تاثیر پرتوتابی گاما بر بار باکتریایی و ازت کل فرار در گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تحت شرایط یخچالی

مسعود مددی[1]، زهره مشاک*[2]، غلامرضا شاه حسینی[3]

١- دانش‌آموخته دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران.
٢- دانشیار، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکد ه دامپزشکی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
٣- استادیار پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی، کرج، ایران.

دریافت مقاله: ٢٨ اسفند ١۴٠١، بازنگری: ٠٣ خرداد ١۴٠٢، پذیرش نهایی: ١٩ خرداد ١۴٠٢

چکیده

آبزیان از جمله ماهی‌ها همواره جز فسادپذیرترین منابع پروتئینی بوده‌اند. برای افزایش مدت زمان نگهداری این منابع راه‌های زیادی از جمله پرتوتابی وجود دارد. در این مطالعه اثر پرتوتابی با پرتو گاما روی بار میکروبی و میزان کل ازت فرار گوشت ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا گوشت این گونه ماهی با دزهای ١/٥، ٢/٥ و ٣/٥ کیلوگری پرتوی گاما پرتوتابی شده و متعاقباً به یخچال در دمای ۴ درجه سلسیوس منتقل گردید. طی روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از پرتوتابی (پس از انتقال به یخچال) میزان کل باکتری و میزان ازت کل فرار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با استفاده از دزهای مختلف پرتوتابی گاما میزان بار میکروبی و میزان ازت کل فرار تا حد زیادی کاهش می‌یابد. در بین دزهای پرتوتابی شده، دز ٣/٥ کیلوگری بیشترین کاهش این شاخص‌ها را نشان داد، اما با توجه به این که بین گروه ٢/٥ و ٣/٥ کیلوگری اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت، دز ٢/٥ کیلوگری به‌عنوان دز مناسب برای پرتوتابی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و نگهداری متعاقب آن در شرایط یخچالی پیشنهاد شد.

واژگان کلیدی: *ازت کل فرار، پرتوتابی گاما، ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، میزان کل باکتری‌ها*

* پست الکترونیک نویسنده مسئول مکاتبه: mashak@kiau.ac.ir

مقدمه

با توجه به عمل سریع آنزیم‌های اتولیتیک در گوشت ماهی و امکان بروز فعالیت‌های میکروبی و در نتیجه تغییرات در ماتریکس ترکیبات بیولوژیکی، این‌گونه از مواد غذایی به‌عنوان یکی از فاسدشدنی‌ترین مواد غذایی مطرح می‌باشند (۴-۱). میکروارگانیسم‌هایی مانند سودوموناس‌ها، و انتروباکتریاسه‌ها عامل اصلی فساد ماهی در یخچال می‌باشند و در تولید چند متابولیت، که منجر به از دست دادن کیفیت و کاهش زمان ماندگاری این محصول می‌شوند نقش پررنگی را ایفا می‌کنند (۲، ۵، ۶).

به‌منظور کنترل فعالیت میکروبی و افزایش ماندگاری مواد غذایی فسادپذیر فناوری‌های مختلفی نظیر بسته‌بندی اتمسفری اصلاح شده* (MAP) ،پرتوتابی از جمله تابش فرابنفش (UV-C) و گاما مورد استفاده قرار گرفته است (۴، ۷، ۸). به‌طور کلی مطالعات نشان می‌دهد که اگر دز مناسب برای پرتوتابی با استفاده از پرتو گاما استفاده شود، تابش آن روی گوشت، بافت و ظاهر انواع ماهیان و سخت‌پوستان تاثیر نمی‌گذارد (۱۱- ۹). پرتوهای یونیزان از جمله پرتو گاما و اشعه ایکس (X) برای افزایش زمان نگهداری، کاهش و غیر فعال کردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و بهبود سلامت محصولات فسادپذیر از جمله ماهی تازه و منجمد موثر می‌باشد (۱۴-۱۲).

ازت کل فرار† (TVN) یا کل نیتروژن فرار پایه‡ (TVBN) بر اساس پایه نیتروژنی بیان می‌شود و برای ارزیابی تازگی ماهی است، اندازه‌گیری آن معمولاً برای ارزیابی فساد گوشت ماهی استفاده می‌شود و در اکثر ماهیان افزایش مقادیر TVN به صورت خطی یا منحنی است و با تعداد کلنی‌های باکتریایی رابطه معنی‌داری دارد و به‌طور معمول به‌صورت میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه می‌باشد (mg-N/100g) (۱۵).

ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با نام علمی (*Oncorhynchus myksis*) مهم‌ترین گونه پرورشی ماهیان سردابی می باشد (۱۶). این ماهی بومی حوزه اقیانوس آرام و آمریکای شمالی است که در سال ۱۸۸۰ میلادی به اروپا آورده شده و به تدریج به نقاط مستعد در سراسر دنیا معرفی شد (۱۷). این ماهی به مراتب آسان‌تر از گونه‌های دیگر ماهیان سردابی نسبت به محیط سازگاری حاصل می‌نماید (۱۰). هدف از انجام این مقاله بررسی تأثیر پرتودهی گاما بر روی میزان کل باکتری و مقدار کل ازت فرار گوشت ماهی قزل‌آلا، با بکار بردن پرتودهی در راستای افزایش کیفیت و بالا بردن مدت نگهداری آن در شرایط یخچالی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد صد ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (Rainbow trout) تهیه شده از استخر پرورش ماهی در اطراف استان تهران خریداری و سپس به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج منتقل گردید. پس از تقسیم‌بندی، گوشت ماهی جهت پرتودهی به پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای منتقل شد. برای این منظور از دزهای مختلف (صفر، ۱/۵ و۲/۵ و ۳/۵ کیلوگری) پرتوگاما با استفاده از دستگاه پرتودهی گاماسل (Gammacell PX- 30) ساخت کشور روسیه با دز ۰/۵۵ گری در ثانیه و چشمه کبالت ۶۰ استفاده شد.

پس از پرتودهی مجدداً نمونه‌ها تحت زنجیره انتقال سرد و در شرایط استریل به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج منتقل شد تا در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شده و در زمان‌های ۱، ۷ و ۱۴روز بعد از پرتوتابی آزمایشات شمارش کلی باکتریایی و مواد ازت کل فرار (TVN) برای بررسی تأثیر پرتوتابی روی کیفیت میکروبی و شیمیایی گوشت ماهی قزل‌آلا در دمای یخچالی مورد ارزیابی قرار گیرد.

شمارش کلی باکتری: ابتدا ۲۵ گرم نمونه مخلوط گوشت از چند ناحیه در یک دستگاه مخلوط‌کن استریل

---

* Modified Atmosphere Packaging
† Total volatile nitrogen
‡ Total Volatile Basic Nitrogen

به همراه ۲۲۵ میلی‌لیتر رقیق‌کننده استریل (آب پپتونه) همگن گردید. از این نمونه همگن رقت‌های سریالی ده برابر، تهیه و از آنها روی محیط کشت نوترینت آگار به صورت سطحی کشت داده شد. پس از تهیه‌ی گسترش از سوسپانسیون مربوطه بر روی محیط کشت، پلیت‌ها به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه‌ی سلسیوس گرمخانه‌گذاری گردید. سپس بر اساس ضریب تعداد کلنی شمارش شده و عکس رقت مورد بررسی و عکس حجم برداشتی، تعداد باکتری در گرم نمونه تعیین و بر حسب تعداد باکتری در هر گرم نمونه (Log_{10} *CFU/gr*) ارائه گردید (۸، ۱۸).

ازت کل فرار (TVN) : اندازه‌گیری مواد ازته فرار در نمونه‌های ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با استفاده از روش کلدال صورت گرفت. جهت تعیین TVN ۱۰ گرم از نمونه گوشت به همراه ۲ گرم اکسید منیزیم، ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر ۲ بار تقطیر، چند عدد سنگ جوش و ۲ قطره ضد کف اکتانول به بالن تقطیر کلدال اضافه شد. سپس در داخل یک ارلن مایر با حجم ۵۰۰ سانتی‌متر مکعب که به‌عنوان ظرف گیرنده در زیر قسمت سردکننده دستگاه تقطیر قرار گرفته بود، ۵۰ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد به همراه چند قطره معرف توشیرو (مخلوط متیل رد در برموکروزول گرین که در محیط اسیدی قرمز و در محیط قلیایی آبی می‌باشد) ریخته شد. سپس دستگاه تقطیر وصل شده و محتویات بالن تقطیر حرارت داده شد، به‌طوری که در مدت ۱۰ دقیقه به جوش آمد و بعد از آن، حرارت به مدت ۲۵ دقیقه ادامه داده شد. قسمت مبرد به‌وسیله یک لوله با قیف به داخل محلول موجود در ظرف گیرنده مربوط بود. لذا اسید ضعیف و رقیق موجود در آن، گاز آمونیاک حاصل از مرحله تقطیر را جذب نموده و رنگ آن در زمانی که محلول موجود در بشر گیرنده به ۲۰۰ میلی‌لیتر رسید به آبی سبز متمایل شد. در این مرحله به‌طور همزمان، بشر از قیف گیرنده خارج شد و نیز حرارت‌دهی متوقف شد. محلول حاصل در بشر با اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال تیتر شده و حجم مصرفی یادداشت گردید. سپس از طریق رابطه زیر میزان کل ازت فرار بر حسب میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه گردید. برای ۴۰ آزمون یک نمونه شاهد که حاوی ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ گرم اکسید منیزیم بود استفاده گردید (۱۵).

$$\text{مقدار T.V.N برحسب میلی‌گرم درصد وزن نمونه} = \frac{\text{حجم مصرفی اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال} \times \text{نرمالیته اسیدکلریدریک} \times ۱۰۰}{\text{وزن نمونه}}$$

