

## اثر بسته بندی و پرتو گاما بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی نان صنعتی پرتودیده در مقایسه با فرآیند پخت معمولی

مصطفی کرمی<sup>۱\*</sup>، طیبه حمیدوند<sup>۲</sup>، علیرضا اطمینان<sup>۳</sup>

۱- استادیار علوم و صنایع غذایی دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینای همدان، همدان، ایران

۲- گروه مهندسی شیمی - صنایع غذایی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاداسلامی، کرمانشاه، ایران

۳- استادیار گروه اصلاح نباتات، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۱۴)

### چکیده

یکی از مشکلات نان های صنعتی، رطوبت بالا و مشکلات مربوط به رشد ریززنده ها در آن و کاهش عمر ماندگاری طی نگهداری است. در این تحقیق تأثیر دو عامل بسته بندی (بسته بندی در پلی اتیلن با دانسیته بالا) و پرتو دهی با اشعه گاما در سطوح ۱، ۳ و ۵ کیلوگری بر خصوصیات شیمیایی و میکروبی نان صنعتی تولید شده در شهر کرمانشاه با استفاده از طرح کاملاً تصادفی بررسی شد (در سطوح ۱ و ۵ درصد). نتایج آنالیز واریانس نشان داد که عامل بسته بندی بر روی خصوصیات فوق تأثیر معنی داری نداشت در حالیکه پرتو دهی بجز در مورد رطوبت، خاکستر و پروتئین، در سایر موارد فوق در سطوح احتمال یک و پنج درصد تأثیر معنی داری داشت. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که اشعه گاما با قدرت ۵ کیلوگری بیشترین کاهش را در شمارش کلی باکتریها، کپک و مخمر، خاکستر و پروتئین داشت در حالیکه رطوبت نان بدون تغییر باقی مانده و تحت تأثیر اشعه قرار نگرفت. بعلاوه ماتریس همبستگی نتایج نشان داد شمارش کلی باکتریها با کپک و مخمر در سطح احتمال پنج درصد و با خاکستر و پروتئین در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده ولی با رطوبت تأثیر معنی داری نداشت. کپک و مخمر با هر سه خصوصیت شیمیایی در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی دار و خاکستر با پروتئین تأثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد داشت. نتایج تایید کرد که اشعه گاما یک روش موثر در کاهش بار میکروبی نان بوده بدون اینکه در خواص شیمیایی آن تغییر اساسی ایجاد شود. نتایج تصاویر میکروسکوپ الکترونی نان های فاقد بسته بندی و بسته بندی شده تحت اشعه ۵ کیلوگری که نان های منتخب کیفی بودند، نشان داد که خلل و فرج و تخلخل فراوان و یکنواختی نیز در بافت این نان ها ایجاد شد.

**کلید واژگان:** اشعه گاما، بسته بندی، پرتو دهی، میکروسکوپ الکترونی، نان

\* مسئول مکاتبات: mkarami@basu.ac.ir

## ۱- مقدمه

با توجه به توسعه تکنولوژیهای جدید نگهداری مواد غذایی در چند دهه اخیر، میزان به هدر رفتن مواد غذایی هنوز بالاست. بیش از ۳۳ درصد مرگ و میر در دنیا مربوط به بیماریهای ناشی از مواد غذایی می باشد. از اینرو تولید کنندگان ملزم به بکارگیری روشهای صحیح نگهداری و تولید مواد غذایی می باشند. در این زمینه پرتو دهی مواد غذایی یکی از راهکارهای مناسب می باشد. بسیاری از کالاهای کشاورزی از لحاظ مبادلات اقتصادی کشورهای مختلف، کالاهای مهم و اساسی تلقی می شوند اما با توجه به آلودگی این محصولات توسط حشرات و حیوانات موذی، امکان ورود به عرصه تجاری جهانی برای آنها محدود شده است. همچنین وجود میکروارگانیسمها، کپک و مخمر و پارازیتها نیز منعی از مشکلات بوده که ممکن است منبع تولید سم در غذا نیز باشند. پرتو دهی به تنهایی یا همراه با سایر فرآیندها می تواند سلامت محصول و رضایت مصرف کنندگان را تضمین کرده و از به هدر رفتن محصول هنگام نگهداری و مبادلات بین المللی کالا جلوگیری نماید (۱).

از آنجایی که کاربرد پرتو دهی در ایران به محصولات خشک نظیر ادویه ها و سبزیجات خشک و خشکبار و حبوبات محدود می شود، در این زمینه استانداردهای ملی آئین کار پرتو دهی ادویه و تجهیزات پرتو دهی مواد غذایی تدوین شده است که در این استاندارد، دز مجاز برای مواد غذایی مختلف تعیین گردیده (۲) و درج علامت مخصوص پرتو دیده<sup>۱</sup> بر روی این محصولات اجباری گردیده است

تاکنون روشهای متعددی جهت مبارزه با عوامل فساد مواد غذایی و بیماریزایی با منشأ غذایی ابداع شده که دارای مزایا و معایب خاص خود هستند. فناوری پرتو دهی مواد غذایی یکی از این روشهاست که کارایی و ایمن بودن آن بیش از ۵۰ سال است که ثابت شده است. همچنین کنترل فرایند پرتو دهی آسان بوده و با سیستم های ارزیابی نقاط بحرانی فرایند تولید ماده غذایی مانند HACCP<sup>۲</sup> بخوبی سازگار است (۳).

