

## بررسی ترکیبات شیمیایی ماهی پوزانک و ارزیابی تغییرات رطوبت و نمک بافت آن طی روش‌های نمک‌زنی و خشک کردن

عادلہ سلیمانی<sup>\*۱</sup> - محمدجواد وریدی<sup>۲</sup> - علیرضا صادقی ماهونک<sup>۳</sup> - مهدی نصیری محلاتی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱

تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۳

### چکیده

در این پژوهش ابتدا ویژگی‌های شیمیایی ماهی پوزانک که تاکنون هیچ مطالعه‌ای در زمینه آن صورت نگرفته، اندازه‌گیری شد و با ماهی کیلکا گونه آنچویی که فراوانترین میزان صید را در بین شگ ماهیان و گونه‌های مختلف کیلکای دریای خزر دارد مقایسه گردید، نتایج به‌دست آمده نشان داد که میزان چربی، پروتئین، خاکستر و ماده خشک ماهی پوزانک بالاتر از کیلکای آنچویی بود، مقایسه اسیدهای چرب نشان داد، میزان EPA در ماهی پوزانک بسیار بالاتر بوده که نشان می‌دهد این ماهی منبع سرشار امگا ۳ می‌باشد. پس از آن جهت ارزیابی اثر روش‌های نمک‌زنی و خشک کردن روی تغییرات رطوبت و نمک بافت، عمل نمک‌زنی به سه روش سنتی (رایج در شمال کشور)، آب نمک‌گذاری با دو غلظت اشباع و ۲۰ درصد انجام شد و در نهایت نمونه‌های نمک سود شده با دو روش آفتابی و خشک‌کن با دمای ۳۰ درجه خشک شدند، نتایج به‌دست آمده نشان داد که میزان جذب نمک و خروج آب در روش‌های نمک‌زنی متفاوت بوده و در روش سنتی بالاتر بود، اما با اینکه نمونه‌ها در انتهای نمک‌زنی در روش سنتی رطوبت کمتری داشتند، در پایان خشک کردن میزان رطوبت نهایی بالاتری به‌دست آوردند.

واژه‌های کلیدی: ماهی پوزانک، کیلکای آنچویی، نمک‌زنی، خشک کردن، رطوبت

### مقدمه

افزایش جمعیت و کمبود مواد غذایی به خصوص پروتئین با کیفیت بالا موجب شده تا امروزه توجه خاصی به منابع خوراکی دریایی معطوف گردیده و ضرورت شناخت و بهره‌گیری بهینه از این منابع کاملاً احساس گردد. ماهی به عنوان منبع ارزشمند پروتئین، در رژیم غذایی انسان مطرح شده و اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره آن به خاطر پیشگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Shahidi, F., and Botta, J.R., 1994). دریای خزر به عنوان بزرگترین دریاچه جهان دارای منابع عظیم و ارزشمندی از انواع ماهیان و آبزیان است، در دریای خزر دو جنس از خانواده شگ ماهیان (*Clupeonella*) وجود دارد.

### ۱- جنس کیلکاها *Clupeidae*

### ۲- جنس شگ ماهی‌ها یا پوزانک‌ها *Alosa*

پوزانک خزری با نام علمی (*Alosa caspia*) از مهمترین ماهیان اقتصادی دریای خزر است که بررسی سوابق مطالعاتی نشان می‌دهد، تاکنون مطالعات بسیار اندکی روی ماهیان این جنس صورت گرفته است. افراپی (۱۳۸۲) شناسایی این گونه ماهی را در سواحل مازندران و گلستان انجام داده است و عباسی و سبک آرا (۱۳۸۳) برخی از ویژگی‌های بیولوژیک آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند. پوزانک دریای خزر از نظر ریخت‌شناسی دارای بدنی پهن، شکم افتاده، پشت تیره، سر دراز و بلند بوده و علاوه بر لکه روی سرپوش اصلی آبشش، ۳ تا ۷ عدد لکه تیره در طرفین بدن آن دیده می‌شود، در این ماهی دندان‌ها گسترش ضعیفی داشته و تعداد ۶۸ تا ۱۳۵ عدد خار آبششی باریک و طویل در اولین کمان آبششی وجود دارد. این ماهی حدود ۴۰ تا ۷۵ درصد صید شگ ماهیان دریای خزر را تشکیل داده و اهمیت اقتصادی بالایی در دریای خزر دارد (عباسی و سبک آرا؛ ۱۳۸۱) و بیشتر توسط ساکنان منطقه به صورت سنتی شور شده و مصرف می‌گردد. فرآورده‌های دریایی شور و خشک شده در بسیاری از کشورهای درحال توسعه به عنوان منبع مهم پروتئینی ارزان قیمت به

