیمارها را می‌توان به‌دلیل کاهش جمعیت باکتری تیمارهای مذکور و یا کاهش توانایی اکسایشی باکتری‌ها در جدا کردن آمین‌ها از ترکیب‌های نیتروژنی غیرفرار و یا هر دو عامل در

نتیجه اثر عصاره بر باکتری‌های موجود در فیله نسبت داد [۲۸].

۷- نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بکارگیری عصاره آویشن شیرازی به طور معنی‌داری موجب افزایش کارایی پوشش کازئینات‌سدیم شد و می‌توان از پوشش فعال کازئینات سدیم- عصاره آویشن شیرازی به عنوان یک ترکیب نگهدارنده مناسب جهت افزایش دوره نگهداری فیله‌ماهی در دمای یخچال استفاده کرد. از سوی دیگر پرتودهی با دز حداکثری رادیسیداسیون، با وجود بهبود نسبی خواص ضداکسیدانی و ضدمیکروبی آویشن شیرازی، موجب ایجاد اثرات معنی‌داری نشد. بنابراین با توجه به نتایج امیدبخش اثرات پرتودهی اشعه گاما در بهبود خواص ضداکسیدانی و ضدمیکروبی آویشن شیرازی، استفاده از پرتودهی با دزهای بالاتر بر روی انواع گیاهان دارویی پیشنهاد می‌گردد.

۸- منابع

[1] Ali, M. S., Saleem, M., Ali, Z., and Ahmad, V. U., 2000. Chemistry of *zataria multiflora* (Lamiaceae). *Photochemistry*, 55 (8): 933- 936.

[2] Fatemi F., Asri Y. and Naij, S., 2016. The effect of gamma irradiation on the antioxidant property of hydroalcoholic extract and essential oils derived from *Chelidonium majus* L. *Journal of Plant Researches (Iranian Biology Journal)*, 29(3):567-577.

[3] Kilcast, D., 1995. Food irradiation: Current problems and future potential. *Int. Biodeter Biodegr*, 36(3): 279-296.

[4] Jay, J. M., Loessner, M. J. and Golden, D. A., 2005. Modern Food Microbiology. *Springer Science*.

[5] Stajner, D., Milosevic, M., Popovic, B. M., 2007. Irradiation effects on phenolic content, lipid and protein oxidation and scavenger ability of soybean seeds. *International Journal of Molecular Science,* 8(7): 618-627.

[6] Riazi, F., Zeynali, F., Hoseni, E., Behmadi, H., Khani , M., Poorvatandoost, S., 2017. The effect of gamma irradiation on some physicochemical, microbial properties and antioxidant activity of dried grape marc (*Vitis vinifera* L. var. Siahe sardasht). *Iranian Journal of Food Sciences and Technology*, 66(14):239-247.

[7] Fatemi, F. Asri, Y. Rasooli, I., Alipoor, Sh. D. and Shaterloo, M., 2012. Chemical composition and antioxidant properties of γ-irradiated Iranian *Zataria multiflora* extracts. *Pharmaceutical Biology*, 50(2): 232-238.

[8] Jamshidi, M., Barzegar, M. and Sahari, M. A., 2013. Effect of gamma irradiation on the antioxidant and antimicrobial activities of cinnnamon powder. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 7(4):73-82.

[9] Gumus, T., Albayrak, S., Sagdic, O. and Arici, M., 2011. Effect of gamma irradiation on total phenolic contents and antioxidant activities of Satureja hortensis, Thymus vulgaris, and Thymbra spicata from Turkey. *International Journal of Food Properties*, 14(4): 830-839.

[10] Gumus, T., 2010. Determination of the changes of antifungal properties of Satureja hortensis, Thymus vulgaris and Thymbra spicata exposed to gamma irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 79(1): 109-114.

[11] Haddad, M., Herent, M. F., Tilquin, B. and Quetin-Leclercq, J., 2007. Effect of gamma and e-beam radiation on the essential oils of Thymus vulgaris thymoliferum, Eucalyptus radiata, and Lavandula angustifolia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(15): 6082-6086.

[12] Mozdastan, S., Ebrahimzadeh, M.A. and Khalili, M., 2015. Comparing the impact of different extraction methods on antioxidant activities of myrtle (*Myrtus communis* L.). *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 25(127): 10-24

[13] Valentino, M., Volpe, S., Angelo Di Giuseppe, F., Cavella, S. Torrieri, E. 2020. Active biopolymer coating based on sodium caseinate: physical characterization and antioxidant activity. *Coatings*,10, 706; doi:10.3390/coatings10080706.

[14] Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H., 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry,* 120: 193-8.

[15] Egan, H., Kirk, R.S., and Sawyer, R., 1997. Pearson's Chemical Analysis of Food, 9th Edition Longman Scientific and Technica, pp: 609-634.

[16] Zargar, M., Yeganeh, S., Razavi, S.H., and Ojagh, S.M., 2014. Effects of sodium caseinate edible coating on quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage in refrigerator temperature. *Iranian Journal of Food Sciences and Technology,* 44(11):71-81.

[17] Fazlara, A., Pourmahdi Brojeni, M. and molaei, F., 2017. The effect of gelatin-Avishan Shirazi (*Zataria multiflora Bioss*) coating on microbial, chemical and sensorial characteristics of ostrich fillets in refrigerated condition. *Iranian Journal of Food Sciences and Technology,* 67(14):141-155.

