وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان

عنوان طرح تحقیقاتی :

بررسی مدت ماندگاری، تغییرات کیفی در مدت نگهداری و بازار پسندی ماهی تیلاپیا

مجری مسئول :
یزدان مرادی

شماره ثبت

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان طرح : بررسی مدت ماندگاری، تغییرات کیفی در مدت نگهداری و بازار پسندی ماهی تیلاپیا
شماره مصوب طرح : ۸۹۰۷-۱۲-۱۲-۱
نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : یزدان مرادی
نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : یزدان مرادی
نام و نام خانوادگی همکار(ان) : -
نام و نام خانوادگی مشاور(ان) : احمد غرقی
نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : -
محل اجرا : استان گیلان
تاریخ شروع : ۸۹/۹/۱
مدت اجرا : ۲ سال و ۸ ماه
ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۲
حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

طرح : بررسی مدت ماندگاری، تغییرات کیفی در مدت نگهداری و بازار پسندی ماهی تیلاپیا

کد مصوب : ۸۹۰۷-۱۲-۱۲-۱

شماره ثبت (فروست) : تاریخ :

با مسئولیت اجرایی جناب آقای یزدان مرادی دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته علوم و صنایع غذایی(فرآوری آبزیان) می‌باشد.

طرح توسط داوران منتخب بخش زیست فنآوری و فرآوری آبزیان در تاریخ ۹۲/۸/۲۰ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای طرح ، مجری در :

ستاد ■ پژوهشکده □ مرکز □ ایستگاه □

با سمت رئیس بخش زیست فنآوری و فرآوری آبزیان در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور مشغول بوده است.

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION -
Aquatics Fish Processing Research Center

Project Title :
Investigation on the shelf life and quality changes of tilapia during storage , and it's consumer acceptability

Project leader Researcher :
Yazdan Moradi

Register NO.

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION

Project Title : Investigation on the shelf life and quality changes of tilapia during storage , and it's consumer acceptability
Approved Number: 1-12-12-8907
Author: Yazdan Moradi

Project leader Researcher : Yazdan Moradi

Collaborator(s) *:*–

Advisor(s): A.Ghoroghi

Supervisor: –

Location of execution : Guilan province
Date of Beginning : 2011
Period of execution : 2 Years & 8 Months
Publisher : ***Iranian Fisheries Research Organization***
Date of publishing : ***2013***
All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	۱
مقدمه	۵
بیولوژی ماهی تیلاپیا	۶
پراکنش جهانی	۸
اهمیت و ارزش اقتصادی	۹
نیازهای زیست محیطی	۱۰
تولید مثل و بلوغ	۱۰
سیستم های پرورش تیلاپیا	۱۲
ارزش غذایی ماهی	۱۲
عومل موثر در حفظ کیفیت ماهی	۱۳
عوامل موثر در نوع و فساد ماهی	۱۴
	۱۵

فصل اول:

بررسی اثر انجماد سریع و کند روی کیفیت

گوشت ماهی تیلاپیا

بخش اول: کلیات	۱۶
انجماد ماهی	۱۶
تغییرات بافت عضله ماهی در اثر انجماد	۱۹
تقسیم بندی انجماد ماهی	۲۱
تأثیرات انجماد کند و تند بر بافت ماهی	۲۰
پیشینه تحقیق	۲۱
بخش دوم: مواد و روشها	24
تهیه نمونه	24
روش تهیه نمونه های منجمد	25
روش های آزمایشگاهی	27
بخش سوم: نتایج	33

رطوبت	33
خاکستر	۳۵
پروتئین	۳۶
چربی	۳۷
اسیدهای چرب	۳۹
تغییرات فاکتورهای شیمیایی نمونه ها	۵۲
ارزیابی حسی	۶۲
شمارش کلی باکتریها	۶۷
نتایج آبچک	۶۸
بررسی تغییرات ساختمان داخلی بافت نمونه ها	۶۹
اسیدهای چرب	۴۲
بخش چهار م :بحث	۷۲
تغییرات حاصل از انجماد کند و تند و نگهداری در سرخانه بر روی ترکیبات غذایی بافت عضله تیلاپیای نیل و قرمز	۷۲
تغییرات حاصل از انجماد کند و تند و نگهداری در سردخانه بر اسیدهای چرب تیلاپیا نیل و قرمز	۷۶

حاصل از انجماد کند و تند و نگهداری در سردخانه تغییرات بر روی شاخص های فساد تیلاپیا نیل و قرمز	۷۹
بررسی تغییرات ارزیابی حسی	۸۲
آزمون میکروبی	۸۳
تغییرات آبچک	۸۴
تغییرات ساختمان داخلی بافت تیلاپیا نیل و قرمز در زمان انجماد	۸۵
فصل دوم : بررسی تاثیر روشهای مختلف بسته بندی روی کیفیت فیله ماهی تیلاپیا	۸۷
بخش اول: کلیات	۸۸
انواع روش های بسته بندی آبزیان	۸۹
نقش گازها در افزایش زمان ماندگاری محصول	۹۱
مواد بسته بندی**MAP**	۹۳
چگونگی استفاده از روش **MAP**	۹۳
کنترل میکروبی و میکروارگانیسم های بیماریزا	۹۳

معایب بسته بندیMAP ۹۴

مزایای بسته بندی**MAP** ۹۵

بخش دوم: مواد وروشها ۹۸

تهیه ماهی تیلاپیا ۹۸

روش تهیه نمونه ها با بسته بندی مختلف ۹۹

روش های آزمایشگاهی ۱۰۰

بخش سوم :نتایج ۱۰۲

بررسی نتایج آزمون های شیمیایی ۱۰۳

بخش پنجم: چهارم ۱۱۴

بررسی تغییرات شاخص های فساد

نتیجه گیری نهایی ۱۲۰

۱۲۱

فصل سوم:

ارزیابی تازگی گوشت ماهی تیلاپیا نگهداری شده در یخ ودمای یخچال به روش اندازه گیری

شاخص های کیفیت (**QIM**)

تهیه نمونه ماهی و تیمارها	۱۲۰
روش های آنالیز شمیائی	۱۲۰
نتایج	۱۲۳
تغییرات **pH**در ماهی شکم پرو شکم خالی	۱۲۳
بررسی میزان تاز گی ماهی	۱۲۸
بحث و نتیجه گیری	۱۳۱
تغییرات **PH** در گوشت ماهی	۱۳۲
تغییرات ازت آزاد کل **TVN**	۱۳۳
تغییرات میکروبی در طول مدت یخ پوشی	۱۳۴
	۱۳۵

فصل چهام:

بررسی بازار پسندی ماهی تیلاپیا

بخش اول: کلیات	۱۳۸
اهداف	۱۳۷
بخش دوم: مواد و روشها	۱۳۸
تهیه ماهی	۱۳۸
ارزیابی حسی (ارگانولپتیک)	۱۳۹
آزمون پذیرش مشتری پسندی	۱۴۰
تعیین ترکیبات تقریبی	۱۴۵
بخش سوم: نتایج	۱۴۸
قابلیت فیله کردن ماهی تیلاپیا	۱۴۸
ارزیابی حسی توسط گروه ارزیاب آموزش دیده	۱۴۹
ترکیبات تقریبی گوشت ماهی تیلاپیا	۱۵۰
میزان مشتری پسندی فیله ها	۱۵۱
بخش چهارم : بحث و نتیجه گیری	۱۵۹

منابع ۱۶۳

Abstract ۱۷۴

چکیده

هدف از اجرای این طرح تحقیقاتی بررسی ترکیبات ارزش غذایی ، بررسی تاثیر روش های انجماد کند وتند ، بررسی روش های مختلف بسته بندی روی کیفیت گوشت ماهی تیلاپیا ، تشخیص میزان تازه گی ماهی بروش Quality index method و بازار پسندی تیلاپیای نیل (سیاه)(*Oreochromis niloticus*) و تیلاپیای قرمز (*Tilapia mosambicus* × *niloticus*) بود. بدین منظور سه پروژه تحقیقاتی با عناوین بررسی اثر انجماد سریع و کند روی کیفیت گوشت ماهی تیلاپیا(فیله و شکم خالی)، ارزیابی تازگی گوشت ماهی تیلاپیا نگهداری شده در یخ و دمای یخچال به روش اندازه گیری شاخص های کیفیت (QIM) و بررسی بازار پسندی ماهی تیلاپیا طراحی و اجرا گردید. نتایج اجرای پروژه بررسی انجماد کند وتند روی کیفیت گوشت ماهی تیلاپیا نشان داد که مقدار رطوبت، خاکستر، پروتئین و چربی به ترتیب در تیلاپیا نیل تازه ۷۹/۱۲، ۱/۸۵، ۱۸/۷۰، ۱/۳۰ درصد و در تیلاپیا قرمز تازه ۷۸/۰۶، ۱/۳۸، ۲۰/۲۶، ۱/۶۸ درصد در وزن تر عضله بود که مقدار آنها طی فرایند انجماد دستخوش تغییرات گردید. بطوریکه در پایان مدت نمونه برداری در تیلاپیا نیل با انجماد کند و تند، رطوبت به ۷۵/۰۸ و ۷۷/۰۱ درصد، خاکستر به ۳/۱۵ و ۲/۳۱ درصد، پروتئین به ۱۷/۰۰ و ۱۷/۶۱ درصد و چربی به ۰/۶۱ و ۰/۹۱ درصد رسید. همچنین در تیلاپیا قرمز با انجماد کند و تند ، رطوبت به ۷۳/۵۶ و ۷۶/۳۱ درصد، خاکستر به ۲/۷۶ و ۱/۸۹ درصد، پروتئین به ۱۷/۵۶ و ۱۸/۰۱ درصد و چربی به ۰/۷۳ و ۱/۱۸ درصد در وزن تر عضله رسید. بعبارت دیگر در پایان زمان نمونه برداری، میزان رطوبت، پروتئین و چربی نمونه ها کاهش معنی داری در سطح ۹۵ درصد داشتند و میزان این کاهش برای نمونه های با انجماد کند بیشتر از نمونه های با انجماد تند بود. همچنین

میزان خاکستر طی این مدت افزایش معنی داری داشت و این افزایش در نمونه های با انجماد کند بیشتر از انجماد تند بود($p<0/05$). درصد اسیدهای چرب در زمان نگهداری در سردخانه در تمامی نمونه ها دستخوش تغییراتی شد. در نمونه های تازه تیلاپیا نیل و قرمز به ترتیب درصد SFA ۲۴/۸۴و ۲۷/۱۲ درصد MUFA ۳۶/۱۴و ۳۹/۰۱ درصد وPUFA ۳۸/۶۲و ۳۳/۵۲ بود. در ماه آخر نمونه برداری درصد SFA و MUFA افزایش و درصد PUFA کاهش یافت($p<0/05$). در تیلاپیا نیل با انجماد کند و تند درصدSFA به ۲۸/۹۰ و ۲۷/۳۸، درصد MUFA به ۳۹/۵۵ و ۳۸/۲۱ و درصد PUFA به ۳۰/۵۶ و ۳۵/۲۲ رسید. همچنین در تیلاپیا قرمز با انجماد کند و تند درصدSFA به ۳۰/۰۱ و ۲۹/۱۶، درصد MUFA به ۴۴/۵۰ و ۴۲/۹۴ و درصد PUFA به ۲۴/۸۰ و ۲۷/۳۳رسید. میزان این تغییرات برای نمونه های حاصل از انجماد تند نسبت به انجماد کند کمتر بود($p<0/05$). شاخص پراکسید در نمونه های تیلاپیا نیل و قرمز افزایش یافت ($p<0/05$)و بیشترین مقدار آن در نمونه های انجماد کند تیلاپیا نیل و قرمز مشاهده شد که به ترتیب ۰/۸۶و ۰/۹۳ میلی اکی والان بر کیلوگرم بود. شاخص تیوباربیتوریک اسید هم افزایش معنی دار در سطح ۹۵ درصد داشت و حداکثر مقدار آن در تیلاپیا نیل و قرمز، در ماه ششم و در نمونه های با انجماد کند به ترتیب به میزان ۱/۲۰ و ۱/۲۶ میلی گرم بر کیلوگرم بود. همچنین بیشترین میزان مجموع بازهای ازته فرار در تیلاپیا نیل و قرمز در ماه ششم و در نمونه های با انجماد کند و تند به ترتیب به میزان ۲۳/۸۰ و ۲۱/۹۳ میلی گرم نیتروژن در صد گرم عضله بود. بررسی عکسهای SEM بافت ماهی در زمان انجماد بیانگر دناتوره شدن و تجمع میوفیبریل ها با افزایش زمان نگهداری بود و تخریب بافتهای ناشی از انجماد تند کمتر از انجماد کند بود.

در تحقیق حاضر تغییرات در اندامهای مختلف ماهی یخ پوشی شده روند نرمالی را طی کرده است. اولین تغییر در ماهی شکم پر پس از ۴۸ ساعت و در ماهی شکم خالی پس از ۷۲ ساعت با ظهور نرمی بافت اتفاق افتاد و بتدریج در تیمارهای شکم پر با بوی اندامهای داخلی ، چشم ، برانش ، رنگ گوشت ، پوست ، مخاط ، شکل قرنیه و مردمک چشم و رتگ خون پس از ۱۰ روز مشاهده گردید. جمود نعشی در ماهی تیلاپیا نگهداری شده در دمای محیط(۱۶ درجه سانتیگراد) ۳ ساعت پس مرگ شروع و تا ۶ ساعت ادامه داشته ولی در ماهی یخ پوشی شده ۲ ساعت پس از مرگ آغاز شده و تا ۲۴ ساعت ادامه داشته است.

روش های مختلف بسته بندی بکار برده شده شامل بسته بندی فیله ها در اتمسفر اصلاح شده با ترکیب ۴۰٪ CO_2، ۵٪O_2، ۵۵٪ N_2، بسته بندی در شرایط خلاء و بسته بندی معمولی بر کیفیت فیله های ماهی تیلاپیا قرمز و نیل تازه نگهداری شده در دمای یخچال مورد بررسی قرار گرفت. نمونه های بسته بندی شده به این سه روش،

به مدت ۱۰ روز از نظر تغییرات عوامل شیمیایی (TVN،PV، pH)، میکروبی (شمارش کلی باکتری ها) و ارگانولیپتیک مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی نتایج نشان داد که نمونه های بسته بندی شده در شرایط MAP در پایان دوره ی نگهداری، نسبت به دو روش دیگر کیفیت بهتری داشتند و تغییرات مخرب شیمیایی در آنها افزایش کندتری داشت و از نظر میکروبی نیز رشد کندتری مشاهده شد.

هدف از اجرای پروژه بازار پسندی بررسی میزان پذیرش فیله ماهیان تیلاپیای پرورش یافته در مرکز تحقیقات ماهیان آب شور داخلی بافق یزد بوده است. دو روش برای قابلیت پذیرش ماهی تیلاپیا انجام شد. روش اول استفاده از گروه ارزیابی آموزش دیده و روش دوم استفاده از روش*Central Location Test*) *CLT* بود. در روش اول فیله ماهی ها در تستر پخته شدند و توسط ۸ نفر از افراد آموزش دیده ارزیابی گردیدند.ارزیابی بروش هدونیک و مقیاس پنج درجه ای انجام شد. در روش دوم فیله های تهیه شده در روغن سرخ شده و توسط ۲۷۶ نفر در استانهای تهران، مازندران و گیلان تست گردید. از مقیاس ۹ نقطه‌یی (۱=خیلی بد و ۹= خیلی خوب) برای آگاهی از میزان پذیرش نمونه‌ها توسط مصرف کنندگان استفاده شد. پرسشنامه‌ی ارزیابی مصرف‌کنندگان نیز براساس روش *CLT*(*Central Location Test*) طراحی و توسط مصرف کنندگان تکمیل شد. آنالیز داده ها نشان داد که گروه ارزیاب آموزش دیده حداکثر امتیاز را در شاخص‌های بافت، طعم ومزه و رنگ به این ماهی اختصاص داد. بجز در شاخص رنگ که اختلاف معنی‌داری در بین دو ماهی تیلاپیای نیل و قرمز توسط گروه ارزیاب حسی مشاهده شد در سایر آزمایشات اختلاف معنی‌داری در بین دو ماهی مشاهده نگردید. *CLT* نشان داد که میانگین پذیرش هردوگونه تیلاپیا در مجموع ۳ استان اختلاف معنی داری را باهم ندارند ولی مقایسه‌ی میانگین میزان پذیرش فیله‌هادراستان‌های مورد بررسی اختلاف معنی داری را نشان داد.

واژه های کلیدی: ماهی تیلاپیا، انجماد کند و تند، بازار پسندی، تازه گی

مقدمه:

تیلاپیاها بعد از کپور ماهیان، بیشترین سهم را در تولید ماهیان پرورشی دارند و حداقل در ۱۰۰ کشور دنیا پرورش داده می شوند. به دلیل رشد سریع، تحمل دامنه وسیع از شرایط زیست محیطی، استفاده از سطوح پایین زنجیره غذایی و مقاومت به انواع بیماری میزان تولید آن رو به افزایش است. فروش تیلاپیا و فراورده های آن در سال ۲۰۰۸، ۳/۳ میلیارد دلار بود(FAO،2010).

در سال های اخیر ماهی تیلاپیا، توسط موسسه تحقیقات شیلات و با هدف معرفی یک گونه جدید به آبزی پروری وارد کشور شده است و مراحل تحقیقاتی تکثیر و پرورش آن بخوبی انجام شده است. در معرفی گونه های جدید آبزی علاوه بر دست یابی به تکنیک های تکثیر و پرورش پرداختن به عوامل دیگر از جمله روش

های فرآوری، نحوه عرضه، بازار یابی و نحوه مصرف آنها نیز امری ضروری است. لذا این تحقیق با هدف پرداختن به یکی از عوامل مهم فرآوری و دست یافتن به بهترین روش برای انجماد گونه جدید تیلاپیا انجام شده است.

اهداف طرح:

اهداف مورد نظر در این طرح تحقیقاتی عبارت بودند از:

۱- تعیین راندمان فیله و راندمان گوشت ماهی تیلاپیای قرمز و سیاه
۲- بررسی تغییرات کیفی گوشت ماهی تیلاپیای قرمز و سیاه در روش انجماد سریع وکند
۳- تعیین مدت زمان نگهداری ماهی تیلاپیا منجمد
۴- بررسی تغییرات کیفی ماهی تیلاپیای قرمز و سیاه تازه در شرایط نگهداری در یخ و یخچال
۵- معرفی بسته بندی مناسب برای نگهداری فیله ماهی تیلاپیا در شرایط دمای یخچال
۶- ارزیابی میزان پذیرش مصرف کنندگان از ماهی تیلاپیای قرمز وسیاه

❖ بیولوژی ماهی تیلاپیای نیل[۱] و قرمز[۲]

رده بندی عمومی :

تیلاپیا ها، گونه های آب شیرین و از خانواده سیچلایده[۳] می باشند. نظرات متفاوتی در مورد رده بندی آنها دارد، که این امر به علت شباهت و هم پوشانی خصوصیات مورفولوژیک و همچنین هیبرید آزادانه آنها در طبیعت است(El-Sayed)،(2006 . با این وجود اکثر محققان آنها را در حال حاضر بر حسب رفتار تخم ریزی و عادت غذایی در ۳ جنس دسته بندی می کنند.

[۱] Cichlidae
[۲] Red Tilapia
[۳] Cichlidae

الف : جنس **Oreochromis**

بعد از تخم ریزی، ماده ها تخمها را تا زمان تبدیل شدن به بچه ماهی کوچک (Fry) در دهان نگه می دارند[۱] (Nelson، 2006).

ب : جنس **Sarotherodon**

بعد از تخم ریزی، نرها و یا هر دو والد وظیفه نگهداری از تخم ها را در دهان بر عهده می گیرند[۲]. تولید مثل در اعضای این جنس و جنس Oreochromis به صورت چند همسری[۳] می باشد (Nelson، 2006).

ج : جنس **Tilapia**

این جنس از تخمهای خود در دهان محافظت نمی کند ولی با تخم ریزی در یک قلمرو مشخص وظیفه نگهداری و حفاظت از آنها را بر عهده می گیرد و به آنها تخمریزان قلمروئی گفته می شود[۴]. تولید مثل در این جنس به صورت تک همسری[۵] می باشد و هر دو والد از تخمها مراقبت می کنند (El.Sayed، 2006).

تیلاپیا نیل و تیلاپیا قرمز

تیلاپیای نیل[۶] با نام علمی *Oreochromis niloticus* شناخته می شود. همچنین تیلاپیای دیگری به نام عمومی وتجاری تیلاپیای قرمز[۷] وجود دارد که یک واریته ای از تیلاپیا می باشد و یک گونه خاصی از تیلاپیا نیست. این واریته توسط بشر برای اهداف تجاری و بازار سپند بیشتر درست شده است (Pillay and Kutty، 2005).

در این پروژه تحقیقاتی از دو نوع ماهی تیلاپیا (قرمز و نیل) استفاده شده است. تیلاپیا قرمزی که مطالعه بر روی آن در پروژه انجام شده است هیبرید تیلاپیا نیل با تیلاپیای موزامبیکوس(*O. niloticus* × *Tilapia mosambicus*) می باشد. (شکل ۱-۱ و ۱-۲)

---

۱ Maternal mouthbrooders
۲ Maternal/paternal mouthbrooders
۳ Polygamous
۴ Substrate spawners
۵ Monogamous
۶ Nile tilapia
۷ Red tilapia

شکل ۱- تیلاپیا نیل

شکل ۲ : تیلاپیا قرمز

ریخت شناسی ماهیان تیلاپیا

تیلاپیای نیل و تیلاپیای قرمز مانند سایر اعضای خانواده سیچلایده، دارای خط جانبی منقطع هستند و یک سوراخ بینی در هر دو طرف بدن دارند. بدن از دو طرف فشرده شده است و پوشیده شده از فلسهای بزرگ دایره ای ،تعداد فلسها در امتداد خط جانبی ۲۰ تا ۵۰ عدد می باشد. باله پشتی و مخربی دارای خارهای سخت و شعاعهای نرم می باشد. باله پشتی ۱۶ تا ۱۷ شعاع سخت و ۱۱ تا ۱۵ شعاع نرم دارد. باله مخرجی نیز ۳ شعاع سخت و ۱۰ تا ۱۱ شعاع نرم دارد. انتهای باله دمی صاف می باشد. باله های شکمی و سینه ای بزرگ و متمایل به جلو هستند که کمک زیادی به شنا و مانور ماهی در آب می کند. حداکثر طول استاندارد آنها نیز به ۶۰ سانتی متر می رسد. اولین کمان آبششی ۲۷ تا ۳۳ عدد، خار آبششی دارد. رنگ بدن تیلاپیای نیل، تیره است و در فصل تخم ریزی در باله های سینه ای، پشتی و دمی متمایل به قرمز می شود و در تیلاپیای قرمز رنگ بدن قرمز و سفید می باشد(Nelson ،2006).

تغذیه

تغذیه تیلاپیاها بر حسب جنس، اندازه، طول ساعات روشنایی روز، عمق آب و موقعیت غذایی متفاوت است. تیلاپیاهای جنس Oreochromis ریزه خوار[۱] هستند و از فیتوپلانکتونها و دتریتوسها[۲] و پری فیتونها[۳] بدون قابلیت انتخاب کردن تغذیه می کنند. تیلاپیای نیل و قرمز هم جزء همین دسته هستند. جنس Sarotherodon فیتوپلانکتون خوار هستند و قابلیت انتخاب و جداسازی غذای خود را دارند. همچنین جنس Tilapia از گیاهان بزرگ تغذیه می کند، به همین دلیل از گونه های این جنس برای کنترل گیاهان آفت آبزی استفاده می شود. همچنین آنها از فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، لارو مهره داران، تخم ماهیها، حشرات و باکتریها هم تغذیه می کنند (El-Sayed ،2006).

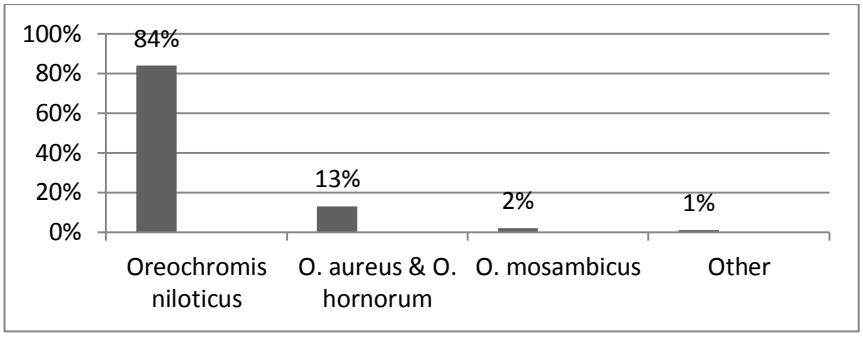
[۱] Microphagus
[۲] Detritus
[۳] Periphyton

پراکنش جهانی

تیلاپیای نیل همانند سایر جنسهای تیلاپیا، بومی آفریقا می باشد. آنها به طور طبیعی در سرتاسر قاره آفریقا به جز رشته کوههای اطلس شمالی و جنوب غربی آفریقا پراکنش دارند. اما در طول نیمه دوم قرن بیستم به مناطق مختلف گرمسیری و نیمه گرمسیری مختلفی نظیر آمریکای جنوبی و مرکزی، جنوب هند، سریلانکا، چین، تایلند و تایوان و... برده شده اند. معرفی آنها بنابر مقاصدی نظیر: پرورش به عنوان ماهی پرواری، ماهیگیری تفریحی، کنترل گیاهان هرز و آفت و اهداف تحقیقاتی می باشد(El-Sayed، 2006) .

اهمیت و ارزش اقتصادی

تیلاپیا معمولاً به عنوان مرغ آبزی پروری شناخته می شود که این عنوان به علت نرخ رشد بالای آن، سازگاری با محدوده وسیع شرایط محیطی و توانایی رشد و تولید مثل بالا حتی در شرایط تغذیه ضعیف می باشد. سابقه پرورش آن به ۴۰۰۰ سال قبل برمی گردد، اما اطلاعات بسیار کمی از آن دوران در دسترس است (El-Sayed، 2006). اولین پرورش تجربی آن در دهه ۱۹۲۰ و در کنیا می باشد و از آن زمان به بعد پرورش آن در بسیاری مناطق حتی خارج از محدوده طبیعی آن، گسترش یافت. هم اکنون بیش از ۱۰۰ کشور به پرورش آن می پردازند (FAO، 2010) . میزان صید و پرورش تیلاپیا در سال ۲۰۰۸ به ۳/۳ میلیون تن می باشد که از این مقدار ۲,۵ میلیون تن آن مربوط به پرورش و ۷۷۰ هزار تن آن صید بود. با توجه به اینکه کل تولید آبزیان دنیا (شامل صید و پرورش) ۱۴۵/۱ میلیون تن می باشد، تولید تیلاپیا حدود ۲/۲۷ درصد از کل تولیدات آبزیان را شامل می شود. عمده ترین کشور پرورش دهنده آن چین با ۴۸٪ سهم تولید از کل پرورش تیلاپیا می باشد و بعد از آن در رتبه های بعدی کشورهای مصر، اندونزی، فیلیپین، تایلند و تایوان قرار دارند. از حدود ۱۰۰ گونه تیلاپیای پرورشی در دنیا، ۸۴٪ تولیدات آن مربوط به تیلاپیای نیل می باشد(FAO،2010) (نمودار ۱-۱). از دلایل حجم بالای پرورش آن می توان به رشد سریع، تحمل تغییرات، رنج وسیع زیست محیط نظیر دما، شوری، اکسیژن محلول، مقاومت به استرس و بیماری، توانایی تولید مثل در اسارت، زمان کوتاه تولید نسل جدید، غذا خوردن از سطوح پایین تغذیه ای و قبول کردن غذای مصنوعی بلافاصله بعد از جذب کیسه زرده اشاره کرد(El-Sayed، 2006) .



نمودار ۱- درصد پرورش گونه های مختلف تیلاپیا در دنیا(**FAO،2010**)

هیبرید های تیلاپیای سهم بالایی را در پرورش به عهده دارد ولی به دلیل اینکه آمار آنها به تفکیک توسط کشورها ارائه نمی شود، میزان دقیق پرورش آنها مشخص نیست. به طور مثال تخمین زده می شود ۲۵ درصد از تولیدات تیلاپیا در چین هیبریدهای تیلاپیا باشد (FAO 2010).

تولید و پرورش تیلاپیا در کشور سابقه ندارد تنها اقدام انجام شده مربوط به وارد کردن تیلاپیای نیل و قرمز در سال ۱۳۸۷ توسط مؤسسه تحقیقات شیلات ایران به کشور باهدف معرفی گونه جدید به آبزی پروری میباشد. که تحقیقات روی تکثیر ، پرورش، تغذیه و سایر عوامل مربوط به تولید این ماهی در ایستگاه تحقیقاتی بافق استان یزد باموفقیت انجام شده است.

نیازهای زیست محیطی :

دمای بهینه لازم برای پرورش تیلاپیای نیل و قرمز ۲۲ تا ۲۹ درجه سانتیگراد می باشد هر چند که می تواند در دامنه ۱۵- ۳۵ درجه سانتیگراد هم رشد نماید. تخم ریزی آنها در دمای بالاتر از ۲۲ درجه سانتی گراد انجام می شود. شایان ذکر است که مقاومت آنها به دمای پایین در آبهای لب شور بیشتر از آب شیرین می باشد. همچنین شوری ۰ تا ۲۹ PPT را هم تحمل می کنند ولی برای تخم ریزی شوری زیر ۵ PPT را ترجیح می دهند.تیلاپیای قرمز در آبهای لب شور و شور رشد بهتری دارد(Pillay and Kutty،2005).

بهترین حالت دوره روشنایی برای آنها ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی می باشد و رنج PH ۵ تا ۱۰ را هم تحمل می کنند. اما بهترین میزان PH برای آنها ۶ تا ۹ می باشد. آمونیاک و نیتریت دو گاز فوق العاده سمی برای آنها می باشد و مقدار آن باید زیر ۰/۱ میلی گرم بر لیتر باشد. همچنین مقدار اکسیژن محلول باید بالای ۱ میلی گرم بر لیتر باشد هر چند که تا ۰/۳ میلی گرم بر لیتر را هم تحمل می کنند(Pillay and Kutty،2005) .

تولیدمثل و بلوغ :

تیلاپیای نیل و قرمز در شرایط پرورش در سن ۵ تا ۶ ماهگی به بلوغ می رسند در حالیکه فقط حدود ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر طول و ۱۵۰ تا ۲۵۰ گرم وزن دارند(Gwahaba، 1973; Trewavas، 1983) . هماوری آن حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰۰ عدد می باشد و قطر تخمها هم بین ۲تا ۷/۹ میلی متر می باشد .(Graaf et al.، 1999) .

ابتدا جنس ماده تخمها را در آب رها می کند و بلافاصله آنها را داخل دهان خود کرده سپس جنس نر آنها را داخل دهان ماده بارور می کند و وظیفه محافظت از آنها را بر عهده می گیرد

(Nishida، 1998 ; Myers. *et al*.، 1995) . (شکل ۱-۳)

شکل ۳- محافظت تخمها در دهان جنس ماده تیلاپیای نیل

بنا به دلایل زیر تولید تیلاپیای تک جنسی (جنس نر) برای پرورش ارجحیت دارد (Pillay and Kutty، 2005).

- نرخ رشد بالاتر و مصرف غذای مؤثرتر
- توانایی بالاتر در تحمل تغییرات محیط زیستی نظیر : دما، شوری، اکسیژن محلول و...
- ذخیره انرژی بیشتر
- میزان خشونت پائین تر
- یکسان بودن سایز برداشت ماهی
- مقاومت بیشتر نسبت به بیماریها

- کنترل کردن جمعیت تیلاپیا موجود در استخر

سیستم های های پرورش تیلاپیا

معمول ترین سیستم پرورش تیلاپیا، پرورش در استخرهای خاکی می باشد که می تواند به صورت پرورش گسترده[۱]، نیمه متراکم[۲] و متراکم[۳] انجام شود. همچنین پرورش چند گونه ای تیلاپیا به همراه میگو و کپور ماهیان و کفال نیز انجام می شود. از سیستم های دیگر پرورشی می توان به پرورش در قفس[۴] در آبهای شیرین و شور و پرورش در استخرهای سیمانی[۵] اشاره کرد. پرورش تیلاپیا به صورت گلخانه ای در مناطق سردسیر نیز انجام می شود(Pillay and Kutty،2005).

❖ ارزش غذایی ماهی:

ماهی یکی از منابع غذائی اصلی حیوانی است و به علت دارا بودن پروتئین، ویتامین،و مقادیر زیاد اسیدهای چرب امگا ۳ که به عنوان تضمین کننده سلامتی شناخته شده اند، به طور گسترده ای در سراسر دنیا توسط انسان ها مصرف می گردد. غذاهای دریائی غنی از ترکیبات معدنی هستند. مجموع میزان مواد معدنی در گوشت خام ماهیان دریایی در دامنه ۰/۶ تا ۱/۵ درصد وزن تر عضله می باشد. پارامترهای تأثیرگذار بر ترکیبات بدن ماهی می توانند داخلی و یا خارجی باشند. از نمونه پارامترهای داخلی می توان به جنس ماهی، زمان تغذیه فعال، زمان گرسنگی، فصل تخم ریزی، مهاجرت و سن اشاره کرد که این پارامترها ژنتیکی و کنترل شده بوده و تحت تأثیر چرخه زندگی ماهی می باشند. در سراسر طول سال ماهی در معرض تغییرات در خور توجه محیطی (پارامترهای خارجی) و به دنبال آن، نوسانات، در دسترسی به ترکیبات غذایی می باشد که همه این عوامل بر ترکیبات شیمیایی عضله که در ماهیان مختلف متفاوت است، تأثیرگذار می باشند (Rehbein and Oehlenschlager،2009).
آب که بیشترین سهم (۶۵ تا ۸۰ درصد) را در وزن بدن ماهی تشکیل می دهد، در بین ترکیبات بدن ماهی بیشترین تغییرات را حین فراوری متحمل می شود. علاوه بر این یکی از عواملی که موجب تسریع فساد در گوشت ماهی نسبت به سایر گوشتها می شود، بالا بودن میزان آب در عضله ماهی است.

---

۱ Extensive culture
۲ Semi intensive culture
۳ Intensive culture
۴ Cage culture
۵ Race way

مقدار پروتئین در عضلات یک ماهی حدود ۱۶ تا ۲۰ درصد است که در هنگام عدم دستیابی به مواد غذایی برای مدت طولانی یا در پایان دوره تخم ریزی، این مقدار کاهش می یابد و ممکن است تا حدود ۱۵ درصد هم برسد (Rehbein and Oehlenschlager،2009).

❖ عومل موثر در حفظ کیفیت ماهی

ماهی بدلیل شرایط خاص خود از قبیل رطوبت بالا، اسیدهای چرب امگا ۳، نسبت به سایر مواد غذائی قابلیت فساد پذیری بیشتری دارد. تغییرات شیمائی، اکسیداسیون چربی، بار میکروبی عوامل مختلفی هستند که باعث افت کیفیت و فساد ماهی خواهند شد. بدین سبب ماهی پس از صید باید بلافاصله و یا در کوتاه ترین زمان ممکن در شرایط سرد قرار گیرد. عوامل دیگر از جمله روش سردسازی ،نوع فرآوری، نوع بسته بندی (بسته بندی درخلاء، بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده ، بسته بندی در هوای معمولی) ، مدت زمان نگهداری، روش حمل ونقل نیز در کاهش افت کیفیت و ممانعت از فساد پذیری ماهی موثر هستند.

فساد ماهی

بدن ماهی حاوی مقادیر زیادی چربی، پروتئین و مقدار ناچیزی کربوهیدرات می باشد. همچنین دارای **pH** مناسبی برای رشد میکروارگانیسم ها می باشد ، به همین دلیل غذاهای دریایی می توانند توسط میکروارگانیسم ها ، اکسیداسیون، تجزیه خودبه خودی و یا در بیشتر مواقع به صورت ترکیبی از این طرق فاسد شوند.

مراحل فساد ماهی:

فساد ماهی طبق مراحل زیر صورت می گیرد:

۱- بوی نامطبوع (Off-odour)

۲- تشکیل ماده لزج (Slime)

۳- تجزیه پروتئین ها

مراحل فساد ماهی توسط میکروارگانیسم ها سریعتر از گوشت قرمز و مرغ رخ می دهد، به دلیل اینکه:

۱- ماهی دارای ترکیبات نیتروژنی بالایی است و تجزیه این مواد در ماهی سریعتر رخ می دهد.

۲- ماهی دارای میزان زیادی اسید های چرب غیر اشباع هستند در نتیجه فساد چربی در آنها سریعتر رخ می دهد.

۳- دارای **pH** بالاتری هستند.

❖ عوامل موثر در نوع و فساد ماهی

۱- نوع ماهی: ماهی ها از نظر خاصیت فساد با هم متفاوت هستند.ماهی های پر چرب نسبت به ماهی های کم چرب سریعتر فاسد می شوند. ماهی های مسطح و پهن سریعتر از ماهی های گرد فاسد می شوند زیرا مرحله ی جمود نعشی را سریعتر طی می کنند.

۲- وضعیت ماهی هنگام صید: ماهی هایی که در اثر تقلا ، فقدان اکسیژن و دست به دست شدن زیاد می میرند سریعتر از آنهایی که به راحتی از آب گرفته شده اند فاسد می شوندکه ناشی از از دست رفتن گلیکوژن و در نتیجه کاهش pH گوشت می باشد.ماهی هایی که در هنگام صید شکمشان پر است نسبت به آنهایی که شکمشان خالی است سریعتر فاسد می شوند،لذا دستگاه گوارش را بلافاصله پس از صید از بدن ماهی باید خارج کرد که در غیر اینصورت باکتری های روده سریعا به درون حفره شکمی راه پیدا می کنند و باعث فساد سریعتر ماهی می شوند.

۳- نوع و وسعت آلودگی ماهی به باکتری ها: هر چقدر میزان باکتری های بدن ماهی بیشتر باشد فساد سریعتر رخ می دهد.

۴- دما: خنک کردن ماهی موثرترین روش برای جلوگیری از فساد ماهی است و باعث به تاخیر انداختن تکثیر باکتری های عامل فساد می شود.خنک کردن باید سریع و در دمای صفر تا ۱- درجه سانتیگراد انجام شود.

فصل اول

بررسی اثر انجماد سریع و کند روی کیفیت

گوشت ماهی تیلاپیا

بخش اول :کلیات

❖ **انجماد ماهی :**

انجماد تغییر حالت ماده از مایع به جامد است. برای یک مایع خالص شیمیایی، این فرایند در درجه حرارت ثابتی موسوم به نقطه انجماد[۱] آغاز می شود. در انجماد، مولکولهای آب حول مراکز معینی که مراکز تبلور می باشند از حرکت باز می مانند. از بین رفتن حرکت جنبشی مولکولهای آب همواره با آزاد شدن مقدار معینی گرما همراه است که به آن گرمای نهان[۲] می گویند. برای منجمد کردن، ضروری است که ابتدا گرمای محسوس[۳] و سپس گرمای نهان از ماده غذایی گرفته شود. در این حال، نخست درجه حرارت به نقطه انجماد رسیده و سپس کریستالهای یخ شروع به شکل گیری می نمایند. رشد کریستالهای یخ در فضاهای سلول و همینطور نقطه انجماد

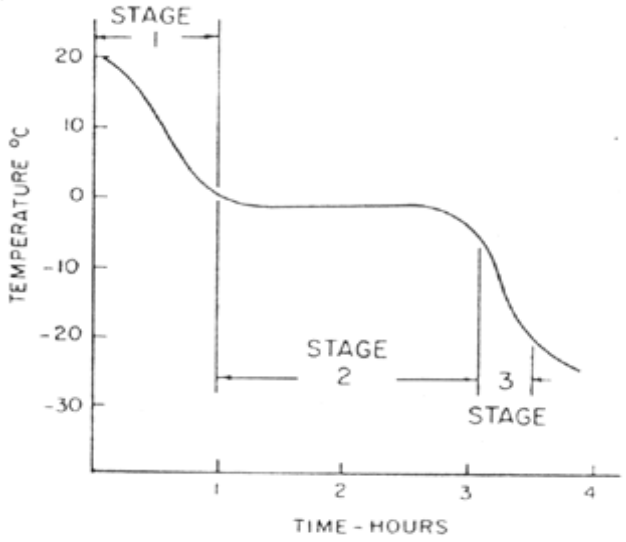
[۱] Freezing point
[۲] Latent heat
[۳] Sensible heat

در انواع آبزیان به علت داشتن ترکیبات مختلف و درصد آب متفاوت یکسان نیست. اندازه و شکل آنها از مهمترین عوامل مؤثر بر کیفیت نهایی محصول ارائه شده است(Hall، 2011).

در خلال فرایند انجماد حرارت در سه مرحله مجزا از ماهی گرفته می شود. در مرحله نخست، درجه حرارت عضله به سرعت به کمتر از صفر درجه سانتیگراد می رسد، که نقطه انجماد آب تازه است (نمودار ۱- ۱) (مرحله اول) البته به دلیل وجود املاح مختلف و دیگر ترکیبات محلول در آب که به طور طبیعی در عضله وجود دارند، نقطه آغاز انجماد ماهی پائین تر از این نقطه خواهدبود(Hall، 2011).

در مرحله دوم، ضروری است تا گرمای بیشتری از ماهی گرفته شود تا قسمت عمده آب تبدیل به یخ شود این مرحله که در بین دمای ۰/۵ و۵- درجه سانتیگراد قرار دارد به منطقه بحرانی[1] موسوم بوده و مرحله ای است که در طی آن تغییر دما محدود بوده و حداکثر کریستالهای یخ شکل می گیرند. مدت زمانی که عازم است تا دمای عضله از این منطقه عبور نماید، مهمترین عامل در تعیین اندازه کریستالهای یخ می باشد و در کیفیت نهایی محصول تأثیر قابل توجه ای دارد. هر چه سرعت عبور از این مرحله بیشتر باشد تغییرات نامطلوب کمتر خواهد بود. و بالاخره مرحله سوم، هنگامی آغاز می شود که حدود ۷۵ درصد از آب بافت عضلانی تبدیل به یخ شده باشد. در این هنگام درجه حرارت مجدداً شروع به کاهش می نماید. در این حالت لازم است مقدار کمی حرارت گرفته شود تا عمده آب باقیمانده تبدیل به یخ گردد(Hall، 2011).

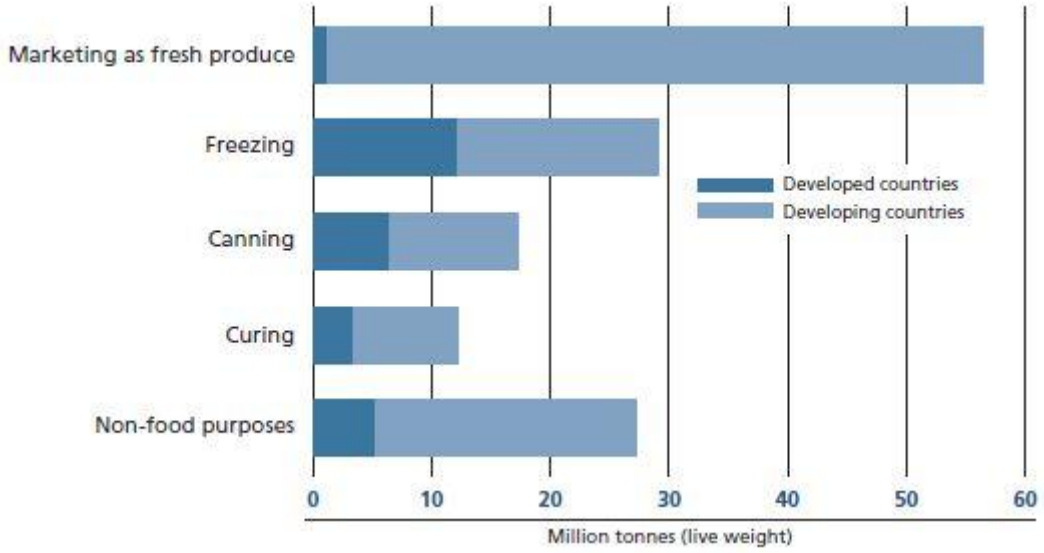
[1] Critical zone



نمودار: ۱-۱- منحنی تغییرات درجه حرارت در طول فرایند انجماد(**Johnston & *et al*،1994**)

با پیشرفت مراحل انجماد به تدریج آب موجود در سلولهای بافت ماهی به صورت بلورهای خالص یخ منجمد می گردند. این امر سبب می گردد تا تدریجاً غلظت املاح درون سلول در آب منجمد نشده افزایش یابد. افزایش غلظت املاح نیز خود باعث می شود که نقطه انجماد آب در قسمت غیر منجمد به تدریج کاهش یابد. به همین نسبت بر خلاف آب خالص، انجماد کامل آب در عضله ماهی به عوض صفر درجه در یک گستره وسیع صورت می گیرد. بی شک مهمترین مرحله در طول انجماد ماهی، مرحله عبور از منطقه بحرانی و نحوه تشکی بلورهای یخ است.

در سال ۲۰۰۸، رتبه نخست عرضه محصولات شیلاتی به محصولات تازه(۵۶ میلیون تن) اخصاص داشت.در همین سال عرضه فراورده های شیلاتی منجمد در رتبه دوم (۲۹ میلیون تن) قرار داشت. همچنین کنسرو کردن و سایر فراورده ها (خشک کردن، دودی کردن) در رتبه های بعدی قرار دارند FAO)،(2010 (نمودار ۱-۲).



نمودار ۱-۲- درصد انوع فراورده های شیلاتی عرضه شده به بازار مصرف (FAO, 2010)

از نکات مثبت انجماد ماهی و فراورده های شیلاتی می توان به حفظ کیفیت، افزایش زمان ماندگاری، رساندن ماهی به بازارهای پر مصرف ، عرضه مازاد صید در تمامی طول سال اشاره کرد. افت کیفیت، کاهش وزن، اکسیداسیون چربی (بخصوص در ماهیان چرب) و هزینه بالای انجماد نیز از نکات منفی آن است (Hall, 2011).

❖ تغییرات بافت عضله ماهی در اثر انجماد

نگهداری ماهی و دیگر فراورده های دریایی در حالت انجماد سبب بروز مجموعه تغییراتی در بافت عضله آنها می گردد که تاثیرزیادی بر کیفیت نهایی محصول دارد. در این شرایط عضله خشک و سفت شده و بسیاری از ویژه گی های خود از جمله ظرفیت نگهداری آب را از دست می دهد، که دلیل اصلی آن تغییراتی است که در پروتئین های عضله بخصوص پروتئین های میوفیبریلار ایجاد می گردد و در اصطلاح به آن تخریب انجمادی[۱] می گویند. این تغییرات تدریجی بوده و به حد زیادی مرتبط با دمای نگهداری است. پروتئین های میوفیبریلار حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد مجموع پروتئین های عضله را تشکیل می دهند. سفت شدن عضله و کاهش مایع درون بافتی در خلال انجماد و نگهداری، این معنی را می دهد که میوفیبریلارها به تدریج در اثر تغییر ماهیت، قابلیت استخراج و یا حلالیت به وسیله محلولهای نمکی و جذب مجدد آب و نگهداری آن را، در طی فرایندهای بعدی

[۱] Freez denaturation

از دست می دهد که این امر ارزش ماهی منجمد برای استفاده در محصولات بعدی را کاهش می دهد(Venugopal, 2006).

❖ تقسیم بندی انجماد ماهی

برای حفظ کیفیت بافت خوراکی در ماهی، لازم است که دمای عضله هر چه سریعتر از منطقه بحرانی انجماد یا به عبارت دیگر از فاصله صفر تا ۵- درجه سانتیگراد عبور نماید تا از این طریق از شکل گیری کریستالهای بزرگ یخ جلوگیری گردد. در این حال، مدت زمان لازم برای تغلیظ محلولهای نمکی و تاثیر آنها بر پروتئین آلفا بر پروتئین ها و تغییرات pH سلولی نیز در اختیار قرار نخواهد گرفت و در نتیجه، اینگونه آسیب ها نیز به حداقل ممکن کاهش خواهد یافت.

از این روانجماد ، براساس سرعت منجمد کردن به چهار دسته بندی به شرح زیر وجود دارد: (Hall, 2011)

الف) انجماد کند[۱] با سرعت ۰/۲ سانتی متر در ساعت

ب) انجماد تند[۲] با سرعت ۰/۵ تا ۳ سانتی متر در ساعت

ج) انجماد ناگهانی[۳] با سرعت ۵ تا ۱۰ سانتی متر در ساعت

د) انجماد فوق ناگهانی[۴] با سرعت ۱۰ تا ۱۰۰ سانتی متر در ساعت

همچنین انواع فریزرها براساس مکانیسم عملکرد به ۴ گروه زیر طبقه بندی می شوند:

فریزرهای هوا وزشی[۵]

فریزرهای صفحه ای[۶]

فریزرهای غوطه وری[۷]

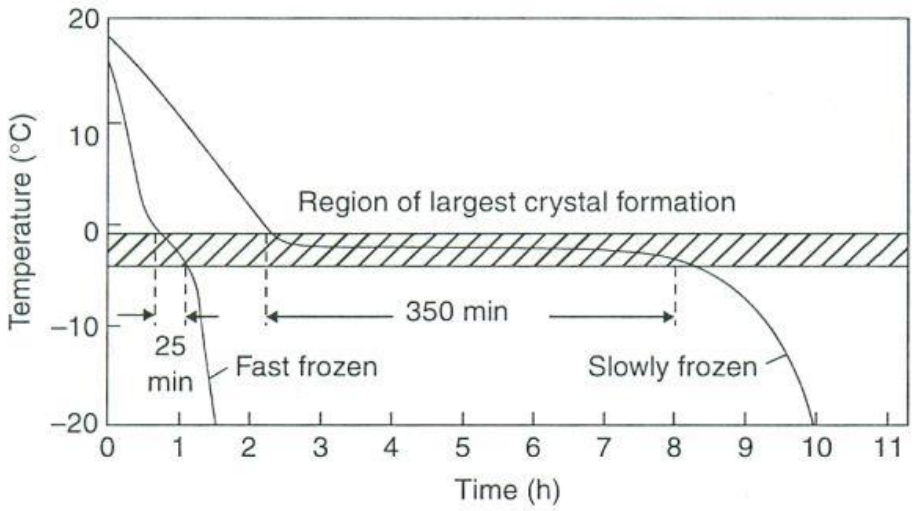
---

۱ Slow freezing
۲ Quick freezing
۳ Rapid freezing
۴ Ultra rapid freezing
۵ Air-blast freezers
۶ plate freezers
۷ Immersion freezers

فریزرهای دارای گاز سرمازا[1]، که به علت بالاتر بودن سرعت انجماد در این نوع فریزرها معمولا برای منجمد کردن آبزیان گران قیمت استفاده می شود (Hall, 2011).

❖ تأثیرات انجماد کند و تند بر بافت ماهی

از دست دادن کیفیت در محصولات منجمد می تواند به علت نوع انجماد و یا در طی ذخیره سازی آن رخ دهد که این تغییرات شامل: تغییر در بافت، طعم و بو ، رنگ و خشک شدن می باشد. دناتوره شدن پروتئین، فعالیت آنزیمها، اکسیداسیون چربی و فرایند هیدرولیز در زمان انجماد و نگهداری محصول قابل بررسی خواهد بود (Johnston. *et al.* ,1994). در انجماد کند، آب درون سلولی یخ بسته و کریستالهای درشت تشکیل می شود که به دیواره سلولی فشار می آورد و باعث پارگی سلول و خارج شدن مایع درون سلولی و افزایش آبچک می شود و در نهایت ارزش تعدیه فراورده شیلاتی منجمد، کاهش می یابد،اما در انجماد تند و سریع، کریستالهای تولید شده با افزایش سرعت انجماد کوچک تر شده و کمتر باعث پارگی دیواره سلول می شوند و کیفیت ماهی در حد تازه حفظ می شود. در این نوع انجماد زمان عبور از منطقه بحرانی کمتراز ۲ ساعت می باشد.(نمودار ۱-۴)



شکل ۱-۳- انجماد تند و کند عضله ماهی (**1994،Johnston. *et al.***)

از سیستمهایی که در آنها روش انجماد سریع بکار می رود می توان به تونل انجماد[2]، انجماد دانه ای[3] و فریزر صفحه ای[1] اشاره کرد (2006،Venugopal).

[1] Cryogenic freezers
[2] Tunel Freezing
[3] Individual Quick Freezing

❖ پیشینه تحقیق

تحقیقات متعددی روی اثرات روش های مختلف انجماد روی ارزش غذایی شاخصهای فساد ، تغییرات ساختاری بافت ماهی انجام شده است.

Kelly و Dunnett (۱۹۶۹) تاثیر سرعت های متفاوت انجماد را روی کیفیت ماهی کاد مقایسه کردند. فاکتورهایی که آنها بررسی نمودند شامل درصد پروتئینهای محلول، میزان دریپ، فشار اسمزی و تغییرات بافتی بود. یافته های آنها نشان داد که هرچه دمای انجماد کمتر میشود، فراورده نهایی بعد از زمان انجماد در وضعیت بهتری خواهد بود، بر این اساس آنها بهترین نتیجه را در نمونه هایی گرفتند که در ۱۹۵- درجه سانتی گراد منجمد شده بودند.

در سال ۱۹۷۱، Liljemark و Jarenback تغییرات ساختاری بافت ماهی کاد را با استفاده از میکروسکوپ الکترونی در زمان انجماد بررسی کردند و بعد از گذشت ۱۲۰ هفته کاهش در تعداد رشته های اکتو مایوزین و افزایش در تعداد و اندازه تجمعات بافتی را مشاهده کردند. البته این تغییرات در تیمارهایی که در ۱۰- درجه سانتیگراد نگهداری می شدند بیشتر و در تیمارهای نگهداری شده در ۳۰- درجه سانتی گراد کمتر از بقیه تیمارها بود.

