

اندازه‌گیری فیزیکی و آنالیز بافت مرکب ماهی ببری صید شده از خلیج فارس و تغییرات بافت‌شناسی آن در دو دوره ماندگاری

ستاره کوبی^۱، * سید ابراهیم حسینی^۲ و مسعود هماپور^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه صنایع غذایی، واحد علوم دارویی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،
^۲ دانشیار گروه مهندسی کشاورزی- صنایع غذایی، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،
^۳ عضو هیأت‌علمی گروه صنایع غذایی، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، صفادشت، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱/۲۷

چکیده

در این پژوهش به بررسی اندازه فیزیکی و تغییرات بافت مرکب ماهی ببری که یکی از سرپایان شاخص خلیج فارس است، طی دو ماه ماندگاری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس پرداخته شده است، به‌طور میانگین طول بازو 34 ± 5 سانتی‌متر، طول بدن 20 ± 3 سانتی‌متر، وزن بدن 790 ± 10 و وزن فیله 304 ± 20 اندازه‌گیری شد و نیز برای آنالیزهای بافتی ابتدا برای نمونه تازه نیروی سختی بافت $8/49 \pm 0/25$ N قابلیت ارتجاع $6/61 \pm 0/3$ ، پیوستگی $0/48 \pm 0/13$ ، قابلیت جویدن $6/6 \pm 0/35$ گزارش شده است. طی دوره نگهداری ۶۰ روزه ویژگی‌های بافتی جز پیوستگی و چسبندگی روند کاهشی داشتند.

واژه‌های کلیدی: بافت، سپیا، مرکب ماهی ببری، ویژگی‌های فیزیکی

مقدمه

افزایش روزافزون آگاهی نسبت به ارزش تغذیه‌ای، سلامت و بهداشت مواد غذایی سبب گردیده تا تقاضا برای مواد خوراکی مغذی و سالم بیش‌تر شود. در این رابطه آبزیان خوراکی به‌عنوان منابع غنی از پروتئین با قابلیت هضم آسان و ارزش غذایی بالا که قادرند ویتامین‌ها، مواد مغذی و اسیدهای چرب مفید را در دسترس قرار دهند از جایگاه خاصی برخوردار گردیدند (Españeira و همکاران ۲۰۱۰). خلیج فارس یکی از منابع مهم تامین پروتئین منطقه و جهان به‌شمار می‌رود و وجود گونه‌های متعدد ماهیان و جانوران دریایی مورد استفاده توسط انسان بر ویژگی‌های

منحصر به فرد این منطقه می‌افزاید (Bohem و همکاران، ۱۹۹۸). خلیج فارس دارای تنوع فراوانی از گروه‌های مختلف اکولوژیک ماهیان شامل ماهیان سطح‌زی، کفزی، میان‌زی، جزایر مرجانی، ماهیان منطقه کرانه‌ای و ماهیانی که بین منطقه جزر و مدی زندگی می‌کنند است. این تنوع اکولوژیک ماهیان خلیج فارس سبب شده است تا غنای گونه‌ای در این دریای نیمه بسته افزایش یابد (Carpenter و همکاران، ۱۹۹۷). در خلیج فارس و دریای عمان، گونه‌های مختلفی از آبزیان وجود دارد که جهت ورود به صنعت تکثیر و پرورش کشور و حتی تولید انبوه و اقتصادی آن، گزینه‌های مناسبی هستند. از جمله این آبزیان، می‌توان گونه‌های مربوط به سرپایان اشاره نمود که به‌دلیل