[18] Valipour, K. F., Ariaii, P., Khademi Shurmasti, D. and Nemati, M. 2016. Effect of chitosan edible coating enriched with eucalyptus essential oil and α-tocopherol on silver carp fillets quality during refrigerated storage. *Journal of Food Safety*, 00:1-15.DOI: 10.1111/jfs.12295.

[19] Golmohammadi, M. and Khademi shurmasti, D. 2019. The effect of *Eryngium caucasicum* extract on chicken fillet shelf life coated with xanthan and guar gums during cold storage (4 ± 1 oC). *Iranian Journal of Food Sciences and Technology,* 87(16):253-261.

[20] Piruz, S. and Khani, M. R., 2018. The effect of thyme essential oil and vacuum packaging on shelf life of chicken breast meat. *Iranian Journal of Food Sciences and Technology,* 74(15):85-98.

[21] Abolghasemi, M., Zakipour Rahimabadi, E. and Yousefelahi, M., 2018. Effect of gelatin-*Zataria multiflora Boiss* based edible coating on quality characteristics and shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillet during refrigerator storage. *Iranian Journal of Food Sciences and Technology*, 72(14):83-95.

[22] Gimenez, B., Roncales, P. and Beltran, J.A., 2002. Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84: 1154-1159.

[23] Ibrahim-sallam, K., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control,* 18: 566-75.

[24] Raeisi, M., Tajik, H., Aliakbarlu, J., Mirhosseini, S.H., Hashem Hosseini, S.M., 2015. Effect of carboxymethyl cellulosebased coatings incorporated with *Zataria multiflora Boiss*. essential oil and grape seed extract on the shelf life of rainbow trout fillets. *LWT- Food Science and Technology*, 64: 898-904.

[25] Bahrami Feridoni, S. and Khademi Shurmasti, D. 2020. Effect of the nanoencapsulated sour tea (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract with carboxymethylcellulose on quality and shelf life of chicken nugget. *Food Sci Nutr*. 00:1–12. DOI: 10.1002/fsn3.1656.

[26] Mardani Kiasari, M. and Khademi Shurmasti, D. 2020. Effect of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) extract and nanoclay in nanocomposite coating on the physicochemical and microbial properties of chicken fillets during refrigerated storage. *Journal of Food Sciences and Technology,* 106(17):13-21. DOI 10.29252/fsct.17.09.02.

[27] Adamo, M., Capitani, D., Mannina, L., Cristinzio, M., Ragni, P. and Tata, A., 2004. Truffles decontamination treatment by ionizing radiation. *Radiation Physics and Chemistry,* 71: 165-8.

[28] Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential application in food- a review. *International journal of Food Microbiology,* 94(3): 223–253.

[29] Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. and Chi, Y., 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Journal of Food Chemistry*, 115: 66-70.

[30] Erikson, U., E. Misimi, and Gallart-Jornet, L. 2011. Super chilling of rested Atlantic salmon: different chilling strategies and effects on fish and fillet quality. Food Chem. 127:1427–1437.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of *Zataria multiflora* Boiss irradiated with moderate dose of gamma rays on the shelf life of rainbow trout fillet (*Oncorhynchus mykiss*) containing active coating based on sodium caseinate

Pahlavanzadeh, S.[1] , Khademi Shurmasti, D.[2*]

1. Master, Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.
2. Assistant Prof., Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2020/ 12/ 08
Accepted 2021/ 04/ 24

Keywords:

Zataria multiflora,
Gamma rays,
Irradiation,
Sodium caseinate,
Shel life.

DOI: 10.52547/fsct.18.116.29

*Corresponding Author E-Mail:
Dkhademi@gmail.com

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of moderate dose gamma irradiation (10 KGr) on antioxidant and antibacterial properties of *Zataria multiflora* Boiss, edible active coating containing normal and irradiated extract (1.5%) on base of Na-caseinate solution (8%) was prepared and shelf life of coated rainbow trout fillet was evaluted. An experiment was carry out with 4 treatments without coating (control), fillets coated with Na-caseinate (T1), and fillets coated with Na-caseinate enriched with normal (T2) or irradiated (T3) *Zataria multiflora* Boiss extract and 4 replicates during 10 days at refrigerated (4±1°C) storage. Chemical (TVN, TBA, PV) and microbial (TVC and PTC) tests were measured on days 0, 3, 6 and 10. The results showed irradiation of *Zataria multiflora* Boiss with a moderate dose of gamma rays, despite the possitive effects, did not cause significant changes in its antioxidant and antibacterial properties. But at the end of the storage period, the lowest levels of TBA (3.23±0.23 mg MDA/Kg), TVN (25.23±1.12 mg/100g) and psychrophilic bacteria counts (5.00±0.13 log cfu/g) was found in fillets containing active coating of Na-caseinate and irradiated *Zataria multiflora* Boiss extract ($p < 0.05$). Therefore, *Zataria multiflora* Boiss extract can be used as normal or irradiated in the active coating of Na-caseinate, to increase the shelf life and quality of rainbow trout fillets at refrigerator temperature for at least 10 days.