تغییرات میزان ازت فرّار و هیستامین ماهی کیلکا در روشهای نگهداری

علی سلمانی ـ سلیمان غلامی‌پور ـ مهدی یوسفیان

موسسه تحقیقات شیلات ایران
بخش بیوتکنولوژی، مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران، ساری صندوق پستی: ۹۱۶

تاریخ دریافت : فروردین ۱۳۷۹ تاریخ پذیرش : مرداد ۱۳۸۰

چکیده

این تحقیق به منظور حفظ کیفیت ماهی کیلکا برای مصرف انسانی انجام گردیده است. در این مطالعه روشهای نگهداری ماهی کیلکا در مخزن آب سرد دریا و یخ خرد شده در فصول مختلف مورد بررسی قرار گرفته و با روش سنتی مقایسه شده است. برای این منظور از ماهی کیلکای نگهداری شده به روشهای فوق‌الذکر در زمانهای صفر (بلافاصله پس از صید)، پنج و ده ساعت پس از صید (از زمان صید تا رسیدن به محل نگهداری و یا عمل‌آوری) نمونه‌برداری گردید و تغییرات ازت فرّار (TVN) و هیستامین مورد آزمایش قرار گرفت.

میانگین میزان هیستامین تا ۱۰ ساعت پس از صید طی چهار فصل در روش سنتی ۱۰/۳ mg/۱۰۰ می‌باشد ولی در روشهای نگهداری در مخزن آب سرد و یخ خرد شده به ترتیب ۲/۲mg/۱۰۰ و ۱/۵mg/۱۰۰ بوده‌است. میانگین میزان ازت فرّار تا ۱۰ ساعت پس از صید طی چهار فصل در روش سنتی ۲۲/۳mg/۱۰۰ بود، در حالیکه میزان این فاکتور در روش‌های نگهداری در یخ خرد شده و مخزن آب سرد بترتیب ۱۹mg/۱۰۰ و ۱۷mg/۱۰۰ بوده‌است.

بررسی نتایج نشان داده است که مقایسه تغییرات این عوامل در ماهی نگهداری شده به روش سنتی و روشهای دیگر از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ($P<0.05$).

گرچه بین دو روش نگهداری ماهی در آب سرد دریا و یخ خرد شده از نظر عددی تفاوتی دیده می‌شود ولی از نظر آماری این تفاوت معنی‌دار نیست. در عین حال ماهی نگهداری شده در مخزن آب سرد از کیفیت مطلوبتری برخوردار است.

بنابراین برای جلوگیری از کاهش کیفیت ماهی صید شده و عرضه آن برای مصارف انسانی، بهتر است که ماهی با این روش نگهداری گردد.

لغات کلیدی : ازت فرّار، هیستامین، ماهی کیلکا

مقدمه

از مهمترین ذخایر ماهیان موجود در دریای خزر می‌توان به ماهی کیلکا اشاره کرد. سه گونه از این ماهی به نامهای کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*)، چشم درشت (*C. grimmi*) و معمولی (*C. delicatula*) در دریای خزر وجود دارد که وابسته به خانواده شگ ماهیان می‌باشند. ۹۱ درصد از ترکیب گونه‌ای، مربوط به گونهٔ آنچوی می‌باشد (پرافکنده، ۱۳۷۵ ؛ پورغلام و همکاران، ۱۳۷۵). ذخایر این ماهی قابل ملاحظه است، بطوریکه میزان صید آن از ۱۳ تن در سال ۷۱ به ۸۲ هزار تن در سال ۷۸ افزایش یافته و پیش بینی شده است تا ۱۰۰ هزار تن در سال افزایش یابد (سلمانی، ۱۳۷۶). براساس گزارش کمیسیون مقدماتی ماهی کیلکا در سال ۱۳۷۴ تنها ۵ درصد ماهی کیلکای صید شده به مصرف انسانی می‌رسد و بقیه به پودر ماهی تبدیل می‌شود، در حالیکه این ماهی همانند سایر ماهیان از نظر مواد مغذی بسیار ارزشمند است (بطور متوسط دارای ۱۸ تا ۲۰ درصد پروتئین، ۱/۵ تا ۵/۲ درصد چربی، ۱/۵ تا ۲/۵ درصد مواد معدنی، و ویتامینهای محلول در چربی و آب می‌باشد).

