

## بررسی استفاده از آب پنیر بر کیفیت ماهی کیلکا طی زمان نگهداری در سردخانه

مینا سیف زاده<sup>۱\*</sup>، عباسعلی مطلبی<sup>۲</sup> و محمد تقی مظلومی<sup>۳</sup>

۱ - مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان

۲ و ۳ - موسسه تحقیقات شیلات ایران

## چکیده

این پروژه با هدف افزایش مدت زمان ماندگاری سردخانه ای و جلوگیری از تغییر رنگ ماهی کیلکا در سردخانه انجام شد. برای پوشش کردن ماهی کیلکا از پروتئین آب پنیر در غلظت های ۳ و ۹ درصد در زمان شروع استفاده شد. از کیلکای بسته بندی شده در ظروف یک بار مصرف با پوشش سلوفان به عنوان نمونه شاهد استفاده شد. نمونه ها به مدت شش ماه در سردخانه ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شدند. شمارش کلی باکتری ها و باکتری استافیلوکوک در نمونه های پوشش دار غلظت ۹ درصد در مقایسه سایر با نمونه ها کاهش نشان دادند. آلودگی به باکتری های کلی فرم، اشیریشیا و سودوموناس در نمونه ها مشاهده نشد. مقادیر رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در نمونه های پوشش دار غلظت ۹ درصد در مقایسه با سایر نمونه ها بیشتر بود. در نمونه های پوشش دار با غلظت ۹ درصد در مقایسه با سایر نمونه ها مقادیر پراکسید، TVN و pH کاهش نشان داد. در فاکتورهای باکتریایی، شیمیایی و شاخص پذیرش کلی در تیمارها تفاوت معنی دار آماری وجود داشت ( $p < 0.05$ ). آزمایشات حسی به روش رتبه بندی انجام شد. نمونه های پوشش دار با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه های پوشش دار غلظت ۳ درصد از کیفیت بهتری برخوردار بودند. نمونه های پوشش دار تا پایان مدت زمان سردخانه ای از کیفیت خوبی برخوردار بودند اما نمونه های شاهد پس از سه ماه کیفیت خود را از دست داده بودند.

واژگان کلیدی:

ماهی کیلکا، آنالیز باکتریایی، پروتئین آب پنیر، آنالیز حسی، آنالیز شیمیایی

\*مسئول مکاتبه : [m\\_seifzadeh\\_ld@yahoo.com](mailto:m_seifzadeh_ld@yahoo.com)

## مقدمه

ماهی کیلکا از جنس کلوپئونولا، زیر راسته کلوپئیده، راسته کلوپنیفورم و خانواده شگ ماهیان است. از فرآورده های کیلکا در سایر کشورها می توان به کیلکای نمک زده، دودی، ترشی، کنسروی، خشک و کیلکای بسته شده به شکل منجمد را نام برد. اما در حال حاضر فرآورده هایی که از ماهی کیلکا در ایران موجود است شامل کنسرو کیلکا، کیلکای بسته بندی شده به شکل منجمد و کیلکای فرآوری نشده که به شکل تازه خوری به مصرف می رسد، می باشند. این روش بسته بندی دارای پتانسیل تجاری بالایی است و کیفیت را بدون استفاده از نگهدارنده تضمین کرده و سبب کاهش ضایعات، مسمومیت و واکنش های آلرژیک غذایی در مصرف کننده می شود (Chapman، ۱۹۹۷ و ۱۹۹۵، Aubourg et al). در این پروژه از پروتئین آب پنیر برای بسته بندی کیلکا استفاده شد. این پروتئین از شیر به دست می آید (رنکن، ۱۳۷۸ و استاندارد ملی ایران شماره ۵۸۷۷، ۱۳۸۲). این فیلم ها کاملاً محلول در آب بوده، براق، سبب حفظ آروما و طعم و مزه، رنگ، افزایش ارزش افزوده و ارزش غذایی محصول مانند حفظ ویتامین و اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز بدن، جلوگیری از فعالیت آنزیم ها، کاهش ضایعات شده و با بهترین فیلم های پروتئینی سنتتیک قابل مقایسه است (سیف زاده، ۱۳۸۶ و Anker، 2010). در سایر کشورها برای بسته بندی میگو و اسکالوپ، فرآورده های تخمیر شده یا کنسرو شده نرم تنان، خرچنگ، خار پوستان، انواع تون ماهیان، خالمخالی، ماهی آزاد، کاد، هالیبوت، سالمون، هادداک، ماهی هور، مسقطی و ماهی شیر، افزایش کیفیت و بهبود طعم یا مزه سوریمی تهیه شده از غذاهای دریایی، کراکر ماهی، ماهی دودی شده مانند قزل آلا و سالمون و ماهی های منجمد نظیر سالمون و فیله ماهی *Giant grenadier*، *Albatrosia pectoralis* با پروتئین آب پنیر تحقیق شده است (Cagri et al. 2003 و 2002; Krochta. et al., 1996; Piayachomkwan & penner, 1995 و 2005، Min et al. 2007، 2006). بسته بندی ماهی با فیلم خوراکی برای اولین بار در ایران توسط میر هاشمی رستمی در سال ۱۳۷۹ انجام شد. وی در این پروژه از روغن نارگیل برای پوشش دادن فیل ماهی پرورشی استفاده کرد. اما تا کنون در زمینه پوشش کردن آبزیان بوسیله پروتئین آب پنیر در کشور ایران تحقیق نشده است. هدف از این تحقیق بررسی امکان استفاده از فیلم خوراکی برای بسته بندی ماهی کیلکای سر زده شکم خالی، ارزیابی کیفی از نظر ارزش غذایی، باکتریایی، شیمیایی، حسی و تعیین مدت زمان ماندگاری آن در مقایسه با نمونه شاهد (کیلکای پاک شده بسته بندی شده در ظروف یک بار مصرف با پوشش سلوفان) بود.

## مواد و روش کار

برای انجام این تحقیق مقدار ۱۸۰ کیلوگرم ماهی کیلکای گونه معمولی در فصل بهار استفاده شد. ماهی تازه صبح زود (ساعت ۵) در اسکله شهر انزلی از لنج‌های مخصوص صید ماهی کیلکا خریداری شد و ویژگی‌های ماهی تازه در هنگام خرید بر اساس استاندارد ملی ایران (ماهی تازه - ویژگی‌ها، استاندارد شماره ۵۶۲۳) بررسی شده و ماهی در زیر پوششی از یخ به نسبت ۲ به ۱ و دمای صفر درجه سانتی‌گراد در داخل وان‌های مخصوص حمل ماهی تحت شرایط بهداشتی به خط تولید مرکز ملی فرآوری آبزیان حمل شده و تحت شرایط بهداشتی عمل‌آوری شد.

جهت عمل‌آوری ماهی کیلکا بعد از دریافت با آب کلرزده (خروجی کلر در آب مورد استفاده ۰/۳ ppm) شستشو، سرزده و امعاء و احشاء خالی شد. ماهی با دست پاک شده مجدداً با آب کلرزده شستشو داده شد و در محلول ۳ و ۶ درصد پروتئین آب پنیر در زمان شروع قرار داده شد. سپس ماهی در مقادیر ۵۰۰ گرمی در ظروف یک بار مصرف قرار گرفته و روی آن با پوشش سلوفان پوشانده شد. نمونه‌ها در خط تولید مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان تهیه شدند. این نمونه‌ها به مدت شش ماه در سردخانه ۱۸- درجه سلسیوس قرار گرفتند. مراحل عمل‌آوری نمونه‌های شاهد همانند نمونه‌های آزمایشی بود اما در محلول پروتئین آب پنیر قرار داده نشدند. نمونه‌های آزمایشی و شاهد دارای ۳ تکرار بودند.

