

## (مقاله پژوهشی)

## تأثیر دمای نگهداری بر کیفیت میکروبی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی پودر میگوی تولیدی به روش خشک کردن کف پوشی

شبنم حمزه<sup>۱</sup>، علی معتمدزادگان<sup>۲\*</sup>، سید احمد شهیدی<sup>۳</sup>، محمد احمدی<sup>۴</sup>، جو مک رگینستین<sup>۵</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران..

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.

۴- استادیار، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد آیت ا... آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران..

۵. استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کرنل، ایتاکا، آمریکا.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۸

## چکیده

خشک کردن کف پوشی فرآیندی است که در آن مواد غذایی مایع به وسیله ترکیب گاز به داخل آن‌ها به کف پایدار تبدیل شده، سپس در دمای نسبتاً پایین خشک می‌شوند. در این پژوهش کف میگو با استفاده از محلول ۰/۲۵ درصد صمغ دانه شاهی و رقیق‌سازی با نسبت ۱ به ۴ میگو به آب، طی ۴ دقیقه زدن به دست آمد و سپس کف تولیدی با ضخامت ۴ میلی‌متر با استفاده از خشک‌کن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید. در ادامه تأثیر دو دمای نگهداری (محیط و یخچال) بر ماندگاری پودرهای میگوی تولیدی طی مدت ۶ ماه بررسی شد. آزمون‌ها شامل دانسیته، فعالیت آبی، جذب آب، جذب روغن، نیتروژن فرار، تیوباریوتیک اسید، پراکسید و شمارش میکروبی شامل کلی فرم، کپک و مخمر و شمارش کلی بود. نتایج نشان داد شمار باکتری‌های مزوفیل، سرماگرا، کلیفرم کل، ویبریوها، کپک و مخمر با افزایش دوره ماندگاری روند افزایشی داشتند، از طرفی کلیفرم مدفوعی، اشرشیا و سالمونلا هم در نمونه‌های اولیه و هم در طول دوره ماندگاری در نمونه‌های پودر میگو مشاهده نشدند. در طول دوره ماندگاری، جذب آب، جذب روغن و فعالیت آبی روند کاهشی درحالی‌که نیتروژن فرار، تیوباریوتیک اسید، پراکسید و دانسیته روند افزایشی داشتند. همچنین در نمونه‌های نگهداری شده یخچال در پایان دوره ۶ ماهه نسبت به نمونه‌های ذخیره شده در محیط، میزان نیتروژن فرار، تیوباریوتیک اسید، پراکسید و فعالیت آبی کمتر بود. در کل، پودر میگو در صورت کنترل فعالیت آبی محیط ماندگاری قابل ملاحظه ای دارد و ماندگاری آن در دمای یخچال به نحو قابل توجهی افزایش می‌یابد.

واژه های کلیدی: کف پوشی، بار میکروبی، پودر میگو، ماندگاری..

## ۱- مقدمه

میگو (*Penaeus indicus*) جاندارى است از شاخه بندپایان، از رده سخت‌پوستان و از دسته خرچنگ‌های دراز که دارای جثه کوچکی می‌باشد (۴). میگو یکی از مغذی‌ترین غذاهای دریایی است که در مقایسه با سایر غذاهایی که پروتئین زیادی دارند (نظیر گوشت ماهی و گروه ماکیان) کالری کم‌تری دارد. میگو منبع غنی از ویتامین B<sub>12</sub>، B<sub>6</sub>، A، E، C، D و املاحی چون کلسیم، پتاسیم، روی، مس، منگنز و سلنیوم است. علاوه بر این کلسیم، روی، آهن، منیزیم و فسفر میگو نسبت به سایر آبزیان بیشتر است همچنین میزان جیوه در گوشت میگو در مقایسه با سایر مواد غذایی دریایی پایین‌تر است. پروتئین موجود در میگو کیفیت بالایی داشته و حاوی تمام اسیدآمین‌های لازم جهت رشد می‌باشد (۲۵). پروتئین‌های سارکوپلاسمیک میگو به دلیل ماهیتشان زودتر اکسیدشده و از طریق اکسیداسیون و فعالیت آنزیمی ماندگاری محصول نهایی را کاهش می‌دهند. تغییر سریع‌تر رنگ محصولاتی نظیر پودر ماهی به دلیل اکسیداسیون هموگلوبین و میوگلوبین بیشتر است. فعالیت آنزیمی بالا، فعالیت آبی نسبتاً بالا، سازگاری ترکیبات میگو برای رشد گروه بسیاری از میکروارگانیسم‌های عامل فساد، سهولت هضم و تجزیه‌پذیری پروتئین‌های میگو، وجود مقادیر قابل توجهی از اسیدهای چرب چند غیراشباع در ساختمان تری گلیسیریدهای چربی میگو از عواملی هستند که میگو را مستعد فساد زود هنگام پس از صید می‌سازند (۴). یکی از راه‌هایی که می‌توان ماندگاری میگو را افزایش داد خشک کردن آن است. در سال‌های اخیر استفاده از روش خشک کردن کف‌پوشی مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. با استفاده از این روش محصولاتی با خصوصیات مورد نظر، آب‌رسانی مطلوب، کنترل دانسیته و حفظ مواد فرار حاصل می‌شود (۲۲، ۲۶). ساختار متخلخل کف باعث افزایش نرخ اولیه خروج آب، در نتیجه باعث کوتاه شدن سیکل خشک کردن و استفاده از دماهای نسبتاً پایین می‌شود. در طول خشک کردن کف‌پوشی

حرکت رطوبت به سطح و سرعت بالای حذف رطوبت از مواد باعث به حداقل رساندن آسیب‌های حرارتی به محصول می‌شود (۷). در این روش محصول قبل از خشک کردن تبدیل به کف می‌شود که این امر باعث افزایش سطح خشک کردن و در نتیجه بهبود سرعت خشک کردن می‌شود (۲۷). افزایش سرعت خشک کردن به دلیل افزایش سطح تماس و انتقال ساده‌تر رطوبت از میان ساختار کف خشک‌شده متخلخل، نسبت به ساختار دارای تخلخل کمتر مایع خشک‌شده می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تبدیل ماده غذایی مایع به کف هزینه کمتری برای بهبود کیفیت محصول دارد. کف‌ها بسیار تندتر از مایع‌ها خشک می‌شود (۳). در خصوص خشک کردن کف‌پوشی گوشت میگو که تلفیقی از گوشت میگو، آب و یک ماده پایدار یا کف‌کننده است، گوشت را از حالت جامد به یک سیستم سوسپانسیون-کف پایدار تبدیل می‌کنند. وجود حباب‌های هوا در ساختار این سوسپانسیون سبب می‌شود سرعت انتقال حرارت در لایه‌های نازک کف افزایش یافته، سطح تماس ذرات ماده خشک فیله با مایع موجود در لابه‌لای کف بیشتر شده و امکان خشک کردن در دمای پایین‌تر و سرعت نسبتاً بیشتر فراهم گردد (۱۵). این روش به دلیل توانایی آن در فرآوری موادی که خشک کردن آن‌ها دشوار است، مورد توجه می‌باشد (۴۵). پودرهای خشک‌شده به روش کف‌پوشی با کیفیت خوب از طیف گسترده‌ای از مواد غذایی از جمله رب گوجه‌فرنگی، پرتقال، انگور، سیب، آب‌لیمو، آناناس، قهوه و شیر تولید می‌شوند (۱۶). این روش برای خشک کردن میوه و نوشیدنی‌ها مانند انبه (۳۳)، موز (۳۹)، میوه استار (۱۷)، آب پرتقال (۱۲)، شیر سویا (۶) و آب سیب (۳۲) بسیار موفقیت‌آمیز بوده است. شرایط نگهداری پودر بر خصوصیات آن تأثیرگذار می‌باشد. یکی از پارامترهایی که در نگهداری پودر بسیار مهم می‌باشد دمای نگهداری است. در این پژوهش خصوصیات پودر میگوی تولیدی به روش خشک کردن کف‌پوشی به مدت ۶ ماه در دو دمای مختلف (یخچال و محیط) بررسی شد و تأثیر دمای نگهداری بر زمان نگهداری

بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی پودرهای تولیدی بررسی شد.