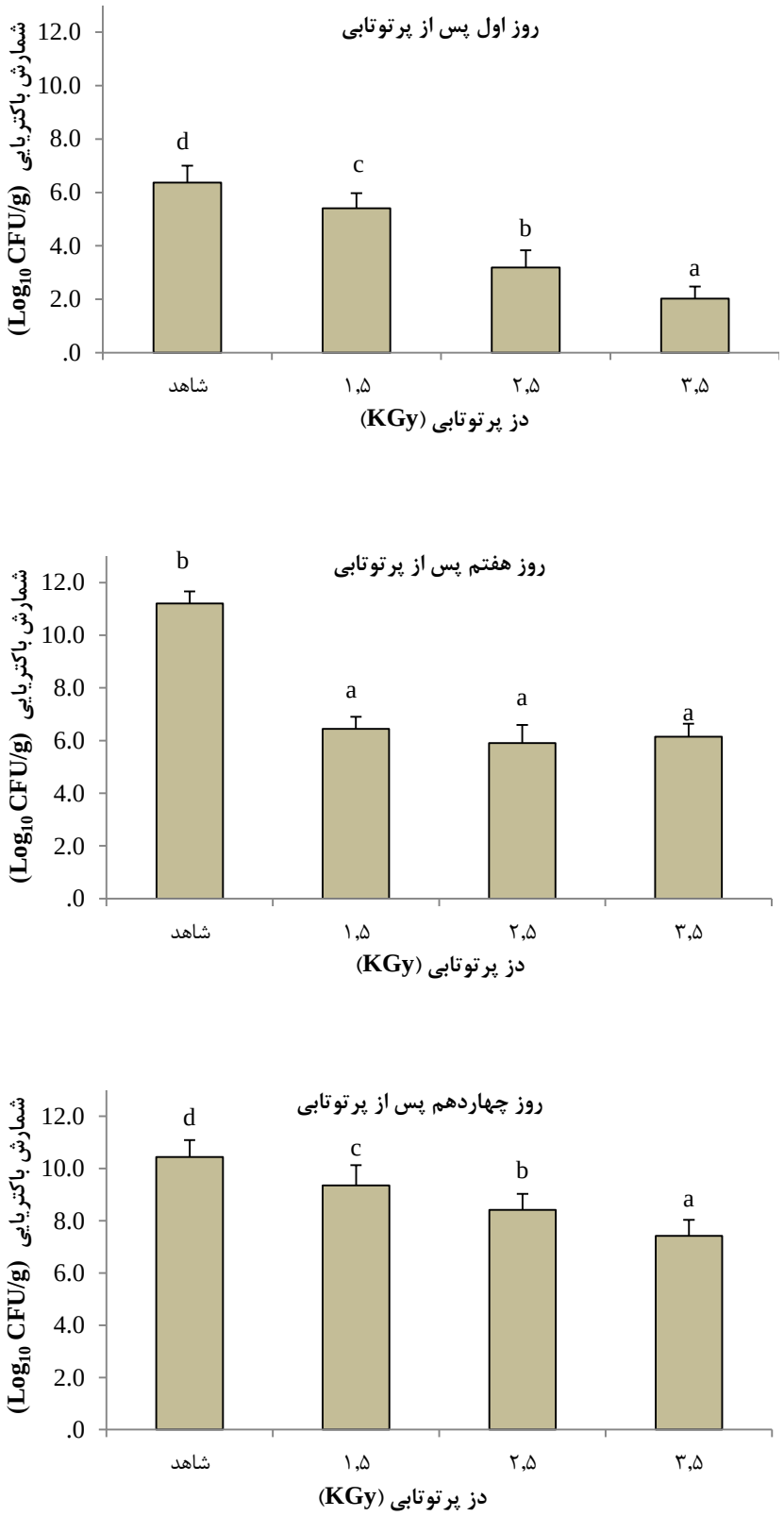
آنالیز آماری: نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شد. داده‌های درصدی پیش از انجام آنالیزها با Arc sin تبدیل شدند. تجزیه و تحلیل آماری به‌وسیله نرم‌افزار SPSS 23 انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و آزمون توکی (Tukey) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

شمارش کل باکتری: نتایج بررسی به عمل آمده نشان داد که، با پرتودهی در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان میزان بار میکروبی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این کاهش در طی مدت زمان نگهداری (روزهای ۱، ۷ و ۱۴) در گروه‌های پرتوتابی شده (دز ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ کیلوگری) با گروه پرتودیده (صفر کیلوگری) تفاوت معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). (شکل ۱).