Bello و Luft (۱۹۸۲) تغییرات ساختاری بافت ماهی آکواریومی Gold fish را در زمان انجماد و با دو تیمار مختلف به وسیله میکروسکوپ الکترونی بررسی کردند. در یکی از تیمارها فیله این ماهی در فریزر و دیگری را در نیتروژن مایع منجمد شد. مقایسه عکس ها بعد از گذشت شش ماه نشان داد در نمونه هایی که در نیتروژن مایع منجمد شدند، کریستالهای کوچکتر یخ شکل گرفته که باعث آسیب کمتر دیواره سلول ها و پروتئین های میو فیبریل شده است.

---

[۱] Plate Freezer

Karacam و Boran (۱۹۹۶) تغییرات کیفی ماهی آنچووی را در زمان نگهداری در سردخانه بررسی کردند و بعد از گذشت ۱۲۰ روز از نگهداری، شاهد کاهش معنی دار امتیازات آزمون حسی بودند. همچنین افزایش معنی دار در شاخصهای TBA،FFA ،PV را در نمونه ها مشاهده کردند. نتایج آنها نشان داد که با وجود افزایش شاخص های فساد در پایان زمان نگهداری، نمونه ها قابل خوردن بودند و شاخص های فساد، پایین تر از حد مجاز قرار داشتند.

Chen و Pan (۱۹۹۷) تغییرات فضاهای بین فیبرهای عضلانی ماهی تیلاپیا را در زمان انجماد کند و سریع بررسی کردند. آنها افزایش فضاهای بین بافتی و تخریب هر چه بیشتر عضله را در انجماد کند مشاهده کردند. در انجماد سریع که با نیتروژن مایع و در دمای ۱۹۶- درجه سانتی گراد انجام شد این فضا در ماه دوم ۲۲/۱ میکرومتر بود، در حالی که این اندازه در نمونه های انجماد کند در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد به ۲۹/۳ میکرومتر رسید. بررسی تاثیر سرعت های متفاوت انجماد بر خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی ماهی تاربوت، توسط Chevalier و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد. روشهای مختلف انجماد که در این مطالعه به کار گرفته شد، شامل انجماد تحت فشار و انجماد هوا وزشی بود.نتایج بیانگر این مطلب بود که در انجماد تحت فشار، مقدار TBA و FFA در پایان زمان نگهداری به طور معنی داری کمتر از انجماد کند بود. همچنین حجم دریپ و اندازه کریستالهای یخی در انجماد به روش هوای وزشی بیشتر از انجماد تحت فشار بود.

Arannilewa و همکاران (۲۰۰۵) ماهی تیلاپیا (*Sarotherodun galiaenus*) را به مدت ۶۰ روز در سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد قرار دادند و تغییرات شیمیایی و میکروبی آن را مورد مطالعه قرار دادند.کاهش درصد پروتئین، چربی و رطوبت و افزایش خاکستر از نتایج این پروژه بود. همچنین امتیازات آزمون حسی با گذشت زمان از نگهداری در نمونه ها، کاهش داشت. Alizadeh و همکاران (۲۰۰۷) اثر سرعت انجماد را بر روی کیفیت فیله ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) مطالعه نمودند.در این بررسی نمونه ها به دو صورت وزش هوای سرد با سرعت ۴ متر در ثانیه و انجماد تحت فشار با ۲۰۰ مگا پاسکال فشار، منجمد شدند. سپس تغییرات رنگ، میزان دریپ و ساختار بافت پس از انجماد را بررسی کردند. در نمونه هایی که تحت فشار منجمد شدند، تغییرات کمتری نسبت به نمونه های انجماد کند مشاهده شد و از انجماد تحت فشار به عنوان یک روش مناسب انجماد نام برده شد. در مطالعه Osibona و همکاران (۲۰۰۹) ، ارزش غذایی و پرفایل اسیدهای امینه و اسیدهای

چرب تیلاپیا زیلی (*Tilapia zillii*) مورد بررسی قرار گرفت. درصد پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر در این ماهی ۱۹/۰ ، ۱/۱، ۸۰/۴ و ۱/۲ بود. بیشترین اسید چرب، اسید اولئیک (C18:1) به میزان ۲۶/۰ درصد به دست آمد. بالاترین میزان امگا ۳ ، مربوط به کلوپانودونیک اسید (C22:5) به مقدار ۳/۷ درصد بود. نسبت امگا ۳ به امگا۶ هم ۲/۷ محاسبه شد. Pirestani وهمکاران (۲۰۱۰)، تغییرات اسیدهای چرب چند گونه ماهی دریای خزر شامل ماهی سفید (Rutilus frisii kutum)، کفال طلایی (Liza aurata)، کپور معمولی (Cyprinus carpio)، سوف (*Sander lucioperca*) و کیلکای معمولی (*Clupeonella cultiventris caspia*) را بررسی نمودند و مشاهده کردند در زمان نگهداری در سردخانه تغییراتی در مقادیر اسیدهای چرب به وجود آمد. در نمونه ها میزان PUFA کاهش معنی داری از خود نشان داده است و درصد SFA هم افزایش یافته است($p< ۰/۰۵$). بیشترین میزان کاهش PUFA مربوط به سوف بود که از ۲۳ درصد به ۱۵ درصد رسید. همچنین بیشترین افزایش SFA هم در همین گونه مشاهده شد که از ۳۵ درصد به ۴۵ درصد در پایان زمان نگهداری در سردخانه رسید.

Usydus و همکاران (۲۰۱۱) ارزش غذایی و پرفایل اسیدهای چرب چند گونه ماهی موجود در بازار لهستان از جمله تیلاپیا نیل را مورد بررسی قرار دادند. مقدار پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر در تیلاپیا به ترتیب ۱۶/۴، ۲/۰، ۸۱/۲ و ۰/۵ درصد به دست آمد. همچنین توزیع اسیدهای چرب آن به صورت MUFA> SFA> PUFA بود و میزان امگا ۶ آن (۴۱۳ میلی گرم در صد گرم عضله) بالاتر از امگا سه (۱۸۹ میلی گرم در صد گرم عضله) قرار داشت.

Vieira و همکاران (۲۰۱۱) اسیدهای چرب تیلاپیا نیل و قرمز را با هم مقایسه کردند. در هر دو نمونه درصد MUFA بیشتر از SFA و PUFA بود. همچنین نسبت امگا ۳ به امگا ۶ در هر دو نمونه ۰/۳ به دست امد.

بخش دوم: مواد و روشها

❖ تهیه نمونه

در اردیبهشت ۱۳۹۰ تعداد ۸۰۱ عدد تیلاپیا نیل و ۸۰۱ عدد تیلاپیاقرمز با وزن متوسط ۵۰ ±۷۰۰ گرم ،به طور تصادفی از استخرهای ایستگاه تحقیقاتی ماهیان آب شور واقع در بافق یزد صید گردید و پس از تخلیه امعا و احشا، به نسبت ۱ :۱ (پودر یخ وماهی) در مخازن عایق (CSW) قرار داده شد و به مرکز ملی تحقیقات فراوری آبزیان انزلی وابسته به موسسه تحقیقات شیلات ایران منتقل گردید.

در این مرکز ،عملیات زیر به ترتیب بر روی ماهیان انجام گرفت:

-محاسبه وزن بدن ماهیان براساس گرم

-تهیه فیله بدون پوست و استخوان با روش دستی

- تهیه نمونه های شکم خالی ماهی (Gutted fish)

فیله ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم گرم وزن شدند. میانگین وزن فیله ها ۵± ۱۰۰ گرم بود. قطر نمونه ها نیز با کولیس تعیین شد میانگین قطر فیله هاهم ۲±۳۶ میلی متر بدست آمد.

سپس هر کدام نمونه های آماده شده(فیله و ماهی شکم خالی) در ۶ گروه به شرح زیر دسته بندی شدند :

الف: تیلاپیای نیل تازه (زمان صفر)

ب: تیلاپیای قرمز تازه (زمان صفر)

ج : تیلاپیای نیل با انجماد کند

د : تیلاپیای نیل با انجماد تند

ذ : تیلاپیای قرمز با انجماد کند

ر : تیلاپیای قرمز با انجماد تند

❖ روش تهیه نمونه های منجمد

الف:انجماد کند

برای تهیه نمونه های کند، هر نمونه داخل یک کیسه از جنس پلی آمید قرار داده شده و پس از برچسب زنی برای انجماد مستقیما" در سردخانه با دمای ۱۸- درجه سانتی گراد قرار داده شدند.در سردخانه فیله ها پس از ۱۸ ساعت منجمد شدند.سرعت انجماد برای این نمونه ها ۲ میلی متر در ساعت بود. این نمونه ها برای مدت ۶ ماه در سردخانه در دمای ۱۸- سانتیگراد نگهداری شدند.

ب : انجماد تند

برای تهیه نمونه های انجماد تند، از تونل انجماد مارپیچ[۱] استفاده شد که نمونه های فیله در مدت ۲۵ دقیقه و نمونه های شکم خالی در ۴۵ و با دمای ۳۰- درجه سانتی گراد منجمد شدند. دمای مرکز فیله ها بعد از عبور از تونل اسپیرال به ۵- درجه سانتی گراد رسید. سرعت انجماد برای این نمونه ها ۸ میلی متر بر ساعت بود. سپس هر فیله داخل یک کیسه پلی آمید قرار داده شد. و بعد از برچسب زنی به داخل سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد منتقل شده و پس از گذشت ۴ ساعت و نیم به دمای نهایی سردخانه رسیدند. این نمونه ها برای مدت ۶ ماه نگهداری شدند.

از نمونه های منجمد پس از خارج شدن از سردخانه و انجماد زدایی در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۱۸ ساعت، در تاریخ های معین (جدول ۱-۱) آزمایشات زیر به عمل آمد.

- ❖ ارزش غذایی شامل : رطوبت، پروتئین، خاکستر، چربی کل و پروفایل اسیدهای چرب . فاکتور های ارزش غذائی صرفا در نمونه های فیله مورد بررسی قرار گرفت.
- ❖ فاکتورهای شیمیایی مربوط به شاخص فساد شامل پراکسید[۲]، تیوباربیتوریک اسید[۳] و مجموع بازهای ازته[۴] فرار.

---

۱ Spiral Freezing
۲ PV
۳ TBA
۴ TVN

- آزمایش میکروبی : شمارش کلی باکتریها[1] .
- ارزیابی حسی (توسط ۸ نفر ارزیاب)
- اندازه گیری مقدار آبچک[2] .
- بررسی تغییرات بافت با میکروسکوپ الکترونی SEM. تغییرات ساختمان داخلی بافت (Microstracture) صرفا در نمونه های فیله شده بررسی شد.

آزمایشات برای هرنمونه در سه تکرار انجام شد.

جدول ۱-۱- زمان بندی نمونه برداری ها و آزمایشات انجام شده

تاریخ نمونه برداری	ارزش غذایی	فاکتورهای شیمیایی	آزمون میکروبی	ارزیابی حسی	حجم آبچک (Drip)	عکس برداری SEM
نمونه تازه(زمان صفر)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ماه اول	✓	✓	✓	✓	✓	–
ماه دوم	✓	✓	✓	✓	✓	-

[1] Total count
[2] Drip

ماه سوم	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ماه چهارم	✓	✓	✓	✓	✓	-
ماه پنجم	✓	✓	✓	✓	✓	-
ماه ششم	✓	✓	✓	✓	✓	✓

❖ روش های آزمایشگاهی

❖ رطوبت

رطوبت نمونه ها با روش AOAC)،(2002 انجام شد و مقدار(درصد) آن با استفاده از فرمول ۱-۱ محاسبه گردید.

فرمول ۱-۱: $\frac{M1-M2}{M0}\times 100$ = درصد رطوبت

M1 = وزن ظرف و نمونه قبل از خشک کردن

M2= وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن

M0= وزن نمونه

❖ خاکستر

برای محاسبه میزان خاکستر از روش AOAC (۲۰۰۲) استفاده گردید (فرمول ۱-۲).

فرمول ۱-۲: $\frac{b-c}{a} \times 100$ = درصد خاکستر

a= وزن نمونه بر حسب گرم

b= وزن بوته چینی و خاکستر بر حسب گرم

c= وزن بوته چینی بر حسب گرم

❖ چربی

مطابق روش Bligh & dyer (۱۹۵۹)، مقدار ۴۰ گرم از نمونه چرخ شده ماهی، به داخل دکانتور ۵۰۰ میلی لیتری منتقل شد و سپس ۱۶۰ سی سی متانول و به همین میزان کلروفورم به دکانتور اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت ثابت ماند، بعد از زمان طی شده فاز چربی و کلرفرم تشکیل شده را جدا کرده و داخل ارلنی که به وزن ثابت رسانده شده بود ریخته شد. سپس با استفاده از دستگاه تبخیر روتاری حلال جدا گردید. ارلن حاوی چربی وزن گردید و مقدار چربی طبق فرمول شماره ۲-۳ محاسبه شد.

فرمول ۱-۳: درصد چربی $= \frac{a}{b} \times ۱۰۰$

a= وزن نمونه روغن بر حسب گرم

b= وزن نمونه ماهی بر حسب گرم

❖ پروتئین

برا ی اندازه گیری پروتئین موجود در نمونه هااز روش ماکروکلدال (AOAC, 2002) استفاده گردید.

میزان پروتئین با استفاده از فرمول شماره ۳-۴ محاسبه شد.

فرمول ۱-۴: درصد پروتئین $= \frac{n \times b \times 0.14}{a} \times ۱۰۰$

a= وزن نمونه ماهی بر حسب گرم

n= نرمالیته اسید مصرف شده

b= حجم اسید مصرفی

❖ اندازه گیری پر اکسید

میزان پر اکسید از فرمول شماره ۳-۵ مورد محاسبه قرار گرفت(Egan. *et al*., 1997).

فرمول ۱-۵: $\text{عدد پراکسید} = \frac{s \times n \times 100}{a}$

s= حجم هیپو سولفیت سدیم مصرفی

n= نرمالیته هیپو سولفیت سدیم

a= مقدار نمونه

۱-۷-۶- اندازه گیری تیو بار بیوتیک اسید

اندازه گیری تیو بار بیوتیک اسید به وسیله روش رنگ سنجی صورت گرفت و مقدار آن (میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم بافت ماهی) بر اساس رابطه ۱-۶ محاسبه می شود(Namulema. *et al*., 1999).

فرمول ۱-۶: $TBA = As \times ۷/۸$

As= مقدار جذب نمونه

ضریب ۷/۸ مقدار مالون آلدئید در ۱ کیلوگرم نمونه می باشد.

۱-۷-۷- اندازه گیری مجموع بازهای فرار

به روش Egan و همکاران (۱۹۹۷) انجام شد.

❖ ارزیابی حسی (ارگانولپتیک)

آزمایشات ارگانولپتیک، مجموعه ای از عواملی هستند که به وسیله اعضای حسی انسان قابل تشخیص می باشند. اگرچه این احساس ها به طور کامل قابل اندازه گیری نمی باشند و با توجه به تلاش محققین برای استفاده از دستگاه ها، اما هنوز انجام این آزمایشات به وسیله انسان ضروری است. برای انجام تست های حسی مربوط به رنگ، بو، شکل ظاهری بافت و طعم از جدول شماره ۱-۲ استفاده گردید(Lin and Morrissey، 1994) نمونه ها بعد از انجماد زدایی در دستگاه (Toaster) با مارک Vidas (ساخت کشور ایتالیا) و در دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد، پخته شدند . میزان ۴۰ گرم نمونه برای هر نفر، در اختیار گروه ارزیاب قرار داده شد. آزمون حسی با استفاده از یک گروه ارزیاب آموزش دیده متشکل از ۸ نفر انجام گردید. این افراد نظرات خود را پس از ارزیابی رنگ، بو، طعم و مزه و بافت هر تیمار روی پرسشنامه هایی که از قبل تهیه شده بود منتقل کردند. آزمون بر اساس مقیاس هدونیک ۵ درجه ای انجام شد.

جدول ۱-۲- امتیازات ارزیاب حسی (Lin and Morrissey، 1994)

امتیازات	رنگ (Color)	بو(Odor)	بافت (Texture)	طعم و مزه (Flavor)
۵	همگن (بسیار خوب)	بسیار خوب	محکم و لطیف (بسیار خوب)	بسیار خوب
۴	همگن (خوب)	خوب	خوب	خوب
۳	رنگ ناهمگن (قابل قبول)	قابل قبول	تا حدی نرم یا سفت. لطیف (قابل قبول)	قابل قبول
۲	رنگ ناهمگن (ضعیف)	بوی نامطبوع (ضعیف)	نرم یا سفت، الیافی و رشته مانند (ضعیف)	طعم نامناسب (ضعیف)
۱	بسیار ناهمگن (بسیار ضعیف)	بوی نامطبوع (بسیار ضعیف)	بسیار نرم یا بسیار سخت، الیافی (بسیار ضعیف)	طعم نامناسب (بسیار ضعیف)

❖ اسیدهای چرب

بعد از استخراج چربی از بافت عضله به روش Bligh and Dyer (۱۹۵۹)، برای تهیه متیل استر و شناسایی اسیدهای چرب، روش Murph (۱۹۹۳) به کار گرفته شد. ابتدا استانداردها که ساخت شرکت مرک آلمان بود به دستگاه GCتزریق شد. سپس روغن متیله شده (متیل استر) به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق گردید. شرایط دستگاه GC به شرح زیر بود:

درجه حرارت ردیاب (دتکتور): ۲۱۰ درجه سانتی گراد، نوع ردیاب: یونش شعله ای (FID)، درجه حرارت اولیه ستون: ۱۹۰ درجه سانتی گراد، درجه حرارت نهایی ستون: ۲۵۰ درجه سانتی گراد، مقدار تزریق متیل استر : ۱ میکرو لیتر، درجه حرارت تزریق: ۲۰۰ درجه سانتی گراد،نوع گاز حمل کننده نیتروژن، شدت جریان: ۰/۶ میلی متر در دقیقه و فشار ۲۳۰ کیلو پاسکال.پس از تریق نمونه های متیل استر به ابتدای ستون، زمان رسیدن آنها به ردیاب بر حسب دقیقه تحت عنوان زمان بازداری محاسبه و بر اساس استاندارد معرف اسیدهای چرب، شناسایی صورت پذیرفت. این امر برای هر نمونه سه بار تکرار گردید و میانگین آنها محاسبه شد.

سایر مشخصات دستگاه :

GC Hewlett Packard Agilent 6890^{+}

Coloumn 120 * 0.25 * 0.25 BPX – 70 SGE

۳-۲-۳-۹-۱- محاسبات غلظت و درصد متیل استر:

غلظت متیل استر $C_T = C_{st} \times A_T / A_{St}$

درصد متیل استر در نمونه $= C_T / C_M \times ۱۰۰$

C_{st} : غلظت استاندارد

C_M : غلظت نمونه با توجه به وزن برداشتی

A_{St} : سطح زیر پیک استاندارد

C_T : غلظت متیل استر در نمونه

A_T : سطح زیر پیک نمونه

❖ آبچک

اندازه گیری آبچک مطابق روش Ng و Bahurmiz (2009) انجام شد. نمونه های منجمد ابتدا وزن شد و پس از انجماد زدایی در یخچال مقداری آب (آبچک) از آن خارج شد. درصد آبچک طبق فرمول۳-۷ محاسبه گردید.

فرمول ۱-۷: $\frac{A-B}{A} \times ۱۰۰$=درصد آبچک

A= وزن نمونه قبل از انجمادزدایی

Bb= وزن نمونه بعد از انجمادزدایی

❖ آزمون میکروبی

برای شمارش کلی میکروبی از روش ISO (۲۰۰۳) استفاده شد. ۱۰ گرم از نمونه را در هاون استریل له کرده و در ۹۰ میلی لیتر محلول استریل پپتون بافر فسفات ۰/۱ درصد با pH ۷ بصورت هموژنیزه در آورده شد و سپس از نمونه رقتهای دو برابر تهیه کرده و به مقدار ۱ میلی لیتر داخل پلیتهای استریل در کنار شعله اضافه کردیم و محیط کشت نوترینت آگار به مقدار ۱۵ میلی لیتر به آن اضافه شد، سپس با تکان دادن و چرخاندن مخلوط گردید و در گرمخانه ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شد. پس از این زمان تعداد پرگنه ها در هر پلیت شمارش گردید و تعداد آنها در عکس رقت شمارش شده ضرب گردید. عدد حاصله به عنوان تعداد پرگنه در یک گرم عضله می باشد.

❖ مطالعه ساختمان فیله با میکروسکوپ الکترونی **SEM**

یک میلی متر مکعب از بافت عضله تیلاپیا از قسمت پشتی که در امتداد ستون فقرات و نزدیک باله پشتی قرار داشت، در مقطع عرضی برش داده شد و در محلول حاوی ۴ درصد گلوترآلدهید به مدت ۲۴ ساعت فیکس شد. بعد از آن با استفاده از بافر Sodiumcarboxilate 0.1 مولار به مدت ۲۰ دقیقه نمونه ها شسته شدند. سپس در محلول Osmium tetroxide در ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت فیکس شدند.همچنین نمونه ها مجددا با بافر شستشو داده و با Acetone آبگیری شده و در دسیکاتور ار داده شدند. سپس نمونه ها با پودر طلا پوشش داده شده و برای عکس برداری با SEM آماده شدند. عکس برداری از مقطع عرضی نمونه ها انجام شد(Lioreca *et al*،2003). دستگاه مورد استفاده در آزمایشگاه میکروسکوپ الکترونی SEM دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران قرار داشت و ساخت کشور انگلستان و مدل LEO 440i(1995) بود.

❖ آنالیز آماری داده ها

آنالیز آماری نتایج آزمایشات هر تیمار با استفاده از نرم افزار آماری Minitab)،(16 انجام شد. از آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و تست (Tukey's) برای مقایسه میانگین تکرار ها استفاده شد. سطح معنی دار ($P<0.05$) در نظر گرفته شد.

بخش سوم: نتایج

❖ تغییرات ترکیبات تقریبی **(Proximate composition)** فیله های تیلاپیا

❖ رطوبت

تغییرات رطوبت نمونه های فیله در مدت نگهداری در سرد خانه (دمای ۱۸-) در جدول ۱-۳ نشان داده شده است. نتایج نشان میدهد که درصد رطوبت فیله تازه تیلاپیا نیل و قرمز بترتیب ۰/۰۱ ± ۷۹/۱۲ و ۰/۱۵ ± ۷۸/۰۶ درصد بود که این مقدار در طول زمان نگهداری در سردخانه به تدریج کاهش یافت. نتایج آخرین مرحله نمونه برداری بیانگر این است که میزان رطوبت برای نمونه های تیلاپیای نیل در انجماد کند به ۰/۲۰ ±۷۵/۰۸ درصد و در نمونه های انجماد تند به ۰/۱۵± ۷۷/۰۱ درصد کاهش یافت. این کاهش در نمونه های تیلاپیای قرمز حاصل از انجماد کند ۰/۵۶ ± ۷۳/۵۶ ودر انجماد تند ۰/۰۵ ± ۷۶/۳۱ درصد بود ($P<0.05$) . نتایج نشان داد که مقدار کاهش در رطوبت نمونه های حاصل از انجماد کند بصورت معنی داری بیشتراز نمونه های انجماد تند بود ($P<0.05$).

جدول ۱-۳: تغییرات درصد رطوبت (وزن تر) نمونه های فیله در زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد

زمان نمونه		

برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۷۹/۱۲ ± ۰/۰۱ ^{eA}	۷۹/۱۲ ± ۰/۰۱ ^{eA}	۷۸/۰۶ ± ۰/۱۵ ^{eA}	۷۸/۰۶ ± ۰/۱۵ ^{cA}
ماه اول	۷۷/۶۰ ± ۰/۱۲ ^{dB}	۷۸/۸۱ ± ۰/۱۹ ^{dA}	۷۷/۷۳ ± ۰/۲۰ ^{eA}	۷۷/۷۰ ± ۰/۰۱ ^{bA}
ماه دوم	۷۷/۷۰ ± ۰/۱۶ ^{dB}	۷۸/۸۲± ۰/۲۰ ^{dA}	۷۶/۴۰ ± ۰/۳۶ ^{dB}	۷۷/۶۰± ۰/۲۰ ^{bA}
ماه سوم	۷۶/۰۰ ± ۰/۱۱ ^{cB}	۷۸/۷۰± ۰/۰۶ ^{dA}	۷۵/۲۳ ± ۰/۳۵ ^{cB}	۷۷/۱۰± ۰/۰۱ ^{bA}
ماه چهارم	۷۵/۸۰ ± ۰/۰۸ ^{cB}	۷۸/۰۲± ۰/۱۴ ^{cA}	۷۴/۱۰ ± ۰/۳۰ ^{bB}	۷۶/۶۳± ۰/۰۱ ^{aA}
ماه پنجم	۷۵/۴۲ ± ۰/۳۳ ^{bB}	۷۷/۵۰± ۰/۱۴ ^{bA}	۷۳/۸۰ ± ۰/۳۱ ^{aB}	۷۶/۳۸± ۰/۱۴ ^{aA}
ماه ششم	۷۵/۰۸ ± ۰/۲۰ ^{aB}	۷۷/۰۱± ۰/۱۵ ^{aA}	۷۳/۵۶ ± ۰/۳۶ ^{aB}	۷۶/۳۱± ۰/۰۵ ^{aA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

❖ خاکستر

مقدار خاکستر یا مواد معدنی در نمونه تازه تیلاپیا نیل ۰/۰۱ ±۱/۸۵ و تیلاپیای قرمز ۰/۰۷ ±۱/۳۸ درصد به دست آمد.مقدار خاکستر در هردو ماهی در طی مدت نگهداری در سردخانه افزایش معنی داری را در هر دو تیمار انجماد کند و تند از خود نشان داد. این افزایش برای نمونه های با انجماد کند بالاتر از نمونه های انجماد تند بود($P<0.05$).

در پایان زمان نگهداری مقدار خاکستر تیلاپیای نیل برای نمونه های حاصل از انجماد کند به ۰/۰۸ ±۳/۱۵ درصد و برای نمونه های تند به ۰/۱۲ ±۲/۳۱ درصد رسید(جدول ۱-۴)($P<0.05$) .

همین روند افزایشی معنی دار ($P<0.05$) در نمونه های تیلاپیای قرمز نیز مشاهده شد. بطوریکه مقدار خاکستر در پایان زمان نگهداری برای نمونه های حاصل از انجماد کند به ۰/۰۵ ±۲/۷۶ و برای نمونه های حاصل از انجماد تند به ۰/۳۱ ±۱/۸۹ درصد رسید.

جدول ۱-۴: تغییرات درصد خاکستر نمونه های فیله در زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۱/۸۵ ± ۰/۰۱ aA	۱/۸۵ ± ۰/۰۱ aA	۱/۳۸ ± ۰/۰۷ aA	۱/۳۸ ± ۰/۰۷ aA*
ماه اول	۱/۹۴ ± ۰/۱۰ aA	۱/۸۹ ± ۰/۲۰ aA	۱/۴۳ ± ۰/۰۵ aA	۱/۴۱ ± ۰/۰۱ aA
ماه دوم	۲/۰۳ ± ۰/۱۲ aA	۱/۹۵ ± ۰/۲۰ aA	۱/۵۵ ± ۰/۰۵ aB	۱/۴۶ ± ۰/۱۵ aA
ماه سوم	۲/۲۶ ± ۰/۱۶ bB	۲/۱۳± ۰/۱۱ bA	۱/۷۰ ± ۰/۱۴ bB	۱/۵۲± ۰/۲۰ aA
ماه چهارم	۲/۶۱ ± ۰/۰۷ cB	۲/۱۸± ۰/۲۰ bA	۱/۸۶ ± ۰/۳۷ bB	۱/۵۶± ۰/۱۸ aA
ماه پنجم	۲/۸۵ ± ۰/۱۱ cB	۲/۲۷± ۰/۱۴ cA	۲/۵۳ ± ۰/۱۱ cB	۱/۷۱± ۰/۱۲ bA
ماه ششم	۳/۱۵ ± ۰/۰۸ dB	۲/۳۱± ۰/۱۲ cA	۲/۷۶ ± ۰/۱۶ cB	۱/۸۹± ۰/۲۱ bA

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد

❖ پروتئین

تغییرات مقدار پروتئین نمونه های فیله در جدول ۱-۵ نشان داده شده است. همانطوریکه دیده میشود روند مقدار پروتئین نمونه ها با افزایش زمان نگهداری نسبت معکوس دارد. به عبارت دیگر با افزایش زمان نگهداری نمونه در سردخانه مقدار پروتئین کاهش یافت. مقدار پروتئین در نمونه تازه تیلاپیا نیل ۰/۰۱ ±۱۸/۷۰ و در تیلاپیای قرمز ۰/۲۰ ±۲۰/۲۶ درصد محاسبه شد. در پایان زمان نگهداری در سردخانه برای نمونه های حاصل از انجماد کند این میزان به ۰/۰۱ ±۱۷/۰۰ درصد و برای نمونه های حاصل از انجماد تند به ۰/۰۸ ±۱۷/۶۱ درصد رسید($P<0.05$). در نمونه ماهی تیلاپیای قرمز ، مقدار پروتئین در پایان زمان نگهداری برای تیمارهای انجماد کند به ۰/۲۸ ±۱۷/۵۶ و برای تیمارهای انجماد تند به ۰/۲۰ ±۱۸/۰۱ کاهش یافت(جدول ۱-۵). کاهش درصد پروتئین برای نمونه های انجماد کند بیشتر از انجماد تند بوده است ($P<0.05$).

جدول ۱-۵- تغییرات درصد پروتئین (وزن تر) نمونه های فیله در زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۱۸/۷۰ ± ۰/۰۱ ^{dA}	۱۸/۷۰ ± ۰/۰۱ ^{cA}	۲۰/۲۶ ± ۰/۲۰ ^{eA}	۲۰/۲۶ ± ۰/۲۰ ^{eA*}
ماه اول	۱۸/۷۱ ± ۰/۱۲ ^{dA}	۱۸/۶۵ ± ۰/۳۲ ^{cA}	۱۹/۴۶ ± ۰/۱۵ ^{dA}	۱۹/۳۹ ± ۰/۰۷ ^{dA}
دوم	۱۸/۶۰ ± ۰/۰۸ ^{dA}	۱۸/۶۱ ± ۰/۰۱ ^{cA}	۱۸/۸۳ ± ۰/۰۵ ^{cB}	۱۹/۰۰ ± ۰/۱۹ ^{cA}
سوم	۱۸/۳۵ ± ۰/۱۹ ^{cA}	۱۸/۳۶± ۰/۱۶ ^{bA}	۱۸/۴۶ ± ۰/۱۵ ^{bA}	۱۸/۵۰± ۰/۱۰ ^{bA}
چهارم	۱۷/۵۰ ± ۰/۰۵ ^{bB}	۱۸/۰۰± ۰/۱۷ ^{bA}	۱۸/۳۶ ± ۰/۳۰ ^{bA}	۱۸/۴۶± ۰/۲۸ ^{bA}
پنجم	۱۷/۰۰ ± ۰/۱۱ ^{aB}	۱۸/۰۰± ۰/۱۰ ^{bA}	۱۷/۸۶ ± ۰/۲۵ ^{aB}	۱۸/۱۲± ۰/۰۹ ^{aA}
ششم	۱۷/۰۰ ± ۰/۱۴ ^{aB}	۱۷/۶۱± ۰/۰۸ ^{aA}	۱۷/۵۶ ± ۰/۲۸ ^{aB}	۱۸/۰۱± ۰/۲۰ ^{aA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

❖ چربی

مقدار چربی نمونه های فیله در جدول ۱-۶ ارائه شده است. در نمونه های تازه تیلاپیا نیل ۰/۰۱ ±۱/۳۰ درصد چربی در وزن تر و برای تیلاپیای قرمز ۰/۱۲ ±۱/۶۸ در صد در عضله بود. مقدار چربی در تمام نمونه ها با افزایش زمان نگهداری کاهش یافت. این کاهش در نمونه های حاصل از انجماد تند بصورت معنی داری ($P<0.05$) از نمونه های انجماد کند کمتر بود.

جدول ۱-۶- تغییرات درصد چربی (وزن تر) نمونه های فیله در زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد

زمان نمونه	تیلاپیای نیل	تیلاپیای قرمز

برداری	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۱/۳۰ ± ۰/۰۱ ^{eA}	۱/۳۰ ± ۰/۰۱ ^{cA}	۱/۶۸ ± ۰/۱۲ ^{dA}	۱/۶۸ ± ۰/۱۲ ^{dA}
ماه اول	۱/۲۸ ± ۰/۰۵ ^{eA}	۱/۳۱ ± ۰/۱۱ ^{cA}	۱/۶۱ ± ۰/۱۰ ^{dA}	۱/۶۳ ± ۰/۱۷ ^{dA}
ماه دوم	۱/۱۶ ± ۰/۰۶ ^{dB}	۱/۲۵ ± ۰/۱۴ ^{aA}	۱/۲۸ ± ۰/۱۰ ^{cB}	۱/۵۳ ± ۰/۰۹ ^{cA}
ماه سوم	۱/۰۸ ± ۰/۱۲ ^{dB}	۱/۲۰± ۰/۰۸ ^{bA}	۱/۲۵ ± ۰/۰۵ ^{cB}	۱/۵۰± ۰/۰۹ ^{cA}
ماه چهارم	۰/۹۶ ± ۰/۰۹ ^{cB}	۱/۱۵± ۰/۱۸ ^{bA}	۰/۹۶ ± ۰/۱۱ ^{bB}	۱/۳۸± ۰/۱۰ ^{bA}
ماه پنجم	۰/۷۹ ± ۰/۱۰ ^{bB}	۰/۹۸± ۰/۱۴ ^{aA}	۰/۸۷ ± ۰/۰۵ ^{bB}	۱/۲۲± ۰/۱۱ ^{aA}
ماه ششم	۰/۶۱ ± ۰/۱۴ ^{aB}	۰/۹۱± ۰/۱۲ ^{aA}	۰/۷۳ ± ۰/۰۹ ^{aB}	۱/۱۸± ۰/۰۱ ^{aA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

❖ اسیدهای چرب

پرفایل اسید های چرب نمونه های فیله در حالت تازه و منجمد و مقایسه دو روش انجماد کند و تند در جداول ۱-۷ تا ۱-۱۲ آمده است. در بافت عضله تیلاپیا نیل و قرمز ۲۹ اسید چرب شناسایی شد که از این تعداد ۹ اسید چرب متعلق به گروه SFA که شامل C12:0 (اسید لوریک) ، C14:0 (اسید مریستیک) ، C15:0 (اسید پنتادکانوئیک)C16:0 (اسید پالمیتیک) ،C17:0 (اسید مارگاریک)، C18:0 (اسید استئاریک) C20:0(اسید آراشیدیک)، C22:0 (اسید بهینیک) و C24:0 (اسید لیگنوسریک) بود. همچنین ۹ اسید چرب متعلق به گروه MUFA شناسایی شدند که شامل C14:1 (اسید مریستولئیک) و C15:1 (اسید پنتا دکانوئیک) ، C16:1 (اسید پالمیتولئیک) ، C17:1 (اسید هپتادکانوئیک)، C18:1c (اسید اولئیک ایزومر سیس)، C18:1t (اسید اولئیک ایزومر ترانس) وC20:1 (اسید گادولئیک) ، C22:1 (اسید ستولئیک) وC24:1 (اسید نرونیک) بودند.

همچنین ۱۱ اسید چرب : C18:2c (اسید لینولئیک ایزومر سیس) ، C18:2t (اسید لینولئیک ایزومر ترانس)، n3 C18:3 (اسید آلفالینولنیک) ،C18:3 n6 (اسید گاما لینولنیک)، C18:4 (اسید اوکتادکاتترانوئیک) ، C20:2 (اسید ایکوزادی انوئیک)، C20:3 (اسید ایکوزاتری انوئیک)، C20:4 (اسید آراشیدونیک)،

C20:5n3(اسیدایکوزاپنتانوئیک،C22:5 (اسید دوکوزاپنتانوئیک) و C22:6n3 (اسید دوکوزاهگزانوئیک) متعلق به گروه PUFA شناسایی شدند.

❖ پروفایل اسیدهای چرب تیلاپیا نیل

نتایج مربوط به شناسایی اسیدهای چرب موجود در تیلاپیای نیل وتغییرات ناشی از انجماد کند و تند در جداول ۱-۷ و ۱-۸ آمده است. بیشترین مقدار اسیدچرب نمونه های تازه به ترتیب مربوط به اسید اولئیک (C18:1) با ۲۸/۵۲ درصد و اسید لینولئیک (C18:2) با ۲۲/۶۸ درصد می باشد. بیشترین میزان اسید چرب اشباع (SFA) نیز مربوط به اسید پالمیتیک(C16:0) با ۱۵/۳۴ درصد می باشد. اسیدهای چرب PUFA در نمونه های تازه با ۳۸/۶۲ درصد، میزان بیشتری را نسبت به MUFA با ۳۶/۱۴ درصد و SFA با ۲۴/۸۴ درصد به خود اختصاص داده است. همچنین میزان دو اسید چرب EPA (C20:5n-3) و DHA (C22:6n-3) که اهمیت زیادی از نظر ارزش غذائی چربی ماهی دارد، در نمونه های تازه ۰/۸۱ و ۶/۳۲ درصد می باشد. DHA (C22:6) بالاترین درصد را در بین اسیدهای چرب امگا سه تیلاپیا نیل به خود اختصاص داده است .

در زمان نگهداری در سردخانه، اسیدهای چرب تیلاپیا نیل مطابق جداول ۱-۷ و ۱-۸ دستخوش تغییراتی شده است که مهمترین این تغییرات به شرح زیر است:
میزان SFA از ۲۴/۸۴ درصد، در پایان دوره نگهداری در سردخانه افزایش یافت و به ۲۸/۹۰ درصد در نمونه های حاصل از انجماد کند و ۲۷/۳۸ درصد در نمونه های حاصل از انجماد تند رسیده است که تفاوت معنی داری را با نمونه های تازه داشتند ($p<0/05$). همچنین میزان MUFA افزایش معنی دار در سطح ۹۵ درصد داشت و از ۳۶/۱۴ درصد به ۳۹/۵۵ درصد در نمونه های با انجماد کند و ۳۸/۲۱ درصد در نمونه های با انجماد تند رسید. مقدار اسیدهای چرب PUFA نیز از ۳۸/۶۲ به ۳۰/۵۶ درصد در نمونه های با انجماد کند و ۳۵/۲۲ درصد در نمونه های با انجماد تند رسید که کاهش معنی دار در سطح ۹۵ درصد داشت. نتایج جدول ۴-۷ نشان می دهد میزان تغییرات اسیدهای چرب در زمان نگهداری در سردخانه برای انجماد کند نسبت به انجماد تند بیشتر بوده است($p<0/05$).

جدول ۱-۷ تغییرات اسیدهای چرب در نمونه های فیله تیلاپیا نیل حاصل از انجماد کند در زمان نگهدای در دمای°(C) ۱۸- (درصد از کل اسیدهای چرب)

اسیدهای چرب	زمان های نگهداری						
	نمونه تازه	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم	ماه ششم
C12:0	۰/۰۴±۰/۰۱ a	۰/۰۵±۰/۰۰ a	۰/۰۴±۰/۰۰ a	۰/۰۵±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۳ c	۰/۰۸±۰/۰۰ b	۰/۰۷±۰/۰۱ b
C14:0	۱/۹۳±۰/۰۵ b	۲/۲۲±۰/۰۱ d	۲/۰۵±۰/۰۱ c	۲/۰۲±۰/۲۰ c	۲/۵۳±۰/۰۱ e	۲/۲۷±۰/۳۰ d	۱/۷۳±۰/۰۱a
C15:0	۰/۴۳±۰/۰۲ b	۰/۴۲±۰/۰۰ b	۰/۳۶±۰/۰۰ a	۰/۴۲±۰/۰۱ b	۰/۴۲±۰/۰۱ b	۰/۴۵±۰/۰۱ b	۰/۴۵±۰/۰۱ b
C16:0	۱۵/۳۴±۰/۱۶ a	۱۷/۳۶±۰/۰۸ b	۱۷/۵۵±۰/۱۴ b	۱۷/۱۱±۰/۳۰ b	۱۷/۵۵±۰/۲۲ b	۱۷/۵۲±۰/۳۱ b	۱۷/۹۰±۰/۴۵ c
C17:0	۰/۸۴±۰/۰۱ a	۰/۸۴±۰/۰۱ a	۰/۷۹±۰/۰۳ a	۰/۸۵±۰/۰۶ a	۰/۷۸±۰/۰۱ a	۰/۹۵±۰/۱۶ b	۰/۸۹±۰/۱۲ b
C18:0	۵/۰۳±۰/۰۳ a	۵/۶۳±۰/۱۰ a	۶/۱۳±۰/۰۸ b	۶/۵۸±۰/۱۲ c	۵/۶۶±۰/۱۲ a	۶/۰۲±۰/۱۸b	۶/۳۸±۰/۰۳ c
C20:0	۰/۳۸±۰/۰۱ b	۰/۳۴±۰/۰۳ b	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۴۳±۰/۰۱ c	۰/۲۸±۰/۰۰ a	۰/۳۰±۰/۰۴a	۰/۳۸±۰/۰۶b
C22:0	۰/۱۷±۰/۰۰ a	۰/۱۵±۰/۰۱ a	۰/۱۴±۰/۰۱ a	۰/۱۹±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۱ a	۰/۱۵±۰/۰۱a	۰/۱۶±۰/۰۱ a
C24:0	۰/۶۸±۰/۰۱ d	۰/۳۹±۰/۰۱ b	۰/۳۱±۰/۲۱ a	۰/۳۵±۰/۰۴ a	۰/۴۴±۰/۰۱ c	۰/۳۲±۰/۰۹ a	۰/۹۴±۰/۰۵e
∑ SFA	۲۴/۸۴±۰/۱۲ a	۲۷/۴۰±۰/۲۱ b	۲۷/۶۶±۰/۰۹ b	۲۸/۰۰±۰/۱۶ c	۲۷/۹۲±۰/۲۸ c	۲۸/۰۶±۰/۰۸ c	۲۸/۹۰±۰/۳۲d
C14:1	۰/۲۵±۰/۰۲ a	۰/۲۶±۰/۰۰ a	۰/۲۵±۰/۰۰ a	۰/۲۶±۰/۰۱ a	۰/۴۹±۰/۰۰ b	۰/۲۷±۰/۰۲ a	۰/۲۵±۰/۰۰ a
C15:1	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۱ a
C16:1	۵/۲۳±۰/۰۶ a	۵/۴۶±۰/۱۱ b	۵/۵۲±۰/۰۳ b	۵/۷۴±۰/۱۱ b	۵/۵۳±۰/۰۱ b	۵/۲۱±۰/۲۶ a	۵/۱۲±۰/۶۵a

C17:1	۰/۶۲±۰/۰۱ a	۰/۶۰±۰/۰۱ a	۰/۶۰±۰/۰۱ a	۰/۵۷±۰/۰۳ a	۰/۹۰±۰/۰۱ c	۰/۸۲±۰/۰۳b	۰/۷۵±۰/۱۱ b
C18:1t	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۲۷±۰/۰۰ a	۰/۲۵±۰/۰۱ a	۰/۳۱±۰/۰۸ a	۰/۱۸±۰/۲۲ a	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۲۵±۰/۰۱ a
C18:1c n9	۲۸/۵۲±۰/۱۸ a	۲۸/۵۱±۰/۱۰ a	۳۰/۷۱±۰/۲۹ b	۳۰/۸۵±۰/۳۱ b	۳۰/۴۸±۰/۱۱ b	۳۱/۴۱±۰/۰۵ c	۳۱/۴۹±۰/۰۸ c
C20:1	۰/۲۱±۰/۰۲ a	۰/۲۷±۰/۰۱ b	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۱۷±۰/۱۱ a	۰/۳۹±۰/۱۸ c	۰/۲۸±۰/۶۰۱ b	۰/۲۷±۰/۱۲ b
C22:1	۰/۲۲±۰/۰۰ a	۰/۲۳±۰/۰۲ a	۰/۳۱±۰/۸۰ b	۰/۱۴±۰/۰۲ a	۰/۵۳±۰/۱۱ c	۰/۳۳±۰/۰۸ b	۰/۳۵±۰/۱۲b
C24:1	۰/۷۴±۰/۰۵ c	۰/۶۴±۰/۰۷ b	۰/۶۳±۰/۳۰ b	۰/۶۵±۰/۰۸ b	۰/۵۹±۰/۰۳b	۰/۴۹±۰/۱۲a	۰/۹۴±۰/۰۱d
∑ MUFA	۳۶/۱۴±۰/۱۸ a	۳۶/۳۶±۰/۳۱ a	۳۸/۶۱±۰/۲۴ b	۳۸/۸۱±۰/۰۶ b	۳۹/۲۰±۰/۱۱ c	۳۹/۱۵±۰/۲۹ c	۳۹/۵۵±۰/۰۹ c
C18:2t	۰/۳۳±۰/۰۱ a	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۲۷±۰/۰۸ a	۰/۳۴±۰/۱۸ a	۰/۲۹±۰/۱۸ a	۰/۲۴±۰/۰۳ a	۰/۳۲±۰/۵۱a
C18:2c n6	۲۲/۶۸±۰/۱۱ c	۲۱/۰۲±۰/۰۸ b	۲۱/۱۸±۰/۰۳ b	۲۱/۴۰±۰/۰۳ b	۱۹/۷۸±۰/۲۲ a	۱۹/۶۰±۰/۳۳ a	۱۹/۰۱±۰/۱۱ a
C20:2 n6	۱/۰۴±۰/۰۳ b	۰/۸۷±۰/۰۱ a	۰/۷۷±۰/۰۱ a	۱/۰۳±۰/۰۵ b	۰/۸۰±۰/۳۰ a	۰/۹۰±۰/۰۳ a	۰/۸۵±۰/۷۸ a
C18:3 n6	۰/۶۳±۰/۰۱ c	۰/۴۶±۰/۰۱ b	۰/۲۵±۰/۰۱ a	۰/۳۳±۰/۰۱ a	۰/۳۱±۰/۰۱ a	۰/۳۵±۰/۲۸ a	۰/۴۹±۰/۰۱b
C18:3 n3	۲/۰۴±۰/۰۳ b	۲/۲۴±۰/۱۸ c	۱/۹۹±۰/۰۱ b	۱/۸۸±۰/۰۱ a	۲/۲۰±۰/۲۶ c	۲/۰۳±۰/۱۶ c	۱/۸۵±۰/۱۱ a
C20:3 n6	۰/۶۱±۰/۰۱ a	۰/۳۷±۰/۰۱ b	۰/۲۱±۰/۱۲ b	۰/۳۱±۰/۰۱ b	۰/۲۷±۰/۰۱ b	۰/۲۹±۰/۰۴b	۰/۲۵±۰/۰۸ b
C18:4 n3	۱/۱۰±۰/۰۶ a	۱/۰۵±۰/۰۳ a	۱/۰۷±۰/۰۹ a	۱/۲۷±۰/۰۶ a	۱/۱۹±۰/۰۱ a	۱/۰۳±۰/۰۸ a	۱/۱۴±۰/۱۸a
C20:4 n6	۱/۴۳±۰/۰۱ e	۱/۰۶±۰/۰۵ d	۱/۲۲±۰/۰۳ d	۱/۰۵±۰/۰۳ d	۰/۹۲±۰/۰۸ c	۰/۷۸±۰/۰۳ b	۰/۶۵±۰/۱۹ a
C20:5 n3	۰/۸۱±۰/۰۱ c	۰/۷۸±۰/۰۴ b	۰/۷۴±۰/۰۲ b	۰/۷۴±۰/۱۱ b	۰/۷۳±۰/۱۸ b	۰/۶۳±۰/۲۱ a	۰/۶۴±۰/۱۱ a

C22:5 n3	۱/۶۳±۰/۱۱ d	۱/۳۵±۰/۱۱ b	۱/۴۵±۰/۰۱ c	۱/۰۹±۰/۱۴ a	۱/۴۹±۰/۲۲c	۱/۲۳±۰/۰۱a	۱/۳۵±۰/۱۴b
C22:6 n3	۶/۳۲±۰/۰۸ d	۶/۵۶±۰/۱۰ d	۶/۵۸±۰/۳۰ d	۴/۸۱±۰/۳۱ c	۴/۱۵±۰/۱۸ b	۴/۱۱±۰/۳۱ b	۴/۰۱±۰/۲۱ a
∑ PUFA	۳۸/۶۲±۰/۲۰ c	۳۶/۰۵±۰/۲۲ b	۳۵/۷۳±۰/۲۵ b	۳۴/۲۵±۰/۳۲ b	۳۲/۱۳±۰/۳۹a	۳۱/۱۹±۰/۲۶ a	۳۰/۵۶±۰/۳۱a
Other	۰/۹۱±۰/۰۱	۰/۶۴±۰/۰۷	۰/۵۴±۰/۱۰	۰/۵۲±۰/۳۰	۰/۲۳±۰/۱۲	۰/۱۸±۰/۱۷	۰/۲۶±۰/۱۹
∑ n3	۱۱/۹۰±۰/۲۰c	۱۱/۹۸± ۰/۲۰c	۱۱/۸۳±۰/۱۴c	۹/۷۹±۰/۲۳b	۹/۷۶±۰/۳۱b	۹/۰۳±۰/۲۶a	۸/۹۹±۰/۱۷a
∑ n6	۲۶/۳۹±۰/۲۱d	۲۳/۷۸±۰/۱۵c	۲۳/۶۳±۰/۱۲c	۲۴/۱۲±۰/۲۰c	۲۲/۰۸±۰/۱۶b	۲۱/۹۲±۰/۱۸b	۲۱/۲۵±۰/۲۲a
n 3/n 6	۰/۴۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۴۱	۰/۴۲

- ΣSFA (Saturated Fatty acids) :مجموع اسید های چرب اشباع

- ΣMUFA (Monounsaturated Fatty acids): مجموع اسید های چرب غیر اشباع داری یک باند دوگانه

-ΣPUFA (Polyunsaturated Fatty acids): مجموع اسید های چرب غیر اشباع دارای چند باند دوگانه

-داده ها بیانگر میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار است

– حروف لاتین مختلف بالای داده ها نشان دهنده اختلاف معنی دار بین آنها میباشد (P<0.05)

-n3/n6: نسبت مجموع اسید های چرب امگا۳ به مجموع اسید های چرب امگا ۶

جدول ۱-۸- تغییرات اسیدهای چرب در نمونه های فیله تیلاپیا نیل حاصل از انجماد تند در زمان نگهدای در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد (درصد از کل اسیدهای چرب)

اسیدهای چرب	زمان های نگهداری						
	نمونه تازه	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم	ماه ششم
C12:0	۰/۰۴±۰/۰۱ a	۰/۰۵±۰/۰۰ a	۰/۰۵±۰/۰۱ a	۰/۰۳±۰/۰۰ a	۰/۰۹±۰/۰۳ b	۰/۰۶±۰/۰۰ a	۰/۰۶±۰/۰۰ a
C14:0	۱/۹۳±۰/۰۵ b	۲/۴۸±۰/۰۱ c	۱/۸۰±۰/۲۹ b	۱/۵۴±۰/۰۱ a	۲/۳۱±۰/۰۱ c	۲/۷۳±۰/۲۱ d	۲/۱۸±۰/۰۰ c
C15:0	۰/۴۳±۰/۰۲ b	۰/۳۰±۰/۰۱ a	۰/۳۸±۰/۰۱ b	۰/۴۲±۰/۰۱ b	۰/۴۳±۰/۰۱ b	۰/۴۰±۰/۰۱ b	۰/۴۱±۰/۰۰ b
C16:0	۱۵/۳۴±۰/۱۶ a	۱۵/۶۸±۰/۳۲ a	۱۵/۱۸±۰/۲۶ a	۱۵/۷۱±۰/۲۵ a	۱۷/۲۱±۰/۱۹ b	۱۷/۰۸±۰/۲۵ b	۱۷/۰۷±۰/۲۱ b
C17:0	۰/۸۴±۰/۰۱ b	۰/۶۶±۰/۰۱ a	۰/۸۱±۰/۰۶ b	۰/۸۶±۰/۱۶ b	۰/۸۲±۰/۰۴ b	۰/۷۷±۰/۰۱ b	۱/۰۸±۰/۰۲ c
C18:0	۵/۰۳±۰/۰۳ a	۶/۱۹±۰/۱۲ c	۷/۱۱±۰/۱۲ d	۶/۸۹±۰/۱۰ c	۵/۱۸±۰/۰۹ a	۵/۳۲±۰/۰۱ b	۵/۶۸±۰/۱۴ b
C20:0	۰/۳۸±۰/۰۱ a	۰/۳۴±۰/۰۱ a	۰/۴۰±۰/۰۵ a	۰/۴۷±۰/۰۱ b	۰/۲۸±۰/۲۱ a	۰/۳۵±۰/۰۸ a	۰/۲۹±۰/۰۳a
C22:0	۰/۱۷±۰/۰۰ a	۰/۱۵±۰/۰۱ a	۰/۱۶±۰/۰۱ a	۰/۱۸±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۱۶±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۱a
C24:0	۰/۶۸±۰/۰۱ b	۰/۶۳±۰/۱۲ b	۰/۸۴±۰/۲۱ c	۰/۹۲±۰/۰۵ c	۰/۶۹±۰/۱۷ b	۰/۴۵±۰/۱۲a	۰/۴۸±۰/۳۴a
∑ SFA	۲۴/۸۴±۰/۱۲ a	۲۶/۴۸±۰/۰۹ b	۲۶/۷۳±۰/۲۰ b	۲۷/۰۲±۰/۳۱ c	۲۷/۱۲±۰/۱۹ c	۲۷/۳۲±۰/۱۵ c	۲۷/۳۸±۰/۲۱d
C14:1	۰/۲۵±۰/۰۲ a	۰/۲۶±۰/۰۱ a	۰/۲۳±۰/۰۰ a	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۲۰±۰/۰۳ a	۰/۳۱±۰/۰۱ b	۰/۲۶±۰/۰۰ a