## ۲- مواد و روش

### ۱-۲- تولید پودر میگو به روش کف پوشی

میگو سفید هندی بعد از خریداری، سریعاً پاک و منجمد شده تا زمان استفاده در فریزر نگهداری شد. در هر بار آزمایش، میگوی منجمد بعد از خروج از انجماد در دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، به منظور از بین بردن آلودگی میکروبی و فعالیت آنزیمی به مدت ۴ دقیقه در آب نمک (۲٪ وزنی/ حجمی) ۱۰۰ درجه سانتی گراد غوطه‌ور شد (نسبت میگو به محلول نمک در مام آزمایش‌ها ۱:۲ بود) (۲۸، ۳۱)، سپس به مدت ۱۰ دقیقه در هوای آزاد سرد شدند. میگوهای آنزیم بری شده، توسط دستگاه خردکن خانگی (مدل HB-5503AP، پارس خزر، ایران) خرد شدند تا این که به صورت خمیر یکنواخت در آمدند. تهیه پودر میگو به طریق کف پوشی و به روش عزیزپور (۱۳۹۱) با اندکی تغییرات انجام شد (۳). در ابتدا خمیر میگو به نسبت مشخص (۱ به ۴) در یک بشر ۲۰۰ میلی‌لیتر توزین شد. به منظور اضافه کردن مقدار مورد نظر صمغ دانه‌شاهی (۰/۲۵ درصد وزنی/وزنی)، محلول صمغی که در روز قبل تهیه شده بود به میزان تعیین شده، به خمیر میگو اضافه گردید و مابقی تا وزن ۱۰۰ گرم آب مقطر ریخته شد (شرایط بهینه تولید کف با ۰/۲۵ درصد صمغ و نسبت ۱ به ۴ میگو به آب بود). سپس مخلوط جهت همگن شدن به مدت ۳۰ ثانیه با هم زن مغناطیسی مخلوط شد. مخلوط موردنظر با هم زن برقی با بیشترین سرعت در دمای محیط به مدت ۴ دقیقه هم زده شد. نمونه‌ها پس از هم زدن و تولید کف درون پلیت‌های آلومینیومی با ضخامت ۷۰ میکرون، قطر ۹۰ میلی‌متر به ضخامت ۴ میلی‌متر ریخته شد و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ثابت در آون فن دار خشک شدند (شرایط بهینه خشک کردن ضخامت ۴ میلی‌متر و دمای

۷۰ درجه سانتی‌گراد بود). سپس نمونه‌ها از خشک‌کن خارج شده، لایه خشک‌شده از سطح پلیت تراشیده و با آسیاب خانگی تفال به مدت ۳۰ ثانیه آسیاب گردید. در ادامه نمونه‌های تولیدی به میزان لازم تولید و ماندگاری آن طی نگهداری در بسته‌های پلی‌اتیلنی در دو دمای یخچال و محیط بررسی شد. آزمایش‌ها در روزهای اول، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ روز انجام گردید.

### ۲-۲- اندازه‌گیری ظرفیت جذب آب

شاخص جذب آب بر اساس روش مک کونل و همکاران (۱۹۷۴) با اندکی تغییر تعیین شد (۲۴). ۱ گرم نمونه پودر به ۷/۵ گرم آب مقطر در لوله سانتی‌فیوژ ۲۵ میلی‌لیتر که از قبل توزین شده بود، اضافه شد. لوله با استفاده از شیکر به مدت ۴ دقیقه مخلوط گردید، سپس لوله‌ها در سانتی‌فیوژ (6C Labnet, Iran) قرار داده شد و در سرعت  $4000 \times g$  به مدت ۲۰ دقیقه سانتی‌فیوژ شد. در نهایت مایع شفاف بالای لوله به آهستگی خالی شد. قطرات آب چسبیده به لوله با احتیاط جدا گردید به طوری که کمترین مقدار آب ممکن در لوله باقی بماند، سپس لوله دوباره توزین گردید. درصد ظرفیت جذب آب با استفاده از معادله ۱-۲ محاسبه شد. آزمایش‌ها برای هر نمونه در دو تکرار انجام شد.

معادله (۱-۲)

$$\% \text{ ظرفیت جذب آب} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

که در این رابطه A مقدار آب اضافه‌شده به پودر قبل از سانتی‌فیوژ (گرم)، B مقدار آب برداشته شده بعد از سانتی‌فیوژ (گرم)، و C وزن نمونه پودر (گرم) می‌باشد.

### ۲-۳- دانسیته توده

برای اندازه‌گیری دانسیته توده از روش تغییر یافته ونگ و کینسلا (۱۹۷۶) استفاده شد (۳). ۳ گرم پودر در استوانه مدرج ریخته شد و به مدت ۲ دقیقه تا به دست حجم ثابت به استوانه

ضربه آهسته زده شد. دانسیته توده بر حسب گرم بر میلی لیتر گزارش شد.

#### ۲-۴- جذب روغن

برای جذب روغن مقدار هفت و نیم گرم روغن مایع گیاهی مخصوص سرخ کردن (شرکت اویلا ایران) با یک گرم پودر میگو مخلوط و به مدت ۴ دقیقه با کمک شیکر لوله با حداکثر سرعت هموزن شد. سپس به مدت یک ساعت در دمای اتاق استراحت داده و با سانتریفوژ (6C, Labnet, Iran) در سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ گردید. روغن جداشده با کمک قطره چکان پلاستیکی خارج و وزن روغن جذب شده محاسبه شد (۲).

#### ۲-۵- اندازه گیری فعالیت آب ( $a_w$ )

برای اندازه گیری فعالیت آبی ۳ گرم پودر تولیدی در ظرف مخصوص دستگاه  $a_w$  متر ساخت آمریکا (Rotronic Hygrolab-2) قرار گرفته، فعالیت آبی آن بعد از متعادل شدن در ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری و ثبت شد (۲).

#### ۲-۶- اندازه گیری پراکسید

محتوای پراکسید نمونه ها به روش تیتراسیون یدومتری (AOCS, 1990) انجام شد (۴۲).

#### ۲-۷- اندازه گیری تیوباریتوریک اسید

شاخص TBA به روش یو و همکاران (۲۰۰۷) اندازه گیری شد (۴۳). در این بررسی اندیس TBA به صورت شدت جذب در ۵۲۳ نانومتر بیان گردید و پیشرفت اکسیداسیون روغن به وسیله افزایش شدت جذب TBA مشخص شد.

#### ۲-۸- بازهای نیتروژنی فرار

به روش کلدال بدون هضم نمونه در اسیدسولفوریک، ضریب تبدیل ۶/۲۵ انجام شد (۴۲).