کیفیت نمونه‌های آزمایشی و شاهد بوسیله آزمایش‌های باکتریایی، شیمیایی و حسی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌های باکتریایی برای نمونه‌ها (۴۸ بسته) شامل شمارش کلی باکتری‌ها (استاندارد شماره ۱ - ۸۹۲۳، ۱۳۸۶)، باکتری‌های استافیلوکوک (استاندارد شماره ۱ - ۶۸۰۶، ۱۳۸۴)، کلی‌فرم و اشیشیا (استاندارد شماره ۱۱۱۶۶، ۱۳۸۷) و سودوموناس (استاندارد شماره ۳۱۴۰، ۱۳۷۳) است. این آزمایشات در آزمایشگاه میکروبیولوژی مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان انجام شد. جهت انجام آزمایشات باکتریایی در طی نه مرحله از ماهی نمونه برداری شد. مرحله اول قبل از هرگونه پروسس عمل‌آوری، مرحله دوم بعد از پاک کردن کیلکا، مرحله سوم بعد از پوشش کردن و قبل از سردخانه‌گذاری، مرحله چهارم یک روز بعد از عمل‌آوری و سایر مراحل از ماه اول بعد از عمل‌آوری هر ماه یک بار در راس زمان‌های معین به مدت شش ماه از نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم‌های خوراکی نمونه برداری شد. در هر مرحله این آزمایشات در ۳ تکرار انجام شدند. نتایج بدست آمده از آزمایشات این نمونه‌ها بوسیله نرم‌افزار آماری SPSS و تست آنالیز واریانس دو طرفه به روش تکرار روی عامل زمان با نمونه شاهد مورد مقایسه قرار گرفت.

آزمایشات شیمیایی برای نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم‌های خوراکی و شاهد (۴۲ بسته) شامل اندازه‌گیری رطوبت (استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۲۵، ۱۳۸۰)، پروتئین (استاندارد ملی ایران شماره ۹۲۴، ۱۳۷۲)، چربی (استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۲، ۱۳۸۲)، اسید چرب آزاد (استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۳، ۱۳۸۳)، تیوباربتوریک اسید (استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۹۴، ۱۳۸۳)، خاکستر (استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۴، ۱۳۸۱)، پراکسید (استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۳، ۱۳۸۳)،

نیتروژن ازت دار (TVN) استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۲۵، ۱۳۸۰) و pH (استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۸۶، ۱۰۲۸) است. این آزمایشات در ۷ مرحله شامل یک روز بعد از عمل آوری و سایر مراحل از ماه اول بعد از عمل آوری تا ماه ششم هر ماه یک بار در راس زمان‌های معین انجام شد. در هر مرحله آزمایشات در ۳ تکرار انجام شد. نتایج بدست آمده از آزمایشات این نمونه‌ها بوسیله نرم افزار آماری SPSS و تست آنالیز واریانس دو طرفه به روش تکرار روی عامل زمان با نمونه شاهد مورد مقایسه قرار گرفت. آزمایشات حسی برای نمونه‌های آزمایشی و نمونه شاهد (۱۴ بسته) شامل بررسی بافت، بو و رنگ، طعم و پذیرش کلی به روش رتبه بندی و با اجرای آزمون فریدمن با استفاده از ارزیاب‌های نوع خانگی انجام شد. برای انجام آزمایشات حسی نمونه‌های بسته بندی شده با فیلم‌های خوراکی و شاهد نیز در هر مرحله آزمایش یک تکرار انجام شد (Iso85 – 87، ۱۹۸۸). برای تعیین توزیع نرمال در داده‌های میکروبی و شیمیایی از روش کولموگراف - اسمیرنوف (Colmogorof-smirnof) استفاده شد.

#### آزمون حسی به روش رتبه بندی:

در روش رتبه بندی با استفاده از فرم‌های مخصوص از حیث شاخص‌های مختلف مانند رنگ، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی توسط ۳۰ ارزیاب کیفیت نمونه‌ها با یکدیگر مقایسه شده و به نمونه‌ها به ترتیب اولویت از یک تا چهار امتیاز داده شد. عدد کمتر در هر شاخص نشان دهنده کیفیت بالاتر نمونه می‌باشد. نتایج به دست آمده از این فرم‌ها با روش آماری تجزیه و تحلیل شد.

## آنالیز پروتئین آب پنیر به شرح زیر بود.

پروتئین: ۱۲ - ۱۰/۶٪، چربی: ۳ - ۲٪، نمک: ۴ - ۳٪، کربوهیدرات: ۷۵ - ۶۵، رطوبت: حداکثر ۵، خاکستر: ۸ - ۷/۵،

pH: ۵/۷ - ۳/۴، شمارش کلی:  $1 \times 10^3$ ، شمارش باکتری‌های اسید لاکتیک:  $3 \times 10^2$ ، کلی فرم و اشیریشیا کلی: کمتر از ده

عدد در هر گرم، کپک: حداکثر  $1 \times 10^2$ ، مخمر: حداکثر  $1 \times 10^2$

## نتایج

نتایج حاصل از آنالیز باکتریایی ماهی کیلکای تازه بعد از عمل آوری و گروه شاهد در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج آنالیز باکتریایی ماهی کیلکای تازه ( لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم)

نمونه	باکتری	شمارش کلی باکتری‌ها	استافیلوکوک	سودوموناس	کلی فرم	E - coli
ماهی کیلکا قبل از عمل آوری		۴/۴۹± ۰/۱۲	۲/۶۹± ۰/۲۳	کمتر از ده عدد	کمتر از ده عدد	کمتر از ده عدد
		در هر گرم	در هر گرم	در هر گرم	در هر گرم	در هر گرم
ماهی کیلکای پاک شده		۳/۸۱± ۰/۱۱	۲/۹۵± ۰/۱۵	//	//	//

نتایج شاخص‌های حسی ماهیان کیلکای تازه با نمونه‌های پوشش دار، تازه و گروه شاهد در طی شش ماه نگهداری در سردخانه در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول شماره ۲ - نتایج و مقایسه شاخص‌های حسی نمونه‌های پوشش دار، شاهد و ماهی کیلکای تازه طی زمان نگهداری در سردخانه به مدت شش ماه:

تیمار	ویژگی‌ها	رنگ	بو	بافت	طعم	پذیرش کلی
	نمونه شاهد (منجمد)	۱۰۶	۱۱۲	۱۰۹	۱۰۸	۱۰۵
	نمونه تازه ماهی کیلکا	۸۶	۹۰	۸۹	۸۸	۸۵
	نمونه پوشش دار با غلظت ۳ درصد	۶۰	۶۵	۶۶	۶۷	۶۵
	نمونه پوشش دار با غلظت ۹ درصد	۴۸	۳۳	۳۶	۳۷	۴۵
	LSD (نمونه پوشش دار غلظت ۹ درصد - نمونه شاهد)	۵۸ > ۱۹/۶	۷۹ > ۱۹/۶	۷۳ > ۱۹/۶	۷۱ > ۱۹/۶	۶۰ > ۱۹/۶
	LSD (نمونه پوشش دار غلظت ۳ درصد - نمونه شاهد)	۴۶ > ۱۹/۶	۴۷ > ۱۹/۶	۴۳ > ۱۹/۶	۴۱ > ۱۹/۶	۴۰ > ۱۹/۶
	LSD (نمونه پوشش دار غلظت ۹ درصد - نمونه پوشش دار غلظت ۳ درصد)	۱۲ < ۱۹/۶	۳۲ > ۱۹/۶	۳۰ > ۱۹/۶	۳۰ > ۱۹/۶	۲۰ > ۱۹/۶
	LSD (نمونه پوشش دار غلظت ۹ درصد - نمونه تازه ماهی کیلکا)	۳۸ > ۱۹/۶	۵۷ > ۱۹/۶	۷۳ > ۱۹/۶	۵۱ > ۱۹/۶	۴۰ > ۱۹/۶
	LSD (نمونه پوشش دار غلظت ۳ درصد - نمونه تازه ماهی کیلکا)	۲۶ > ۱۹/۶	۲۵ > ۱۹/۶	۴۳ > ۱۹/۶	۲۱ > ۱۹/۶	۲۰ > ۱۹/۶
	LSD (نمونه شاهد - نمونه تازه ماهی کیلکا)	۲۰ > ۱۹/۶	۲۲ > ۱۹/۶	۲۰ > ۱۹/۶	۲۰ > ۱۹/۶	۲۰ > ۱۹/۶

## LSD: Less Significant differences

در ارزیابی حسی بین نمونه های پوشش دار و نمونه شاهد تفاوت معنی داری وجود داشت ( $p < 0.05$ ). با توجه به نتایج آزمایشات شیمیایی و آزمون فریدمن در شاخص پذیرش کلی نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد از کیفیت بهتری برخوردار بودند.

بر اساس آزمایشات میکروبی، شیمیایی و حسی نمونه های پوشش دار غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه های پوشش دار غلظت ۳ درصد از کیفیت بهتری برخوردار بودند. نمونه های پوشش دار تا پایان مدت زمان نگهداری در سردخانه کیفیت خود را حفظ کرده بودند در حالی که نمونه شاهد بر اساس آزمایشات حسی و کاهش رطوبت تا سه ماه کیفیت خود را حفظ کرده بود.

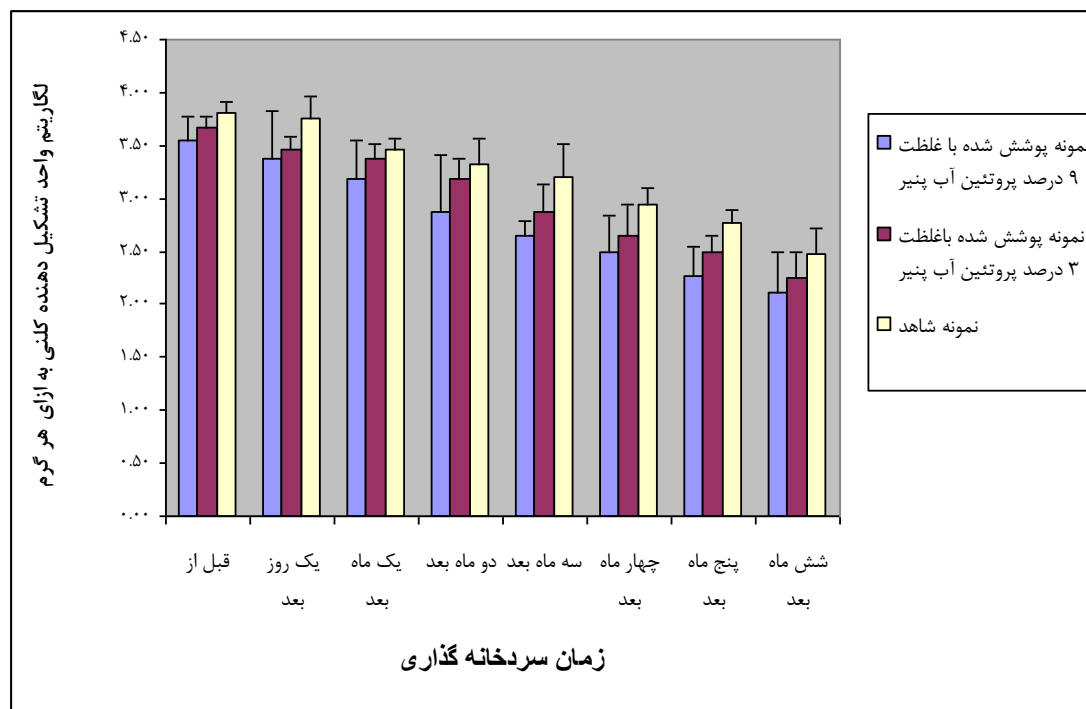
جدول (۳) نتایج مربوط به آنالیز ترکیب ماهی کیلکای پوشش شده با غلظت ۳ و ۹ درصد و همچنین کیلکای تازه و گروه شاهد را نمایش می دهد.

جدول شماره ۳- نتایج آنالیز ارزش غذایی ماهی کیلکای شاهد، تازه و پوشش دار :

کیلکای تازه	نمونه پوشش شده با غلظت ۳ درصد	نمونه پوشش شده با غلظت ۹ درصد	شاهد	نمونه آزمایش
۱۸/۹۱ ± ۰/۴۵	۱۸/۹۳ ± ۰/۱۱	۱۸/۹۹ ± ۰/۲۷	۱۸/۰۴ ± ۰/۲۱	پروتئین (درصد)
۴/۵۹ ± ۰/۷۶	۴/۶۳ ± ۰/۱۴	۴/۷۱ ± ۰/۴۳	۴/۰۳ ± ۰/۳۲	چربی (درصد)
۲/۸۷ ± ۰/۳۵	۲/۸۹ ± ۰/۲۵	۲/۹۲ ± ۰/۱۳	۲/۸۷ ± ۰/۱۵	خاکستر (درصد)
۷۳/۶۳ ± ۰/۶۵	۶۷/۸۵ ± ۰/۱۷	۷۰/۱۴ ± ۰/۳۸	۵۹/۴۳ ± ۰/۲۹	رطوبت (درصد)
۰	۱/۱۴ ± ۰/۲۱	۲/۸۵ ± ۰/۲۹	۰	کربوهیدرات

پروتئین، چربی و خاکستر در نمونه های پوشش شده با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه های پوشش دار غلظت ۳ درصد و نمونه های شاهد افزایش داشت.

شکل (۱) نشان دهنده ی شمارش کلی باکتری ها در کیلکا های پوشش دار و گروه شاهد که به مدت شش ماه در سردخانه نگهداری شده اند، می باشد.