مهمترین مزایای فرایند پرتو دهی عبارتند از کارایی بالا در از بین بردن میکروارگانیسم ها از نظر سلامت، کاهش آلودگی بعدی محصول به دلیل امکان انجام فرایند برای مواد غذایی

بسته بندی شده و حفظ کیفیت مواد غذایی. علاوه بر این سازمانهای معتبر جهانی مانند سازمان بهداشت جهانی و انستیتوتکنولوژیست های مواد غذایی<sup>۳</sup> کارایی این فرایند را تایید کرده اند (۴). بنابراین گسترش بکارگیری این فرایند می تواند شیوع بیماری در جهان را کاهش داده و باعث ارتقای سلامت جهانی شود. از اینرو تلاش و توجه دولتها، صنایع و مصرف کنندگان جهان از جمله ایران جهت بکار گیری این فرایند ضروری است.

در پرتو دهی مواد غذایی ماده در معرض یک مقدار انرژی بدقت کنترل شده به شکل ذرات با سرعت بسیار بالا و پرتوها قرار می گیرد. این پدیده بطور گسترده ای در طبیعت اتفاق می افتد که شامل رسیدن مداوم انرژی خورشید به زمین می باشد. پرتو دهی فرایند جدیدی نیست و برای اولین بار در آلمان غربی مورد توجه قرار گرفت. استفاده صنعتی از این فرایند نیز از اوایل دهه بیست میلادی شروع شد و ارتش آمریکا از دزهای بالا و پایین پرتو دهی برای جیره غذایی نظامیان استفاده کرد. یک مرکز تحقیقاتی در انگلستان نیز بطور همزمان مطالعه بر روی پاستوریزاسیون با دز پایین پرتو دهی را آغاز کرد. منبع تایید شده پرتو گاما برای پرتو دهی غذاها رادیوایزوتوپ های کبالت ۶۰ و سزیم ۱۳۷ هستند. رادیوایزوتوپی که بیشتر در پرتو دهی غذا با پرتو گاما استفاده می شود کبالت ۶۰ است که توسط بمباران نوترونی فلز کبالت ۵۹ در راکتورهای هسته ای تولید می شود. بطور کلی همراه با بالا رفتن میزان دز اشعه تعداد بیشتری از میکروارگانیسم ها از بین خواهند رفت ولی بر اساس نظریه کمیته متخصصین، پرتو دادن به هر ماده غذایی حداکثر تا میزان ۱۰ کیلوگری مجاز و عاری از هرگونه خطر سمیت برای مصرف کننده است (۵).

در تحقیقی بر روی نان Shradha Methi Pratha و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که با پرتو دهی به میزان ۲۵ کیلوگری و در شرایط انجماد، می توان این نان را بدون مشکل میکروبی و تغییر در خواص حسی و همچنین بدون هیچ گونه افزایشی در اکسیداسیون چربی ها نگهداری کرد (۶). در تحقیقی بر روی آرد غده ی تیرکمان آبی، Ahmed wani و همکاران (۲۰۱۵) اعلام کردند که پرتو دهی به مقدار ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگری باعث می شود که خواص فیزیکوشیمیایی آردهای پرتو دیده با نمونه های پرتو ندیده کاملاً متفاوت شده،

1. Radura  
2. Hazard Analysis Critical Control Point

3. IFT

می‌شود. تابش نوترون بر کبالت ۵۹ سبب تولید عنصر رادیوایزوتوپ کبالت ۶۰ می‌گردد، در حالی که سزیم ۱۳۷ از فرآورده های هم جوشی هسته محسوب می‌شود. کبالت ۶۰ با نیمه عمر ۵،۲۷ سال، ساطع کننده پرتو گاما با انرژی های ۱،۱۷ و ۱،۳۳ مگا الکترون ولت است و سزیم ۱۳۷ با نیمه عمر ۳۰ سال، اشعه گاما با انرژی ۵،۶۶ مگا الکترون ولت تولید می‌کند. در حال حاضر امکان دسترسی به کبالت ۶۰ بیشتر بوده و این رادیوایزوتوپ به عنوان اولین انتخاب در کاربرد پرتوتابی مواد غذایی محسوب می‌گردد (۱۳) و در این آزمایشات نیز از چنین پرتوهایی استفاده گردید.

در این تحقیق ابتدا با آرد ۵۰۵ (شرکت آرد بیگلری) با درجه استخراج ۸۱ درصد (میزان ۱۴ درصد رطوبت، ۸/۵ درصد پروتئین و ۰/۶ درصد خاکستر)، نان کاتینگ رول صنعتی پخته شده و سپس در بسته های پلی اتیلنی با دانسیته پایین و با ضخامت ۰/۱ میلی متر بسته بندی شده و به ۴ قسمت تقسیم گردید. یک قسمت بدون اشعه در نظر گرفته شده و سه نمونه تحت تاثیر اشعه گاما با دوزهای ۱، ۳ و ۵ کیلوگری قرار گرفت. سپس آزمایشات شیمیایی (رطوبت، خاکستر و پروتئین)، آزمایشات میکروبی (شمارش کلی و کپک و مخمر)، و آزمایشات بافت (توسط دستگاه SEM) بر روی نمونه های کنترل و اشعه دیده نان انجام شد (۱۴). متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق شامل دوزهای مختلف اشعه گاما بود که در سه سطح ۱، ۳ و ۵ کیلوگری<sup>۲</sup> و یک نمونه هم بدون اشعه انجام شد. اشعه دهی گاما در سازمان انرژی اتمی (تهران) انجام شد. برای انجام این تحقیق ۳۲ نمونه نان صنعتی کاتینگ رول (نان ساندویچی کوچک) از نوع نیمه حجیم استفاده شد که از شرکت سرمایه گذاری توسعه عمران و صنایع زاگرس واقع در شهرک صنعتی فرامان کرمانشاه با نام تجاری دنیش نان تهیه گردیده که مراحل پخت را با استانداردهای کارخانه طی کرده بودند. ۳۲ نمونه نان مورد استفاده قرار گرفت که ۱۶ نمونه آن به روش وکیوم در پلی اتیلن با دانسیته پایین بسته بندی شده و ۱۶ نمونه نیز فاقد بسته بندی بودند. تعداد کل تیمارهای مورد مطالعه ۸ تیمار بود که در ۴ تکرار با یکدیگر مقایسه شده و بنابراین ۳۲ تیمار بررسی گردید (جدول ۱).