C15:1	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۸۰±۰/۵۱ b	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۰۹±۰/۰۱ a
C16:1	۵/۲۳±۰/۰۶ b	۵/۲۷±۰/۰۸ b	۴/۶۳±۰/۰۷ a	۴/۶۹±۰/۱۷ a	۴/۶۸±۰/۳۲ a	۵/۳۳±۰/۱۶ b	۵/۹۲±۰/۰۱ c
C17:1	۰/۶۲±۰/۰۱ a	۰/۵۸±۰/۰۱ a	۰/۵۷±۰/۰۰ a	۰/۶۲±۰/۱۵ a	۰/۸۲±۰/۰۱ c	۰/۷۴±۰/۱۲b	۰/۵۶±۰/۰۳ a
C18:1t	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۳۲±۰/۰۱ b	۰/۲۲±۰/۰۱ a	۰/۲۴±۰/۰۱ a	۰/۳۲±۰/۱۰ b	۰/۳۲±۰/۰۱ b	nd
C18:1c n9	۲۸/۵۲±۰/۱۸ a	۲۸/۶۹±۰/۱۰ a	۲۹/۷۵±۰/۵۱ b	۳۰/۳۵±۰/۰۹ c	۲۹/۴۸±۰/۳۲ b	۳۰/۱۹±۰/۰۶ c	۳۰/۲۳±۰/۴۴ c
C20:1	۰/۲۱±۰/۰۲ b	۰/۱۸±۰/۱۹ a	۰/۱۶±۰/۰۱ a	۰/۱۹±۰/۰۲ b	۰/۲۹±۰/۱۴ c	۰/۲۴±۰/۳۰ c	۰/۳۲±۰/۰۸d
C22:1	۰/۲۲±۰/۰۰ b	۰/۱۴±۰/۰۱ a	۰/۳۱±۰/۸۰b	۰/۱۷±۰/۰۱ a	۰/۳۹±۰/۱۸ b	۰/۳۰±۰/۰۲ b	۰/۲۷±۰/۰۲b
C24:1	۰/۷۴±۰/۰۵ b	۰/۷۰±۰/۰۱ b	۰/۸۶±۰/۱۶ c	۰/۸۹±۰/۱۴ c	۰/۶۴±۰/۱۲ b	۰/۵۵±۰/۰۱a	۰/۵۶±۰/۰۱a
∑ MUFA	۳۶/۱۴±۰/۱۸ a	۳۶/۲۵±۰/۰۶ a	۳۶/۸۵±۰/۱۷ a	۳۷/۵۰±۰/۱۵ b	۳۷/۶۲±۰/۱۶ b	۳۸/۱۰±۰/۳۴ c	۳۸/۲۱±۰/۳۰ c
C18:2t	۰/۳۳±۰/۰۱ c	۰/۳۶±۰/۰۱ c	۰/۴۴±۰/۱۰ d	۰/۳۵±۰/۵۱ c	۰/۲۸±۰/۰۳ b	۰/۲۷±۰/۰۱ b	۰/۱۸±۰/۰۹a
C18:2c n6	۲۲/۶۸±۰/۱۱ b	۲۲/۸۹±۰/۱۸ b	۲۱/۹۲±۰/۱۴ a	۲۱/۶۹±۰/۲۱ a	۲۲/۲۶±۰/۰۹ b	۲۲/۹۸±۰/۲۹ c	۲۲/۵۴±۰/۸۱ c
C20:2 n6	۱/۰۴±۰/۰۳ b	۰/۹۸±۰/۱۴ b	۱/۰۳±۰/۰۳ b	۰/۸۰±۰/۰۱ a	۱/۰۵±۰/۱۰ b	۰/۷۷±۰/۱۲a	۱/۰۸±۰/۰۱ b
C18:3 n6	۰/۶۳±۰/۰۱ c	۰/۵۵±۰/۰۰ c	۰/۷۰±۰/۱۴ d	۰/۵۶±۰/۰۱ c	۰/۴۶±۰/۱۸ b	۰/۴۲±۰/۰۰b	۰/۳۰±۰/۰۱ a
C18:3 n3	۲/۰۴±۰/۰۳ b	۱/۷۱±۰/۰۱ a	۱/۷۳±۰/۱۹۵ a	۱/۶۱±۰/۰۱ a	۲/۰۰±۰/۲۵ b	۱/۹۶±۰/۰۲ b	۲/۲۴±۰/۰۱c
C20:3 n6	۰/۶۱±۰/۰۱ b	۰/۵۹±۰/۰۰ b	۰/۷۴±۰/۱۲ c	۰/۷۳±۰/۰۰ c	۰/۵۱±۰/۱۹ b	۰/۳۷±۰/۰۱a	۰/۳۳±۰/۰۵a
C18:4n3	۱/۱۰±۰/۰۶ a	۱/۰۲±۰/۰۳ b	۱/۰۶±۰/۰۹ b	۱/۱۴±۰/۰۳ b	۰/۸۵±۰/۰۳a	۱/۱۵±۰/۲۴ b	۱/۱۱±۰/۰۱ b

C20:4 n6	۱/۴۳±۰/۰۱ b	۱/۵۳±۰/۰۲ b	۲/۱۱±۰/۲۶ c	۲/۲۱±۰/۲۵ c	۰/۹۸±۰/۲۷ a	۰/۷۶±۰/۰۱ a	۰/۸۸±۰/۰۳a
C20:5 n3	۰/۸۱±۰/۰۱ b	۰/۷۸±۰/۰۲ b	۰/۷۶±۰/۵۱ b	۰/۷۴±۰/۰۳ b	۰/۵۲±۰/۰۲ a	۰/۴۳±۰/۲۳ a	۰/۵۹±۰/۱۷ a
C22:5 n3	۱/۶۳±۰/۱۱ b	۱/۲۳±۰/۰۱ a	۱/۷۵±۰/۱۱ b	۱/۷۰±۰/۰۲ b	۱/۸۳±۰/۳۴b	۱/۱۹±۰/۱۰a	۱/۳۹±۰/۱۲a
C22:6 n3	۶/۳۲±۰/۰۸ d	۵/۶۱±۰/۰۱ c	۵/۱۷±۰/۲۸ b	۵/۲۰±۰/۱۲ b	۵/۱۲±۰/۲۵ b	۵/۲۰±۰/۲۳b	۴/۵۸±۰/۳۲ a
∑ PUFA	۳۸/۶۲±۰/۲۰ c	۳۷/۲۵±۰/۲۲ b	۳۷/۴۱±۰/۲۴ b	۳۶/۷۳±۰/۱۹ b	۳۵/۸۶±۰/۱۵a	۳۵/۵۰±۰/۱۸ a	۳۵/۲۲±۰/۴۱a
Other	۰/۹۱±۰/۰۱	۰/۸۹±۰/۰۱	۰/۸۱±۰/۰۱	۰/۹۴±۰/۰۱	۰/۰۷±۰/۰۱	۰/۲۹±۰/۰۱	۰/۱۰±۰/۳۸
∑ n3	۱۱/۹۰±۰/۲۰c	۱۰/۳۵±۰/۱۱b	۱۰/۴۷±۰/۱۲b	۱۰/۳۹±۰/۲۵b	۱۰/۳۲±۰/۱۶b	۹/۹۳±۰/۲۳a	۹/۹۱±۰/۱۰a
∑ n6	۲۶/۳۹±۰/۲۱b	۲۶/۵۴±۰/۱۴b	۲۶/۵۰±۰/۱۰b	۲۵/۹۹±۰/۱۸a	۲۵/۲۶±۰/۱۶a	۲۵/۳۰±۰/۲۱a	۲۵/۱۳±۰/۰۹a
n 3/n 6	۰/۴۵	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۴۱	۰/۳۹	۰/۳۹

- ΣSFA (Saturated Fatty acids) :مجموع اسید های چرب اشباع

- ΣMUFA (Monounsaturated Fatty acids) : مجموع اسید های چرب غیر اشباع داری یک باند دوگانه

-ΣPUFA (Polyunsaturated Fatty acids) : مجموع اسید های چرب غیر اشباع دارای چند باند دوگانه

- داده ها بیانگر میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار است

– حروف لاتین مختلف بالای داده ها نشان دهنده اختلاف معنی دار بین آنها میباشد (P<0.05)

-n3/n6: نسبت مجموع اسید های چرب امگا۳ به مجموع اسید های چرب امگا ۶

جدول۱-۹- مقایسه تغییرات درصد گروه های اسید چرب تیلاپیا نیل با انجماد کند و تند در زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان های نگهداری(ماه)	SFA		MUFA		PUFA	
	(انجماد کند)	(انجماد تند)	(انجماد کند)	(انجماد تند)	(انجماد کند)	(انجماد تند)
نمونه تازه	۲۴/۸۴±۰/۱۲ ^{a}	۲۴/۸۴±۰/۱۲ ^{a}	۳۶/۱۴±۰/۱۸ ^{a}	۳۶/۱۴±۰/۱۸ ^{a}	۳۸/۶۲±۰/۲۰ ^{c}	۳۸/۶۲±۰/۲۰ ^{c*}
ماه اول	۲۷/۴۰±۰/۲۱ ^{bB}	۲۶/۴۸±۰/۰۹ ^{bA}	۳۶/۳۶±۰/۳۱ ^{aA}	۳۶/۲۵±۰/۰۶ ^{aA}	۳۶/۰۵±۰/۲۲ ^{bB}	۳۷/۲۵±۰/۲۲ ^{bA}
ماه دوم	۲۷/۶۶±۰/۰۹ ^{bB}	۲۶/۷۳±۰/۲۰ ^{bA}	۳۸/۶۱±۰/۲۴ ^{bB}	۳۶/۸۵±۰/۱۷ ^{aA}	۳۵/۷۳±۰/۲۵ ^{bB}	۳۷/۴۱±۰/۲۴ ^{bA}
ماه سوم	۲۸/۰۰±۰/۱۶ ^{cB}	۲۷/۰۲±۰/۳۱ ^{cA}	۳۸/۸۱±۰/۰۶ ^{bB}	۳۷/۵۰±۰/۱۵ ^{bA}	۳۴/۲۵±۰/۳۲ ^{bB}	۳۶/۷۳±۰/۱۹ ^{bA}
ماه چهارم	۲۷/۹۲±۰/۲۸ ^{cB}	۲۷/۱۲±۰/۱۹ ^{cA}	۳۹/۲۰±۰/۱۱ ^{cB}	۳۷/۶۲±۰/۱۶ ^{bA}	۳۲/۱۳±۰/۳۹ ^{aB}	۳۵/۸۶±۰/۱۵ ^{aA}
ماه پنجم	۲۸/۰۶±۰/۰۸ ^{cA}	۲۷/۳۲±۰/۱۵ ^{cA}	۳۹/۱۵±۰/۲۹ ^{cA}	۳۸/۱۰±۰/۳۴ ^{cA}	۳۱/۱۹±۰/۲۶ ^{aB}	۳۵/۵۰±۰/۱۸ ^{aA}
ماه ششم	۲۸/۹۰±۰/۳۲ ^{dB}	۲۷/۳۸±۰/۲۱ ^{dA}	۳۹/۵۵±۰/۰۹ ^{cB}	۳۸/۲۱±۰/۳۰ ^{cA}	۳۰/۵۶±۰/۳۱ ^{aB}	۳۵/۲۲±۰/۴۱ ^{aA}

- ΣSFA (Saturated Fatty acids) :مجموع اسید های چرب اشباع

- ΣMUFA (Monounsaturated Fatty acids) : مجموع اسید های چرب غیر اشباع داری یک باند دوگانه

-ΣPUFA (Polyunsaturated Fatty acids) : مجموع اسید های چرب غیر اشباع دارای چند باند دوگانه

داده ها بیانگر میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار است

– حروف لاتین مختلف بالای داده ها نشان دهنده اختلاف معنی دار بین آنها میباشد $P<0.05$)

❖ پروفایل اسیدهای چرب تیلاپیای قرمز

نتایج مربوط به اسیدهای چرب موجود در تیلاپیای قرمز و تغییرات حاصل از انجماد کند و تند در جداول ۱-۱۰ و ۱-۱۱ آمده است.

اسیداولئیک (C18:1) با ۲۸/۵۲ درصد، اسید لینولئیک (C18:2) با ۲۲/۶۸ درصد و اسید پالمیتیک (C16:0) با ۱۵/۳۴ درصد بیشترین مقدار را در میان اسیدهای چرب شناسایی شده در ماهی تازه تیلاپیای قرمز داشتند.

در نمونه های تازه درصد اسیدهای چرب MUFA از میزان PUFA و SFA بیشتر بود. مهمترین اسیدچرب امگا سه، دوکوزاهگزانوئیک اسید(C22:6) به میزان ۶/۳۲ درصد بوده است.

مقایسه تغییرات اسیدهای چرب تیلاپیلا قرمز حاصل از انجماد کند و تند در جدول حاکی از آن است که درصد اسیدهای چرب MUFA ،SFA و PUFA در زمان نگهداری در سردخانه دستخوش تغییراتی شده است ($p<0/05$) ، به طوریکه درصد SFA و MUFA افزایش و درصد PUFA کاهش نشان داده است. مقدار SFA از ۲۷/۱۲ درصد به ۳۰/۱۰ درصد در نمونه های حاصل از انجماد کند و ۲۹/۱۶ درصد در نمونه های حاصل از انجماد تند رسیده است که تفاوت معنی داری را با نمونه های تازه داشتند ($p<0/05$). همچنین میزان MUFA افزایش معنی دار در سطح ۹۵ درصد داشت و از ۳۹/۰۱ درصد به ۴۴/۵۰ درصد در نمونه های با انجماد کند و ۴۲/۹۴ درصد در نمونه های با انجماد تند رسید. همچنین اسیدهای چربPUFA از ۳۳/۵۲ درصد به ۲۴/۸۰ درصد در نمونه های با انجماد کند و ۲۷/۳۳ درصد در نمونه های با انجماد تند رسید که کاهش معنی دار در سطح ۹۵ درصد داشت. نتایج نشان می دهد میزان تغییرات اسیدهای چرب در زمان نگهداری در سردخانه برای انجماد کند نسبت به انجماد تند بیشتر بوده است($p<0/05$).

جدول ۱-۱۰- تغییرات اسیدهای چرب در نمونه های فیله تیلاپیا قرمز حاصل از انجماد کند در زمان نگهدای در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد (درصد از کل اسیدهای چرب)

اسیدهای چرب	زمان های نگهداری						
	نمونه تازه	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم	ماه ششم
C12:0	۰/۰۴±۰/۰۰ a	۰/۰۵±۰/۰۰ a	۰/۰۵±۰/۰۰ a	۰/۰۸±۰/۰۰ b	۰/۰۹±۰/۰۰ b	۰/۰۹±۰/۰۰ b	۰/۱۱±۰/۰۱ c
C14:0	۲/۷۴±۰/۱۳ a	۲/۴۹±۰/۰۲ a	۲/۵۵±۰/۰۳ a	۲/۵۵±۰/۰۱ a	۲/۶۹±۰/۰۸ a	۳/۲۱±۰/۰۲ b	۳/۱۱±۰/۰۰ b
C15:0	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۳۷±۰/۰۱ b	۰/۳۷±۰/۰۰ b	۰/۳۴±۰/۰۱ a	۰/۴۲±۰/۰۰ c	۰/۴۰±۰/۰۱ c	۰/۴۲±۰/۰۳ c
C16:0	۱۶/۸۷±۰/۱۴ a	۱۷/۳۸±۰/۰۶ b	۱۷/۸۸±۰/۰۳ b	۱۷/۹۸±۰/۰۳ b	۱۷/۸۰±۰/۰۰ b	۱۸/۲۵±۰/۰۳ c	۱۸/۷۴±۰/۰۳ c
C17:0	۰/۷۶±۰/۰۱ b	۰/۷۱±۰/۰۱ b	۰/۸۲±۰/۰۱ c	۰/۶۷±۰/۰۳ b	۰/۷۱±۰/۰۱ b	۰/۶۸±۰/۰۰ b	۰/۲۷±۰/۰۱ a
C18:0	۵/۶۵±۰/۰۳ a	۵/۹۴±۰/۰۱ a	۶/۲۸±۰/۱۰ b	۶/۴۵±۰/۰۳ b	۶/۴۳±۰/۰۱ b	۶/۳۸±۰/۰۱b	۶/۸۵±۰/۰۱ c
C20:0	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۲۸±۰/۰۱ a	۰/۲۷±۰/۰۱ a	۰/۲۵±۰/۰۱ a	۰/۴۰±۰/۰۱ b	۰/۲۲±۰/۰۱a	۰/۱۷±۰/۰۳a
C22:0	۰/۱۳±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۶±۰/۰۱ a	۰/۱۰±۰/۰۱a	۰/۰۷±۰/۰۱b
C24:0	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۳۸±۰/۰۱ a	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۲۹±۰/۰۳ a	۰/۶۵±۰/۰۱ b	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۳۶±۰/۰۱a
∑ SFA	۲۷/۱۲±۰/۲۲ a	۲۷/۷۳±۰/۱۱ a	۲۸/۶۶±۰/۲۸ b	۲۸/۷۳±۰/۱۸ b	۲۹/۳۵±۰/۰۹ c	۲۹/۶۵±۰/۲۲ c	۳۰/۱۰±۰/۳۱d
C14:1	۰/۳۲±۰/۰۲ a	۰/۳۳±۰/۰۳ a	۰/۳۳±۰/۰۱ a	۰/۴۸±۰/۰۱ b	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۵۴±۰/۰۱ c	۰/۵۹±۰/۰۱ c
C15:1	۰/۱۱±۰/۰۰ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۱۰±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۰ a	۰/۱۳±۰/۰۱ a	۰/۱۱±۰/۰۱ a

C16:1	۶/۷۲±۰/۰۸ c	۵/۵۸±۰/۱۲ a	۶/۰۳±۰/۰۵ b	۶/۳۵±۰/۰۲ b	۷/۰۱±۰/۰۶ c	۶/۸۲±۰/۰۳ c	۷/۷۵±۰/۰۳ d
C17:1	۰/۶۱±۰/۰۱ a	۰/۵۹±۰/۰۲ a	۰/۶۲±۰/۰۱ a	۰/۶۸±۰/۰۱ b	۰/۷۶±۰/۰۲ b	۰/۸۷±۰/۰۱ c	۰/۶۶±۰/۰۳ b
C18:1t	۰/۲۹±۰/۱۱ a	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۳۱±۰/۰۱ a	۰/۳۶±۰/۰۱ a	۰/۳۳±۰/۰۱ a	۰/۳۸±۰/۰۳ b	۰/۴۳±۰/۰۰ b
C18:1c n9	۲۹/۷۵±۰/۲۰ a	۳۱/۵۶±۰/۰۴ b	۳۱/۹۹±۰/۰۵ c	۳۲/۱۰±۰/۰۱ c	۳۲/۹۶±۰/۰۳ d	۳۳/۴۴±۰/۰۶ e	۳۳/۴۵±۰/۰۳ f
C20:1	۰/۲۴±۰/۰۲ a	۰/۲۸±۰/۰۲ a	۰/۲۴±۰/۰۳ a	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۱۹±۰/۰۱ a	۰/۳۴±۰/۰۱ b	۰/۵۵±۰/۰۳c
C22:1	۰/۲۴±۰/۰۳ a	۰/۲۲±۰/۰۰ a	۰/۳۷±۰/۰۱ b	۰/۲۷±۰/۰۱ a	۰/۳۱±۰/۰۱ b	۰/۳۹±۰/۰۳ b	۰/۴۳±۰/۰۱c
C24:1	۰/۷۳±۰/۰۲ a	۰/۸۲±۰/۰۲ b	۰/۶۱±۰/۰۱ a	۰/۴۹±۰/۰۱ a	۰/۵۶±۰/۰۱ a	۰/۵۱±۰/۰۱a	۰/۵۳±۰/۰۱a
∑ MUFA	۳۹/۰۱±۰/۱۹ a	۳۹/۸۲±۰/۱۲ a	۴۰/۶۱±۰/۳۰ b	۴۱/۱۲±۰/۱۱ b	۴۲/۵۲±۰/۱۴ c	۴۳/۴۲±۰/۱۹ d	۴۴/۵۰±۰/۳۰ e
C18:2t	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۲۵±۰/۰۲ a	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۳۰±۰/۰۱ a	۰/۲۵±۰/۰۴ a	۰/۳۴±۰/۰۳a
C18:2c n6	۱۸/۱۵±۰/۰۶ c	۱۷/۵۵±۰/۰۳ c	۱۸/۱۲±۰/۰۱ c	۱۸/۰۱±۰/۰۵ c	۱۵/۶۲±۰/۰۳ b	۱۵/۶۷±۰/۰۳ b	۱۴/۱۶±۰/۰۲ a
C20:2 n6	۰/۸۱±۰/۱۳ b	۰/۶۹±۰/۰۲ a	۰/۶۲±۰/۰۱ a	۰/۷۱±۰/۰۱ a	۰/۷۰±۰/۰۱ a	۰/۶۹±۰/۰۳ a	۰/۶۵±۰/۰۱ a
C18:3 n6	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۳۴±۰/۰۱ b	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۳۵±۰/۰۱ b	۰/۳۵±۰/۰۱ b	۰/۳۴±۰/۰۱ b	۰/۲۹±۰/۰۱ a
C18:3 n3	۱/۹۸±۰/۰۰ a	۱/۹۲±۰/۰۳ a	۲/۰۸±۰/۰۱ b	۲/۲۷±۰/۰۱ c	۱/۸۷±۰/۰۲ a	۱/۹۰±۰/۰۱ a	۱/۹۱±۰/۰۸a
C20:3 n6	۰/۳۱±۰/۰۱ a	۰/۳۳±۰/۰۱ a	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۴۵±۰/۰۱ b	۰/۳۲±۰/۰۱a	۰/۲۸±۰/۰۱a
C18:4 n3	۱/۳۵±۰/۰۱ b	۱/۴۰±۰/۰۴ b	۱/۱۴±۰/۰۲ a	۱/۵۰±۰/۰۲ b	۱/۲۳±۰/۰۱ a	۱/۲۷±۰/۰۳ a	۱/۲۸±۰/۰۳ a
C20:4 n6	۱/۳۳±۰/۰۲c	۱/۳۶±۰/۰۳ c	۱/۱۱±۰/۰۱ b	۰/۹۹±۰/۰۳ b	۱/۰۱±۰/۰۱ b	۰/۸۲±۰/۰۱ a	۰/۸۳±۰/۰۳a

C20:5 n3	۰/۶۳±۰/۰۳ $_{b}$	۰/۶۷±۰/۰۱ $_{b}$	۰/۶۳±۰/۰۲ $_{b}$	۰/۵۳±۰/۰۱ $_{b}$	۰/۳۳±۰/۰۱ $_{a}$	۰/۶۲±۰/۰۱ $_{b}$	۰/۳۰±۰/۰۳ $_{a}$
C22:5 n3	۱/۴۹±۰/۰۲ $_{c}$	۱/۴۷±۰/۰۵ $_{c}$	۱/۵۰±۰/۰۳ $_{c}$	۱/۲۸±۰/۰۱ $_{b}$	۱/۰۶±۰/۰۱ $_{a}$	۱/۰۱±۰/۱۱ $_{a}$	۱/۰۲±۰/۰۱ $_{a}$
C22:6 n3	۶/۹۵±۰/۱۲ $_{e}$	۶/۰۵±۰/۰۳ $_{d}$	۵/۰۴±۰/۱۴ $_{c}$	۴/۳۹±۰/۱۲ $_{b}$	۳/۸۸±۰/۰۸ $_{a}$	۳/۶۰±۰/۲۱ $_{a}$	۳/۴۲±۰/۱۸ $_{a}$
∑ PUFA	۳۳/۵۲±۰/۲۱ $_{e}$	۳۲/۰۷±۰/۲۲ $_{d}$	۳۱/۰۷±۰/۲۴ $_{c}$	۳۰/۶۷±۰/۲۹ $_{c}$	۲۶/۸۰±۰/۱۵ $_{b}$	۲۶/۴۹±۰/۳۲ $_{b}$	۲۴/۸±۰/۴۱ $_{a}$
Other	۰/۸۳±۰/۰۶	۰/۹۰±۰/۰۱	۰/۴۹±۰/۰۶	۰/۳۳±۰/۰۳	۰/۲۱±۰/۰۱	۰/۲۵±۰/۰۳	۰/۱۶±۰/۰۱
∑ n3	۱۲/۴۰±۰/۱۲ $_{d}$	۱۱/۵۱±۰/۱۷ $_{c}$	۱۰/۳۹±۰/۱۱ $_{b}$	۹/۹۷±۰/۱۵ $_{b}$	۸/۳۷±۰/۲۱ $_{a}$	۸/۴۱±۰/۲۰ $_{a}$	۷/۹۳±۰/۱۲ $_{a}$
∑ n6	۲۰/۸۳±۰/۱۶ $_{c}$	۲۰/۲۷±۰/۱۲ $_{c}$	۲۰/۴۳±۰/۲۴ $_{c}$	۲۰/۳۸±۰/۱۱ $_{c}$	۱۸/۱۳±۰/۱۹ $_{b}$	۱۷/۸۴±۰/۰۹ $_{b}$	۱۶/۲۱±۰/۱۱ $_{a}$
n 3/n 6	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۴۶	۰/۴۷	۰/۴۹

- ΣSFA (Saturated Fatty acids) :مجموع اسید های چرب اشباع

- ΣMUFA (Monounsaturated Fatty acids) : مجموع اسید های چرب غیر اشباع داری یک باند دوگانه

-ΣPUFA (Polyunsaturated Fatty acids) : مجموع اسید های چرب غیر اشباع دارای چند باند دوگانه

- داده ها بیانگر میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار است

– حروف لاتین مختلف بالای داده ها نشان دهنده اختلاف معنی دار بین آنها میباشد ($P<0.05$)

-n3/n6: نسبت مجموع اسید های چرب امگا۳ به مجموع اسید های چرب امگا ۶

جدول ۱-۱۱- تغییرات اسیدهای چرب در نمونه تیلاپیا قرمز حاصل از انجماد تند در زمان نگهدای در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد (درصد از کل اسیدهای چرب)

اسیدهای چرب	زمان های نگهداری						
	نمونه تازه	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم	ماه پنجم	ماه ششم
C12:0	۰/۰۴±۰/۰۰ a	۰/۰۸±۰/۰۱ b	۰/۰۸±۰/۰۰ b	۰/۰۴±۰/۰۱ a	۰/۰۹±۰/۰۱ b	۰/۱۲±۰/۰۰ c	۰/۱۲±۰/۰۲ c
C14:0	۲/۷۴±۰/۱۳ a	۲/۴۶±۰/۱۴ a	۳/۰۹±۰/۰۲ b	۲/۹۵±۰/۰۱ a	۲/۷۵±۰/۰۳ a	۳/۰۴±۰/۰۱ b	۳/۰۸±۰/۰۱ b
C15:0	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۴۳±۰/۰۱ b	۰/۴۲±۰/۰۱ b	۰/۳۹±۰/۰۱ b	۰/۴۱±۰/۱۵ b	۰/۴۳±۰/۰۱ b	۰/۳۷±۰/۱۱ b
C16:0	۱۶/۸۷±۰/۱۴ a	۱۷/۰۵±۰/۳۰ a	۱۷/۵۰±۰/۳۰ b	۱۷/۳۶±۰/۰۲ b	۱۷/۵۱±۰/۱۱ b	۱۸/۸۵±۰/۲۰ c	۱۷/۷۴±۰/۰۱ b
C17:0	۰/۷۶±۰/۰۱ a	۰/۸۵±۰/۰۱ b	۰/۷۹±۰/۰۳ a	۰/۷۸±۰/۰۰ a	۰/۷۵±۰/۳۹ a	۰/۷۲±۰/۰۱ a	۰/۸۶±۰/۱۹b
C18:0	۵/۶۵±۰/۰۳ a	۵/۸۲±۰/۰۳ a	۵/۰۹±۰/۰۸ a	۵/۴۵±۰/۰۲ a	۵/۹۵±۰/۱۰ b	۵/۲۰±۰/۰۱a	۶/۱۵±۰/۰۹ c
C20:0	۰/۲۹±۰/۰۱ a	۰/۳۷±۰/۰۱ a	۰/۲۷±۰/۰۱ a	۰/۳۳±۰/۰۱ a	۰/۳۱±۰/۰۱ a	۰/۲۶±۰/۰۱ a	۰/۲۲±۰/۰۱a
C22:0	۰/۱۳±۰/۰۱ a	۰/۱۵±۰/۰۱ a	۰/۱۵±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۱ a	۰/۱۵±۰/۰۱ a	۰/۱۳±۰/۰۱ a	۰/۰۹±۰/۰۱ a
C24:0	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۳۴±۰/۰۱ a	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۸۰±۰/۰۱ b	۰/۸۳±۰/۰۱ b	۰/۳۷±۰/۰۲a	۰/۵۳±۰/۰۸ c
∑ SFA	۲۷/۱۲±۰/۲۲ a	۲۷/۵۵±۰/۲۴ a	۲۷/۷۱±۰/۲۰ b	۲۸/۲۳±۰/۱۸ c	۲۸/۷۵±۰/۲۶ c	۲۹/۱۲±۰/۳۲ d	۲۹/۱۶±۰/۲۵d
C14:1	۰/۳۲±۰/۰۲ a	۰/۳۹±۰/۰۱ a	۰/۵۵±۰/۰۰ b	۰/۲۷±۰/۰۲ a	۰/۴۸±۰/۰۲ b	۰/۶۲±۰/۰۱ c	۰/۶۸±۰/۰۹ c
C15:1	۰/۱۱±۰/۰۰ a	۰/۱۶±۰/۰۱ a	۰/۱۷±۰/۰۱ a	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۱۴±۰/۰۱ a	۰/۱۶±۰/۰۱ a	۰/۰۸±۰/۰۳ a
C16:1	۶/۷۲±۰/۰۸ a	۶/۵۵±۰/۱۷ a	۶/۴۵±۰/۰۳ a	۶/۱۸±۰/۰۸ a	۷/۲۱±۰/۰۱ b	۷/۱۷±۰/۱۲ b	۷/۰۴±۰/۰۱ b

C17:1	۰/۶۱±۰/۰۱ a	۰/۷۴±۰/۱۱ b	۰/۷۶±۰/۰۱ b	۰/۷۰±۰/۰۱ b	۰/۷۶±۰/۰۱ b	۰/۷۶±۰/۰۱ b	۰/۷۳±۰/۰۸b	۰/۸۵±۰/۰۲ c
C18:1t	۰/۲۹±۰/۱۱ a	۰/۳۳±۰/۰۱ a	۰/۳۶±۰/۰۲ a	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۲۴±۰/۰۱ a	۰/۳۹±۰/۰۱ a	۰/۱۸±۰/۰۱ a
C18:1c n9	۲۹/۷۵±۰/۲۰ a	۲۹/۶۶±۰/۰۸ a	۲۹/۴۲±۰/۶۰ a	۳۲/۱۱±۰/۰۱ b	۳۲/۰۰±۰/۰۳ b	۳۱/۹۰±۰/۱۲ b	۳۲/۳۴±۰/۰۸ c
C20:1	۰/۲۴±۰/۰۲ a	۰/۳۳±۰/۱۱ a	۰/۳۸±۰/۰۳ b	۰/۲۲±۰/۱۱ a	۰/۴۴±۰/۰۱ c	۰/۴۰±۰/۰۱ c	۰/۴۷±۰/۰۱c
C22:1	۰/۲۴±۰/۰۳ a	۰/۳۴±۰/۰۱ b	۰/۴۵±۰/۰۶ c	۰/۱۶±۰/۰۵ a	۰/۴۷±۰/۰۱ c	۰/۵۳±۰/۰۱ c	۰/۴۹±۰/۰۱ c
C24:1	۰/۷۳±۰/۰۲ a	۰/۷۲±۰/۰۱ a	۰/۷۶±۰/۰۲ a	۰/۷۴±۰/۰۱ a	۰/۵۵±۰/۰۱b	۰/۹۱±۰/۰۳c	۰/۸۱±۰/۱۹d
∑ MUFA	۳۹/۰۱±۰/۱۹ a	۳۹/۲۲±۰/۱۷ a	۳۹/۳۰±۰/۲۹ a	۴۰/۷۳±۰/۱۲ b	۴۲/۲۹±۰/۱۴ c	۴۲/۸۱±۰/۲۰ c	۴۲/۹۴±۰/۳۲ c
C18:2t	۰/۲۹±۰/۰۱ b	۰/۳۱±۰/۰۱ b	۰/۲۹±۰/۰۱ b	۰/۳۶±۰/۰۰ b	۰/۲۹±۰/۰۱ b	۰/۳۳±۰/۰۱ b	۰/۱۰±۰/۰۱ a
C18:2c n6	۱۸/۱۵±۰/۰۶ c	۱۸/۱۴±۰/۱۰ c	۱۸/۱۵±۰/۰۹ c	۱۷/۱۲±۰/۰۱ b	۱۶/۸۹±۰/۲۵ b	۱۶/۱۰±۰/۰۹ a	۱۶/۴۰±۰/۱۷a
C20:2 n6	۰/۸۱±۰/۱۳ b	۰/۶۶±۰/۰۹ a	۰/۵۶±۰/۰۱ a	۰/۹۰±۰/۲۵ b	۰/۷۸±۰/۰۵ a	۰/۶۸±۰/۱۵a	۰/۶۵±۰/۱۲ a
C18:3 n6	۰/۲۳±۰/۰۱ b	۰/۲۸±۰/۰۰ b	۰/۲۶±۰/۰۱ b	۰/۶۹±۰/۰۱ c	۰/۳۲±۰/۰۱ b	۰/۴۴±۰/۰۰ b	۰/۱۹±۰/۰۱ a
C18:3 n3	۱/۷۸±۰/۰۰ b	۱/۷۱±۰/۰۱ b	۱/۸۴±۰/۰۳ b	۱/۷۳±۰/۱۵b	۱/۷۱±۰/۰۱ b	۱/۲۹±۰/۰۱a	۱/۵۳±۰/۲۳a
C20:3 n6	۰/۳۱±۰/۰۱ a	۰/۲۳±۰/۰۱ a	۰/۲۷±۰/۱۲ a	۰/۶۰±۰/۲۰ b	۰/۳۲±۰/۰۱ a	۰/۲۹±۰/۰۱a	۰/۳۶±۰/۱۱ a
C18:4 n3	۱/۲۵±۰/۰۱ b	۱/۰۵±۰/۱۸ a	۱/۳۵±۰/۱۲ b	۱/۱۰±۰/۰۳ a	۱/۰۹±۰/۱۱ a	۱/۱۰±۰/۲۵ a	۱/۰۲±۰/۰۹ a
C20:4 n6	۱/۳۳±۰/۰۲c	۱/۱۰±۰/۰۱ b	۰/۹۹±۰/۱۸ b	۰/۷۸±۰/۰۱ a	۰/۷۸±۰/۰۱ a	۰/۷۶±۰/۰۱ a	۰/۸۲±۰/۲۶ a
C20:5 n3	۰/۸۳±۰/۰۳ b	۰/۸۰±۰/۱۱ b	۰/۹۰±۰/۰۲ b	۰/۵۰±۰/۰۱a	۰/۵۴±۰/۰۱ a	۰/۵۰±۰/۱۴ a	۰/۶۴±۰/۰۱a

C22:5 n3	۱/۵۹±۰/۰۲ b	۱/۶۶±۰/۲۰ b	۱/۶۷±۰/۰۹ b	۱/۴۴±۰/۲۰ a	۱/۳۰±۰/۰۸ a	۱/۴۳±۰/۰۱a	۱/۵۱±۰/۰۸a
C22:6 n3	۶/۹۵±۰/۱۲ d	۶/۸۰±۰/۱۲ d	۵/۷۲±۰/۱۱c	۵/۶۰±۰/۰۱ c	۴/۷۴±۰/۰۹ b	۴/۷۰±۰/۱۱ b	۴/۱۱±۰/۲۵a
∑ PUFA	۳۳/۵۲±۰/۲۱ e	۳۲/۷۴±۰/۱۲ d	۳۲/۰۰±۰/۲۰ d	۳۰/۸۲±۰/۱۸ c	۲۸/۷۶±۰/۱۵b	۲۷/۶۲±۰/۳۱ a	۲۷/۳۳±۰/۳۰a
Other	۰/۸۳±۰/۰۶	۰/۸۸±۰/۰۱	۰/۸۸±۰/۰۱	۰/۵۲±۰/۳۰	۰/۲۸±۰/۰۱	۰/۲۲±۰/۰۱	۰/۲۳±۰/۱۲
∑ n3	۱۲/۴۰±۰/۱۲d	۱۲/۰۲±۰/۱۸d	۱۱/۴۸±۰/۰۹c	۱۰/۳۷±۰/۲۳b	۹/۳۸±۰/۱۲a	۹/۰۲±۰/۱۰a	۸/۸۱±۰/۱۱a
∑ n6	۲۰/۸۳±۰/۱۶c	۲۰/۳۴±۰/۱۹b	۲۰/۲۳±۰/۲۴b	۲۰/۰۹±۰/۱۱b	۱۹/۰۹±۰/۱۶a	۱۸/۲۷±۰/۰۸a	۱۸/۴۲±۰/۱۷a
n 3/n 6	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۸

- ΣSFA (Saturated Fatty acids) :مجموع اسید های چرب اشباع

- ΣMUFA (Monounsaturated Fatty acids) : مجموع اسید های چرب غیر اشباع داری یک باند دوگانه

-ΣPUFA (Polyunsaturated Fatty acids) : مجموع اسید های چرب غیر اشباع دارای چند باند دوگانه

- داده ها بیانگر میانگین ۳ تکرار ± انحراف معیار است

– حروف لاتین مختلف بالای داده ها نشان دهنده اختلاف معنی دار بین آنها میباشد ($P<0.05$)

-n3/n6: نسبت مجموع اسید های چرب امگا۳ به مجموع اسید های چرب امگا ۶

جدول۱-۱۳- مقایسه تغییرات درصد گروه های اسید چرب تیلاپیا قرمز با انجماد کند و تند در زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان های نگهداری(ماه)	SFA		MUFA		PUFA	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
نمونه تازه	۲۷/۱۲±۰/۲۲ ^{a}	۲۷/۱۲±۰/۲۲ ^{a}	۳۹/۰۱±۰/۱۹ ^{a}	۳۹/۰۱±۰/۱۹ ^{a}	۳۳/۵۲±۰/۲۱ ^{e}	۳۳/۵۲±۰/۲۱ ^{e}
ماه اول	۲۷/۷۳±۰/۱۱ ^{aB}	۲۷/۵۵±۰/۲۴ ^{aA}	۳۹/۸۲±۰/۱۲ ^{aA}	۳۹/۲۲±۰/۱۷ ^{aA}	۳۲/۰۷±۰/۲۲ ^{dB}	۳۲/۷۴±۰/۱۲ ^{dA}
ماه دوم	۲۸/۶۶±۰/۲۸ ^{bB}	۲۷/۷۱±۰/۲۰ ^{bA}	۴۰/۶۱±۰/۳۰ ^{bA}	۳۹/۳۰±۰/۲۹ ^{aA}	۳۱/۰۷±۰/۲۴ ^{cB}	۳۲/۰۰±۰/۲۰ ^{dA}
ماه سوم	۲۸/۷۳±۰/۱۸ ^{bA}	۲۸/۲۳±۰/۱۸ ^{cA}	۴۱/۱۲±۰/۱۱ ^{bB}	۴۰/۷۳±۰/۱۲ ^{bA}	۳۰/۶۷±۰/۲۹ ^{cB}	۳۰/۸۲±۰/۱۸ ^{cA}
ماه چهارم	۲۹/۳۵±۰/۰۹ ^{cA}	۲۸/۷۵±۰/۲۶ ^{cA}	۴۲/۵۲±۰/۱۴ ^{cB}	۴۲/۲۹±۰/۱۴ ^{cA}	۲۶/۸۰±۰/۱۵^{bB}	۲۸/۷۶±۰/۱۵^{bA}
ماه پنجم	۲۹/۶۵±۰/۲۲ ^{cA}	۲۹/۱۲±۰/۳۲ ^{dA}	۴۳/۴۲±۰/۱۹ ^{dA}	۴۲/۸۱±۰/۲۰ ^{cA}	۲۶/۴۹±۰/۳۲ ^{bB}	۲۷/۶۲±۰/۳۱ ^{aA}

ماه ششم	۳۰/۱۰±۰/۳۱^{dB}	۲۹/۱۶±۰/۲۵^{dA}	۴۴/۵۰±۰/۳۰ ^{eB}	۴۲/۹۴±۰/۳۲ ^{cA}	۲۴/۸۰±۰/۴۱^{aB}	۲۷/۳۳±۰/۳۰^{aA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

۱-۸-۶- تغییرات فاکتورهای شیمیایی نمونه ها

❖ مقدار پراکسید **(PV)**

تغییرات مقدار تولید پراکسید نمونه ها در طول دوره نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد در سردخانه ، اندازه گیری شد که نتایج این تغییرات در جدول ۱-۱۳ (فیله) و جدول ۱-۱۴ (ماهی شکم خالی) آورده شده است. همانطوریکه ملاحظه میشود عدد پراکسید در نمونه های فیله تازه تیلاپیا نیل ۰/۰۱ و در نمونه های ماه ششم ۰/۸۶ میلی اکی والان بر کیلوگرم برای تیمارهای با انجماد کند و ۰/۴۹ میلی اکی والان بر کیلوگرم برای تیمارهای با انجماد تند محاسبه گردید .

همچنین برای نمونه های فیله تازه تیلاپیا قرمز ۰/۰۲ میلی اکی والان بر کیلوگرم محاسبه شد. این میزان در طول دوره نگهداری دستخوش تغییراتی شد، به طوری که در نمونه های با انجماد کند در ماه ششم به ۰/۹۳ میلی اکی والان بر کیلوگرم رسید. در نمونه های با انجماد تند نیز این شاخص، روند افزایشی را نشان داد ولی مقدار افزایش از نمونه های انجماد کند کمتر بود(۰/۶۹ میلی اکی والان بر کیلوگرم). همین روند افزایش در نمونه های شکم خالی نیز مشاهده شد. مقدار پراکسید برای نمونه های با انجماد تند در هر دو نمونه (فیله و شکم خالی) در شرایط مناسبتری از انجماد کند برای هر دو ماهی قرار داشت. بعبارت دیگر مقدارافزایش پراکسید در نمونه های انجماد تند بصورت معنی داری از نمونه های انجماد کند کتر بود ($p<0/05$).

جدول ۱-۱۳: تغییرات پراکسید فیله ماهی (میلی اکی والان بر کیلوگرم)در مدت زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ aA*
ماه اول	۰/۰۴ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ aA
ماه دوم	۰/۰۹ ± ۰/۰۶ bA	۰/۰۸ ± ۰/۰۲ bA	۰/۱۵ ± ۰/۱۲ bA	۰/۱۱ ± ۰/۱۴ bA
ماه سوم	۰/۲۰ ± ۰/۰۵ cB	۰/۱۴± ۰/۰۹ cA	۰/۲۶ ± ۰/۱۱ cB	۰/۱۷± ۰/۰۹ bA
ماه چهارم	۰/۳۶ ± ۰/۰۹ dB	۰/۲۲± ۰/۰۸ dA	۰/۵۳ ± ۰/۱۱ dB	۰/۳۲± ۰/۰۸ cA
ماه پنجم	۰/۶۴ ± ۰/۰۶ eB	۰/۳۱± ۰/۰۸ eA	۰/۷۶ ± ۰/۰۵ eB	۰/۴۵± ۰/۰۱ dA
ماه	۰/۸۶ ± ۰/۰۱ fB	۰/۴۹± ۰/۰۵ fA	۰/۹۳ ± ۰/۱۱ fB	۰/۶۹± ۰/۴ eA

ششم				

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

جدول ۱-۱۴: تغییرات پراکسید ماهی شکم خالی (میلی اکی والان بر کیلوگرم)در مدت زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ aA*
ماه اول	۰/۰۶ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۴ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ aA
ماه دوم	۰/۰۹ ± ۰/۰۶ bA	۰/۰۷ ± ۰/۰۲ bA	۰/۱۶ ± ۰/۱۲ bA	۰/۱۰ ± ۰/۱۴ bA
ماه سوم	۰/۲۱ ± ۰/۰۵ cB	۰/۱۳± ۰/۰۹ cA	۰/۲۸ ± ۰/۱۱ cB	۰/۱۸± ۰/۰۹ bA
ماه چهارم	۰/۳۴ ± ۰/۰۹ dB	۰/۲۷± ۰/۰۸ dA	۰/۵۷ ± ۰/۱۱ dB	۰/۳۳± ۰/۰۸ cA
ماه پنجم	۰/۶۰ ± ۰/۰۶ eB	۰/۳۰± ۰/۰۸ eA	۰/۷۹ ± ۰/۰۵ eB	۰/۴۲± ۰/۰۱ dA
ماه	۰/۸۷ ± ۰/۰۱ fB	۰/۵۰± ۰/۰۵ fA	۰/۹۰ ± ۰/۱۱ fB	۰/۷۰± ۰/۴ eA

ششم				

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

❖ تیوباربیوتریک اسید **(TBA)**

میزان تغییر تیوباربیوتریک اسید در طول زمان انجماد در نمونه های فیله در جدول ۱-۱۵ و نومنه های شکم خالی در جدول ۱-۱۶ آورده شده است. این میزان برای نمونه های تازه فیله تیلاپیا نیل ۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد. مقدار TBA در طی زمان نگهداری در سردخانه به تدریج افزایش یافت به طوریکه در پایان زمان اندازه گیری (ماه ششم) به ۱/۲۰ در تیمارهای با انجماد کند و ۱/۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمارهای با انجماد تند رسید.میزان این شاخص در نمونه های تازه فیله تیلاپیا قرمز ۰/۰۳ میلی گرم بر کیلوگرم اندازه گیری شد و با گذشت زمان این شاخص فساد، افزایش معنی داری را از خود نشان داد($p<0/05$).به طوریکه مقدار آن در پایان دوره نمونه برداری در نمونه های با انجماد کند به ۱/۲۶ و در نمونه های با انجماد تند به ۱/۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم رسید. نمونه های های شکم خالی نیز از تغییرات مشابهی برخوردار بودند.در این نمونه ها در ماه ششم مقدار تیوباربیوتریک اسید در نمونه های انجماد تند ماهی نیل و قرمز بترتیب به ۱/۴۰ و ۱/۱۰ رسید و حا آنکه مقدار ان در انجاد تند در ماهی نیل و قرمز بترتیب ۱/۶و ۱/۵ بود. نتایج نشان دهنده افت کیفیت نمونه ها در طی انبارداری می باشد و میزان این پیشرفت در نمونه های با انجماد کند بیشتر از نمونه های با انجماد تند می باشد($p<0/05$).

جدول ۱-۱۵: تغییرات تیوباربیوتریک اسید (میلی گرم بر کیلوگرم) نمونه های فیله در مدت زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۰/۰۱ ± ۰/۰۰ aA	۰/۰۱ ± ۰/۰۰ aA	۰/۰۳ ± ۰/۰۴ aA	۰/۰۳ ± ۰/۰۴ aA*
ماه اول	۰/۰۲ ± ۰/۰۷ aA	۰/۰۱ ± ۰/۱۲ aA	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۵ ± ۰/۱۲ aA
ماه دوم	۰/۰۷ ± ۰/۰۹ aA	۰/۰۷ ± ۰/۰۸ aA	۰/۰۸ ± ۰/۱۱ aA	۰/۰۸ ± ۰/۱۰ aA
ماه سوم	۰/۱۴ ± ۰/۰۸ bB	۰/۱۰ ± ۰/۱۰ bA	۰/۱۶ ± ۰/۰۸ bB	۰/۰۹ ± ۰/۰۹ aA
ماه چهارم	۰/۶۶ ± ۰/۰۱ cB	۰/۴۰ ± ۰/۱۰ cA	۰/۵۹ ± ۰/۰۵ cA	۰/۶۱ ± ۰/۱۱ bA
ماه پنجم	۰/۸۰ ± ۰/۰۹ dB	۰/۶۸ ± ۰/۱۱ dA	۰/۸۳ ± ۰/۱۰ dB	۰/۶۸ ± ۰/۰۷ bA
ماه ششم	۱/۲۰ ± ۰/۰۶ eB	۱/۰۰ ± ۰/۰۹ eAA	۱/۲۶ ± ۰/۱۰ eB	۱/۰۰ ± ۰/۰۴ cA

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

جدول ۱-۱۶: تغییرات تیوباربیوتریک اسید (میلی گرم بر کیلوگرم) نمونه های شکم خالی در مدت زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۰/۰۱ ± ۰/۰۰ aA	۰/۰۱ ± ۰/۰۰ aA	۰/۰۳ ± ۰/۰۴ aA	۰/۰۳ ± ۰/۰۴ aA*
ماه اول	۰/۰۹ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۶ ± ۰/۰۲ aA	۰/۰۸ ± ۰/۰۱ aA	۰/۰۸ ± ۰/۰۱ aA
ماه دوم	۰/۱۴ ± ۰/۰۰ aA	۰/۰۷ ± ۰/۰۸ aA	۰/۰۹ ± ۰/۰۱ aA	۰/۱۴ ± ۰/۰۰ aA
ماه سوم	۰/۱۵ ± ۰/۰۱ bB	۰/۱۲± ۰/۰۰ bA	۰/۱۰ ± ۰/۰۰ bB	۰/۱۴± ۰/۰۱ aA
ماه چهارم	۰/۸۰± ۰/۰۰ cA	۰/۶۴ ± ۰/۰۰ cB	۱/۰۰ ± ۰/۰۰ cA	۰/۵۳± ۰/۰۰ bA
ماه پنجم	۱/۰۰± ۰/۰۰ dA	۰/۸۷ ± ۰/۰۰ dB	۱/۵۰ ± ۰/۰۰ dB	۱/۲۰± ۰/۰۰ bA
ماه ششم	۱/۵۰± ۰/۰۰ eAA	۱/۱۰ ± ۰/۰۰ eB	۱/۶۰ ± ۰/۰۰ eB	۱/۴۰± ۰/۰۰ cA

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

❖ مجموع بازهای ازته فرار **(TVN)**

بررسی نتایج مربوط به این شاخص(جداول ۱-۱۷ و ۱-۱۸) نشان می دهد که با افزایش مدت زمان نگهداری در سردخانه افزایش معنی داری ($p<0/05$) در میزان این شاخص رخ داده است. به طوریکه از ۱۱/۵۰ میلی گرم در نمونه های فیله تازه نیل به ۲۳/۸ میلی گرم در تیمارهای با انجماد کند و ۲۱/۰۰ میلی گرم نیتروژن در صد گرم در تیمارهای با انجماد تند رسیده است($p<0/05$). در نمونه های فیله تازه تیلاپیا قرمز این شاخص ۱۲/۶۳ میلی گرم به دست آمده که همزمان با افزایش زمان انبارداری میزان آن دستخوش افزایش شد و در پایان دوره به ۲۱/۹۳ و ۲۰/۴۰ میلی گرم نیتروژن در صد گرم به ترتیب برای تیمارهای با انجماد کند و تند رسیده است($p<0/05$). نتایج پیشرفت فساد در نمونه ها را نشان می دهد و میزان آن در تیمارهای با انجماد کند نسبت به انجماد تند بیشتر می باشد($p<0/05$).

بررسی جدول ۱-۱۷ نشان میدهد که تغییرات مربوط به TVN در نمونه های ماهی شکم خالی نیز مشابه نمونه های فیله شده میباشد. بعبارت دیگر مقدار TVN در هر دو ماهی شکم خالی نیا و قرمز با افزایش زمان ماندگاری افزایش یافته است اما مقدار افزایش در نمونه های انجماد تند بطور معنی داری از نمونه های انجماد کند کمتر بوده است.

جدول ۱-۱۷: تغییرات بازهای ازته فرار (میلی گرم نیتروژن در صد گرم) در نمونه های فیله در مدت زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۱۱/۵۰ ± ۰/۰۱ aA	۱۱/۵۰ ± ۰/۰۱ aA*	۱۲/۶۳ ± ۰/۰۵ aA	۱۲/۶۳ ± ۰/۰۵ aA*
ماه اول	۱۱/۲۰ ± ۰/۱۴ aA	۱۱/۶۰ ± ۰/۱۵ aA	۱۲/۶۶ ± ۰/۱۱ aA	۱۲/۶۶ ± ۰/۱۱ aA
ماه دوم	۱۷/۹۰ ± ۰/۱۰ bB	۱۵/۴۰ ± ۰/۱۹ bA	۱۸/۳۶ ± ۰/۱۵ bB	۱۵/۸۶ ± ۰/۱۴ bA
ماه سوم	۲۰/۵۲ ± ۰/۱۴ cB	۱۶/۸۰± ۰/۲۴ bA	۱۹/۸۶ ± ۰/۲۱ cB	۱۶/۸۰± ۰/۱۲ bA
ماه چهارم	۲۱/۰۰ ± ۰/۱۱ dB	۱۹/۰۱± ۰/۱۱ cA	۲۰/۷۳ ± ۰/۰۶ dB	۱۹/۶۰± ۰/۲۰ cA
ماه پنجم	۲۲/۰۲ ± ۰/۱۰ dB	۲۱/۰۰± ۰/۲۶ dA	۲۱/۶۰ ± ۰/۱۲ eB	۱۹/۶۰± ۰/۱۰ cA
ماه ششم	۲۳/۸۰ ± ۰/۰۸ eB	۲۱/۰۰± ۰/۱۲ dA	۲۱/۹۳ ± ۰/۲۲ eB	۲۰/۴۰± ۰/۲۰ dA

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

جدول ۱-۱۸: تغییرات بازهای ازته فرار (میلی گرم نیتروژن در صد گرم) در نمونه های شکم خالی در مدت زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	۱۱/۵۰ ± ۰/۰۱ aA*	۱۲/۶۳ ± ۰/۰۵ aA	۱۲/۶۳ ± ۰/۰۵ aA*	۱۱/۵۰ ± ۰/۰۱ aA
ماه اول	۱۶/۲۰ ± ۰/۱۴ aA	۱۳/۹۰ ± ۰/۱۵ aA	۱۵/۶۶ ± ۰/۱۱ aA	۱۴/۶۶ ± ۰/۱۱ aA
ماه دوم	۱۹/۰۰ ± ۰/۱۰ bB	۱۵/۴۰ ± ۰/۱۹ bA	۱۶/۸۰ ± ۰/۱۵ bB	۱۵/۴۰ ± ۰/۱۴ bA
ماه سوم	۲۰/۵۲ ± ۰/۱۴ cB	۱۶/۸۰± ۰/۲۴ bA	۱۹/۸۶ ± ۰/۲۵ cB	۱۶/۸۰± ۰/۰۲ bA
ماه چهارم	۲۱/۰۰ ± ۰/۱۱ dB	۱۹/۰۱± ۰/۱۱ cA	۲۰/۳۳ ± ۰/۰۶ dB	۱۸/۵۰± ۰/۲۰ cA
ماه پنجم	۲۱/۰۲ ± ۰/۰۰ dB	۱۹/۰۰± ۰/۰۶ dA	۲۱/۶۰ ± ۰/۰۲ eB	۱۹/۶۰± ۰/۱۰ cA
ماه ششم	۲۳/۸۰ ± ۰/۰۰ eB	۲۱/۰۰± ۰/۱۲ dA	۲۵/۲۰ ± ۰/۰۲ eB	۲۱/۰۰± ۰/۰۰ dA

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

۱-۸- ۷-ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی مربوط به رنگ ، بو، طعم و مزه و بافت در فیله تیلاپیا نیل و قرمز به ترتیب در جداول ۱-۱۹ و ۱-۲۰ ، ۱-۲۱و ۱-۲۲ آمده است. از نظر فاکتورهای ارگانولپتیک ماهی تازه بالاترین امتیاز را داراست. در طول دوره انجماد امتیازات مربوط به فاکتورها ، کاهش معنی داری را از خود نشان دادند($p<0/05$). در نمونه های تازه تیلاپیای نیل امتیازات مربوط به فاکتور رنگ ۴/۸ بود که پس از گذشت شش ماه از نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد در نمونه های انجماد کند به ۳/۱ و در نمونه های انجماد تند به ۳/۸ رسید($p<0/05$).