*نویسنده مسئول: ebhoseini@srbiau.ac.ir

و همکاران، ۲۰۱۴) بر اساس بررسی‌ها و مطالعات انجام شده دوره مهاجرت آن‌ها به آب‌های ساحلی استان بوشهر و سواحل شمالی خلیج فارس، به‌منظور فرایند فیزیولوژیک تخم‌ریزی در ماه‌های سرد و آخر هر سال انجام می‌گیرد). تحویل‌گیری صید ماهی مرکب در استان بوشهر در ۶ اسکله صیادی اسله، جفره و جلالی از منطقه بوشهر، اسکله گناوه و جزیره شمالی و جنوبی از منطقه گناوه و اسکله دیلم و امام حسن از منطقه دیلم انجام می‌گیرد. ماهی مرکب قبل از آزادسازی به‌صورت صید ضمنی (صید غیرمجاز) در اسکله‌های استان تخلیه و در اختیار شرکت‌های عمل‌آوری قرار می‌گرفت. بررسی‌ها نشان داد صید این آبی عمدتاً در نوار ساحلی استان بوشهر و در اعماق ۵-۱۰ متری انجام می‌گیرد (مرزبان و همکاران، ۱۳۹۰). حداکثر طول در جنس نر ۳۶ سانتی‌متر و وزن ۴۲۰۰ گرم و ماده‌ها به طول ۳۰ سانتی‌متر و وزن ۲۴۰۰ گرم می‌رسند. اندازه‌های معمول در مناطق تخلیه صید به طول ۲۰-۱۵ سانتی‌متر است (Paarup و همکاران، ۲۰۰۲). بهره‌برداری از *Cephalopod* در سال‌های اخیر به‌عنوان یک نتیجه از سهم کاهش یافته از گونه‌های ماهی مورد سوء استفاده قرار گرفته است. تقاضای جهان برای *Cephalopod* با نرخ ۱۵ درصد در سال بین سال‌های ۱۹۴۵-۱۹۹۶ شاخصی بزرگ‌تر از آن مربوط به ماهی‌های دریایی، نشان‌دهنده تقاضای خاص برای این حیوانات است گوشت مرکب ماهی از درصد پروتئین بالا ۱۸/۵ درصد برخوردار است که در کشورهایمانند ژاپن، چین، مالزی، تایلند، اسپانیا، ایتالیا، آمریکای شمالی و ... منبع غذایی مهمی را تشکیل می‌دهد (Jereb و همکاران، ۲۰۰۵). بسیاری از ماهیگیران اروپایی و آمریکایی اخیراً به بهره‌برداری از منابع ماهی مرکب اقیانوسی و نزدیک ساحل

رشد سریع و دوره زندگی کوتاه مورد توجه صنعت تکثیر و پرورش در سال‌های اخیر شده است (Anil و همکاران، ۲۰۰۵). یکی از مشکلات موجود در پرورش آبزیان به‌خصوص گونه‌های دریایی، مراحل اولیه یا نوزادی است که همراه با تلفات بالا است. پرورش موفقیت‌آمیز ماهیان به قابلیت دسترسی به غذای مناسب جهت تغذیه بستگی دارد تا بتواند سلامت و رشد را به‌خصوص در مراحل نوزادی تضمین نماید (Giri و همکاران، ۲۰۰۲). ماهی مرکب (*Cuttlefish*) از آبزیان با ارزش خلیج فارس است. گونه موجود در خلیج فارس از بهترین گونه‌های شناخته شده در جهان است (Lapa-Guimaraes و همکاران، ۲۰۰۵). ماهی مرکب ببری (*Sepia pharaonis*) از سرپایان دارای ارزش اقتصادی بالا است که از دریای عمان تا خلیج فارس گسترش دارد. این موجود در زنجیره غذایی دریاها نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نماید و لارو آن‌ها منبع عظیم غذایی برای بسیاری از بی‌مهرگان و مهره‌داران است (O'Dor و همکاران، ۱۹۸۲). تاکنون در خلیج فارس و دریای عمان حدود ۲۰ گونه از سرپایان شناسایی شده است که در میان این گونه‌ها، اقتصادی‌ترین گونه مربوط به ماهی مرکب ببری (*Sepia pharaonis*) است (Villanueva و همکاران، ۲۰۱۶). ماهی مرکب ببری یا *Pharaoh cuttelfish* متعلق به خانواده *Sepiidea* و جنس *sepia* است (Rameshi و همکاران، ۲۰۱۴). در این جنس، مرکب ماهی معمولی *Sepia officillals* وجود دارد که پرورش آن به‌دلیل سرعت رشد بالا، صرفه اقتصادی دارد ولی این ماهی مربوط به آب‌هایی با دمای ۱۷-۲۲ درجه سلسیوس است. اما ماهی مرکب ببری مربوط به آب‌های با دمای بالاتر از ۲۵ درجه سلسیوس (۱۷-۳۲ سلسیوس) است (Rameshi

فیزیکی نمونه شامل طول بازو، طول بدن، طول باله، طول پاها، عرض بدن، وزن نمونه، وزن احشاء، سر، پا و وزن فیله به وسیله متر و ترازوی آزمایشگاهی اندازه گیری و وزن شد. برای انجام آزمایش های بافت سنجی، فیله مرکب ماهی به شکل قطعاتی با طول ۱۰، عرض ۲۰ و ضخامت ۲۰ میلی متر برش داده شده و با استفاده از دستگاه بافت سنج *TexturePro CT VI.8 Build 31* با پروپ میله ای به ضخامت ۱۳ میلی متر و بر طبق روش Brennan و Tuderic (۲۰۰۸) آنالیز شد (Brennan و همکاران، ۲۰۰۸). نمونه مرکب ماهی در روزهای ۰-۳۰ و ۶۰ بررسی شدند. ابتدا یک نمونه از مرکب ماهی تمیز شده را خرد و برای آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی آماده شد. سپس دو نمونه دیگر از مرکب ماهی ها را با کمک دستگاه خلا (GC pack) گوآت کنترل با قدرت و کیوم صفر تا منفی یک (Bar) بسته بندی شده و در سردخانه با دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

نتایج حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS 20 و آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. ضریب اطمینان مطالعه ۹۵ درصد ($p=0.05$) تعیین، همچنین جهت رسم جداول و نمودارها از نرم افزار Excel 2010 استفاده شد.