هم‌اکنون صید کیلکا با شناور صیادی و تور قیفی و نور مصنوعی در شب صورت می‌گیرد. صید ماهی کیلکا در مناطق صیادی به فاصله ۵ تا ۷ مایلی از ساحل انجام می‌شود و بلافاصله پس از صید، ماهیها به داخل جعبه چوبی تعبیه شده در عرشه شناور (با حجم تقریبی ۶۰۰ لیتر) تخلیه شده و سپس بلافاصله به جعبه‌های پلاستیکی (با ظرفیت حدود ۲۰ کیلوگرم ماهی) یا کیسه نایلونی (۵۰ کیلوگرمی) ریخته می‌شوند و تا رسیدن به ساحل در دمای محیط در عرشه شناور نگهداری می‌گردند. معمولاً شناور صیادی مقارن با طلوع آفتاب به اسکله مراجعت می‌نماید و ماهی نگهداری شده در کیسه نایلونی و یا جعبه پلاستیکی بطور دستی به کامیون سرباز و بدون تجهیزات سرمایی انتقال یافته و به محل فرآوری حمل می‌شود.

ماهی به دلیل داشتن ترکیبات شیمیایی و درصد بالای پروتئین جزء مواد غذایی سریع‌الفساد است و با نگهداری در شرایط نامناسب فعالیتهای آنزیمی و میکروبی باعث بروز فساد و کاهش کیفیت گوشت ماهی می‌گردد.

جمود نعشی از دیگر تغییرات پس از صید است. ماهی در مراحل اولیه نگهداری قابلیت

پایداری را در برابر هجوم باکتریها داراست و این وضعیت تا پایان جمود نعشی ادامه دارد. هرچه ماهی دیرتر وارد این مرحله شود و برای مدت طولانی‌تری در این مرحله باقی بماند، کیفیت خود را به مدت بیشتری حفظ می‌کند. از آنجا که هم اکنون ماهی کیلکا در حالت غیر منجمد نگهداری می‌شود، نخستین و مهمترین اقدام برای جلوگیری از تغییرات نامطلوب آن، عمل سرد کردن و نگهداری در سرماست چرا که با سرد کردن ماهی، می‌توان جمود پس از مرگ را کنترل و از عواقب نا مطلوب آن در امان بود (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۵).

سرد کردن ماهی به دو روش عمده شامل نگهداری در یخ و نگهداری در آب سرد انجام می‌گیرد. در سرد کردن با یخ روشهای مختلف شامل Shelf storage، Box storage و Bulk storage وجود دارد که روش Box storage بهتر از روشهای دیگر کیفیت محصول را حفظ می‌کند و برای ماهیان چرب مناسبتر است. نگهداری ماهی در آب سرد نیز به دو طریق Refrigerated sea water و Chilled sea water انجام می‌شود که روش دوم برای ماهیان چرب مناسبتر است (رضوی شیرازی، ۱۳۷۳). بهمین منظور روشهای نگهداری ماهی در یخ خرد شده و آب سرد مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روشها

در این تحقیق از سه روش نگهداری زیر استفاده شده است :

۱ - **روش سنتی**: در این روش کیلکا در کیسه‌ها و یا جعبه‌های پلاستیکی در عرشه شناور قرار گرفته و پس‌از رسیدن به ساحل (بدون یخ) بوسیله کامیونهای سرباز حمل می‌گردد. این روش همان روش موجود نگهداری و حمل ماهی کیلکا می‌باشد.

۲ - **روش نگهداری ماهی در یخ**: در این روش ابتدا کف جعبه پلی‌اتیلنی با لایه‌ای از یخ خرد شده پوشانده شده و سپس ماهی به ضخامت ۵ سانتیمتر روی آن قرار می‌گیرد (تقریباً به نسبت مساوی از یخ و ماهی) و مجدداً روی ماهی با یخ پوشانده می‌شود و این عمل تا پر شدن جعبه ادامه دارد. در نهایت روی ماهی نیز لایه‌ای از یخ خرد شده قرار می‌گیرد و ماهی تحت همین شرایط به محل فرآوری حمل می‌گردد. در این روش پس از سه ساعت درجه حرارت بدن ماهی به