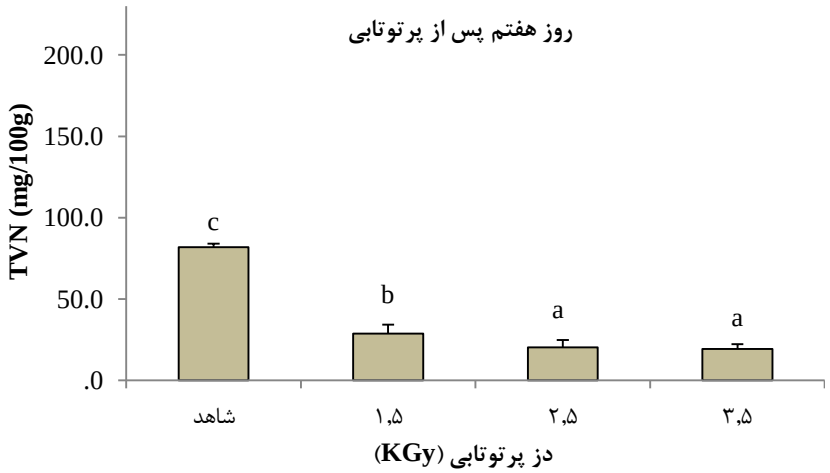
در روز اول نگهداری نمونه‌های ماهی با افزایش دز پرتودهی لگاریتم رشد باکتری‌ها کاهش یافت (صفر< ۱/۵ < ۲/۵ < ۳/۵ کیلوگری). ضمناً بین نمونه‌های پرتودهی شده با دز ۳/۵ KGy و نمونه‌های پرتودیده اختلاف میزان باکتری‌ها Log_{10} CFU/g ۴/۲۵ بود ($p<۰/۰۵$). (شکل ۱). در روز هفتم نگهداری نیز اختلاف میزان باکتری‌ها بین نمونه‌های پرتودیده و پرتودیده قابل توجه بود و بین میانگین لگاریتم میزان باکتری‌ها در نمونه‌های پرتودیده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. (شکل ۱). این در حالی بود که در روز ۱۴ بعد از پرتوتابی میزان باکتری در بین کلیه گروه‌های آزمایشی اختلاف معنی‌داری را نشان داد.

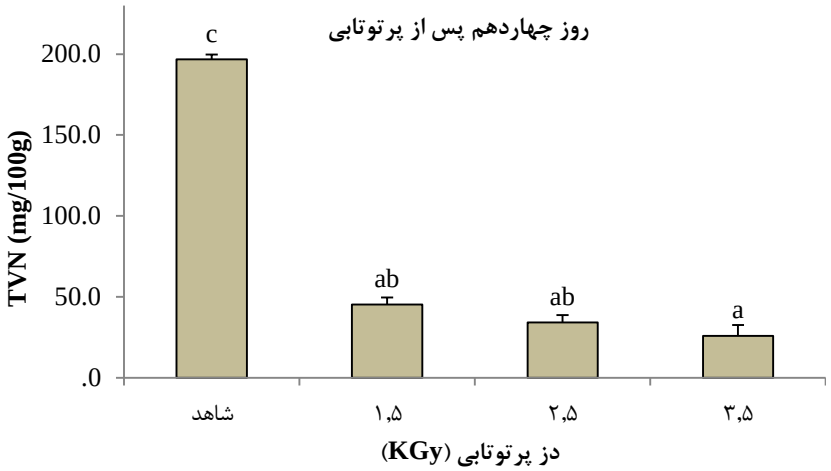
بیشترین این اختلاف بین گروه ۳/۵ کیلوگری و گروه شاهد ملاحظه شد (شکل ۱).



شکل ۱- میانگین تغییرات لگاریتمی شمارش کلی باکتری‌ها (*Log10 CFU/g*) تحت تأثیر مقادیر مختلف اشعه گاما (صفر، ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵KGy) در مدت زمان نگهداری (روزهای ۱، ۷ و ۱۴) تحت شرایط یخچالی

ازت کل فرار (TVN): در روز اول کمینه‌ی TVN در نمونه‌های پرتودیده (با دز ۲/۵ KGy) ۱۶/۰۹ mg/100g مشاهده گردید. در حالی که بیشینه‌ی TVN در همین روز در نمونه‌های پرتو ندیده حدود ۲۰ mg/100g بود. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که در روز اول میزان TVN بین دزهای ۲/۵ و ۳/۵ اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. این در حالی است که بین این گروه‌ها و گروه شاهد و ۱/۵ کیلوگری اختلاف آماری معنی‌دار بود (شکل ۲). کمینه‌ی TVN در روز هفتم بعد از پرتوتابی حدود ۱۹/۲۸ mg/100g مربوط به گروه ۳/۵ کیلوگری و بیشینه‌ی آن با میزان ۷۱/۸۳ mg/100g در گروه پرتوندیده ملاحظه شد. لذا اختلاف بین میانگین مقادیر TVN در نمونه‌های پرتوندیده در مقایسه با پرتودیده از نظر آماری قابل توجه بود ($p<۰/۰۵$). در این میان بین دز ۲/۵ و ۳/۵ اختلاف آماری مشهود نبود (شکل ۲). در روز چهاردهم کمینه‌ی TVN مربوط به گروه ۳/۵ کیلوگری و حدود ۲۵/۷۴ mg/100g بود در حالی که بیشینه‌ی TVN متعلق به نمونه‌های پرتوندیده ۱۹۶/۷۵ mg/100g بود که این امر نشان‌دهنده اختلاف زیاد بین گروه‌های پرتودیده و پرتوندیده است. در این روز بین کلیه گروه‌های پرتودیده و گروه شاهد اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). (شکل ۲).