همچنین امتیاز فاکتور بو از ۴/۸ در فیله های تازه به ۳ در نمونه های انجماد کند و ۳/۵ در نمونه های با انجماد تند ماه آخر نمونه برداری رسید($p<0/05$). امتیازات مربوط به طعم و مزه و بافت هم از ۵ در نمونه تازه به ۳ در انجماد کند و ۳/۸ در انجماد تند رسید($p<0/05$)(جدول۱-۱۹).
امتیاز فاکتور رنگ در تیلاپیا قرمز تازه ۵ می باشد که در ماه ششم به ۳ در نمونه های انجماد کند و ۳/۴ در انجماد تند رسید($p<0/05$) و در مورد فاکتور بو امتیاز نمونه تازه ۴/۸ به دست آمد که در ماه آخر آزمون به ۳/۱ و ۳/۵ به ترتیب در نمونه های انجماد کند و تند رسید($p<0/05$). فاکتورهای طعم و مزه و بافت در نمونه تازه امتیاز ۵ را به خود اختصاص دادند که در ماه ششم به ۲/۶ و ۴ رسید($p<0/05$).

تغییرات فاکتور های ارزیابی حسی در نمونه های ماهی شکم خالی در مدت زمان نگهداری در سردخانه مشابه نمونه های فیله شده اتفاق افتاد. در این نمونه ها نیز نومنه های انجماد کند تغییرات تند تری را از نمونه های انجماد تند از خود نشان دادند.

جدول ۱-۱۹- نتایج ارزیابی حسی فیله تیلاپیا نیل در طول نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری (ماه)	رنگ		بو		طعم و مزه		بافت	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
نمونه تازه	۴/۸±۰/۰ ^{c}	۴/۸±۰/ ۰^{c}	۴/۸±۰/۰^{d}	۴/۸±۰/۰^{d}	۵/۰±۰۰/۰^{e}	۵/۰±۰/۰^{c}	۵/۰±۰/۰^{c}	۵/۰±۰/۰^{c*}
ماه اول	۴/۳±۰/۱^{bA}	۴/۳±۰/۱^{bA}	۴/۵±۰/۲^{cB}	۴/۸±۰/۱^{dA}	۴/۸±۰/۱^{dA}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۸±۰/۱^{cA}
ماه دوم	۴/۱±۰/۱^{bA}	۴/۳±۰/۲^{bA}	۴/۵±۰/۱^{cA}	۴/۵±۰/۲^{cA}	۴/۰±۰/۳^{cA}	۴/۱±۰/۲^{bA}	۴/۸±۰/۲^{cB}	۴/۴±۰/۲^{bA}
ماه سوم	۴/۰±۰/۱^{bA}	۴/۰±۰/۱^{aA}	۳/۶±۰/۲^{bB}	۳/۸±۰/۱^{bA}	۳/۵±۰/۲^{bB}	۴/۱±۰/۱^{bA}	۴/۰±۰/۲^{bA}	۴/۱±۰/۱^{aA}
ماه چهارم	۳/۳±۰/۱^{aB}	۴/۰±۰/۲^{aA}	۳/۳±۰/۱^{aB}	۳/۸±۰/۲^{bA}	۳/۵±۰/۱^{bB}	۴/۰±۰/۲^{bA}	۳/۱±۰/۱^{aB}	۴/۱±۰/۲^{aA}
ماه پنجم	۳/۱±۰/۲^{aB}	۳/۸±۰/۲^{aA}	۳/۱±۰/۲^{aB}	۳/۵±۰/۲^{aA}	۳/۱±۰/۲^{aB}	۴/۱±۰/۲^{bA}	۳/۰±۰/۳^{aB}	۴/۰±۰/۲^{aA}
ماه ششم	۳/۱±۰/۱^{aB}	۳/۸±۰/۱^{aA}	۳/۰±۰/۱^{aB}	۳/۵±۰/۱^{aA}	۳/۰±۰/۱^{aB}	۳/۸±۰/۳^{aA}	۳/۰±۰/۳^{aB}	۳/۸±۰/۳^{aA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

جدول ۱-۲۰-نتایج ارزیابی حسی فیله تیلاپیا قرمز در طول نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری (ماه)	رنگ		بو		طعم و مزه		بافت	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
نمونه تازه	۵/۰±۰/۰^{d*}	۵/۰±۰/۰^{c*}	۴/۸±۰/۰^{d*}	۴/۸±۰/۰^{d*}	۵/۰±۰/۰^{f*}	۵/۰±۰/۰^{ce*}	۵/۰±۰/۰^{e*}	۵/۰±۰/۰^{c*}
ماه اول	۴/۸±۰/۲^{dA}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۸±۰/۲^{dA}	۴/۸±۰/۲^{dA}	۴/۶±۰/۲^{eA}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۸±۰/۲^{eA}	۴/۸±۰/۱^{cA}
ماه دوم	۴/۵±۰/۱^{cB}	۴/۸±۰/۲^{cA}	۴/۰±۰/۴^{cB}	۴/۵±۰/۴^{cA}	۴/۰±۰/۲^{dB}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۴±۰/۲^{dA}	۴/۵±۰/۱^{bA}
ماه سوم	۴/۵±۰/۱^{cA}	۴/۵±۰/۲^{bA}	۳/۶±۰/۱^{bA}	۳/۸±۰/۱^{bA}	۳/۶±۰/۳^{cB}	۴/۴±۰/۲^{bA}	۴/۰±۰/۳^{cB}	۴/۵±۰/۲^{bA}
ماه چهارم	۳/۸±۰/۱^{bB}	۴/۵±۰/۱^{bA}	۳/۶±۰/۰^{bA}	۳/۸±۰/۰^{bA}	۳/۱±۰/۱^{bB}	۴/۱±۰/۳^{aA}	۳/۱±۰/۲^{bB}	۴/۱±۰/۳^{aA}
ماه پنجم	۳/۱±۰/۲^{aB}	۴/۱±۰/۲^{aA}	۳/۱±۰/۰^{aB}	۳/۵±۰/۰^{aA}	۳/۱±۰/۲^{bB}	۴/۰±۰/۲^{aA}	۳/۱±۰/۲^{bB}	۴/۰±۰/۲^{aA}
ماه ششم	۳/۰±۰/۱^{aB}	۴/۰±۰/۱^{aA}	۳/۱±۰/۲^{aB}	۳/۵±۰/۲^{aA}	۲/۸±۰/۱^{aB}	۴/۰±۰/۱^{aA}	۲/۶±۰/۳^{aB}	۴/۰±۰/۲^{aA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

جدول ۱-۲۱- نتایج ارزیابی حسی تیلاپیا نیل شکم خالی در طول نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری (ماه)	رنگ		بو		طعم و مزه		بافت	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
نمونه تازه	۴/۸±۰/۰ ^{c}	۴/۸± ۰ / ۰^{c}	۴/۸±۰/۰^{d}	۴/۸±۰/۰^{d}	۵/۰±۰۰/۰^{e}	۵/۰±۰/۰^{c}	۵/۰±۰/۰^{c}	۵/۰±۰/۰^{c*}
ماه اول	۴/۳±۰/۱^{bA}	۴/۷±۰/۱^{bA}	۴/۵±۰/۲^{cB}	۴/۹±۰/۱^{dA}	۴/۸±۰/۱^{dA}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۹±۰/۱^{cA}
ماه دوم	۴/۱±۰/۱^{bA}	۴/۴±۰/۲^{bA}	۴/۵±۰/۱^{cA}	۴/۶±۰/۲^{cA}	۴/۲±۰/۳^{cA}	۴/۵±۰/۲^{bA}	۴/۶±۰/۲^{cB}	۴/۶±۰/۲^{bA}
ماه سوم	۴/۰±۰/۱^{bA}	۴/۰±۰/۱^{aA}	۳/۴±۰/۲^{bB}	۳/۸±۰/۱^{bA}	۳/۸±۰/۲^{bB}	۴/۴±۰/۱^{bA}	۴/۰±۰/۲^{bA}	۴/۲±۰/۱^{aA}
ماه چهارم	۳/۸±۰/۱^{aB}	۴/۰±۰/۲^{aA}	۳/۳±۰/۱^{aB}	۳/۸±۰/۲^{bA}	۳/۵±۰/۱^{bB}	۴/۰±۰/۲^{bA}	۳/۸±۰/۱^{aB}	۴/۲±۰/۲^{aA}
ماه پنجم	۳/۳±۰/۲^{aB}	۳/۹±۰/۲^{aA}	۳/۲±۰/۲^{aB}	۳/۳±۰/۲^{aA}	۳/۱±۰/۲^{aB}	۴/۰±۰/۲^{bA}	۳/۵±۰/۳^{aB}	۴/۰±۰/۲^{aA}
ماه ششم	۳/۱±۰/۱^{aB}	۳/۸±۰/۱^{aA}	۳/۰±۰/۱^{aB}	۳/۲±۰/۱^{aA}	۳/۰±۰/۱^{aB}	۴/۰±۰/۳^{aA}	۳/۲±۰/۳^{aB}	۳/۹±۰/۳^{aA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

جدول ۱-۲۲-نتایج ارزیابی حسی تیلاپیا قرمز شکم خالی در طول نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری (ماه)	رنگ		بو		طعم و مزه		بافت	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
نمونه تازه	۵/۰±۰/۰^{d*}	۵/۰±۰/۰^{c*}	۴/۸±۰/۰^{d*}	۴/۸±۰/۰^{d*}	۵/۰±۰/۰^{f*}	۵/۰±۰/۰^{ce*}	۵/۰±۰/۰^{e*}	۵/۰±۰/۰^{c*}
ماه اول	۴/۸±۰/۲^{dA}	۴/۹±۰/۱^{cA}	۴/۸±۰/۲^{dA}	۴/۸±۰/۲^{dA}	۴/۷±۰/۲^{eA}	۴/۹±۰/۱^{cA}	۴/۷±۰/۲^{eA}	۴/۸±۰/۱^{cA}
ماه دوم	۴/۵±۰/۱^{cB}	۴/۷±۰/۲^{cA}	۴/۰±۰/۴^{cB}	۴/۵±۰/۴^{cA}	۴/۲±۰/۲^{dB}	۴/۸±۰/۱^{cA}	۴/۴±۰/۲^{dA}	۴/۶±۰/۱^{bA}
ماه سوم	۴/۵±۰/۱^{cA}	۴/۵±۰/۲^{bA}	۳/۷±۰/۱^{bA}	۳/۷±۰/۱^{bA}	۳/۹±۰/۳^{cB}	۴/۵±۰/۲^{bA}	۴/۰±۰/۳^{cB}	۴/۴±۰/۲^{bA}
ماه چهارم	۳/۸±۰/۱^{bB}	۴/۴±۰/۱^{bA}	۳/۶±۰/۰^{bA}	۳/۷±۰/۰^{bA}	۳/۴±۰/۱^{bB}	۴/۲±۰/۳^{aA}	۳/۶±۰/۲^{bB}	۴/۱±۰/۳^{aA}
ماه پنجم	۳/۱±۰/۲^{aB}	۴/۱±۰/۲^{aA}	۳/۲±۰/۰^{aB}	۳/۵±۰/۰^{aA}	۳/۱±۰/۲^{bB}	۴/۰±۰/۲^{aA}	۳/۳±۰/۲^{bB}	۴/۰±۰/۲^{aA}
ماه ششم	۳/۱±۰/۱^{aB}	۴/۰±۰/۱^{aA}	۳/۱±۰/۲^{aB}	۳/۵±۰/۲^{aA}	۲/۸±۰/۱^{aB}	۴/۰±۰/۱^{aA}	۲/۹±۰/۳^{aB}	۴/۰±۰/۲^{aA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار ($P<0.05$) بین روش های انجماد می باشد.

۱-۸-۸- شمارش کلی باکتریها

نتایج آزمون میکروبی شامل شمارش کلی باکتری نمونه فیله در جدول ۱-۲۴ آمده است. بر این اساس در نمونه تازه تیلاپیا نیل تعداد ۲×۱۰^{۵} پرگنه برای هر گرم گوشت ($cfu\ g^{-1}$) یافت شده و با گذشت زمان از تعداد آنها کاسته شده و در ماه ششم برای نمونه های حاصل از انجماد کند به ۳×۱۰^{۲} و همچنین برای نمونه های با انجماد تند به صفر رسیده است. در فیله های تیلاپیا قرمز هم در نمونه تازه ۵×۱۰^{۳} پرگنه برای هر گرم گوشت یافت شده و در پایان زمان نمونه برداری در ماه ششم به ۳×۱۰^{۲} برای تیمارهای با انجماد کند و صفر پرگنه در گرم عضله برای تیمارهای با انجماد تند رسیده است. نتایج کاهش تعداد باکتری ها را با گذشت زمان نشان می دهد و این کاهش در نمونه های انجماد تند بیشتر می باشد($p<0/05$).

جدول۱-۲۴- شمارش کلی باکتری ها ($cfu\ g^{-1}$) فیله تیلاپیا در طول نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر (تازه)	$۲\times۱۰^{۵}\pm۰/۱^{f}$	$۲\times۱۰^{۵}\pm۰/۱^{e}$	$۵\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{e}$	$۵\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{e*}$
ماه اول	$۱\times۱۰^{۵}\pm۰/۱^{eB}$	$۵\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{dA}$	$۳\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{dB}$	$۲\times۱۰^{۳}\pm۰/۲^{dA}$
ماه دوم	$۲\times۱۰^{۴}\pm۰/۰^{dB}$	$۲\times۱۰^{۳}\pm۰/۲^{cA}$	$۳\times۱۰^{۳}\pm۰/۰^{dB}$	$۲\times۱۰^{۳}\pm۰/۲^{cA}$
ماه سوم	$۳\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{cB}$	$۲\times۱۰^{۲}\pm۰/۲^{bA}$	$۱\times۱۰^{۳}\pm۰/۲^{cB}$	$۲\times۱۰^{۲}\pm۰/۲^{bA}$
ماه چهارم	$۱\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{bB}$	$۲\times۱۰^{۲}\pm۰/۱^{bA}$	$۱\times۱۰^{۳}\pm۰/۲^{cB}$	$۲\times۱۰^{۲}\pm۰/۱^{bA}$
ماه پنجم	$۱\times۱۰^{۳}\pm۰/۱^{bB}$	$۰\pm۰/۰^{aA}$	$۵\times۱۰^{۲}\pm۰/۲^{bB}$	$۰\pm۰/۰^{aA}$
ماه ششم	$۳\times۱۰^{۲}\pm۰/۲^{aB}$	$۰\pm۰/۰^{aA}$	$۳\times۱۰^{۲}\pm۰/۱^{aB}$	$۰\pm۰/۰^{aA}$

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار (P<0.05) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار (P<0.05) بین روش های انجماد می باشد.

۱-۸-۹- نتایج آبچک

نتایج مربوط به میزان آبچک در نمونه ها در جداول ۱-۲۵ و ۱-۲۶ آمده است. در تمامی نمونه ها با افزایش زمان نگهداری در سردخانه با افزایش حجم آبچک روبرو هستیم(p<0/05). در نمونه های فیله تیلاپیا نیل با انجماد کند مقدار آبچک از ۴/۴ درصد (در ماه اول) به ۱۱/۶ درصد در ماه ششم افزایش داشته و در تیمارهای با انجماد تند نیزمقدار آبچک ماه اول (۱/۷) به ۶/۸ درصد در ماه ششم رسیده است. در فیله تیلاپیا قرمز با انجماد کند، درصد آبچک طی مدت شش ماه نگهداری از ۴/۸ به ۱۱/۴ درصد و در نمونه های با انجماد تند از ۲/۱ به ۶/۱ درصد رسیده است. این افزایش در نمونه های نیل شکم خالی برای نمونه های انجماد تند و کند بترتیب ۶/۰و ۱۱/۲ و برای نمونه قرمز بترتیب ۶/۶ و ۱۰/۹ بوده است. نتایج نشان داد که افزایش آبچک نمونه ها ی انجماد کند بیشتر از نمونه های انجماد تند می باشد(p<0/05).

جدول ۱-۲۵: تغییرات درصد آبچک نمونه های فیله در مدت زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر(تازه)	–	–	–	–
ماه اول	۴/۴±۰/۲^{aB}	۱/۷±۰/۰^{aA}	۴/۸±۰/۲^{aB}	۲/۱±۰/۱^{aA}
ماه دوم	۵/۳±۰/۲^{aB}	۱/۹±۰/۲^{aA}	۵/۶±۰/۲^{aB}	۲/۰±۰/۱^{aA}
ماه سوم	۸/۰±۰/۱^{bB}	۲/۲±۰/۲^{aA}	۷/۱±۰/۱^{bB}	۲/۶±۰/۲^{aA}
ماه چهارم	۸/۴±۰/۲^{bB}	۳/۴±۰/۱^{bA}	۹/۳±۰/۱^{cB}	۳/۱±۰/۴^{bA}
ماه پنجم	۱۰/۱±۰/۴^{cB}	۶/۱±۰/۲^{cA}	۱۰/۸±۰/۲^{dB}	۵/۴±۰/۳^{cA}
ماه ششم	۱۱/۶±۰/۰^{dB}	۶/۸±۰/۲^{cA}	۱۱/۴±۰/۱^{eB}	۶/۱±۰/۲^{cA}

*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار (P<0.05) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار (P<0.05) بین روش های انجماد می باشد.

جدول ۱-۲۶: تغییرات درصد آبچک نمونه های شکم خالی در مدت زمان نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

زمان نمونه برداری	تیلاپیای نیل		تیلاپیای قرمز	
	انجماد کند	انجماد تند	انجماد کند	انجماد تند
صفر(تازه)	–	–	–	–
ماه اول	۴/۳±۰/۲^{aB}	۱/۸±۰/۰^{aA}	۴/۶±۰/۲^{aB}	۲/۳±۰/۱^{aA}
ماه دوم	۵/۶±۰/۲^{aB}	۱/۹±۰/۲^{aA}	۵/۴±۰/۲^{aB}	۲/۲±۰/۱^{aA}
ماه سوم	۷/۰±۰/۱^{bB}	۲/۳±۰/۲^{aA}	۷/۲±۰/۱^{bB}	۲/۶±۰/۲^{aA}
ماه چهارم	۷/۴±۰/۲^{bB}	۳/۲±۰/۱^{bA}	۸/۰±۰/۱^{cB}	۳/۰±۰/۴^{bA}
ماه پنجم	۱۰/۱±۰/۴^{cB}	۵/۹±۰/۲^{cA}	۱۰/۱±۰/۲^{dB}	۵/۱±۰/۳^{cA}
ماه ششم	۱۰/۹±۰/۰^{dB}	۶/۶±۰/۲^{cA}	۱۱/۲±۰/۱^{eB}	۶/۰±۰/۲^{cA}

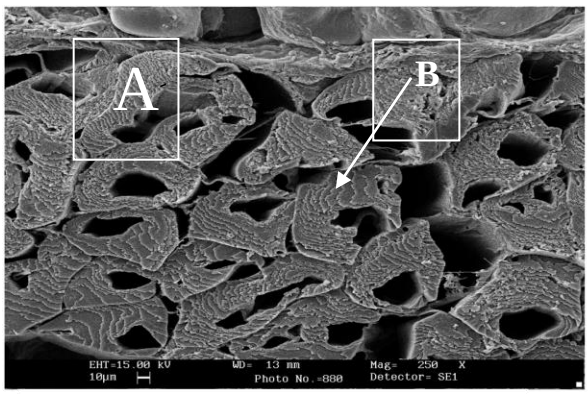
*حروف کوچک متفاوت در یک ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار (P<0.05) بین مدت زمان نگهداری در سردخانه است و حروف بزرگ متفاوت در یک ردیف بیانگر اختلاف معنی دار (P<0.05) بین روش های انجماد می باشد.

۱-۸-۱۰- بررسی تغییرات ساختمان[۴۱] بافت نمونه ها

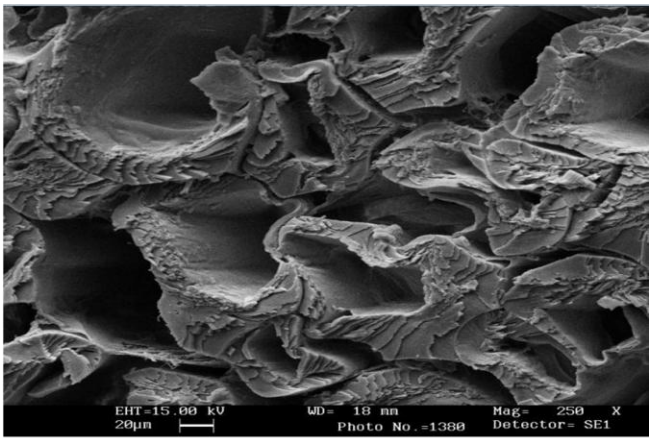
[۴۱] Microstructure

عکسهای (SEM) مربوط به تیمار شاهد(تازه) و نمونه های انجماد تند و نمونه های انجماد کند مربوط به ماههای سوم و ششم تیلا پیای نیل در شکل های ۱-۴ تا ۱-۸ و عکس های مربوط به نمونه های تیلاپیای قرمزدر شکلهای ۱-۹ تا ۱-۱۳ آورده شده است. بزرگنمایی عکسها ۲۵۰x می باشد.

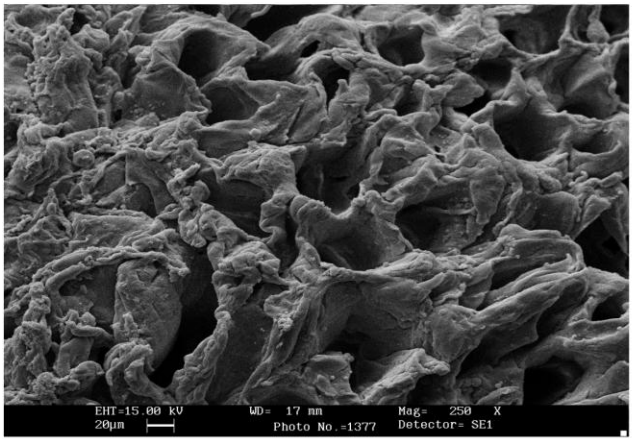
همانطور که در عکسهای نمونه های شاهد(۱-۴و۱-۹) دیده میشود این نمونه ها قبل از انجماد دارای ساختمان داخلی مشخص و رشته های عضلانی قابل تشخیص است. اماپس از انجماد این ساختمان دچار تغییر شده، آرایش خود را از دست داده و رشته های عضلانی بافت تخریب شده است. این تغییر در نمونه های انجماد کند بیشتر از انجماد تند بود. همچنین تغییر بافت ها با طولانی شدن زمان نگهداری در سردخانه نیز بیشتر شده است.



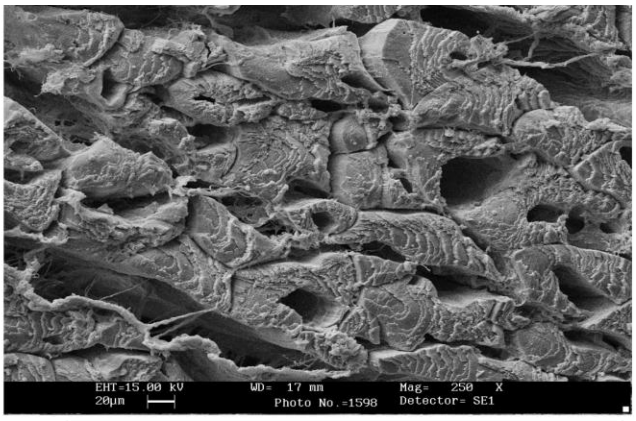
۱-۴: تازه تیلاپیای نیل (شاهد)



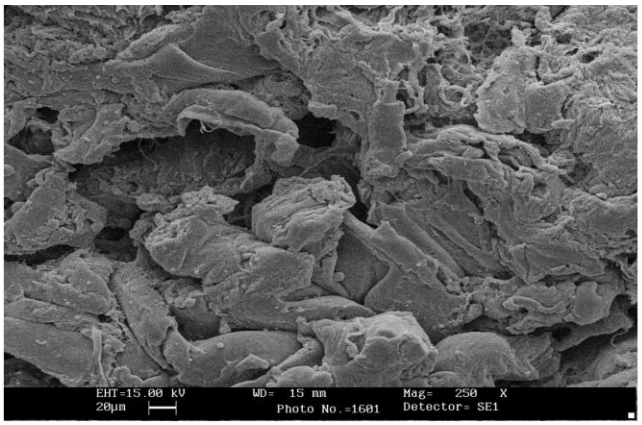
۱-۵:تیلاپیای نیل انجماد تند پس از ۳ ماه



۱-۶ تیلاپیای نیل انجماد کند پس از ۳ ماه



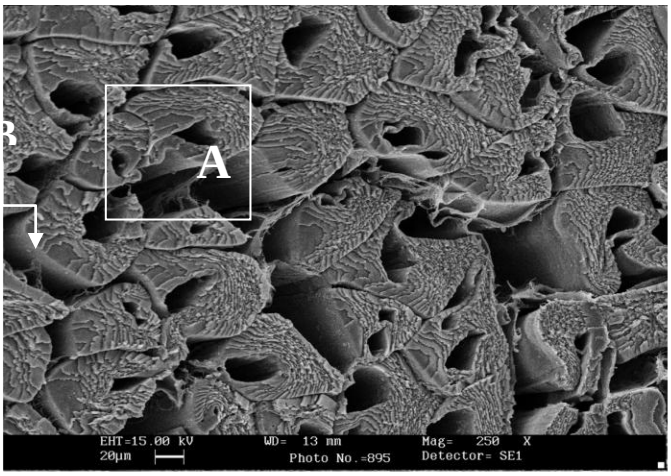
۱-۷: تیلاپیای نیل انجماد تند پس از ۶ ماه



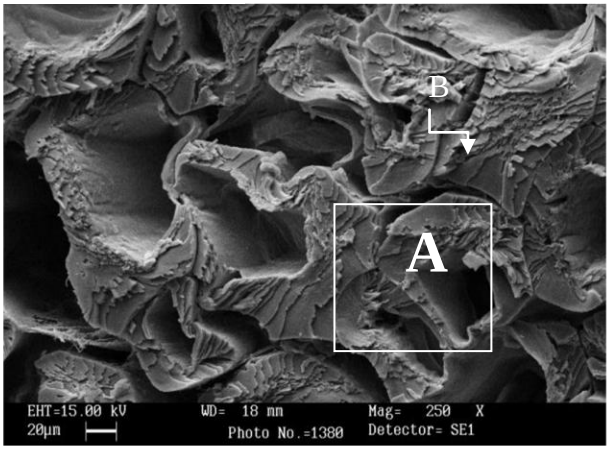
۱-۸: تیلاپیای نیل انجماد کند پس از ۶ ماه

بزرگنمایی عکسها ۲۵۰x می باشد

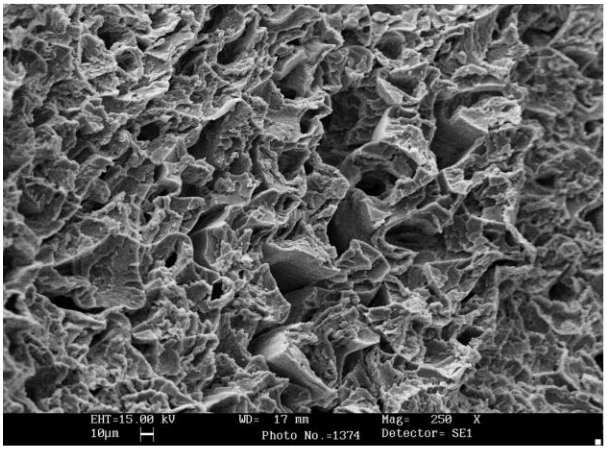
A= رشته های عضلانی B= میوفیبریل ها



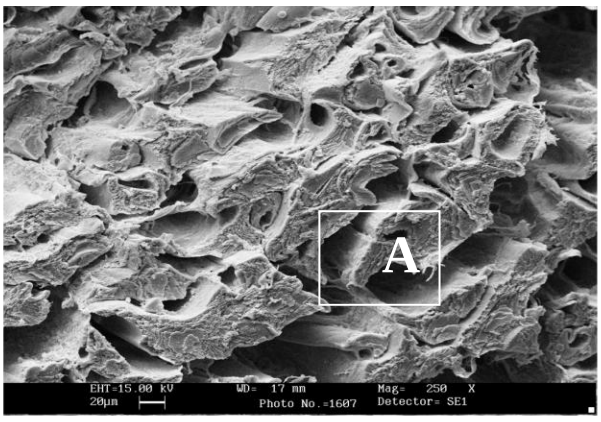
۱-۹: تیلاپیا قرمز تازه (شاهد)



۱-۱۰:تیلاپیا قرمز انجماد کند پس زا ۳ ماه

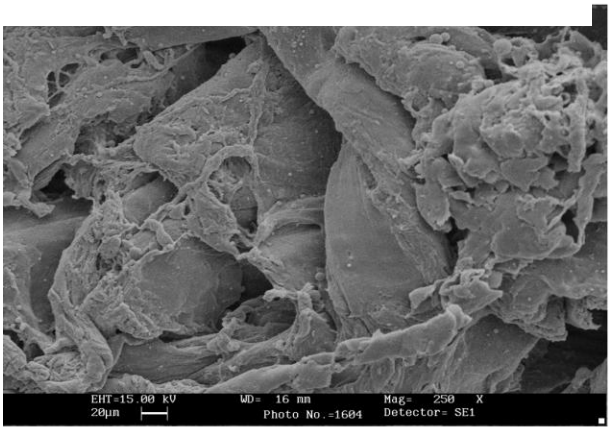


۱-۱۱:تیلاپیا قرمزانجاد تند پس از ۳ ماه



شکل ٤-۹: انجماد تند تیلاپیای قرمز پس از ٦ ماه

۱-۱۲:تیلاپیا قرمز انجماد تند پس از ۶ ماه



شکل ٤-۱۰: انجماد کند تیلاپیای قرمز پس از ٦ ماه

۱-۱۳: تیلاپیا قرمز انجماد کند پس از ۶ ماه

بزرگنمایی عکسها ۲۵۰x می باشد A= رشته های عضلانی B= میوفیبریل ها

بخش چهار م :بحث

۱-۸-۱۱- تغییرات حاصل از انجماد کند و تند و نگهداری در سرخانه بر روی ترکیبات غذایی بافت عضله تیلاپیای نیل و قرمز

❖ رطوبت

میزان رطوبت در بافت عضله تیلاپیا نیل و قرمز در این پروژه به ترتیب ۷۹/۱۲ و ۷۸/۰۶ درصد به دست آمد. میزان رطوبت بافت عضله و در کل، ارزش غذایی آبزیان برحسب گونه، سن، جنس، شرایط محیطی و فصل متفاوت است و معمولاً بین ۷۵ تا ۸۰ درصد متغیراست Rehbein and oehlenschlager)، (2009 .میزان رطوبت در مطالعه Garduno و همکاران (۲۰۰۷) ، برای تیلاپیای نیل ۷۶/۳ درصد و برای تیلاپیا قرمز ۷۷/۳ درصد به دست آمد . همچنین در مطالعه Usydus و همکاران (۲۰۱۱) میزان رطوبت ، ۸۱/۲ درصد برای تیلاپیای نیل و در مطالعه Ng و Bahurmiz در سال ۲۰۰۹ ، ۷۹/۵۱ درصد برای تیلاپیای قرمز به دست آمد . در مطالعه حاضر میزان رطوبت بافت عضله تیلاپیا نیل و قرمز در زمان انجماد کاهش داشته است، در تیلاپیای نیل با انجماد کند و تند به ۷۵/۰۸ و ۷۷/۰۱ درصد و در تیلاپیای قرمز با انجماد کند وتند به ۷۳/۵۶ و ۷۶/۳۱ درصد در ماه ششم رسیده است (جدول ۴-۱). کاهش معنی دار میزان رطوبت، در هر دو نوع انجماد مشاهده شده است($p< ۰/۰۵$) که در هر دو ماهی میزان این کاهش برای تیمارهای با انجماد کند بیشتر بوده است. کاهش رطوبت نمونه ها به علت از دست دادن رطوبت در زمان نگهداری در سردخانه و خروج آبچک از بافت عضله بعد از انجماد زدایی[۴۲] می باشد. هر چقدر میزان آبچک بیشتر باشد، کاهش رطوبت نمونه ها هم بیشتر است. میزان آبچک در پایان زمان نمونه برداری برای تیلاپیا نیل با انجماد تند و کند به ترتیب ۶/۸ و ۱۱/۶درصد و برای تیلاپیا قرمز با انجماد تند و کند ۶/۱ و ۱۱/۴ درصد بوده است (جدول۴-۱۷). در زمانی که یک آبزی منجمد می شود ، کریستالهای یخی تشکیل می شود، در انجماد کند این کریستال ها درشت و خارج سلولی است و باعث آسیب دیدن غشا سلول و خارج شدن مایع درون آن ، افزایش آبچک و در نهایت کاهش ارزش غذایی فرآورده می شود اما در انجماد تند، اندازه کریستالها کوچکتر و داخل سلولی بوده و

[۴۲] Thawing

کمتر باعث آسیب دیواره سلول می شود که از این رو به حفظ کیفیت فرآورده نهایی کمک می کند (Delgado and Rubiolo،2005). در حقیقت کنترل این کریستالهای یخی به عنوان یک عامل مهم و بحرانی در صنعت انجماد شناخته شده است و مطالعات زیادی در جهت کاهش زمان انجماد و فاز تشکیل کریستالهای یخی انجام شده است . سرعت انجماد عامل مهم کنترل این کریستال ها می باشد و به همین دلیل در نمونه های با انجماد کند، کاهش رطوبت بیشتر از انجماد تند می باشد. کاهش رطوبت گوشت بعد از انجماد، در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است . Pawar و Magar (۱۹۶۵) کاهش رطوبت را در بافت عضله ماهی پومفرت[۴۳] از ۷۵/۲ درصد در نمونه تازه به ۶۹/۳ درصد در انجماد کند و در انجماد تند به ۷۱/۳ درصد بعد از هفت ماه نگهداری در سردخانه با دمای ۱۸- درجه سانتی گراد مشاهده کردند . Arannilewa و همکاران (۲۰۰۵) کاهش رطوبت تیلاپیا[۴۴] را از ۷۵/۰۶ درصد به ۶۵/۶۰ درصد در انجماد کند و در پایان زمان نگهداری در سردخانه مشاهده کردند(p< ۰/۰۵).

- خاکستر

خاکستر در وزن تر بافت عضله، برای تیلاپیا نیل و قرمز به ترتیب مقادیر ۱/۸۵ و ۱/۳۸ درصد به دست آمد. میزان خاکستر یا مواد معدنی در آبزیان تقریباً ۰/۵ تا ۲ درصد وزن عضله آن را شامل می شود. در سایر مطالعات که بر روی تیلاپیا نیل و قرمز انجام شده است، مقادیری مشابه نتایج این پروژه به دست آمده است به طور مثال در مطالعه Garduno و همکاران (۲۰۰۷)، برای تیلاپیای نیل ۱/۰۸ درصد و برای تیلاپیا قرمز ۱/۰۳ درصد ، و در مطالعه Osibona و همکاران (۲۰۰۹) برای تیلاپیا زیلی (*Tilapia zillii*) ۱/۲۰ درصد و برای تیلاپیای نیل ۱/۸۰ درصد مقدار خاکستر به دست آمده است . میزان خاکستر در بعضی از گونه های آبزیان به صورت زیر است . کپور ۰/۶ درصد ، ماهی کاد ۱/۱ درصد (Usydus، *et al.*، 2011) ، ماکرل هندی (*Rastrelliger kanagurta*) ، ۱/۲۳ درصد (Lakshmisha، *et al.*، 2008) و در اردک ماهی ساکن تالاب انزلی ۱/۲۱ درصد (کرمی، ۱۳۸۶) . به طور کلی انجماد تاثیری بر میزان خاکستر عضله ندارد ولی به علت کاهش درصد رطوبت، پروتئین و چربی درصد خاکستر افزایش می یابد. در انجماد کند چون درصد افزایش موارد نام برده بیشتر می باشد، به همین دلیل در پایان زمان نگهداری شاهد افزایش

[۴۳] *Stromateus cinereus*
[۴۴] *Sarotherodun galiaenus*

بیشتر خاکستر در نمونه های با انجماد کند هستیم(p< ۰/۰۵).در مطالعه Arannilewa و همکاران (۲۰۰۵) افزایش خاکستر تیلاپیا از ۱/۸۶ به ۳/۱۵ درصد در زمان نگهداری در سردخانه مشاهده شد(p< ۰/۰۵).

۵-۱-۳- پروتئین

مقدار پروتئین فیله تیلاپیا نیل و قرمز بر طبق نتایج پروژه حاضر ، ۱۸/۷۰ و ۲۰/۲۶ درصد می باشد (جدول ۴-۳). میزان پروتئین در مطالعات Usydus و همکاران (۲۰۱۱) ۴ /۱۶ درصد و در مطالعه Garduno و همکاران (۲۰۰۷) ۱۷/۴۰ درصد برای تیلاپیا نیل و برای تیلاپیا قرمز ۱۶/۶ درصد به دست آمده است . مقدار پروتئین در عضلات آبزیان بین ۱۵ تا ۲۵ درصد متغیراست که در هنگام عدم دستیابی به مواد غذایی برای مدت طولانی این مقدار ممکن است به حد زیادی کاهش یابد و به ۱۵ درصد هم برسد (Rehbein and Oehlenschlager،2009). درصد پروتئین در بعضی آبزیان براساس مطالعه Rehbein و Oehlenschalger (2009) به شرح زیر می باشد:

هاداک ۱۹ درصد ، هرینگ ۱۸ درصد ، کفال ۱۹ درصد ، اردک ماهی ۱۹ درصد ، آنچووی ۲۰ درصد، کپور ۱۸ درصد و آلاسکاپولاک ۱۷ درصد. درصد پروتئین عضله تیلاپیا نیل و قرمز در زمان نگهداری در سردخانه کاهش یافته است . این کاهش در تیلاپیا نیل از ۱۸/۷۰ به ۱۷/۰۰ درصد در نمونه های با انجماد کند می باشد و در تیمارهای با انجماد تند میزان این کاهش کمتر و از ۱۸/۷۰ به ۱۷/۶۱ درصد می باشد. در تیلاپیا قرمز هم نتایج مشابه گرفته شد. به طوریکه در تیمارهای شاهد (تازه)، درصد پروتئین ۲۰/۲۶ درصد به دست آمد و در پایان زمان نگهداری در سردخانه در نمونه های با انجماد کند به ۱۷/۵۶ و در نمونه های با انجماد تند به ۱۸/۰۱ درصد رسید. انجماد و نگهداری در سردخانه تاثیر قابل توجهی در کمیت پروتئین های ماهی ندارد اما در زمان انجماد زدایی به علت خروج آبچک که شامل مایع درون و خارج سلول است، پروتئین های محلول در آب و همچنین سایر نوترینت ها از دست می رود که حجم آن بسیار متغیراست.

در این مطالعه با توجه به حجم بالای آبچک در نمونه های انجماد کند ، درصد پائین تر پروتئین های این تیمار را پس از انجمادزدایی در مقایسه با انجماد تند مشاهده می کنیم(p< ۰/۰۵). نتایج مشابه ای را Arannilewa و همکاران (۲۰۰۵) بر روی تیلاپیا گرفتند و کاهش پروتئین را از ۱۷/۸۰ درصد به ۱۵/۷۰ درصد در انجماد کند مشاهده کردند. همچنین در مطالعه ای که Sebarnek و همکاران (۱۹۷۹) انجام دادند و از چندین روش مختلف انجماد برای منجمد

کردن گوشت استفاده کردند ، مشاهده نمودند با کاهش سرعت انجماد درصد بالاتری از میزان پروتئین را بعد از انجماد زدایی به دست خواهند آورد. در مطالعه Badii و همکاران (۲۰۰۲) کاهش پروتئین را بعد از گذشت ۷ماه در انجماد کند از ۱۲۰ میلی گرم به ۱۸ میلی گرم در بافت عضله ماهی کاد مشاهده کردند.

❖ چربی

چربی ها جزئی از ترکیب شیمیایی عضله هستند که اختلاف زیادی را از نظر مقدار در بدن ماهی نشان می دهند (Rehbein and 2009) ،oehlenschlager . مقدار چربی در بافت عضله تیلاپیا نیل و قرمز در مطالعه حاضر ۱/۳۰ و ۱/۶۸ درصد وزن تر عضله به دست آمد. در مطالعه Garduno و همکاران (۲۰۰۷) در ماهی تیلاپیا قرمز ۰/۹۰ درصد ،در مطالعه Osydus و همکاران (۲۰۱۱) برای ماهی تیلاپیا نیل ۲ درصد ، در مطالعه Rasoarahona و همکاران (۲۰۰۵) برای تیلاپیای نیل ۱/۰۸ درصد و برای تیلاپیا رندالی[۴۵] ۲/۳۱ درصد و همچنین در مطالعه Ng،Bahurmiz (۲۰۰۹) برای تیلاپیای نیل ۱/۷۴ درصد به دست آمد. مطالعات بر روی چربی ماهی به دلیل اهمیت آن بر سلامت مصرف کننده بسیار زیاد است، نتایج زیر درصد چربی کل عضله برخی از آبزیان در سایر مطالعات می باشد. محتوای چربی در وزن تر عضله کاد ۰/۰۸ درصد ، کپور ۵/۱ درصد ، قزل آلا ۷/۴ درصد (Usydus *et al*., 2011) اردک ماهی ۰/۷ درصد ، هرینگ ۹ درصد ، کفال ۳/۸ درصد و سی باس ۲ درصد (Rehbein and Oehlenschager, 2009) می باشد.

تغییرات چربی در پروژه حاضر، بیانگر کاهش درصد چربی کل در بافت تر نمونه ها با افزایش زمان نگهداری می باشد($P< 0/05$). در تیلاپیا نیل این کاهش از ۱/۳۰ درصد در نمونه های تازه به ۰/۶۱ در تیمارهای با انجماد کند و ۰/۹۱ درصد در تیمارهای با انجماد تند می باشد . همچنین در تیلاپیا قرمز این کاهش از ۱/۶۸ درصد به ۰/۷۳ در تیمارهای با انجماد کند می باشد . در نمونه های با انجماد تند نیز در اتمام دوره نگهداری درصد چربی کل به ۱/۱۸درصد رسیده است(جدول ۴-۴). به علت نرخ بالاتر اکسیداسیون و فعالیت بیشتر آنزیم ها در نمونه های با انجماد کند در پایان زمان نگهداری کاهش میزان چربی در نمونه های با انجماد کند بیشتر از انجماد تند بوده است ($P< 0/05$).

[۴۵] Tilapia renalli

چربی موجود در ماهی در زمان انجماد در معرض اکسیداسیون و اتولیز قرار می گیرد. در طی فرآیند اکسیداسیون ، اسیدهای چرب غیراشباع در ماهی با اکسیژن هوا ترکیب شده و طی سه مرحله تولید پراکسید، کتون و آلدهید می کند. کاهش درصد چربی کل و همچنین تفاوت این کاهش در تیمارهای مختلف حاصل از انجماد کند ، تند در مطالعه Pawar و Magar(۱۹۶۵) بر روی ماهی پومفرت گزارش شده است و از ۲/۰۱ درصد به ۰/۹ درصد در انجماد کند و ۱/۵ درصد در انجماد تند رسیده است.

- تغییرات حاصل از انجماد کند و تند و نگهداری در سردخانه بر اسیدهای چرب تیلاپیا نیل و قرمز

در مطالعه حاضر ، تعداد ۲۹ اسید چرب در تیلاپیا نیل و قرمز شناسایی شد. در مطالعه Osibona و همکاران (۲۰۰۹) تعداد ۲۳ اسید چرب و در مطالعه Garduno و همکاران (۲۰۰۷) ، ۲۷ اسید چرب در تیلاپیا نیل شناسایی شدند. بیشترین اسید چرب غیر اشباع در هر دو نمونه تیلاپیا نیل و قرمز ، اسید پالمیتیک (C16:0) بود که به ترتیب ۱۵/۳۴ و ۱۶/۸۷ درصد از کل اسیدهای چرب را شامل می شد . در مطالعه Castro و همکاران (۲۰۰۷) مقدار اسید پالمیتیک ۲۵/۹درصد برای تیلاپیا نیل به دست آمد. همچنین برای تیلاپیا قرمز در مطالعه Vieira و همکاران (۲۰۱۱) ۱۶/۵ درصد مقدار اسید پالمیتیک بوده است .

بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع در هر دو نمونه تیلاپیای نیل و قرمز اسید اولئیک (C18:1n9) به ترتیب با مقادیر ۲۸/۵۲ و ۲۹/۷۵ درصد بود . بیشترین میزان امگا ۳ در تیلاپیا نیل و قرمز ، دوکوزاهگزاانوئیک اسید (C22:6) با مقادیر ۶/۳۲ و ۶/۹۵ درصد بود که نتایج مشابه ای در مطالعه Osibona و همکاران (۲۰۰۹) به میزان ۳/۵ درصد و همچنین Vieira و همکاران (۲۰۱۱) به میزان ۵/۷۷ درصد به دست آمده است.

ویژگی چربی ماهیها ، میزان بالای اسید های چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه[۴۶] می باشد . امگا۳ و ۶ جزء مهم ترین خانواده های چربی PUFA هستند . دو اسید چرب مهم از نوع امگا ۳ که در ماهیها به مقدار زیاد یافت می شود شامل ایکوزا پنتا نوئیک اسید[۴۷] با ۲۰ تم کربن و ۵ اتصال مضاعف و دوکوزا هگزانوئیک اسید[۴۸] با ۲۲ اتم کربن و ۶

[۴۶] PUFA
[۴۷] EPA
[۴۸] DHA

اتصال مضاعف می باشد که از ارزش تغذیه ای زیادی برخوردارند(Castro, *et al*., 2007)، نسبت توصیه شده اسید چرب امگا۳ به امگا ۶ که برای سلامت مصرف کننده اهمیت بالایی دارد ۱ به ۴ و یا ۱ به ۵ می باشد (Sargent, 1997)که در تیلاپیا نیل تازه ۰/۴۵ و در تیلاپیای قرمز ۰/۵۹ می باشد(جداول ۴-۵ و ۴-۸).

اصلی ترین عامل تعیین کننده امگا ۳ و امگا ۶ جیره غذایی مصرفی ماهی می باشد به همین دلیل در مطالعات مختلف این نسبت متفاوت می باشد . به طور مثال در مطالعه Justi و همکاران (۲۰۰۳) این نسبت برای ماهی تیلاپیا ۰/۲۳ و در مطالعه Weaver و همکاران (۲۰۰۸) ۰/۴۰ محاسبه شده است. اسیدهای چرب نمونه ها در دوره انجماد به دلیل تغییر در زنجیره های اسیدهای چرب ، تغییراتی در مقدار و ترکیب آنها ایجاد شده است، به طوریکه درصد SFA و MUFA افزایش و درصد PUFA کاهش داشته است($p<0/05$). اسیدهای چرب غیر اشباع تحت تاثیر فعالیت آنزیمی از ملکول تری گلیسرید و یا فسفولیپید جدا شده و ایجاد اسید چرب غیر اشباع بصورت آزاد (FFA) می کند، که در نهایت با اکسیژن هوا ترکیب شده و تولید آلدهید وکتون می کند (Devahastin , 2011). پیشرفت فساد اکسیداتیو را می تواند از روی اندازه گیری شاخص TBA و پراکسید به دست آورد. اتواکسیداسیون در نتیجه واکنش بین اکسیژن و لیپیدهای غیر اشباع که در اصطلاح تندی اکسیداتیو موسوم است ، صورت می گیرد. اکسایش (Oxidation) چربی ها از طریق واکنش زنجیره ای انجام می پذیرد. این واکنش در سه مرحله مجزا به نام مرحله آغاز[۴۹]، انتشار[۵۰] و خاتمه[۵۱] انجام می گیرد . از آنجائیکه در مرحله انتشار ترکیبات فعال مجدداً شکل می گیرند ، لذا واکنش به طور خود به خود ادامه پیدا می کند . به علاوه به علت کم بودن انرژی مورد نیاز برای فعال سازی مرحله انتشار ، سرعت واکنش بسیار زیاد است . شروع واکنش اکسیداسیون با تولید یک رادیکال همراه است ، پس از شکل گیری رادیکال آزاد ، این رادیکال با اکسیژن ترکیب شده و پروکسی را به وجود می آورد. ادامه واکنش که با جدا کردن هیدروژن از یک ملکول غیر اشباع دیگر همراه است، به شکل گیری نخستین فرآورده های اتواکسیداسیون در مرحله انتشار یعنی پراکسید منجر می گردد .

در زمان انجماد و با پیشرفت اکسیداسیون به علت شکستن زنجیره های بلند اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه، کاهش معنی داری را در مقدار PUFA خواهیم داشت به طوریکه در تیلاپیا نیل و قرمز تازه مقدار PUFA به ترتیب

---

[۴۹] Initiation

[۵۰] Propagation

[۵۱] Termination

۳۸/۶۲ و ۳۳/۵۲ درصد و در ماه آخر به ۳۰/۵۶ و ۲۴/۰۸ درصد در انجماد کند و ۳۵/۲۲ و ۲۷/۳۳ درصد در انجماد تند رسید($p<0/05$). همچنین در تیلاپیا نیل و قرمز میزان MUFA به ترتیب از ۳۶/۱۴ و ۳۹/۰۱ درصد به ۳۹/۵۵ و ۴۴/۵۰ درصد در انجماد کند و ۳۸/۲۱ و ۴۲/۹۴ درصد در انجماد تند در ماه اخر رسید($p<0/05$). این تغییرات در SFA هم مشاهده شده است و میزان آن در تیلاپیا نیل و قرمز به ترتیب از ۲۴/۸۴ و ۲۷/۱۲ درصد به ۲۸/۹۰ و ۲۹/۳۵ درصد در انجماد کند و ۲۷/۳۸ و ۲۸/۷۵درصد در انجماد تند رسید ($p<0/05$).

شکست زنجیره های اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه در طول دوره انجماد، باعث افزایش ترکیبات تک پیوندی[۵۲] و یا بدون پیوند دوگانه[۵۳] می شود.

با کاهش PUFA درصد اسیدهای چرب امگا ۳ و ۶ هم کاهش می یابد و میزان امگا۳ تیلاپیا نیل و قرمز به ترتیب از ۱۱/۹۰ و ۱۲/۴۰ درصد در نمونه های تازه به ۸/۹۹ و ۷/۹۳ درصد در انجماد کند و ۹/۹۱ و ۸/۸۱ درصد در انجماد تند رسید($p<0/05$). مقدار امگا ۶ هم در تیلاپیا نیل و قرمز به ترتیب از ۲۶/۳۹ و ۲۰/۸۳ درصد به ۲۱/۲۵ و ۱۶/۲۱ درصد در انجماد کند و ۲۵/۱۳ و ۱۸/۴۲درصد در انجماد تند رسید (جداول ۴-۵ تا ۴-۱۰) ($p<0/05$).

مطالعه Ng و Bahurmiz (۲۰۰۹) افزایش SFA از ۲۴/۹ به ۲۶/۱ درصد را بعد از ۷ ماه نگهداری در سردخانه در تیلاپیا قرمز نشان داد. همچنین درصد MUFA از ۳۳ به ۳۴/۱ افزایش داشت و میزان PUFA از ۳۳/۳ درصد به ۳۰/۶ درصد رسید($p<0/05$). در مطالعه Valeria و همکاران (۲۰۱۰) که بر روی ماهی سالمون دریایی[۵۴] انجام گرفت، درصد PUFA کاهش نشان داد و از ۴۴/۳ درصد به ۳۸/۳ درصد در انتهای ماه چهارم رسید. همچنین درصد MUFA افزایش داشت و ۱۷/۴درصد در نمونه های تازه به ۲۰/۱ درصد در ماه چهارم رسید. درصد SFA هم از ۲۵/۸ به ۳۰/۷ در ماه آخر رسید($p<0/05$).

