بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه گنبد کاووس

دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی

تکثیروپرورش آبزیان

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

اثرات زمان قطع غذادهی قبل از صید بر برخی خصوصیات کیفی گوشت ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchuc mykiss*) نگهداری شده در دمای(۴ċ)

نگارش:

ندا عالی

استاد راهنما:

دکتر محمد هرسیج

استادمشاور:

دکتر سیدولی حسینی

دکترحجت الله جعفریان

تابستان ۱۳۹۲

تقدیم به

دستان گرم پدرم

اوکه استواری گامهایش صلابت وانسانیت رابرایم معنابخشید

و قلب سرشار از مهرمادرم

اوکه صدف مرا در دامن دریاییاش پرورش داد

و گرمی نگاهش عشق ومحبت رابه من آموخت

و خواهر عزیزم

سمیرا جان

تشکروقدردانی

باشکروسپاس بیکران خداوندمتعال راکه توفیق اتمام این پروژه راعنایت فرمود، لازم می‌دانم ازتمام عزیزانی که دراجرای تحقیق همکاری داشتندتشکروقدردانی کنم.

ازاستادراهنما بزرگوارم جناب‌آقای‌دکترمحمدهرسیج که انجام این تحقیق بدون راهنمایی و مساعدت ایشان ممکن نبود، صمیمانه تشکرمیکنم.

مراتب سپاس وقدردانی خویش را ازسرصدق و اخلاص به محضراستادگرانقدرجناب آقای دکترسیدولی حسینی، که درنهایت سعه صدروخالصانه همواره باحمایتهاورهنمودهای ارزشمندوسازنده، اینجانب رادرانجام این پایان نامه مورد محبت خویش قرارداده‌اند، ابرازمیدارم.

با سپاس فراوان از راهنمائی‌ها استاد مشاور محترم جناب آقای دکتر جعفریان که در طی انجام این تحقیق، با راهنمائی‌های خود مرا در نگارش این اثریاری نمودند.

از اساتیدگرامی آقایان دکتر پاتیمار و دکترراه چمنی که زحمت داوری پایان نامه رابه عهده داشتند، بسیار سپاسگزارم.

ازنماینده محترم شورای تحصیلات تکمیلی آقای دکترقره‌باش بسیارمتشکرم.

ازدوستان گرامی خانم هاملک پور و عموزاد و سایرعزیزانی که به هرنحوی دراجرای این تحقیق همکاری داشتندولی نامی ازآنهاذکرنشد، بسیارسپاسگزارم.

چکیده

خصوصیات کیفی ماهی قزل آلای رنگین کمان *(Oncorhynchucmykiss)* قطع غذادهی شده طی۱۲ روز نگهداری در یخچال(دمای۴ درجه سانتی گراد) مورد بررسی قرار گرفت. ماهیان طی زمانهای۴۸،۲۴،۱۲،۰ ساعت قبل از صید، قطع غذادهی شدند. پس از انجام تیمار، نمونه های هر تیمار به صورت جداگانه در یخچال نگهداری شد و طی دوره نگهداری آزمایش میکروبی(بار باکتریایی کل)، آزمایش های شیمیایی(اندازه گیری تیوباربیتوریک اسید، مجموع بازهای نیتروژنی فرار،pH)و ارزیابی حسی (با فواصل زمانی سه روزه) بر روی نمونه ها انجام گرفت. نتایج نشان داد که مقادیرTVB-N,TBA,pH و بار باکتریایی کل طی دوره نگهداری به طور معنی داری ($P<0.05$)افزایش یافت. با افزایش ساعت های مختلف قطع غذادهی مقادیرTVB-N,TBA،بار باکتریایی کل و pH در مقایسه با گروه شاهد، کاهش یافت. مقادیر ارزیابی حسی نمونه ها نیز نشان دهنده کیفیت عالی تا خوب تا روز ششم برای تمام تیمارها نشان داد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر می‌توان مدت ماندگاری ماهی قزل آلای رنگین کمان را طی دوره نگهداری تا ۶روز، برای تمام تیمارها که قبل از صید قطع غذا شدند تعیین کرد.