نتایج

ابعاد فیزیکی نمونه مرکب ماهی شامل تعیین طول، عرض و وزن نمونه در شکل ۱ آورده شده است.

پرداخته اند. بنابراین نیاز به توسعه بازارهای داخلی برای محصولات ماهی مرکب وجود داشت. بخش خوراکی ماهی مرکب ۶۰-۸۰ درصد از کل وزن آن است و ترکیبات شیمیایی گوشت شبیه ماهی کم چرب است. با این وجود ساختار عضلات متفاوت است، که شامل چندین لایه از فیبر است که به صورت یکنواخت به یکدیگر متصل می شوند و با چند ورقه بافت همبند پوشیده می شوند. یکی از ویژگی های مشخص پروتئین های مرکب ماهی فعالیت پروتئازی بالا و حلالیت بالای پروتئین های میوفیبریلی در طول استخراج کامل با آب است که باعث افت وزنی حین پخت و پز تا حدود ۴۰ درصد می شود (Sikorski و همکاران، ۱۹۸۶). عضله *Cephalopod* دارای پتانسیل برای تولید کنسراتره پروتئین برای تهیه مانند غذاهای دریایی و تولیدات دیگر محصولات جدید بر اساس تشکیل ژل پروتئین عضلانی با توجه به این که عضله سفید است، طعم کمی دارد و تقریباً بدون چربی است و عرضه گسترده ای در سراسر جهان دارد. مطالعات منتشر شده درباره ژلسازی عضله مرکب ماهی برخی مشکلات مربوط به ویژگی های پروتئین های میوفیبریل و اتولیز بسیار گسترده ای در این عضلات را برجسته می کند. ویژگی پروتئین ها در شمارش مولکولی متفاوت است، پروتئین های میوفیبریل بزرگ، پارامیوسین و پروتئین های میوفیبریل محلول با قدرت یون پایین است (Tsuchiya و همکاران، ۱۹۸۷).

مواد و روش ها

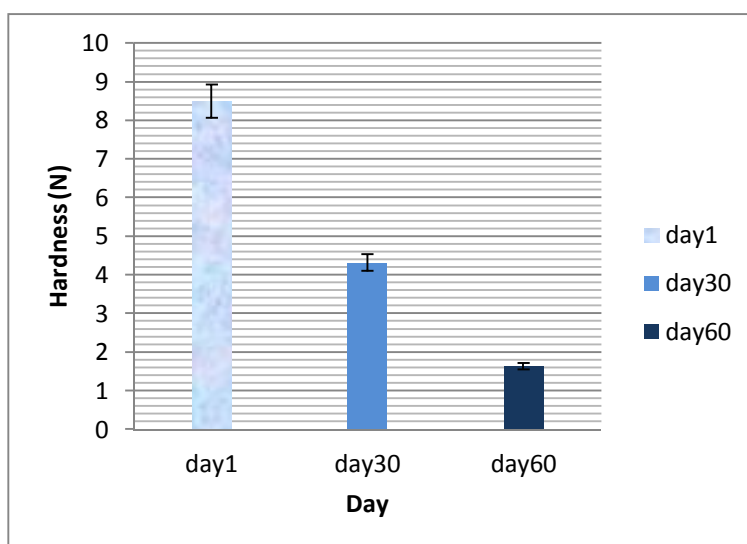
مرکب ماهی ببری از بندر گناوه (بوشهر) در اردیبهشت ۱۳۹۶ صید و پس از بسته بندی داخل یخ به سرعت به آزمایشگاه منتقل شد. در ابتدا ابعاد

شکل ۱- داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ابعاد مرکب ماهی ببری

نمونه	نمونه ۱	نمونه ۲	نمونه ۳
طول شاخک (cm)	۴۲	۳۰	۳۲
طول بدن (cm)	۱۷/۵	۲۳	۲۰
طول باله (cm)	۱/۵	۱/۳	۱/۵
طول بازو (cm)	۱۰/۵	۱۴	۱۲
عرض بدن (cm)	۱۳	۱۴	۱۴
وزن نمونه (g)	۷۰۰/۵۷	۶۷۰/۱۶	۱۰۰۰/۰۵۱
وزن احشاء و سر و پا (g)	۲۹۵/۸	۳۶۹/۷	۶۵۹/۳۳
وزن فیله (g)	۲۷۰/۲۱	۲۴۲/۴۷	۳۹۹/۴۴