حل پذیری آنها افزایش یافته ولی بادکردگی خمیر، سینرزیس و دانسیته فله ای کاهش می‌یابد (۷). Agúndez-Arvizu و همکاران (۲۰۰۶) نان مکزیک را با مقدار ۱ کیلوگری پرتو گاما پرتو دهی کرده و نتیجه گرفتند که میزان باکتریهای هوازی، مخمرها و کپک ها به ترتیب به میزان ۹۶، ۲۵ و ۷۵ درصد کاهش می‌یابد (۸). Muliska و همکاران (۲۰۱۲) نیز اظهار داشتند که می‌توان از پرتو دهی برای کاهش بار میکروبی انواع آرد و اصلاح خواص نشاسته استفاده کرد (۹). همچنین، Magan و همکاران (۲۰۰۳) پرتو دهی را به عنوان یکی از روش های کاهش جمعیت کپک ها در انواع نان بیان کرده اند (۱۰).

بسته بندی نان، یکی از عوامل مؤثر در بیاتی و رشد میکروبی آن است. Keshavarzian و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که بسته بندی نان تست با نانوکامپوزیت پلی اتیلن-رس می تواند بیاتی را به تأخیر بیندازد ولی به دلیل حفظ رطوبت قادر به مهار کپک ها نبود (۱۱). همچنین، Hemmatian و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که بسته بندی به تنهایی نمی تواند در جلوگیری از رشد میکروبی نان تاثیر معنادار داشته باشد و باید از روشهایی مانند اتمسفر اصلاح شده استفاده شود (۱۲). امروزه مردم و به ویژه در ایران نان را بصورت تازه و داغ مصرف می‌کنند. طبیعتا نان تازه که فاقد هرگونه افزودنی است عمر نگهداری کوتاهی در حدود ۱ الی ۲ روز دارد و به سرعت دچار تغییرات فیزیکیوشیمیایی از جمله از دست دادن رطوبت، بیاتی و از همه مهمتر آلودگی میکروبی به ویژه کپک زدگی می‌شود که منجر به افزایش ضایعات می‌شود. از طرفی ممکن است برخی از نانهای صنعتی تولید شده در کارخانه ها حاوی مواد افزودنی شیمیایی باشند که با تجمع در بافتهای بدن بیماریهایی ایجاد می‌کند. در نتیجه، در این تحقیق، از فرایند پرتو دهی که روشی سرد می‌باشد، به همراه بسته بندی با پلی اتیلن برای بررسی افزایش ماندگاری و تغییر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی نان استفاده شد. این روش، ضمن حفظ کیفیت مواد غذایی باعث افزایش ماندگاری ماده غذایی می‌شود.

## ۲- مواد و روشها

### پرتوسازهای با منشا رادیوایزوتوپی (اشعه گاما)

منابع تولید اشعه گاما برای کاربرد در پرتوتابی محصولات کشاورزی به دو رادیوایزوتوپ کبالت ۶۰ و سزیم ۱۳۷ محدود

4. Scanning Electron Microscopy  
5. KGray

کانت آگار برای رشد باکتریهای مزوفیل و کشت پورپلیت بر روی محیط پوتیتو دکستروز آگار برای رشد کپک و مخمر بکار رفت. پلیت های پلیت کانت آگار در  $37^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱ روز و پلیت کپک و مخمر در  $25^{\circ}\text{C}$  به مدت ۳-۵ روز نگهداری و سپس شمارش شدند.

### ریز ساختار نان به روش عکسبرداری SEM:

میکروسکوپ الکترونی مورد استفاده از نوع SEM بود (AIS2300C, Seron, South Korea). جهت آماده سازی، نمونه ها به ابعاد  $3 \times 3 \times 3$  میلی متر و ضخامت ۸ میلی متر بریده شده و توسط چسب مخصوص روی پین های آلومینیومی چسبانده شدند. موادی که جزء دسته فلزات نیستند باید به وسیله یک لایه نازک رسانا (طلا) پوشانده شوند. این کار به کمک ابزاری به نام پوشش دهنده انجام می شود. در این نوع میکروسکوپ الکترون به سطح نمونه تابیده شده و منعکس گردیده، توسط دیتکتورها جمع آوری شده و تبدیل به فوتون نوری می گردد تا تصویر مرئی ایجاد شود. به عبارت دیگر این نوع میکروسکوپ فقط از ساختار سطحی تصویر می دهد. حداکثر ولتاژی که توسط این نوع میکروسکوپها مورد استفاده قرار میگیرد حدود  $30 \text{ KV}$  می باشد. این ولتاژ برای شتاب دادن الکترون استفاده می شود. برای بدست آوردن بزرگنمایی های بالاتر و وضوح بیشتر از ولتاژ بیشتری استفاده می شود تا الکترون شتاب و انرژی بیشتری داشته باشد. تاکنون تحقیقات زیادی در ایران و خارج از ایران بر روی مواد غذایی متفاوت بر بررسی ریزساختارهای آنها انجام شده است که بر این مبنا روش آماده سازی و عکسبرداری نمونه ها انجام گرفت (۱۴).