کلید واژه: ماهی قزل آلای رنگین کمان، کیفیت گوشت، قطع غذادهی، نگهداری در یخچال

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده

فصل اول: مقدمه وکلیات

۱- ۱ مقدمه..... ۱

۱- ۲ ماهی قزل آلای رنگین کمان..... ۳

۱- ۳ روشهای نگهداری ماهیان..... ۴

۱- ۳ - ۱ سرد کردن با یخ ۴

۱ - ۳ - ۲ نگهداری ماهی درآ ب سرد..... ۵

۱-۳-۳ نگهداری دردماهای سرد(ċ ۰-۲۵)..... ۶

۱ - ۳ - ۴انجماد ماهی..... ۶

۱ - ۴ فرایند فساد ماهی..... ۷

۱ - ۴ - ۱ فساد آنزیمی..... ۷

۱ - ۴ - ۲ فساد شیمیایی..... ۸

۱ - ۴ - ۳ فساد میکروبی و متابولیت های آنها ۱۱

۱ - ۵ اهدف..... ۱۳

۱ - ۶ فرضیه ها..... ۱۳

عنوان **صفحه**

فصل دوم: مروری بر منابع

۲ – ۱ مروری بر مطالعات انجام شده..... ۱۵

فصل سوم: مواد و روشها

۳ – ۱ مواد و وسایل مورد استفاده ۱۹

۳ – ۱ – ۱ مواد مصرفی..... ۱۹

۳ – ۱ – ۲ وسایل غیر مصرفی ۱۹

۳ – ۲ روشها..... ۱۹

۳ – ۲ –۱ تهیه ماهی ۱۹

۳ – ۲ – ۲ آنالیز های شیمیایی..... ۲۰

۳ – ۲ – ۲ – ۱ اندازه گیری اسید تیوبار بیتوریک(TBA)..... ۲۰

۳ – ۲ – ۲– ۲اندازه گیری مجموع بازهای نیتروژن فرار پایه (TVB-N)..... ۲۱

۳ – ۲ – ۲ – ۳ اندازه گیری pH ۲۳

۳ – ۲ – ۳ آنالیز میکروبی..... ۲۳

۳ – ۲ – ۴ آنالیز حسی ۲۴

۳ – ۳ تجزیه و تحلیل آماری..... ۲۶

عنوان **صفحه**

فصل چهارم: نتایج

۴- ۱ جدول آنالیز واریانس ۲۸

۴ – ۲ نتایج آزمایشات شیمیایی..... ۲۸

۴ – ۲- ۱ بازهای ازته فرار(TVB-N)..... ۲۸

۴ – ۲ – ۲ تیوباربیتوریک اسید(TBA)..... ۲۹

۴ – ۲– ۳ pH ۲۹

۴ – ۳ نتایج آزمایش میکروبی ۳۰

۴ – ۳ – ۱ شمارش کل باکتریایی زنده (TVC) ۳۰

۴ – ۴ نتایج ارزیابی حسی..... ۳۱

فصل پنجم: بحث و پیشنهادات

۵ – ۱ بحث..... ۳۴

۵ – ۱ – ۱ آزمون های شیمیایی..... ۳۴

۵ – ۱ – ۱ – ۱ بازهای ازته فرار (TVB-N)..... ۳۴

۵ – ۱ – ۱ – ۲ تیو بار بیتوریک اسید(TBA)..... ۳۵

۵ – ۱ – ۱ – ۳ pH..... ۳۵

۵ – ۱ – ۲ – ۱ ارزیابی میکروبی ۳۶

عنوان **صفحه**

۵ – ۱ – ۲ – ۱ شمارش کل باکتری های زنده (TVC)..... ۳۷

۵ – ۱ – ۳ ارزیابی حسی..... ۳۷

۵ – ۲ نتیجه گیری..... ۳۸

۵ – ۳ پیشنهادات..... ۳۸

۵ – ۳ –۱ پیشنهادات پژوهشی..... ۳۹

منابع

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۳-۱جدول معیار برای اندازه گیری فاکتورهای حسی موردآزمون.....۲۵

جدول ۴-۱ تغییرات نیتروژن پایه فرار درگوشت قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در دمای c° ۴.....۲۸

جدول ۴-۲ تغییرات تیوباربیتوریک اسید درگوشت قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در دمای c°۴.....۲۹

جدول۴ -۳ تغییرات بار باکتریایی کل در گوشت قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در دمای c° ۴.....۳۱

جدول۴- ۴ جدول ارزیابی حسی.....۳۲

فهرست نمودار

عنوان **صفحه**

نمودار۴ – ۱ تغییراتpH در گوشت قزل آلای رنگین کمان نگهداری شده در دمای c° ۴.....۳۰

عنوان	فهرست عکس ها	صفحه

تصویر ۳-۱ کارگاه پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان..... ۱۹