شکل ۱ - نتایج تغییرات شمارش کلی باکتری ها در نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان نگهداری در سردخانه به

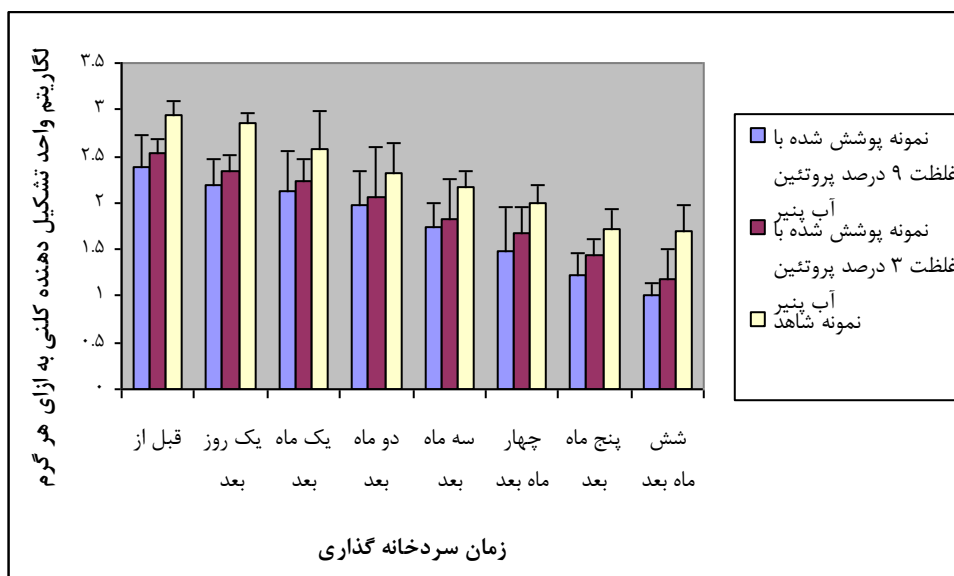
مدت شش ماه ( لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم)

آلودگی به باکتری های کلی فرم، اشیریشیا و سودوموناس در نمونه های پوشش دار و شاهد ( قبل از نمونه برداری تا پایان مدت زمان ماندگاری در سردخانه) مشاهده نشد.

میانگین شمارش کلی باکتریها در نمونه های پوشش دار با غلظت ۳ درصد ۲/۹۹ در نمونه های پوشش دار غلظت ۹ درصد ۲/۸۰ و در نمونه شاهد ۳/۲۱ لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم بود. بر اساس آزمون کولموگراو - اسمیرنو توزیع داده های باکتریایی نرمال بود. در نتایج شمارش کلی باکتری ها در نمونه ها تفاوت معنی داری وجود داشت ( $p < 0.05$ ).

تغییرات شمارش باکتری استافیلوکوک در نمونه ماهیان کیلکای پوشش دار و گروه شاهد پس از ۶ ماه نگهداری در سردخانه در شکل (۲) نشان داده شده است.



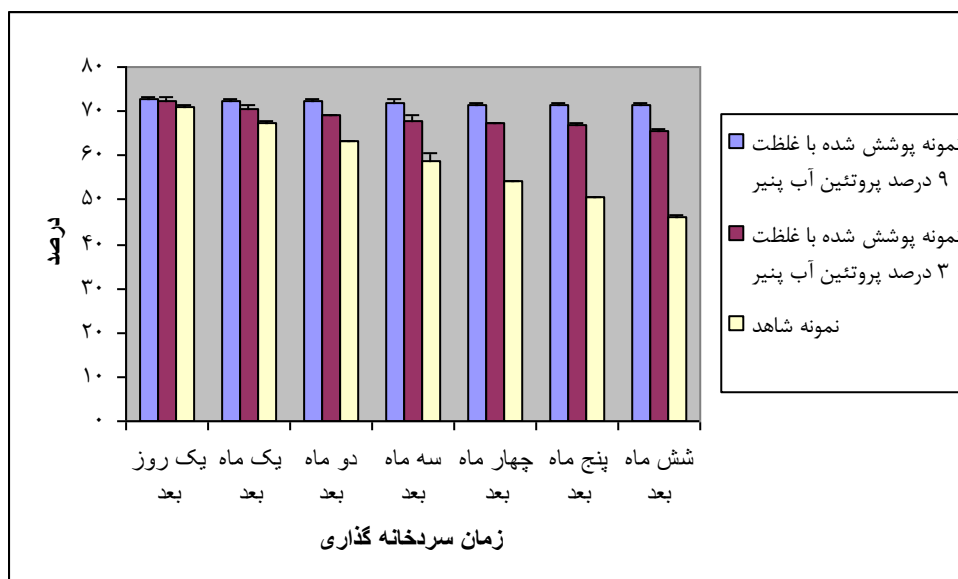


شکل ۲ - نتایج تغییرات شمارش باکتری استافیلوکوک در نمونه‌های پوشش دار و شاهد طی زمان

نگهداری در سردخانه به مدت شش ماه ( لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم)

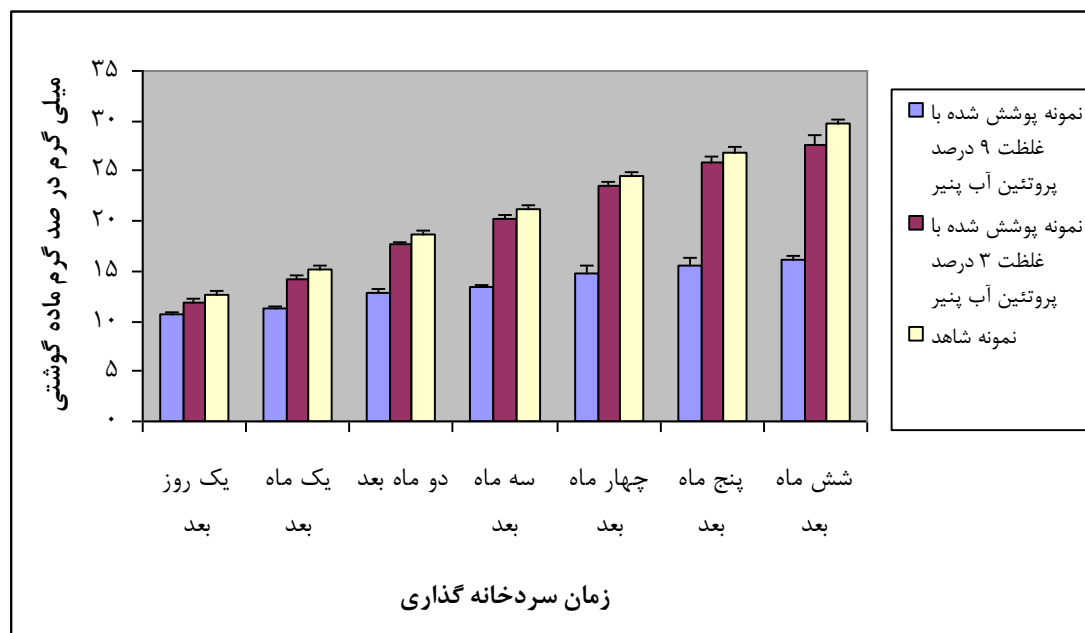
میانگین شمارش کلی باکتریها در نمونه‌های پوشش دار با غلظت ۳ درصد ۱/۸۲ در نمونه‌های پوشش دار غلظت ۹ درصد ۱/۶۷ و در نمونه شاهد ۲/۱۸ لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم بود. بر اساس آزمون کولموگراو - اسمیرنو توزیع داده‌های باکتریایی نرمال بود. در نتایج شمارش کلی باکتری‌ها در نمونه‌ها تفاوت معنی داری وجود داشت ( $p < 0.05$ ).

شکل (۳) تغییرات در میزان رطوبت در ماهی کیلکای پوشش دار و گروه شاهد را پس از ۶ ماه نگهداری در سردخانه نشان می‌دهد.



شکل ۳ - مقایسه نتایج رطوبت در نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان نگهداری در سردخانه به مدت شش ماه میانگین مقدار رطوبت در نمونه های پوشش دار با غلظت های ۹ درصد، ۳ درصد و شاهد ۷۱/۹۱، ۶۷/۸۵ و ۵۸/۷۲ درصد بود. بر اساس آزمون کولموگراو - اسمیرنو توزیع داده های شیمیایی نرمال بود. بر اساس آنالیز آماری در تغییرات این فاکتورها در نمونه ها تفاوت معنی دار بود ( $P < 0.05$ ).