برای سه بعدی سازی تصاویر از برنامه ImageJ استفاده شد. این برنامه یک برنامه سه بعدی سازی و آنالیز برای تصاویر گرفته شده در SEM است. بعد از نصب و اجرای برنامه و نصب پلاگین های برنامه، برای هر تصویر ابتدا تعداد Pore و Porosity را اندازه گیری کرده و بعد گزینه 3D را انتخاب کرده و عکسها را سه بعدی کرده و با option های مختلف، رنگ و زوایای عکس را تغییر می دهیم تا بتوانیم خواص آن را به صورت سه بعدی مورد مطالعه قرار دهیم (۱۴).

### روش آماری و تجزیه تحلیل دادهها

در این تحقیق تاثیر دو فاکتور بسته بندی نان و میزان اشعه گاما بر خواص شیمیایی نان از جمله رطوبت، خاکستر، پروتئین و آزمون های میکروبی شامل شمارش کلی، کپک و مخمر مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق از یک طرح فاکتوریل دو عامله در قالب کاملاً تصادفی استفاده شد که عامل اول نوع بسته بندی در دو سطح و عامل دوم میزان تابش اشعه گاما در ۴ سطح بود. کلیه آزمایشات در ۴ تکرار انجام شد. استفاده از بلوک بندی در این آزمایش به منظور تقسیم کار در هنگام اندازه گیری متغیر های مربوطه بود. برای آنالیز داده های آزمایشی از نرم افزارهای MSTAT-C و SPSS استفاده شد. تجزیه های آماری مورد استفاده در این تحقیق شامل تجزیه واریانس، مقایسات میانگین با روش دانکن<sup>۶</sup> و بررسی همبستگی متغیرها بود.

**Table 1** Treatments number with different irradiation dose and packaging type.

Treatment No.	Packaging type	Irradiation dose (KGr)
1	Vacuum	0
2	Vacuum	1
3	Vacuum	3
4	Vacuum	5
5	Without packaging	0
6	Without packaging	1
7	Without packaging	3
8	Without packaging	5

### آزمایشات انجام شده

آزمایشات شیمیایی برای تعیین رطوبت، پروتئین و خاکستر به روشهای زیر انجام شد:

**اندازه گیری درصد رطوبت:** رطوبت نان بر اساس استاندارد AACC به شماره A-15-44 در دمای  $105^{\circ}\text{C}$  درجه ی سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت بدست آمده (۱۵) و پروتئین و خاکستر طبق روش AACC به شماره ۲۰۰۰ تعیین گردیدند (۱۶).

**آزمایشات میکروبی:** برای تعیین شمارش کلی، کپک و مخمر، از نان مورد آزمایش با محلول رینگر استریل طبق روش AACC به شماره ۵۰-۴۲، رقت های مختلف از  $10^{-1}$  تا  $10^{-6}$  تهیه شد. کشت پورپلیت دولایه بر روی محیط کشت پلیت

دهی در سطح احتمال پنج درصد تاثیرش معنی دار بوده و همچنین تاثیر متقابل بسته بندی و اشعه نیز تاثیر معنی داری نداشته است. برای رشد کپک و مخمر در نان نیز نتیجه مشابه با شمارش کلی باکتریها دیده شد با این تفاوت که اشعه دهی در سطح احتمال یک درصد تاثیرش معنی دار بود اما بسته بندی و تاثیر متقابل بسته بندی و اشعه معنی دار نبود. برای صفت رطوبت و خاکستر نتیجه متفاوتی دیده شد، بطوریکه هرسه فاکتور بسته بندی، اشعه دهی و تاثیر متقابل بسته بندی و اشعه دهی معنی دار نبود.

### ۳- نتایج

#### ۳-۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد

#### ارزیابی

بر اساس جدول ۲ تجزیه واریانس که نشان دهنده میانگین مربعات تجزیه مورد بررسی می باشد، صفات مورد مطالعه شامل شمارش کلی، کپک و مخمر، خاکستر، رطوبت و پروتئین نان مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی شمارش کلی نتایج نشان می دهد که بسته بندی نان بر روی کاهش میزان شمارش کلی باکتریها تاثیر معنی داری ندارد، در حالیکه اشعه

**Table 2.** Analysis of variance for the effect of packaging type and irradiation dose on chemical and microbiological properties of bread.

The source	DF	Sum of squares				
		Total count (log CFU/g)	Molds and yeasts (log CFU/g)	Ash %	Moisture %	Protein %
Packaging	1	0.087 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	0.012 <sup>ns</sup>	0.166 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>
Irradiation	3	0.079 <sup>ns</sup>	0.052 <sup>**</sup>	0.974 <sup>**</sup>	0.528 <sup>ns</sup>	5.002 <sup>**</sup>
Packaging*Irradiation	3	0.141 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>	0.009 <sup>ns</sup>	0.137 <sup>ns</sup>	1.427 <sup>**</sup>
Error	24	0.048	0.002	0.038	0.305	0.064

\*\* Significantly different at (P<0.01) \* Significantly different at (P<0.05) ns: no significant difference.