تصویر ۳-۲ نحوه نگهداری ماهیان دریخچال..... ۲۰

تصویر ۳-۳ نحوه نگهداری ماهیان قطع غذا شده قبل از صید..... ۲۰

تصویر ۳-۴ حمام بن ماری..... ۲۱

تصویر ۳-۵ دستگاه اسپکتوفتومتری(مقدار جذب ۵۳۲ نانومتر)..... ۲۱

تصویر ۳-۶ دستگاه تقطیر کجلدال(ماکروکجلدال)..... ۲۲

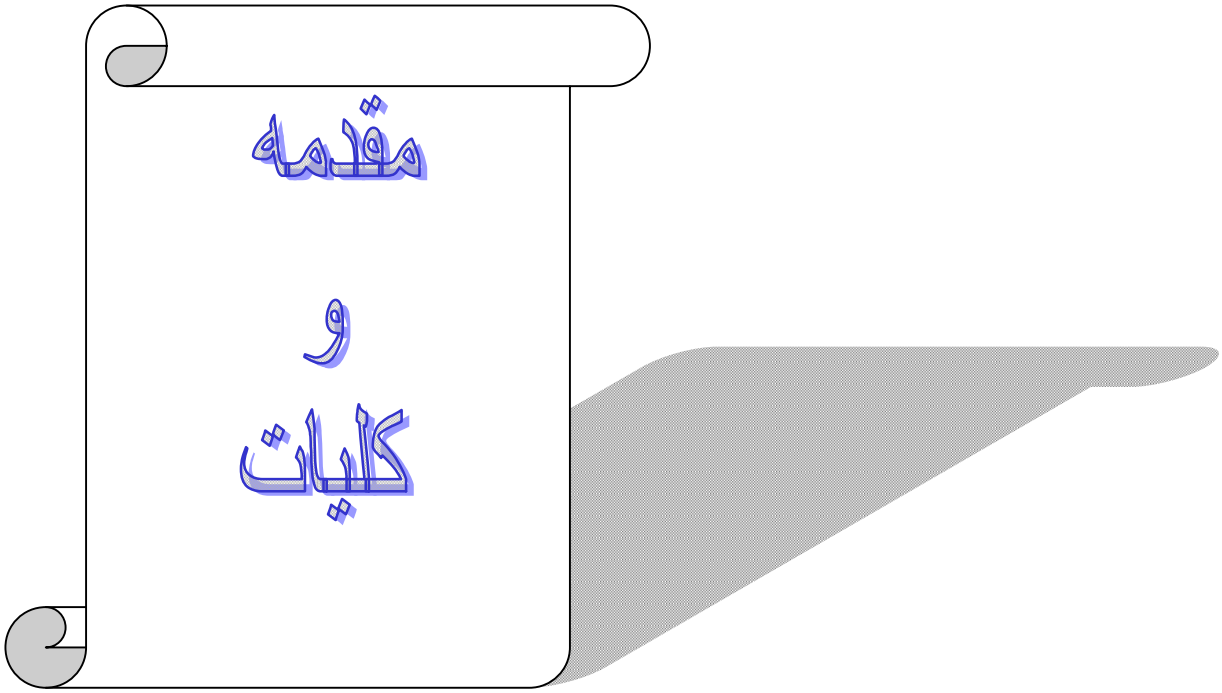
تصویر ۳-۷ نحوه عمل تیتراسیون..... ۲۲

تصویر ۳-۸ شمائی از دستگاه pH دیجیتالی..... ۲۳

تصویر ۳-۹ انجام مراحل آنالیز میکروبی..... ۲۴

تصویر۳-۱۰ شمائی از دستگاه انکوباتور..... ۲۴

فصل اول



۱-۱مقدمه:

امروزه باتوجه به افزایش روزافزون جمعیت جهان تقاضا برای مصرف محصولات غذایی دریایی بیشتر شده و به نظر می رسد که در آینده سهم زیادی از این تقاضا از طریق پرورش آبزیان تامین شود. تکثیر وپرورش آبزیان از فعالیتهای اقتصادی با ارزش محسوب می‌شود به طوری که از سال۱۹۹۰رشد فزاینده‌ای داشته وانتظار می‌رود که این روند در دهه اخیر نیز ادامه داشته باشد.

ماهی و دیگر آبزیان از تولیدات اقتصادی مهم بسیاری از کشورها می‌باشند(آبورگ وهمکاران،۲۰۰۲). امروزه ماهی ۶۰-۳۵ درصد نیاز پروتئینی خیلی از کشورهای آسیایی را تامین می‌کند. ماهیان به دلیل دارا بودن ۲۲-۱۰٪ پروتئین، ۲۰-۱٪چربی و ۰/۵-۵٪ مواد معدنی و مقادیر کمی کربوهیدرات اهمیت بسیار زیادی در رژیم غذایی انسان دارند(فائو،۲۰۰۲).