نرخ پائین تر اکسیداسیون در انجماد تند که ناشی از تفاوتهای سرعت انجماد است (Devahastin،2011) عامل تغییرات کمتر اسیدهای چرب در تیمارهای با انجماد تند نسبت به انجماد کند می باشد. به طوریکه درصد افزایش SFAو MUFA و کاهش PUFA در تیمارهای با انجماد کند بیشتر است($p<0/05$).همانطور که ملاحظه می شود در هر دو نمونه تیلاپیا نیل و قرمز درصد تغییرات اسیدهای چرب در نمونه های انجماد کند ، نسبت به انجماد تند در سطح بالاتری است ($p<0/05$).

---

[۵۲] MUFA
[۵۳] SFA
[۵۴] Pseudopercis semifasciata

❖ تغییرات حاصل از انجماد کند و تند و نگهداری در سردخانه بر روی شاخص های فساد تیلاپیا نیل و قرمز

همانطور که بیشتر بحث شد از محصولات اولیه اکسیداسیون چربی ها هیدروپراکسیدها هستند که نسبتاً ناپایدارند . هیدروپراکسیدها ترکیبات بدون بو و طعم می باشد و در این هنگام هیچگونه تغییر ارگانولپتیکی در ماهی نمودار نمی گردد . بعضی از هیدروپراکسیدها بدون شکسته شدن زنجیر کربنی ، تولید کتون می کنند ، در حالیکه گروهی دیگر بعد از شکسته شدن زنجیر کربنی تولید کتون می کنند و ترکیبات مولد طعم و بو را به وجود می آورند ، به هر حال بعد از شکسته شدن هیدروپراکسید و با ادامه واکنش های اکسیداسیون ، مجموعه ای از مواد شیمیایی مختلف مانند آلدئید و کتون به وجود می آیند که خود عامل اصلی ایجاد بو و طعم تندی هستند و یا در مراحل بعد شکسته و محلول در آب شده و سپس توسط میکرواورگانیزم ها تجزیه و با شکل گیری ترکیبات مختلف در نهایت به دی اکسید کربن و آب تبدیل می شود (Devahastin 2011).

تولید پراکسید (PV) در تیلاپیا نیل و قرمز روند افزایشی داشته و به ترتیب از مقدار ۰/۰۱ و ۰/۰۲ میلی اکی والان در نمونه های تازه به ۰/۸۶ و ۰/۹۳ میلی اکی والان بر کیلوگرم در نمونه های حاصل از انجماد کند و ۰/۴۹ و ۰/۶۹ میلی اکی والان بر کیلوگرم در نمونه های با انجماد تند در پایان زمان نگهداری در سردخانه رسیده است ($p<0/05$) . اختلاف معنی دار در سطح ۹۵ درصد در تیمارهای با انجماد کند وتند دیده می شود که ناشی از نرخ اکسیداسیون متفاوت این دو تیمار می باشد. در مطالعه Karacam و Boran (۱۹۹۶) میزان پراکسید از ۱/۸ به ۸/۲ میلی اکی والان بر کیلوگرم در ماهی آنچووی بعد از گذشت ۶ ماه از نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد افزایش یافت.

همچنین همانند پراکسید، شاخص TBA هم افزایش معنی داری در زمان انجماد دارد و این افزایش برای نمونه های با انجماد کند بیشتر است ($P< 0/05$).

برای تیلاپیا نیل تازه این مقدار ۰/۰۱ میلی گرم بر کیلوگرم بود و در پایان ۱/۲۰در تیمارهای انجماد کند و ۱/۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمارهای انجماد تند بود. همچنین در تیلاپیا قرمز این افزایش از ۰/۰۳ به ۱/۲۶ و ۱/۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم به ترتیب در تیمارهای با انجماد کند و تند بود(جدول ۴-۱۲). میزان TBA در تمام تیمارها پایین تر از حد مجاز که ۳ تا ۵ میلی گرم بر کیلوگرم است (Arannilewa, 2005)، می باشد.

در مطالعه Chevalier و همکاران (۲۰۰۰) که بر روی ماهی تاربوت[۵۵] انجام شد افزایش تیوباربیتیوریک اسید را در نمونه ها مشاهده کردند. در نمونه های با انجماد کند از ۰/۴۱ در نمونه های تازه به ۰/۴۹ میلی گرم بر کیلوگرم در روز هفتاد و پنجم از زمان نگهداری در سرخانه رسید و در نمونه های با انجماد تند از ۰/۴۱ به ۰/۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم در پایان زمان نگهداری رسید($P< 0/05$). در مطالعه Karacam و Boran (۱۹۹۶) افزایش میزان TBA را از ۰/۳ به ۳/۱ میلی گرم بر کیلوگرم در ماهی آنچووی بعد از گذشت ۶ ماه از نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد مشاهده شد.

شاخص فساد دیگری که در مطالعه حاضر بررسی شده است، TVB-N یا مجموع بازهای ازته فرار می باشد که به مجموعه ای از ترکیبات آمونیاک، دی متیل آمین اکسایدو تری متیل آمین اکساید گفته می شود. مقدار تولید این بازها با زمان و میزان فساد رابطه مستقیم دارد و به نوعی از آن می توان به عنوان شاخص فساد ماهی استفاده نمود. حد قابل قبول برای این شاخص ۲۵ تا ۳۰ میلی گرم در صد گرم عضله می باشد (Arannilewa, 2005) که تمامی تیمارها پایین تر از این مقدار بود.

مجموع بازهای ازته فرار در نمونه های تازه تیلاپیا نیل و قرمز به ترتیب ۱۱/۵۰ و ۱۲/۶۳ میلی گرم در صد گرم عضله بود که در نمونه های حاصل از انجماد کند به ۲۳/۸۰ و ۲۱/۹۳ میلی گرم در صد گرم عضله رسید و در نمونه های با انجماد تند به ۲۱/۰۰ و ۲۰/۴۰ میلی گرم در صد گرم عضله در پایان زمان نگهداری در سردخانه رسیده است ($p<0/05$). در تیمارهای حاصل از انجماد کند میزان این شاخص بالاتر بود که به علت تخریب پروتئین، فساد اکسیداتیو بالاتر و در نهایت تولید بیشتر بازهای ازته فرار می باشد (Chevalier, *et al*.، 2007، Makari, *et al*., 2000). در مطالعه Lakshmanan و همکاران (۱۹۹۰) میزان TVB-N در ماهی کاد در زمان نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد از ۶,۶ میلی گرم به ۲۸,۶ میلی گرم در صد گرم عضله افزایش یافت. ($p<0/05$) و در مطالعه Liu و همکاران (۲۰۱۰) میزان TVB-N از ۵ میلی گرم به ۴۶ میلی گرم در صد گرم عضله در تیلاپیا نیل افزایش یافت.

در زمان انجماد با کاهش دما ، بخشی ازآب موجود در داخل عضلات ماهی منجمد می شود و در نتیجه میزان آب غیر منجمد کاهش می یابد، این امر باعث افزایش غلظت آنزیمی و دیگر ترکیبات موجود در محصول می شود. در محدوده دمایی ۱- تا ۲- درجه سانتی گراد که به عنوان محدوده بحرانی تعریف شده ، حداکثر عمل این آنزیمها

[۵۵] Turbot (*Scophthalmus maximus*)

مانند لیپازها را شاهد هستیم که باعث تخریب بیشتر فرآورده می شود. در انجماد سریع که در این پروژه استفاده شد و در عرض ۲۵ دقیقه فرآورده به ۵- درجه سانتی گراد رسید فرصت فعالیت تخریبی آنزیمها کاهش یافته است .

❖ بررسی تغییرات ارزیابی حسی

امتیازات مربوط به آزمون ارزیابی حسی نشان می دهد که با گذشت زمان از نگهداری محصول منجمد در سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد و با پیشرفت فساد، امتیازات مربوط به رنگ، بو، طعم و مزه و بافت کاهش می یابد. طعم و مزه و بو ماهی مرتبط با میوژن از پروتئنهای سارکوپلاسمیک، پروتئینهای میوفیبریل و همچنین ازتهای غیر پروتئینی می باشد(Suzuki, 1981). با توجه به افزایش میزان آبچک که باعث خروج هر چه بیشتر پروتئین های عضله می شود و همچنین افزایش TVB-N امتیازات مربوط به طعم و مزه و بو ماهی در ماه ششم به پایین ترین مقدار خود رسیده است. همچنین با افزایش اکسیداسیون چربی، طعم بافت عضله ماهی تند می شود که نتیجه آن در امتیازات طعم و مزه و بو در تیمارها مشاهده می شود.

در نمونه های انجماد کند به دلیل آبچک و میزان فساد بیشتر این امتیازات نسبت به نمونه های انجماد تند پایینتر می باشد($p<0/05$).خروج آبچک و دناتوره شدن پروتئینها بافت ماهی را سخت و شکننده کرده به طوریکه بعد از پخت، کیفیت بافت ماهی در نمونه هایی که مدت زمان بیشتری از انجماد آن گذشته نسبت به تیمارهای شاهد تفاوت معنی دار داشتند. همچنین با توجه به درصد پایین رطوبت در نمونه های ماه های آخر که به علت از دست دادن رطوبت بیشتر در زمان نگهداری در سردخانه (خشکی سردخانه ای) اتفاق افتاد و آبچک بیشتر، رنگ بافت عضله تیلاپیا نیل و قرمز بعد از پخت تیره شده و بافت ماهی هم حالت سفت و خشک پیدا کرده و مطلوبیت خود را از دست داده است. در مطالعه Lakshmanan و همکاران (۱۹۹۰) کاهش امتیازات رنگ، بو ، بافت و طعم و مزه را در فیله ماهی کاد در انجماد کند در پایان زمان نگهداری در سردخانه مشاهده کردند.

در مطالعه Alizadeh و همکاران (۲۰۰۷) کاهش معنی دار امتیازات بافت و رنگ عضله را در ماهی آزاد[۵۶] مشاهده کردند و امتیازات مربوط به این دو فاکتور در انجماد کند در پایان زمان نگهداری در سردخانه کمتر از نمونه های با انجماد تند بود($p<0.05$).

[۵۶] Salmo salar

❖ آزمون میکروبی

یکی از روش های معمول برای ارزیابی وضعیت کیفیت ماهی ، تعیین میزان شمارش کلی باکتری ها (Total Count) می باشد، در این تحقیق بعد از انجماد نمونه ها شاهد کاهش تعداد کلی آنها هستیم که این کاهش با افزایش زمان بیشتر می شود ودر نمونه های با انجماد تند در تیلاپیا نیل و قرمز در ماه پنجم به صفر می رسد. بیشترین اثر انهدامی انجماد در دامنه برودت ۲- تا ۴- درجه سانتی گراد اتفاق می افتد و با توجه به اینکه در انجماد تند عبور از این مرحله به سرعت (۲۵ دقیقه) و با درجه برودت کمتر (۳۰-) اتفاق می افتد، شوک ناشی از آن تعداد بیشتری از باکتریها را نسبت به انجماد کند از بین می برد و شاهد تعداد کمتر باکتریها در نمونه های انجماد تند در زمانهای مشابه نسبت به نمونه های انجماد کند هستیم($p<0/05$)(Fellows, 2000).

اثر انجماد در جلوگیری از فساد مواد غذایی به علت فعالیت های موجودات ذره بینی بر این اساس است که هر میکروارگانیسمی در دامنه معینی از حرارت محیط می تواند به فعالیت های متابولیسمی خود ادامه دهد . چنانچه حرارت از این حد پایین تر رود رشد آن کند و یا متوقف می شود . بنابراین برودت زیر صفر رشد و تکثیر موجودات ذره بینی را متوقف می کند . از طرفی به علت پایین رفتن درجه حرارت و منجمد شدن ماده غذایی، در ترکیبات آن از نقطه نظر فیزیکی و شیمیایی (مانند فعالیت آبی، pH، فشار اسمزی ، تولید بلورهای یخ در داخل سلول) تغییراتی به وجود می آید که اثر تخریبی مهمی بر روی فعالیت های میکروارگانیسم ها به شرح زیر دارند:

در نتیجه انجماد ، فعالیت آبی (Water activity) ماده غذایی کاهش می یابد . مثلاً برای آبی که درجه حرارت آن صفر درجه سانتی گراد است ، فعالیت آبی آن یک می باشد . در صورت منجمد کردن آن اگر برودت به ۲۰- و یا ۵۰- درجه سانتی گراد رسانده شود ، فعالیت آبی به ترتیب به ۰/۸۰ و ۰/۶۲ خواهد رسید. در نتیجه دامنه فعالیت میکروارگانیسم با توجه به کم شدن فعالیت آبی کند و یا متوقف خواهد شد.

انجماد باعث افزایش ویسکوزیته ماده سلولی می شود زیرا قسمتی از آب به صورت ذرات یخ درآمده در نتیجه خارج شدن آن از محیط باعث تغلیظ مواد داخل سلولی می گردد.

انجماد موجب از دست رفتن گازهای سیتوپلاسمی مانند اکسیژن و گاز کربنیک می شود . خارج شدن اکسیژن از سلول های از واکنش های تنفسی میکروارگانیسم ها جلوگیری به عمل می آورد.

در اثر انجماد pH ماده سلولی به میزان ۰/۳ تا ۲ واحد تغییر می کند ، که خود می تواند اثر منفی بر فعالیت میکروارگانیسم ها داشته باشد.

انجماد به علت تولید ذرات یخ در درون سلول ها موجب افزایش غلظت الکترولیت های سلولی می شود.

انجماد حالت کلوئید پروتوپلاسم سلولی را به علت منجمد شدن قسمتی از مایعات داخل سلولی تغییر می دهد.

انجماد باعث تغییر ماهیت پروتئین های سلولی و جدا شدن لیپوپروتئین ها از ترکیبات دیگر داخل سلولی می شود. بدون شک کاهش مقدار آب و افزایش غلظت الکترولیت ها در پیدایش این تغییرات موثرند. انجماد در بعضی میکروارگانیسم ها باعث شوک حرارتی می شود . اثر این شوک برروی باکتری های ترموفیل و مزوفیل بیشتر از باکتری های ساکروفیل است . در صورتی که نزول درجه حرارت سریع باشد . تعداد باکتری هایی که از بین می روند بیشتر از زمانی است که کاهش حرارت به کندی صورت پذیرد. انجماد به برخی از میکروارگانیسم ها مثل سودوموناس ، آسیب متابولیکی وارد می کند . احتیاجات غذایی این گونه موجودات ذره بینی بعد از یخ زدایی افزایش نشان می دهد(Fellows, 2000) .

- تغییرات آبچک

همانطور که در جدول تغییرات آبچک آمده است، درصد دریپ با افزایش زمان نگهداری در سردخانه رابطه مستقیم دارد و این افزایش در نمونه های با انجماد کند بیشتر از انجماد تند می باشد($p<0/05$). مطالعات زیادی انجام شده است که نشان دهنده افزایش دریپ و کاهش وزن ماهی بعد از انجمادزدایی می باشد(Chevalier, *et al*., 2001; Cao, *et al*., 2003; Makari, *et al*., 2007).با افزایش سرعت و زمان انجماد درصد دریپ کاهش می یابد. این امر به علت تفاوت در محل قرار گیری کریستالهای یخی و اندازه و شکل آنها و به تبع آن آسیبهای فیزیکی فیبرهای عضله می باشد. کریستالهای یخی بزرگ و نامنظم خارج سلولی آسیب بیشتری به دیواره سلولی وارد می کند،به همین دلیل در انجماد کند شاهد درصد بیشتر آبچک هستیم.

در مطالعه Alizadeh و همکاران (۲۰۰۷) که مقایسه اثر انجماد کند و تند بر روی ماهی آزاد می باشد، درصد آبچک نمونه ها در انجماد کند بعد از گذشت یک ماه به ۱۱/۲۵ درصد و در انجماد تند به ۷/۷۵ درصد رسید($p<0/05$).

❖ تغییرات ساختمان داخلی[۵۷] بافت تیلاپیا نیل و قرمز در زمان انجماد

یکی از موارد ناخوشایند در زمان انجماد، دناتوره شدن (Denaturation) و تجمع و انبوهش (Aggregation) پروتئین های میوفیبریلار هست. که می تواند به عنوان یکی از مهمترین تغییرات بافت عضله در زمان انجماد به حساب آید و معمولا باعث از دست رفتن فعالیتهای بیولوژیکی و تغییرات معنی دار در عملکرد و ساختار فیزیکی خود شود(Suzuki, 1981).

برخی از خواص ماهی منجمد مانند قابلیت ایجاد امولسیون، ظرفیت اتصال چربی، ظرفیت نگهداری آب و قابلیت تشکیل ژل خیلی پایین تر از ماهی تازه می باشد، که علت همه این تغییرات در دناتوره شدن پروتئین به ویژه میوفیبریلار می باشد(Suzuki, 1981). از جمله عواملی که باعث کاهش میزان دناتوره شدن در زمان انجماد می شود، نرخ انجماد و زمان آن می باشد که با کاهش آن مقدار تخریب بافتهای پروتئینی کاهش می یابد.در عکسهای گرفته شده در پروژه حاضر، همانطور که مشاهده می شود در نمو نه های حاصل از انجماد تند هم در تیلاپیا نیل و هم در قرمز نسبت به تیمارهای با انجماد کند، کمتر بودن میزان دناتوره شدن و تجمع و انبوهش پروتئین بافت را شاهد هستیم، به طوریکه بعد از گذشت شش ماه در تیمارهای با انجماد تند، پروتئن های میوفیبریل تا حدودی ساختار خود را حفظ کرده اند، اما در تیمارهای با انجماد کند، دناتوره شدن و تجمع پروتئین ها و درهم پیچیده شدن ساختار آنها را شاهد هستیم.

به عقیده Connell (۱۹۵۹)، دناتوره شدن در اثر انجماد، به دلیل اجتماع و انبوهش پهلو به پهلو پروتئین ها می باشد که توسط شکل گیری پیوندهای عرضی بین ملکولی نظیر پیوند دی سولفید ایجاد می شود. همچنین Matsumoto و همکاران (۱۹۸۰) دناتوره شدن را در نتیجه انبوهش ایجاد شده توسط افزایش تصاعدی پیوندهای عرضی بین مولکولی نظیر پیوندهای هیدروژنی، یونی، هیدروفوبیک و دی سولفید می داند.

نظریه دیگری که در این زمینه وجود دارد دناتوره شدن در اثر انجماد را به افزایش غلظت محلول نمک معدنی و مواد آلی محلول در فاز غیر منجمد موجود در سلول مرتبط می داند(Ota and Yamada, 1978).

غلظت نمک معدنی در سلولهای عضله هنگامی که آب در سلولها به یخ تبدیل می شود، بالاتر می رود و این افزایش در غلظت به همراه تغییرات مربوط در قدرت یونی و pH، سبب تفکیک و دناتوره شدن پروتئین ها می شود.

[۵۷] Microstructure

همچنین نظریه دیگری که توسط Suzuki (۱۹۸۱) مطرح شد بیان می کند که دناتوره شدن به علت آن است که ملکول آب که پر کننده فضای بین پروتئین ها می باشد در هنگام انجماد حرکت می کند وموجب نزدیکتر شدن مولکولهای پروتئین و تشکیل پیوندهای عرضی مختلف بین مولکولهای پروتئین می گردد و بنابراین تراکم و انبوهش ایجاد می شود.

از مهمترین روشهای تشخیص و اندازه گیری دناتوره شدن موارد زیر می باشد(Suzuki, 1981):

حلالیت پروتئین میوفیبریل: که مقادیر پروتئین های محلول در نمک با افزایش زمان نگهداری و کاهش سرعت انجماد کاهش می یابد.

ویسکوزیته: ویسکوزیته اکتومیوزین جدا شده یا همان بخش محلول در نمک، با افزایش زمان نگهداری و کاهش سرعت انجماد، کاهش می یابد.

فعالیت آنزیم آدنوزین تری فسفاتاز: که فعالیت این آنزیم با افزایش زمان نگهداری به صورت منجمد کاهش می یابد.

مشاهده با میکروسکوپ الکترونی: همان روشی که در این مطالعه برای مشاهده تغییرات بافت و دناتوره شدن مورد استفاده قرار گرفت. در این روش مشاهده می شود پیش از انجماد اکتومیوزین ساختمان کاملا مشخص را از خود نشان می دهد، اما پس از گذشت چندین هفته از نگهداری در سردخانه، ساختمان طبیعی آنها از بین رفته و تجمع فیلامانهای در هم پیچیده مشاهده می شود. مطالعه با میکروسکوپ الکترونی در مقایسه با روشهای دیگر، به طور قاطع نشان دهنده تجمعات اکتومیوزین در طی نگهداری در سردخانه و اثرات زمان و نرخ انجماد بر این ساختارها می باشد.

مطالعات مختلفی بر روی تغییرات ساختاری بافت و دناتوره شدن بافت عضله ماهی و همچنین تاثیر انواع سرعت و زمان انجماد بر آنها شده است و مشاهده شده که با افزایش سرعت انجماد و کاهش زمان آن میزان این تغییرات به حداقل می رسد (Bello and Luft, 1982; Chen and Pan, 1997; Alizadeh, *et al.*, 2007). همچنین عامل مهم دیگری که باعث تخریب ساختار بافت می شود، کریستالهای یخی می باشد که در زمان انجماد شکل می گیرد و باعث آسیب دیواره سلول و در نهایت بافت می شود. هر چه سرعت انجماد کمتر باشد و عبور از مرحله بحرانی انجماد سریعتر اتفاق بیفتد،اندازه این کریستالها کوچکتر و متحد الشکل تر خواهند بود و به جای خارج سلول، داخل آن شکل می گیرند و آسیب کمتری به بافت خواهند زد.

در مطالعه حاظر مشاهده می شود در تیمارهای با انجماد تند، تخریب کمتری در بافت صورت گرفته که می تواند به علت کوچکتر بودن همین کریستالهای یخی باشد. همین نتایج در مطالعه Alizadeh و همکاران (۲۰۰۶) و Bello and Luft (۱۹۸۲) گرفته شده است.

فصل دوم

بررسی تاثیر روشهای مختلف بسته بندی روی کیفیت فیله ماهی تیلاپیا

بخش اول: کلیات

غذاهای دریایی نقش مهمی در رژیم غذایی انسان ها دارند و منبع پروتئینی با ارزشی برای انسان به شمار می روند (Kose et al.، 2001). ماهیان، حاوی مقدار زیادی از ترکیبات مهم مانند ترکیبات مغذی، ویتامین های محلول در چربی (A,D) و اسیدهای چرب چند غیراشباع می باشند (Perez-Alonso *et al.*, 2004). ماهی ها جزء فسادپذیرترین مواد غذایی به شمار می آیند که بستگی به شرایط فیزیولوژیکی آنها دارد. ماهی ها با pH نهایی بیشتر از ۶ و وجود ازت پروتئینی و غیر پروتئینی، بستر بسیار خوبی برای رشد میکروبی هستند. چربی های بدن ماهی، دارای مقادیر فراوان اسیدهای چرب غیر اشباع بوده و بسیار مستعد فساد اکسیده شدن هستند که عامل اصلی در بروز بو و طعم نامطلوب ، در طول نگهداری و فرآوری ماهی همین اسیدهای چرب غیر اشباع می باشند. مقادیر این ترکیبات بویژه در بدن ماهیان چرب بیشتر است، بنابراین به سرعت تحت تاثیر عوامل محیطی مثل نور، حرارت و اکسیژن، اکسیده شده و تغییرات اساسی در کیفیت خوراکی محصول ایجاد می نمایند (Razavi shirazi, 2001). چربی ماهیان به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از اسیدهای چرب دارای چند پیوند دوگانه در مقابل فسادهای ناشی از اکسیداسیون بسیار حساس بوده و دچار آسیب می گردد. اکسیداسیون چربی به عنوان یکی از دلایل اصلی کاهش کیفیت و از بزرگترین نگرانی ها در مورد گوشت ماهی و فرآورده های دریایی منجمد می باشد (Sahoo *et al.*, 2004). با شروع فعالیت های آنزیمی در عضلات، بافت های آبزیان شکسته شده و بر اثر خود هضمی یا اتولیز، کیفیت گوشت نامطلوب خواهد شد. هم زمان با تغییرات آنزیمی، به تدریج باکتری هایی که به طور طبیعی روی پوست ، آبشش ها و حفره شکمی وجود دارند و در حالت طبیعی، سیستم دفاعی بدن آبزی مانع از آسیب رساندن آنها می گردد، فعال

شده و شروع به تکثیر می نمایند و در نتیجه با هجوم به بافت ها ، بویژه بافت های آسیب دیده، باعث فساد در آبزی می شوند (Razavi shirazi, 1994). همچنین میکروبهای فسادزا روی سطح ماهی قرار دارند و نسبت سطح به حجم ماهی نیز اثر قابل ملاحظه ای در میزان فساد آنها دارد. جهت جلوگیری یا به تعویق انداختن فساد ماهی و فرآورده های آن راهکارهای متعددی ارائه شده است که از آن جمله می توان به کنترل درجه حرارت و کاهش آن، بسته بندی تحت خلاء ، بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده اشاره نمود (Lin cc, 2004).

- انواع روش های بسته بندی آبزیان

- بسته بندی معمولی

در بسته بندی معمولی محصول را در بسته ها و در مجاورت هوای محیط بسته بندی می کنند.در این نوع بسته بندی محصول بسته بندی شده داخل بسته با هوای محیطی که در آنجا بسته بندی شده در تماس است.بنابراین میزان آلودگی هوای محیط بسته بندی در مدت ماندگاری محصول نقش مهمی را ایفا می کند.این روش بسته بندی ساده ترین روش است اما مدت ماندگاری محصول در این شرایط کم است.

- بسته بندی تحت خلاء

بسته بندی تحت خلاء عبارتست از بسته بندی محصول در بسته هایی که هوای داخل بسته تخلیه شده باشد. بسته های مورد استفاده معمولا از مواد با نفوذپذیری کم نسبت به اکسیژن ساخته شده اند(Genigeorgis, 1985).

بسته بندی تحت خلاء به طور گسترده ای در صنایع غذایی استفاده می شود تا سبب افزایش مدت ماندگاری و حفظ کیفیت محصولات غذایی گردد. بسته بندی تحت خلاء یکی از روش های مناسب در به تعویق انداختن فساد فرآورده های دریایی است که موجب افزایش مدت ماندگاری و حفظ کیفیت کلی آنها برای مدت بیشتری می شود.

مدت زمان ماندگاری ماهی و گوشت بسته بندی شده در شرایط تحت خلاء به فاکتور های متعددی بویژه کیفیت میکروبیولوژیکی محصول، pH گوشت یا ماهی در زمان بسته بندی، نفوذپذیری فیلم بسته بندی مورد استفاده، سالم

بودن بسته و دمای نگهداری بستگی دارد که موفقیت سیستم بسته بندی تحت خلاء کاملا بستگی به کیفیت اولیه ماهی و کنترل درجه حرارت مناسب در طول ذخیره سازی را دارد (Clingman & Hooper, 1986).

بسته بندی تحت خلاء به طور قابل ملاحظه ای از طریق ایجاد یک محیط بی هوازی از رشد باکتری های هوازی عامل فساد جلوگیری می کند که عموما شامل باکتری های گرم منفی مانند سودوموناس یا مخمرهای هوازی و کپک ها می شود که این میکروارگانیسم ها مسئول بوی بد (off odours) و تغییرات بافت و ایجاد ماده لزج که از نشانه های فساد هستند می باشد. بسته بندی تحت خلاء همچنین به طور قابل ملاحظه ای فساد اکسیداتیو را در ماهی منجمد و محصولات دریایی کاهش می دهد (Hardy and Hobbs, 1968; Yu *et al.*, 1973; Lindsay, 1977; Bilinski *et al.*, 1979; Morris and Dawson, 1979). در بسته بندی تحت خلاء با توجه به فعالیت کمتر میکروارگانیسم ها در شرایط خلاء، تخریب بافت گوشت کاهش یافته که در نهایت منجر به حفظ بیشتر کیفیت بافت فیله می گرد. از معایب این نوع بسته بندی کاهش کیفیت ظاهری فیله هاست که در اثر آبچک ایجاد می گردد (Chouliara *et al.*, 2004).

- بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده (**MAP**)

بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) عبارت است از بسته بندی یک محصول فسادپذیر، در هوایی که تغییر یافته و ترکیب آن با ترکیب هوای معمولی متفاوت است. پس از ایجاد این ترکیب، نسبت هر یک از اجزاء در طی نگهداری ثابت می ماند (Ooraikul *et al.*, 2002). سه گاز اصلی که از نظر تجاری در MAP استفاده می شوند دی اکسید کربن، اکسیژن، نیتروژن می باشند. پنج عامل اصلی که برای حصول اثر مطلوب در بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته بایستی به آنها توجه کرد عبارتند از: وضعیت میکروبی اولیه ی غذا، تنظیم درجه حرارت، مخلوط گاز، فیلم غیرقابل نفوذ[58] و دستگاه بسته بندی (Rice, 1987).

- نقش گازها در افزایش زمان ماندگاری محصول

[58] The barrier film

تاثیر گازها در فضای بسته بندی روی غذاهای مختلف یکسان نیست اما در تمام موارد روی زمان ماندگاری و کیفیت نگهداری بسیار موثر است.که شامل:

- دی اکسید کربن: عمده ترین گازی که مورد استفاده قرار می گیرد دی اکسید کربن است. در محیط تعدیل شده دی اکسید کربن از رشد بسیاری از میکروارگانیسم ها جلوگیری می کند. غلظت های مختلف دی اکسید کربن اثرات مختلفی را روی باکتری ها می گذارد. میزان آن در بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده معمولا از ۲۰ درصد بیشتر است و این روش می تواند در نگهداری مواد غذایی سرد شده به کار رود. دی اکسید کربن دارای خاصیت ضد میکروبی است و برای نگهداری غذاهای مختلف از جمله گوشت و ماهی ها استفاده شده است. در ماهی ها اثر ضد میکروبی دی اکسید کربن مستقیم است. علیرغم وجود اطلاعات تجربی در مورد تاثیر بازدارندگی دی اکسید کربن روی رشد میکروبی، مکانیسم بازدارندگی آن روشن نیست. اگرچه یک باکتری کش یا قارچ کش نیست، اما دارای خواص جلوگیری کننده از رشد باکتری ها و قارچ ها می باشد. اثر آن روی میکروارگانیسم ها شامل افزایش فاز تاخیر رشد و کاهش میزان رشد در فاز لگاریتمی می باشد (Farber, 1991). نگهداری ماهی در هوایی غنی از دی اکسید کربن رشد میکروبی را کند کرده و سرعت تولید آمین را نیز کاهش می دهد. هرچقدر دمای نگهداری محصول بیشتر باشد حلالیت دی اکسید کربن کاهش می یابد و اثر بسته بندی MAP نیز کاهش می یابد. دی اکسید کربن هم در چربی و هم در آب قابل حل است که منجر به تولید اسید کربنیک و پایین آمدن **pH** ماهیچه و تولید مزه اسیدی می کند، مقدار آب را کاهش می دهد و این امر موجب تراوش در بسته بندی و همچنین تغییراتی در بافت و رنگ فرآورده ایجاد می کند. جذب بیش از اندازه دی اکسیدکربن بوسیله غذاهای با چربی بالا باعث پایین آمدن فشاردرونی در بسته می شود که دلیل بالقوه ای برای عارضه ای به نام فروپاشی بسته می شود.
- نیتروژن: نیتروژن گازی بی مزه و بی اثر است که فعالیت ضد میکروبی کمی داشته یا فاقد فعالیت ضد میکروبی است. نیتروژن حلالیت کمی در آب و چربی دارد و در غذای بسته بندی شده با اتمسفر تغییر یافته به عنوان یک گاز پر کننده استفاده شود. افزون بر این، نیتروژن، از راه جایگزینی با اکسیژن، می تواند تند شدگی اکسیداسیونی را به تعویق اندازد و از رشد شدید میکروارگانیسم های هوازی جلوگیری کند (مقصودلو و همکاران، ۸۹). نیتروژن گاز بی اثراست که برای رقیق کردن مخلوط استفاده شده است.

- اکسیژن: از رشد باکتری های بی هوازی جلوگیری می کند اما رشد باکتریهای هوازی را تحریک می کند. اکسیژن معمولاً برای ماهی های پر چرب و قطور استفاده نمی شود به دلیل اینکه سبب فساد اکسیداتیو می شود ولی برای ماهی کم چرب و کوچک جثه استفاده می شود. اگر سطح اکسیژن زیر دو درصد باقی بماند پیشرفت بوها ومزه ها، فساد و ترشیدگی به طور گسترده ای به تأخیر انداخته می شود .

هر یک از گازها در بسته بندی نقش مفید و اثرات منفی نیزخواهد داشت به طوری که باید ترکیب این گازها در حد تعادل باشد و ارتباطی بین آنها بر قرار باشد. حضور اکسیژن می تواند باعث ایجاد مشکلات تندی اکسیداسیونی در ماهیان چرب شود و بنابراین، معمولا اتمسفرهای استفاده شده برای این گونه ها حذف می شود تا این اثرات به حداقل برسد (Farber, 1991).

❖ مواد بسته بندی**MAP**

موادی که برای بسته بندی MAP استفاده می شود، بسیار مهم می باشد. اگر مواد بسته بندی دارای ویژگی ها و کیفیت ضعیفی باشد مخلوط گاز به کار برده شده در بسته بندی ممکن است از درون بسته خارج شود و با گذشت زمان گاز تخلیه شود، برای این منظور از مواد بسته بندی دو لایه یا چند لایه استفاده می شود. دوام بسته بندی از نظر استحکام در طول ذخیره سازی و حمل ونقل مهم است. همچنین باز کردن بسته بندی نباید مشکل باشد. تعادل مناسبی بین استحکام، امنیت و سهولت در باز کردن از فاکتورهای بسیار پر اهمیت می باشد.

❖ چگونگی استفاده از روش **MAP**

در ابتدا لازم است گاز مورد نظر با ترکیب مورد نظر ساخته شود. برای این منظور می توان اتمسفر با ترکیب مورد نظر را به طور آماده از کارخانجات تفکیک کننده هوا در کپسول های تحت فشار تامین نمود، اما برای صرفه جویی در هزینه می توان گازهای سه گانه نیتروژن، اکسیژن و دی اکسید کربن را به صورت خالص تهیه کرد و به وسیله یک دستگاه میکسر گاز با نسبت مورد نظر مخلوط نمود. در این روش نیاز به ذخیره اتمسفر اصلاح شده در مخزن جداگانه نیست و می توان از گاز مخلوط بدست آمده به طور مستقیم در بسته بندی تزریق کرد. معمولا در بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده، هوا را از درون بسته خارج کرده و با گازهایی که مخلوط آنها مشخص است مجددا پر

می کنند و درب آنرا می دوزند. در این روش پیوسته فضای اطراف ماده غذایی از گاز پر می شود که در روش وکیوم کلیه ی گازهای جایگزین شده تخلیه و تقریبا ماده تحت خلاء قرار می گیرد (اروجعلیان و همکاران،۸۳).

❖ کنترل میکروبی و میکروارگانیسم های بیماریزا

یکی از نکات مهم در بسته بندی MAP، تولید محصول با کیفیت بالا و با حداقل بار میکروبی قبل از بسته بندی می باشد. چنانچه محصول اولیه قبل از بسته بندی از بار میکروبی بالایی برخوردار باشد می تواند در مدت نگهداری در سرما باعث فساد ماهی گردد. بنابراین استانداردی که برای بار میکروبی قبل از بسته بندی وجود دارد این است که: مواد خام دریایی باید کمتر از ۱۰۰۰ باکتری در ۱ گرم ماده ی غذایی باکتری داشته باشند و به عبارت دیگر ماندگاری مواد غذایی دریایی بستگی به سطح باکتریهای اولیه ی آنها دارد (Ooraikul *et al.*, 2002).

باکتری های گرم منفی بیشتر از باکتری های گرم مثبت به دی اکسید کربن حساس هستند. نگرانی که برای ایمنی در سیستم MAP وجود دارد احتمال رشد میکروارگانیسم های بیماریزا مانند کلستریدیوم بوتولینوم می باشد. میکروارگانیسم هایی که تجزیه کننده پروتئین نیستند در حالی سم تولید می کنند که هیچ علامت قابل رویتی یا ضایعه ای را ایجاد نمی کنند. بسته بندی با آتمسفر تغییر یافته فرآورده های دریایی نشان داده است که از مزایای بالقوه ای برای افزایش عمر انباری محصول برخوردار است. از نظر خطر بالقوه ی میکروب سرماگرای کلستریدیوم بوتولینوم، فقط با کنترل دقیق دمای محصولات دریایی بسته بندی شده با آتمسفر اصلاح شده در مراحل مختلف از زمان بسته بندی تا زمان مصرف ماهی، می توان آن را ایمن ساخت. واضح است که فواید استفاده از روش بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده برای فرآورده های دریایی به خطرات احتمالی آن می چربد. این خطر را می توان با توسعهٔ روشهای اطمینان بخش نسبت به عدم استفاده از دمای نامناسب به حداقل رساند. زمان ماندگاری محصول در سیستم اتمسفر اصلاح شده به گونه ماهی مورد استفاده، کیفیت مواد اولیه، محتوی چربی، طبیعت محصول نهایی، دمای نگهداری وترکیب گاز مورد استفاده در بسته بندی بستگی دارد.

❖ معایب بسته بندی **MAP**

- بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده نسبتا گران است، در حال حاضر حدود دو برابر قیمت بسته بندی تحت خلأ است.

- تولید مداوم بسته های سفت مستلزم بدست آوردن ماشین آلات بسته بندی گران و استفاده از فیلم های قابل شکل گیری در اثر حرارت گران قیمت است.

- بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده به طور معمول دو یا سه برابر حجیم تر از شکل های دیگر بسته هستند و بنابراین برای حمل و ذخیره پرهزینه تر هستند.

- اگر اتمسفر داخل بسته دارای یک نسبت بالا از دی اکسید کربن باشد و چون دی اکسید کربن محلول در بافت ماهی است، یک خلأ ناقص ایجاد می شود، بسته ممکن است روی محصول فرو ریزد، و در برخی از موارد ممکن است محتویات له شودکه این مشکل می تواند با انتخاب مناسب مخلوط گاز اجتناب شود.

- کنترل درجه حرارت ضروری است.

- برای هر محصول، فرمولاسیون مختلفی برای ترکیب گازها نیاز است.

- به تجهیزات آموزشی مخصوصی نیاز دارد.

- در صورت باز شدن بسته و یا نشت کردن، محتوی گاز آن خارج می شود و مزایای آن از بین می رود.

❖ مزایای بسته بندی**MAP**

- طولانی شدن مدت نگهداری

- به دلیل طولانی شدن مدت ماندگاری و تاخیر در فساد باعث کاهش ضرر اقتصادی می شود.

- عدم نیاز و یا مقدار کم مورد نیاز به مواد نگهدارنده

- محصول با کیفیت بالاتر را می توان عرضه کرد.

❖ مروری بر مطالعات گذشته

توانایی روش بسته بندی در شرایط اتمسفر اصلاح شده برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی سالهای زیادی شناخته شده است. بررسی مطالعات گذشته نشان داد که استفاده از اتمسفر اصلاح شده به سال ۱۹۲۰ بر می گردد و

توانایی استفاده از آن در زمینه ماهی از سال ۱۹۳۰ آغاز شده است (Davis, 1993). در بسته بندی ماهیان با اتمسفر اصلاح شده، اتمسفرهای مختلفی توسط محققین بسیاری از جمله parkin و همکارانش (۱۹۸۱)، Barnett و همکاران (۱۹۸۷)، Stammen و همکاران (۱۹۹۰)، Farber (۱۹۹۱)، Reddy و همکاران (۱۹۹۵)، Randell و همکاران (۱۹۹۷)، Gimenez و همکاران (۲۰۰۲) و Sivertsvik و همکاران (۲۰۰۲) بر روی گونه های مختلف ماهی انجام گرفت.

Chen و همکارانش در سال ۱۹۸۴ در مطالعه ای که بر روی ماهی قزل آلا رنگین کمان[۵۹] پرورشی بسته بندی شده تحت خلاء و حاوی co_2 انجام دادند یافتند که مقدار اکسیداسیون چربی ماهی بسته بندی شده در این شرایط کمتر از ماهی نگهداری شده در هوای محیط بود. همچنین آنها با مقایسه ی روش بسته بندی در خلاء با روش بسته بندی در شرایط محیط و بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده با co_2 بالا، یافتند که بازدارنده ترین روش بسته بندی در جلوگیری از اکسیداسیون چربی، بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده بود و عطر و طعم ماهی قزل آلا پخته و بسته بندی شده در خلاء بهتر از ماهی بسته بندی شده با co_2 بود.

Cann و همکارانش در سال ۱۹۸۴ یافتند که قزل آلای پرورشی تولید شده در انگلستان و بسته بندی شده در خلاء از زمان ماندگاری طولانی تری نسبت به بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده با ۶۰ درصد co_2 و ۴۰ درصد N_2 در دمای ۵ درجه سانتیگراد برخوردار بود.

همچنین Cann وهمکارانش در سال ۱۹۸۴ در تحقیق دیگری که بر روی ماهی آزاد پرورشی آتلانتیک (**Salmosalar**) بسته بندی شده در اتمسفر با ۶۰ درصد co_2 و ۴۰ درصد N_2 انجام دادند یافتند که این بسته بندی نسبت به بسته بندی با خلاء در ۵ درجه سانتیگراد زمان ماندگاری بیشتری را دارد.

Barnett و همکارانش در سال ۱۹۸۲ در تحقیقی که انجام دادند به این نتیجه رسیدند که ماهی آزاد کوهو (*Oncorhynchus kisutch*) به صورت کامل و شکم خالی به مدت ۳ هفته در اتمسفر ۹۰ درصد co_2 و ۱۰ درصد هوای معمولی در صفر درجه سانتیگراد ماندگاری دارد.

Ravesi در سال ۱۹۸۴ بر اساس آزمایشاتی که بر روی ماهی کد بسته بندی شده در اتمسفری با ۶۰ درصد co_2 و ۴۰ درصد هوای معمولی که در کیسه های نفوذ ناپذیر بسته بندی و در یخ نگهداری شدند انجام داد به نتایجی دست یافت که بر اساس آن، زمان حفظ شاخص های کیفی در فیله ماهی بسته بندی شده با co_2 طولانی تر از محصول بسته بندی شده در خلاء و آن نیز طولانی تر از محصول بسته بندی شده با هوای معمولی بود.

---

[۵۹] - rainbow trout: نوعی ماهی قزل آلا که در آبهای کوهستانی کالیفرنیا زندگی می کند

Gimenez و همکاران در سال ۲۰۰۲ تحقیقاتی را بر روی بسته بندی ماهی قزل آلا رنگین کمان با اتمسفر اصلاح شده انجام دادند. او گزارش کرد که اکسیداسیون چربی به طور مشخصی در فیله های بسته بندی شده با ۲۰ و ۳۰ درصد اکسیژن نسبت به فیله های بسته بندی شده با ۱۰ درصد اکسیژن بالاتر بود. همچنین او بیان کرد که اتمسفرهای متفاوت، محصولات اکسیداسیونی متفاوتی ایجاد می کنند.

Stenström در سال ۱۹۸۵ بیان کرد که غلظت دی اکسید کربن فاکتور مهمی در نگهداری فیله ماهی کد نگهداری شده در دمای ۲ درجه سانتیگراد در اتمسفر اصلاح شده است. همچنین بیان کرد که دی اکسید کربن باعث تاخیر در فساد غذاهای دریایی تازه از طریق جلوگیری از رشد باکتری های سرمادوست، هوازی و گرم منفی می شود.

در تحقیقی که Arkoudelos و همکارانش در سال ۲۰۰۷ بر روی بررسی ویژگی های کیفی مارماهی پرورشی نگهداری شده در شرایط محیط، خلاء و اتمسفر اصلاح شده در دمای صفر درجه سانتیگراد انجام دادند، یافتند که نمونه های بسته بندی شده در شرایط MAP با مخلوط گازهای ۴۰ درصد دی اکسید کربن، ۳۰ درصد نیتروژن و ۳۰ درصد اکسیژن و نگهداری در دمای صفر درجه، بیشترین زمان نگهداری را دارا بودند. آنها یافتند که بسته بندی در شرایط MAP باعث طولانی شدن مدت ماندگاری فیله های مارماهی به مدت ۱۸ روز می شود در حالی که مدت ماندگاری برای فیله های بسته بندی شده در شرایط محیط ۱۱ بود. بر اساس نتایج بدست آمده مدت ماندگاری ماهی و محصولات ماهی متفاوت است و بستگی به بسته بندی، شرایط نگهداری، بار میکروبی اولیه و همچنین گونه ماهی دارد.

مدت ماندگاری ۴ تا ۲۱ روز برای بسته بندی در شرایط MAP توسط سایر محققین مانند Masniyom و همکاران (۲۰۰۲) بر روی فیله ماهی خاردار، Ozogul و همکاران (۲۰۰۴) بر روی ماهی ساردین و Reddy و همکاران (۱۹۹۴) بر روی فیله های تیلاپیا انجام گرفته است.

Adoga و همکارانش در سال ۲۰۱۰ بر روی مدت ماندگاری ماهی تیلاپیا نگهداری شده در یخ و دمای محیط تحقیقاتی را انجام دادند که بر اساس نتایج بدست آمده مدت ماندگاری ماهی نگهداری شده در یخ ۱۵ روز و برای ماهی نگهداری شده در دمای محیط ۱۲ ساعت بود.

تحقیقی که توسط Margaret و Kasiga در سال ۲۰۰۵ انجام گرفت نشان داد که ماهی تیلاپیا نیل (*Oreochromis niloticus*) در اندازه های کوچکتر نسبت به نمونه های دارای اندازه های بزرگتر سریعتر دچار جمود

نعشی می شوند. همچنین یافتند که اندازه ی ماهی و دمای نگهداری بر روی مدت نگهداری ماهیان نقش موثری را ایفا می کنند.

گزارش های زیادی از تاثیر بسته بندی تحت خلاء بر طولانی کردن عمر نگهداری گوشت های تازه در مقایسه با هوای معمولی انتشار یافته است. جورکش (۱۳۸۳) بر روی نگهداری ماهی سفید بسته بندی شده در خلاء ، اروجعلیان و هدایتی فرد (۱۳۸۳) بر روی نگهداری فیله ماهی ازون برون تازه بسته بندی شده در خلاء و اتمسفر اصلاح شده را مورد مطالعه قرار دادند.

سلمانی جلودار در سال ۱۳۸۸ اثر بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده با درصد گازهای مختلف را بر زمان ماندگاری ماهی قزل آلا رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*) در دمای یخچال مورد بررسی قرار داد. بررسی نتایج بدست آمده گویای این است که ترکیب های گازی مختلف مورد استفاده باعث توقف رشد میکروارگانیسم ها نمی شود بلکه سرعت افزایش آنها را کند می نماید. باتوجه به نتایج بدست آمده می توان گفت که بسته بندی ماهی قزل آلا تحت شرایط MAP ضمن سهولت در امر نگهداری و عرضه باعث افزایش زمان ماندگاری شده و ضرر اقتصادی ناشی از فساد ماهی را کاهش می دهد.

Reddy و همکاران در سال ۱۹۹۲ مطالعه ای بر روی مدت ماندگاری و ایمنی محصولات ماهی تازه تحت اتمسفر اصلاح شده انجام دادند که نتایج حاصل نشان داد که مدت ماندگاری ماهی در سیستم MAP در مقایسه با نگهداری در معرض هوا بسیار طولانی تر بوده است.

بخش دوم: مواد وروشها

- تهیه ماهی تیلاپیا

در خرداد ۱۳۹۱ تعداد ۸۰ عدد تیلاپیا نیل و ۸۰ عدد تیلاپیاقرمز با وزن متوسط ۵۰ ±۳۵۰ گرم، به طور تصادفی از استخرهای مرکز تحقیقات ماهیان آب شور داخلی واقع در بافق یزد صید گردید و پس از تخلیه امعا و احشا، به

نسبت ۱:۳ (پودر یخ وماهی) در مخازن عایق CSW[60] قرار داده شد و به مرکز ملی تحقیقات فراوری آبزیان انزلی وابسته به موسسه تحقیقات شیلات ایران منتقل گردید.

ماهی ها پس از انتقال به مرکز ملی تحقیقات فراوری آبزیان انزلی و هنگام آغاز عملیات تهیه فیله و بسته بندی کاملا تازه به نظر می رسیدند.

در این مرکز، عملیات زیر به ترتیب بر روی ماهیان انجام گرفت:

- محاسبه وزن بدن ماهیان براساس گرم
- تهیه فیله بدون پوست و استخوان با روش دستی

فیله ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم گرم وزن شدند. میانگین وزن فیله ها ۵ ± ۱۰۰ گرم بود.

سپس نمونه ها در ۶ گروه به شرح زیر دسته بندی شدند:

الف: فیله تیلاپیای نیل بسته بندی شده با هوای محیط

ب: فیله تیلاپیای قرمز بسته بندی شده با هوای محیط

ج : فیله تیلاپیای نیل بسته بندی شده با اتمسفر اصلاح شده

د : فیله تیلاپیای قرمز بسته بندی شده با اتمسفر اصلاح شده

ذ : فیله تیلاپیای نیل بسته بندی وکیوم

ر : فیله تیلاپیای قرمز بسته بندی وکیوم

- روش تهیه نمونه ها با بسته بندی مختلف

الف: بسته بندی با هوای محیط

برای تهیه نمونه های بسته بندی شده در شرایط معمولی در مجاورت هوای محیط ، هر فیله داخل یک کیسه از جنس پلی آمید قرار داده شده و پس از برچسب زنی توسط دستگاه دوخت بسته بندی شدند. این نمونه ها برای مدت ۱۰ روز در یخچال با دمای ۱±۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

ب : بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده

[60] Cold sea water

برای تهیه نمونه های بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده، هر فیله داخل یک کیسه از جنس پلی آمید قرار داده شده و پس از برچسب زنی توسط دستگاه بسته بندی اتمسفر اصلاح شده با ترکیب گازهای تعیین شده (۴۰٪ CO_2، ۵٪O_2، ۵۵٪ N_2) پر می شوند و درب آنها دوخته شد. این نمونه ها برای مدت ۱۰ روز در یخچال با دمای ۱±۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

ج: بسته بندی خلاء

برای تهیه نمونه های بسته بندی در شرایط خلاء ، هر فیله داخل یک کیسه از جنس پلی آمید قرار داده شده و پس از برچسب زنی توسط دستگاه هوای داخل بسته تخلیه شده و بسته بندی شدند. این نمونه ها برای مدت ۱۰ روز در یخچال با دمای ۱±۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

از نمونه های بسته بندی شده در تاریخ های معین (جدول ۲-۱) نمونه گیری شد و آزمایشات زیر به عمل آمد. آزمایشات برای هرنمونه در سه تکرار انجام شد.

جدول ۲-۱- زمان بندی نمونه برداری ها و آزمایشات انجام شده

تاریخ نمونه برداری/ آزمایشات	فاکتورهای شیمیایی	آزمون میکروبی	ارزیابی حسی
فاز صفر	✓	✓	✓
پس از ۲۴ ساعت	✓	✓	✓
پس از ۴۸ ساعت	✓	✓	✓
پس از ۷۲ ساعت	✓	✓	✓
پس از ۹۶ ساعت	✓	✓	✓
پس از ۱۲۰ ساعت	✓	✓	✓
پس از ۱۴۴ ساعت	✓	✓	✓
پس از ۱۶۸ ساعت	✓	✓	✓
پس از ۱۹۲ ساعت	✓	✓	✓
پس از ۲۱۶ ساعت	✓	✓	✓

❖ روش های آزمایشگاهی

❖ اندازه گیری **pH**

۵ گرم از نمونه فیله ماهی از هر تیمار را به ۵۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه و توسط دستگاه هموژنیزر، هموژنیزه شده و سپس با استفاده از یک گاز استریل صاف گردیده و با استفاده از دستگاه pHمتر مدل ۷۱۳ ساخت شرکت Metrohm اندازه گیری گردید .

❖ اندازه گیری پراکسید

اندازه گیری عدد پراکسید ، جهت اندازه گیری اکسیداسیون چربی موجود در گوشت ماهی بکار گرفته می شود.دراین تحقیق، برای اندازه گیری عدد پر اکسید از روش لی(Lea method) استفاده شد (پروانه،۱۳۸۶).که واحد آن میلی اکی والان O_2 بر کیلوگرم چربی ماهی است.

❖ اندازه گیری مجموع بازهای فرار

در اندازه گیری بازهای نیتروژنی فرار (TVN) از روش ماکروکلدال استفاده شد (پروانه،۱۳۸۶). که واحد آن میلی اکی والان N_2 بر کیلوگرم چربی ماهی است.

❖ ارزیابی حسی (ارگانولپتیک)

برای انجام تست های حسی مربوط به رنگ، بو، شکل ظاهری بافت، طعم و مزه استفاده گردید (Lin and Morrissey 1994).

آزمون حسی با استفاده از یک گروه ارزیاب آموزش دیده متشکل از ۸ نفر انجام گردید. نمونه ها در دستگاه (Toaster) با مارک Vidas (ساخت کشور ایتالیا) و در دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد پخته شدند و برای هر نفر به میزان ۴۰ گرم نمونه در ظروف کد گذاری شده به همراه یک لیوان آب، مقداری آب لیمو و فرم ارزیابی حسی، به صورت گرم (قابل مصرف) به ارزیاب ها عرضه گردید. ترتیب ارائه ی نمونه ها به صورت کاملا تصادفی بود. این افراد نظرات خود را پس از ارزیابی رنگ، بو، طعم و مزه و بافت هر تیمار روی پرسشنامه ها منتقل کردند. بر اساس آزمون انجام شده، امتیازاتی که اعضاء گروه برای ماندگاری فیله ماهی تیلاپیا دادند از ۱ تا ۵ (۱= بسیار ضعیف، ۲= ضعیف، ۳= قابل قبول، ۴= خوب، ۵= بسیار خوب)در نظر گرفته شد.