اندازه‌گیری‌های انجام گرفته با کمک متر و ترازوی دیجیتال آزمایشگاهی بوده است. طبق نتایج به دست آمده از نمونه‌ها بیشترین طول شاخک ۴۲ سانتی‌متر و طول بدن بین ۱۷/۵ و ۲۳ سانتی‌متر بوده است. طول باله‌ها به‌طور میانگین ۱/۴ سانتی‌متر و طول بازو و عرض بدن به‌ترتیب بین ۱۰/۵-۱۴ سانتی‌متر و ۱۳ تا ۱۴ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. وزن

نمونه‌ها به‌ترتیب ۷۰۰/۵۷، ۶۷۰/۱۶ و ۱۰۰۰/۰۵۱ گرم، بیشترین وزن فیله مربوط به نمونه سوم با وزن ۳۹۹/۴۴ گرم و کمترین ۲۴۲/۴۷ گرم است. نتایج حاصل از آزمون تغییرات سختی بافت در دوره اولین فشار وارد شده در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج بیانگر کاهش معنادار در نیروی حاصل از فشار اول دستگاه است ($P < 0/05$).



شکل ۲- روند تغییرات بافت بر اثر نیروی حاصل از سختی

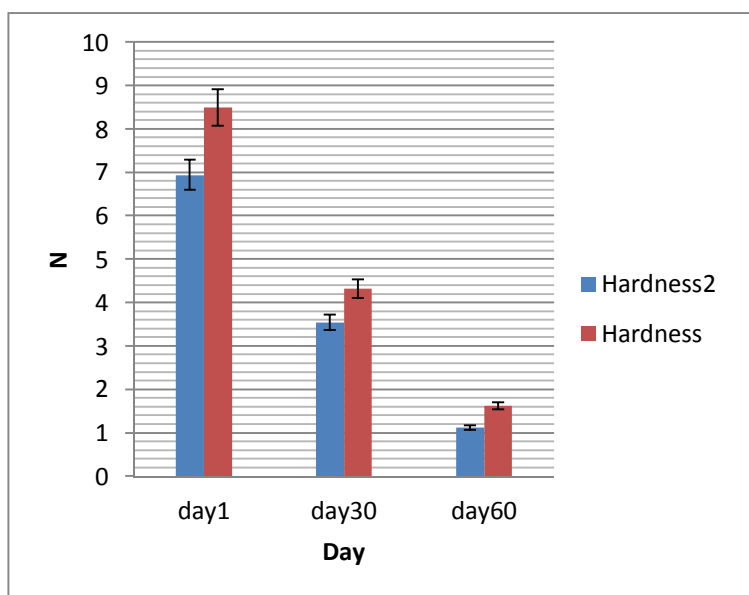
شکل ۵ سیر تغییرات قابلیت ارتجاع (*springiness*) را نشان می‌دهد.

شکل ۶ سیر صعودی پیوستگی (*Cohesivness*) را نشان می‌دهد.

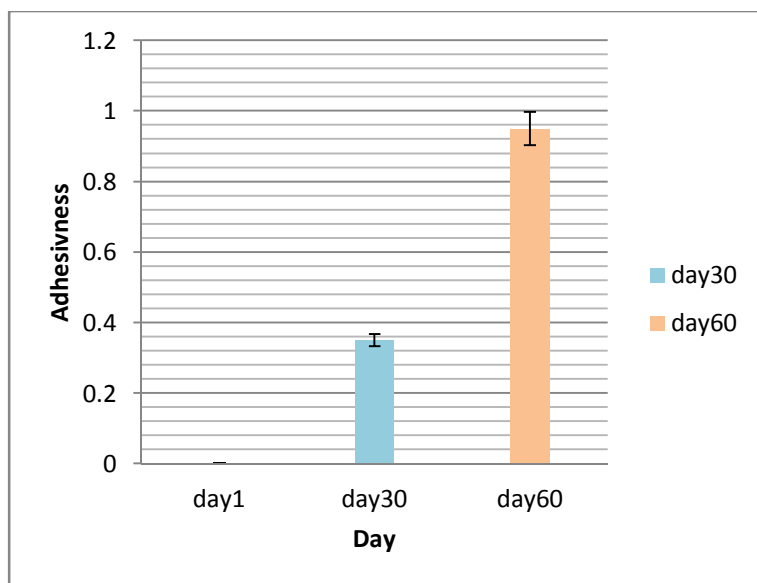
شکل ۷ سیر نزولی قابلیت جویدن (*Chewiness*) را نشان می‌دهد.

مقایسه تغییرات نیرو سختی اول با نیروی سختی دوم در شکل ۳ نشان داده شده است. نسبت نیروی فشار اول به نیروی فشار دوم در روز اول و طی دو دوره نگهداری برابر است با ۸۱/۷۴، ۸۲/۱۷ و ۶۹/۱۳ درصد.