ماهی به عنوان یک منبع ارزشمند در رژیم غذایی انسان مطرح شده است. اهمیت اسیدهای چرب بلند زنجیره به خاطر پیشگیری از بیماری های قلبی-عروقی مورد توجه قرارگرفته است(شهیدی وبوتا، ۱۹۹۴). اماماندگاری کوتاه مدت این محصولات از نکات قابل توجه است(رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). ماهی و سایر آبزیان پوسته دار بسیار فسادپذیرند و دلیل اصلی این فساد پذیری و عدم ماندگاری دراز مدت از یک سو خواص ذاتی ماهی(فعالیت آنزیمی شدیدتر در ماهی) و از سوی دیگر عدم توجه به جابه جایی و نگهداری آبزیان در مراحل بعد از صید است(رضوی شیرازی، ۱۳۸۰). نگه داری ماهی در محدوده حرارتی صفر تا ۰.۵درجه سانتی گراد که بر رشد میکروبها موثر است، بیشتر ناشی از تاثیر آن بر فعالیت خود هضمی آنها است. فعالیت میکروبی در زیر۱۰درجه سانتی گراد به شدت کاهش و زمان ماندگاری آن افزایش می‌یابد. در این شرایط نظیر نگهداری ماهی در یخ باکتری های سرما گرا با سرعت کمی رشد می‌کند(هاس،۱۹۹۵).

افزایش جمعیت و کمبود مواد غذایی بخصوص منابع پروتئینی با کیفیت بالا سبب گردیده است تا در چند دهه اخیر توجه خاصی به منابع خوراکی دریایی شود و مطالعات بیشتری در زمینه انواع آبزیان و استفاده از آنها صورت پذیرد. در این مورد علاوه بر موضوع غذا، فراهم نمودن غذای سالم نیز مورد نظر می باشد. این امراهمیت کنترل کیفی میکروبی و شیمیایی مواد غذایی را در مراحل مختلف تهیه، تولید و مصرف روشن می‌نماید. به هرحال وجود نیازهای تغذیه ای بخصوص در کشورهای در حال توسعه و امکان تامین بخشی از آن از طریق منابع دریایی ضرورت شناخت، توجه و بهره گیری بهینه از این منابع رابخوبی نشان می‌دهد(رضایی و همکاران،۱۳۸۱).

با توجه به فساد پذیری خاص ماهی و دیگر فرآورده های در یایی و سرعت تغییرات کیفی در اختصاصات خوراکی آنها، بی شک مهمترین موضوع عمل آوری یا عرضه محصول بصورت تازه، جلوگیری از بروز تغییرات یا کاهش سرعت آنهاست که این خود مستلزم آگاهی از حدود و نحوه پیشرفت و شدت تاثیر تغییرات بر فاکتورهای کیفی محصول است. بخصوص آنکه کیفیت ماهی در هنگام خروج از آب نیز خود تحت تاثیر عواملی قرار دارد که این عوامل به تنهایی یا تواماً قادرند در کیفیت ماهی صید شده تاثیر داشته باشند مانند: محل صید، فصل، زمان صید و عوامل دیگر(رضوی شیرازی، ۱۳۸۶). به همین جهت ضروری است یک یا مجموعه ای از فرآیند های مختلف در جهت جلوگیری از این تغییرات یا کاهش آهنگ تغذیه و بسیاری پیشروی آنها بکارگرفته شوند تا محصول در حد کیفی مطلوب به بازار مصرف ارائه گردد(رضوی شیرازی،۱۳۸۶).

قابلیت فساد پذیری بالای ماهیان (لیستون،۱۹۸۰) سبب شده تا حفظ کیفیت ماهی تازه، یکی از مسائل مهم مورد توجه صنعت ماهی و مصرف کنندگان باشد. در این رابطه توجه به عمر ماندگاری محصول مهم است. بدین منظور فنون متفاوتی مثل سردسازی محصول پس ازصید، نگهداری در یخ(هی‌مل بلوم و همکاران،۱۹۹۴)، بسته بندی در خلاء و اتمسفر اصلاح شده(دیویس و همکاران،۱۹۹۳) پرتودهی با اشعه گاما وUV(ساوادیس و همکاران، ۲۰۰۲) برای افزایش عمر ماندگاری محصولات دریایی وحفظ کیفیت ماهی به کار برده می‌شود.

شرایط پرورش و نحوه نگهداری ماهیان نقش مهمی در حفظ کیفیت گوشت ماهی دارد. بنابراین می‌توان با فراهم نمودن شرایط مطلوب پرورش، مخصوصاً قبل از صید، گام مهمی در این مسیر برداشت. عدم استفاده ازتکنیک‌های مناسب نگهداری ماهیان محصولات‌دریایی منجر به تغییرات سریع در فاکتورهای متفاوت شیمیایی، بیوشیمیایی و میکروبیولوژی محصول گردیده و پدیده کمپلکس فساد ماهی را به دنبال دارد(لیستون، ۱۹۸۰;شیوان، ۱۹۷۱).