شکل های ۴ الی ۶ به ترتیب تغییرات نیتروژن ازت دار، PH و پر اکسید را در ماهیان کیلکای پوشش دار و گروه شاهد در طی مدت ۶ ماه نگهداری در سردخانه نمایش می دهد.

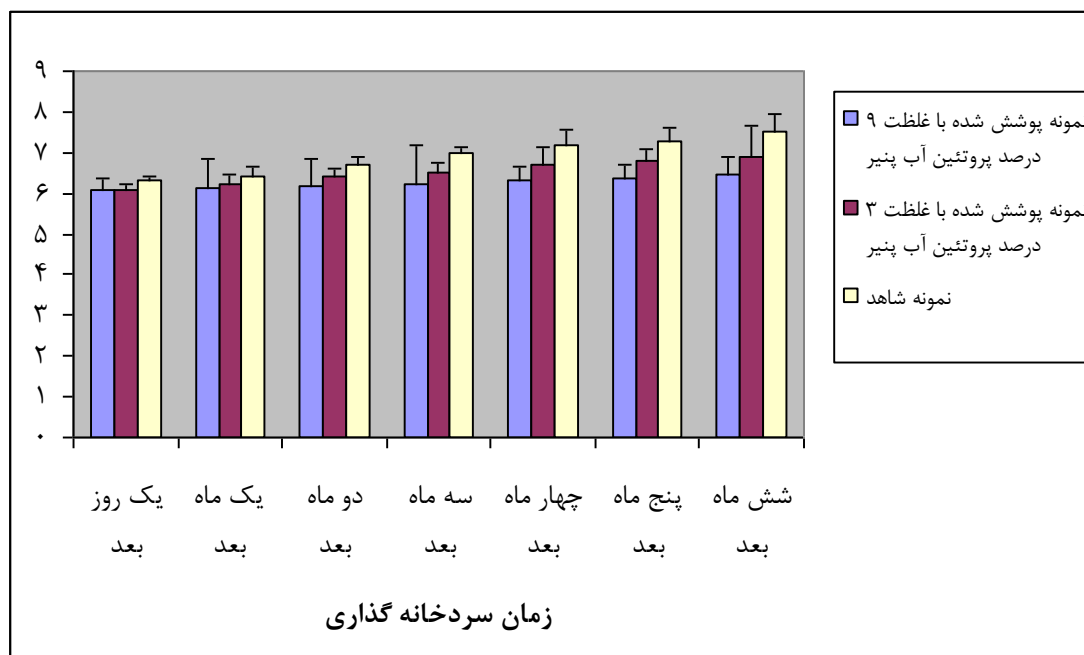


شکل ۴ - مقایسه نتایج نیتروژن ازت دار در نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان نگهداری در سردخانه به مدت

شش ماه

---

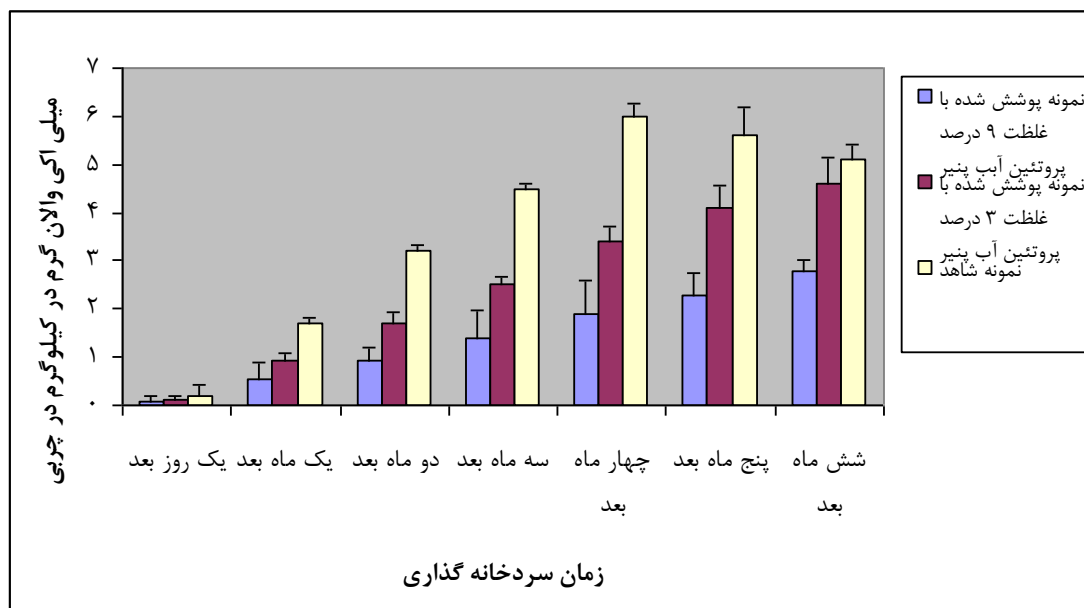
میانگین مقدار نیتروژن ازت دار در نمونه های پوشش دار با غلظت های ۹ درصد، ۳ درصد و شاهد ۱۳/۵۱ ، ۲۰/۱۱ و ۲۱/۲۲ میلی گرم در صد گرم ماده گوشتی بود. بر اساس آزمون کولموگراو - اسمیرنو توزیع داده های شیمیایی نرمال بود. بر اساس آنالیز آماری در تغییرات این فاکتورها در نمونه هاتفاوت معنی دار بود ( $P < 0/05$ ).



شکل ۵- مقایسه نتایج pH در نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان نگهداری در سردخانه به مدت

شش ماه

میانگین مقدار pH در نمونه های پوشش دار با غلظت های ۹ درصد، ۳ درصد و شاهد ۶/۲۶، ۶/۵۱ و ۶/۹۱ بود. بر اساس آزمون کولموگراو - اسمیرنو توزیع داده های شیمیایی نرمال بود. بر اساس آنالیز آماری در تغییرات این فاکتورها در نمونه ها تفاوت معنی دار بود ( $P < 0/05$ ).



شکل ۶ - مقایسه نتایج پراکسید در نمونه های پوشش دار و شاهد طی زمان نگهداری در سردخانه به مدت شش ماه

میانگین مقدار پراکسید در نمونه های پوشش دار با غلظت های ۹ درصد، ۳ درصد و شاهد ۰/۴۵، ۲/۴۸ و ۳/۷۵ میلی اکی والان گرم در کیلوگرم چربی بود. بر اساس آزمون کولموگراو - اسمیرنو توزیع داده های شیمیایی نرمال بود. بر اساس آنالیز آماری در تغییرات این فاکتورها در نمونه ها تفاوت معنی دار بود ( $P < 0/05$ ).