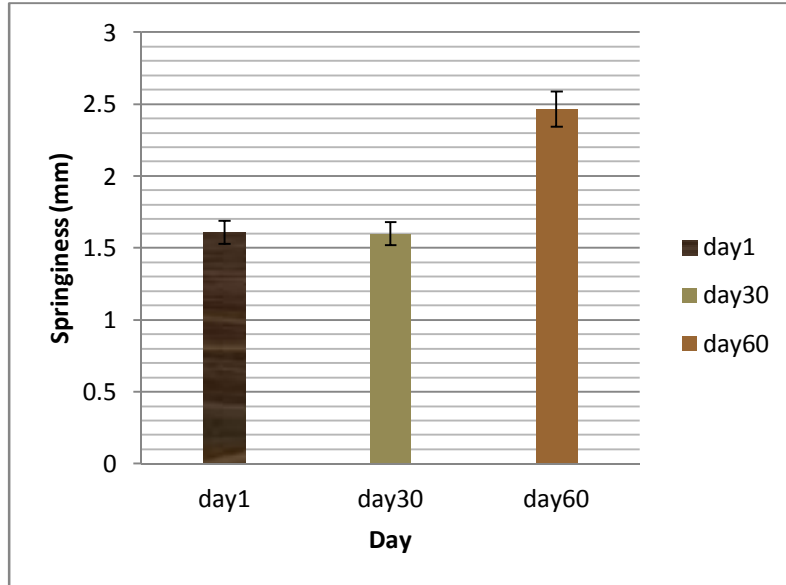
نتایج حاصل از تغییرات چسبندگی (*Adhesivness*) در شکل ۴ نشان داده شده است.