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

\*- نویسنده مسئول: (Email: adelehsolaimani@yahoo.com)

۲- استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار، دانشگاه گلستان

۴- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

نامطلوب در کیفیت محصول به دلیل عدم امکان کنترل کافی و مناسب مراحل مختلف عملیات خشک کردن اجتناب ناپذیر است (معینی وجواهری، ۱۳۸۳). لذا کاربرد روش‌های جدید در فرایند خشک کردن امری ضروری می‌باشد. علی‌رغم اهمیت زیاد ماهی پوزانک در دریای خزر و مصرف آن به صورت شور و خشک شده متأسفانه تاکنون هیچگونه تحقیقی درباره خصوصیات شیمیایی و نمک‌زنی و شور کردن آن صورت نگرفته است. لذا ابتدا ترکیب شیمیایی این ماهی اندازه‌گیری و سپس میزان نفوذ نمک و خروج آب عضله حین نمک‌زنی و همچنین میزان کاهش رطوبت محصولات شور شده به هنگام خشک شدن در هر روش تعیین خواهد گردید.

## مواد و روش‌ها

### آماده‌سازی ماده اولیه

ماهی‌های مورد استفاده در این تحقیق به صورت تازه از محل عرضه ماهی در شهرستان بندر ترکمن تهیه شده و به طور تصادفی از بین ماهیان صیدشده، نمونه‌های هم‌اندازه و سالم با میانگین وزنی  $80 \pm 5$  گرم انتخاب و بلافاصله تخلیه شکمی شده و با آب سرد شستشو داده شدند. سپس به صورت تازه در یخ خردشده به نسبت ۱ به ۱ به آزمایشگاه حمل گردیده و پس از شستشوی نمونه‌های ماهی رطوبت سطحی آن‌ها با کاغذ خشک‌کن گرفته شد سپس نمونه‌ها توزین شده، تعدادی جهت آنالیز شیمیایی خصوصیات ماده اولیه کنار گذاشته شدند و بقیه جهت انجام فرایند نمک‌زنی مورد استفاده قرار گرفتند.

### نمک زنی

در روش سنتی که اغلب در این شهرستان و سواحل دریای خزر مورد استفاده قرار می‌گیرد ماهی‌ها به‌طور متناوب با لایه‌هایی از نمک (حدود ۳۰-۳۵ کیلوگرم نمک برای ۱۰۰ کیلوگرم ماهی) پوشیده شده و سپس در دمای محیط قرار گرفتند. در آب نمک‌گذاری ابتدا دو غلظت ۲۰ درصد و آب نمک اشباع تهیه شده سپس ماهی‌های توزین شده در داخل ظروف مخصوص ریخته شدند. نسبت وزنی به حجمی نمونه‌های ماهی به محلول آب نمک ۱ به ۳ انتخاب شد و برای ثابت نگه داشتن دما طی آب نمک‌گذاری ظروف حاوی نمونه‌ها در داخل یخچال (با دمای  $1 \pm 4$  درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. طی مدت نمک‌زنی میزان نمک و رطوبت بافت در زمان‌های ثابت اندازه‌گیری گردید پس از پایان مدت زمان نمک‌زنی (که در این تحقیق مدت زمان رسیدن به محدوده غلظت نمک متداول در ماهیان خشک شده به روش سنتی توسط ساکنان منطقه در نظر گرفته شد)، نمونه‌ها از داخل ظروف نمک‌زنی خارج گشته و با آب خنک جهت از بین بردن کریستال‌های نمک روی پوست شسته شده و بعد از گذشتن حدود