تعیین فساد بر اساس ارزیابی کیفی محصول با روش های متعدد حسی، بیوشیمیایی، فیزیکی (گیل، ۱۹۹۲) و میکروبیولوژی (گرم و هوس، ۱۹۹۶) می‌باشد. در این میان آنالیز های حسی هنوز رضایت بخش ترین روش دستیابی به این اهداف می‌باشند(چیتایری و همکاران، ۲۰۰۴). اما این روش ها چون آسان ترین و ابتدایی ترین روش کنترل کیفی ماهی می‌باشد نمی‌تواند به عنوان یک استاندارد ثابت و معین در آزمایشگاه مورد قبول باشند(لیستون،۱۹۸۰; شیوان ، ۱۹۷۱).

تازگی از عوامل عمده کیفیت است(اولافس‌دوتایر،۱۹۹۷) با این حال چند عامل دیگر مربوط به کیفیت در داخل مزرعه ماهی وجود دارد مانند اعمال دوره های قطع غذا قبل از صید که در آزاد ماهی اقیانوس اطلس (بلوک هوس،۱۹۸۷) و کاهش استرس هنگام صید در ماهی دیده شد (لاو و همکاران،۱۹۹۳). تغذیه بیش از حد سبب ذخیره چربی در لاشه می‌شود که نتیجه نامطلوبی بر ویژگی‌های

بافت(ساکوروهمکاران،۲۰۰۳/۲۰۰۲) و عمل آوری(گیدرم،۱۹۹۷) می‌گذارد. یکی از استراتژی های به حداقل رساندن تغذیه، محدودیت مصرف غذا قبل از صید است. مطالعات انجام شده در آزاد ماهیان نشان داد که کاهش مصرف غذا موجب کاهش محتوای چربی(استوری باکن و همکاران،۱۹۹۹) و تاثیر مثبت در بافت عضله(جوهانسون و همکاران،۲۰۰۰ در ماهی قزل آلای رنگین کمان و اینین ، ۱۹۹۹ در ماهی آزاد اقیانوس اطلس) می‌گردد. با این حال اسناد مربوط به خصوصیات کیفیت و کاهش تولید درارتباط با قطع غذادهی قبل از صید در آزاد ماهیان اقیانوس اطلس محدود به چند مطالعه است(آکسنس و همکاران،۱۹۸۵; لی وهاس،۱۹۹۵; واسنی،۱۹۹۲). قطع غذا تکنیکی است که می‌تواند منجر به تغییرات در ترکیب عضله و ذخایر چربی شود به همین دلیل برای بهبود کیفیت محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد(گری گوراکیس و آلکسیس، ۲۰۰۵). مدت زمان بهینه محرومیت غذا به طور کامل مشخص نشده و به احتمال زیاد به عواملی مانند گونه ماهی، وضعیت تغذیه و شرایط پرورش بستگی دارد(سیز و همکاران،۲۰۱۳). هدف اصلی این پژوهش تعیین بهترین زمان برای قطع غذا قبل از صید بر کیفیت گوشت ماهی قزل آلای رنگین کمان هنگام نگهداری در یخچال است.

۱-۲ماهی قزل آلای رنگین کمان

ماهی قزل آلای رنگین کمان با نام علمی *(Oncorhynchus mykiss)*از خانواده آزاد ماهیان (*Salmonidae)* بوده و از ماهیان پرورشی با ارزش در بسیاری از نقاط جهان، به ویژه ایران محسوب می‌شود. سرعت رشد بالا، مقاومت بسیار خوب آن با شرایط محیط و بیماریها(نسبت به خویشاوندان خود) و به ویژه تقاضای روز افزون آن از سوی بازار به دلیل توزیع آن در اکثر نقاط کشور موجب افزایش تولید آن گردیده است(وثوقی ومستجیر ، ۱۳۸۰). ماهی قزل آلا به طور مختلف و در منابع آبی مختلف پرورش داده می‌شود. این ماهی به روشهای دانمارکی(استخر های خاکی)، روش برزیلی(Race way)، پرورش در حوضچه ها و تانک های گرد، محیط های محصور، پرورش در قفس، پرورش مداربسته و در کانال های آب کشاورزی پرورش داده می‌شود. به دلیل قابلیت سازگاری و مقاومت بالای این ماهی در برابر تغییرات محیطی به سایر نقاط دنیا که قابلیت زیستی آن را داشتند، عرضه شد. ماهی قزل آلای رنگین کمان از ماهیان گونه چرب بشمار می‌رود. این ماهی عمدتاً در یخ نگهداری و انتقال داده می‌شود. از آنجائیکه عمل یخ گذاری در بعضی موارد به دلیل کمبود یخ یا عدم دسترسی به آن با تأخیر همراه بوده و ماهی پس از چند ساعت قرار گرفتن در درجه حرارت محیط یخ گذاری می‌شود امکان اکسیداسیون آن وجود دارد و باعث تشدید عمل اکسیداسیون می‌شود(۲۰-۸٪) (رضوی شیرازی،۱۳۸۰). از این رو این تغییرات از طریق پارامترهای میکروبیولوژیک، بیوشیمیایی و حسی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۳روشهای نگهداری ماهیان