#### ۲-۹- پارامترهای میکروبی

##### ۲-۹-۱- آماده سازی نمونه ها

ابتدا ۵ گرم از نمونه پودر میگو به ۴۵ میلی لیتر سرم فیزیولوژی ۰/۸۵ درصد اضافه شده و به مدت ۶۰ ثانیه در یک مخلوط کن آزمایشگاهی هموزن شد.

##### ۲-۹-۲- شمارش کلی باکتری های مزوفیل

برای شمارش کلی باکتری های مزوفیل و سرماگرا، از محیط کشت TSA (Tryptic Soy agar) استفاده شد. ۰/۱ میلی لیتر از رقت های تهیه شده، به طور سطحی بر روی محیط کشت TSA کشت داده شده و پلیت های کشت داده شده در دمای ۳۵ درجه برای ۴۸ ساعت و دمای ۴ درجه برای ۱۰ روز به ترتیب برای باکتری های مزوفیل و سرماگرا گرمخانه گذاری شدند. بعد از پایان زمان انکوباسیون، تعداد کلنی های رشد یافته در عکس رقت مورد استفاده ضرب شده و بر حسب واحد تشکیل دهنده کلنی در گرم از پودر سوپ میگو (CFU/g) گزارش شدند (۸).

##### ۲-۹-۳- شمارش ویبریوها

برای شمارش ویبریو خصوصاً گونه پارهمولیتیکوس از محیط کشت TCBS (-Thiosulfate-citrate-bile salts) sucrose agar) استفاده گردید. بعد از تهیه رقت و کشت سطحی در محیط مذکور، انکوباسیون در دمای ۳۵ درجه به مدت ۴۸ ساعت انجام شده و کلنی های سبز-آبی و سبز-زرد شمارش شدند (۹).

**۲-۹-۴- جداسازی سالمونلا تیفی و تیفی موریوم**

برای جداسازی این باکتری از محیط‌های غنی کننده (لاکتوز برات، سلنیت اف، تتراتیونات برات)، انتخابی و افتراقی (بیسموت سولفیت آگار و سالمونلا-شیکلا آگار) و تشخیصی (لیزین آیرون آگار و اوره آگار) استفاده گردید. کلنی‌های خاکستری و یا سیاه به‌عنوان سالمونلا تیفی و یا تیفی موریوم در نظر گرفته شدند (۲۰).

**۲-۹-۵- شمارش کلی فرم، کلی فرم مدفوعی و اشرشیا کلی**

برای شمارش این گروه از باکتری‌ها از محیط کشت ECC کروم آگار استفاده می‌گردد. ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت تهیه‌شده، بر روی دو پلیت از محیط کشت مذکور به‌طور سطحی کشت داده شد. پلیت‌ها به‌طور همزمان به مدت ۴۸ ساعت در دماهای ۳۷ و ۴۴ درجه سانتی‌گراد، به ترتیب جهت شمارش توتال کلی فرم و کلی فرم‌های مدفوعی، گرمخانه‌گذاری شدند. رشد کلنی‌های قرمز در ۳۷ و ۴۴ درجه سانتی‌گراد نشان‌دهنده باکتری‌های مذکور بوده و رشد کلنی‌های سبز متمایل به آبی در هر دو محیط نشان‌دهنده وجود اشرشیا می‌باشد (۳۵).

**۲-۹-۶- شمارش کپک و مخمر**

جهت شمارش کپک و مخمر از محیط کشت PDA (Potato Dextrose agar) حاوی کلروتتراسایکلین و پنی‌سیلین استفاده گردید. ۰/۱ میلی‌لیتر از رقت تهیه‌شده، به‌صورت سطحی بر روی محیط مذکور کشت داده شده و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز گرمخانه‌گذاری گردید (۳۸).

**۲-۱۰- آنالیز آماری**

طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش‌های فاکتوریل ۲\*۶ با سه تکرار اجرا شد. متغیرها شامل شش سطح از زمان و دو سطح از دمای نگهداری در سه تکرار بودند. مقایسه میانگین در سطح اطمینان ۹۵٪ به روش دانکن با نرم‌افزار SPSS انجام پذیرفت.

**۳- بحث و نتایج****۳-۱- تأثیر دما و زمان نگهداری بر بار میکروبی**

بار میکروبی (قارچ‌ها و باکتری‌ها) پودر میگو در طول دوره ۶ ماهه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج در جدول ۱ ارائه شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شمار باکتری‌های مزوفیل و سرماگرا با افزایش دوره ماندگاری روند افزایشی داشتند، همچنین این روند افزایشی در دمای یخچال نسبت به دمای محیط بیشتر نمود داشت؛ که با توجه به خصوصیات این گروه از باکتری‌ها قابل توجیه می‌باشد. شمار کلیفرم کل و ویبریوها نیز با افزایش دوره ماندگاری افزایش یافت، اما روند افزایشی در دمای محیط نسبت به دمای یخچال بیشتر بود. از طرفی کلیفرم مدفوعی و اشرشیا، هم در نمونه‌های اولیه و هم در طول دوره ماندگاری در نمونه‌های پودر میگو مشاهده نشدند. نتایج آزمایش کشت سالمونلا در تمامی نمونه‌های مورد آزمون و طول دوره ۶ ماهه نگهداری منفی بود که در محدوده استاندارد برای پودر ماهی و میگو می‌باشد (۱). نتایج شمار کپک و مخمر نیز در طول دوره نگهداری روند افزایشی را نشان داد همچنین در دمای یخچال این افزایش بیشتر بوده است. با توجه به افزایش بار میکروبی طی ۶ ماه نگهداری، میزان کپک و مخمر و باکتری در پایان ماه ۶ در محدوده استاندارد تعریف‌شده برای پودر ماهی و میگو بر اساس استاندارد ۷۲۲ می‌باشد (۱).

جدول ۱- نتایج آزمون میکروبی پودر میگو طی دوره ۶ ماهه نگهداری در دو دمای یخچال و محیط

نوع	روز اول	روز ۴۵	روز ۹۰	روز ۱۳۵	روز ۱۸۰
میکروب	محیط	محیط	محیط	محیط	محیط
میکروب	یخچال	یخچال	یخچال	یخچال	یخچال
مزوفیل	$2/05 \times 10^4$	$1/26 \times 10^5$	$1/78 \times 10^5$	$2/46 \times 10^5$	$5/3 \times 10^5$
سرماگرا	$3/55 \times 10^2$	$2/16 \times 10^4$	$2/53 \times 10^4$	$4/75 \times 10^4$	$7/75 \times 10^4$
کلی	۸	۱۷	۱۱	۳۴	۱۸
فرم کل					
کلی	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
فرم					
مدفوعی					
اشرشیا	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
کلی					
کپک و مخمر	۵۹	$1/71 \times 10^3$	$3/5 \times 10^3$	$4/72 \times 10^3$	$6/78 \times 10^3$
ویبریوها	$1/9 \times 10^2$	$2/84 \times 10^3$	$1/97 \times 10^3$	$4/85 \times 10^3$	$3/7 \times 10^3$
سالمونلا	منفی	منفی	منفی	منفی	منفی