صفر تا یک درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

۳ - **نگهداری ماهی در مخزن آب سرد دریا**: در این روش از بشکه‌های پلی‌اتیلنی ۱۰۰ لیتری استفاده شده و در این مخزن به ترتیب با نسبتهای ۵±۵۵، ۵±۲۵ و ۲۰ درصد (W/W) از ماهی، یخ و آب دریا با هم مخلوط شده و تا رسیدن به محل فرآوری حمل و نگهداری می‌گردد. [بدیهی است مصرف یخ در فصول بهار و تابستان بیشتر از فصول پاییز و زمستان است. بنابراین بیشترین مقدار یخ (۶۰ درصد) در تابستان و کمترین مقدار یخ (۳۰ درصد) در زمستان مصرف می‌شود]. در این تحقیق تعداد ۸۷ نمونه (هر نمونه شامل ۱۰۰ ماهی) از روشهای مختلف نگهداری در فصول مختلف سال اخذ و مورد آزمایش قرار گرفت. در این روش پس از یک ساعت درجه حرارت آب و ماهی به ۱- تا ۲- درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

نمونه‌برداری از ماهی برای تعیین میزان تغییرات عوامل مورد بررسی تا ۱۰ ساعت پس از صید به شرح زیر است:

۱ - زمان صفر (بلافاصله پس از صید روی شناور).

۲ - پنج ساعت پس از صید.

۳ - ده ساعت پس از صید (محل فرآوری).

نمونه‌برداری از نمونه‌های مربوط به زمان صفر (بلافاصله پس از صید) از عرشه کشتی و نمونه‌های ۵ و ۱۰ ساعت پس از صید بطور همزمان تا رسیدن ماهی کیلکا به واحدهای تولید پودر ماهی انجام شده است. برای جلوگیری و به حداقل رساندن تغییرات در نمونه‌ها، مرحله اول نمونه برداری در ساعت ۴ تا ۵ بامداد انجام شده است و کلیه نمونه‌ها پس از قراردادن در داخل کیسه فریزر، در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل شده است .

اندازه‌گیری مجموع ازت فرّار (TVN) به روش ماکروکجلدال (Hollinworth, 1990) انجام گرفت.

اندازه‌گیری هیستامین به روش رنگ سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر U.V در طول موج ۴۹۵ نانومتر (Hardy, 1976) صورت پذیرفت.

نتایج آزمایشات توسط آزمون T و آزمون Duncans multipel range test مورد بررسی قرار

گرفت. آزمون T با برنامه کامپیوتری Excel و آزمون Duncan با برنامه کامپیوتری SPSS انجام شده است.

نتایج

بررسی نتایج جدول شماره یک نشان داده است که میانگین مقدار هیستامین ماهی کیلکا پس از ۱۰ ساعت نگهداری در فصل بهار به میزان حداکثر ۷/۴ میلی‌گرم درصد در روش نگهداری جاری، و حداقل ۲/۳ میلی‌گرم درصد در روش نگهداری در مخزن آب سرد تغییر نموده است.

میانگین مقدار هیستامین ماهی کیلکا پس از ۱۰ ساعت نگهداری در فصل تابستان نشان می‌دهد که حداکثر هیستامین ۲۰/۴۲ میلی‌گرم درصد مربوط به روش جاری و حداقل ۲/۴ میلی‌گرم درصد در روش مخزن آب سرد است.

میانگین مقدار هیستامین ماهی کیلکا پس از ۱۰ ساعت نگهداری در فصل زمستان نشان می‌دهد که حداکثر هیستامین ۲/۹ میلی‌گرم درصد در روش جاری و مقدار ۲ میلی‌گرم درصد در روش نگهداری در مخزن آب سرد می‌باشد.

حداکثر میزان هیستامین در فصل تابستان مربوط به روش جاری و حداقل مقدار هیستامین ۲ میلی‌گرم درصد مربوط به روش نگهداری در مخزن آب سرد در فصل زمستان می‌باشد.