حساب می‌آیند (Bellagha *et al.*, 2007). به علاوه به دلیل میزان بالای امگا ۳ اسیدهای چرب چند غیراشباعشان مصرف آن‌ها رو به افزایش می‌باشد (آزادشاه وهمکاران، ۲۰۰۹). مهم‌ترین مرحله در تهیه ماهی شور خشک شده نمک‌زدن می‌باشد، افزودن نمک به ماهی، سبب انتقال اسمزی آب به خارج و انتقال نمک به داخل عضله می‌گردد که در نتیجه‌ی کاهش aw، رشد باکتری‌ها و فعالیت آنزیم‌ها محدود شده و ماندگاری محصول افزایش می‌یابد ( *et al.*, 2006). روش‌های به کار رفته در نمک‌زنی روی کیفیت، ساختار و بافت محصول نهایی تاثیر می‌گذارد (Barat Gallart-jornet *et al.*, 2006). مدت زمان نمک‌زنی و غلظت آن بستگی به میزان نمک مورد انتظار در محصول نهایی و ذائقه‌ی افراد منطقه مصرف‌کننده دارد (Barat *et al.*, 2006) (کدکس ۲۰۰۵). در حال حاضر برای نمک‌زدن از دو روش کلی استفاده می‌نمایند: یکی نمک‌زنی خشک که این روش قدیمی به دلیل سهولت اجرا و امکان انجام آن با حداقل تجهیزات، هنوز هم در بسیاری از کشورهای برای نمک سود کردن ماهی و نگهداری آن به مدت نسبتاً طولانی بکار برده می‌شود. در مناطق ساحلی دریای خزر نیز این روش با عنوان روش سنتی نمک‌زنی استفاده می‌گردد؛ در این روش، ماهی‌ها را به صورت لایه لایه قرارداده و در فواصل آن‌ها نمک خشک می‌پاشند و آب خارج شده از عضلات را از طریق مجاری پیش‌بینی شده تخلیه می‌نمایند (Wheaton, F.W., and Lawson, T.B., 1985). امروزه روش‌های نمک‌زدن به صورت فرآیندهایی کنترل شده، نه تنها جهت نگهداری ماهی بلکه به منظور افزایش عطر و طعم در حال تغییر می‌باشد، یکی از این روش‌ها نمک‌زنی مرطوب است که مزایای زیادی نسبت به روش خشک دارد. غوطه‌ور شدن در آب نمک، علاوه بر اینکه اکسیداسیون روغن ماهی را به‌وسیله محدود کردن دسترسی عضلات به اکسیژن کاهش می‌دهد، بازدهی فرایند را نیز به دلیل جذب آب افزایش می‌دهد که در این رابطه غلظت آب نمک و دما اهمیت زیادی دارد (آلوارز و گوئیلین، ۲۰۰۵) (Barat *et al.*, 2003). اساس این روش نیز بر پایه نمک‌زنی خشک قرار دارد با این اختلاف که در این روش ماهی‌ها درون تانک‌هایی از آب نمک آماده، با غلظت معین قرار داده می‌شوند، آب استخراج شده از بدن ماهی به تدریج در تانک جمع شده و در مدت کوتاهی تمامی توده ماهی را می‌پوشاند. مدت نگهداری ماهی در آب نمک تا زمانی است که تعادل اسمزی بین میزان نمک بافت و غلظت نمک محلول برقرار گردد (Alvarez *et al.*, 2005). نمک سود کردن یا شور کردن ماهی به تنهایی قادر نیست ماندگاری محصولات دریایی را به مدت طولانی افزایش دهد، لذا اکثرًا از فرایندهای تکمیلی مانند خشک کردن استفاده می‌گردد. در مناطق ساحلی دریای خزر جهت خشک کردن ماهی پوزانک از روش سنتی استفاده می‌گردد که منحصر به استفاده از عوامل طبیعی مانند نور خورشید، باد و... می‌باشد، در این روش بروز تغییرات

مطابق روش استاندارد (AOAC، ۱۹۹۵) انجام گرفت.