شکل ۲- میانگین تغییرات ازت کل فرار (TVN mg/100g) تحت تأثیر مقادیر مختلف پرتو گاما (صفر، ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵KGy) در مدت زمان نگهداری (روزهای ۱، ۷ و ۱۴) تحت شرایط یخچالی

بحث

همواره نگهداری طولانی مدت محصولات با منشأ آبزیان با روش‌های گوناگون اهمیت زیادی داشته است. مطالعات این تحقیق نشان داد که پرتوتابی با استفاده از پرتو گاما با دزهای مختلف ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ کیلوگری به‌صورت مطلوبی روی کاهش میزان بار باکتری‌های مزوفیل گوشت ماهی و همچنین میزان ازت کل فرار تأثیر معنی‌داری دارد که این امر با هدف تحقیق همراستا می‌باشد. باکتری‌های پاتوژن موجود در ماهی منجمد و فرآورده‌های آن نسبت به پرتودهی از مقاومت بیشتری برخوردار هستند. اکثر مطالعات انجام شده به‌وسیله‌ی کمیته‌ی علمی غذا دلالت بر کاهش پاتوژن‌های بدون اسپور به میزان ۲ تا ۵ Log در ماهی و انواع فراورده‌های ماهی تحت تأثیر کاربرد پرتودهی تا دز ۳ کیلوگری می‌باشد. پرتودهی یا پاستوریزاسیون سرد به‌طور قابل ملاحظه‌ای سبب کاهش مقدار پاتوژن‌های خطرناک، ضمن تغییر کم در خواص حسی و تغذیه‌ای غذا می‌شود (۱۹، ۲۰).

طی تحقیقات متعدد نشان داده شده که پرتودهی با دز ۱، ۲و۳ کیلوگری به‌ترتیب سبب کاهش ۲، ۳ و۴ Log باکتری مزوفیل هوازی در گوشت گاو شده است. کمیته علمی غذا پیشنهاد نمود که ماهی و آبزیان تا دز ۳ کیلوگری می‌تواند پرتو داده شود (۱۱، ۲۳-۲۱). پرتودهی این مواد غذایی سبب افزایش ماندگاری، کاهش پاتوژن‌ها و غیر فعال شدن انگل‌ها و جلوگیری از فساد در انواع ماهیان خشک و دودی می‌گردد (۲۴). هدف اولیه از پرتودهی گوشت کاهش تعداد میکروارگانیسم‌های پاتوژن بوده که به میزان دز و سطح آلودگی بستگی دارد. وینا (۱۹۹۳) گزارش نمود که دز بین ۳ الی ۵ کیلوگری سبب غیر فعال‌سازی باکتری‌های غیر اسپوردار در گوشت قرمز و طیور و ماهی می‌گردد (۲۵).

با توجه به این که فرایند نگهداری طولانی مدت گوشت ماهی در دمای انجماد (زیر صفر درجه سلسیوس) انجام می‌گیرد اغلب مطالعات انجام شده برای بررسی روند تغییر بار میکروبی و خصوصیات شیمیایی آن تحت تأثیر پرتوتابی در این دما انجام شده است. جوکی و خزایی (۲۰۰۹) اثر پرتو گاما (دزهای صفر، ۱ و ۲ کیلوگری) را بر بار میکروبی گوشت ماهی قزل‌آلا در طی دوره نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس بررسی نموده و عنوان کردند که ترکیب پرتودهی در دز ۰/۵ کیلوگری و بالاتر همراه با نگهداری در دمای زیر صفر نسبت به حالت نگهداری در دمای زیر صفر و بدون کاربرد پرتودهی، در افزایش زمان نگهداری ماهی قزل‌آلا به‌طور معنی‌داری مؤثر می‌باشد. ضمن این که هیچ‌یک از دزهای بکار برده شده اثر غیر

قابل قبولی بر کیفیت شیمیایی و حسی گوشت ماهی نداشت (۲۶).

در مطالعه اورایی و همکاران (۲۰۱۱) اثر تابش گاما (۱، ۳ و ۵ کیلوگری) بر کیفیت میکروبی فیله‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شرایط انجماد (۲۰- درجه سلسیوس) طی ۵ ماه بررسی شد. با توجه به نتایج به دست آمده تابش گاما تأثیر معنی‌داری بر کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌ها داشت. اما تابش با دز ۳ کیلوگری نسبت به تابش با دز ۵ کیلوگری اثر بهتری در کاهش تعداد میکروارگانیسم‌ها داشت. به طوری که در نمونه‌های پرتوتابی شده با دوز ۱ و ۵ کیلوگری افزایش تعداد کپک و مخمر در ماه چهارم و پنجم مشاهده شد، اما در نمونه‌های پرتوتابی شده با دوز ۳ کیلوگری کپک و مخمرها در طول دوره نگهداری رشد قابل توجهی نداشتند (۲۷).