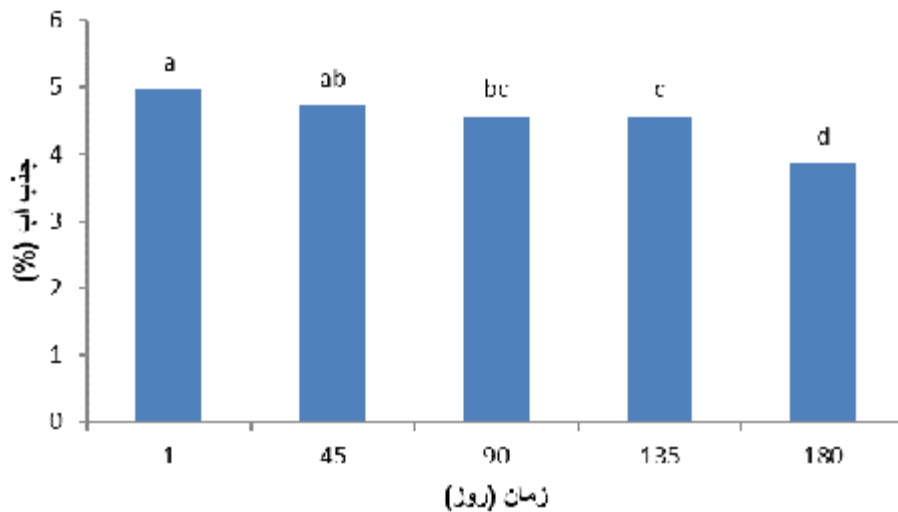
### ۳-۲- جذب آب

نتایج آنالیز آماری نشان داد که تنها زمان نگهداری بر جذب آب پودر تأثیرگذار است. دمای نگهداری و برهمکنشها اثر معنی داری بر این پارامتر نداشتند. تأثیر زمان نگهداری بر جذب آب به صورت نمودار شکل ۱، نشان داده شده است و با افزایش زمان نگهداری میزان جذب آب نمونه های پودر کاهش یافت. جذب آب را باید مهم ترین خصوصیت فیزیکی پروتئین ها دانست. این پدیده نه تنها بر ساختمان فیزیکی خصوصیات فرابندی ماده غذایی حاوی پروتئین مانند خشک شدن، عمیقاً اثر می گذارد. از نظر فساد ماده غذایی نیز به دلیل تأثیری که بر میزان فعالیت آب دارد، بسیار حائز اهمیت است.

بر اساس نمودار مقایسه میانگین در طول دوره نگهداری جذب آب پودر میگو روند کاهشی نشان داد. کاهش ظرفیت نگهداری آب اثر مستقیمی بر کاهش رطوبت محصول داشته و باعث می شود در طول مدت نگهداری وزن محصول خام کاهش پیدا کند. مولکول های آب در پروتئین ها به چندین گروه پروتئین متصل می شوند. از عوامل مؤثر بر ظرفیت نگهداری آب پروتئین می توان به غلظت پروتئین، pH، قدرت یونی، دما، ترکیبات غذایی دیگر همچون اجزایی مانند پلی ساکارید ها، چربی ها و نمک ها، سرعت و طول تیمار حرارتی اشاره کرد (۴۴). pH محیط به خاطر تغییراتی که در میزان گروه های باردار در سطح پروتئین به وجود می آورد می تواند

زیادی دارد. پروتئین‌ها و به‌خصوص پروتئین‌های میوفیبریلار مهم‌ترین ساختمان‌های نگه‌دارنده آب محسوب می‌شوند. آرایش میوفیبریل‌ها و ساختمان سه‌بعدی آن‌ها عواملی هستند که باعث می‌شوند این پروتئین‌ها آب را در درون خود نگه دارند. لذا حجم پروتئین‌های میوفیبریلار از نظر ظرفیت نگهداری آب در درجه اول اهمیت قرار دارد و بروز هرگونه تغییر در آرایش فضایی پروتئین‌های رشته‌ای می‌تواند در مقدار این ظرفیت تأثیر داشته باشد (۴۱).

به شکل بسیار مؤثری بر ویژگی‌های جذب آب پروتئین‌ها تأثیرگذار است. با توجه به اینکه جذب مولکول‌های آب در سطح پروتئین از طریق پیوندهای هیدروژنی صورت می‌گیرد، هر عامل و شرایطی که سبب گسیختگی و سستی این پیوندها شود در میزان جذب آب پروتئین‌ها اثر منفی دارد. کریستینسون و راسکو (۲۰۰۰)، بیان کردند که افزایش pH می‌تواند منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب در ایزوله پروتئین ماهی شود (۲۱). جذب آب بر پارامترهایی که در کیفیت محصول نهایی مؤثرند از جمله بافت، قوام و طعم تأثیر



شکل ۱- اثر زمان نگهداری بر میزان جذب آب پودر میگو

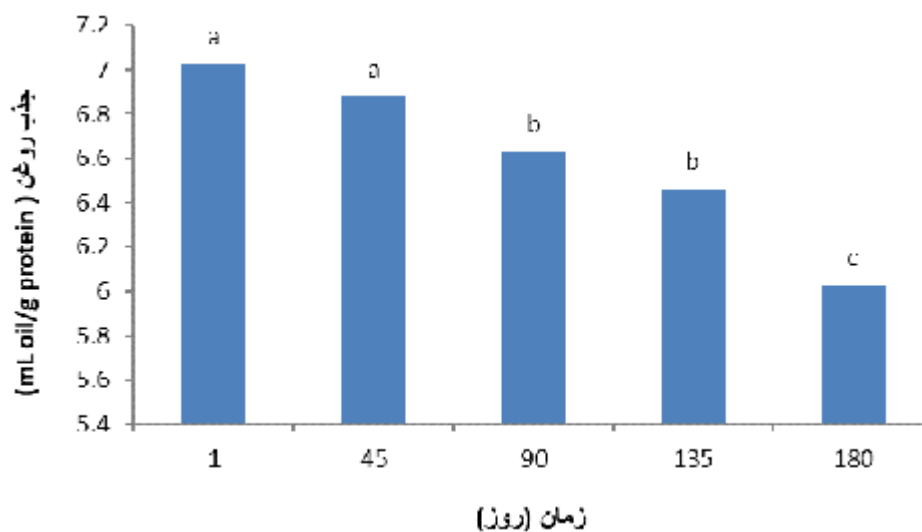
کاهش زنجیره‌های غیر قطبی در دوره نگهداری میزان جذب روغن نمونه‌ها کاهش یافته است. بسیاری از پژوهشگران میزان جذب روغن را به‌عنوان محبوس کردن فیزیکی روغن عنوان نموده‌اند و آن را به زنجیره‌های غیر قطبی پروتئین که ممکن است با زنجیره‌های جانبی هیدروکربنی روغن پیوند برقرار کنند و همچنین به شکل فضایی پروتئین نسبت می‌دهند و در نتیجه اختلاف بین این عوامل را در مواد غذایی مختلف باعث اختلاف در اعداد به‌دست‌آمده در جذب روغن پیشنهاد می‌کنند (۱۹). ابو و مولر (۲۰۰۵) به این نتیجه رسیده‌اند که هر چه اسیدهای آمینه غیر قطبی در زنجیره جانبی پروتئین‌ها بیشتر باشند، ظرفیت جذب روغن بیشتر است

### ۳-۳- جذب روغن

مکانیسم جذب روغن می‌تواند به‌عنوان به دام افتادگی فیزیکی روغن متصل به زنجیره‌های غیرقطبی پروتئین‌ها توضیح داده شود که هم به مقدار پروتئین و هم به نوع آن وابسته است (۳۷). نتایج آنالیز آماری نشان داد که تنها زمان نگهداری بر جذب روغن پودر تأثیرگذار است. میزان روغن جذب‌شده در نمونه، شاخص مهمی در فرمولاسیون مواد غذایی می‌باشد زیرا که بر خصوصیات نظیر احساس دهانی، طعم و دلبذیر بودن محصول تأثیر مستقیم دارد. در طول دوره ۶ ماهه نگهداری میزان جذب روغن نمونه‌های پودر میگو روند نزولی نشان داد (شکل ۲). احتمالاً به دلیل تغییرات ساختمان پروتئین‌ها و

اسیدهای آمینه غیرقطبی با زنجیره چربی ها می باشد (۱۸).