#### اندازه‌گیری pH

۱۰ گرم نمونه هموژن شده را با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط کرده و به کمک pH متر مدل HANNA211 اندازه‌گیری شد.

#### تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. نوع روش نمک‌زنی فاکتور اول بود که از سه روش سنتی (متداول در شمال کشور) و آب نمک‌گذاری با دو غلظت اشباع و ۲۰ درصد استفاده شد (به علت بالا بودن درصد نمک مطلوب ساکنان منطقه از غلظت‌های بالای آب نمک استفاده گردید) و روش خشک‌کردن فاکتور دوم بود که از دو روش خشک‌کردن آفتاب‌ی و خشک‌کن با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. آنالیز واریانس داده‌ها با نرم‌افزار MINITAB انجام گرفت. میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل معنی‌دار (LSD) مقایسه شده و نمودارها با نرم‌افزار Microsoft Excel رسم گردید.

#### نتایج و بحث

##### خواص شیمیایی ماهی پوزانک خام

##### ترکیبات شیمیایی

مشخصات شیمیایی ماهی پوزانک در جدول شماره ۳-۱ آمده است.

مقایسه ترکیبات ماهی پوزانک با کیلکای آنچویی که فراوان‌ترین میزان صید را در بین شگ ماهیان و گونه‌های مختلف کیلکای دریای خزر دارد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۱)، نشان می‌دهد که میزان چربی، پروتئین، خاکستر و میزان ماده خشک ماهی پوزانک بالاتر از کیلکای آنچویی می‌باشد.

ساختار اسید چربی روغن ماهی پوزانک در جدول ۳ آمده است.

۱۰ دقیقه برای خروج آب ناشی از شستشو به مرحله خشک‌کردن منتقل شدند.

#### خشک‌کردن

در روش سنتی خشک‌کردن میله‌هایی از سر نمونه‌های نمک سود شده عبور داده در حالی که دم آن‌ها به طرف پائین است، در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین و در مقابل آفتاب در اوایل خردادماه آویزان گردیدند. در روش صنعتی جهت خشک‌کردن ماهی از دستگاه آون هوای داغ ممرت (memmert) ساخت کشور آلمان استفاده شد. دمای آون  $30 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد انتخاب گردید، این دما طی خشک‌کردن پیش تیمارها به دست آمد، زیرا بالاتر از آن نمونه‌ها پخته می‌شدند و شکل ظاهری نامطلوب و بافت سخت و فاقد تردی پیدا می‌کردند و کمتر از آن نیز عمل خشک‌کردن را طولانی می‌نمود. سرعت جریان هوای داخل آون ۲m/s بود و نمونه‌ها تا رسیدن به رطوبت حداکثر ۳۸ درصد براساس استاندارد ماهی دودی که شرایط نگهداری مشابهی با این محصولات دارد خشک گردیدند پس از آن تمامی نمونه‌ها در بسته‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شده و در دمای محیط نگهداری شدند.

#### آزمون‌های شیمیایی

##### اندازه‌گیری اسیدهای چرب ماهی خام

باتوجه به اینکه تاکنون آنالیز اسیدهای چرب این نوع ماهی انجام نگرفته بود لازم دانستیم قبل از فرایند ترکیب اسیدهای چرب و مقدار آن‌ها با دستگاه کروماتوگرافی گازی تعیین گردد (AOAC، ۱۹۹۵)، به این منظور ابتدا چربی ماهی کامل به روش سرد استخراج شده، سپس عمل متیلاسیون به کمک متانول، بنزن و اسیدسولفوریک انجام پذیرفت؛ متیل استر به دست آمده در حلال حل شده با آب مقطر شستشو داده شد، سپس حلال حذف و نمونه مجدداً در حلال پترولیوم بنزن حل گشته و به دستگاه تزریق گردید، نتایج به دست آمده با منحنی استاندارد مقایسه شدند.