ترتیب ۰/۴۵±۰/۴۸، ۰/۱۳±۰/۶۰، ۰/۱۱±۰/۴۷ log CFU/g  
رشد میکروب در نان تحت تیمار مشاهده شد، در حالیکه اشعه ۵ کیلوگری کمترین باقیمانده رشد باکتری را نشان داد، ۰/۰۴±۰/۳۵ کلنی در گرم).

#### ۳-۲- مقایسه میانگین صفات

برای هر صفت فقط فاکتور اشعه مورد بررسی قرار گرفت بدلیل اینکه در همه موارد تاثیر بسته بندی بر روی صفات مورد مطالعه معنی دار نبوده و تاثیر میزان اشعه بر روی شمارش کلی باکتریها در دوز ۰، ۱ و ۳ کیلوگری معنی دار نبود ( به

**Table 3.** Means of analyzed variables as the effect of irradiation dose on chemical and microbiological attributes of bread.

Irradiation dose (KGr)	Total count (CFU/g)	Molds and yeasts (CFU/g)	Ash %	Moisture %	Protein %
5	6.35±0.04 <sup>b</sup>	3.53±0.05 <sup>c</sup>	1.45±0.14 <sup>a</sup>	12.53±0.48 <sup>a</sup>	10.06±0.03 <sup>a</sup>
3	6.47±0.11 <sup>ab</sup>	3.60±0.07 <sup>b</sup>	1.71±0.21 <sup>a</sup>	12.72±0.67 <sup>a</sup>	11.05±0.13 <sup>a</sup>
1	6.60±0.13 <sup>a</sup>	3.69±0.04 <sup>a</sup>	1.82±0.22 <sup>a</sup>	12.84±0.56 <sup>a</sup>	12.04±0.3 <sup>a</sup>
0	6.48±0.45 <sup>a</sup>	3.71±0.03 <sup>a</sup>	2.29±0.16 <sup>a</sup>	13.14±0.37 <sup>a</sup>	12.80±0.12 <sup>a</sup>

\* in each column, the same subscripts are not significantly different (P<0.05).

دو تیمار قرار گرفت و با هر دو مورد فوق تفاوت معنی دار داشت ( ۰/۰۷±۰/۳۰ کلنی در گرم).  
Agundez و همکاران (۲۰۰۶) نتیجه گرفتند که اشعه گاما با قدرت ۱ کیلوگری سبب کاهش بار میکروبی شمارش کلی و

در مورد کپک و مخمر، اشعه به میزان ۰ و ۱ کیلوگری بیشترین رشد را نشان داد (به ترتیب ۰/۳۰±۰/۷۱ و ۰/۰۴±۰/۶۹ کلنی در گرم). این دو تیمار باهم تفاوت معنی داری نداشتند. کمترین رشد کپک و مخمر با اشعه ۵ کیلوگری دیده شده (۰/۵۰±۰/۵۳ کلنی در گرم) و اشعه ۳ کیلوگری در میان این

تیمار نیز از لحاظ آماری متفاوت نبودند. علت آن را میتوان شکستن پیوندهای پپتیدی زنجیره و تبدیل آن به اسیدهای آمینه ذکر کرد. کمترین و بیشترین پروتئین مربوط به نمونه پرتودیده با دوز ۵ کیلوگری و بدون اشعه (به ترتیب ۱۲/۸۰ و ۱۰/۰۶) بود. اشعه ۱ و ۳ کیلوگری نیز در بین این دو تیمار قرار گرفتند و از لحاظ آماری با یکدیگر تفاوت معنی دار داشتند (به ترتیب ۱۲/۰۴ و ۱۱/۰۵). این در حالیست که Singh و Datta (۲۰۱۰) دانه های گندم را تحت تاثیر اشعه گاما با دوزهای مختلف حداکثر تا ۱ KGy قرار داده و مشاهده کردند که میزان پروتئین در دانه های اشعه دیده بیشتر است (۳). چنین نتایجی توسط Teixeira و همکاران (۲۰۱۲) و همچنین Tamikazu و همکاران (۲۰۰۲) نیز بدست آمد (۱۷ و ۱۸).