مقدار متوسط هیستامین در مرحله اول در فصول مختلف ۰/۷۷ میلی‌گرم درصد بوده در حالیکه مقدار آن تا ۱۰ ساعت پس از صید در روشهای مختلف بترتیب ۱۰/۳۵ میلی‌گرم درصد در روش جاری، ۱/۷ میلی‌گرم درصد در روش مخزن آب سرد و یخ و ۲/۳ میلی‌گرم درصد در روش یخ خرد شده بوده است. گرچه مقایسه دو روش نگهداری آب سرد و یخ خرد شده از نظر عددی با هم تفاوت دارند ولی این اختلاف معنی‌داری نیست ($P>0.05$).

در مجموع در روش نگهداری ماهی کیلکا در آب سرد از نظر میزان TVN و هیستامین در تمام فصول در حداقل و در روش جاری نیز در حداکثر بوده است.

جدول ۱ : میانگین و انحراف معیار فاکتورهای TVN و هیستامین در ماهی کیلکا دریای خزر در سال ۱۳۷۵

فصل	تعداد نمونه	مراحل نمونه‌برداری پس از صید زمان (ساعت)	عوامل مورد بررسی: میانگین مجموع ازت فزار mg/۱۰۰ انحراف معیار			میانگین هیستامین mg/۱۰۰ انحراف معیار		
			A	B	C	A	B	C
بهار	۵	۰	۱۱/۸ ۰/۲	۱۲ ۰/۶۱	۱۱/۷۸ ۰/۱۴	۱/۲ ۰/۱۱	۱/۲ ۰/۱۸	۱/۳ ۰/۱۷
	۵	۵	۱۶/۸۸ ۰/۵۷	۱۵/۳۸ ۰/۳۲	۱۳/۲ ۰/۶۶	۳/۳ ۰/۲۲	۲ ۰/۲۵	۱/۶ ۰/۱۳
	۵	۱۰	۱۹/۸۵ ۰/۷۵	۱۵/۶ ۰/۱۱۵	۱۲/۲ ۰/۳	۷/۴ ۰/۳۳	۱ ۰/۱	۲/۳ ۰/۱۶
تابستان	۵	۰	۱۴/۵۸ ۰/۹	۱۴/۴۳ ۰/۳۳	۱۴/۹۵ ۰/۲۲	۰/۷۹ ۰/۰۳	۰/۷ ۰/۰۲	۰/۷۹ ۰/۰۱
	۵	۵	۲۴/۱۴ ۰/۶۵	۱۹/۵۸ ۰/۴۶	۱۶/۹۶ ۰/۲۰	۸/۹ ۰/۳۷	۱/۷۲ ۰/۱	۲/۰۹ ۰/۱۶
	۵	۱۰	۲۵/۶۶ ۰/۵۱	۱۹/۱۶ ۰/۲۵	۱۶/۸۸ ۰/۵۵	۲۰/۴۲ ۰/۴۳	۱/۲۸ ۰/۱۵	۲/۴ ۰/۲۷
پاییز	۵	۰	۲۰/۱ ۰/۹۵	۲۰/۱۶ ۱/۲	۲۰/۳۰ ۰/۵	۰/۷۹ ۰/۰۲۵	— —	— —
	۵	۵	۲۰/۹ ۱/۴	۱۹/۹۶ ۰/۷۱	۱۸/۵ ۰/۸۲	۸/۷۴ ۰/۳۶	— —	— —
	۵	۱۰	۲۱/۹۶ ۰/۷۳	۲۰/۷ ۰/۷۲	۱۸/۴۸ ۰/۳۹	— —	— —	— —
زمستان	۵	۰	۱۷/۰۱ ۰/۴۲	۱۷ ۰/۴	۱۷/۰۸ ۰/۴۶	۰/۲ ۰/۰۱	۰/۳ ۰/۰۱	۰/۳ ۰/۰۲
	۵	۵	۱۹/۲۶ ۱/۰۸	۱۸/۰۲ ۱/۱۹	۱۷/۱۲ ۱/۰۸	۰/۵ ۰/۰۲	۰/۹ ۰/۰۶	۱/۱۰ ۰/۲۱
	۵	۱۰	۲۲ ۱/۰۴	۲۱/۰۲ ۱/۴۸	۲۰/۷۹ ۰/۷۹	۲/۹ ۰/۳۲	۲/۴ ۰/۱۸	۲ ۰/۲