##### اندازه‌گیری رطوبت، نمک، خاکسترکل، پروتئین و چربی

سنجش میزان رطوبت، نمک، خاکسترکل، پروتئین و چربی

جدول ۱ - مشخصات شیمیایی ماهی پوزانک دریای خزر

آب	چربی	پروتئین	نمک	اسید چرب آزاد	(برمبنای خشک)	پراکسید	خاکستر کل	pH
۷۵/۵۸٪	۲۸٪	۵۹/۰۷٪	۰/۰۲٪	۰/۲۶		۷/۳۳	۲/۹۱٪	۵/۹۴

جدول ۲ - مشخصات شیمیایی ماهی کیلکای آنچویی

درصد آب	درصد چربی	درصد پروتئین	خاکستر کل
۷۶/۷۳	۴/۴۸	۱۶/۱۵	۲/۳

جدول ۳- ساختار اسید چربی روغن ماهی پوزانک

سایراسیدهای چرب	DHA	EPA	C18:3	C18:2	C18:1	C18:0	C16:1	C16:0	C14:0
۲/۸۳	۳/۴۳	۱۳/۴۳	۳/۶۵	۱/۵۷	۴۲/۳۹	۴/۳۴	۵/۹۱	۱۹/۰۵	۳/۳۸

جدول ۴- ساختار اسیدچرب روغن ماهی کیلکا آنچویی

سایراسیدهای چرب	DHA	EPA	C20:4	C18:3	C18:2	C18:1	C18:0	C16:1	C16:0	C14:0
۱۱/۰۱	۵/۴۷	۰/۰۰۷	۰/۷۲	۰/۵۲	۵/۵۳	۲۸/۱۳	۲/۲۷	۲۸/۵	۷/۱۱	۳/۷۹

با این حال پس از ۱۴۴ ساعت زمانی که غلظت نمک بافت به ۹/۱۵ درصد رسید که در محدوده غلظت نمک مورد نظر بود، عمل نمک زنی متوقف گردید. طبق تحقیقات بارات و همکاران (۲۰۰۳) غلظت نمک تعادلی برای ماهی کاد که جزو ماهیان کم چرب می باشد برای غلظت های مختلف نمک قبل از ۵۰ ساعت به دست نیامده است که با توجه به پرچرب بودن ماهی مورد استفاده در این تحقیق، بالاتر بودن این مدت زمان دور از انتظار نبود، زیرا چربی به عنوان غشا در برابر جذب آب و خروج نمک عمل می نماید (Jornet et al., 2007). در پایان نمک زنی که مدت زمان ثابتی برای تمامی نمونه ها در نظر گرفته شد (۱۴۴ ساعت) میزان نمک نهایی بافت در سه روش نمک زنی سنتی، آب نمک اشباع و روش آب نمک گذاری در محلول ۲۰ درصد اختلاف معنی داری (در سطح ۵ درصد) با یکدیگر داشتند و روش سنتی بالاتر بود که دلایل آن نیز قبلا ذکر گردید.

#### روند تغییرات رطوبت بافت طی نمک زنی

فرایند نمک زنی سبب دهیدراتاسیون اسمزی و دناتوراسیون پروتئین های ماهی شده در نتیجه افت تدریجی رطوبت در طی زمان مشاهده می گردد که کاملا به روش نمک زنی بستگی دارد (Barat et al., 2003).