❖ آزمون میکروبی

برای شمارش میکروبی باید رقت های اعشاری تهیه کرد. اولین رقت، رقت یکدهم است که به صورت ۰/۱ نشان داده می شود. برای تهیه رقت ۰،۱۰/۱ گرم از نمونه فیله ماهی را با ۹۰ میلی لیتر محلول استریل پپتون بافر فسفات ۰/۱ درصد در داخل ارلن ریخته و سپس از آن رقت های مختلف تهیه شد. جهت تهیه رقت ۰/۰۱، لوله حاوی ۹ میلی لیتر محلول استریل پپتون بافر فسفات تهیه گردید و سپس به کمک یک پیپت یک میلی لیتری سترون، یک میلی لیتر از رقت یکدهم برداشته و به لوله حاوی ۹ میلی لیتر محلول پپتون بافر اضافه گردید. برای تهیه رقت ۰/۰۰۱ ، به ۹ میلی لیتر محلول استریل پپتون بافر فسفات یک میلی لیتر از رقت ۰/۰۱ اضافه و به همین ترتیب عمل رقیق کردن ادامه داده شد. برای شمارش کلی باکتری ها عمل رقیق سازی تا رقت 10^{-5} انجام شد. برای برداشت رقت ها هر بار از یک پیپت استریل مجزا استفاده گردید. کلیه عملیات در کنار شعله و با رعایت شرایط سترون انجام شد. برای کشت دادن باکتری ها به مقدار ۱ میلی لیتر از رقت را داخل پلیت های استریل در کنار شعله اضافه و سپس محیط کشت به آن اضافه شد، سپس با تکان دادن و چرخاندن مخلوط گردید و بعد از چند دقیقه همه پلیت ها وارونه شده و در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شد. پس از این زمان تعداد پرگنه ها در هر پلیت شمارش گردید و تعداد آنها در عکس رقت شمارش شده ضرب گردید. تعداد باکتری ها به صورت[۶۱] Log cfu/g بیان شد.

برای شمارش کلی باکتری ها از محیط کشت پلیت کانت آگار (PCA) استفاده گردید.

❖ آنالیز آماری داده ها

آنالیز آماری نتایج آزمایشات هر تیمار با استفاده از نرم افزار آماری **SPSS** و **Minitab) ،(14** انجام شد. از آنالیز واریانس یکطرفه **(One-way ANOVA)** و تست **(Tukey's)** برای مقایسه میانگین تکرار ها استفاده شد. سطح معنی دار ($P<0.05$) در نظر گرفته شد.

[۶۱]- Colony Forming unit

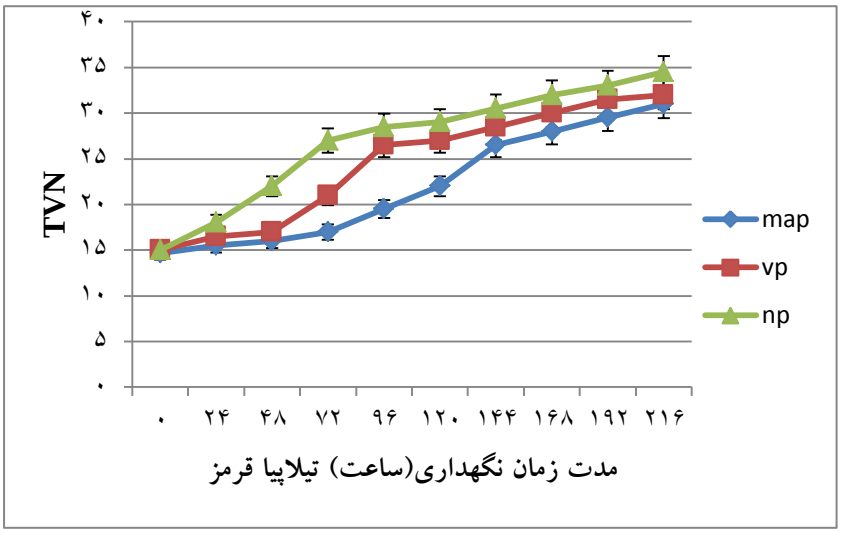
- بررسی نتایج آزمون های شیمیایی
- مجموع بازهای ازته فرار

تغییرات TVN فیله ماهی تیلاپیا نیل و قرمز طی نگهداری در دمای یخچال در نمودارهای شماره ۲-۱ و۲-۲ نشان داده شده است. طبق نتایج بدست آمده، مقدار TVN در فیله های هر دو ماهی تیلاپیا نیل و قرمز بسته بندی شده به سه روش تحت خلاء[۶۲]، معمولی[۶۳] و اتمسفر اصلاح شده[۶۴] با افزایش مدت زمان نگهداری در دمای یخچال افزایش پیدا کرد. میزان TVN در فاز صفر برای فیله های تیلاپیا نیل بسته بندی شده به سه روش اتمسفر اصلاح شده، وکیوم و معمولی به ترتیب ۱۵، ۱۵، ۱۵/۵ میلی گرم نیتروژن در صد گرم و در پایان دوره به ترتیب ۳۲، ۳۳، ۳۴/۵ رسید. همچنین میزان این شاخص در فاز صفر برای فیله های تیلاپیا قرمز بسته بندی شده به سه روش اتمسفر اصلاح شده، وکیوم و معمولی به ترتیب ۱۴/۷، ۱۵، ۱۵ میلی گرم نیتروژن در صد گرم و در پایان دوره به ترتیب ۳۱، ۳۲، ۳۴/۵ رسید.

طبق نمودار ها میزان TVN در ۲۴ ساعت اول نگهداری در دمای یخچال با سرعت کمی افزایش یافت و افزایش آن در روش بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده در هر دو فیله ماهی تیلاپیا نیل و قرمز روند کند تری را نسبت به شرایط خلاء و شرایط معمولی داشت.

۶۲- Vacuum packaging(VP)
۶۳- Normal packaging(NP)
۶۴- Modified atmosphere packaging(MAP)

شکل ۲-۱- نمودار تغییرات میزان بازهای ازت فرار (TVN) در مدت نگهداری در دمای یخچال در تیلاپیا نیل



شکل ۲-۲- نمودار تغییرات میزان بازهای ازت فرار (TVN) در مدت نگهداری در دمای یخچال در تیلاپیا قرمز

❖ **تغییرات pH**

تغییرات pH فیله ماهی تیلاپیا نیل و قرمز طی نگهداری در دمای یخچال در نمودارهای شماره ی ۲-۳ و ۲-۴ نشان داده شده است. طبق نتایج بدست آمده، مقدار pH در فیله های ماهی تیلاپیا نیل و قرمز بسته بندی شده به سه روش وکیوم ، معمولی و اتمسفر اصلاح شده با افزایش مدت زمان نگهداری در دمای یخچال افزایش پیدا کرد. میزان pH

در فاز صفر برای نمونه های تیلاپیا نیل و قرمز بسته بندی شده به سه روش اتمسفر اصلاح شده، وکیوم و معمولی ۶/۲ بود. همچنین میزان pH در پایان دوره برای فیله های تیلاپیا قرمز بسته بندی شده به سه روش اتمسفر اصلاح شده، وکیوم و معمولی به ترتیب ۶/۷ ۶/۸، ۶/۹ و برای فیله های تیلاپیا نیل در پایان دوره به ۶/۷ رسید.

طبق نمودار ها میزان pH در ۲۴ ساعت اول نگهداری در دمای یخچال کاهش یافت و سپس افزایش پیدا کرد. میزان pH در روش بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده در هر دو فیله ماهی تیلاپیا نیل و قرمز افزایش کمتری را نسبت به شرایط خلاء و شرایط معمولی داشت.

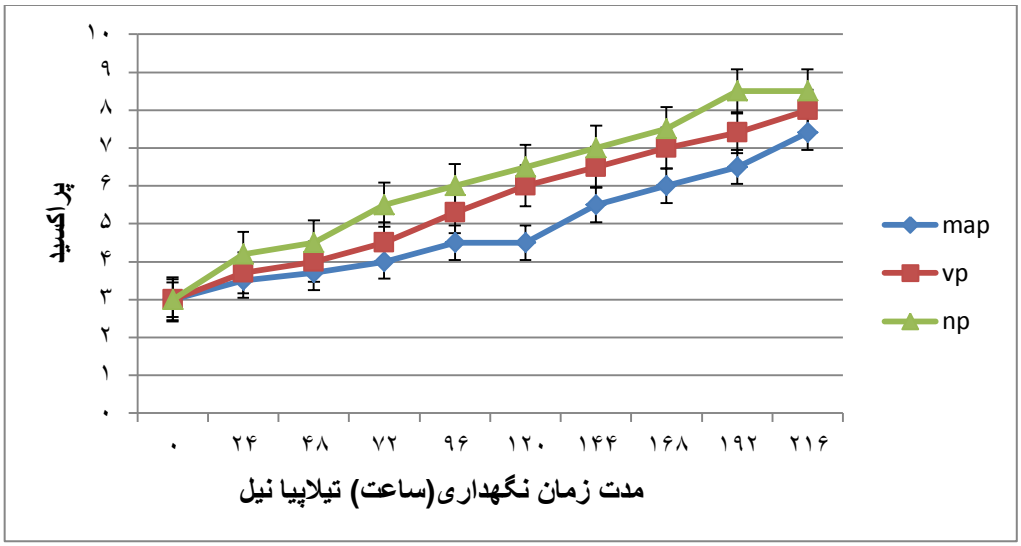
نمودار ۲- ۳- نمودار تغییرات میزان pH در مدت نگهداری در دمای یخچال در تیلاپیا نیل

نمودار ۲-۴- نمودار تغییرات میزان pH در مدت نگهداری در دمای یخچال در تیلاپیا قرمز

❖ تغییرات عدد پراکسید **(PV)**

نتایج بدست آمده از میزان تغییرات PV فیله ماهی تیلاپیا نیل و قرمز طی نگهداری در دمای یخچال در نمودارهای شماره ی ۲-۵ و ۲-۶ نشان داده شده است.طبق این نتایج، مقدار PV در فیله های ماهی تیلاپیا نیل و قرمز بسته بندی شده به سه روش وکیوم، معمولی و اتمسفر اصلاح شده با افزایش مدت زمان نگهداری در دمای یخچال افزایش پیدا کرد. میزان PV در فاز صفر برای نمونه های تیلاپیا نیل بسته بندی شده به سه روش اتمسفر اصلاح شده، وکیوم و معمولی ۳ و برای نمونه های تیلاپیا قرمز به ترتیب ۳ ، ۳ ،۳/۳ بود. همچنین میزان PV در پایان دوره برای فیله های تیلاپیا قرمز بسته بندی شده به سه روش اتمسفر اصلاح شده، وکیوم و معمولی به ترتیب ۷/۲، ۷/۷، ۸/۷ و برای فیله های تیلاپیا نیل در پایان دوره به ترتیب ۷/۴، ۸ ، ۸/۵ رسید.

میزان PV در روش بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده در هر دو فیله ماهی تیلاپیا نیل و قرمز افزایش کمتری را نسبت به شرایط خلاء و شرایط معمولی داشت.



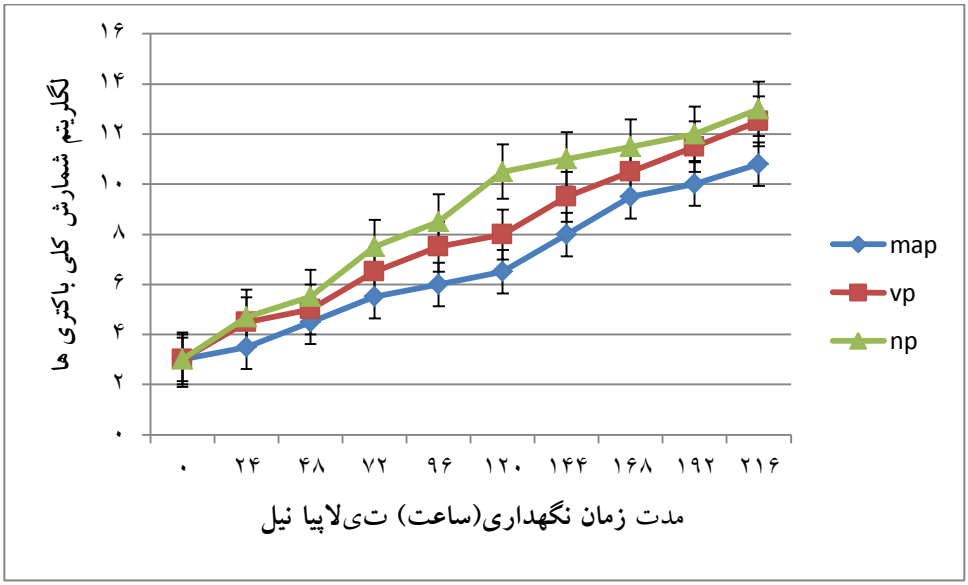
نمودار ۲-۵ نمودار تغییرات میزان PV در مدت نگهداری در دمای یخچال در تیلاپیا نیل

شکل ۲ -۶ نمودار تغییرات میزان PV در مدت نگهداری در دمای یخچال در تیلاپیا قرمز

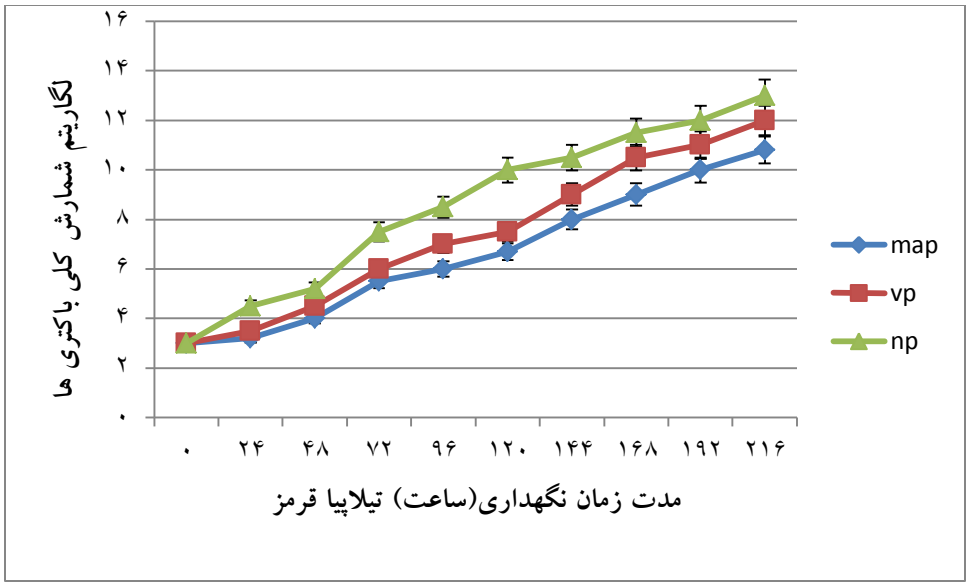
❖ بررسی نتایج آزمون های میکروبی

نتایج شمارش کلی باکتری ها در فیله ماهی تیلاپیا نیل و قرمز به ترتیب در نمودارهای ۲-۷ و ۲-۸آمده است. طبق نتایج بدست آمده، تعداد کلی باکتری ها در فیله های هر دو ماهی تیلاپیا نیل و قرمز بسته بندی شده به سه روش وکیوم، معمولی و اتمسفر اصلاح شده با افزایش مدت زمان نگهداری در دمای یخچال افزایش پیدا کرد. تعداد کلی باکتری ها در فاز صفر برای فیله های تیلاپیا نیل بسته بندی شده به سه روش اتمسفر اصلاح شده، وکیوم و معمول ۳ log cfu/g و در پایان دوره به ترتیب ۱۰/۸، ۱۲/۵، ۱۳log cfu/g رسید. همچنین تعداد کلی باکتری ها در فاز صفر برای فیله های تیلاپیا قرمز بسته بندی شده به سه روش اتمسفر اصلاح شده، وکیوم و معمولی ۳ log cfu/g و در پایان دوره به ترتیب ۱۰/۸، ۱۲، ۱۳log cfu/g رسید.

با توجه به داده های بدست آمده، با افزایش مدت زمان نگهداری تعداد کلی باکتری ها در هر سه تیمار بسته بندی شده افزایش پیدا کرد. که در میان آنها فیله های بسته بندی شده در شرایط معمولی بیشترین تعداد باکتری را دارا بوده و تیمار های بسته بندی شده در شرایط MAP افزایش کمتری را در تعداد باکتری ها در طول مدت نگهداری داشتند.



شکل ۲- ۷- نمودار تغییرات شمارش کلی باکتری در مدت نگهداری در دمای یخچال در تیلاپیا نیل



شکل ۲-۸- نمودار تغییرات شمارش کلی باکتری در مدت نگهداری در دمای یخچال در تیلاپیا قرمز

❖ ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی مربوط به طعم و مزه، بو، رنگ ، بافت و ارزیابی کلی در فیله تیلاپیا نیل و قرمز به ترتیب در نمودارهای ۲-۹، ۲-۱۰، ۲-۱۱، ۲-۱۲، ۲-۱۳ آمده است. از نظر فاکتورهای ارگانولپتیک ماهی تازه بالاترین امتیاز را داراست. در طول دوره نگهداری در دمای یخچال امتیازات مربوط به فاکتورها ، کاهش یافت. با توجه به روش مورد استفاده در ارزیابی حسی، امتیاز ۵ به ماهی تازه در فاز صفر داده شد و با گذشت زمان در طول مدت نگهداری امتیازات کاهش پیدا کرد. در نمودارها و جداول زیر ویژگی های حسی به تفکیک بررسی شده است.

T-B-M : تیلاپیا- نیل- بسته بندی معمولی

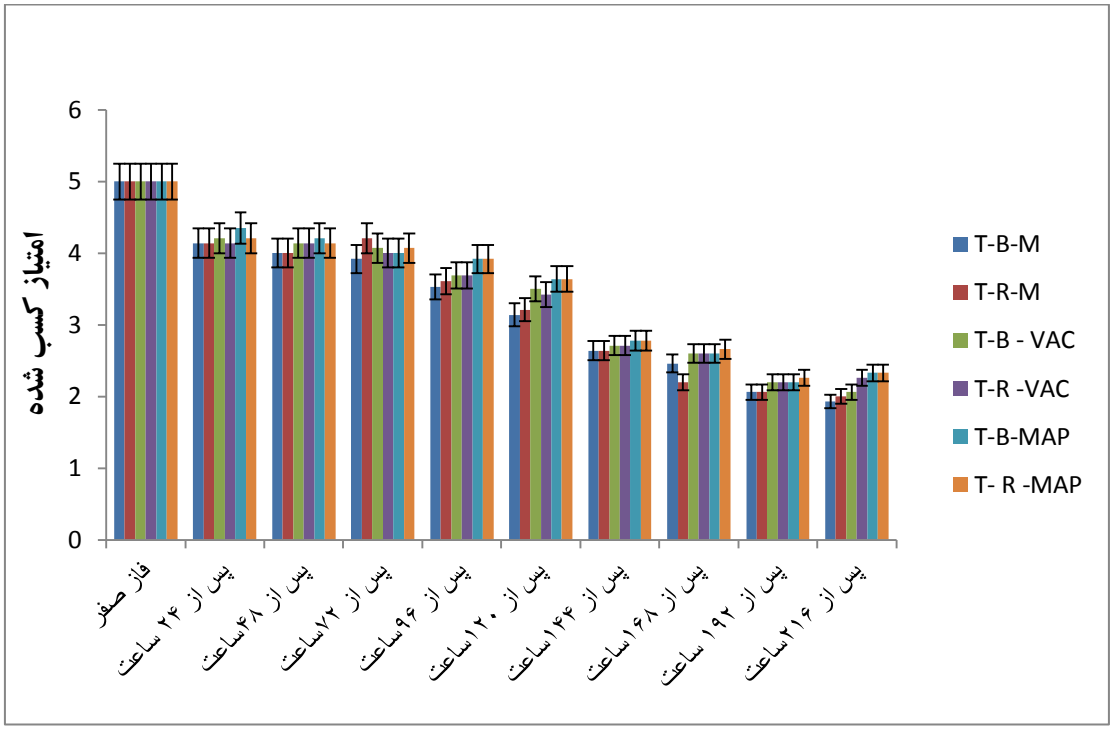
T-R-M : تیلاپیا-قرمز- بسته بندی معمولی

T-B-VAC: تیلاپیا- نیل- تحت خلاء

T-R-VAC : تیلاپیا- قرمز- تحت خلاء

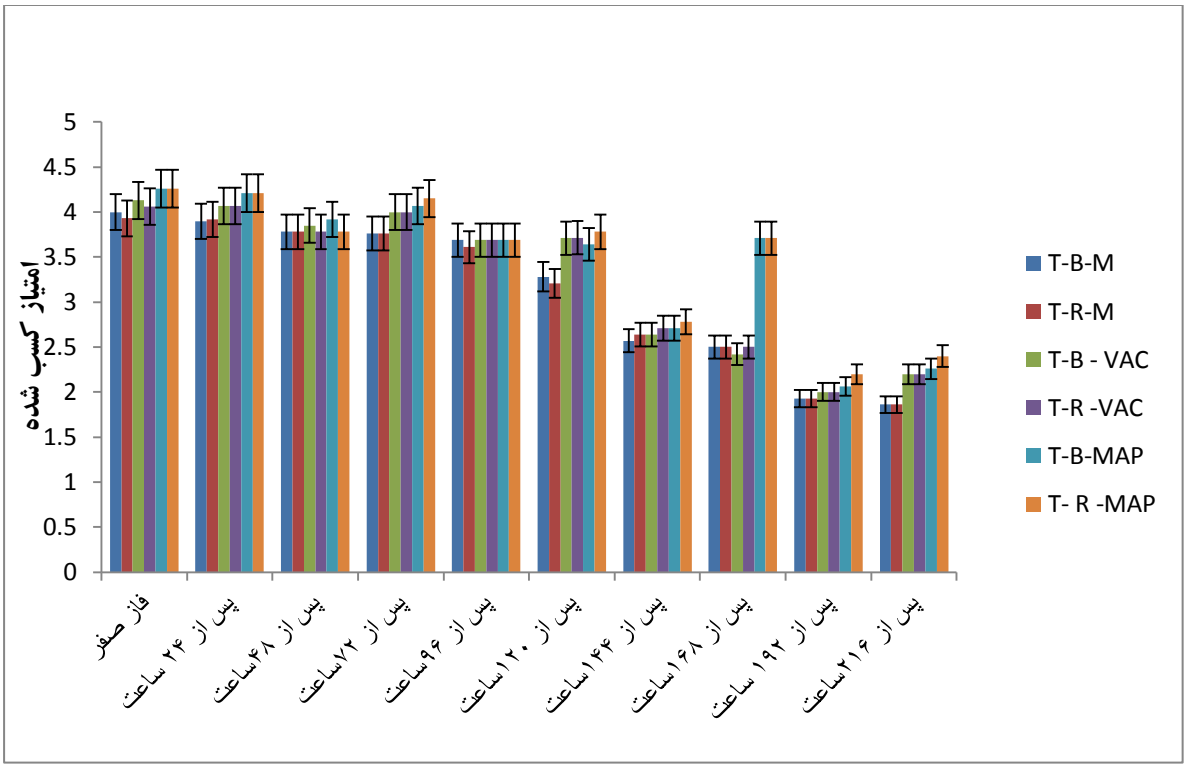
T-B-MAP : تیلاپیا-نیل- بسته بندی درشرایط Map

T-R-MAP : تیلاپیا–قرمز– بسته بندی درشرایط Map



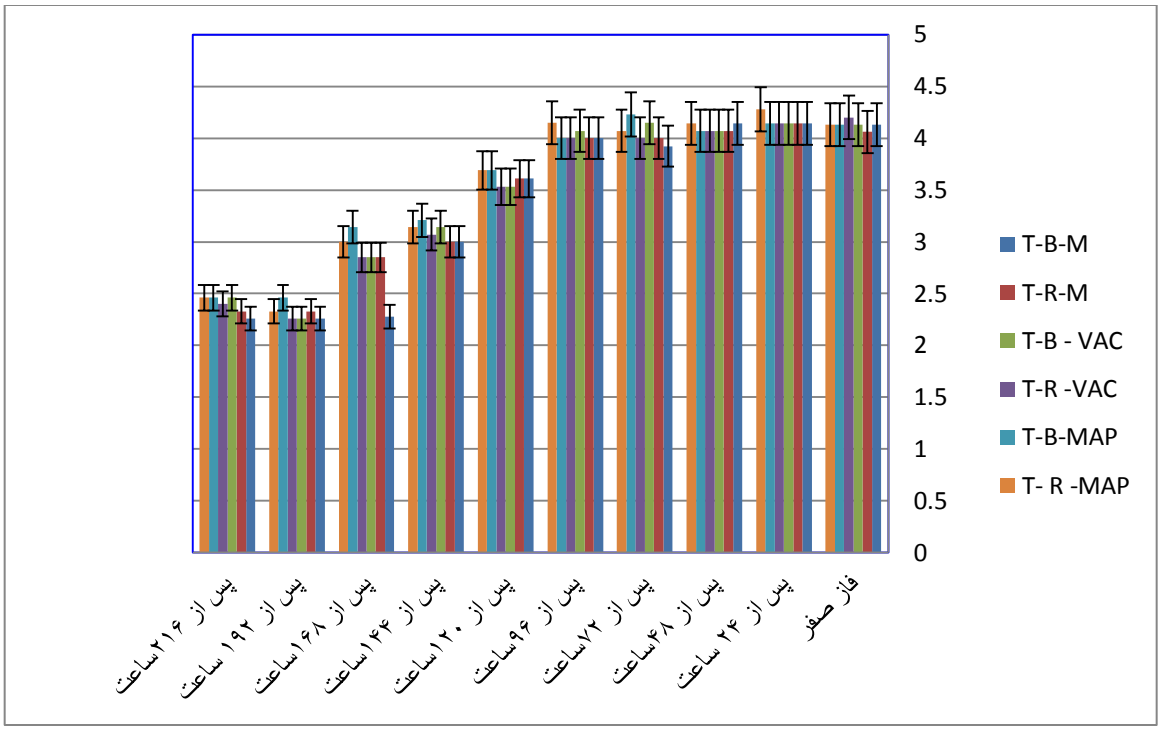
شکل۲– ۹ نمودار بررسی مقایسه ای تغییرات طعم و مزه از فاز صفر تا پایان مدت زمان نگهداری نمونه ها در دمای یخچال (۴ °c)

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی تغییرات طعم و مزه در فیله ماهی تیلاپیا قرمز و نیل بسته بندی شده در سه روش MAP ، تحت خلاء و معمولی در طول مدت زمان نگهداری نشان داد که با گذشت زمان از کیفیت طعم و مزه کاسته شد که میزان این کاهش در فیله های بسته بندی شده در اتمسفر اصلاح شده کمتر از دو روش دیگر بود و در فیله های بسته بندی شده در شرایط خلاء طعم و مزه کاهش کمتری نسبت به بسته بندی معمولی داشت. بنابراین فیله های بسته بندی شده در شرایط MAP از نظر طعم و مزه بهتر از سایر فیله ها ارزیابی گردیده است.



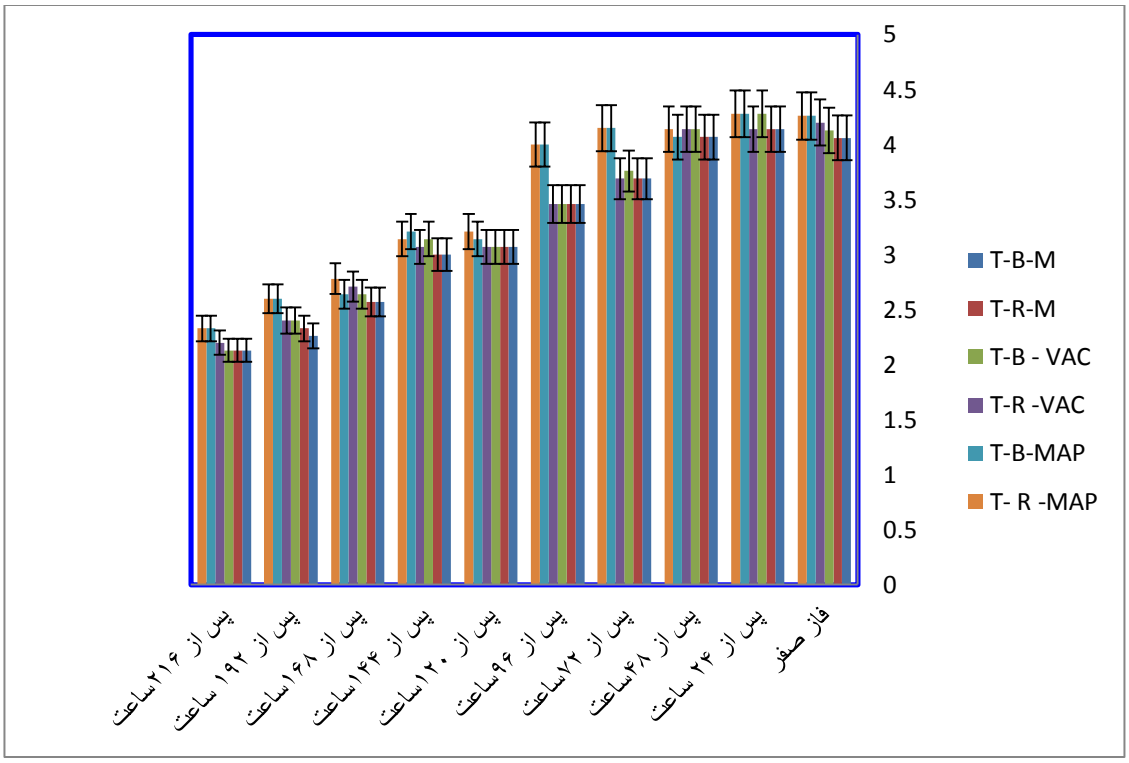
شکل۲-۱۰ نمودار بررسی مقایسه ای تغییرات بو از فاز صفر تا پایان مدت زمان نگهداری نمونه ها در دمای یخچال (۴ $^{\circ}c$)

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی تغییرات بو در فیله ماهی تیلاپیا قرمز و نیل بسته بندی شده در سه روش MAP ، تحت خلاء و معمولی در طول مدت زمان نگهداری نشان داد که با گذشت زمان، بوی نامتبوع افزایش می یابد که میزان این افزایش در فیله های بسته بندی شده در اتمسفر اصلاح شده کمتر از دو روش دیگر بود و در فیله های بسته بندی شده در شرایط خلاء نسبت به بسته بندی معمولی کمتربود. بنابراین فیله های بسته بندی شده در شرایط MAP از نظر تغییرات بو بهتر از سایر فیله ها ارزیابی گردیده است وترکیب گازهای بکارگیری شده در بسته بندی اتمسفر اصلاح شده توانسته تا پایان دوره، فاکتور ارزیابی بو را در شرایط بسیار خوبی حفظ نماید .



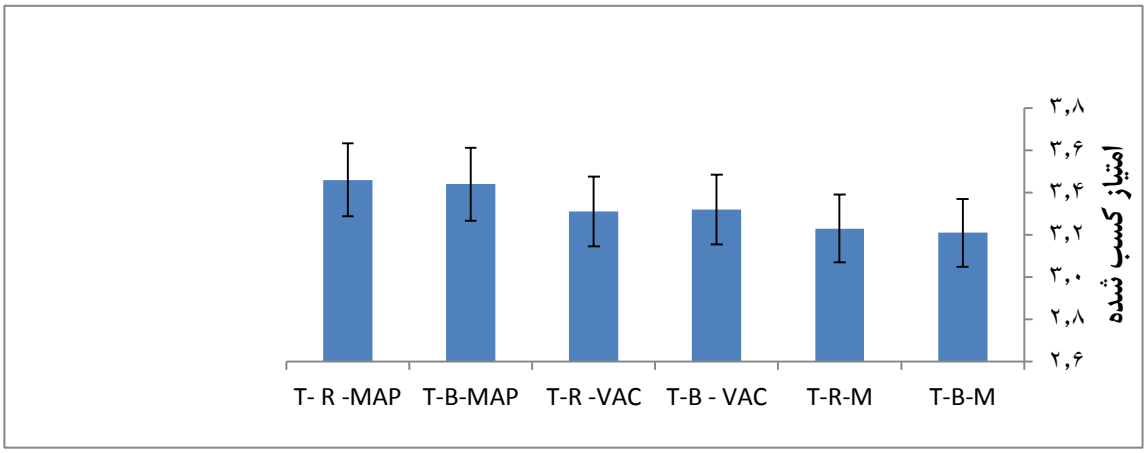
شکل۲-۱۱ نمودار بررسی مقایسه ای تغییرات رنگ از فاز صفر تا پایان مدت زمان نگهداری نمونه ها در دمای یخچال (۴ $^{\circ}c$)

با توجه به نتایج بدست آمده ، از نظر بررسی فاکتور رنگ در تیمارهای مختلف، رنگ در نمونه های بسته بندی شده در اتمسفر اصلاح شده (MAP) برتری نسبی نسبت به تیمار بسته بندی تحت خلاء داشته و در بررسی عملی نیز مشاهده گردید که فیله ها در بسته بندیMAP از رنگ روشن و بازار پسندی برخوردار بوده اند .



شکل ۲-۱۲ نمودار بررسی مقایسه ای تغییرات بافت از فاز صفر تا پایان مدت زمان نگهداری نمونه ها در دمای یخچال (۴ °c)

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی بافت در تیمارهای بسته بندی شده، تا پایان دوره نگهداری نمونه ها در دمای یخچال، نمونه های بسته بندی شده در شرایط اتمسفر اصلاح شده بهتر از سایر تیمارها ارزیابی گردیده و همچنین تیمارهای بسته بندی تحت خلاء بهتر از تیمارها در بسته بندی معمولی می باشد.



شکل ۲-۱۳ نمودار بررسی مقایسه ای در ارزیابی حسی تیمارها از نظر انتخاب بهترین تیمار ، در پایان دوره پس نگهداری

با توجه به نمودار ۲-۱۳، در جمع بندی کلی و در بررسی مقایسه ای نهایی از نظر ارزیابی حسی و کلیه فاکتورهای طعم و مزه، بو، رنگ و بافت تیمارهای بسته بندی شده در اتمسفر اصلاح شده بهترین ارزیابی نهایی را به عنوان تیمار برتر داشته است و مدت زمان بیشتری کیفیت خود را حفظ کردند و دیرتر به حد غیر قابل مصرف رسیدند. با توجه به بررسی های بدست آمده از ارزیابی حسی فیله ها در سه روش بسته بندی، فیله های بسته بندی شده در شرایط MAP بعد از ۵ روز ، فیله های بسته بندی شده در شرایط تحت خلاء بعد از ۴ روز و فیله های بسته بندی شده در شرایط معمولی بعد از ۳ روز نگهداری در دمای یخچال قابل مصرف بودند و بعد از آن کیفیت فیله ها افت کرد و برای مصرف مناسب نبودند.

بخش پنجم: چهارم

- ❖ بررسی تغییرات شاخص های فساد
- ❖ **pH**

pH عضله ماهی زنده حدود ۷ است (Papadopoulos *et al.*، 2006 and Cakli & *et al* 2003). یکی از خصوصیات اصلی گوشت ماهی، pH بالای آن پس از مرگ است.

Simeonidou و همکارانش (۱۹۹۸) یافتند که pH ماهی پس از مرگ می تواند از ۶ تا ۷/۱ متفاوت باشد و به گونه ماهی، فصل صید و فاکتورهای دیگر بستگی دارد.

همچنین Huss (۱۹۹۵) بیان کرد که pH اکثر ماهیان بعد از مرگ(بلافاصله بعد از صید) ۷ و یا کمی کمتر از ۷ می باشد. وضعیت تغذیه ای ماهی بر سطح گلیکوژن ذخیره ای و در نتیجه بر روی pH نهایی بعد از مرگ تاثیر می گذارد.

بر اساس یافته های بدست آمده، بیشتر ماهیان مقدار کمی کربوهیدرات (کمتر از ۰/۵ درصد) در بافت ماهیچه ای خود دارند و پس از مرگشان فقط مقدار کمی اسید لاکتیک در نتیجه گلیکولیز تولید می شود و pH گوشت ماهی به میزان کمی کاهش می یابد. اما در طی دوره ی نگهداری ، pH گوشت ماهی افزایش می یابد که دلیل آن ممکن است تولید ترکیبات بازی از قبیل آمونیاک، تری متیل آمین ها و همچنین دیگر آمین های بیولوژیک که توسط باکتری های عامل فساد در ماهی تولید می شوند باشد.

در این تحقیق، با توجه به داده های بدست آمده، میزان pH در ۲۴ ساعت اول در هر سه نوع بسته بندی در شرایط اتمسفر اصلاح شده ، وکیوم و معمولی در هر دو فیله ماهی تیلاپیا قرمز و نیل ، به میزان کمی کاهش پیدا کرد اما بعد از آن افزایش یافت.

در مطالعه ای که توسط EL-Marrakchi و همکارانش(۱۹۹۰) بر روی شاخص pH ماهی ساردین نگهداری شده در یخ انجام داد، مشاهده کرد که pH نمونه ها در ۲۴ ساعت اول کاهش و پس از آن افزایش می یابد.

در فیله های ماهی بسته بندی شده در شرایط خلاء در مقایسه با فیله ماهی بسته بندی شده در شرایط معمولی میزان pH به میزان خیلی کمی کمتر بود که می تواند به دلیل حضور دی اکسید کربنی باشد که از بافت تولید می شود(Ashie & *et al.*،1996) و یا به دلیل ایجاد محیط بی هوازی در بسته های خلاء باشد.

همچنین میزان افزایش pH در نمونه های بسته بندی شده در شرایط معمولی، با افزایش بار آلودگی باکتری های سرمادوست در ارتباط بود.

pH بیشتر از ۷ نشان دهنده ی فساد است که در این تحقیق این میزان pH در هیچ کدام از فیله ها مشاهده نشد.

Silva & White (۱۹۹۴) تفاوت معنی داری در میزان pH بین بسته بندی در شرایط معمولی ، Co2 پایین و Co2 بالا مشاهده نکردند.

Barnet و همکارانش در سال ۱۹۸۲ گزارش کردند که تغییرات قابل ملاحظه ای در میزان pH گوشت ماهی سالمون نگهداری شده با اتمسفر ۹۰٪ دی اکسیدکربن مشاهده نکردند.

در تحقیقی که Arkoudelos و همکارانش در سال ۲۰۰۷ بر روی بررسی تاثیر روش های بسته بندی MAP، Vacuum و هوای محیط بر روی مار ماهی نگهداری شده در دمای ۰ درجه سانتیگراد انجام دادند، تفاوت معنی داری در میزان pH برای هر سه نوع بسته بندی مشاهده نکردند و مشخص شد که اندازه گیری pH، شاخص مناسبی برای بررسی تغییرات کیفی مار ماهی به شمار نمی رود ، که این گفته با یافته های Simeonidou و همکارانش(۱۹۹۸) و Scottو همکارانش(۱۹۹۲) مطابقت داشت.

❖ پراکسید

اکسیداسیون چربی یک مشکل مهم در غذاهای دریایی به ویژه غذاهای با چربی بالا است که باعث ایجاد بو و طعم نامطلوب می شود (Kostaki، *et al.*، 2009) . هیدروپراکسید ها، محصول اولیه اکسیداسیون چربی ها و اسیدهای چرب چند غیر اشباعی هستند به همین دلیل ، برای تعیین محصولات اولیه اکسیداسیون چربی ها، شاخص پراکسید اندازه گیری می شود (Lin cc، 2005). از آنجایی که پراکسیدها تغییری در ویژگی های حسی ماهی ایجاد نمی کنند و ترکیباتی بدون طعم و بو هستند، نمی توانند توسط مصرف کنندگان تشخیص داده شوند. اما این ترکیبات باعث بوجود آمدن ترکیبات ثانویه مانند آلدئید ها و کتون ها می شوند که سبب تشخیص تندشدگی اکسیداسیونی می شوند (Ozyurt، 2007).

با توجه به داده های بدست آمده، میزان پراکسید در طی دوره نگهداری برای همه ی نمونه ها افزایش یافت که بررسی تغییرات عدد پراکسید نشان داد که در نمونه های بسته بندی شده در شرایط معمولی، تغییرات میزان پراکسید بیشتر از نمونه های سایر بسته بندی ها و میزان آن در فیله های بسته بندی شده در شرایط MAP کمتر از نمونه های بسته بندی شده به دو روش دیگر بود که این امر نشان دهنده ی این است که بسته بندی در شرایطMAP تا حدودی از اکسیداسیون چربی جلوگیری می کند و چون در این بسته بندی از گاز نیتروژن استفاده می شود، این گاز ، تند شدگی اکسیداسیونی را به تاخیر می اندازد و این یافته ها با یافته های سایر محققین (Farber، 1991) مطابقت دارد .

افزایش پراکسید به بیش از ۵ میلی اکی والان O_2 در یک کیلوگرم چربی نشان از شروع افت کیفیت فیله ماهی دارد (Karakam *et al.*، 1996) و حد مجاز پراکسید در فیله ماهی جهت مصرف انسانی ۱۰ میلی اکی والان O_2

در یک کیلوگرم چربی عنوان شده است (Lodasa *et al.*،2004). که در هر سه نوع بسته بندی میزان پراکسید پایین تر از حد مجاز است.

تأثیر بسته بندی در خلاء بر رونده افزایشی پراکسید در مطالعه حاضر با نتایج حاصل از تحقیق Fagan و همکارانش (۲۰۰۴) در بررسی تاثیر بسته بندی بر روی کیفیت ماهی ماکرل و سالمون و همچنین یافته های Anelich وهمکارانش بر روی فیله ی گربه ماهی آفریقایی مطابقت داشت .

به دلیل پایین بودن میزان چربی در بافت ماهی تیلاپیا اندازه گیری پراکسید جهت تعیین میزان تازگی در طول دوره نگهداری شاخص مناسبی به شمار نمی رود (Hossain *et al.*،2005).

❖ مواد ازته فرار کل(**TVN**)

مواد ازته فرار ترکیباتی هستند که به میزان کمی در ماهی تازه یافت می شوند و با افزایش زمان نگهداری بر مقدار آن افزوده می شود. هنگامی که ماهی نزدیک به عدم پذیرش خوراکی می شود مقدارTVN به سرعت افزایش می یابد . مقدار TVN نمی تواند جهت تخمین درجه تازگی در مراحل اولیه نگهداری به کار رود و فقط برای تخمین میزان کهنگی ماهی به کار می رود. مقدار TVN جهت ارزیابی گونه هایی که در آنها در طی فساد ، ترکیبات باز های فرار، به غیر از تری متیل آمین (TMA) تشکیل می شود به کار می رود. باز های فرار به مجموعه ای از ترکیبات مثل آمونیاک، دی متیل آمین(DMA) و ... گفته می شود که بر اثر فساد باکتریایی تولید می گردند و اغلب مقدار آنها به عنوان شاخص شیمیایی برای ارزیابی کیفی، اندازه گیری میزان فساد و ماندگاری تولیدات دریایی به کار می رود (. *et al* & Masniyom،Kilinc *et al.*; 2005 ،2009). مقدار آنها بسته به گونه ی ماهی، نوع فرآورده های تولیدی و ... متفاوت است. مواد ازته فرار در اثر تجزیه ی مولکولهای پروتئینی بوجود می آیند. افزایش مقدارTVN به فعالیت باکتری های موجود در گوشت و همچنین آنزیم های موجود در خود گوشت ماهی ارتباط دارد (Razavi Shirazi، H. 2007).

حد قابل قبول بیان شده برای شاخصTVN در مطالعات مختلف، متفاوت است. میزان **۲۵** میلی گرم نیتروژن در صد گرم نمونه (Masniyom & *et al.*،2005) و **۳۵-۳۰** میلی گرم نیتروژن در صد گرم نمونه (Huss،Connell; 1988 ، Shakila *et al.*; 1995،2005) بیان شده است.

بر اساس داده های بدست آمده، میزانTVN در ۲۴ ساعت اول با سرعت کمی افزایش یافت اما پس از آن با سرعت بیشتری رو به افزایش رفت. به دلیل اینکه در روز های اولیه نگهداری در دمای یخچال، باکتری ها در فاز پایه (Lage phase) قرار دارند و با سرعت کمی افزایش می یابند و پس از این مرحله به سرعت افزایش می یابند (Gram & Huss, 1996). بسته بندی فیله ها و نگهداری در دمای پایین باعث طولانی تر شدن فاز اولیه رشد میکروبی شد، بنابراین در ۲۴ ساعت اول میزان تولید TVN سرعت کمتری داشت. افزایش میزان TVN در پایان دوره ی نگهداری به دلیل فساد باکتریایی ناشی از رشد جمعیت باکتریایی می باشد (Hossain *et al*,. 2005).

داده ها نشان می دهد که در نمونه های بسته بندی شده در اتمسفر اصلاح شده، میزان TVN کندتر افزایش یافته است که دلیل آن حضور گاز دی اکسید کربن است که تا حدی از رشد باکتری های عامل فساد جلوگیری می کند و رشد آنها را به تاخیر می اندازد.

میزان TVN در نمونه های بسته بندی شده در شرایط خلاء افزایش کندتری نسبت به شرایط معمولی داشت که دلیل آن محیط بی هوازی داخل بسته بود که رشد باکتری های عامل فساد را به تاخیر می اندازد.

❖ بررسی آزمون میکروبی ماهی

میکروارگانیسم ها یکی از دلایل اصلی فساد غذاهای دریایی هستند. مهمترین میکروارگانیسم های عامل فساد ماهی، باکتری های گرم منفی، سرمادوست و هوازی هستند (Gram *et al*., 1987; Huss, 1988).

سودوموناس ها از باکتری های مهمی هستند که در فساد ماهی نقش دارند. شرایط بی هوازی از رشد آنها جلوگیری می کند بنابراین در فساد فیله های بسته بندی شده در شرایط خلاء نقشی ندارند. اما باکتری های گرم منفی همچون p.Phosphoreum به عنوان مسئول فساد ماهی در شرایط بی هوازی شناخته شده اند (Dalgaard, P. 1995). البته خطرناک ترین باکتری در فیله های بسته بندی شده در شرایط خلاء، باکتری کلستریدیوم بوتولینوم است که اگر در دمای کمتر از ۱۰ درجه و مدت زمان کمتر از ۱۰ روز نگهداری شوند، خطر آن کاهش می یابد (Gibson & Davis, 1995). بیشترین حد قابل قبول برای تعداد باکتری های موجود در گونه های دریاییLog cfu/g ۷ است (ICMSF, 1986). با توجه به داده های بدست آمده در این تحقیق، تعداد کلی باکتری ها با گذشت زمان افزایش یافت که تعداد آنها در تیلاپیا نیل و قرمز در سه بسته بندی MAP، خلاء و معمولی به ترتیب در روزهای ۷، ۵ و ۴ از حد قابل قبول عبور کرد.

افزایش باکتری ها در روش MAP نسبت به دو بسته بندی دیگر، روند کندتری داشت و تعداد باکتری های این روش در پایان دوره ی نگهداری کمتر بود که نشان دهنده ی رشد کندتر باکتری ها در روش MAP است و دلیل آن خاصیت ضد میکروبی دی اکسیدکربن است که رشد باکتری ها را به تاخیر می اندازد.

Finne (۱۹۸۲) گزارش کرد که CO_2 فساد را در غذاهای دریایی تازه از طریق جلوگیری از رشد باکتری های گرم منفی، سرمادوست و هوازی جلوگیری می کند. افزایش اثرات ضد میکروبی CO_2 بستگی به حلالیت آنها دارد که با کاهش دما افزایش می یابد (Stammen *et al*, 1990; Ashie *et al*., 1996). همچنین CO_2 فاز Lage رشد باکتریایی و زمان زایش[۶۵] را طولانی می کند (Philips, 1996).

بر اساس یافته های Huss در سال ۱۹۷۲ ، CO_2 نقش مهمی را در رشد میکروبی، فعالیت ضد میکروبی انتخابی بر روی میکروارگانیسم های هوازی دارد، بنابراین بسته بندی MAP فساد ماهی را به تاخیر می اندازد.

همچنین Layrisse و Matches (۱۹۸۴) گزارش کردند که CO_2 باعث تاخیر در فساد محصولات دریایی تازه از طریق جلوگیری از رشد باکتری های سرمادوست، هوازی و گرم منفی می شود.

یافته های ما با یافته های سایر محققین در زمینه سایر محصولات دریایی مطابقت دارد و نشان می دهد که CO_2 باعث افزایش مدت ماندگاری مار ماهی اروپایی می شود (Ozogul *et al*., 2004; Masniyom *et al*., 2002).

مطالعات دیگر انجام شده نشان می دهد که غلظت ۲۰٪ و ۴۰٪ CO_2 از رشد باکتریایی خانواده انتروباکتریاسه در فیله های ماهی سول (Lopez-Galvez *et al*., 1998) ، در استیک ماهی هیک (Ordonez *et al*., 2000) و استیک سالمون (De-La Hoz *et al*., 2000) در دمای ۲ درجه سانتیگراد جلوگیری می کند.

- بررسی تغییرات ارزیابی حسی

ارزیابی حسی به عنوان یکی از روش های سنجش میزان کیفیت ماهیان در طول دوره ی نگهداری به حساب می آید که در مطالعات بسیاری از محققین از جمله Maca & et al(1997)، Namulema & et al(1999)، Aubourg & ugliano(2002) و Kilinc & et al(2007) آمده است و از آن به عنوان روشی جهت تعیین میزان کیفیت ماهی استفاده شده است. در این آزمایش فیله های ماهی تیلاپیا تازه در فاز صفر دارای امتیاز ۵ بودند که با گذشت زمان نگهداری تا پایان روز دهم به تدریج از کیفیت آنها کاسته شد. که این میزان کاهش کیفیت در ویژگی های حسی، در فیله

[65] -Generation time

های بسته بندی شده در شرایط MAP کمتر از شرایط بسته بندی تحت خلاء بود. به طوری که در فیله های بسته بندی شده در شرایط MAP در ماهی تیلاپیا نیل تا روز پنجم نگهداری، فیله های بسته بندی شده در شرایط خلاء تا روز چهارم نگهداری و فیله های بسته بندی شده در شرایط معمولی تا روز سوم نگهداری قابل مصرف بودند.

- نتیجه گیری نهایی

با توجه به داده های بدست آمده در این تحقیق به ویژه ارزیابی حسی، مدت ماندگاری فیله های بسته بندی شده در شرایط MAP ، شرایط تحت خلاء و شرایط معمولی در دمای یخچال به ترتیب ۴،۵ و۳ روز مشاهده شد ، بنابراین می توان نتیجه گرفت که بسته بندی فیله ماهی تیلاپیا به روش بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده باعث افزایش مدت ماندگاری و حفظ بهتر کیفیت محصول نسبت به بسته بندی در خلاء و شرایط معمولی می شود و به دلیل طولانی شدن مدت ماندگاری و تاخیر در فساد باعث کاهش ضرر اقتصادی می شود. با استفاده از این روش بسته بندی، امکان ارسال ماهی به مناطق دورتر فراهم می شود و محصول با کیفیت بالاتر را می توان عرضه کرد.

فصل سوم:

ارزیابی تازگی گوشت ماهی تیلاپیا نگهداری شده در یخ و دمای یخچال به روش اندازه گیری شاخص های کیفیت (QIM)

❖ تهیه نمونه ماهی و تیمارها:

برای عملیات اجرایی تیمارهای این فصل تعداد ۲۰۰ قطعه ماهی (۱۰۰ قطعه سیاه و ۱۰۰ قطعه قرمز)در نظر گرفته شد که بلافاصله پس از صید از استخرهای پرورشی شستشو ، اندازه گیری تغییرات وزنی ، درجه حرارت محیط ، آب استخر های پرورشی، بدن ماهی ، راندمان گیری از اعضاء مختلف ماهی و با توجه به دو گروه (جدول ۳-۱) تیمار ماهی کامل یخ پوشی شده (به نسبت ۱ به ۳ ماهی - یخ) بشرح ذیل :

۳-۱: تیمارهای مورد بررسی

شماره	شرح تیمارها
۱	اندازه گیری تازه گی تیلاپیا قرمز شکم خالی
۲	اندازه گیری تازه گی تیلاپیا قرمز شکم پر
۳	اندازه گیری تازه گی تیلاپیا سیاه شکم خالی
۴	اندازه گیری تازه گی تیلاپیا سیاه شکم پر

برای هر تیمار یخ پوشی شده ۲۵ قطعه ماهی و در مجموع ۱۰۰ قطعه در نظر گرفته شد ، تیمارهای یخ پوشی شده در دمای محیط گهداری گردیده و نمونه برداری برای اندازه گیری تازه گی از فاز صفر لغایت ۱۲ روز انجام گردید .برای اندازه گیری تازه گی در تیمارهای ماهی کامل یخ پوشی شده بااستفاده از جداول QIM و همزمان آنالیزهای شیمیایی معرف فساد ماهی نیز انجام شد.

- روش های آنالیز شمیائی:

اندازه گیری ارزش غذایی : پروانه وهمکاران (۱۳۷۱) .

اندازه گیری PH : پروانه وهمکاران (۱۳۷۱) .

اندازه گیری ازت آزاد TVN : پروانه وهمکاران (۱۳۷۱) .

اندازه گیری پراکسید : پروانه وهمکاران (۱۳۷۱) .

شمارش باکتریهای هوازی : استاندارد شماره ۵۲۷۲ (۱۳۷۹) .

شمارش باکتریهای کلی فرم : استاندارد شماره ۱۱۱۶۶ (۱۳۸۷) .

شمارش باکتریهای سرما دوست : استاندارد شماره ۲۶۲۹ (۱۳۶۸) .

شمارش باکتریهای بیهوازی : استاندارد شماره ۲۱۹۷ (۱۳۸۷) .