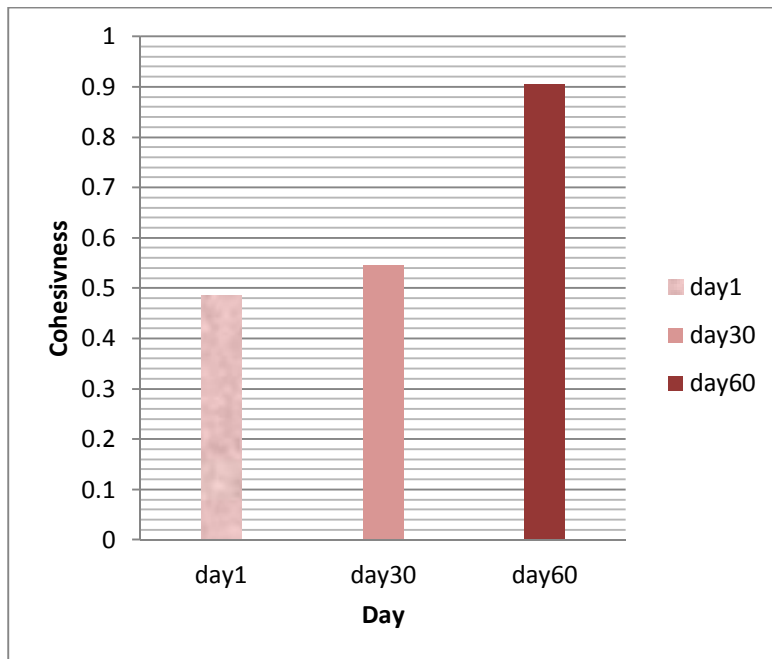
شکل ۳- مقایسه دو سیکل نیرو فشاری دستگاه



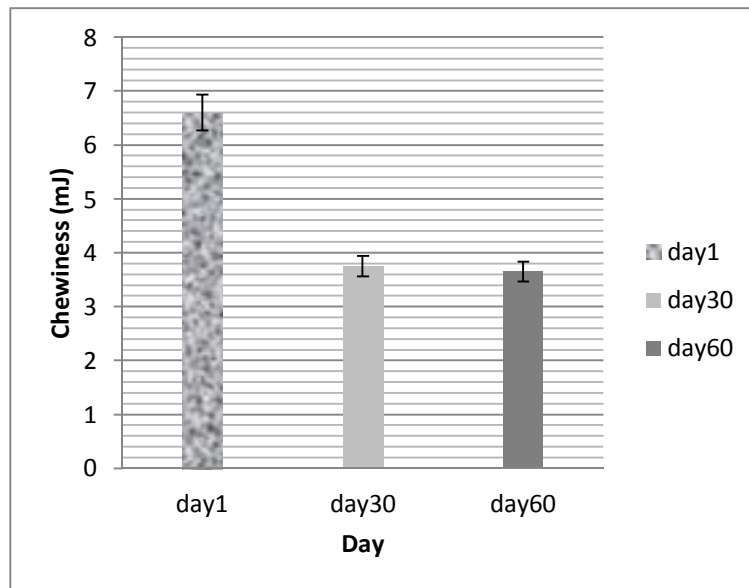
شکل ۴- تغییرات چسبندگی



شکل ۵- تغییرات قابلیت ارتجاع



شکل ۶- روند تغییرات پیوستگی



شکل ۷- سیر تغییرات قابلیت جویدن

مصرف، توسط حواس شنوایی و گیرنده‌های حسی در دهان درک می‌شوند. از این نظر بافت‌سنجی و بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی یکی از آزمون‌های مهم در بررسی کیفی مواد غذایی به‌ویژه فراورده‌های گوشتی است. بافت‌سنجی آبیان دریایی یکی از مهم‌ترین آزمون‌های فیزیکی است که بر روی فیله آن‌ها انجام می‌شود. با کمک نتایج به‌دست آمده از آنالیز بافت‌سنجی می‌توان به میزان کیفیت فیله و تغییرات ایجادشده طی دوره نگهداری پی برد. برای دریافت نتیجه‌هایی صحیح از چگونگی تغییر بافت باید به موارد زیر توجه کرد.

Hardness (سختی): حداکثر ارتفاع منحنی در اولین فشار است که حد اثر نیروی اعمال‌شده طی گاز زدن را نشان می‌دهد. این شاخص به صفات نرمی یا سفتی ماده غذایی مربوط است.

مطابق با نتایج به‌دست آمده سختی بافت با گذشت زمان ۶۰ روز کاهش چشم‌گیری داشته است. تغییرات سختی به‌طور معناداری کاهش یافته که این روند نشان‌دهنده سست شدن و تغییر در انسجام بافتی است ($P < 0/05$). این امر تا حدودی برای فیله ماهی

بحث و نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری‌های انجام گرفته برای ابعاد فیزیکی به‌طور میانگین برابر است با: طول بازو ۳۴/۶۶ سانتی‌متر، طول بدن ۲۰/۱۶ سانتی‌متر، وزن بدن ۷۹۰/۲۶ گرم و وزن فیله ۳۰۴/۰۴ گرم دلیل تفاوت ناگهانی وزن بدن مرکب ماهی‌ها به دلیل وجود ماهی و صید روز موجود در امعاء و احشاء آن بود.

ساربان و همکاران (۱۳۹۳) برای مرکب ماهی بالغ پرورشی در محیط آزمایشگاهی وزنی معادل ۱۰۰/۸۸ گرم گزارش کرده‌اند. طبق این گزارش‌ها نرها بزرگ‌تر از ماده‌ها بودند و بزرگ‌ترین نر به طول بدن ۱۵۷/۹ میلی‌متر و وزن ۳۶۷/۱۰ گرم و بزرگ‌ترین ماده به طول بدن ۱۰۵/۱ میلی‌متر و وزن ۲۲۷/۱۸ گرم در شرایط آزمایشگاهی پرورش داده شد.

آنالیز بافت یکی از بافت یک ماده غذایی، به احساس و درک انسان از رفتار رئولوژیکی ماده غذایی جامد یا شبه جامد طی فرایند جویدن و بلع گفته می‌شود. بافت صفات حاصل از ترکیب خواص فیزیکی و شیمیایی را توصیف می‌کند، که این صفات قبل از مصرف توسط حس بینایی و لامسه و هنگام

در آنالیز انجام شده قابلیت ارتجاع بافت در ۳۰ روز اول تقریباً ثابت و در ۳۰ روز دوم به‌طور معناداری سیر صعودی را نشان داد. چرا که با گذر زمان بافت تردی خود را از دست داده و الاستیک تر شده است. طی تغییرات حاصل از دوره نگهداری مرکب ماهی طی ۳۰ روز اول تغییر چشم‌گیری حاصل نشده است، اما این روند تغییرات طی ۳۰ روز دوم به‌طور معناداری افزایش یافته است که بیانگر افزایش قابلیت ارتجاعی بافت است ($P < 0.05$).

Cohesiveness (پیوستگی): نسبت مساحت ناحیه دوم به ناحیه اول اعمال نیرو است.

تغییرات پیوستگی بافت در طی روز نخست و روز ۳۰م روند افزایشی داشته است اما این تغییر در طی دوره نگهداری دوم به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است این تغییر بیانگر کاهش کم‌تر نیروی سختی دوره دوم نسبت به اعمال نیروی اول و افزایش کسر این دو در طی دوره نگهداری است. سیر تغییرات پیوستگی به‌طور معناداری افزایش یافته است ($P < 0.05$) این شاخص بافتی بیانگر نسبت مساحت زیر نمودار حاصل از نیروی فشار دوم به نیروی فشار اول است که افزایش این نسبت بیانگر طول نگهداری فیله و کاهش کیفیت بافتی برای این محصول است.