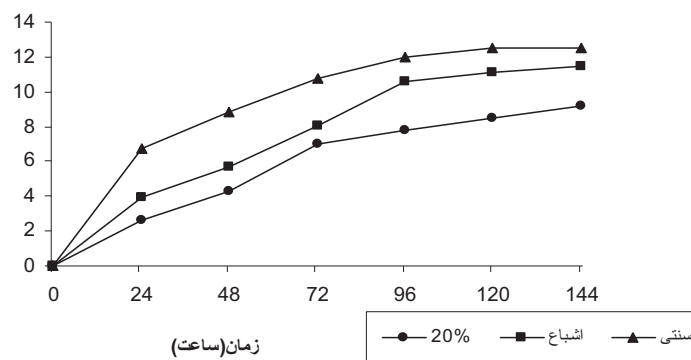
مقایسه اسیدهای چرب ماهی پوزانک با کیلکای آنچویی نشان می دهد که به جز مقدار C14:0 که در هر دو مشابه است، در مقدار سایر اسیدهای چرب تفاوت چشمگیری مشاهده گردید. به طوری که میزان C18:2:C16:1 و DHA ماهی پوزانک کمتر از کیلکا بود، ولی میزان EPA در ماهی پوزانک بسیار بالاتر از کیلکا بود.

#### نمک سود کردن

##### تغییرات مقدار نمک بافت طی نمک زنی

تغییرات میزان نمک بافت طی سه روش نمک زنی در شکل ۱-۳ آورده شده است، مقدار اولیه نمک ماهی ۰/۰۲ درصد بود. طی نمک زنی در اثر خروج آب از بافت، نمک جایگزین گردید که با افزایش زمان نگهداری میزان نمک بافت نیز افزایش یافت. سرعت جذب نمک در سه روش متفاوت بوده و در روزهای اولیه نمک زنی بیشتر بود، اگرچه این میزان در روش سنتی بالاتر بود که دلیل آن وجود فشار خارجی کریستال های نمک و وزن خود نمونه می باشد که به صورت متناوب با لایه های نمک قرار می گیرند، در نتیجه باعث خروج سریع تر آب و جذب سریع تر نمک می گردند (Barat et al., 2007). در روش سنتی میزان نمک بعد از طی ۹۶ ساعت به مقدار ثابتی رسید (۱۲ درصد) و آب نمک اشباع ۱۱/۰۸ درصد پس از ۱۲۰ ساعت بود. در آب نمک ۲۰ درصد طی مدت نمک زنی به مقدار ثابت دست نیافتیم،

درصد نمک



شکل ۱- تغییرات نمک بافت طی نمک زنی

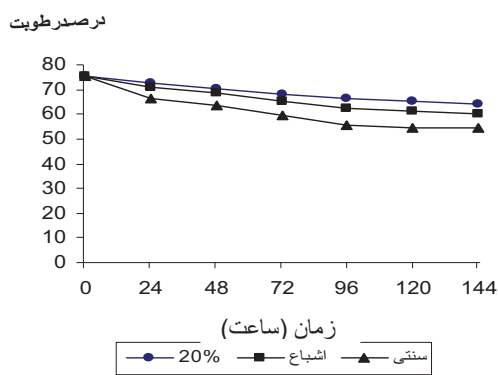
روزهای انجام تحقیق باشد، همچنین در نمونه‌های خشک‌شده در آفتاب کاهش رطوبت پس از رسیدن به یک حدی تقریباً ثابت مانده و ادامه نیافت که احتمالاً دلیل آن را می‌توان دنا توراسیون شدید پروتئین‌های سطحی در اثر نوسانات دما و کاهش نفوذپذیری آن نسبت به آب و کاهش شدید خروج آب از سطح دانست در حالی که در نمونه‌های خشک شده در آون کاهش تدریجی رطوبت همچنان تا روزهای آخر البته با سرعت کمتر در روزهای آخر ادامه داشت. با مقایسه نتایج به دست آمده از میزان رطوبت نهایی نمونه‌های خشک شده، مشاهده گردید که نمونه‌های نمک سود شده در آب نمک ۲۰ درصد علی‌رغم بالا بودن رطوبت در پایان نمک‌زنی، میزان رطوبت پایین‌تری در انتهای خشک کردن به دست آورد (۲۷/۴۷ درصد) و نمونه‌های نمک سود شده به روش سنتی با اینکه سرعت خروج آب بالاتر و میزان رطوبت پایین‌تری طی نمک‌زنی داشتند سرعت کاهش رطوبت پایین‌تر و میزان رطوبت نهایی بالاتری در خاتمه فرآیند خشک کردن به دست آوردند که این نتایج کاملاً مطابق با یافته‌های بلاقا و همکاران (۲۰۰۷) بود که روی ماهی ساردین تحقیق کرده بودند و دلیل این امر را چنین توجیه کردند که طی خشک کردن حرکت آب به سطح، همراه با مهاجرت نمک می‌باشد، غلظت‌های بالای نمک منجر به تشکیل پوسته نمکی با نفوذپذیری پایین روی سطح بدن ماهی شده در نتیجه میزان خروج آب را کاهش می‌دهد. به طور کلی رطوبت نهایی نمونه‌های خشک شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین و بیشترین میزان رطوبت به ترتیب برای نمونه‌های نمک سود شده با آب نمک ۲۰ درصد خشک‌شده در آون و نمونه‌های نمک سود شده به روش سنتی که در آفتاب خشک شده بودند به دست آمد.