۱-۳-۱ سرد کردن با یخ

استفاده ازیخ آسان‌ترین و ارزانترین روش کارآمد کاهش درجه حرارت ماهی وشیوه مناسبی درحمل و نگهداری موقت آن است(بالاچاندران، ۲۰۰۱). طی نگهداری ماهی دریخ، رشدارگانیسم های فاسدکنندهٔ ماهی و نیزسرعت فعالیتهای آنزیمی و شیمیایی کاهش می‌یابد، اما فرآیندهای اکسیداسیونی و هیدرولیزی چربی ماهیان متوقف نشده، و به آرامی پیش می‌روند(فیشر و دینگ،۱۹۷۷). این فرآیندها منجربه بروز تغییرات ناخواسته‌ای در زمان نگهداری و درنتیجه کاهش کیفیت محصول می‌شوند(جوسف وگیورگ، ۱۹۸۹). نگهداری ماهی تازه در یخ فواید عمده‌ای دارد که می‌توان کاهش دمای بدن ماهی و حفظ رطوبت آن را نام برد. کاهش دمای ماهی به حدود صفردرجه از سرعت فساد و ازدیاد میکروارگانیسم های بیماری زا می‌کاهد. کاهش دما همچنین باعث تضعیف فعالیت های آنزیمی می‌گردد. حفظ رطوبت ماهی نیز از کاهش آب سطح پوست بدن ماهی و کاهش ضایعات وزن جلوگیری می‌کند و بدین طریق باعث حفظ رطوبت ماهی می‌گردد. آب حاصل از ذوب یخ، انتقال حرارت بین ماهی و یخ را افزایش می‌دهد. یخ دارای خصوصیات منحصر به فردی است که چنین شرایطی را فراهم آورده است. برخی از این خصوصیات عبارتست از:

خصوصیات فیزیکی یخ

– ظرفیت گرمایی یخ بالاست. گرمای نهان ذوب یخ حدود۸۰ کیلو کالری بر کیلوگرم است. این بدان معنی است که مقدار کوچکی از یخ برای سرد کردن یک کیلوگرم ماهی لازم ومورد نیاز است.

– خاصیت ترموستاتیک یا خود کنترلی یخ

ذوب یخ عامل کنترل دما است. ذوب یخ تغییر از یک حالت فیزیکی به حالت دیگر است. این عمل با گرفتن حرارت محیط انجام می‌شود بدون اینکه دمای آن تغییر یابد. وقتی یخ ذوب می‌شود به تمام نقاط اطراف یک ماهی در تماس است. بدین طریق دمای بدن ماهی را به طور دقیق کنترل می‌کند.

-حذف آلودگی های سطحی

یخ هنگام که ذوب می‌شود به طور مداوم باکتریها، خون و مواد لزج را از سطح بدن ماهی شسته و در نتیجه آلودگی سطح را نیز تا حد زیادی کاهش می‌دهد البته باید توجه شود که آب حاصل از ذوب یخ همواره راهی برای خروج داشته باشد. زیرا این آب علاوه بر آلودگی خون و دیگر ترشحات، دارای تعداد زیادی باکتریهای سرمادوست است که به آسانی در محیط آلوده فوق رشد و فعالیت خواهند نمود. عدم خروج آبهای آلوده از ظروف نگهداری یا حوضچه ها ایجاد بوی نامطبوع از لایه های زیرین یخ می‌نماید.

-سهولت تهیه وآسانی مصرف

استفاده از یخ یک نوع روش خنک سازی سیار است. به این معنی که به آسانی ذخیره، حمل و مصرف می‌شود. از طرف دیگر ماده اولیه تولید یخ یعنی آب فراوان است و از قابل حصول ترین مواد اولیه در بخش سرد سازی است. استفاده از یخ روش نسبتا ارزانی برای نگهداری ماهی بوده و اگر در تولید یخ نکات بهداشتی رعایت شود یک ماده غذایی ایمن از نظر مصرف است. به دلایل بهداشتی و مقرارت تجاری، یخ باید حتما از آب قابل شرب تهیه شده باشد.