Chewiness (قابلیت جویدن): حاصل ضرب صمغیت در قابلیت ارتجاع بوده و انرژی لازم برای هضم دهانی و جویدن مواد غذایی جامد را نشان می‌دهد. در آنالیزهای انجام گرفته قابلیت جویدن با گذر زمان کاهش می‌یابد.

قابلیت جویدن در روز نخست تا ۳۰م به‌طور چشم‌گیری کاهش یافته است اما این روند کاهشی در روزهای ۳۰ تا ۶۰ کم‌تر بوده است. آنالیزهای انجام شده نشان‌دهنده روند کاهشی قابلیت جویدن است در صورتی که صمغیت کاهش و قابلیت ارتجاع افزایش

مرکب یک پارامتر منفی است. کاهش سختی طی نگهداری به‌واسطه تجزیه جزئی پروتئین‌ها و در نتیجه کاهش تردی بافت است. روند تغییرات در طول زمان برای سختی بافت نشان‌دهنده کاهش تردی بافت فیله مرکب ماهی است.

نسبت سختی یعنی حداکثر نیروی اعمال شده در دومین فشار به اولین فشار در طی نگهداری کاهش یافته است به‌طوری‌که در روز نخست ۸۱/۷۴ درصد در ۳۰ روز اول ۸۲/۱۷ درصد و در ۳۰ روز دوم ۶۹/۱۳ درصد گزارش شده است.

Adhesiveness (چسبندگی): نشان‌دهنده کار لازم برای جدا کردن صفحه فشار دهنده دستگاه بافت‌سنج از ماده غذایی است. زیرخط نیروی صفر قرار دارد (ناحیه نیروی منفی). این شاخص طی دومین فشار نیز در منحنی دیده می‌شود. چسبندگی به صفات حسی چسبندگی و لعابی بودن ماده غذایی مربوط است.

روند تغییرات چسبندگی نشان‌دهنده عدم مقاومت بافت در روز نخست و افزایش این روند تا دوره دوم نگهداری است به‌طوری‌که روند تغییرات از روز ۳۰م تا ۶۰م به‌طور معناداری تغییر کرد. علت افزایش چسبندگی کاهش تردی و در نتیجه چسبندگی بیشتر شدن بافت فیله مرکب ماهی است. روند تغییرات چسبندگی نشان‌دهنده سیر صعودی و به‌صورت معنادار است ($P < 0.05$). این روند بیانگر افزایش خاصیت الاستیسیته بافت و کاهش تردی، که یک روند منفی برای گوشت است.

Springiness (قابلیت ارتجاع): طول سیکل فشاری در طی گاز زدن دوم را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر مقدار ارتفاعی است که در مدت‌زمان بین انتهای اولین گاز زدن و دومین گاز زدن بازیابی می‌شود. این شاخص به صفات پلاستیک و الاستیک بودن جسم مربوط می‌شود.

Mieko KAGAWA و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که مقدار *Adhesivness* در هر نوع مرکب ماهی کم است به طوری که این شاخص در ساعات اولیه ذخیره سازی سرد تقریباً ثابت بود اما بعد از ۴۸ ساعت افزایش یافت. برای نمونه های *Raw oval Squid* و *Arrow Squid* بعد از گذشت ۱۲ ساعت و *Japanese Squid* بعد از ۸ ساعت *Adhesivness* را دو برابر حالت اولیه بیان کردند (Fisheries). مطابق گزارش های *Zdzistaw* و همکاران (۱۹۸۵) بافت مرکب ماهی شبیه ماهی های کم چرب یعنی به صورت مترکم و لایه لایه است. با این وجود ساختار عضلات متفاوتی دارد، شامل چند لایه فیبر که به صورت یکنواخت به یکدیگر متصل می شوند (۱۳).

یافته است، از داده های حاصل می توان این نتیجه را به دست آورد که سیر نزولی صمغیت تأثیر بیش تر بر روند افزایشی قابلیت ارتجاعی بافت داشته است که ضرب این دو پارامتر روند کاهشی را نشان می دهد. روند قابلیت جویدن به طور معناداری کاهش پیدا کرده است ($P < 0.05$). قابلیت جویدن رابطه مستقیمی با صمغیت بافت و قابلیت ارتجاعی آن دارد. بنا بر نتایج، قابلیت ارتجاع بافت افزایش یافته است اما مقدار قابلیت جویدن در طول زمان کاهش یافته است در نتیجه این افزایش نتوانسته مقدار کاهش قابلیت صمغیت را پوشش دهد؛ و قابلیت صمغیت تأثیر بیشتری در روند کاهشی قابلیت جویدن داشته است.