نمک‌زنی سنتی بیشترین میزان کاهش رطوبت را نشان داد. در آب نمک اشباع رفتار نمونه شبیه روش سنتی می‌باشد ولی سرعت کاهش رطوبت در روش سنتی بالاتر بوده و میزان رطوبت نهایی آن کمترین بود. به دلیل این که وزن خود ماهی‌ها در این روش فشار ایجاد کرده، سرعت خروج آب را افزایش می‌دهند (Barat et al., 2003) و میزان رطوبت نهایی نمونه‌ها در پایان نمک‌زنی در روش سنتی، آب نمک اشباع و آب نمک ۲۰ درصد به ترتیب ۶۰/۵۴، ۵۴/۳۸ و ۶۴/۲۳ بود که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشته و نمونه‌های نمک سود شده به روش سنتی کمترین میزان رطوبت را به دست آوردند. روند تغییرات رطوبت بافت طی نمک‌زنی با سه روش در شکل ۲ آورده شده است.

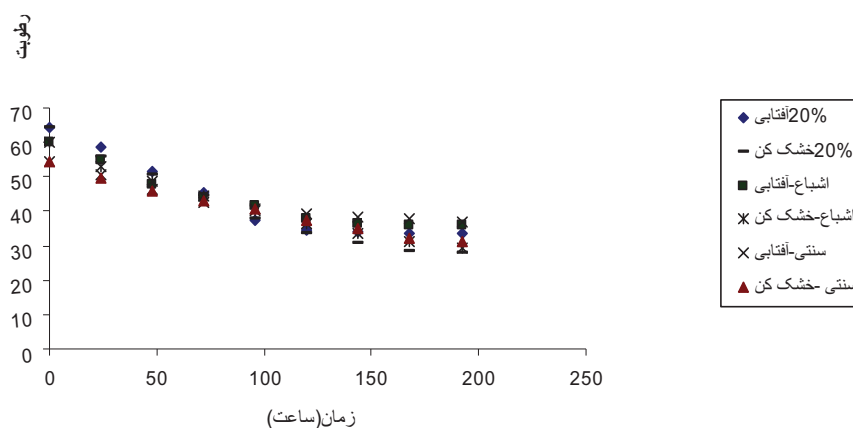
### خشک کردن

#### روند تغییرات رطوبت طی خشک کردن

نمونه‌های نمک سود شده تا رسیدن به حد مورد قبول از نظر رطوبتی و پذیرش محصول از نظر ظاهری خشک شدند، تا زمانی که سرعت خشک شدن کاهش یافته و به سرعت ثابتی نزدیک گردد. میزان رطوبت اولیه نمونه‌های نمک سود شده به روش سنتی، آب نمک اشباع و آب نمک ۲۰ درصد به ترتیب ۶۰/۵۴، ۵۴/۳۸ و ۶۴/۲۳ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ( $P < 0.05$ ) و هریک به دو صورت با استفاده از آفتاب و به کمک خشک کن خشک شدند. اعداد به دست آمده از میزان رطوبت نمونه‌ها کاهش تدریجی رطوبت را طی خشک کردن نشان داد که در مورد نمونه‌های خشک‌شده در آون روند ثابتی داشت ولی نمونه‌های خشک‌شده در آفتاب چنین نبودند که دلیل آن می‌تواند ثابت نبودن درجه حرارت طی