(۵). پروتئین های با خواص آبگریزی بیشتر ظرفیت اتصال به روغن بالاتری را ایجاد می کنند که بیانگر اتصال زنجیره های

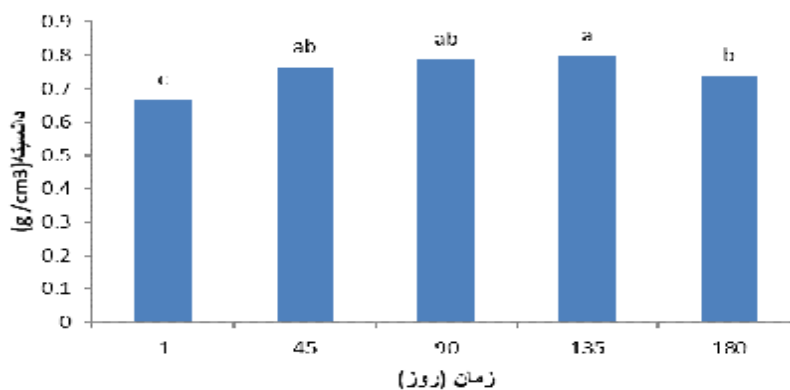


شکل ۲- اثر زمان نگهداری بر میزان جذب روغن پودر میگو

دانسیته توده پودر میگو به طور کلی روند افزایشی را نشان داد اما در پایان ماه ششم اندکی کاهش یافت (شکل ۳). افزایش دانسیته احتمالاً به دلیل کاهش اندازه ذرات پودر در طول دوره ماندگاری می باشد.

### ۳-۴- دانسیته توده

دانسیته توده از دیدگاه کنترل کیفیت مواد غذایی، در خصوص اضافه شدن ترکیب پودر خام به محصول و بخصوص در پرکن ها حائز اهمیت می باشد (۱۱). نتایج آنالیز آماری نشان داد که تنها زمان نگهداری بر دانسیته پودر تأثیر گذار است.



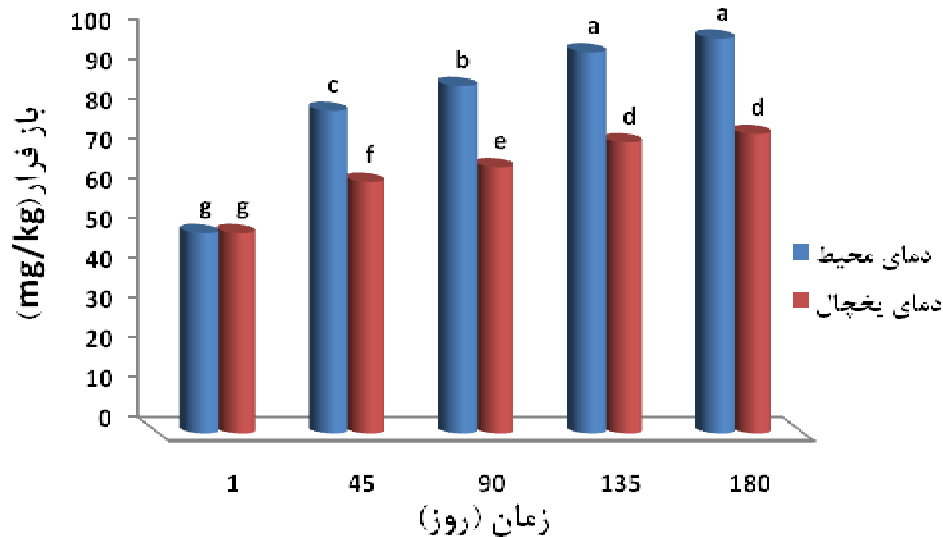
شکل ۳- اثر زمان نگهداری بر دانسیته پودر میگو



### ۳-۵- باز نیتروژنی فرار (TVB-N)

نتایج آنالیز آماری نشان داد که زمان و دمای نگهداری بر TVB-N پودر تأثیرگذار بود؛ همچنین برهمکنش‌ها اثر معنی‌داری بر این فاکتور داشتند. TVB-N یک شاخص مهم برای ارزیابی کیفی میگو است و متشکل از تری متیل آمین، دی متیل آمین، آمونیاک و سایر ترکیبات نیتروژنی فرار مرتبط با فساد غذاهای دریایی می‌باشد که از طریق باکتری‌های مولد

فساد، آنزیم‌های اتولیتیک، آمین‌زدایی اسیدهای آمینه و نوکلئوزیدها تولید می‌شود (۲۳). مقادیر TVB-N در تمامی تیمارها در طول دوره نگهداری و با افزایش دمای نگهداری روند افزایشی معنی‌داری نشان داد (شکل ۴). افزایش مقادیر TVB-N در طی دوره نگهداری را می‌توان با فعالیت باکتری‌های مولد فساد و احتمالاً آمین‌زدایی اسیدهای آمینه در ارتباط دانست (۳۰).

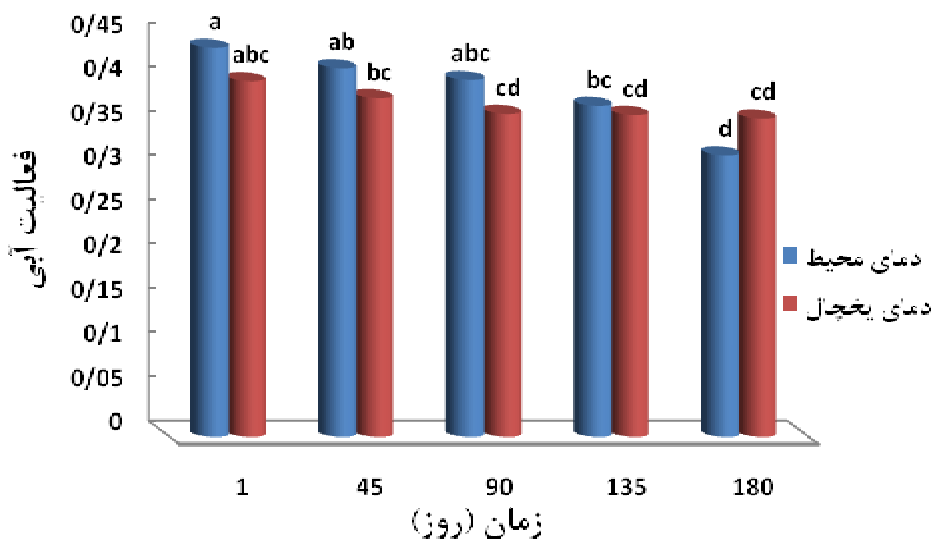


شکل ۴- اثر زمان و دمای نگهداری بر باز نیتروژنی فرار پودر میگو

### ۳-۶- فعالیت آبی

فعالیت آبی در سیستم‌های غذایی تا حدود زیادی وابسته به تعامل میان فاز آبی و ساختار بیوپلیمرهای موجود دارد (۱۴). بررسی این پارامتر در تکنولوژی مواد غذایی به خاطر تأثیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبیولوژیکی فرآورده حائز اهمیت است (۴۰). علاوه بر این، در مورد پودرهای غذایی، این شاخص مستقیماً بر رفتار جریان، کلوخه شدن و میزان فشردگی اثر می‌گذارد (۳۷). نتایج آنالیز آماری نشان داد زمان و دمای نگهداری بر فعالیت آبی پودر تأثیرگذار است و همچنین اثر متقابل زمان و دمای نگهداری نیز بر فعالیت آبی معنی‌دار بود.