با توجه به این که انجماد ماهی در دمای زیر صفر می‌تواند موجب تغییر در خواص تغذیه‌ای گوشت ماهی شود، در مطالعه حاضر روند تغییرات میکروبی و شیمیایی گوشت ماهی قزل‌آلا تحت تاثیر پرتوی گاما و در دمای نگهداری یخچالی (۲ الی ۸ درجه سلسیوس) بررسی شده است. پیش از این در مطالعات مشاک و همکاران (۲۰۱۴) که بر روی نگهداری گوشت شترمرغ در شرایط یخچالی طی سی روز نگهداری صورت پذیرفت، نشان داده شد که پرتوی گاما با دز ۲ کیلوگری در کنترل پاتوژن‌های غذازاد نظیر سالمونلا، استافیلوکوکوس اورئوس، کلی‌فرم و اشریشیا کولای موثر بوده و همچنین دز ۴ کیلوگری جهت کاهش رشد باکتری‌های مزوفیل هوازی، در شرایط نگهداری گوشت شترمرغ در یخچال طی ۳۰ روز توصیه شد (۲۸).

شاه حسینی و مشاک (۲۰۱۷) تغییرات بار میکروبی و کل ازت فرار را در نمونه‌های ماهی کپور علفخوار پرتودهی شده، طی نگهداری تحت شرایط یخچالی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که میزان TVN و باکتری‌های مزوفیل هوازی در نمونه‌های پرتودیده در مقایسه با نمونه‌های پرتوندیده به طور معناداری کمتر بود که موجب افزایش ماندگاری این محصول در یخچال به مدت ۷ روز گردید (۲۹).

ژائو و همکاران (۲۰۱۷) در جستجوی فرایند جایگزین پاستوریزاسیون برای گوشت گاو طعم‌دار شده، نمونه‌های مورد نظر را تحت پرتودهی گاما با دوزهای صفر، ۰/۵، ۱/۵، ۳، ۴، ۶ و ۸ کیلوگری قرار دادند و خصوصیات نمونه‌ها از نظر بار میکروبی، طعم، بو و تغییرات بافتی مورد بررسی قرار گرفت که شمارش میکروبی نشان داد دوز ۴ کیلوگری برای پاستوریزه کردن نمونه‌های گوشت طعم‌دار مناسب است؛ ضمن این که طی پرتودهی با دوزهای بالاتر کیفیت طعمی و بافتی نمونه‌ها تحت تاثیر قرار گرفت (۳۰).

شاه حسینی و همکاران (۲۰۲۰) اثر پرتودهی گاما و نگهداری در شرایط انجماد را به عنوان یک روش ترکیبی برای بهبود مدت زمان ماندگاری گوشت مرغ مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که پرتودهی و کاربرد نگهداری در دمای انجماد موجب کاهش باکتری‌های مزوفیل، کلیفرم، سالمونلا و اشریشیا کولی می‌شود، اما در میزان ازت تام فرار تفاوت معناداری مشاهده نشد (۳۱).

در مطالعه حاضر برای اولین بار ویژگی‌های میکروبی و میزات TVN تحت تاثیر پرتودهی گاما و دمای نگهداری یخچالی در نمونه‌های ماهی قزل‌آلای رنگین کمان مورد بررسی قرار گرفته است. در پرتوتابی محصولات غذایی به ویژه آبزیان استفاده از دز مناسب که با کاهش شاخص‌های فساد روی کیفیت، طعم و رنگ محصول تأثیر معنی‌داری نداشته باشد، اهمیت زیادی دارد. اثرات پرتوتابی گاما توسط کوارانتا و همکاران (۱۹۸۴) روی ماهی تن، ابوتاربوش و همکاران (۱۹۹۶) روی تیلاپیا، الکهتانی و همکاران (۱۹۹۶) روی ماهی ماکرل؛ چولیارا و همکاران (۲۰۰۴) روی سیم دریا، توپیلا و همکاران (۲۰۱۱) روی صدف و هاک‌اوغلو و همکاران (۲۰۱۲) روی میگو مورد مطالعه قرار گرفته است (۹، ۳۶-۳۲). همگی این مطالعات نشان دهنده آن است که دز ۱/۵ تا ۳/۵ کیلوگری مناسب‌ترین دز برای پرتوتابی گونه‌های مختلف

آبزیان می‌باشد.

باید توجه داشت که انتخاب مقادیر کم دز پرتوتابی موجب کاهش اثر میکروب‌کشی آن شده و از سوی دیگر در صورت زیاد بودن دز پرتو خطر ایجاد تغییرات شیمیایی ناخواسته در فراورده غذایی وجود دارد. جوان و مطلبی (۲۰۱۵) اثر دوزهای مختلف پرتوی گاما (صفر، ۰/۷۵، ۱/۵، ۲/۲۵، ۳/۰، ۳/۷۵ و ۴/۵ کیلوگری) را بر ترکیبات اسید چرب فیله ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بررسی نمودند که با افزایش دز پرتوتابی علظت کل اسیدهای چرب اشباع در نمونه‌های مورد بررسی افزایش یافت. بنابراین نشان داده شد که تابش گاما با دز بالای ۳/۷۵ کیلوگری موجب افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب و تغییر ترکیب اسیدهای چرب در فیله ماهی خواهد شد (۳۷).