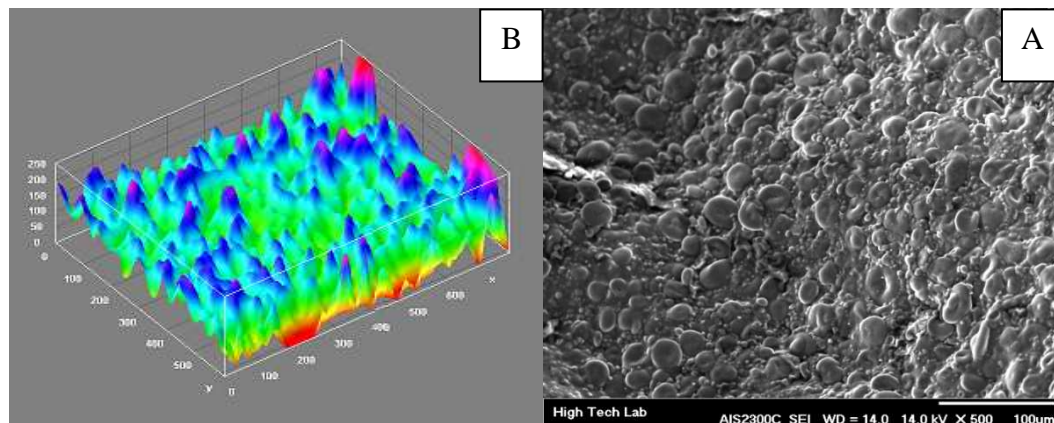
### ریز ساختار نان

تحقیقاتی که در مورد ریزساختار نان انجام می شود، اطلاعات با ارزشی در مورد شناخت و کنترل خواص نان ارائه می دهد. از بین نانهای مورد بررسی که ۳۲ نمونه بوده اند بهترین نان-های پخت شده از لحاظ کمترین بار میکروبی و مطلوبترین خواص فیزیکوشیمیایی، شامل نانهای فاقد بسته بندی و دارای بسته بندی با تابش اشعه با دوز ۵ کیلوگری می باشد. به همین دلیل ریزساختار دوبعدی از این دو نوع نان تهیه شد تا نقش پرتو دهی در نان های پرتودیده و بدون پرتو معین گردد. به دلیل اینکه از روی تصاویر دوبعدی نمیتوان مقایسه کامل و درستی از تصاویر گرفته شده به عمل آورد، توسط نرم افزار ImageJ تصاویر دو بعدی گرفته شده را سه بعدی کرده و با یکدیگر مقایسه شدند.

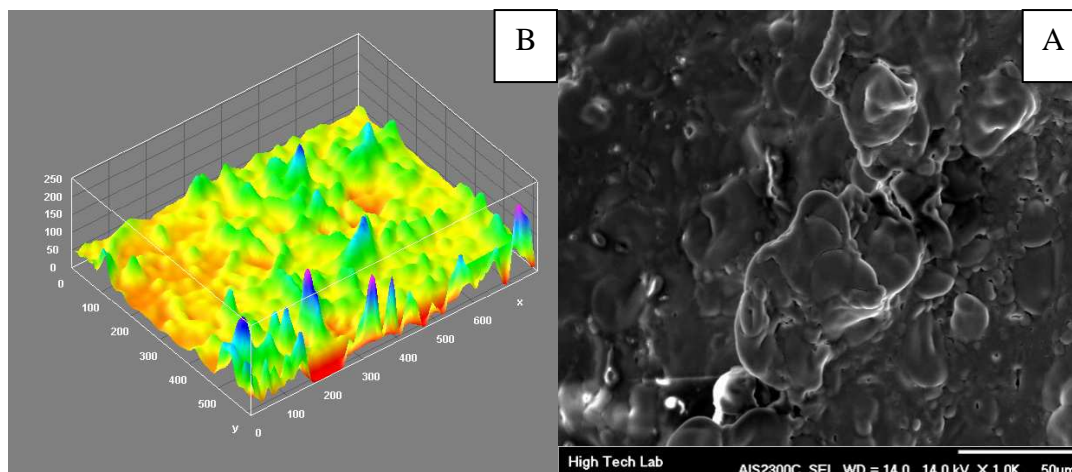
کپک و مخمر به میزان ۹۶٪، ۲۵/۵٪ و ۷۵٪ به ترتیب در نان مکزیکه تهیه شده از آرد بدون سبوس می شود (۸). کمترین مقدار خاکستر در نان با اشعه با ۵ کیلوگری دیده شد (۱/۴۵)، اشعه ۱ و ۳ کیلوگری با هم تفاوت معنی داری نداشتند ولی متفاوت از اشعه ۵ کیلوگری بودند (به ترتیب ۱/۸۱ و ۱/۷۰) و بیشترین مقدار خاکستر، نمونه بدون اشعه دهی بدست آمد که با میزان اشعه های فوق تفاوت معنی دار نداشت. همچنین، Wang و Young (۲۰۰۹) نتیجه گرفتند که پرتو دهی بر روی خاکستر آرد تاثیر معنی داری نداشت (۵). Mukisa و همکاران (۲۰۱۲) نیز اثر پرتو دهی را بر میزان سرعت مصرف گلوکز و مالتوز ذرت خوشه ای بررسی کرده و اعلام کردند که میزان pH، اسید لاکتیک تولیدی و اکسیداسیون چربی تحت تاثیر اشعه تا مقدار ۲۵-۱۰ کیلوگری قرار نمی گیرد (۹).

جالب اینکه میزان دوز اشعه بر روی رطوبت تیمارهای نان تاثیر معنی داری نداشت، بدین معنی که هر ۴ دوز اشعه تقریباً میزان رطوبت را در نان در یک سطح نگه داشت (به ترتیب ۱۳/۱۴، ۱۲/۸۴، ۱۲/۷۲ و ۱۲/۵۲). Agundez و همکاران (۲۰۰۶) نیز این نتیجه را از آرد گندم تحت اشعه گاما گرفتند در حالیکه Wang و Young (۲۰۰۹) در بررسی خواص اشعه گاما بر آرد نتیجه گرفتند که رطوبت به شدت تحت تاثیر اشعه قرار می گیرد (۸ و ۵).

در بررسی پروتئین نتایج نشان داد که در نمونه با اشعه ۰ و ۱ کیلوگری بیشترین میزان پروتئین در نان وجود داشت (به ترتیب ۱۱/۹۸ و ۱۱/۷۵) که با هم تفاوت معنی داری از لحاظ آماری نداشته و اشعه ۳ و ۵ کیلوگری نیز کمترین میزان پروتئین را دارا بودند (به ترتیب ۱۱/۲۴ و ۱۱/۰۳) که این دو



**Fig 1** Microstructure of packaged bread irradiated at 5 KGr, 2D SEM image (A) and 3D SEM image (B) with 500x magnification.