- نتایج

ارزش غذایی ماهی تیلاپیا و مقایسه آن با سایر ماهیان پرورشی

جدول ۳-۲ : نتایج درصد چربی ، پروتئین، خاکست و رطوبت بین دو گونه ماهی تیلاپیا ، کپور ماهیان و ماهی قزل آلا

ماهی	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)
تیلاپیا قرمز	۲۰/۲±۰/۱۴	۳/۳۲±۰/۰۷	۷۳/۴±۰/۰۳	۲/۸±۰/۰۴
تیلاپیا سیاه	۱۸/۸±۰/۱۴	۲/۲۷±۰/۰۷	۷۷/۱۳±۰/۱۳	۳/۶±۰/۰۴
کپور نقره ای	۱۶/۱±۰/۱۵	۲/۵±۰/۱۶	۷۷/۹±۰/۱۶	۱/۱±۰/۰۱
کپور هندی	۲۱/۲±۰/۱۲	۲/۲±۰/۰۲	۷۵/۵±۰/۰۳	۱/۱±۰/۰۱
ماهی قزل آلا	۱۵±۰/۱۴	۲/۱±۰/۰۲	۷۷/۸±۰/۱۸	۲±۰/۰۵

جدول ۳-۳: بررسی مقایسه ای اندامهای مختلف ماهی تیلاپیا در دو گونه قرمز و سیاه (درصداز وزن کل ماهی)

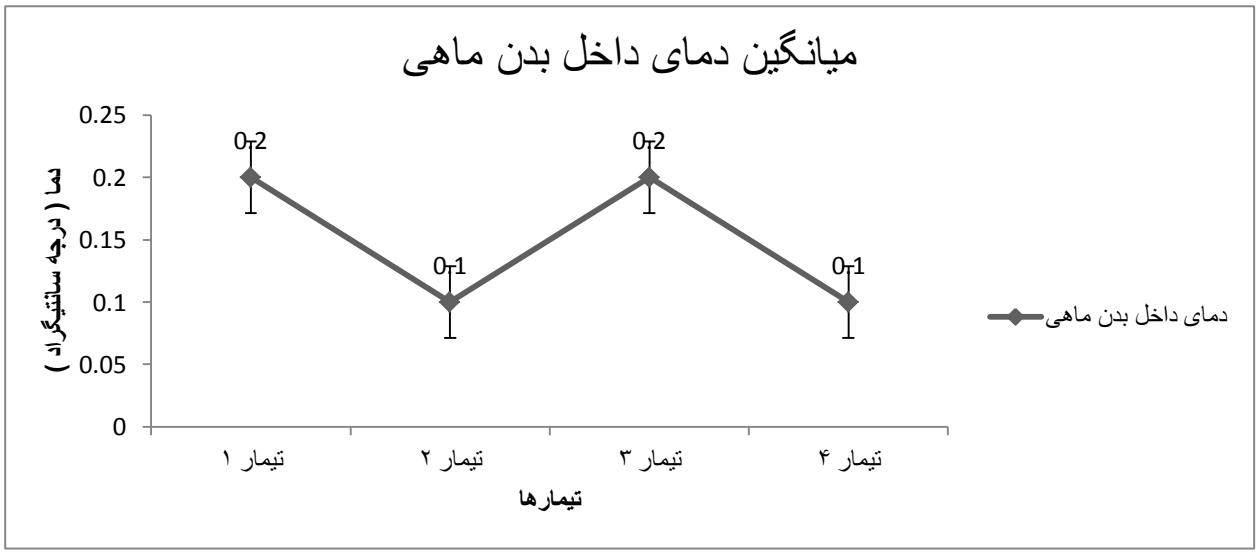
نوع ماهی	وزن ماهی (گرم)	دم	باله ها	امعاء و احشا	ستون فقرات	پوست	سر	فیله
تیلاپیا قرمز	۶۱۳/۵۸±۱۳۱	۱/۸۹	۴/۰۱	۳/۸۴	۱۱/۰۸	۳/۸۹	۲۷/۷۶	۴۷/۴
تیلاپیا سیاه	۴۹۰/۳±۲۰۲	۱/۹	۵	۶/۴	۱۰/۲	۴/۶	۲۶/۷	۴۴/۷

جدول ۳-۴ :آنالیز مقایسه میانگین اندامهای مختلف ماهی تیلاپیا با استفاده از T – test

اندام (گرم)	F	درجه آزادی	N	P- value	sig
وزن ماهی	۱/۱۶	۲	۲	۰/۰۱۴	معنی دار

معنی دار	۰/۰۱۳	۲	۲	۴/۴۹	دم
معنی ندار	۰/۶۸	۲	۲	۰	باله ها
معنی دار	۰/۰۰۱	۲	۲	۲/۲۰	امعاء و احشا
معنی دار	۰/۰۰۱	۲	۲	۴/۹۹	ستون فقرات
معنی دار	۰/۰۱۴	۲	۲	۴/۱۲	پوست
معنی دار	۰/۰۰۳	۲	۲	۹/۵۱	سر
معنی دار	۰/۰۰۱	۲	۲	۰	فیله

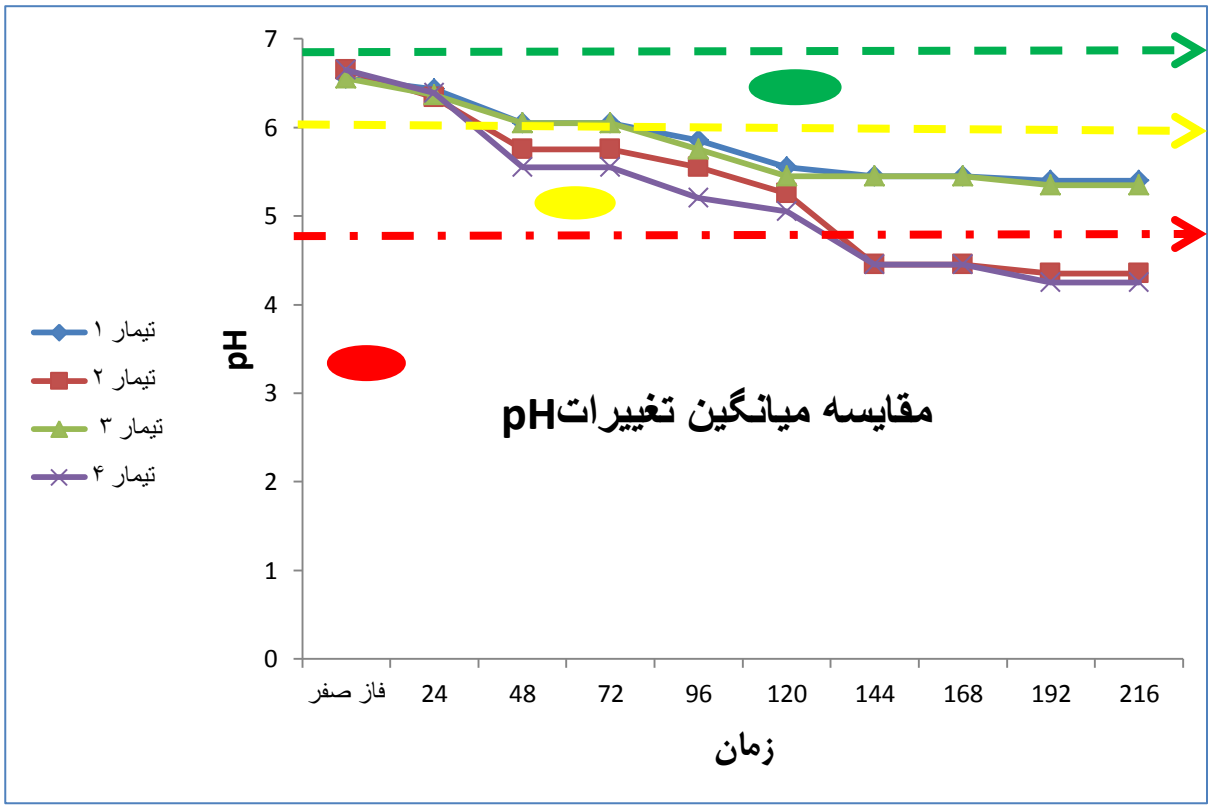
دمای داخل بدن ماهی شکم پر وشکم خالی:



نمودار ۳-۱ میانگین تغییرات مقایسه ای دمای بدن ماهی شکم پر و شکم خالی یخ پوشی شده در طول مدت نگهداری

با توجه به نتایج نمودار ۳-۱، درجه حرارت در داخل بدن ماهی در رنج ثابتی ، بین ۰/۱ – ۰/۲ درجه سلسیوس طی دوره یخ پوشی حفظ گردید نمونه برداری در فصل گرم (دمای $^{\circ}C$ ۲۳) روزانه ۱/۵ کیلوگرم و در دمای خنک تر ($^{\circ}C$ ۱۷) و ۱ کیلو گرم ذوب یخ اتفاق افتاده ، که با افزودن روزانه یخ به مخازن بسته بندی جبران گردید .

- تغییرات **pH** در ماهی شکم پرو شکم خالی:

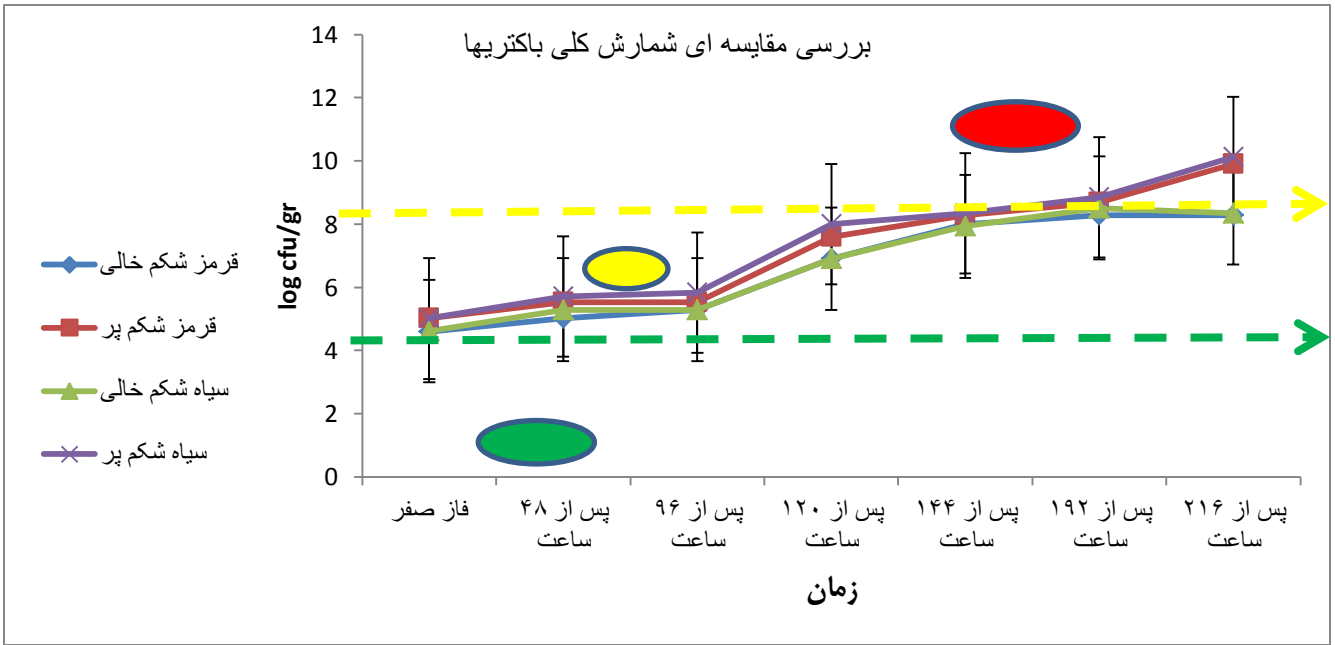


نمودار۳-۲ : تغییرات PH در تیمارهای مختلف

جدول ۳-۵: . مجموع تغییرات pH پس از آنالیز واریانس یکطرفه در تیمارهای مختلف

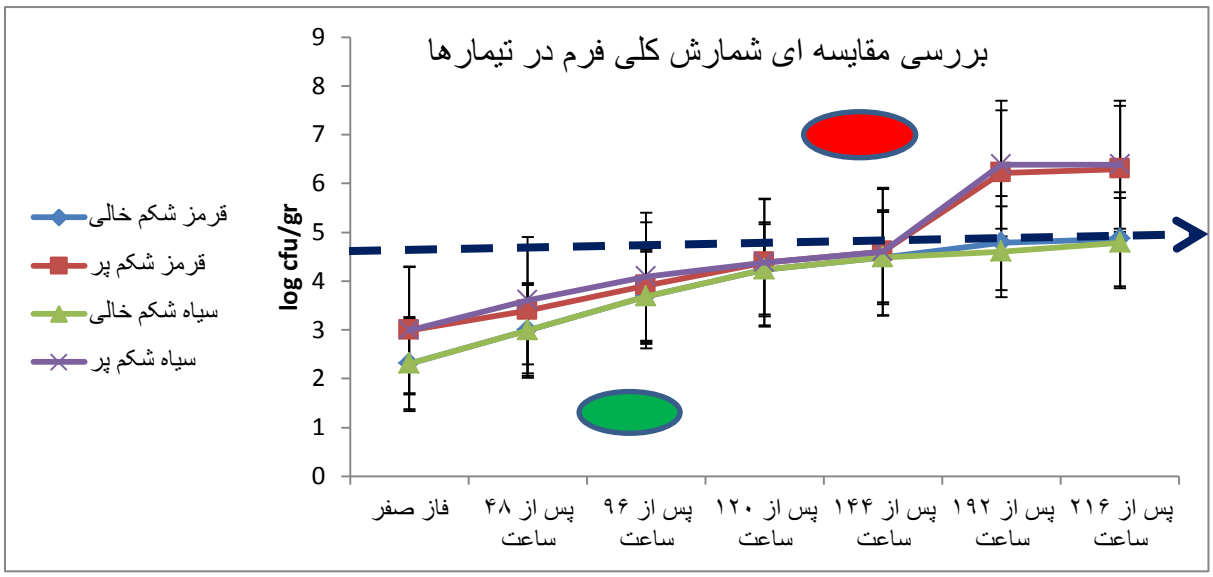
منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig
تیمار ۱	۴/۴۹۶	۹	۰/۵۰۰.	۵۱۲/۳۲۱	۰۰۰
تیمار ۲	۴/۰۶۷	۹	۰/۴۵۲	۴۴/۵۰۳	۰۰۰
تیمار ۳	۳/۷۹۸	۹	۰/۴۲۲	۳۰۴/۷۱۰	۰۰۰
تیمار ۴	۵۹/۶۵۷	۹	۰/۶۲۹	۱۲۹/۳۲۷	۰۰۰

با توجه به نتایج حاصله در جداول ۳-۴ ، ۳-۵ ونمودار ۳-۲ نشان داد میانگین PH در گوشت ماهی تیلاپیا قرمز و سیاه شکم پرپس از مرگ و یخ پوشی شده به ترتیب به۰/۸۵ ±۵/۲۸ و۰/۸۶ ±۵/۱۷پس از ۲۱۶ ساعت دارای کاهش بیشتری نسبت به تیمارهای شکم خالی بوده و نشان دهنده شدت تغییرات آنزیمی و میکروبی در تیمارهای شکم پر نسبت به تیمارهای شکم خالی بوده وآنالیز آماری داده ها هم نشان داد میانگین نتایج در طول زمان بین تیمارهای شکم پر و شکم خالی معنی دار بوده است (P<۰/۰۵) .



نمودار ۳-۳ :مقایسه ای شمارش میکروبی (log cfu / gr) در تیمارهای مختلف

با توجه به نتایج نمودار ۳-۳ ، از نظر تغییرات شمارش کلی باکتریها ، در تیمارهای ماهی شکم خالی یخ پوشی شده تا پایان۲۱۶ ساعت در شرایط خوب و از نظر شمارش در محدوده استاندارد حفظ گردیده ، ولی در تیمارهای ماهی شکم پر پس از ۱۹۲ ساعت از محدوده استاندارد خارج شده است .



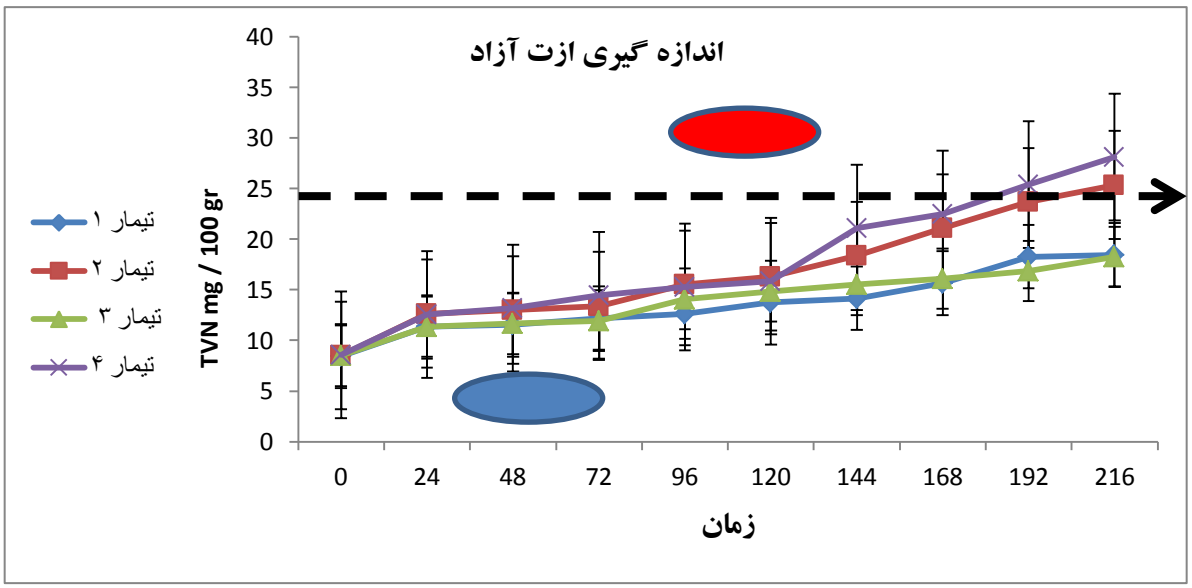
نمودار ۳-۴: بررسی مقایسه ای شمارش کلی فرم در تیمارهای مختلف

با توجه به نتایج نمودار ۳-۴ از نظر شمارش کلی فرم ، تیمارهای شکم خالی در شرایط یخ پوشی شده تاپایان ۲۱۶ ساعت در محدوده استاندارد بوده و لی در نمونه های شکم پر ، پس از ۱۴۴ ساعت از حد استاندار خارج گردیده

است و آنالیز واریانس یکطرفه نمونه ها در تیمارهای شکم پر و شکم خالی نیز نشان داد افزایش تعداد کلی فرم در طول زمان معنی دار میباشد $P<0.05$.

جدول ۳-۶: تغییرات TVN میلی گرم / ۱۰۰ گرم) پس از آنالیز واریانس یکطرفه در تیمارهای مختلف

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	Sig
تیمار ۱	۱۴۸/۴۲۹	۸	۱۸/۵۵۴	۳۵/۱۹۸	۰۰۰
تیمار ۲	۴۳۷/۹۷۴	۸	۵۴/۷۴۷	۱۰۹/۵۷۴	۰۰۰
تیمار ۳	۱۵۵/۲۲۲	۸	۱۹/۴۰۳	۴۶۹/۸۹۶	۰۰۰
تیمار ۴	۶۵۴/۴۹۱	۸	۸۱/۸۱۱	۱۷۹/۶۹۰	۰۰۰



نمودار ۳-۵: مقایسه ای اندازه گیری اندازه گیری TVN در تیمارهای مختلف

با توجه به نتایج نمودار ۳-۵ در رابطه با اندازه گیری ازت فرار که به عنوان شاخص کیفیت در ماهیان آب شیرین مورد ارزیابی بوده ، تغییرات در راستای فعالیت های آنزیمی و میکروبی پیش رفته ، بطوریکه در تیمارهای شکم پر

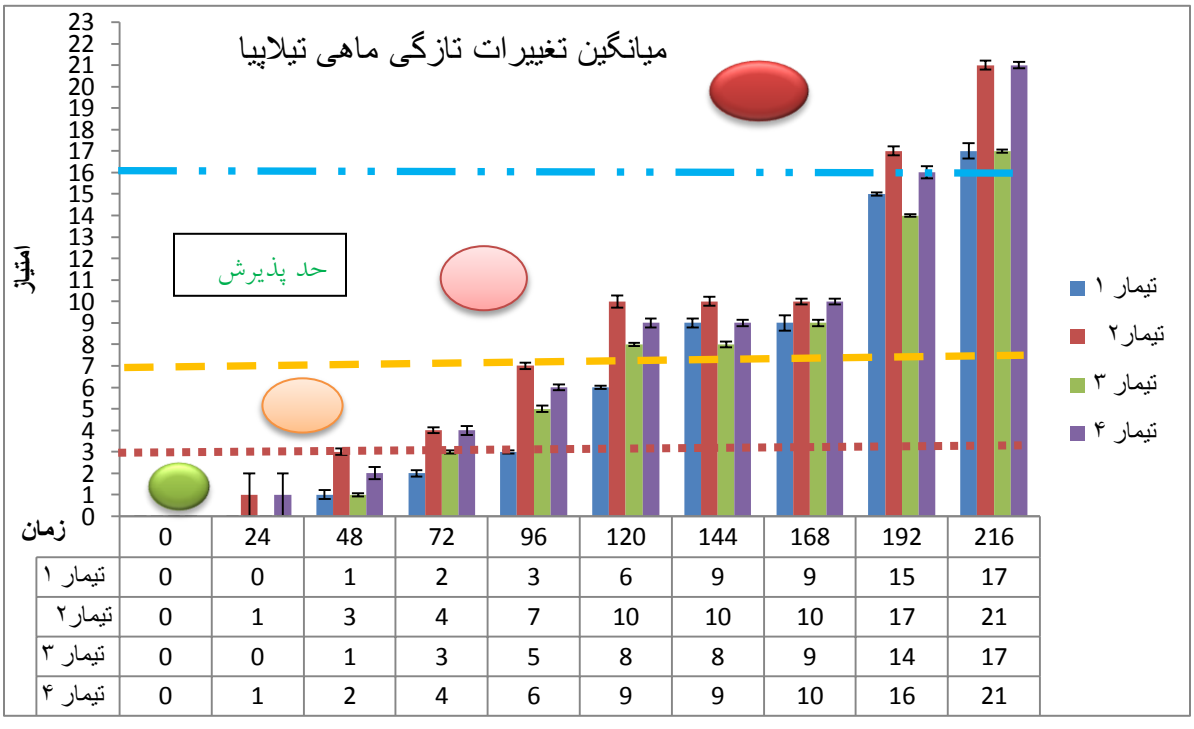
از ۱۹۲ ساعت به بعد ، مقادیر اندازه گیری شده از حد استاندارد خارج شده است و در تیمارهای شکم خالی تا پایان دوره نگهداری در شرایط یخ پوشی شده در محدوده استاندارد حفظ گردیده ، ضمن اینکه آنالیز آماری داده ها با مقایسه میانگینها نشان داد در طول زمان افزایش ازت فرار در تیمارها معنی دار بوده است . $P<0.05$.

- بررسی میزان تاز گی ماهی :

در این تحقیق بررسی تازه گی ماهی با استفاده از جداول QIM (Quality Index Method) انجام گرفته ، اساس این روش امتیاز دهی به کلیه اندامها در حال تغییر (مثبت و منفی)از طریق حسی بوده و در نهایت تبدیل پارامترهای کیفی به پارامترهای کمی و آنالیز آماری داده ها استوار است ، در جداول استفاده شده در این تحقیق نوسانات امتیازها از صفر تا ۲۳ بوده و به ترتیب برای کیفیت عالی امتیاز از صفر تا ۳ ، خوب از ۳ تا ۷ ، متوسط از ۷ تا ۱۰و از ۱۰ به بالا غیرقابل قبول ارزیابی میگردد .

جدول ۳-۷: . آنالیز واریانس یکطرفه میانگین تازگی ماهی

آنالیز آماری	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴
K square	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹
انحراف معیار	۹	۹	۹	۹
Sig	sig	sig	sig	sig



زمان	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216
تیمار ۱	0	0	1	2	3	6	9	9	15	17
تیمار۲	0	1	3	4	7	10	10	10	17	21
تیمار ۳	0	0	1	3	5	8	8	9	14	17
تیمار ۴	0	1	2	4	6	9	9	10	16	21

نمودار۳-۶: بررسی مقایسه ای اندازه گیری شاخص های تازگی در تیمار ی مختلف

با توجه به نتایج جدول ۳-۷ و نمودار ۳-۶ ، آنالیز آماری اندازه گیری تازگی در ماهی تیلاپیا (قرمز و سیاه) با مقایسه جداگانه ، گروهی، در بین و داخل تیمارها مشخص گردید :

- در تیمار ۱ (تیلاپیا قرمز شکم خالی حداکثر مدت نگهداری در شرایط یخ پوشی و حفظ میانگین دما ی بدن ماهی در

رنج ۰/۰۷ ± ۰/ ۲ درجه سانتیگراد پس از۷۲ - ۹۶ ساعت در شرایط عالی ، تا ۱۲۰ ساعت در شرایط خوب ، تا ۱۶۸-۱۹۲ ساعت در حد پذیرش ارزیابی گردیده و تجزیه و تحلیل آماری داخل گروهی نیز معنی دار بوده است $P< ۰/۰۵$.

- در تیمار ۲ (تیلاپیا قرمز شکم پر حداکثر مدت نگهداری در شرایط یخ پوشی و حفظ میانگین دما ی بدن ماهی در رنج

۰/۱ ± ۰/ ۳ درجه سانتیگراد پس از ۴۸ ساعت در شرایط عالی ، پس از ۹۶ ساعت در شرایط خوب و پس از ۱۴۴ - ۱۶۸ ساعت در حد پذیرش ارزیابی گردیده و تجزیه و تحلیل آماری داخل گروهی نیز معنی دار بوده است $P< ۰/۰۵$.

- شرایط اندازه گیری در گونه تیلاپیا شکم خالی و شکم پر سیاه هم همانند گونه قرمز بوده است .

❖ بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر تغییرات در اندامهای مختاف ماهی یخ پوشی شده روند نرمالی را طی کرده از فاز صفر تا ۲۴ ساعت برای هیچ اندامی امتیاز منفی کسب نگردید و اولین تاثیر در ماهی شکم پر پس از ۴۸ و در ماهی شکم خالی پس از ۷۲ ساعت با نرمی بافت و بتدریج در تیمارهای شکم پر با بوی اندامهای داخلی (امعاء و احشا) و چشم ، بوی برانش ، رنگ گوشت ، پوست ، مخاط ، شکل قرنیه و مردمک چشم و رتگ خون پس از ۱۰ روز مشاهده گردید ، این تغییرات با نتایج Galler و همکاران در سال ۲۰۰۶ با تحقیقی که در رابطه با اندازه گیری تازه گی ماهی

سالمون در شرایط Super chilling (دمای $^{\circ c}$ 0) انجام داد ه اند مطابقت داشته ، و اولین تغییرات در ماهی سالمون پس از ۲ روز نگهداری به همراه یخ صورت گرفته ، ضمن اینکه تاثیراتی نیز در کاهش ارزش غذایی ، مخصوصا میزان پروتئین و اسیدهای چرب صورت گرفته است.

Balxas و همکاران در سال ۲۰۰۳ ، برای اندازه گیری میزان تازگی ماهی Hake در شرایط یخ پوشی با دمای $^{\circ c}$ 0 و نگهداری به مدت ۱۶ روز ، گزارش نمودند که تغییرات پس از ۴۸ ساعت شروع شده و پس از ۶ روز به ۷ افزایش یافته که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد .

Gallerو همکاران در سال ۲۰۰۶ مقایسه ای برای مدت ماندگاری ماهی سالمون در شرایط دمای یخ پوشی و Super chilling انجام دادند و گزارش نمودند که کیفیت ماهی در دمای بالاتر از ۱- درجه سلسیوس به مدت ۹ روز در شرایط خوب حفظ گردیده در صورتیکه در ماهی یخ پوشی شده میزان حلالیت پروتئین ماهی پس از ۴۸ ساعت افزایش یافته است.

جمود نعشی : در این تحقیق جمود نعشی در ماهی تیلاپیا نگهداری شده در دمای محیط(۱۶ درجه سانتیگراد) ۳ ساعت پس مرگ شروع و ۶ ساعت ادامه داشته ولی در ماهی یخ پوشی شده ۲ ساعت پس از مرگ آغاز شده و ۲۴ ساعت ادامه داشته است هر چند سفت شدن لاشه ماهی یکسان نبوده ، بطوریکه جمود کامل در ماهی یخ پوشی شده پس از ۹ ساعت اتفاق افتاده است ، در همین رابطه آقای Simon و همکاران در سال ۲۰۰۶ از انستیتو شیلاتی کشور دانمارک تحقیقاتی در زمینه جمود نعشی در ماهی تیلاپیا گونه *Niloticus* باکشتن ماهی پس از صید به دو روش خونگیری سریع و معمولی ، نگهداری در دو دمای مختلف (۳۵ درجه سانتیگرادو ۵ درجه سانتیگراد) انجام داده و گزارش نمودند در ماهی کشته شده به روش معمولی و نگهداری شده در دمای محیط و در دمای ۵ درجه سانتیگراد از ۳۰ دقیقه پس از صید شروع شده و پس از ۳/۵ ساعت ۷۲/۸ درصد ، و برای جمود کامل در دمای محیط$^{\circ c}$ ۲۲ و در شرایط یخ پوشی شده به بیشتر از ۳۰ ساعت زمان نیاز میباشد .

تحقیقات مشابه ای توسط Pawar و Magar در سال ۱۹۶۵ صورت گرفته و گزارش شده در ماهی تیلاپیا که بدون استرس صید شده بود جمود نعشی ۲ ساعت بعد از مرگ شروع شده و پس از ۷/۳۰ ساعت کامل گردیده و برگشت عضلات به شرایط اولیه پس از ۱۱/۳۰ ساعت صورت گرفته و همچنین در ماهی کپور هندی آب شیرین جمود نعشی نگهداری شده در یخ با دمای ۲ درجه سانتیگراد ، ۵/۳۰ ساعت پس از صید شروع شده و پس از ۱۳ ساعت کامل میشود و بازگشت عضلات به حالت اولیه پس از ۵۶ ساعت صورت میگیرد .

تحقیقات انجام گرفته توسط Josiah و همکاران در انستیتوی ملی تحقیقات آبزیان از کشور نیجریه در سال ۲۰۱۰ ، در گربه ماهی یخ پوشی شده ، جمود نعشی ۳۰ / ۱ ساعت پس از مرگ شروع شده و پس از ۵ ساعت ۷۸ درصد بدن ماهی را فرا گرفته و این فرآیند ۳۰ /۲ ساعت ادامه پیدا میکند (فرایند در شکل آورده شده است) .

Simmon و همکاران در سال ۲۰۱۰ تحقیقی در ارزیابی کیفیت ماهی تیلاپیا برای فرآوری صنعتی در دو دمای محیط و سرد (یخ پوشی) انجام دادند و گزارش نمودند که جمود نعشی در ماهی یخ پوشی شده زودتر (۱ ساعت پس از مرگ) اتفاق افتاده و به مدت زمان بیشتری ادامه مییابد ، در صورتیکه در در دماح معمولی ۱۲۰ دقیقه پس از مرگ ماهی شروع و در زمان کوتاهی نیز به پایان میرسد. علت شروع سریعتر جمود نعشی کمک کردن یخ پوشی به سفتر کردن بافت ماهی ذکر کرده اند ، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد .

❖ تغییرات **PH** در گوشت ماهی :

در این تحقیق تغییرات pH در ماهی شکم پر و شکم خالی در ابتدا با شدت بیشتری به سمت کاهش پیش رفته و پس از ۴ روز از شدت تغییرات کاسته شده و در اواخر دوره ماندگاری در خط مستقیم (بدون افزایش و یا کاهشی) با ثبات تر بوده است . در مقایسه ، ماهیان شکم خالی یخ پوشی شده از نظر pH دارای تغییرات کمتری نسبت به ماهیان شکم پر برخوردار میباشد .

Hussدر سال ۱۹۹۵و ۱۹۹۸ تغییرات pHرا در ماهیان مختلف مورد بررسی قرار داده و عنوان نمودند که بطور میانگین pHدر عضله ماهی تاز ه ۱۰/ ۷ بوده و پس از صید کمی پائینتر از ۷ میباشد و در طول مدت نگهداری و در ۴ روز اول روند کاهشی و به ۶ میرسد و سپس دوباره افزایش یافته و وقتی که به ۷/۲۵ میرسدگوشت ماهی از تغییرات اورگانو لپتیک غیر قابل پذیرش میباشد (فرآیند در شکل آورده شده است).

❖ تغییرات ازت آزاد کل **TVN**

در این تحقیق مقادیر اندازه گیری شده در روز اول از ۱۱/۵۵ میلی گرم / ۱۰۰ گرم در گوشت ماهی شروع و پس از ۴۸ ساعت در تیمارهای شکم خالی و شکم پر بترتیب به ۱۸/۴۵ و ۲۸/۱ میلی گرم / ۱۰۰ گرم افزایش یافته و پس از ۱۰ روز بیشترین تغییرات ازت آزاد فرار مربوط یه تیمارها ی شکم پر (۲۸/۱ mg/100gr) بوده است .

Huss در سال ۱۹۹۸ تحقیقی در زمینه اندازه گیری ازت آزاد در گونه های ماهیان پرورشی و دریایی یخ پوشی شده را مورد بررسی قرار داده و به عنوان مثال در ماهی تیلاپیا ، مقادیر اندازه گیری شده در روز اول از mg/100 gr ۹/۸ و پس از ۱۲ روز به خارج از رنج استاندارد ماهی تازه افزایش یافته بود
(mg/100gr ۳۰) و همچنین Josiah در سال ۲۰۱۰ تحقیقی در زمینه اندازه گیری ازت آزاد فرار بمنظور مشخص کردن تازگی گربه ماهی یخ پوشی شده انجام داده و گزارش نمود که مقدار TVN در روز اول از mg/ 100 gr ۷/۲۱ شروع شده و پس از ۱۲ روز به ۲۵/ ۴۲mg /100gr افزایش یافته و از حد استاندارد خارج شده است (فرآیند آن در نمودار آورده شده است). که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد .

❖ تغییرات میکروبی در طول مدت یخ پوشی

نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات در شمارش کلی برای کلیه تیمارها افزایشی بوده و در تیمارهای ماهی شکم خالی یخ پوشی شده تا پایان۲۱۶ ساعت در شرایط خوب و از نظر شمارش در محدوده استاندارد حفظ گردیده ، ولی در تیمارهای ماهی شکم پر پس از ۱۹۲ ساعت از محدوده استاندارد خارج شده است .در تیمارهای شکم خالی تعداد شمارش از $۱۰^{۲}$ × ۱ شروع و در پایان دوره به $۱۰^{۳}$CFU/gr × ۴ و در تیمارهای شکم پر از $۱۰^{۲}$ × ۲ به $۱۰^{۴}$ × ۲ CFU / gr افزایش یافته است . شمارش کلی فرمی در ماهی شکم خالی از $۱۰^{۱}$ ×۱کلنی به $۱۰^{۱}$ × ۶ و در ماهی شکم پر از $۱۰^{۱}$ ×۲ کلنی به CFU/gr $۱۰^{۲}$ × ۶ افزایش یافته است . تحقیق مشابه ای که آقای Ashie در سال ۲۰۱۰ در رابطه با فساد در اثر فعالیت باکتریهای هوازی و باکتریهای ایجاد کننده فساد (SSO) انجام داده و نتیجه گرفت بهترین مدت ماندگاری ماهی در دمای $0^{°c}$ در محدوده ۷ روز بوده و فساد شیمیایی از روز هفتم به بعد افزایش یافته و از ۹ روز به بعد نمونه ها غیر قابل مصرف اعلام شده است.

آقای Ashie در سال ۲۰۱۰ تحقیق در رابطه میزان پیشرفت فساد در مدت نگهداری ماهیان پرورشی در شرایط یخ پوشی شده انجام داد و نتیجه گرفت افزایش شمارش تعداد کل باکتریهای هوازی از ۳/۲ × ۱۰۳ Log cfu / gr در روز اول به ۱/۶ × ۱۰۶ پس از ۱۲ روز افزایش یافته و همچنین در این تحقیق در شمارش تعداد کلی فرم نیز افزایش داشته ، که نسبت مستقیمی با افزایش ازت آزاد فرار در نمونه ماهی داشته است .

فصل چهام

بررسی بازار پسندی ماهی تیلاپیا

بخش اول: کلیات

برای آگاهی از نیازهای مصرف کنندگان و انتظارهای آنان از آزمون‌های مختلفی استفاده می‌شود که پایه و اساس آن‌ها آزمون‌های حسی است(Meilgar,2007). این آزمون‌ها عبارتند از : *CLT* (*Central Location test*)و*HUT* (*Home Use test*)و *LT (Laboratory test)* که اغلب برای بازارپسندی یا بازاریابی فرآورده‌های خوراکی توسط مصرف

کنندگان استفاده می‌شوند (*Boutrolle* و همکاران، ۲۰۰۷). آزمون (*CLT*) با فراهم آوردن یک محیط مناسب با شرایط استاندارد(مکان های عمومی مثل دانشگاه‌ها،سازمان‌ها ، مراکز خرید و غیره) که تعداد زیادی ازمصرف کنندگان در آن مکان تجمع یافته اند انجام می گیرد. آزمون(*CLT*)به دلیل دارابودن مزایایی شامل؛ کنترل شرایط برای ارزیابی محصول، نمونه‌ی کم‌تر، هزینه‌ی پایین و مقرون به صرفه بودن، سهولت در پیاده سازی، درصد بالاتر پرسشنامه‌های بازگشت شده و آزمودن چند محصول به صورت همزمان به طور گسترده ای در تحقیقات حسی به کار میرود(Meilgar,2007). اندازه گیری بازارپسندی به روش *CLT* با تمرکز بر داده های حاصل از ترجیح یک نمونه بر نمونه دیگر که از مقیاس بسیار بد تا بسیار خوب رتبه بندی شده اند انجام میگیرد(*Boutrolle*، ۲۰۰۵؛ *Levy* و *Koster*، ۲۰۰۷). از آزمون‌های حسی برای بازارپسندی فرآورده‌های شیلاتی در بسیاری از پژوهش‌های بازار استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به تحقیقات *Sveinsdotir* و همکاران،(۲۰۱۰) اشاره کرد که پذیرش مصرف کنندگان را از ماهی کاد پرورشی که به صورت معمولی صید شده بود و ماهیانی که قبل از صید درمعرض استرس قرارگرفته بودند به روش *CLT* و *HUT* مورد بررسی قرار دادند. اختلاف بین دو تیمار توسط مصرف کنندگان در *CLT* کاملا واضح بود درحالیکه در *HUT* چنین نبود. نتایج نشان داد که انتخاب روش پخت به وسیله مصرف کنندگان در آزمون *HUT* بر ارزیابی بازارپسندی ماهی کاد تاثیرگذار است.همچنین *Shaviklo* وهمکاران، (۲۰۱۱) خصوصیات کیفی اسنک غنی شده با ۹، ۷، ۵ و ۳ درصد از پودر پروتئین ماهی پولاک (*Pollachius Virens*) را بررسی کردند و از بین این تیمارها آزمون پذیرش اسنک غنی شده با ۷ درصد پروتئین را توسط کودکان بین ۱۶-۶ ساله در دو جامعه‌ی (ایران و ایسلند)به روش *CLT* مورد آزمایش قرار دادند. درنتیجه هردو گروه اسنک ماهی را دوست داشتند ولی کودکان ایرانی تمایل بیشتری برای مصرف آن داشتند و اکثر والدین آنها علاقه مندی خودرا برای خرید این نوع اسنک درصورت عرضه به بازار ابراز داشتند. آزمون بازار پسندی به روش *CLT* تا به حال برای هیچ یک از گونه‌های ماهیان و فراورده های شیلاتی در کشور انجام نشده است واین تحقیق می‌تواند سرآغازی برای استفاده از این آزمون برای بازار پسندی ماهی و فرآورده های شیلاتی باشد. هدف از انجام این مطالعه، بررسی پذیرش فیله‌ی هردو گونه‌ی تیلاپیای پرورشی به وسیله آزمون *CLT* در توسط تعدادی از مصرف کنندگان در سه استان، تهران، گیلان ومازندران بعنوان استانهای پر مصرف ماهیان پرورشی بود.

اهداف:

اهداف مورد نظر در این پروژه تحقیقاتی عبارت بودند از:

۱. ارزیابی حسی و مشتری پسندی ماهیان تیلاپیای پرورش داده شده در بافق یزد
۲. اندازه گیری ترکیبات تقریبی (پروتئین، رطوبت، چربی ، خاکستر) ماهیان تیلاپیای پرورش داده شده در بافق یزد
۳. بررسی قابلیت فیله شدن ماهیان تیلاپیای پرورش داده شده در بافق یزد

بخش دوم : مواد و روشها

❖ تهیه ماهی

در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۰ تعداد ۳۰۰ عدد تیلاپیا نیل و ۳۰۰ عدد تیلاپیاقرمز با وزن متوسط ۵۰ ±۴۰۰ گرم ،به طور تصادفی از استخرهای ایستگاه تحقیقاتی ماهیان آب شور واقع در بافق یزد صید گردید و پس از تخلیه امعا و احشا، به نسبت ۱:۱ (پودر یخ وماهی) در مخازن عایق (CSW) قرار داده شد و به مرکز ملی تحقیقات فراوری آبزیان منتقل گردید. در این مرکز ،عملیات زیر به ترتیب بر روی ماهیان انجام گرفت:

- محاسبه وزن بدن ماهیان براساس گرم
- تهیه فیله با روش دستی
- فیله ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم گرم وزن شدند. میانگین وزن فیله ها ۵± ۱۰۰ گرم بود.
- فیله‌ها پس از شستشوی کامل با آب آشامیدنی با روش *QIF* با دستگاه انجماد مارپیچی (Spiral freezer) در دمای ۳۰- درجه سانتی گراد به مدت ۲۵ دقیقه منجمد و سپس بسته بندی گردید. فیله های منجمد شده به سردخانه انتقال و در دمای ۱۸- حداکثر به مدت ۱۰روز برای انجام آزمون نگهداری شد.

❖ ارزیابی حسی (ارگانولپتیک)

آزمایشات ارگانولپتیک، مجموعه ای از عواملی هستند که به وسیله اعضای حسی انسان قابل تشخیص می باشند. اگرچه این احساس ها به طور کامل قابل اندازه گیری نمی باشند و با توجه به تلاش محققین برای استفاده از دستگاه ها، اما هنوز انجام این آزمایشات به وسیله انسان ضروری است. برای انجام تست های حسی مربوط به رنگ، بو، شکل ظاهری بافت و طعم از جدول شماره ۴-۱ استفاده گردید(Lin and Morrissey, 1994). نمونه ها بعد از انجماد زدایی در دستگاه (Toaster) با مارک Vidas (ساخت کشور ایتالیا) و در دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد، پخته شدند . میزان ۴۰ گرم نمونه برای هر نفر، در اختیار گروه ارزیاب قرار داده شد. آزمون حسی با استفاده از یک گروه ارزیاب آموزش دیده متشکل از ۸ نفر انجام گردید. این افراد نظرات خود را پس از ارزیابی رنگ، بو، طعم و مزه و بافت هر تیمار روی پرسشنامه هایی که از قبل تهیه شده بود منتقل کردند. آزمون بر اساس مقیاس هدونیک ۵ درجه ای انجام شد.

جدول ۴-۱- امتیازات ارزیاب حسی **(Lin and Morrissey, 1994)**

امتیازات	رنگ **(Color)**	بو **(Odor)**	بافت **(Texture)**	طعم و مزه **(Flavor)**
۵	همگن (بسیار خوب)	بسیار خوب	محکم و لطیف (بسیار خوب)	بسیار خوب
۴	همگن، (خوب)	خوب	خوب	خوب
۳	رنگ ناهمگن (قابل قبول)	قابل قبول	تا حدی نرم یا سفت. لطیف (قابل قبول)	قابل قبول
۲	رنگ ناهمگن (ضعیف)	بوی نامطبوع (ضعیف)	نرم یا سفت، الیافی و رشته مانند (ضعیف)	طعم نامناسب (ضعیف)
۱	بسیار ناهمگن (بسیار ضعیف)	بوی نامطبوع (بسیار ضعیف)	بسیار نرم یا بسیار سخت، الیافی (بسیار ضعیف)	طعم نامناسب (بسیار ضعیف)

- آزمون پذیرش مشتری پسندی
- آماده سازی نمونه

فیله‌های منجمد به منظور انجمادزدایی، در طول شب در دمای یخچال(۴-۵ درجه) قرار داده شدند. سپس قسمت بالایی خط جانبی فیله‌ها(*LOIN*) (شکل ۴) برای انجام آزمون پذیرش مصرف کنندگان جدا شده وشستشو شدند. نمونه ها در روغن آفتابگردان ۲±۱۸۰ به مدت ۵ دقیق سرخ شدند. برای انجام آزمون هر کدام از فیله‌های قرمزو نیل در بشقاب پلاستیکی سفید رنگ مجزا که با یک کد سه رقمی نشانه گذاری شده قرار گرفته وارزیابها پس از خوردن نمونه ها نظر خودرادر مورد طعم‌ومزه‌ی آنها به صورت عدد از۱ تا۹(۱=خیلی بد و۹=خیلی خوب) در پرسشنامه ثبت کردند.

شکل ۴-۱: بخش فوقانی فیله تیلاپیا (Lion)

- تهیه پرسشنامه

پرسشنامه ها براساس روش *CLT* طراحی شد(Meilgard ,2007). پرسشنامه شامل دوبخش بود.بخش اول برای ارزیابی طعم و مزه نمونه ها تهیه شد. ارائه این جدول به ارزیابها با عبارت "خواهشمند است پس از خوردن نمونه نظر خود را در مورد طعم و مزه‌ی آن‌ها در یکی از مربع های جدول زیر ثبت کنید" بود. بخش دیگر پرسشنامه

شامل مشخصات فردی (سن،جنس وتحصیلات) ، نوع آبزیانی که مصرف میکنند و ترجیح نوع فرآورده آبزی مصرف کنندگان بود که برای دستیابی به این اطلاعات سوالاتی بشرح زیر طرح شده بود:

- ترجیح می‌دهید کدام نمونه (فیله تیلاپیای نیل یا قرمز) را مصرف کنید؟
- آگر این فرآورده‌ها دربازار عرضه شود تمایل به خرید و مصرف آن دارید ؟
- در صورت عرضه‌ی این ماهی کدام یک از گونه (براساس رنگ فیله) را انتخاب می‌کنید؟
- در صورت‌عرضه‌ی تیلاپیابه‌بازارکدام‌شکل(های) شامل: ماهی شکم‌پر تازه،ماهی شکم‌خالی تازه،ماهی شکم‌پر منجمد،ماهی شکم‌خالی منجمد،فیله‌ی با پوست تازه،فیله‌ی با پوست منجمد،فیله‌ی بدون پوست تازهفیله‌ی بدون پوست منجمد،فیله‌ی بدون پوست و استخوان تازه،فیله‌ی بدون پوست و استخوان منجمد،فرآورده‌های فرموله‌شده‌ی‌آماده‌ی مصرف مانند برگر و ناگت این محصول‌رابیش ترمی‌پسندید؟

به نام خدا

پرسشنامه‌ی ارزشیابی مصرف کنندگان ماهی

خواهشمند است پس از چشیدن نمونه‌های ارایه شده نظر خود را در مورد طعم و مزه‌ی آن‌ها به طور جداگانه اعلام فرمایید.

نمونه‌ی شماره‌ی ۲۳۴:

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
□	□	□	□	□	□	□	□	□
خیلی بد								خیلی خوب

نمونه‌ی شماره‌ی ۲۵۱:

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
□	□	□	□	□	□	□	□	□
خیلی بد								خیلی خوب

ترجیح می‌دهید کدام نمونه را مصرف کنید ؟

□ ۲۵۱ ۲۳۴ هیچ‌کدام □

اگر این فرآورده‌ها در بازار عرضه شوند تمایل به خرید و مصرف آن‌ها دارید؟

□ بله خیر □

ماهی تیلاپیا گونه‌ی پرورشی است. از این گونه دو نوع تیلاپیا سیاه و قرمز در عرضه خواهد شد. در صورت عرضه‌ی این ماهی کدام یک از گونه‌های زیر راانتخاب می کنید؟

☐تیلاپیای سیاه

☐تیلاپیای قرمز

علت انتخاب شما چیست؟

در صورت عرضه‌ی تیلاپیا به بازار کدام شکل(های) این محصول را بیش‌ترمی‌پسندید؟

ماهی شکم‌پر تازه ☐

ماهی شکم‌خالی تازه ☐

ماهی شکم‌پر یخ‌زده(منجمد) ☐

ماهی شکم‌خالی یخ‌زده(منجمد) ☐

فیله‌ی با پوست (تازه) ☐

فیله‌ی با پوست (یخ‌زده) ☐

فیله‌ی بدون پوست (تازه) □

فیله‌ی بدون پوست (یخ‌زده) □

فیله‌ی بدون پوست و استخوان (تازه) □

فیله‌ی بدون پوست و استخوان (یخ‌زده) □

فرآورده‌های فرموله‌شده‌ی‌آماده مانند برگر و ناگت □

هر چند وقت ماهی یا فرآورده های شیلاتی مصرف می کنید؟

۲ بار در سال یا کم تر	۳ تا ۱۰ بار در سال	ماهی ۱ بار	۲ تا ۳ بار در ماه	هفته یی ۱ بار	۲ بار در هفته	بیش از ۳ بار در هفته
□	□	□	□	□	□	□

بیشتر از چه نوع فرآورده‌های دریایی استفاده می‌کنید؟

آبزیان دریایی آبزیان پرورشی □

هر چند وقت گوشت قرمز یا فرآورده های گوشتی مصرف می کنید؟

۲ بار در سال یا کم تر	۳ تا ۱۰ بار در سال	ماهی ۱ بار	۲ تا ۳ بار در ماه	هفته یی ۱ بار	۲ بار در هفته	بیش از ۳ بار در هفته

□	□	□	□	□	□	□

هر چند وقت گوشت مرغ یا فرآورده های گوشت مرغ مصرف می کنید؟

۲ بار در سال یا کم تر	۳ تا ۱۰ بار در سال	ماهی ۱ بار	۲ تا ۳ بار در ماه	هفته یی ۱ بار	۲ بار در هفته	بیش از ۳ بار در هفته
□	□	□	□	□	□	□

جنس: خانم آقا ☐ ☐

سن: .... سال

تحصیلات:

دیپلم و یا کم‌تر ☐

فوق دیپلم و یا لیسانس ☐

بالاتر از لیسانس ☐

آزمون *CLT* کلا با ۲۷۶ نفر مصرف کننده شامل ۷۱ نفر در استان گیلان کارکنان پژوهشکده‌ی آبزی پروری)، ۱۱۳ نفر در استان مازندران(کارکنان و دانشجویان دانشکده منابع طبیعی وعلوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس) و ۹۲ نفر در استان تهران(کارکنان سازمان شیلات ایران) انجام شد.

❖ تعیین ترکیبات تقریبی **(Proximate composition)**

برای تعیین ترکیبات تقریبی نمونه‌ها براساس روش Yazdan و همکاران (۲۰۰۹) آماده و با روش های زیر آنالیز انجام شد.

- رطوبت

رطوبت نمونه ها با روش (AOAC, 2002) انجام شد و مقدار(درصد) آن با استفاده از فرمول ۳-۱ محاسبه گردید.

فرمول ۳-۱: $\text{درصد رطوبت} = \frac{M1-M2}{M0} \times 100$

M1 = وزن ظرف و نمونه قبل از خشک کردن

M2= وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن

M0= وزن نمونه

- خاکستر

برای محاسبه میزان خاکستر از روش AOAC (۲۰۰۲) استفاده گردید (فرمول ۳-۲).

فرمول ۳-۲: $\text{درصد خاکستر} = \frac{b-c}{a} \times 100$

a= وزن نمونه بر حسب گرم

b= وزن بوته چینی و خاکستر بر حسب گرم

c= وزن بوته چینی بر حسب گرم

- چربی

مطابق روش Bligh & dyer (۱۹۵۹)، مقدار ۴۰ گرم از نمونه چرخ شده ماهی، به داخل دکانتور ۵۰۰ میلی لیتری منتقل شد و سپس ۱۶۰ سی سی متانول و به همین میزان کلروفورم به دکانتور اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت ثابت ماند، بعد از زمان طی شده فاز چربی و کلرفرم تشکیل شده را جدا کرده و داخل ارلنی که به وزن ثابت رسانده شده بود ریخته شد. سپس با استفاده از دستگاه تبخیر روتاری حلال جدا گردید. ارلن حاوی چربی وزن گردید و مقدار چربی طبق فرمول شماره ۲-۳ محاسبه شد.

فرمول ۳-۳: درصد چربی $= \frac{a}{b} \times ۱۰۰$

a= وزن نمونه روغن بر حسب گرم

b= وزن نمونه ماهی بر حسب گرم

- پروتئین

برا ی اندازه گیری پروتئین موجود در نمونه هااز روش ماکروکلدال (AOAC, 2002) استفاده گردید.

میزان پروتئین با استفاده از فرمول شماره ۳-۴ محاسبه شد.

فرمول ۳-۴: درصد پروتئین $= \frac{n \times b \times 0.14}{a} \times ۱۰۰$

a= وزن نمونه ماهی بر حسب گرم

n= نرمالیته اسید مصرف شده

b= حجم اسید مصرفی

- ❖ آنالیز آماری داده ها

آنالیز آماری نتایج آزمایشات ارزیابی حسی و ترکیبات تقریبی هر تیمار با استفاده از نرم افزار آماری (Minitab,16) انجام شد. از آنالیز واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) و تست (Tukey's) برای مقایسه میانگین تکرار ها استفاده شد. سطح معنی دار ($P<0.05$) در نظر گرفته شد.