در این تحقیق فعالیت آبی پودر میگو در طول دوره ۶ ماهه ماندگاری در محدوده ۰/۳ تا ۰/۴۶۹ محاسبه شد. فعالیت آبی در نمونه‌های ذخیره‌شده در دمای یخچال نسبت به دمای محیط میزان کمتری نشان داد. همچنین با افزایش دوره نگهداری میزان فعالیت آبی پودر میگو روند نزولی نشان داد (شکل ۵). همان‌طور که قبلاً بیان شد، پروتئین‌ها و به خصوص پروتئین‌های میوفیبریلار مهم‌ترین ساختمان‌های نگه‌دارنده آب محسوب می‌شوند. آرایش میوفیبریل‌ها و ساختمان سه‌بعدی آن‌ها عواملی هستند که باعث می‌شوند این پروتئین‌ها آب را در درون خود نگه دارند. احتمالاً به دلیل تغییرات جزئی ساختمان سه‌بعدی پروتئین‌های میوفیبریلار فعالیت آبی در طول دوره نگهداری کاهش یافته است.

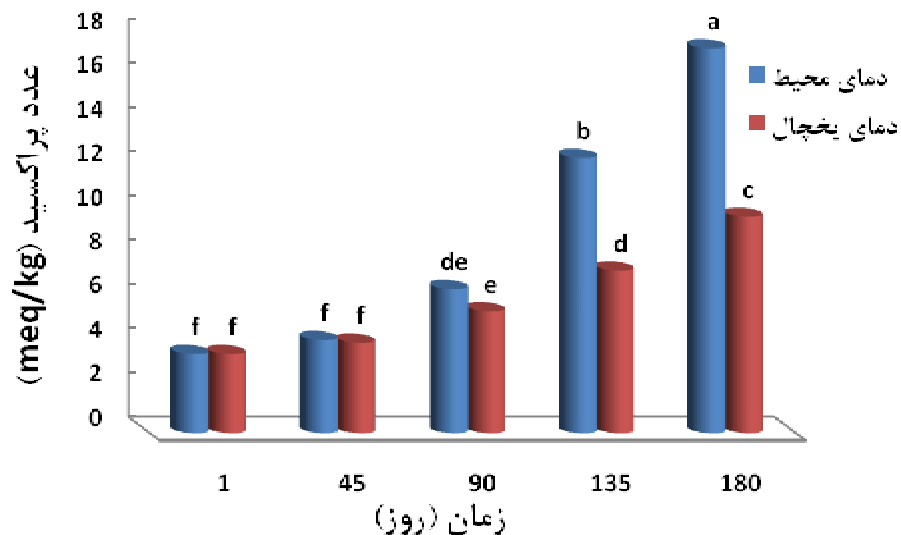


شکل ۵- اثر زمان و دمای نگهداری بر فعالیت آبی پودر میگو

نگهداری به دلیل پدیده انتشار در مرحله اولیه اتواکسیداسیون لیپید میزان پراکسیدها که محصولات اولیه اکسیداسیون می‌باشند افزایش می‌یابد که با نتایج به دست آمده در این تحقیق همبستگی مناسبی دارد. همچنین احتمالاً به دلیل هیدرولیز تری گلیسرید ناشی از فعالیت آنزیم لیپاز یا واکنش‌های غیر آنزیماتیک، میزان پراکسیدها در دمای محیط بالاتر از دمای یخچال می‌باشد. نیرمال و بنجاکول (۲۰۰۹)، بیان کردند که افزایش عدد پراکسید به دلیل حضور اسیدهای چرب در عضلات میگو می‌باشد که تحت عمل اکسیداسیون در زمان ذخیره‌سازی قرار گرفته و منجر به تشکیل هیدروپراکسید و نیز پراکسید شده است (۲۹). علاوه بر این، جدا شدن هیدروژن از پیوند دوگانه اسید چرب باعث تولید رادیکال‌های آزاد اسید چرب می‌شود که می‌تواند بیشتر با اکسیژن واکنش دهد تا هیدروپراکسید اسید چرب تولید کند.

### ۳-۷- عدد پراکسید

پراکسیدها محصولات اولیه فرایند اکسایش روغن‌ها می‌باشند. نتایج آنالیز آماری نشان داد زمان و دمای نگهداری بر عدد پراکسید پودر تأثیرگذار بود؛ همچنین برهمکنش‌ها اثر معنی‌داری بر عدد پراکسید داشتند. واکنش اکسیداسیون طی شرایط نگهداری وابسته به کیفیت اولیه ماده غذایی، نوع روغن، غلظت آنتی‌اکسیدان‌ها و اکسیژن می‌باشد. از جمله فاکتورهای دیگر می‌توان به مقدار اولیه اسیدهای چرب آزاد، درجه حرارت، مقدار رطوبت و مقدار اسیدهای چرب غیراشباع اشاره نمود که بر پایداری اکسیداتیو و پذیرش کیفی روغن در طی فرایند تهیه و زمان نگهداری محصولات غذایی اثر می‌گذارد (۲). همان طوری که در شکل ۶ نشان داده شده میزان اندیس پراکسید در طی دوره نگهداری افزایش یافته، همچنین سرعت تولید ترکیبات ناپایدار پراکسید در دمای یخچال کمتر از دمای محیط بود. با افزایش دما و مدت زمان

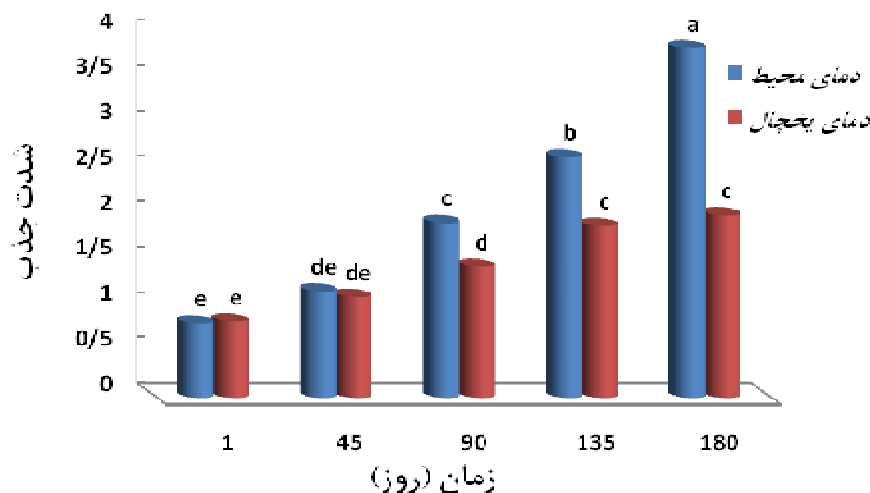


شکل ۶- اثر زمان و دمای نگهداری بر اندیس پراکسید پودر میگو

### ۳-۸- تیوباریتوریک اسید

آزمایش تیوباریتوریک اسید یکی از روش‌های متداول در اندازه‌گیری میزان اکسیداسیون چربی در محصولات دریایی می‌باشد (۲۹). نتایج آنالیز آماری نشان داد که زمان و دمای نگهداری بر تیوباریتوریک اسید پودر تأثیرگذار بود؛ همچنین برهمکنش‌ها اثر معنی‌داری بر این فاکتور داشتند. آزمایش تیوباریتوریک اسید برای سنجش ترکیبات کربونیلی که در مرحله اکسیداسیون ثانویه چربی تشکیل می‌شوند مورد استفاده قرار می‌گیرد. تیوباریتوریک اسید یک روش اندازه‌گیری مالون دی‌آلدئید می‌باشد، که در پایان فرایند اکسیداسیون به وجود می‌آید. همان‌طور که در شکل ۷ قابل مشاهده است، با افزایش مدت زمان و دمای نگهداری میزان TBA همانند عدد پراکسیدروند افزایشی نشان داد. افزایش تیوباریتوریک اسید در طول دوره نگهداری را می‌توان به اکسیداسیون لیپیدها و تبدیل پراکسیدها به موادی چون آلدئیدها و همچنین دهیدروژن شدن جزئی پودر میگو و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع نسبت داد (۲۹). تیوباریتوریک اسید ممکن است میزان اکسیداسیون واقعی لیپید را مشخص نکند.