## بحث

در شمارش کلی باکتری ها و باکتری استافیلوکوک در نمونه های پوشش دار غلظت ۹ درصد ( ۲/۸۰ و ۱/۷۶ لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم) در مقایسه با نمونه های پوشش دار غلظت ۳ درصد (۲/۹۹ و ۱/۹۱ لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم) کاهش مشاهده شد. نتایج نشان می دهد که از تعداد باکتری ها و باکتری استافیلوکوک در نمونه های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد (۳/۲۱ و ۲/۲۸ لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی به ازای هر گرم) کاسته شده است. نتایج به دست آمده از آزمایشات باکتریایی با نتایج به دست آمده توسط Min ( Cagri, ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳), Chapman (۱۹۹۷) و Zinoviadou (۲۰۰۹) نشان می دهد. با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر از ۳ به ۹ درصد از شمارش میکرواورگانیزم ها کاسته شده که تحت تاثیر افزایش غلظت ترکیبات مترشحه از باکتری های پروبیوتیک این فیلم می باشد. میکرواورگانیزم های پروبیوتیک پروتئین آب پنیر قادر به تولید اسیدهای آلی مانند لاکتیک و استیک، باکتریوسین نایزین، پراکسید هیدروژن، اتانول، استالدئید، آمونیاک، دی استیل، کاهش پتانسیل اکسید و احیاء و pH می باشند (آدمز و موس، ۱۳۸۱ و سیف زاده، ۱۳۸۱). این عوامل دارای خواص ضد میکروبی بوده و قادر به جلوگیری از رشد باکتری های استافیلوکوک، سودوموناس کلی فرم و اشریشیا هستند (Cappuccino. et al., 1999). در نمونه های پوشش دار تاثیر ترکیبات ضد میکروبی پروتئین آب پنیر سبب کاهش در تعداد باکتری ها در مقایسه با نمونه شاهد شد (Jairus et al., 1996)

مقدار رطوبت در نمونه های پوشش شده با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه های پوشش دار غلظت ۳ درصد و نمونه شاهد ( ۷۰/۱۴، ۶۷/۸۵، ۵۹/۴۳ درصد) افزایش نشان داد. نتایج به دست آمده از این آزمایشات با نتایج به دست آمده توسط Anker (۲۰۱۰) مطابقت دارد. پروتئین های آب پنیر به صورت طبیعی ساختمان کروی داشته و از قابلیت حلالیت بالا برخوردار می باشد. این فیلم حاوی پروتئین، لاکتوز و املاح معدنی می باشد و قادر است قابلیت اتصال به آب را در کیلکا افزایش دهد. جذب آب بوسیله پروتئین و همراه با آن اتصال و پیوستن زنجیره های پروتئینی به یکدیگر به معنی افزایش اندازه ذره پروتئینی است که می تواند سبب حفظ رطوبت بافت و بالطبع جلوگیری از کاهش طعم، واکنش های آنزیماتیک و شیمیایی در نمونه های پوشش شده با این فیلم در مقایسه با نمونه شاهد گردد (1994, Huss). در نمونه های پوشش شده با غلظت ۹ درصد تحت تاثیر افزایش ترکیبات پروتئینی موجود در فیلم به دلیل استفاده از افزایش غلظت پروتئین آب پنیر برای عمل آوری و عمل جذب آب بوسیله پروتئین و واکنش های بعدی آن رطوبت بیشتر بود. در نمونه های شاهد به علت وجود فضای خالی بین فیله های ماهی، جریان هوا در سردخانه،

تشکیل کریستال‌های یخ و نیز نوسانات دمایی سردخانه کیلکای درون بسته‌ها رطوبت خود را از دست داده و دچار خشک‌شدگی و بالطبع کاهش وزن (حدود ۳/۵ درصد پس از سه ماه) شد (کوچکیان، ۱۳۸۲). تشکیل یخ عمل پایه‌ای دهیدراتاسیون محسوب شده، سبب خروج رطوبت منجمد به شکل بخار از ماده غذایی می‌گردد. جریان هوا می‌تواند تخریب پروتئین‌ها و اکسیداسیون چربی‌ها را تسریع کرده و سبب کاهش کیفیت بافت و تغییر رنگ در کیلکای بدون پوشش گردد (جانستون و نیکلسون، ۱۳۸۴).

در تحقیق حاضر مقادیر پراکسید در نمونه‌های پوشش‌شده با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه‌های پوشش‌شده با غلظت ۳ درصد (۱/۴۵ و ۲/۴۸ میلی‌اکی‌والان گرم در کیلوگرم چربی) کاهش نشان داد. این فاکتور در نمونه‌های پوشش‌شده در مقایسه با نمونه شاهد کاهش داشت. مقدار پراکسید در نمونه‌های شاهد از ماه اول تا چهارم افزایش داشته و از ماه چهارم تا ششم کاهش نشان داده است. نتایج به دست آمده با نتایج به دست آمده توسط Aubourg (۱۹۹۵) مطابقت دارد. انجماد سبب برهم زدن بافت در ماهی گردیده و به علت کاهش رطوبت در زمان سردخانه گذاری که باعث افت وزنی می‌گردد نفوذ اکسیژن به داخل بافت ماهی افزایش یافته و در نتیجه سبب اکسید شدن چربی‌های غیر اشباع و افزایش پراکسید می‌گردد. ولی با گذشت زمان پراکسید شروع به تجزیه شدن می‌نماید که منجر به تولید آلدئید، کتون و ستن و در نتیجه کاهش مقدار پراکسید می‌گردد (معینی و همکاران، ۱۳۸۸). اما در نمونه‌های پوشش‌دار به دلیل خواص فیلم‌های خوراکی از افزایش مقدار پراکسید جلوگیری شد (Okazaki, 2007, & Kaya).

مقدار TVN در نمونه‌های پوشش‌شده با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه‌های پوشش‌شده با غلظت ۳ درصد و نمونه شاهد (۱۳/۵۱، ۲۰/۱۱، ۲۲/۲۱ میلی‌گرم در صد گرم ماده گوشتی) کاهش نشان داد. نتایج این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط Morrissey (2009) مطابقت دارد. در نمونه‌های شاهد می‌توان دلیل آن را به تاثیر کاهش رطوبت و تشکیل اسیدهای چرب آزاد بر دناتوره شدن پروتئین ارتباط داد. اسیدهای چرب آزاد سبب شکسته شدن ساختار پروتئین و تولید ترکیب‌های ازت دار فرار قابل تقطیر و افزایش TVN می‌گردد. در نمونه‌های پوشش‌دار بوسیله پوشاندن سطح فرآورده از کاهش رطوبت و تولید ترکیبات ازت دار فرار قابل تقطیر جلوگیری می‌گردد. علاوه بر این پروتئین آب‌پنیر به عنوان یک ممانعت‌کننده از فعالیت آنزیم پروتئاز عمل کرده و سبب جلوگیری از افزایش TVN می‌گردد (رنکن، ۱۳۷۸).

مقدار pH در نمونه های پوشش دار غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه های پوشش شده با غلظت ۳ درصد و نمونه شاهد ( ۶/۲۶، ۶/۵۱، ۶/۷۱) کاهش نشان داد. نتایج این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط Shah (1999) مطابقت دارد. علاوه بر تولید بازهای فرار و TVN با گذشت زمان محصولات اولیه اکسیداسیون چربی مانند هیدروپراکسیدها تجزیه شده و ترکیباتی مثل آلدئیدها و غیره تولید می گردند. این ترکیبات دارای خواص بازی بوده و سبب افزایش pH فرآورده می گردند (Shahidi & Botta, 1994). فاکتور های شیمیایی شامل پراکسید، pH و TVN در نمونه های پوشش شده با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه های پوشش شده با غلظت ۳ درصد کاهش داشت. کاهش این فاکتورها به دلیل افزایش توانایی حفظ رطوبت متناسب با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر استفاده شده برای تهیه محلول فیلم خوراکی در نمونه ها و جلوگیری از پیشرفت واکنش های بعدی آن مانند افزایش پراکسید، pH و TVN است.