در مطالعه حاضر با توجه به این که در طول دوره پرتوتابی دز ۲/۵ کیلوگری اختلاف چندانی در میزان باکتری کل و همچنین کل ازت فرار در مقایسه با گروه ۳/۵ کیلوگری نشان نداد، بنابراین دز ۲/۵ کیلوگری به عنوان مناسب‌ترین دز برای پرتوتابی گوشت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان جهت نگهداری در دمای یخچالی پیشنهاد می‌شود که ضمن حفظ ویژگی‌های حسی این نوع از ماهی می‌تواند موجب افزایش ماندگاری آن گردد.

References

1- Ashie IN, Smith JP, Simpson BK, Haard NF. Spoilage and shelf life extension of fresh fish and shellfish. *Crit Rev Food Sci & Nut*. 1996; 36(1-2): 87-121.

2- Gram L, Huss HH. Microbiological spoilage of fish and fish products. *Int J Food Mic*. 1996; 33(1): 121-137.

3- Monteiro ML, Marsico ET, Mano SB, Teixeira CE, Canto AC, de Carvalho Vital H, *et al*. Influence of good manufacturing practices on the shelf life of refrigerated fillets of tilapia (*Oreochromis niloticus*) packed in modified atmosphere and gamma irradiated. *Food Sci & Nut*. 2013; 1(4): 298-306.

4- Rodriguez-Lazaro D, Gonzalez-García P, Gattuso A, Gianfranceschi MV, Hernandez M. Reducing time in the analysis of *Listeria monocytogenes* in meat, dairy and vegetable products. *Int J Food Mic*. 2014; 184: 98-105.

5- Gram L, Dalgaard P. Fish spoilage bacteria–problems and solutions. *Cur Ppinion in Biotech*. 2002; 13(3): 262-266.

6- Rodrigues RC, Ortiz C, Berenguer-Murcia Á, Torres R, Fernández-Lafuente R. Modifying enzyme activity and selectivity by immobilization. *Chem Soc Rev*. 2013; 42(15): 6290-6307.

7- Monteiro CA, Moubarac JC, Cannon G, Ng SW, Popkin B. Ultra processed products are becoming dominant in the global food system. *Obesity Rev*. 2013; 14: 21-8.

8- Powell SM, Ratkowsky DA, Tamplin ML. Predictive model for the growth of spoilage bacteria on modified atmosphere packaged Atlantic salmon produced in Australia. Food Mic. 2015; 47: 111-115.

9. **Al Kahtani HA, Abu Tarboush HM, Bajaber AS, Atia M, Abou Arab AA, El Mojaddidi MA.** Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. *J Food Sci*. 1996; 61(4): 729-33.

10- Aziz NH, Souzan RM, Azza AS. Effect of γ-irradiation on the occurrence of pathogenic microorganisms and nutritive value of four principal cereal grains. *App Radiation & Isotopes*. 2006; 64(12): 1555-1562.

11- Brewer S. Irradiation effects on meat color–a review. *Meat Sci*. 2004; 68(1): 1-7.

12- Collins MV, Flick GJ, Smith SA, Fayer R, Rubendall E, Lindsay DS. The effects of E beam irradiation and microwave energy on eastern oysters (*Crassostrea virginica*) experimentally infected with *Cryptosporidium parvum*. *J Eukaryotic Mic*. 2005; 52(6): 484-488.

13- Farkas J. Irradiation as a method for decontaminating food: a review. *Int J Food Mic*. 1998; 44(3): 189-204.

14- Loaharanu P. Irradiation as a cold pasteurization process of food. *Vet Parasit*. 1997; 1(71): 65.

15- Castro P, Padrón JC, Cansino MJ, Velázquez ES, De Larriva RM. Total volatile

base nitrogen and its use to assess freshness in European sea bass stored in ice. *Food control*. 2006; 17(4): 245-248.

16- Barbosa MJ, Morais R, Choubert G. Effect of carotenoid source and dietary lipid content on blood astaxanthin concentration in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 1999; 176(3-4): 331-341.

17- Amar EC, Kiron V, Satoh S, Watanabe T. Influence of various dietary synthetic carotenoids on bio defence mechanisms in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum). *Aquaculture Res*. 2001; 32: 162-73.

18- Olsen RA, Bakken LR. Viability of soil bacteria: optimization of plate-counting technique and comparison between total counts and plate counts within different size groups. *Mic Eco*. 1987; 13:59-74**.**

19- Woods RJ. Food irradiation. *Endeavour*. 1994; 18(3): 104-108.

20- Mashak Z, Radmehr B, Shahhoseini G, Sajadi S. Investigating the effect of irradiation on the microbial load of ostrich meat during storage in the refrigerator. *Iran J Vet Sci*. 2009; 6(26):783-788. [In Persian]

21- Diehl JF. Food irradiation—past, present and future. Radiation Phys & Chem. 2002; 63(3-6): 211-215.

22- Elias PS, Cohen AJ. Recent advances in food irradiation. Sole distributor for the USA and Canada, *Elsevier Sci*. 1983.