چرا که پایین بودن مالون دی‌آلدئید شاید ناشی از فعل‌وانفعال میان مالون دی‌آلدئید و آمین‌ها، نوکلئوزیدها و اسید نوکلئیک، آمینواسیدهای فسفولیپیدها، پروتئین‌ها یا دیگر آلدئیدها باشد که در پایان اکسیداسیون لیپید به وجود می‌آیند، که این فعل‌وانفعال به‌طور زیادی با گونه‌های مختلف آزریان تغییر می‌یابد؛ همچنین هر عاملی که بتواند روی جذب TBA اثر بگذارد می‌تواند در نتایج آزمون ایجاد خطا کند و هر شدت جذبی که مشاهده شود الزاماً بیانگر محصولات ثانویه اکسیداسیون نمی‌باشد (۳۴). در مواد با کیفیت بالا TBA باید میزان زیر ۳ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم را نشان دهد. مواد با کیفیت خوب نباید بیش از ۵ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم باشد و در مواد قابل مصرف ۷ تا ۸ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم می‌باشد (۳۶). کادون و همکاران (۲۰۰۵) اشاره کردند که مقادیر TBA کمتر از ۳ بیانگر شرایط قابل قبول برای غذاهای دریایی نگهداری شده به‌صورت منجمد می‌باشد (۴۵). در این تحقیق تنها در ماه ششم عدد TBA بیشتر از ۳ میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم را نشان دهد و در مابقی تیمارها کمتر از این مقدار بود.



شکل ۷- اثر زمان و دمای نگهداری بر میزان تیوباریوتیک اسید پودر میگو (جذب در ۵۵۳ نانومتر)

#### ۴- نتیجه گیری

در این پژوهش ماندگاری نمونه‌های ذخیره‌سازی ۶ ماهه در بسته‌های پلی‌اتیلنی در دو دمای یخچال و محیط بررسی شد. شمارش باکتری‌های مزوفیل، سرماگرا، کلیفرم کل، ویبریوها، کپک و مخمر با افزایش دوره ماندگاری روند افزایشی داشتند از طرفی نتایج آزمون کلیفرم مدفوعی و اشرشیا و سالمونلا هم در نمونه‌های اولیه و هم در طول دوره ماندگاری در نمونه‌های پودر منفی بود. با توجه به افزایش بار میکروبی طی ۶ ماه نگهداری، میزان کپک و مخمر و باکتری در پایان ماه ۶ در محدوده استاندارد تعریف شده برای پودر ماهی و میگو بر اساس استاندارد ملی شماره ۷۲۲ می‌باشد. در طول دوره ماندگاری جذب آب، جذب روغن، فعالیت آبی روند کاهشی و نیتروژن فرار، تیوباریوتیک اسید، پراکسید و دانسیته روند افزایشی داشتند. همچنین در نمونه‌های نگهداری شده یخچال در پایان دوره ۶ ماهه نسبت به نمونه‌های ذخیره‌شده در محیط، میزان نیتروژن فرار، تیوباریوتیک اسید، پراکسید و فعالیت آبی کمتر مشاهده شد. دمای نگهداری بر جذب آب، جذب روغن و دانسیته پودر تأثیر معنی‌داری نداشت. به عنوان نتیجه گیری کلی می‌توان گفت، با کنترل فعالیت آبی پودر میگو

ماندگاری خوبی خواهد داشت که با اعمال دمای سرد افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند.

#### ۴- منابع

۱. استاندارد ۷۲۲، ۱۳۸۹، پودر ماهی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، کمیته ملی استاندارد خوراک و فرآورده‌های کشاورزی.
۲. باقری، ح. ۱۳۹۶. تأثیر صمغ‌های بومی دانه ریحان، شاه‌ی، مرو و قدومه شهری بر خصوصیات پودر آب کرفس تولیدی با استفاده از روش خشک‌کردن کف‌پوشی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی ساری.
۳. توکلی پور، ح. ۱۳۸۶. اصول خشک‌کردن مواد غذایی و محصولات کشاورزی. تهران. انتشارات آبیژ، ماهنامه خبری-تحلیلی سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۸. سال هجدهم، شماره ۲۱۱، اسفند ماه.
۴. عزیزپور، م. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی شرایط تولید پودر میگو (*Penaeus indicus*) با استفاده از روش خشک‌کردن کف‌پوشی. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

- Critical Reviews in Food Technology*, 1 (1): 25-70
17. Karim, A. A. and Wai, C. C. 1999. Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola L.*) pure 'e. Stability and air-drying characteristics. *Food Chemistry*, 64 (3): 337-343.
  18. Kaur, M., Singh, N. 2005. Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum L.*) cultivars. *Food Chemistry*, 91: 403-411.
  19. Kaur, M., and Singh, N. 2007. Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicer arietinum L.*) cultivars. *Food Chemistry*, 102: 366-374
  20. Kaushik, P., Kumari, S. and Bharti, SK. 2014. Isolation and prevalence of salmonella from chicken meat and cattle milk collected from local markets of Patna, India. *Veterinary World*, 4, 62-65.
  21. Kristinsson, H.G. and Rasco, B. A., 2000. Biochemical and functional properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (3):657-666.
  22. Kudra, T. and Ratti, C. 2006. Foam-mat drying: energy and cost analyses. *Canadian Biosystems Engineering*, 48, 3.27-3.32.
  23. L'opez-Caballero, M. E., G'omez-Guill'en, M. C., P'erez-Mateos, M. and Montero, P. 2004. A chitosan-gelatin blend as a coating for fish patties. *Food Hydrocolloids*, 19 (2): 303-31
  24. McConnell, A. A., Eastwood, M. A. and Mitchell, WD. 1974. Physical characteristics of vegetable food stuffs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 25: 1457-64.
  25. Mohebbi, M., Akbarzadeh, T M-R., Shahidi, F., Moussavi, M. and Ghoddusi, H-B. 2009. Computer vision systems (CVS) for moisture content estimation in dehydrated shrimp. *Journal of Computers and Electronics in Agriculture*, 69 (2): 128-134.
  26. Muthukumaran, A., Ratti, C. and Raghavan, VGS. 2008 a. Foam mat freeze drying of egg white and Mathematical modeling Part I optimization of egg white foam stability. *Journal of Drying Technology*, 26 (3): 508-512.
  27. Muthukumaran, A., Ratti, C., Raghavan, VGS. 2008 b. Foam mat freeze drying of egg white and Mathematical modeling part II: Freeze
  5. Abu, J. O. and Muller, K. 2005. Functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata L. Walp*) flours and pastes as affected by gamma-irradiation. *Food Chemistry*, 93: 103-111.
  6. Akintoye, O. A. and Oguntunde, OA. 1991. Preliminary investigation on the effect of foam stabilizers on the physical characteristics and reconstitution properties of foam-mat dried soymilk. *Journal of Drying Technology*, 9 (1): 245-262.
  7. Alakali, J. S., Kucha, E. I. and Ariahu, C. C. 2010. Drying characteristics of osmo-foam-mat mango pulp. *Journal of Agriculture, Biotechnology & Ecology*, 3 (1): 87-98
  8. Amin, R. A. 2012. Effect of bio preservation as a modern technology on quality aspects and microbial safety of minced beef. *Global J. Biotechnol. Biochem*, 7, 38-49.
  9. Anjay, S. C., Das, A. and Kurmi, B. 2014. Occurrence of vibrio parahaemolyticus in marine fish and shellfish. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 43 (5): 887-890.
  10. AOCS. 1990. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society (4th ed.), AOCS: Champaign, IL.
  11. Barbosa-C anovas, G. V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P. and Yan, H. 2005. Food Powders: Physical properties, processing and functionality (1st ed.). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
  12. Berry, R. E. and Froscher, JL. 1969. Retention of volatiles in foam mat dried and freeze-dried orange juice. *Florida State Horticultural Society*, 82: 221-223.
  13. Cadun, A., Cakli, S., and Kisla, D. 2005. A study of marination of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris, Lucas, 1846*) and its shelf life. *Food Chemistry*, 90 (1-2):53-59.
  14. Eleonora, L., Laghi, L., Cevoli, C., Berardinelli, A., Ragni, L., Romani, S., and Rocculi, P. 2015. Different analytical approaches for the study of water features in green and roasted coffee beans. *Journal of Food Engineering*, 146: 28-35.
  15. Hardya, Z. and Jideani, VA. 2015. Foam-mat drying technology: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57:12, 2560-2572.
  16. Hertzendorf, M. S., Moshy, R. J. and Seltzer, E. 1970. Foam drying in the food industry. *CRC*