در نمونه های پوشش دار طی مدت زمان ماندگاری سردخانه ای در مقادیر رطوبت، پراکسید، تغییرات جزئی مشاهده شد که به دلیل کافی نبودن غلظت پروتئین آب پنیر مورد استفاده برای پوشش کردن ماهی است. مقدار خاکستر در نمونه های پوشش دار با غلظت ۹ درصد، در مقایسه با نمونه های پوشش دار غلظت ۳ درصد، نمونه شاهد و ماهی کیلکای تازه (۲/۹۲، ۲/۸۹، ۲/۸۷ و ۲/۸۷ درصد) بیشتر می باشد. مقدار پروتئین در نمونه های پوشش دار با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه های پوشش دار غلظت ۳ درصد، نمونه شاهد و ماهی کیلکای تازه ۱۸/۹۹، ۱۸/۹۳، ۱۸/۰۴ و ۱۸/۹۱ درصد) افزایش نشان داده است. مقدار چربی در نمونه های پوشش دار با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه های پوشش دار غلظت ۳ درصد، نمونه شاهد و ماهی کیلکای تازه (۴/۷۱، ۴/۶۳، ۴/۰۳ و ۴/۵۹ درصد) افزایش نشان داد. نتایج به دست آمده از این آزمایشات با نتایج به دست آمده توسط Marsh (2007)، Sanker (1995) و Silva (1993) مطابقت دارد. افزایش مقادیر پروتئین، چربی و خاکستر در نمونه های پوشش دار به دلیل ترکیبات پروتئینی مانند پروتئین های آلفا لاکتالبومین و بتا لاکتوگلوبولین، فسفولیپیدها، لیپوپروتئین ها و گلیسرید های چربی شیر و یون های سدیم، منیزیم، پتاسیم، کلسیم و اسیدهای آمینه گوگرد دار پروتئین آب پنیر می باشد (Coles, 2003). پروتئین، چربی و خاکستر در نمونه های پوشش دار با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه های پوشش دار غلظت ۳ درصد افزایش داشت. افزایش غلظت پروتئین آب پنیر و ترکیبات پروتئینی، چربی و املاح معدنی فیلم مورد استفاده برای تهیه محلول فیلم خوراکی سبب افزایش ارزش افزوده و ترکیبات غذایی نمونه های عمل آوری شده گردید.



نمونه‌های پوشش شده در مقایسه با نمونه شاهد از طعم بهتری برخوردار بودند. نمونه‌های پوشش دار غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه‌های پوشش دار غلظت ۳ درصد از طعم بهتری برخوردار بودند. نتایج به دست آمده با نتایج به دست آمده توسط Bigelow (2007) مطابقت دارد. نمونه‌های پوشش دار تحت تاثیر وجود دی استیل و لاکتوز در ترکیب این فیلم از طعم و بوی بهتری برخوردار هستند. با افزایش غلظت فیلم به دلیل افزایش مقدار دی استیل و لاکتوز در ترکیب این فیلم نمونه‌های پوشش دار غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه‌های پوشش دار غلظت ۳ درصد از کیفیت بهتری برخوردار بودند (Stringer, 2000).

کیفیت رنگ در نمونه‌های پوشش دار غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه‌های پوشش دار غلظت ۳ درصد تفاوت معنی دار نداشت. نتایج این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط gigirey (1999) مطابقت دارد. با توجه به این که لاکتوز سبب کاهش شفافیت پوست ماهی می‌گردد اما به دلیل این که تهیه نمونه‌ها در زمان شروع بوده افزایش غلظت روی شفافیت پوست ماهی تاثیر نداشت (پاتر، 1379 و Crapo et al., 1999).

نمونه‌های پوشش دار در مقایسه با نمونه شاهد از کیفیت بافت بهتری برخوردار بودند. نمونه‌های پوشش دار غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه‌های پوشش دار غلظت ۳ درصد از بافت بهتری برخوردار بود. نتایج این آزمایش با نتایج به دست آمده توسط gigirey (1999) مطابقت دارد. پروتئین‌های آلفا لاکتالبومین و بتا لاکتوگلوبولین آب پنیر می‌تواند سبب ایجاد تجمعات محلول، ذرات بزرگ و رسوبات متراکم کوچک شود. این تجمعات و اتصال آن با آب مقدار آب را افزایش داده و موجب افزایش ویسکوزیته و بهبود بافت فرآورده در نمونه‌های پوشش دار می‌گردد. در نمونه‌های پوشش دار غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه‌های پوشش دار غلظت ۳ درصد به دلیل افزایش ترکیبات پروتئینی کیفیت بافت بهتر است (Krochta et al., 1996).

با توجه به نتایج آزمایشات، وجود تفاوت معنی دار در شاخص پذیرش کلی بین نمونه‌های پوشش دار با نمونه شاهد، وجود تفاوت معنی دار در شاخص پذیرش کلی بین نمونه‌های پوشش دار غلظت‌های ۳ و ۹ درصد نمونه‌های پوشش دار با غلظت ۹ درصد در مقایسه با نمونه‌های پوشش دار غلظت ۳ درصد و نمونه‌های شاهد از کیفیت بهتری برخوردار بوده و کیفیت خود را حفظ کرده بودند اما با توجه به آزمایشات حسی نمونه‌های شاهد بعد از سه ماه کیفیت خود را از دست داده بود.

## منابع

- آدمز، آر. ام. و موس، ام. ا. ۱۳۸۱. میکروبیولوژی غذایی. مرتضوی، علی و صادقی ماهونک، علیرضا. . دانشگاه فردوسی مشهد.
- استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۳. ۱۳۸۳. نمونه برداری و روش های آزمون روغن ها و چربی ها. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۲. ۱۳۸۲. گوشت و فرآورده های آن - تعیین چربی تام - روش آزمون. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۴. ۱۳۸۱. گوشت و فرآورده های آن - تعیین مقدار خاکستر کل - روش آزمون. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- استاندارد ملی ایران شماره ۹۲۴. ۱۳۷۲. اندازه گیری پروتئین تام در گوشت و فرآورده های آن. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲۸. ۱۳۸۶. گوشت و فرآورده های آن - اندازه گیری pH موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- استاندارد شماره ۳۱۴۰. ۱۳۷۳ روش شناسایی سودوموناس ائروجینوزا در مواد غذایی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- استاندارد شماره ۵۶۲۳. ۱۳۸۰. ماهی تازه، ویژگی ها. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۶ صفحه.
- استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۲۵. ۱۳۸۰. ماهی کیلکا پاک شده بصورت منجمد - ویژگی ها و روش های آزمون. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- استاندارد ملی ایران شماره ۵۸۷۷. ۱۳۸۲. شیر و فرآورده های آن - پودر پنیر - ویژگی ها. موسسه تحقیقات و استاندارد صنعتی ایران.
- استاندارد شماره ۱ - ۶۸۰۶. ۱۳۸۴. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- شمارش استافیلوک های کوآگولاز مثبت ( ستافیلوکوکوس اورئوس و سایر گونه ها) روش آزمون - قسمت اول : روش استفاده از محیط کشت بردپارکراگار. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران .

- استاندارد شماره ۱ - ۸۹۲۳ . ۱۳۸۶. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- آماده سازی آزمایش سوسپانسیون اولیه و رقت های اعشاری برای آزمون های میکروبیولوژی قسمت اول: مقررات کلی برای آماده سازی سوسپانسیون اولیه و رقت های اعشاری .موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- استاندارد شماره ۱۱۱۶۶ . ۱۳۸۷. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روش جامع برای شمارش کلی فرم ها - روش شمارش کلنی. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- جانستون، وی. ای.، نیکلسون، اف. جی.، راجر، ای. و استوارد، جی. دی. ۱۳۸۴. انجماد و نگهداری محصولات شیلاتی در سردخانه ها. ترجمه: جان فدا، ترانه سادات. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی. تهران.
- رنکن، ام. سی. و کیل، آر. سی. ۱۳۷۸. صنایع غذایی. ترجمه: دولتخواه، مجتبی و شعبانی گلدره، مریم. موسسه فرهنگی انتشاراتی سیمیا. تهران.
- سیف زاده، م. ۱۳۸۱. نقش باکتری های اسید لاکتیک به عنوان محافظ غذایی. سیزدهمین کنگره صنایع غذایی ایران. تهران.
- سیف زاده، م. ۱۳۸۶. کاربرد فیلم های خوراکی در بسته بندی فرآورده های شیلاتی. مجله دنیای آبزیان، ۷(۴): ۳۴-۴۰.
- کوچکیان، ا. ۱۳۸۰. تهیه گوشت بدون استخوان از ماهی کیلکا و بسته بندی و توزیع آن. انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. رشت.
- معینی، س.، ثابتیان، م.، خالقی گرجی، ع. و فرهنگی، م. ۱۳۸۸. رابطه بین تغییرات شیمیایی ماهی کیلکا با افت وزنی در طول مدت نگهداری در سردخانه ۱۸ - درجه سانتی گراد. مجله علمی پژوهشی شیلات ایران، ۱۸ (۲): ۱۳۹ - ۱۲۹.
- میر هاشمی رستمی، ع. ۱۳۷۹. تاثیر فیلم خوراکی روی کیفیت و زمان ماندگاری ماهیان خاویاری در سردخانه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. تهران.

Anker, M. & Hermansson, A. M. 2010. Edible and biodegradable whey protein films as barriers in foods and food packaging. Nordic food pack. Conf, Denmark. 30 P.

Aubourg, S. P., Manisilla, M. R. & Sotelo, C. G. 1995. Differential lipid damage in various muscle zones of frozen hake lebensm unters forsch. Chemistry and Materials Science Journal, 208: 189 - 193.

- Gigirey, B. & De sousa, J. 1999. Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. *Journal Food Science*, 64: 20 – 24.
- Bigelow, W. & Lee, C. M. 2007. Evaluation of various infused cryoprotective ingredients for their freeze–thaw stabilizing and texture improving properties in frozen Red Hake Muscle. *Journal of Food Science*, 72: 56 – 64.
- Cagri, A., Ustunol, Z. & Ryser, E. T. 2002. Inhibition of three pathogens on bologna and summer sausage using antimicrobial edible films. *Journal of Food Science*, 67: 2317- 2324.
- Cagri, A., Ustunol, Z., Osburn, W. & Ryser, E. T. 2003. Inhibition of *Listeria monocytogenes* on Hot dogs using antimicrobial whey protein based edible coating. *Journal of Food Science*, 68: 291- 299.
- Chapman, K.W., Xiaowen, L.U., Weilmeier, D. & Regenstein, J. M. 1997. Edible films on fish seafood safety. *Journal of Processing and Biotechnology*, 34: 139-150.
- Coles, R. & McDowell, D. 2003. *Food packaging technology*, Blackwell Publishing. UK.
- Crapo, C., Himelboom, B., Pfitzenreuter, R. & Lee, C. 1999. Texture modification processes for Giant Grenadier filets, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 8: 27- 40.
- Cappuccino, J. C. & Sherman, N. 1999. *Microbiology*, Benjamin / Cumming Science Publishing. USA.
- Hegenbart, S. 2006. *The changing face of shelf life*, Virgo Publishing. USA.
- Holt, J. G ., Krieg, R. N., Sneath, P. H. A ., Staley, J. T. & Williams, S. T. 1994. *Bergeys manual of determinative bacteriology ninth edition*, Williams & Wilkins. USA.
- Huss, H. H. 1994. *Assurance of seafood quality*. FAO. Italy.
- ISO85\_ 87. 1988. *Sensory analysis \_ methodology first edition*. ISO. Swiss.
- Jairus, R. D. D., Graves, R. H. & Carlson, V. R. 1996. *Aseptic processing and packaging of food*, CRC Press. London.
- Krochta, J. M; German, J. B. & McCarthy, M.J. 1996. Edible films for preventing loss of quality in frozen fish, California sea grant. *Biennial Report of Completed Projects*. 1992- 1994. USA.
- Manish, K., Sharma, B. D. & Sharma, R. B. 2004. Effect of carrageenan and sodium alginate on processing and sensory quality of low fat ground pork patties. *Indian Journal of Animal Research*, 38: 25 - 45.
- Marsh, K. & Bugusu, B. 2007. Food packaging roles materials and environmental issues. *Journal Food Packaging*, 72: 39 -56.
- Martin, A. M. 1994. *Fisheries processing*. Chapman and Hall. UK.
- Min, S; Rumsey, T. R. & Krochta, J. 2006. Lysozyme diffusion in smoked salmon coated with whey protein films incorporation lysozyme. *CDRF*, 1: 5 - 29.
- Min, S., Harris, J. & Krochta, J. 2007. *Listeria monocytogenes* inhibition by whey protein films and coatings incorporatin the lactoperoxidase system .*Journal of Food Science*, 70: M317-321.

- Min, S., Harris, J. & Krochta, J. 2007. Time to talk turkey inhibition of *Salmonella enteritica* and *Escherichia coli* O157:H7 on roasted turkey by edible whey protein coating incorporating the lactoperoxidase system. *Journal of Food Protection*, 69: 784 – 793.
- Morrissey, M. T., Chung, Y. C. & An, H. 2009. Whey protein concentrate as a proteinase inhibitor in pacific whiting surimi. *Journal of Food Science*, 61: 367 - 371.
- Nassiri Moghaddam, H. & Danesh Mesgaran, M. 2007. Determination of chemical composition, mineral contents and protein quality of Iranian Kilka fish meal. *International Journal of Poultry Sciences*, 6: 354 – 367.
- Ozakanli, O. & kaya, A. 2007. Storage stability of butter oils produced from sheeps non – pasteurized and pasteurized milk. *Food Chemistry*, 100: 1026 – 1031.
- Piyachomkwan, K. & Penner, M. h. 1995. Inhibition of pacific whiting surimi – associated protease by Whey protein concentrate. *Journal Food Biochem.*, 18: 345 - 358.
- Sanker, T. & Raghunath, M. R. 1995. Effect of pre- freezing iced storage on the lipid of *Ariomma indica* during frozen storage. *Fishery Technology*, 32: 88 – 92.
- Shah, A. J., Hansen, B. & Larsen, R.B. 1999. Fish crackers (kwropok) produced by extrusion with addition of whey protein concentrate. *Food Australia*, 51: 104 – 106.
- Shahidi, F. & Botta, J. R. 1994. *Seafoods, chemistry, processing technology and quality*. Chapman & Hall. USA.
- Silva, J. & Ammerman, G. R. 1993. composition, lipid change and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage. *Journal Applied Aquaculture*, 2: 39 –49.
- Stringer, M. & Dennis, C. 2000. *Chilled foods*. CRC press. USA.
- Stuchell, Y. M. & Krochta, J. M. 1995. Edible coating on frozen King salmon: Effect of Whey protein isolate and acetylated monoglycerides on moisture loss and lipid oxidation. *Journal of Food Science*, 60: 28-31.
- Zinoviadou, K. G., Koutsoumanis, K. P. & Biliaderis, C. G. 2009. Physico – chemical properties of Whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Sciences*, 82: 338 – 345.