A - ماهی نگهداری شده به روش سنتی

B - ماهی نگهداری شده در کنار یخ

C - ماهی نگهداری شده در مخزن آب سرد دریا

بحث

نگهداری و حمل کیلکا در شرایط نامناسب (سنتی) و حساسیت این ماهی از بعد ویژگیهای گونه‌ای (چربی بالا و ذخیره گلیکوژنی کم) سبب شده است که مرحله جمود پس از مرگ سریعاً به پایان رسیده و شرایط برای فعالیت باکتریها و آنزیمهای تجزیه کننده فراهم شده و بافتها دچار تجزیه و آسیب شوند. از جمله این آنزیمها می‌توان به لیپاز، پروتئاز و هیستیدین دکربوکسیلاز اشاره نمود. فعالیت آنزیم لیپاز و پروتئاز باعث تجزیه احشاء (بدلیل عدم تخلیه شکمی در کیلکا) و عضلات می‌شود و به این ترتیب ماهی نگهداری شده به روش سنتی ۸ تا ۱۰ ساعت پس از صید دارای رنگ تیره، بوی نامطبوع در آبششها، وجود مایع لزج روی پوست و آسیب‌دیدگی و پارگی شکم می‌باشد. از طرفی وجود پروتئاز با تأثیری که روی پروتئینهای بدن ماهی می‌گذارد باعث افزایش شدید TVN در عضله ماهی می‌شود (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۵).

فعالیت آنزیم هیستیدین دکربوکسیلاز باعث بالا رفتن میزان هیستامین در گوشت ماهی می‌گردد. وجود این آنزیم ناشی از رشد و فعالیت باکتریهای موجود در ماهی است. این آنزیم در درجه حرارتهای بالا از باکتریهای مختلف تولید شده و فعالیت خود را تا کمی پائینتر از ۵ درجه سانتی‌گراد حفظ می‌کند. بنابراین در درجه حرارت پایین زمان بیشتری برای تولید هیستامین نیاز است ولی اگر درجه حرارت بالا رود در مدت کوتاهتری میزان هیستامین افزایش می‌یابد (رضوی شیرازی، ۱۳۷۳).

بررسی نتایج روش سنتی (در فصول مختلف) تا ۱۰ ساعت پس از صید بیانگر این است که بیشترین دامنه تغییرات میزان ازت فرّار در فصل تابستان ۱۱ میلی‌گرم درصد و کمترین تغییرات در فصل پاییز به میزان ۱/۳ میلی‌گرم درصد می‌باشد. در صورتیکه در روش نگهداری در آب سرد در شرایط مشابه دامنه تغییرات ۲/۴ میلی‌گرم درصد در فصل تابستان و بطور متوسط ۱/۷ میلی‌گرم درصد در سایر فصول بوده است.

بررسی نتایج در روش سنتی (فصول مختلف) تا ۱۰ ساعت پس از صید مؤید این است که بیشترین دامنه تغییرات هیستامین در فصل تابستان به میزان ۲۰ میلی‌گرم درصد و کمترین دامنه تغییرات در فصل زمستان با ۲/۱ میلی‌گرم درصد می‌باشد. در صورتیکه در روش نگهداری

ماهی در مخزن آب سرد در شرایط مشابه، دامنه تغییرات در فصول مختلف ۱/۷ تا ۲ میلی‌گرم درصد است.

در روش نگهداری ماهی در مخزن آب سرد دریا (CSW) درجه حرارت آب تا ۲- درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد و در نتیجه ماهی در محیط سرد احاطه شده و به دلیل قدرت شناوری، تقریباً برابر وزن خود در آب شناور مانده و سریعتر از دیگر روشهای نگهداری گرمای خود را از دست می‌دهد (در روش نگهداری در یخ خرد شده پس از ۳ ساعت درجه حرارت بدن ماهی به صفر درجه سانتی‌گراد می‌رسد در صورتیکه در روش CSW این زمان کمتر از ۱ ساعت است). نتایج این تحقیق با نتایج Noviko در سال ۱۹۸۳ در خصوص بکارگیری روش CSW در نگهداری ماهیان پلاژیک مطابقت دارد.