**Fig 2** Microstructure of irradiated bread at 5 KGr and without packaging, 2D SEM image (A) and 3D SEM image (B) with 500x magnification

قرار دادند و نتایج نشان داد که افزودن صمغ های قدومه شهری و گزانتان از طریق کاهش اندازه سلولها و افزایش تخلخل باعث بهبود ریزساختار نان می شود (۲۱، ۲۲ و ۲۳).

#### ۴- نتیجه گیری

بطور کلی می توان نتیجه گرفت که هرچه میزان اشعه افزایش یابد شمارش کلی باکتریها و کپک و مخمر کاهش یافته و میزان خاکستر و رطوبت نان با افزایش دوز اشعه بدون تغییر باقی مانده و پروتئین کاهش می یابد. از آنجا که رطوبت عامل مهمی در حفظ کیفیت و تازگی نان می باشد می توان گفت نان های اشعه داده شده رطوبت از دست نداده و تازه می مانند. بنابراین اشعه دهی می تواند بعنوان یک عامل موثر در کاهش بار میکروبی نان صنعتی باشد. اگرچه اشعه گاما سبب کاهش میزان پروتئین شده می توان نتیجه گرفت که پیوندهای پروتئین شکسته شده و به پپتیدها و اسیدهای آمینه تجزیه گردیده اند. بعلاوه بافت نان با افزایش دوز اشعه بهبود یافته و دارای خلل و فرج و تخلخل بیشتری خواهد بود. بنابراین از خاصیت اشعه دهی با پرتو گاما می توان برای توسعه ریزساختار نان نیز استفاده نمود.

#### ۵- منابع

- [1] National standard of Iran, no 8033. 2005. Food irradiation equipment and application.
- [2] National standard of Iran, no 3102. 2005. Doses of food irradiation.

اگر این دو نوع نان که تصویر سه بعدی آنها آمده است مقایسه ای شوند، در تصاویر بایستی تعداد قله های بیشتر و کم ارتفاع تر را در نظر گرفت. هرچقدر این معیارها بیشتر باشد بافت نان دارای تخلخل بیشتر و یکنواخت تری است (۱۴). بنظر می رسد نان بدون بسته بندی که تحت اشعه گاما به میزان ۵ کیلوگری قرار گرفته بافت بهتری نسبت به نان با بسته بندی دارد. می توان نتیجه گرفت اشعه گاما سبب بهبود ساختار تخلخلی نان میشود، اگرچه بسته بندی نان نیز یک عامل مهم در تکمیل این فرایند است اما نان فاقد بسته بندی از ساختار بهتری برخوردار است که ممکن است بعلت ممانعت بسته بندی از نفوذ کامل اشعه به داخل نان باشد.

Peighambaroust و همکاران (۲۰۱۱) تاثیر هیدراسیون آرد را بر روی تشکیل شبکه گلوآلی-گلیکولتی خمیر نان مورد بررسی قرار داده و پس از مشاهده ریزساختارهای خمیرهای هیدراته با استفاده از میکروسکوپ اپی فلورسانس مشخص شد که با افزایش زمان هیدراسیون از ۱/۵ به ۲۴ ساعت در دمای یخچال و ذوب ذرات یخ موجود در نمونه ها و تکمیل عمل هیدراسیون، میزان گسترش شبکه گلوآلی-گلیکولتی افزایش یافت (۱۹). همچنین، Yazdani و همکاران (۲۰۱۴) کیفیت و بیاتی نان های پخته شده با سیستم های جابجایی، مایکروویو و ترکیبی جابجایی-مایکروویو در حضور مخلوط صمغ گوآر-آلژینات را بررسی کردند. نتایج SEM نشان داد گرانول های نشاسته نان پخته شده به روش جابجایی تغییر شکل بیشتری نسبت به مایکروویو داشتند (۲۰). Bagheri و همکاران (۲۰۱۴) نیز ساختار مغز نان را با استفاده از پردازش تصویر مورد بررسی