پایایی و روایی پرسشنامه های مربوط به مشتری پسندی به وسیله آزمون آلفا کرون باخ در نرم افزار *SPSS* (نسخه ۱۷ ساخت کشور آمریکا) اندازه گیری وبالای ۷۰درصد تعیین گردید. برای مقایسه دو گروه مستقل ازداده های پذیرش درمجموع استان ها آزمون من ویتنی،میزان پذیرش فیله ها به تفکیک استان‌ها از آزمون کروس کال والیس و برای بررسی فراوانی‌های مشاهده شده در جواب های پرسش‌نامه‌ها ومقایسه ۳ استان بایکدیگر ازآزمون کای اسکور در سطح اطمینان ۹۵درصد استفاده گردید

بخش سوم: نتایج

- قابلیت فیله کردن ماهی تیلاپیا:

ماهی کامل تیلاپیا و فیله حاصل از آن در شکل ۴-۲ و استخوانه وستون فقرات آن در شکل ۴-۳ نشان داده شده است. ماهی تیلاپیا فاقد استخوان‌های ریز در میان عضلات بوده و براحتی قابلیت تولید فیله بدون استخوان را دارد.

شکل ۴-۲: ماهی تیلاپیای کامل و فیله

شکل۴-۳: وضعیت استخوان ها در ماهی تیلاپیا

- ارزیابی حسی توسط گروه ارزیاب آموزش دیده

نتایج ارزیابی حسی مربوط به رنگ ، بو، طعم و مزه و بافت در فیله تیلاپیا نیل و قرمز در نمودار ۴-۱ آمده است. از نظر فاکتورهای حسی، فاکتور های بافت، طعم ومزه در حداکثر امتیاز قرار (امتیاز۵)، امتیاز فاکتور بو در حد بالاتر از خوب (۴/۸) بوده است. از نظر رنگ نیز امتیاز مربوط به ماهی تیلاپیا قرمز ۵ (حداکثر)و ماهی تیلاپیا کمی پائین تر(۴/۸) ارزیابی شد. بطورکلی قابلیت پذیرش هردو ماهی توسط تست پانل در حد خیلی خوب ارز یابی گردیده است ودر این خصوص بجز فاکتور رنگ فیله که در ماهی تیلاپیا قرمز از امتیاز بالاتری از ماهی سیاه برخوردار بود در سایر فاکتور ها تفاوتی بین فیله دوماهی سیاه و قرمز مشاهده نگردید.

نمودار ۴-۱: نتیجه ارزیابی حسی فیله های ماهی تیلاپیا

- حروف انگلیسی مختلف بالای ستون ها نشان دهنده اختلاف معنی دار نتایج ($p<0.05$) میباشد

❖ ترکیبات تقریبی گوشت ماهی تیلاپیا **(Proximate composition)**

مقدار ترکیبات تقریبی گوشت تازه ماهی تیلاپیا (پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر) در جدول شماره ۴-۲ نشان داده شده است. مقدار پروتئین بین ۱۹ تا ۲۰ درصد، چربی بین ۱/۳ تا ۱/۷ درصد ، رطوبت بین ۷۸ تا ۷۹ درصد و خاکستر بین ۱/۴ تا ۱/۸ گرم در صد گرم گوشت ماهی متغییر بوده است. اختلاف معنی داری از نظر ترکیبات تقریبی در گوشت ماهی تیلاپیا نیلی و قرمز مشاهده نگردید($P>0.05$) .

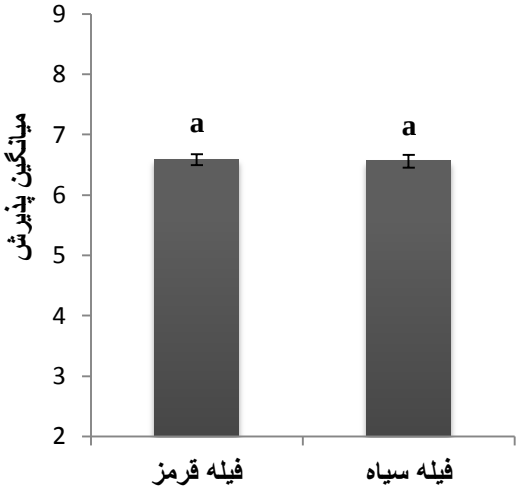
جدول ۴-۲:مقدار ترکیبات تقریبی ماهی تیلاپیا (گرم در صد گرم) گوشت تازه

نوع ماهی	پروتئین	چربی	رطوبت	خاکستر
تیلاپیا نیلی	۱۸/۷۰± ۰/۰۱a	۱/۳۰± ۰/۰۱a	۷۹/۱۲± ۰/۰۱a	۱/۸۵± ۰/۰۱a
تیلاپیا قرمز	۱۹/۲۶± ۰/۲۰a	۱/۶۸± ۰/۱۲a	۷۸/۰۶± ۰/۱۵a	۱/۳۶± ۰/۰۷a

عددها میانگین ۳ تکرار بعلاوه‌ی انحراف معیار است. حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین دو ماهی تیلا پیا سیاه و قرمز است($P<.۰/۰۵$)

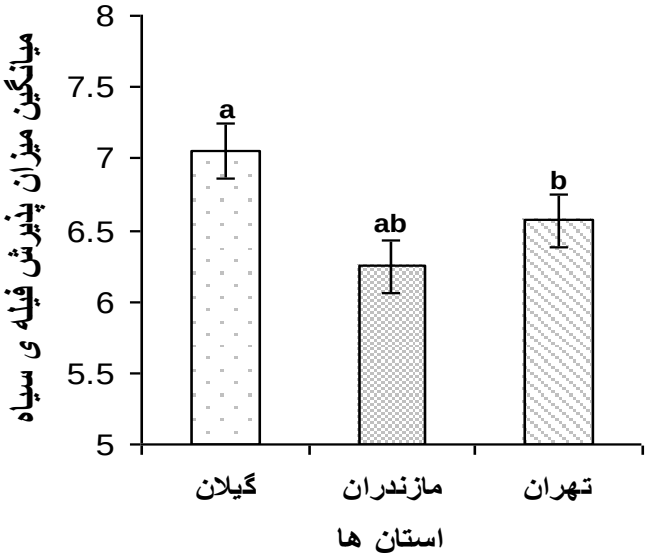
- میزان مشتری پسندی فیله ها

نتایج اندازه‌گیری میانگین پذیرش فیله قرمز و سیاه تیلاپیای پرورشی درمجموع ۳ استان در نمودار شکل ۸ آورده‌شده-است. مقایسه میانگین پذیرش نمونه‌ها از(۱=خیلی بد تا ۹=خیلی خوب) به ترتیب برای فیله‌ی قرمز،۶/۵۹ وفیله‌ی سیاه، ۶/۵۶ اندازه گیری شد واختلاف معنی داری بین نمونه ها مشاهده نشد($P>۰/۰۵$).

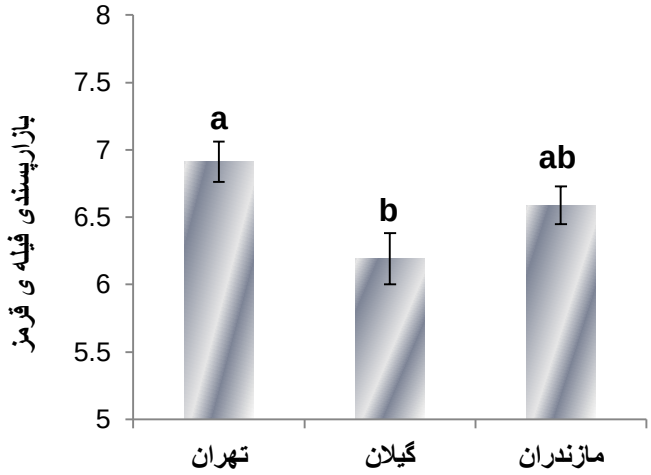


نمودار ۴-۲: نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین میزان پذیرش فیله ی قرمزو فیله‌ی سیاه(نیل) در مجموع ۳ استان. حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین دو فیله‌ی تیلاپیای نیل و قرمز است ($P>۰,۰۵$)

نتایج اندازه گیری میانگین پذیرش هریک از نمونه‌ها به تفکیک ارزیابان هراستان در شکل ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. میانگین میزان پذیرش فیله‌ی سیاه از(۱=خیلی بدتا۹=خیلی خوب) به ترتیب دراستان‌های تهران(۷/۰۵)،گیلان(۶/۲۴)ومازندران (۶/۵۶)و فیله‌ی سیاه به ترتیب در استان‌های تهران(۶/۹۱)، گیلان(۶/۱۹)ومازندران(۶/۵۹) اختلاف معنی داری در هردو نمونه مشاهده شد($P<۰/۰۵$).



نمودار ۴-۳: نتایج حاصل از مقایسه ی میانگین میزان پذیرش فیله‌ی سیاه(نیل) به تفکیک هراستان. حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین پذیرش فیله‌ی تیلاپیای سیاه است ($P>۰,۰۵$) .



شکل نمودار ۴-۴: نتایج حاصل از مقایسه ی میانگین میزان پذیرش فیله‌ی قرمز به تفکیک هراستان حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بین قرمز است ($P>۰,۰۵$)

نتایج حاصل از مقایسه‌ی درصد فراوانی پاسخ سوال‌های پرسشنامه مبنی بر ترجیح یا عدم ترجیح مصرف نمونه ها، تمایل داشتن به خریدو مصرف نمونه‌ها در صورت عرضه به بازار،انتخاب کدام نمونه توسط ارزیابها درهنگام عرضه به بازار،کدام شکل عرضه محصول به بازار را می‌پسندند، جنسیت وسطح تحصیلات ارزیاب‌ها واینکه بیشتر از چه نوع از چه نوع فرآورده‌های دریایی استفاده میکنند؛ به ترتیب در جدول های ۴-۳، ۴-۴، ۴-۵، ۴-۶، ۴-۷،۴-۸ و ۴-۹ آورده شده است.

جدول شماره۴-۳: درصد فروانی پاسخ های پرسش "ترجیح می‌دهید کدام نمونه را مصرف کنید"؟

استان	فیله قرمز	فیله سیاه	هردو فیله	هیچکدام	sig
تهران	۴۲/۳۹	۳۶/۹۵	۱۷/۳۹	۳/۲۶	
گیلان	۲۶/۷۶	۵۹/۱۵	۱۱/۲۶	۲/۸۱	۰/۰۳
مازندران	۴۶/۰۱	۴۳/۳۶	۸/۸۴	۱/۷۶	
میانگین سه استان	۳۹/۸۵	۴۵/۲۸	۱۲/۳۱	۲/۵۳	

جدول شماره ۴-۴: درصد فروانی پاسخ های پرسش "آگر این فرآورده‌ها دربازار عرضه شود تمایل به خرید و مصرف آن دارید"؟

استان	بلی	خیر	بی پاسخ	sig
تهران	۸۶/۹۵	۸/۶۹	۴/۳۴	
گیلان	۷۶/۰۵	۱۲/۶۷	۱۱/۲۶	۰/۲۲
مازندران	۷۸/۷۶	۱۷/۶۹	۳/۵۳	
میانگین سه استان	۸۰/۷۹	۱۲/۳۱	۵/۷۹	

جدول شماره۴-۵: درصد فروانی پاسخ های پرسش " در صورت عرضه‌ی این ماهی کدام یک از گونه (براساس رنگ فیله) را انتخاب می‌کنید"؟

استان	فیله قرمز	فیله سیاه	هردوفیله	بی پاسخ	sig
تهران	۵۴/۳۴	۲۸/۲۶	۱۰/۸۶	۶/۵۲	
گیلان	۳۰/۹۸	۴۷/۸۸	۱۲/۶۷	۸/۴۵	۰/۰۰۱
مازندران	۵۰/۴۴	۴۶/۰۱	۲/۶۵	۰/۸۸	
میانگین سه استان	۴۶/۷۳	۴۰/۵۷	۷/۹۷	۴/۷۱	

جدول شماره۴-۶: درصد فروانی پاسخ‌های پرسش " بیشتر از چه نوع فرآورده‌های دریایی استفاده می‌کنید"؟

استان	آبزیان دریایی	آبزیان پرورشی	هردومورد	بی پاسخ	sig
تهران	۳۳/۶۹	۴۸/۹۱	۱۰/۸۶	۶/۵۲	
گیلان	۶۶/۱۹	۱۸/۳۰	۷/۰۴	۸/۴۵	۰/۰۱
مازندران	۴۲/۵۰	۵۰/۷۰	۵/۳۰	۲/۶۵	
میانگین سه استان	۴۳/۸۴	۴۳/۴۷	۶/۵۲	۶/۱۵	

جدول شماره۴-۷: درصد فراوانی پاسخ‌های پرسش "سطح تحصیلات ارزیابها"

استان	زیردیپلم تا دیپلم	فوق دیپلم تالیسانس	بالاتر از لیسانس	sig
تهران	۱۰/۸۶	۵۳/۲۶	۳۵/۸۶	۰/۰۰۱
گیلان	۲۶/۷۶	۴۵/۰۷	۲۸/۱۶	
مازندران	۱/۷۶	۹/۷۳	۸۸/۴۹	
میانگین سه استان	۱۱/۲۳	۳۳/۳۳	۵۵/۴۳	

جدول شماره۴-۸: درصد فراوانی پاسخ‌های پرسش " جنسیت ارزیابها"

استان	زن	مرد	sig
تهران	۱۹/۵۶	۶۵/۴۸	۰/۰۱
گیلان	۲۸/۱۶	۷۱/۸۳	
مازندران	۴۳/۳۶	۵۶/۶۳	
میانگین سه استان	۳۱/۵۲	۶۸/۴۷	

جدول شماره۴-۹: درصد فروانی پاسخ‌های پرسش "درصورت عرضه‌ی تیلاپیا به بازارکدام شکل این محصول‌را می پسندید"؟

استان	شکم پرتازه	شکم خالی تازه	شکم‌پر منجمد	شکم خالی منجمد	فیله‌با پوست‌تازه	فیله‌با پوست‌منجمد	فیله بدون پوست تازه	فیله بدون پوست منجمد	فیله بدون پوست‌و استخوان تازه	فیله بدون پوست‌و استخوان منجمد	فرآورده‌های فرموله شده مانند برگر وناگت	sig
تهران	۸/۶۹	۲۰/۶۹	۳/۲۶	۹/۷۸	۴/۳۴	۳/۲۶	۳۳/۶۹	۴/۳۴	۶/۵۲	۵/۴۳	۰	
گیلان	۲۹/۱۶	۱۴/۰۸	۰	۰	۸/۴۵	۰	۲۱/۱۲	۷/۰۴	۱۱/۲۶	۱/۴۰	۷/۰۴	۰/۰۰۱

مازندران	۲۰/۳۵	۲۱/۲۳	۲/۶۵	۲/۶۵	۹/۷۳	۴/۴۲	۱۳/۲۷	۸/۸۴	۹/۷۳	۰/۸۸	۶/۱۹	
مجموع	۱۸/۸۴	۲۳/۵۵	۲/۱۷	۴/۳۴	۷/۶۰	۲/۸۹	۱۷/۷۵	۶/۸۸	۹/۰۵	۲/۵۳	۴/۳۴	

بخش چهارم : بحث و نتیجه گیری

نتایج بررسی قابلیت فیله کردن نشان داد که هر دو نوع ماهی تیلاپیای نیل و قرمز تازه از رنگ مناسب برخوردار هستند (شکل ۴-۲). همچنین بررسی استخوانها و اسکلت آنها بیانگر آن است که این ماهیان فاقد استخوانهای ریز در داخل عضلات بوده و با جدا کردن ستون فقرات به راحتی می‌توان فیله بدون پوست و استخوان تهیه کرد (شکل ۴-۳). نتایج ارزیابی حسی فیله‌های پخته نیز بیانگر این مطلب است که بافت، طعم و مزه فیله پخته ماهی‌های تیلاپیا از حداکثر امتیاز برخوردار هستند. همچنین نتایج این ارزیابی نشان می‌دهد که فیله‌های پخته شده دارای بوی غیرقابل قبول نمی‌باشند. در بین دو نوع ماهی تیلاپیای مورد بررسی از نظر شاخص‌های بافت، طعم و مزه و بو تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید و تنها در شاخص رنگ اختلاف جزیی بین ماهی تیلاپیای نیل و قرمز مشاهده شد.

نتایج ترکیبات تقریبی (پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر) گوشت ماهی تیلاپیا (جدول ۴-۲) نشان میدهد که در گوشت ماهیان تیلاپیای مورد بررسی بین ۱/۳ تا ۱/۷ درصد چربی، ۱۸/۷ تا ۱۹/۳ درصد پروتئین، ۷۹ تا ۷۷درصد رطوبت و ۱/۸ تا ۱/۴ درصد خاکستر وجود دارد.مقدار ترکیبات تقریبی در ماهی ها متفاوت بوده و به عوامل مختلف از قبیل گونه، سن، نوع تغذیه، شرایط محیطی بستگی دارد (*Huss* و همکاران،۱۹۹۹). مقدار پروتئین در عضلات آبزیان بین ۱۵ تا ۲۵ درصد متغیراست که در هنگام عدم دستیابی به مواد خوراکی برای مدت طولانی این مقدار ممکن است به حد زیادی کاهش یابد و به ۱۵ درصد هم برسد (*Rehbein* و*Oehlenschlage*، ۲۰۰۹). مقدار پروتئین در مطالعات انجام شده توسط *Usydus* و همکاران (۲۰۱۱) و *Garduno* و همکاران (۲۰۰۷) برای تیلاپیای نیل ۱۶/۴ درصد و ۱۷/۴۰ و برای تیلاپیای هیبرید قرمز ۱۶/۶ درصد گزارش شده است. مقدار چربی در گوشت سه گونه ماهی تیلاپیا *Tilapia rendalli* ، *Oreochromis niloticus*، *Oreochromis Marcrochir* در فصول مختلف توسط *Rasoarahona* و همکاران (۲۰۰۵) بررسی گردید. نامبرد گان گزارش کردند که مقدار چربی در گونه های مختلف تیلاپیا و همچنین در فصول مختلف متفاوت میباشد و براساس این تحقیق مقدار چربی گونه های مذکور از ۰/۲۴ تا ۲/۹۴ گرم متغییر بوده است. در تحقیق حاضر اختلاف معنی داری بین دو نوع ماهی تیلاپیای سیاه و قرمز از نظر مقدار ترکیبات تقریبی مشاهده نگردید. مطالعات متعددی روی ترکیبات تقریبی گوشت ماهیان پرورشی کشور انجام شده است. بر اساس این مطالعات، مقدار پروتئین و

چربی در گوشت تاس ماهی ایرانی بترتیب ۲۰/۶۹و ۱۱/۳۷ درصد (جنت علیپور و همکاران ۱۳۹۰)، در ماهی کپور علفخوار بترتیب ۱۵/۹۹و ۲/۷۱ درصد (اجاق و همکاران ۱۳۸۳)، در ماهی فیتوفاگ بترتیب ۱۶/۷ و ۲/۶ درصد(ذوالفقاری ۱۳۸۹)و در گوشت ماهی قزل آلا بترتیب ۲۰/۴ و ۱/۶ (جوان ۱۳۸۹) گزارش شده است.

نتایج حاصل از میزان قابلیت پذیرش مصرف کنندگان (Consumer acceptability) که توسط ارزیابان در سه استان انجام شد بیانگر آن است که که در مجموع مصرف کنندگان ۳ استان با استفاده از آزمون من ویتنی درسطح اطمینان ۹۵ درصد اختلاف معنی درای را نشان نداد (شکل *4-2*). همانطوریکه در شکل *4-2* نشان داده شده است امتیاز داده شده به فیله ها بالای ۶ (بین ۶/۵ تا ۷) میباشد که نشان دهنده مقبولیت بالای این فیله ها میباشد. اما بررسی استانی پرسسش نامه ها در رابطه با میزان مقبولیت مصرف کنندگان نشان داد (شکل *4-3*و شکل *4-4*) که در استان گیلان فیله‌ی سیاه و دراستان تهران فیله‌ی قرمز بالاترین میانگین پذیرش را به خود اختصاص داند. آنالیز نتایج نشان میدهد که میزان پذیرش هر دو گونه نیل و قرمز بالای ۶/۵ بوده و بیانگر مقبولیت بالای این ماهی ها در هر استان میباشد. در یکی از پرسش‌های پرسشنامه علت انتخاب فیله‌ها از ارزیاب‌ها پرسیده شده بود. مصرفکنندگان گیلانی رنگ فیله‌ی قرمز را به دلیل شباهت آن با ماهی گلی (حوض) زیاد نپسندیدند. این مطلب ممکن است به این علت باشد که مردم گیلان غالبا از ماهیان دریایی به خصوص ماهی سفید دریای خزر مصرف می کنند که از نظر رنگ و بافت با ماهی تیلاپیای سیاه شباهت بیشتری دارد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیق *Coyle* و همکاران ۲۰۰۴ مطابقت دارد. این درحالی است که مصرف-کنندگان تهرانی فیله‌ی قرمز را بیشتر ترجیح دادند. آنان بر خلاف مصرف‌کنندگان گیلانی،ماهی تیلاپیای قرمز را داری رنگی شفاف وروشن وبازارپسندتر می دانسته وهمچنین اذعان داشتند که گوشت ماهی تیلاپیای قرمز به راحتی از استخوان جدا میگردد. این انتخاب به این دلیل باشد که مصرف‌کنندگان تهرانی به علت فاصله نزدیک تر این استان بااستان‌های جنوبی و درنتیجه دسترسی بیش‌تر به ماهیان دریایی جنوب کشورومصرف انواع ماهیان جنوب باشد. آنان ماهی تیلاپیای قرمز را شبیه ماهی سرخو در جنوب کشور عنوان کردند که این نتایج با نتایج تحقیق عادلی وهمکاران (۱۳۸۹) مطابقت دارد.

نتایج حاصل از جداول در صد فراوانی پاسخ هریک از پرسش های پرسشنامه که به‌وسیله آزمون کای اسکوور در سطح اطمینان ۹۵ درصد به دست آمد،نشان داد که نتایج حاصل از تمایل به خرید و مصرف (جدول

۴)هردو فیله‌ی تیلاپیا در هر۳ استان اختلاف معنی داری را باهم ندارند. در هر ۳ استان بیش‌تر مصرف‌کنندگان تمایل به خریدومصرف این محصول رادارند. همچنین تعدادی ازارزیابها درقسمت انتهایی پرسشنامه اظهار داشتند، یکی از عوامل اصلی که باعث می شود در صورت عرضه این محصول به بازارآن راخریداری کنند قیمت تمام شده‌ی آن در بازاراست.

نتایج جدول درصد فراوانی مصرف آبزیان (جدول ۴-۶) نشان داد که ۳استان از لحاظ مصرف ماهیان پرورشی و دریایی، در سطح ۹۵ درصد باهم اختلاف معنی داری دارند.احتمالا این به دلیل ساحلی بودن استان گیلان و درنتیجه مصرف ماهیان دریایی بالاترتوسط ارزیابهای این استان باشد،این نتایج با نتایج تحقیق صالحی و مختاری(۱۳۸۷)مطابقت دارد.ولی در استان مازندران به دلیل اینکه تقریبا ۵۰درصد ارزیابها از دانشجویان و اساتید غیر بومی مازندران هستند و هفته‌ای یکبار ماهی (قزل آلا) در برنامه غذایی آنها و جود دارد علی رغم ساحلی بودن این استان مصرف ماهی پرورشی درارزیابها بیشتراز فرآورده‌های دریایی مشاهده شد.همچنین این امر باعث شده است که در استان مازندران از نظر سطح تحصیلات (جدول ۴-۸)،جنسیت افراد ارزیاب اختلاف زیادی با استانهای گیلان و تهران داشته باشد.

بررسی پرسش نامه مربوط به نوع فرآورده قابل مصرف (جدول ۴-۹) نشان داد که در استان گیلان ارزیابها تمایل داشته‌اند که این گونه‌ها به شکل،ماهی شکم پرتازه به بازار عرضه شود واین امر به دلیل مصرف بالای ماهی تازه صید شده در سبدغذایی مردم گیلان است ولی در استان مازندران به دلیل اینکه اکثر ارزیابها را جوانان تشکیل می دهند بیشترین فراوانی مربوط محصولات اماده‌ی مصرف میباشدوجوانان فراورده‌های متنوع را بیشتر می پسندندو در استان تهران نیز به دلیل نداشتن تبحر کافی درپاک کردن وآماده‌سازی ماهی،و زمان بر بودن آن، لذا ارزیابهای تهرانی فیله‌ی بدون پوست تازه را بیشتر پسندیدند.این نتایج با نتایج مطالعه‌ی صالحی(۱۳۸۵)مطابقت دارد.درآخر بایدعنوان کرد که با توجه به پتانسیل بالای آبزی پروری کشورمان و مزایای متعدد پرورش ماهی تیلاپیاوهمچنین میانگین بازارپسندی بالا در استانهای مورد بررسی این ماهیان گونه‌های بسیار مناسبی برای پرورش در کشور هستند. با توجه به اینکه ماهی غذای سلامتی شناخته شده است تنوع بخشی به گونه‌های پرورشی کشور می‌تواند به سوق دادن مردم به سمت مصرف هرچه بیشتر ماهی وفراورده‌های دریایی کمک شایانی کند.این نکته را هم باید درنظرداشت که این ماهیان بومی کشور نیستند و پرورش این ماهیان درکشور نیازمند شناخت دقیق‌این گونه‌هاو مدیریت صحیح آبزی پروری می باشد.

پیشنهادها:

گزارش حاضر نتیجه سه پروژه تحقیقاتی است که در سه موضوع ارزیابی تازه گی ماهی تیلاپیا، روش انجماد و بازار پسندی ماهی تیلاپیا انجام شده است. بعبارت دیگر این طرح بر مبنای ماهی کامل شکم خالی، شکم پرو فیله انجام شده است. این ماهی قابلیت تبدیل به فرآوردههای مختلف را دارد و برای معرفی کامل این ماهی به بازار ضرورت دارد فرآوردههای متنوعی از آن تولید و مورد بررسی قرار گیرند. در این خصوص پیشنهادهای زیر برای اجرای پروژههای تحقیقاتی ارائه میگردد.

۱- تهیه انواع فیله های پوشش داده شده بصورت خام و پخته
۲- تولید محصول دودی شده تهیه فرآورده کنسرو از ماهی تیلاپیا
۳- تهیه چرم از پوست ماهی تیلاپیا
۴- تهیه ناگت از گوشت ماهی تیلاپیا

منابع

۱. اجاق،س،م.رضائی،م.خرمگاه،بررسی ترکیبات مغذی واسیدهای چرب عضلات-کپورمعمولی(Cyprinuscarpio) وکپورعلفخوار(Ctenopharyngodon idella).مجله علوم وفنون دریایی.شماره۱ صفحات ۸۳-۷۷.
۲. اسماعیل زاده کناری، ر. سحری، م.ع. و حمیدی اصفهانی، ز. ۱۳۸۲. مقایسه ترکیبات غذایی گوشت ماهی سفید و ماهی علف خوار پرورشی و فراوری مارینا د از آنها. مجله علمی شیلات ایران. سال ۱۲، شماره ۴. صفحات ۱۳-۲۸.
۳. بسیمی، ب. ۱۳۸۰. تهیه کتلت ماهی کپور و تعیین زمان ماندگاری آن در سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال.

۴. جوان، س. ۱۳۸۹. پاستوریزاسیون سرد فیله قزل آلای رنگین کمان با استفاده از اشعه گاما و ارزیابی عمر ماندگاری محصول. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات شیلات ایران. شماره ۸۸۰۶۴-۱۲-۱۲

۵. خدیری، ب. ۱۳۸۱. تولید سوریمی از ماهی کپور و تعیین اثر شستشو و مواد افزودنی بر روی خواص حسی و زمان نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتی گراد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال.

۶. ذوالفقاری، م. شعبانپور، ب، شعبانی، ع. و شیرانی بید آبادی، ف. ۱۳۸۹. مقایسه ارزش غذایی و بررسی تناسب ارزش تغذیه ای و ریالی اندازه های ختلف ماهی فیفاگ در فصل بهار. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. شماره ۳. صفحات ۱۸-۱۷۵.

۷. سازمان شیلات ایران.، ۱۳۹۰: سالنامه‌ی آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۸۹-۱۳۷۹، دفتر برنامه و بودجه، سازمان شیلات ایران، تهران.

۸. شویک‌لو ا.، ۱۳۸۳. تیلاپیا، ماهی سفید جدید، گزارش کارشناسی. معاونت آبزی‌پروری. سازمان شیلات ایران. تهران.

۹. صالحی ح.، چیذری م.، مختاری آبکناری ع.۱۳۸۵. بررسی نگرش کارشناسان شیلات ایران در مورد آبزی پروری پایدار، علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، شماره۲ صفحات ۹۸-۷۸.

۱۰. صالحی،ح.مختاری،ع. بررسی گرایش متخصصین تغذیه به مصرف ماهی درایران.مجله علمی علوم شیلات ایران شماره۱ صفحات ۹۰-۷۹.

۱۱. صالحی،حسن. ارزیابی بازار مصرف کپورماهیان وفرآورده‌های‌آن‌در ایران.مجله علوم شیلاتی ایران..شماره۲ صفحات ۱۱۰-۸۳.

۱۲. عادلی،ا.حسنقلی‌پور،ط.حسینی،س،ع.صالحی،ح.شعبانپور.ب .شناسایی عوامل اصلی‌موثردرگرایش مصرف‌کنندگان خانگی به ماهیان پرورشی درتهران.مجله علمی شیلات ایران.شماره۳ صفحات۹۶-۸۷.

۱۳. علیپور،م.شعبانپور، ب. صادقی ماهونک،ع. شعبانی،ع. بررسی ارزش تغذیه ای فیله های خام و کباب شده تاس ماهی ایرانی. مجله‌علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران.شماره ۳ صفحات ۹۴-۸۵.

۱۴. کرمی، ب. ۱۳۸۶. تعیین ارزش غذایی و بررسی میزان فلزات سنگین (مس، سرب، روی و جیوه) در بافت عضله، تخمدان و کبد اردک ماهی (Esox lucius) در تالاب انزلی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال.

۱۵. هدایتی فرد، م. ۱۳۸۱. شناسایی کمی و کیفی اسیدهای چرب بافت ماهی کفال طلایی، مجله علوم دریایی ایران. شماره ۲. صفحات ۷۲-۷۷.

1. Alizadeh، E. Chapleau، N. Lamballerie، M.D.E. and Lebail، A. 2007. Effects of freezing and thawing processes on the quality of atlantic salmon (Salmo salar) fillets، Food Engineering and Physical Properties،72:279-284.
2. Al-Kahtani، H.A. Abu-Tarboush، H.M. Bajaber، A.S. and Atia، M. 1966. Chemical changes after Irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel، Journal of Food Science،61: 729-733.
3. Amerina، M.A. Pangborn، R.V. Roesler، E.B.1965. Principles of Sensory Evaluation of Food، Academic Press ، New York.
4. Antonocopoulos، N.1973. In: Ludorf W Meyer، V Edition، Fischeund Fischerzeugnisse Berlin and Hamburg. AOAC، 2002. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. Washington، DC، USA.
5. AOAC. 2002. Association of Official Analytical Chemists، 16 Edition، Washington DC، USA.
6. Arannilewa، S.T. Salawu، S. O. and Sorungbe، A.A. 2005. Effect of frozen period on the chemical، microbiological and sensory quality of frozen tilapia fish (Sarotherdun galiaenus)، African Journal of Biotechnology، 4: 852-855.
7. Badii، F.، Nazlin، K. and Howell، K. 2002. Changes in the texture and structure of Cod and Haddock fillets during frozen storage. Food Hydrocolloids. 16: 313-319.
8. Bello، R.A. Luft، J.H. 1982. Ultrastructural study of skeletal fish Muscle after freezing at different rates، Journal of Food Science، 47:1389- 1394.

9. Benjacul، S. Viessanguan، W. Thongkaew، C. Tanaka، M. 2005. Effect of frozen storageon chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand، Food hydrocolloids، 19: 197-207.
10. Bligh، E.G. and Deyer، W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification، Canadian Journal of Physiology and Pharmacology، 37:911-917.
11. Boutrolle، I.، Delarue، J.، Arranz، D.، Rogeaux، M.، & Köster، E. P. (2007). Central location test vs. home use test: Contrasting results depending on product type. Food Quality and Preference، 18(3)، 490-499.
12. Cao، E. Chen، Y. Cui، Z. 2003. Effect of freezing and thawing rates on denaturation of proteins in Aqueous solutions، Biotechnology and Bioengineering، 82: 684-690.
13. Castro، F.A.F.، Ana، H.M.P.، Campos، F.M.، Costa، N.M.B.، Silva، M.T.C. and Franceschini، S.C.C. 2007. Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. Food Chemistry، 103: 1080-1090.
14. Chen، Y.L. and Pan، B.S. 1997. Morphological changes in tilapia muscle following freezing by airblast and liquid nitrogen methods، International Journal of Food Science and Technology،32: 159-168.
15. Chen، Y.L. Pan، B.S. 1995. Freezing tilapia by airblast and liquid nitrogen- freezing point and freezing rate، International Journal of Food Science and Technology، 30:167-173.
16. Chevalier، D. Munoz، A.S. and Ghoul، M.2000.Effect of pressure shift freezing، air-blast freezing and storage on some biochemical and physical properties of Turbot، Lebensm Wiss Technology،33: 570-577.
17. Chevalier، D. Munoz، A.S. and Ghoul، M.2001. Effect of freezing conditions and storage on ice crystal and drip volume in turbot evaluation of pressure shift freezing VS. air-blast freezing، Innovative Food Science and Emerging Technology، 1:193-201.
18. Chuapoehuk، B. Raksakulthai، N. 1982. Fish finger from minced fish. Fisheries Gazette، 39: 371- 375.
19. Clarke، A.R. and Eberhardt، C.N. Microscopy techniques for materials science. Woodhead Publishing Limited.
20. Conell، J.J. 1959. Control of fish quality. 4nd ed. London، U.K.: Fishing News Books Limited.

21. Coyle، S. D.، Mengel، G. J.، Tidwell، J. H.، & Webster، C. D. (2004). Evaluation of growth، feed utilization، and economics of hybrid tilapia، Oreochromis niloticus× Oreochromis aureus، fed diets containing different protein sources in combination with distillers dried grains with solubles. Aquaculture Research، 35(4)، 365-370.
22. Delgado، A.E. and Rubiolo، A.C. 2005. Microstructural changes in strawberry after freezing and thawing processes، Food Science and Technology، 38:135-142.
23. Devahastin، S. 2011.Physicochemical aspects of food engineering and processing، CRC Press Publishing.
24. Egan، H. Krik، R.S. and Sawyer، R. 1997. Pearsons Chemical Analysis of foods، 9 Edition، 609-634.
25. El-Sayed، A.M.Fattah. 2006. Tilapia Culture، CABI Publishing.
26. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)، 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture، FAO، Rome.
27. Fellows، P.J.، 2000. Food Processing Technology. Company Publishing. New York.
28. Fijuwara، K. Oosawa، T. Saeki، H. 1988. Improved thermal stability and emulsifying properties of carp myofibrillar proteins by conjuction with dextran، Journal of Agricultural and Food Chemistery، 46: 1257-1261.
29. Fitzsimmons، K. and Watanabe، W. (2010). Chapter 17 (Family: Cichlidae) pp. 375-397
30. Fitzsimmons، K.، (2011). Why tilapia is becoming the most important food fish. American Fisheries Society، 25(4)، 563-582.
31. Fletcher، J.M. 2002. Freezing Nutrition Handbook، Blackwell Publishing.
32. Garduno M.، Herrera J.R. and Cruz J.D.، 2007. Nutrient composition and sensory evaluation of fillets from wild-type nile tilapia and a red hybrid، Aquaculture Research، 38:1074-1081.
33. Garduno، M. Herrera، J.R. and Cruz، J.D. 2007. Nutrient composition and sensory evaluation of fillets from wild-type nile tilapia and a red hybrid، Aquaculture Research، 38: 1074-1081.
34. Garduño-Lugo، M.، Herrera-Solís، J. R.، Angulo-Guerrero، J. O.، Muñoz-Córdova، G.، & la Cruz-Medina، D. (2007). Nutrient composition and sensory evaluation of fillets from wild-type Nile

tilapia (Oreochromis niloticus، Linnaeus) and a red hybrid (Florida red tilapia× red O. niloticus). Aquaculture Research، 38(10)، 1074-1081.

35. Globefish. (2012). Tilapia Market Report. FAO. http://www.globefish.org.
36. Goodband، R.2002. Functional properties of fish proteins، Sea Food quality Technology،85: 78-82.
37. Greef، G.J.، Galemoni، F. and Huisman، E.A. 1999. Reproductive biology of pond reared Nile tilapia. Aquaculture Research، 30، 25-33.
38. Grigorakis، K. Taylor، K.D.A. and Alexis، M.N. 2003. Organoleptic and volatile compounds comparison of wild and cultured gilthead sea bream (Sparus aurata): Sensory differences and possible chemical basis، Aquaculture، 225: 109-119.
39. Gwahaba، J.J. 1973. Effects of overfishing on Tilapia nilotica populations of lake George، Uganda، over the past 20 years. Journal of East African Wildlife، 11:317-328.
40. Gwahaba، J.J. 1973. Effects of overfishing on Tilapia nilotica populations of lake George، Uganda، over the past 20 years. Journal of East African Wildlife، 11:317-328.
41. Hall، G.M. 2011. Fish Processing- Sustainability and New Opportunities، Blackwell Publishing.
42. Hidoboro، A. and Tejado، M. 2004. Gilthhead sea bream (Sparus sparus): suitability for freezing and commercial، Journal of the Science of Food Agriculture،84:1405-1410.
43. Hsieh، Y.L. Regenstein، J.M. 1989. Texture changes of frozen stored cod and ocean perch minces، Journal of Food Science، 63: 638-643.
44. Huss H.H.، 1995. Quality and changes in fresh fish. FAO، Fisheries Technical Papers، 348P.
45. Huss، H.H. 1988. Fresh fish: quality and quality changes، Rome: Food and agriculture Organization (FAO) of the United Nations.
46. ISO 8443، 2003. Horizental method for the enumeration of micro organisms colony count technique at 30C. International Organization for Standardization.
47. Jarenback، L. and Liljemark، A. 1975. Ultrastructural changes during frozen storage of cod، Journal of Food Technology، 10: 309-325.

48. Jarimopas، P. Weerasit، P. (1990). Response to selection for grwoth of Thai red tilapia، Research Paper،Journal National Fisheries،114: 14.

49. Johnston، W.A.، Nicholson، F.J.، Roger، A.، Stroud، G.D. 1994. Freezing and refrigerated storage in fisheries، FAO Fisheries Technical Paper.

50. Josephson، D.B. Lindsay، R.C. (1987). Retroaldol degradation of unsaturated aldehydes. Journal A.O.C.S. 64:235-240.

51. Justi، K.C. Hayashi، C. and Visentainer، J.V.2003، The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia fed on a diet enriched with n-3 fatty acids، Food Chemistry، 80: 489-493.

52. Karacam، H. and Boran، M. 1996. Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at – 18 C، International Journal of Food Science and Technology، 31:527-531.

53. Kelly، T. R. and Dunnett، J. S. 1969. The effect of low temperature freezing on quality changes in cold stored cod،Journal of food Technology، 4: 105-115.

54. Kiser، J.S. and Beckwith، T.D.1961.Effect of fast freezing upon bacterial flora of Mackerel، Food Research، 7:255-259.

55. Ko، W.C. and Hsu، K.C. (2002). Effect of high-pressure storage on the processing quality of Tilapia meat، High Pressure Bioscience and Biotechnology،20: 411-416.

56. Kolbe، E. Craven، C. Sylvia، G. and Morrissey، M. (2004). Chilling and freezing guidelines to Maintain Onboard Quality and Safety of Albacore Tuna ،Agricultural Experiment Station،1006: 3-15.

57. Koster، F.، & Levy، H. (2007). Hantavirus cardiopulmonary syndrome: a new twist to an established pathogen. New and Evolving Infections of the 21 st Century، 57-92.

58. Kurede، S.A. and Baranowski، J.D. (1987). Prediction of shelf life of frozen minced fish in terms Of oxidative rancidity as measured by TBARS number. Journal of Food Science، 52: 300-311.

59. Lakshmanan، P.T.، Varma، T.S.G.، Lyer، T.S.G. and Gopakumar. 1990. Quality changes in seafrozen whole and filleted rock cod (Epinephalus spp.) During storage. Fisheries Research، 0:1-12.

60. Lakshmisha، I.P. Ravishankar، C.N. Ninan، G. Mohan، C.O. and Gopal، T.K.S. 2008. Effect of freezing time on the quality of Indian Mackerel (Rastrelliger kanagurta) during frozen storage Sensory and Food quality،37: 345-353.

61. Lin D. and Morrissey M.T.، 1994. Iced storage characteristics of Northern squawfish (Ptychocheilus oregonensis). Journal of Aquatic Food Production Technology، 3:25-43.

62. Lin، D. and Morrissey، M.T. 1994. Iced storage characteristics of Northern squawfish (Ptychocheilus oregonensis)، Journal of Aquatic Food Production Technology،3: 25-43

63. Lioreca، E. Isabel، H. Isabel، P.M، Amparo، Q. Virginia، L. and Susana، M.F.2003. Effect of batter formulation on lipid uptake during frying and lipid fraction of frozen battered squid، European Food Research and Technology، 216:297-302.

64. Liu، S. Fan، W. Zhong، S،. Ma، C.H. Li، P. Zhou، K. Peng، Z. and Zhu، M. (2010). Quality evaluation of tray-packed tilapia fillets stored at 0C based on sensory، microbiological، biochemical And physical attributes. African Journal of Biotechnology، 9: 692-701.

65. Makari، M. Melvin، M. Hotos، G. and Doubi، X.2007. The biochemical and sensory properties of gilthead sea bream frozen at different characteristic freezing times، Journal of Food Quality،30:970-992.

66. Matsumoto، J.J. 1980.Chemical deterioration of proteins، American Chemistry Society.

67. Meilgaard MC، Civille GV، Caar BT (2007) Sensory Evaluation Techniques، 4th edn. CRC Press.

68. Murph، R.G.1993. Handbook of lipid Research، Plenum Press Publishing.

69. Murph، R.G.1993. Handbook of lipid Research، Plenum Press Publishing

70. Myers، J.M. Penman، D.J. and Powell، S.F. 1995. Introduction of diploid androgenetic and mitotic gynogenetic Nile tilapia. Theoretical and Applied Genetics. 90:205-210.

71. Myers، J.M. Penman، D.J. and Powell، S.F. 1995. Introduction of diploid androgenetic and mitotic gynogenetic Nile tilapia. Theoretical and Applied Genetics. 90:205-210.

72. Namulema، A. Muyonga، J.H. and Kaaya، A.N. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (Lates niloticus) stored at -13 and -27C، Food Reaserch International، 32:151-156.

73. Nelson، J.S. 2006. Fishes of the World، Fourth Edition، John Wiley and Sons Publishing.

74. Ng، W.K. Bahurmiz، O.M. 2009. The impact of dietary oil source and frozen storage on the physical، chemical and sensorial quality of fillet from market- size red hybrid tilapia، Food Chemistry،113:1041-1048.
75. Nishida، S.M. 1998. Sneaking behavior of Nile tilapia. Boletin of Technology. 11: 71-79.
76. Nishida، S.M. 1998. Sneaking behavior of Nile tilapia. Boletin of Technology. 11: 71-79.
77. Norman-López، A.، & Bjørndal، T. (2009). Is tilapia the same product world wide or are markets swgmented? Aquaculture Economics & Management، 13(2)، 138-154.
78. Osibona، A.O. Kusemiju، K. and Akande، G.R. 2009. Fatty acid composition and amino acid profile of two freshwater species، African catfish (Clarias gariepinus) and tilapia (Tilapia zillii)، African Journal of Agriculture، 9:608-621.
79. Ota، F. and Yamada، T.1978. deterioration of proteins، Society Fish Publishing.
80. Pawar، S.S. and Magar، N.G. 1965. Chemical changes during frozen storage of Pomphrets، mackerel، and Sardines. Journal of Fisheries Research. 38: 87-93.
81. Pillay، T.V.R. and Kutty، M.N. 2005. Aquaculture principles and practices، second Edition، Blackwell Publishing.
82. Pillay، T.V.R. and Kutty، M.N. 2005. Aquaculture principles and practices، second Edition، Blackwell Publishing.
83. Pirestani، S. Sahari، M.A. and Barzegar، M. 2010. Fatty acids changes during frozen storage in several fish species from south Caspian sea. Journal of Agriculture of Technology،12:321-329.
84. Pons-Sanchez-Cascado، S. and Veciana-Nogues، M.T. (2006). Use of volatile and non volatile amines to evaluate the freshness of anchovies stored in ice، Journal of Science Food Agriculture. 86: 699-705.
85. Posri، W.، & Macfie، H. A. L. (2008). The Influence of testing context on tea bag product acceptance in central location test. Journal of Sensory Studies، 23(6)، 835-851.
86. Puwastien، P.، Judprasong، K.، Kettwan، E.، Vasanachitt، K.، Nakngamanong، Y.، & Bhattacharjee، L. (1999). Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. Journal of Food Composition and Analysis، 12(1)، 9-16.

87. Rasoarahona، J.R.E. Barnathan، G. and Gaydou، E.M. 2005. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species from madagascar، Food Chemistry، 91: 683-694.

88. Ratanatriwong، P.، Yeung، M.، Jusup، C.، & Ndife، M. (2006). Comparison of consumer acceptances of frozen pizzas assessed at central location test (CLT) vs home use test (HUT). In The Proceedings of the 44th Kasetsart University Annual Conference، Kasetsart، 30 January-2 February، 2006. Subject: Agro-industry، Economics، Business Administration.،21(5)، 557-564.

89. Reay، G.A. (1933). The influence of freezing temperature on haddocks muscle. Journal Society Chemistry ، 52:256.

90. Reddy، S.K. Nip، W.K. and Tang، C.S. 1981، Changes in fetty acids and sensory quality of fresh water prawn stored under froze conditions، Journal of Food Science، 46:353-356.

91. Rhbein، H. and Oehlenschlager، J. 2009. Fishery Products Quality، Safety and authenticity، John Wiley and Sons Publishing.

92. Richards، M.P. (2002). Contributions of blood and blood components to lipid oxidation in fish Muscle، PhD Thesis، University of Massachusetts، Amherst، USA.

93. Rossell، B. 2009. Fish oils، John Wiley and Sons Publishing.

94. Santos، C.L.D. James، D. and Teutscher، P. (1981). Guidelines for chilled fish storage experiments، Food and Agriculture Organization Fish Technology.

95. Sargent، J.R. 1997. Fish oils and human diet، Journal of Nutrient، 78: 5-13.

96. Sarma، J. Reddy، G.V.S. and Srikar، L.N.(2000). Effect of frozen storage on lipids and functional properties of proteins of dressed Indian oil sardine (Sardinella longiceps). Food Research International، 33: 815-820.

97. Sebranek، J.G. Sang، P.N. Topel، D.G. and Rust، R.E.1979. Effects of freezing methods and frozen storage on chemical characteristics of ground beef patties، Journal of Animal Science، 48:1101-1108.

98. Shaviklo، G.R، Olafsdottir، A.، Sveinsdottir، K.، Thorkelsson، G.، & Rafipour، F. (2011). Quality characteristics and consumer acceptance of a high fish protein puffed corn-fish snack. Journal of Food Science and Technology، 48(6)، 668-676.

99. Sigurgisladottir، S. Ingvarsdottir، H. Torrissen، O.J. Cardinal، M. and Hafsteinsson، H.(2000). Effect of freezing/thawing on the microstructure and texture of smoked Atlantic Salmon (Salmo salar)، Food research International، 33: 857-865.

100. Siu GM، Draper HH (1978). A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. Journal of Food Science. 43: 1147-1149.

101. Suzuki، T. 1981. Fish and Krill Protein، Science Publishing.

102. Sveinsdotir، K.، Martinsdotir، E.، Thorsdotir، F.، Schelvis، R.، Kole، A.، & Thorsdotir، I. (2010). Evaluation of farmed cod products by a trained sensory panel and consumers in different test settings. Journal of Sensory Studies، 25(2)، 280-293.

103. Tan، F. and Fok، S. 2009. Freezing of tilapia fillets in an air blast freezer، International Journal of Food Science and Technology، 44:1619-1625.

104. Tarladgis، B.G. Watts، B.M. and Younathan، M.T. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods، Journal American Oil Chemistry Society، 37:44-48.

105. Tokur، B. Polat، A. Beklevik، G. and Ozkutuk، S. 2004. Changes in the equality of fishfinger produced from Tilapia (Oreochromis niloticus) during frozen storage at -18C، Journal of Animal Science، 23:348-352.

106. Trewavas، E. 1983. Tilapia Fishes of the Genus Sarotherodon، Oreochromis، Danakilia. British Museum Publishing.

107. Trewavas، E. 1983. Tilapia Fishes of the Genus Sarotherodon، Oreochromis، Danakilia. British Museum Publishing.

108. Usydus، Z. Adamczyk، M. and Szatkowska، U. 2011. Marine and farmed fish in the polish market: Comparison of the nutritional value، Food Chemistry، 126:78-84.

109. Usydus، Z.، Szlinder-Richert، J.، Adamczyk، M.، & Szatkowska، U. (2011). Marine and farmed fish in the Polish market: Comparison of the nutritional value. Food Chemistry، 126(1)، 78-84.

110. Venugopal، V. 2006. Seafood Processing، CRC Press Publishing.

111. Vieira، V.A.R.O. Hilsdorl، A.W.S. and Moreira، R.G. 2011. The fatty acid profiles and energetic substrates of two nile tilapia (Oreochromis niloticus، Linnaeus) strains،red- stirling and chitralada، and their hybrid، Aquaculture Research،1-12.

112. Weaver، K.L. Ivester، P. and Chilton، J.A. 2008. The content of favorable and unfavorable polyunsaturated fatty acids found in commonly eaten fish. Journal of American Diet Association، 108:1178-1185.

113. Yanar، Y. Celik، M. and Akamca، E. 2006. Effect of brine concentration on shelf life of hot smoked Tilapia (Oreochromis niloticus) stored at 4 C، Food Chemistry، 97: 244-247.

114. Yazdan M.، Jamilah B.، Yaakob C.M. and Sharifah K.، 2009. Moisture، fat content and fatty acid composition in breaded and nonbreaded deep-fried black pomfret (Parastromateus niger) fillets. International Food Research Journal، 16:225-231.

Abstract

In this study، effects of slow and quick freezing، different packaging methods on quality of red and black tilapia and consumer acceptability of tilapia were investigatied. For preparation the samples for inveatigation the effects of slow and quick freezing methods on quality of tilapia، fresh tilapia fillets were frozen by slow and quick frozen methods. Slow frozen samples were prepared by storing the packed fillets directly in the -18 C°. The sprila freezing tunle with -30C° was also used for preparation the quick frozen sample. The quick frozen samples were then stored at -18C for six months. Proximate composition، fatty acid profiles، TBA، PV، TVN، Total cuont، Drip loss، and sensory evaluation of the samples were determined in every month. Scanning Electron Microscopy (SEM) was used for study on the effects of the frozen condition on the microstructure of the fillets. Results indicated that two different frozen methods had significantly different effects on the quality of the samples. Most of the proximate composition (protein، moistre and fat) reduced during the storage. Quick frozen samples had significantly ($P<0.05$) lower reduction than slow frozen samples. All of the chemical quality indexes (PV، TBA، and TVN) increased during the storage as compered to the fresh samples. In these paramethers، the slow freezing had higher changes than quick freezing metods ($P<0.05$). The microbial properties of the samples showed decrese during the storage. Lower amont of total cuont was observed at the end of the storage time in the quick frozen samples than slow frozen once ($P<0.05$). The large changes in the fatty acid profiles of the sample were fond in all samples. During the storage SFA and MUF of the samples increased however، the PUFA decresed. A lower change was obseved in the quick frozen samples than slow frozen samples ($P<0.05$). Drip loss was increased in both frozen samples during the storage period. The percentage of the drip in the slow frozen samples was significantly higer than quick frozen samples ($P<0.05$). SEM micrographs were also showed that the chnges in the microstructur of the samples was different in the slow and frozen samples. Slow freezing methods had higher damge in the microstructure of the sample then quick freezing mathods. Sensory evaluation of the samples indicated that a better acceptability in the quick frozen samples than slow frozen sample ($P<0.05$). For study the effect of some different methods of packaging fresh fillets were packed Modified Atmosphere Packaging (MAP) (40% CO2، 5% O2 and 55% N2) Vacuum Packaging and normal and stored in the refrigerator's. The packaged samples in these methods were examined for 10 days with regard to the changes in chemical (TVN، PV، pH)، microbial (total viable count) and organoleptic agents. The results indicated that the samples packed in MAP conditions had higher quality than that of the other methods at the end of the storing period. In addition، the slower destructive impacts and microbial growth was observed in MAP. According to the obtained results، we can suggest that the packaging of tilapia under MAP conditions resulted in the increase in the durability، storing، and distribution period of fillets. Consumer acceptability of tilapia was also investigated in this research. For this research، 300 farmed Nile tilapia (Oreochromis niloticus) and 300 Red tilapia (Oreochromi. niloticus × Tilapia mosambicus) were collected from the salt water fish research station located in Bafgh Yazd. The fish were transported to the National Fish Processing Research Center by using CSW method. Two methods were used for the study. First method was based on the sensory evaluation. In this method the fish fillets were cooked with Tuster and then the cooked sample were tested by 8

trained panelists. The second methods was established by Central Location Test (CLT) In this method the fish fillet were fried in sun flower oil and tested by 276 consumers of three provinces (Theran، Gillan and Mazanderan). 9-point scale (1 = very bad، 9 = very good) was applied for investigating the acceptability level of the samples. Evaluation questionnaires of consumers were designed based on the CLT method and after evaluating the reliability and validity of the questionnaires. The proximate compositions of the fillet were also determined. Results showed that the mean acceptance rates of both species of tilapia did not have significant differences in all three provinces. However، comparing the acceptance rates of black fillets in Tehran (7/05)، Guilan (6/24) and Mazandaran (6/56) and red fillets in Tehran (6/91)، Guilan (6/19) and Caspian (6/59) showed significant differences in both samples. Results showed that the tilapia meat had between 1.30 – 1.68% fat، 18.70-19.26 protein، 78-79% moisture and 1.34-1.8 % ash.

Key words: Nile Tilapia، Red Tilapia، Freezing، Packing، Consumer acceptabilty