معمولا یخ به اشکال مختلف مانندمکعب(cubes)، استوانه‌ای(cylinders)، خرده شده(crushed)، ورقه‌ای(flake) در دسترس مصرف کنندگان قرار می‌گیرد. مطالعات نشان داده است که بهترین نتیجه وقتی حاصل می‌شود که قطعات یخ کوچک بوده ودر تماس کافی با ماهی باشد به همین جهت بسیاری یخ را بصورت خرد شده ترجیح می‌دهند زیرا نگهداری و توزیع آن به سهولت انجام گرفته و سطح تماس آن نیز با ماهی در حد مطلوب می‌باشد(رضوی شیرازی،۱۳۸۰).

مقدار یخ مورد نیاز برای سرد کردن ماهی تاحد زیادی به دمای منطقه، صید و طول مدت زمان نگهداری بستگی دارد. اما به طور کلی در نواحی سردسیر و معتدل نسبت ماهی به یخ ۲ به ۱ و در نواحی گرم و حاره ۱ به ۱در نظر می‌گیرند. این نسبت باید با توجه به نیاز به یخ برای سرد کردن محیط و همچنین میزان نفوذ گرما از خارج و نحوه ایزوله کردن اتاق نگهداری محاسبه گردد(رضوی شیرازی،۱۳۸۰).

۱-۳-۲ نگهداری ماهی در آب سرد

روش دیگری که برای کاهش درجه حرارت بدن ماهی پس از صید به کارمی‌رود غوطه ورکردن آنها در تانکهای حاوی آب سرد است. دوسیستم اصلی برای این منظورمورداستفاده قرار می‌گیرد یکی سیستم(Refrigerated sea water(RSW است که در آن از طریق مکانیکی

درجه حرارت آب تا۱- درجه سانتی گراد کاهش داده می‌شود. سیستم دیگرChilled sea water(CSW) است که در آن یخ ساخته شده از آب شیرین با آب دریا مخلوط شده و سپس این آب سرد برای کاهش درجه حرارت بدن ماهی بکار برده می‌شود. اگرچه این سیستم ها تاکنون برای سرد کردن انواع ماهی ها از جمله تون، سالمون و هرینگ بکار رفته است ولی بی‌شک مهمترین کاربرد آن در مورد ماهیان کوچک و چرب است. با استفاده از این روش میتوان درجه حرارت آب دریا را تا ۲- درجه سانتی گراد کاهش داد بدون آنکه منجمد گردد. بی‌شک مهمترین مزیت سیستم های RSW/CSW بر روش سرد کردن با یخ سهولت نگهداری در عرشه و سرعت تخلیه آن است(رضوی شیرازی،۱۳۸۶).

۱-۳-۳ نگهداری در دماهای سرد(ċ۰-۲۵)

به خوبی شناخته شده است که هردو فعالیت آنزیمی و میکروبیولوژی تا حد زیادی تحت تاثیر دما قراردارد. با این حال در محدوده دما۰ تا۲۵ درجه فعالیت‌های میکروبیولوژی نسبتا مهمتر است و تغییرات دما تاثیر بیشتر بر رشد میکروبیولوژی نسبت به فعالیت آنزیمی دارد. بسیاری از باکتری‌های و حتی موجودات سرمادوست در دمای زیر ۱۰درجه سانتی گراد بسیار به آرامی رشد می‌کنند و گاهی اوقات زمانی که دما به صفر درجه رسید این زمان طولانی‌تر می‌شود. عمر مفید محصولات ماهی به طور قابل توجهی زمانی که محصولات در دماهای پایین ذخیره می‌شوند افزایش می‌یابد. نتایج مشابهی در بررسی‌های دانمارکی به دست آمده است که درآن افزایش دما به بیش از ۵ درجه کاهش ۵۰درصدی در ماندگاری فیله ماهی کاد و ماهی قزل آلای بسته بندی شده بدست آمد. فلور مسئول فساد ماهی تازه با تغییردر درجه حرارت ذخیره سازی تغییر می‌کند. در دماهای پایین(ċ ۰-۵) گونه های آئروموناس، پسودوموناس باعث فساد می‌شوند. با این حال در دماهای ذخیره سازی بالا(ċ ۱۵-۳۰) گونه های مختلف ویبریو، آنتروباکتریاسه و ارگانیسم های گرم مثبت مسئول فساد می‌باشند(هاس، ۱۹۹۸).