23- Hanis T, Jelen P, Klir P, Mnukova J, Perez B, Pesek M. Poultry meat irradiation-effect of temperature on chemical changes and inactivation of microorganisms. *J Food Protect*. 1989; 52(1): 26-29.

24- Radomyski T, Murano EA, Olson DG, Murano PS. Elimination of pathogens of significance in food by low-dose irradiation: A review. *J Food Protect*. 1994; 57(1): 73-86.

25- Viena CM. Estudo bacteriologico deextracto de pescaode refrigerado submetido a daioaco gama Niteroi. 1993;. 49.

26- Jouki M, Khazaei N. Effects of gamma irradiation and frozen storage on microbial load, physico-chemical qualities of salmon. *Food Sci & Thech*. 2009; 2(1): 59-70. [In Persian]

27- Oraei M, Motalebi AA, Hoseini E, Javan S. Effect of Gamma irradiation and frozen storage on microbial quality of Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillet. *Iran J Fish Sci*. 2011; 10(1): 75-84.

28- Mashak Z, Sodagari HR, Khanjari A, Shahhoseini G, Motaghifar A, DavoodabadiFarahani M. Effect of gamma irradiation on Cysticercusbovisin infested cattle carcasses. *Food Hygiene*. 2014; 4(15): 1-8. [In Persian]

29- Shahhoseini R, Mashak Z. The effect of gamma rays on shelf life of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillet in the refrigerator condition. *J Food Mic*. 2017; 3(4): 51-60. [In Persian]

30- Zhao L, Zhang Y, Guo S, Xiong W, Xia H, Liu W, *et al.* Effect of irradiation on quality of vacuum-packed spicy beef chops. *Journal of Food Quality*. 2017; 2017: 1-8.

31- Shahhosseini G, Javanmard M, Rokni N. Combined application of gamma irradiation and frozen technique to increase the shelf life of a chicken. *J Food Mic*. 2020; 7(3): 1-2.

32- Abu-Tarboush HM, Al-Kahtani HA, Atia M, Abou-Arab AA, Bajaber AS, El-Mojaddidi MA. Irradiation and postirradiation storage at 2±2 C of Tilapia (*Tilapia nilotica*× *T. aurea*) and Spanish Mackerel (*Scomberomorus commerson*): Sensory and microbial assessment. *J Food Protect*. 1996; 59(10): 1041-1048.

33- Chouliara I, Savvaidis IN, Panagiotakis N, Kontominas MG. Preservation of salted, vacuum-packaged, refrigerated sea bream (*Sparus aurata*) fillets by irradiation: microbiological, chemical and sensory attributes. *Food Mic*. 2004; 21(3): 351-359.

34- Hocaoğlu A, Demirci AS, Gümüs T, Demirci M. Effects of gamma irradiation on chemical, microbial quality and shelf life of shrimp. *Radiation Phys & Chem*. 2012; 81(12): 1923-1929.

35- Quaranta HO, Piccini J, Perez SS. Irradiation delayed oxidative rancidity in tuna loins. *Food Chem*. 1984; 14(2): 135-139.

36- Thupila N, Ratana-Arporn P, Wilaipun P. Radiation resistances and decontamination of common pathogenic bacteria contaminated in white scar oyster (*Crassostrea belcheri*) in Thailand. *Radiation Phys & Chem.* 2011; 80(7): 828-832.

37- Javan S, Motallebi AA. Changes of fatty acid profile during gamma irradiation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Int J Meat Sci*. 2015; 5(1): 1-7.

Effect of gamma irradiation on total bacterial load and total volatile nitrogen in fish rainbow trout meat during refrigerator condition

Masoud madadi[1], Zohreh Mashak*[2], Gholamreza Shahhoseini[3]

1- Graduated of veterinary medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Urimia Branch, Islamic Azad University, Urimia, Iran.
2- Associate Professor, Department of food Hygiene, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
3- Assistant Professor,Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran.

Accept: March 19, 2023, Receive: May 24, 2023, Revise: June 9, 2023

Summary

Aquatics, including fish, have always been one of the most perishable protein sources. For increasing storage time of the resource there are several ways including radiation. The effect of gamma irradiation was investigated on the microbial load and total volatile nitrogen of fish meat rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). At the beginning of these experiment, the fish meat was irradiated by 1.5, 2.5 and 3.5 KGry radiation doses and subsequently transferred to the refrigerator at 4°C. During the first, seventh and fourteenth days after irradiation (after transfer to the refrigerator), the total amount of bacteria and total volatile nitrogen was investigated. The results indicated a great reduction of the amount of bacterial load and total volatile nitrogen by the use of various doses of gamma irradiation. Among the irradiated doses, 3.5 KGry showed the greatest decrease in these parameters, but considering that there was not huge difference between 2.5 and 3.5 KGry in the reduction, thus 2.5 KGry gamma irradiation is selected as a suitable dose for rainbow trout irradiation and subsequent storage in the refrigerator.

Key words: *Rainbow trout, Gamma irradiation, Total bacterial count, Total volatile nitrogen*