حضور نمک و دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد از شروع و پیشرفت جمود پس از مرگ جلوگیری نموده و رشد باکتریها و فعالیت آنزیمها را کند نموده و ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد. همچنین در این روش به دلیل شناور بودن ماهی از صدمات ناشی از ضربه و تماس جلوگیری می‌شود و چنانچه طی حمل و نقل از همین مخازن استفاده گردد، ماهی تماس کمتری با هوا داشته و از خشک شدن پوست و اکسیداسیون آن جلوگیری می‌شود (اکسیداسیون در ماهیان چرب مثل کیلکا حائز اهمیت است).

این روش علاوه بر افزایش زمان ماندگاری محصول از ابعاد اقتصادی، از نظر سهولت و سرعت در انجام کار نیز نسبت به روش نگهداری در یخ خرد شده ارجحیت دارد. ماهی نگهداری شده با این روش برای مصارف انسانی بصورت بسته‌بندی، منجمد کردن، کنسرو کردن و تولید محصولات خمیری و ... کاملاً قابل استفاده است. یافته‌های محققان نشان می‌دهد که با این روش می‌توان ماهیان پلاژیک را ۲ تا ۳ روز بنحو مطلوبی نگهداری نمود (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۵).

براساس نتایج بدست آمده، بکارگیری این روش حتی در فصول سرد سال نیز ضروری است. چرا که در فصول سرد درجه حرارت متوسط آب ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. در صورتیکه درجه حرارت مطلوب نگهداری ماهی، صفر تا ۲- درجه سانتیگراد است (پورغلام و همکاران، ۱۳۷۵).

مطالعه اقتصادی روشهای نگهداری نیز نشان داده است که قیمت تمام شده هر کیلوگرم ماهی نگهداری شده در روش CSW به میزان ۲۵ تا ۳۰ ریال بیشتر از روش سنتی است ولی قیمت فروش ماهی نگهداری شده در روش CSW به دلیل قابلیت مصرف انسانی آن ۱۰۰ تا ۱۵۰ ریال بیشتر از ماهی نگهداری شده به روش سنتی می‌باشد.

با توجه به ذخیره قابل توجه ماهی کیلکا در دریای خزر و بالا بودن ارزش غذایی و همچنین با توجه به فسادپذیری سریع آن، ضروری است از ادامه حمل این ماهی به روش سنتی اجتناب گردد، چرا که این مسئله باعث به هدر رفتن این ماده با ارزش پروتئینی می‌گردد.

بنابراین براساس نتایج حاصل از این تحقیق و نتایج بدست آمده توسط سایر محققان، بهتر است برای حمل این ماهی به جای روش سنتی، از روش حمل در آب دریا و یخ (CSW) استفاده گردد. با این روش نه تنها عوامل شیمیایی (TVN و هیستامین) در حداقل ممکن باقی می‌مانند و محصول نهایی تولید شده مخاطرات کمتری از نظر مصرف دارد بلکه به علت حفظ کیفیت ماهی می‌توان آن را براحتی به بازار مصرف انسانی عرضه نمود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از آقای دکتر پورغلام ریاست محترم وقت مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران و آقای مهندس لالویی معاون تحقیقاتی و همچنین از کلیه کارشناسان بخش بیوتکنولوژی خصوصاً آقایان رضا صفری و امیر هوشنگ شجاعی که در انجام آزمایشات و نمونه‌برداری همکاری صمیمانه‌ای داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

پرافکنده، ف.، ۱۳۷۵. برخی خصوصیات زیستی ماهی کیلکا در آبهای استان مازندران. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۲ صفحه.

پورغلام، ر.؛ بشارت، ک. و فضلی، ح.، ۱۳۷۵. ارزیابی ذخایر کیلکا ماهیان به روش هیدرواکوستیک. مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران. ۱۲۹ صفحه.

سلمانی،ع.، ۱۳۷۶. مطالعه نگهداری و حمل و نقل ماهی کیلکا در مخزن آب سرد و یخ خرد شده و مقایسه آن با روش سنتی. مرکز تحقیقات شیلاتی استان مازندران. ۲۶ صفحه.

Hardy, R. , 1976. A method for the colorimetric assay of histamine tissuse and meat. Journal of Pharmacol. Exp. Ther. 127, pp.182-186.

Hollinworth, T. , 1990. Association of official chemists. Washington D.C., U.S.A. pp.11-57.

Noviko, V.M. , 1983. Handbook of fishering technology. Russia, Vol. 1, pp.64-83.