۱-۳-۴ انجماد ماهی

منظور از انجماد ماهی بدست آوردن محصولی است که بدون تغییر باقی مانده و کیفیت نهایی آن پس از چندین ماه نگهداری در سردخانه در حد مطلوب حفظ شود. وقتی ماهی منجمد در دمای زیر صفر نگهداری می‌شود رشد باکتری ها متوقف می‌گردد و سرعت فعالیتهای آنزیمی و شیمیایی کاهش و گاهی متوقف می‌شود. انجماد در مقایسه با دیگر روشهای نگهداری مانند خشک کردن(drying)، دودی کردن (smoking) و نمک سود کردن(curing) از مزایای بیشتری برخوردار است، زیرا در این روش محصول کمترین تغییر می‌یابد بطوری که پس از انجماد زدائی(Thawing) به سختی قابل تشخیص از ماهی تازه است. انجماد بطور طبیعی قادر است ۹۰٪-

۵۰٪باکتری‌ها را نابود سازد و در طول نگهداری ماهی در سردخانه زیر صفر تعدادی از باکتری‌ها به کندی می‌میرند کـه بسـتگی بـه دمـای نگهداری و گونه باکتری دارد. هرچند که بعضی از باکتری‌ها در طول انجماد و نگهداری در سردخانه زنده می‌مانند و پس از انجمـادزدائی فعال شده و تکثیر می‌یابند و اگر این ماهیان در دمای بالاتر از نقطه انجماد نگهداری شوند فعالیت آنها منجر به فساد مـی‌شـود امـا در هـر صورت این ماهیان سریعتر از ماهیان تازه فاسد نمی‌شوند.

با توجه به مجموعه تغییرات بافتی، میکروبی و شیمیایی(آنزیمی- غیرآنزیمی) در طـول انجمـاد و همینطـور هزینـه لازم بـرای انجمـاد در دماهای مختلف در نهایت به این نتیجه رسیده‌اند که اگر مواد غذایی در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد یا پایین تر منجمد شده و در همین دما نگهداری شوند میتوان تقریبا مطمئن بود که محصول از نظر کیفی و اقتصادی در وضعیت مطلوبی به بازار عرضه می‌گـردد. انتخـاب دمـای ۱۸- درجه سانتی گراد بیشتر از آنکه دیدگاه میکروبیولوژیکی و بهداشتی داشته باشد دیدگاه اقتصادی و کیفی دارد. چون در عمل دیده شده که بطور معمول اکثر میکروارگانیسم ها(باکتریها، کپک ها و مخمرها) تاحدودی۳/۹- درجه سانتی گراد قادر بـه فعالیـت هسـتند ودر کمتـر ۹/۴- درجه سانتی گراد تقریبا هیچ میکروارگانیسم عامل فساد قادر به رشد نیست. اما با توجه به اینکه در۹/۴- درجـه سـانتی گـراد هنـوز قسمت قابل توجه ای ازآب به صورت غیر منجمد است، لذادر مجموع به این نتیجه رسیده‌اند که اگر مواد غذایی بخصوص ماهی در کمتر از۱۸- درجه سانتی گراد منجمد شده ودر همین دما نگهداری شود تغییرات نامطلوب در آنها به حـداقل ممکـن کـاهش مـی‌یابـد(رضـوی شیرازی،۱۳۸۶).

۱-۴ فرایند فساد در ماهی

فساد درماهی تحت تاثیرسه پدیده مختلف(فسادآنزیمی یا اتولیز، باکتریائی و اکسیداسیون چربی)اتفاق می‌افتد. دوگـروه ازآنـزیم هاکیفیـت ماهی راتحت تاثیرقرارمی‌دهند. گروه اول آنزیم های گوارشی ازجمله پروتئازها وگـروه دوم آنـزیم هـای موجوددرکلیـه(تـری متیـل آمـین اکسیداز) و آنزیمهای موجود در بافت عضلانی می‌باشند. فساد ماهی وابسته به درجه حرارت و زمان است.

۱-۴-۱فساد آنزیمی

فساد آنزیمی(خودهضمی یا اتولیز) بوسیله آنزیم هایی که پروتئاز نامیده می‌شوند باعث تجزیه پروتئین های می‌گردند. عبارتند از مجموعـه فرایندهایی که تحت کنترل آنزیم های موجود در سلول، عضله یا دیگر اندام های بدن ماهی پس از مرگ رخ می‌دهد و در نهایت منجر بـه شکسته شدن بسیاری از ترکیبات شیمیایی موجود در بدن ماهی می‌شود. پس از مرگ ماهی تنظیم کننده فعالیت های آنزیمی و گردش خون متوقف می‌شود در نتیجه توقف گردش خون سلولها با عدم وجود اکسیژن و تامین انرژی مورد نیاز خود روبرو شده و بـرای جلـوگیری از