منابع

مرزبان، ع.، نوری نژاد، م.، و نظاری، م.، ۱۳۹۰. بررسی خصوصیات بیولوژیکی ماهی مرکب و صید آن در آب های بوشهر. همایش منطقه ای شیلات آبزیان. صفحه ۲۴.

- Anil, M., Andrews, J., Thomas, K., Unnikrishnan, C., and Rayan, S.V., 2005. Pharaoh cuttlefish *Sepia pharaonis* a candidate species for mariculture. *Fishing Chimes*. 25 (1), 64-5.
- Bohem, P.D., Page, D.S., Gilfillan, E.S., Bence, A.E., Burns, W.A., and Mankiewicz, P.J., 1998. Study of effects of the Exxon-Valdez oil spill on benthic sediments in two bays in prince William Sound, Alaska. I. study, design, chemistry and source finger-printing, *Environment Science and Technology*, 32, 567-576.
- Brennan, C.S., and Tudorica, C.M., 2008. Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological. textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilization of barley beta-glucan. guar gum and inulin. *Inter. J. Food Sci. Technol.* 43, 824-833.
- Carpenter, K.F., Krupp, F., Jons, D.A., and Zajonz, U., 1997. *Living Marine Resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar and the United Arab Emirates*, FAO, Rome. ISSN: 1020-1155.
- Espiñeira, M., Vieites, J.M., and Santaclara, F.J., 2010. Species authentication of octopus, cuttlefish, bobtail and bottle squids (families Octopodidae, Sepiidae and Sepiolidae) by FINS methodology in seafoods. *Food chemistry*. 121(2), 527-32.
- Giri, S., Sahoo, S., Sahu, B., Sahu, A., Mohanty, S., and Mukhopadhyay, P., et al., 2002. Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Schneider): effects of light, photoperiod and feeding regimes. *Aquaculture*. 213(1), 151-61.
- Jereb, P., Roper, C., and Vecchione, M., 2005. *FAO species catalogue for fishery purposes. Cephalopods of the world* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. pp. 1-19.
- Lapa-Guimaraes, J., de Felício, P.E., and Guzmán, E.S.C., 2005. Chemical and microbial analyses of squid muscle (*Loligo plei*) during storage in ice. *Food chemistry*. 91(3), 477-83.
- O'Dor, R., Balch, N., Foy, E., Hirtle, W., Johnston, D., and Amaratunga, T., 1982. Embryonic development of the squid, *Illex illecebrosus* and effect of temperature on development rates.

- Northwest Atlantic Fisheries Organization (NAFO). 3, 41-5.
- Paarup, T., Sanchez, J., Moral, A., Christensen, H., Bisgaard, M., and Gram, L., 2002. Sensory, chemical and bacteriological changes during storage of iced squid (*Todaropsis eblanae*). J. Appl. Microbiol. 92(5), 941-50.
- Rameshi, H., Esmaili, H., Movahedi Nia, A., Mordi, M., and Argangi, S.G., 2014. Life cycle of Pharaoh Cuttlefish (*Sepia pharaonis*) under laboratory condition. ISFJ. 23(2), 69-76.
- Sikorski, Z.E., and Kołodziejka, I., 1986. The composition and properties of squid meat. Food Chemistry. 20(3), 213-24.
- Tsuchiya, T., Yamada, N., and Matsumoto, J., 1978. Extraction and purification of squid myosin. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries.
- Villanueva, R., Vidal, E.A., Fernández-Álvarez, F.Á., and Nabhitabhata, J., 2016. Early mode of life and hatchling cephalopod molluscs: influence on size in species distributional ranges. PloS one the. 11(11), e0165334.

**Physical measurement and analysis of the texture of the squid trapped
in the Persian Gulf and its histological changes in two periods of shelf-life**

S. Kokabi¹, *S.E. Hoseini² and M. Homapour³

¹M.Sc. Student, Dept. of Food Technology, Tehran Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, ²Associate Prof., Dept. of Agriculture Engineering- Food Technology, Tehran Science Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, ³Faculty of Member, Dept. of Food Technology, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Safadasht, Iran

Abstract

In this study, the physical measurements and changes in the texture composition of the Squid, one of the Persian Gulf population, were investigated during two months of storage at -18 °C. The average arm length was 34 ± 5 , body length 3 ± 20 cm, body weight 790 ± 10 and fillet weight 304 ± 20 and also for tissue analysis, for the fresh sample, hardness was 8.49 ± 0.25 N the springiness 6.61 ± 0.3 , the cohesivness 0.48 ± 0.16 , chewiness 6.6 ± 0.35 . During the 60-day maintenance period, texture properties, except for cohesivness and adhesivness, were decreasing.

Keywords: Physical properties; Sepia; Squid; Tissue

* Corresponding author; ebhoseini@srbiau.ac.ir