- [13] Luckman., G. J. 2002. Food irradiation: Regulatory aspects in the Asia and Pacific Region. *Radiation Physics and Chemistry*, 63, 285-288.
- [14] Karami, M., Ehsani, M., Mousavi, R., Rezaei, K., Safari, M. 2009. Microstructural properties of fat during the accelerated ripening of ultrafiltered Feta cheese. *Food Chemistry* 113: 424-434.
- [15] AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Method of the AACC. Compiled and Published by the Approved Methods Committee. Method 44-15A. The Association St. Paul, MN. 1976.
- [16] AACC. American Association of Cereal Chemists. Approved Method of the AACC. Compiled and Published by the Approved Methods Committee. Method 42-50. The Association St. Paul, MN. 1988.
- [17] Teixeira, C. A. H. M., Inamura, P. Y., Uehara, V. B., Mastro, N. L. D. 2012. Gamma radiation influence on technological characteristics of wheat flour. *Radiation Physics and Chemistry*, 81, 1160-1162.
- [18] TamikazuKumea, A., MasakazuFuruta, B., SetsukoTodoriki, C., NaokiUenoyama. D., YasuhikoKobayashi, D. 2002. Status off irradiation in the world. *Radiation Physics and Chemistry*, 78, 222-226.
- [19] Peighambardoust, S. H., Dokouhaki, M., Dadpour, M. R. 2011. Epi-fluorescence light microscopy in studying dough microstructure, *Journal of food science and technology*, 8 (30), 73-83.
- [20] Yazdani, B., Mohammadzadeh Milani, H., Hoseyni, A. 2014. The effect of Guar-Alginate mixes on the quality and retrogradation of oven-microwave cooked breads, *Novel food technologies and sciences*, 1 (40), 37-47.
- [21] Bagheri, H., SeyedAbadi, M. M., Kashaninejhad, M. 2014. Using of image processing for evaluating of color and texture change of bread. 22th national conference of food science and technology, 29-30 August, Agricultural and natural resources university of Gorgan, Iran.
- [22] Chung, H. J., Liu, Q. 2009. Effect of gamma irradiation on molecular structure and physicochemical properties of corn starch. *Journal of Food Science*, 74, C353-C361.
- [23] Taipina, M. S., Garbelotti, M. L., Lamardo, L. C. A., Santos, J. S., & Rodas, M. A. B. 2011. The Effect of Gamma Irradiation on the Nutritional Properties of Sunflower Whole Grain Cookies. *Procedia Food Science*, 1, 1992-1996.
- [3] Singh, B. & Datta, P. S. 2010. Effect of low dose gamma irradiation on plant and grain nutrition of wheat. *Radiation Physics and Chemistry*, 79, 819-825.
- [4] Jamshidi, M., Barzegar, M., Sahari, M. A. 2012. Effect of gamma irradiation on antioxidant and antimicrobial activities of Echinacea. *Journal of Nutritional and food sciences of Iran*, 7 (4), 73-82.
- [5] Wang, J. & Young, Y. 2009. Effect of gamma ray irradiation on the physicochemical properties of flour and starch granule structure for wheat. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 674-680.
- [6] Shraddha, A. B., Shobita, R. M., Sweetie, R. K., Chawla, S. P. & Arun S. 2015. Radappertization of ready-to-eat shelf-stable, traditional Indian bread-Methi Paratha. *Radiation Physics and Chemistry*, 111, 24-27.
- [7] Ahmed Wani, I., Ali Wani, A., Gani, A., Muzzaffar, S., Khalid Gul, M., Masoodi, F. A., Ahmad Wani, T. 2015. Effect of gamma-irradiation on physico-chemical and functional properties of arrowhead (*Sagittaria sagittifolia* L.) tuber flour. *Food Bioscience*, 11, 23-32.
- [8] Agúndez-Arvizu, Z., Fernández-Ramírez, M.V., Arce-Corrales, M.E., Cruz-Zaragoza, E., Meléndrez, R., Chernov, V., Barboza-Flores, M. 2006. Gamma radiation effects on commercial Mexican bread making wheat flour. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 245 (2), 455-458.
- [9] Mukisa, I. M., Charles, M.B.K.M., Byaruhanga, Y. B., Schüller, R. B., Langsrud, T., Narvhus, J. A. 2012. Gamma irradiation of sorghum flour: Effects on microbial inactivation, amylase activity, fermentability, viscosity and starch granule structure. *Radiation Physics and Chemistry*, 81, 3, 345-351.
- [10] Magan, N., Arroyo, M., & Aldred, D. 2003. *Mould prevention in bread*, Woodhead Publishing, 500-514.
- [11] Keshavarzian F, Badii F, Seyedain Ardebili M, Hashemi M, Ahmadi Z, Hosseini E. 2014. Effect of packaging in polyethylene-clay nanocomposite film on quality and storage life of sliced bread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 9 (1), 93-100.
- [12] Hematian Sourki, A., Ghiafeh Davoodi, M., Tabatabaei Yazdi, F., Mortazavi, S. A., Karimi, M., Razavizadegan Jahromi, S. H., and Pourfarzad, A. 2012. *Journal of food science and technology*, 36 (9), 77-85.



## The effect of packaging and gamma irradiation on physico-chemical properties of irradiated industrial bread in comparison with conventional baking process

Karami, M. <sup>1\*</sup>, Hamidvand, T. <sup>2</sup>, Etminan, A. R. <sup>3</sup>

1. Assistant Professor of food science and technology, Faculty of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University of Hamedan, Hamedan, Iran
2. M.Sc. student of chemistry engineering- food science and technology, Kermanshah branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran
3. Assistant Professor of Agronomy and Plant Breeding, Kermanshah branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

(Received: 2015/10/31 Accepted: 2016/09/04)

The effect of two factors, packaging (with high density poly ethylene) and irradiation with gamma ray (with 0, 1, 3 and 5 KGr) was investigated on chemical and microbiological characteristics of industrial breads produced in Kermanshah city by Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 repetition. ANOVA showed packaging had no significant effect on above characteristics, while irradiation had significant effect ( $P<0.05$ ) and ( $P<0.01$ ). Mean comparison of data showed that gamma ray with 5 KGr had the most effect on reduction of total count, yeast and mold, but the moisture, ash and moisture content were unchanged. Correlation of bread characteristics showed that total count had significant correlation with yeast and mold at  $P<0.05$  and with ash and protein content at  $P<0.01$  and did not have a significant correlation with moisture. In addition, yeast and mold had significant correlation with chemical characteristics at  $P<0.01$  and ash with protein had significant correlation at  $P<0.01$ . The obtained results confirm that gamma irradiation is effective in reducing the microbial load at industrial bread, without a significant change in chemical characteristics. The results of SEM analysis showed both bread with and without packaging under 5 KGy irradiation had the most pores and porosity, however the bread without packaging had a better texture.

**Keywords:** Bread, Gamma ray, Irradiation, Packaging, SEM

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: mkarami@basu.ac.ir