37. Siddiq, M., Nasir, M., Ravi, R., Dolan, K. D. and Butt, M. S. 2009. Effect of defatted maize germ addition on the functional and textural properties of wheat flour. *International Journal of Food Properties*, 12: 1–11.
38. Stagnitta, P. V., Micalizzi, B. and Guzmán, AM. 2006. Prevalence of some bacteria, yeasts and molds in meat foods in Sanluis, Argentin. *Cent Eur J Publ Health*, 14 (3): 141-144.
39. Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S. and Soponronnarit, S., 2008. Drying characteristics and quality of banana foam mat. *Journal of Food Engineering*, 86 (4): 573-583.
40. Venturi, L., Rocculi, P., Cavani, C., Placucci, G., Dalla Rosa, M. and Cremonini, MA. 2007. Water absorption of freeze-dried meat at different water activities: a multianalytical approach using sorption isotherm, differential scanning calorimetry, and nuclear magnetic resonance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 10572–10578.
41. Wang, D. W. S. 1989. Mechanism and theory in food chemistry. Van-Nostrand Reinold. New York.
42. Wang, J. C., Kinsella, J. E. 1976. Functional properties of novel proteins: Alfalfa leaf protein. *Journal of Food Science*, 41: 286–292.
43. Yue, X., Xu, Z., PrinyawiwatKul, W., Losso, JN., King, JM. and Godber, JS. 2007. Comparison of soybean oils, gum and defatted soy flour extraction stabilizing menhaden oil during heating. *Food chemistry*, 73 (1): 19-23.
44. Zayas, J. F. 1997. Functionality of proteins in food. Berlin, Germany: Springer-Verlag. pp. 1-373.
45. Zheng, X. Z., Liu, C. H. and Zhou, H. 2011. Optimization of parameters for microwave-assisted foam mat drying of blackcurrant pulp. *Journal of Drying Technology*, 29 (2): 230-238.
- drying and modeling. *Drying Technology*, 26 (4), 513–518.
28. Niamnuy, C., Devahastin, S. and Soponronnarit, S. 2007a. Quality changes of shrimp during boiling in salt solution. *Journal of Food Science*, 72 (5): S289-S297.
29. Nirmal, N. P. and Benjakul, S. 2009. Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenol Oxidase and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. *Food Chemistry*, 116 (1): 323-331.
30. Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sanchez, M. E. and Robles-Burgueno, M. R. 2000. Postmortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0°C. *Journal of Food Science*, 6 (1): 40-47
31. Posomboon, W. 1998. Processing effect on quality of dried shrimp. M. Eng. Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
32. Raharitsifa, N., Genovese, D. B. and Ratti, C. 2006. Characterization of apple juice foams for foam-mat drying prepared with egg white protein and methylcellulose. *Journal of Food Science*, 71(3): 142-151.
33. Rajkumar, P., Kailappan, R., Viswanathan, R. and Raghavan GSV. 2007. Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. *Journal of Food Engineering*, 79 (4): 1452-1459.
34. Regost, C., Jakobsen, J. V. and Roeraa, AMB. 2004. Flesh quality of raw and smoked fillets of Atlantic salmons influenced by dietary oil sources and frozen storage. *Food Research International*, 37 (3): 259–271.
35. Sallam, K. I. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18: 566–575.
36. Schormüller, J. 1969. Handbuch der lebensmittelchemie (Band III/2). Triesrische Lebensmittel Eier, Fleisch, Fisch, Buttermich, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, Germany/New York, USA. 1584P.

(Original Research Paper)  
**The Effect of Storage Temperature on Microbial and Physicochemical Properties of Shrimp Powder that was Made Using foam Mat Drying**

Shabnam Hamzeh<sup>1</sup>, Ali Motamedzadegan<sup>2\*</sup>, Seyyed-Ahmad Shahidi<sup>3</sup>, Mohammad Ahmadi<sup>4</sup>, Joe Mack Regenstein<sup>5</sup>

1-Ph.D. Student of Food Hygiene, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari,Iran.

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.

4- Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.

5- Assistant Professor, Department of Food Science and Techmology, Cornell University, Ithaca, USA.

Received:18/01/2019

Accepted:15/04/2020

**Abstract**

The foam mat drying is a process in which liquid food is converted into stable foam by combining gas into it, and then dried at a relatively low temperature. In current research, shrimp foam was prepared using 0.25% Cress seed gum and dilution with ratio of 1 shrimp to 4 water after 4 min whipping and then foam with 4mm thickness dried in a drier with 70°C. Shelf life of powders for 6 months and two storage temperatures (ambient and refrigerate) were measured. The experiments included density, water activity, water absorption, oil absorption, total volatile base nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid, peroxide and microbial count including coliform bacteria, mold and yeast, and total count. The count of mesophilic, psychrotroph, total coliforms, vibrios, mold and yeast was increasing during shelf-life time. On the other hand, fecal coliform and escherichia coli and Salmonella were not found in shrimp powder samples during shelf-life period. During the shelf-life period of water absorption, oil absorption, water activity, decreasing trend and TVB-N, thiobarbituric acid, peroxide and density were increasing. In refrigerated samples at the end of the 6-month period, there was a lower level of TVB-N, thiobarbituric acid, peroxide and water activity than those stored in the ambient temperature.

**Keywords;** Foam Mat Drying, Microbial load, Storage, Shrimp Powder.

---

\*Corresponding Author: [amotgan@yahoo.com](mailto:amotgan@yahoo.com)