شکل ۲- تغییرات رطوبت بافت طی نمک‌زنی



شکل ۳- تغییرات رطوبت نمونه‌ها طی خشک شدن

درحالی که نمونه‌های نمک سود شده در آب نمک ۲۰ درصد با اینکه بیشترین میزان رطوبت را در پایان نمک سود کردن داشتند پس از خشک کردن پایین‌ترین میزان رطوبت را به دست آوردند. بنابراین انجام تحقیقات بیشتر با استفاده از غلظت‌های نمک پایین‌تر و بررسی اثر آن‌ها روی خصوصیات محصولات نهایی به خصوص روی اسیدهای چرب غیراشباع پیشنهاد می‌گردد.

### نتیجه گیری

این تحقیق نشان داد که در روش سنتی نمک زدن میزان خروج آب بالاتر بوده و سرعت نفوذ نمک نیز بیشتر است و در یک مدت زمان نمک زنی یکسان به غلظت نمک بالاتری می‌رسد، اما این نتیجه به هنگام خشک شدن برعکس گردید و دلیل آن را می‌توان تشکیل پوسته نمکی روی سطح ماهی دانست که مانع خروج رطوبت می‌شود.

### منابع

- عباسی، ک. سبک آرا، ج. ۱۳۸۳، بررسی رژیم غذایی ماهی پوزانک خزری سواحل جنوب شرقی دریای خزر (استان‌های مازندران و گلستان). مجله زیست شناسی ایران، ۱۷، ش ۳
- عسگری، ر. ۱۳۸۴، مروری بر ماهی‌شناسی سیستماتیک، انتشارات نقش مهر
- معینی، س. وجواهری، م. ۱۳۸۳، بررسی کاربرد روش اسمز در خشک کردن ماهی کیلکا. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۴
- معتدزادگان، ع. پورآذرنگ، ه. شهیدی، ف. مرتضوی، س.ع. ورحیمی زاده، م. ۱۳۸۳، بررسی میزان املاح، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه سه گونه ماهی کیلکای دریای خزر. سمینار.
- AOAC. 1995. Official method of analysis AOAC International 16<sup>th</sup> ed., Virginia, USA, 1-10
- Azad shah, A.K.M, Tolcunaga, C., Kurihara, H., and Takahash, K, 2009, Journal of Food chemistry, 115, 1011-1018.
- Barat, j.M. Gallart-jornet, L., Anderes, A., Akse, L. Carlehog, M., and Skjerdal, O.T, 2006, Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. journal of Food Engineering, 73: 9-19
- Barat, J. M., Rodriguez-Barona, S., Andres, A. and Fito. P, 2003, Cod salting manufacturing analysis. *Food Research International*, 36, 447-453
- Bellagha, S., Sahli, A., Farhat, A., Kechaou, N., and Glenza, A, 2007, Studies on salting and drying of sardine: Experimental kinetics and modeling. Journal of Food Engineering, 78, 947-952.
- Codex Standard for salted fish and dried salted fish of the Gadidae family of fish, Codex stan 167-2005, 1-10.
- Gallart-jornet, L., Barat, j.M, Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I., and Fito, P, 2007. Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. Journal of Food Engineering, 80, 267-275.
- Gallart-Jornet, L., Barat, J.N., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I., and Fito, P, 2007, A comparative study of brine salting of Atlantic Cod and Atlantic Salmon. Journal of Food Engineering, 79, 261-270.
- Shahidi, F., and Botta, J.R, 1994, Sea foods. Blackie academic and prof, 342-353.
- Wheaton, F.W., and Lawson, T.B, 1985, Processing Aquatic food products. Wiley (New York), 273-324.