

## تخمین مدت ماندگاری و ارتباط همبستگی خواص کیفی میگوی سفید سرتیز (*Metapenaeus affinis*) پوست کنی شده طی سردسازی

ثریا صالحی<sup>۱</sup>، آی ناز خدانظری<sup>۲\*</sup> و اسحاق زمانی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۶

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۷

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد رشته شیلات دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر  
<sup>۲</sup> استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر  
<sup>۳</sup> استادیار گروه زیست دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

\* مسئول مکاتبه: Email: khodanazary@yahoo.com

### چکیده

زمینه مطالعه: میگوی سفید سرتیز بدون پوست به منظور ارزیابی کاهش کیفیت و تازگی در یخ و یخچال به مدت ۱۶ روز نگهداری شدند. هدف: هدف از مطالعه حاضر، تاثیر دماهای مختلف (یخ و یخچال) بر تغییرات ویژگی‌های کیفی میگوی سفید سرتیز بود. روش کار: آنالیزهای فیزیکوشیمیایی (TVBN، pH، TBA و FFA)، میکروبی (بار باکتریایی مزوفیل، سرمادوست، انتروباکتریاسه، استافیلوکوکوس و باکتری‌های تولیدکننده H<sub>2</sub>S) و ارزیابی حسی در روزهای ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ نگهداری انجام شدند. نتایج: تغییرات شاخص فیزیکوشیمیایی در کل دوره نگهداری مشاهده شد. تغییرات ارزیابی حسی به طور معنی‌دار طی دوره نگهداری مشاهده شد و همبستگی معنی‌دار نزدیک به ۰/۸۰۰ در میگوی سفید سرتیز نگهداری شده در یخ و یخچال طی زمان نگهداری مشاهده شد که نشان دهنده کاهش کیفیت میگو می‌باشد. آنالیز رگرسیون با استفاده از محدوده قابل قبول برای باکتری‌های مزوفیل ( $\log \text{cfu/g}$ ) نشان داد که ماندگاری میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال به ترتیب ۷ و ۴ روز تخمین زده شده است. نتیجه گیری نهایی: آنالیزهای TVBN، میکروبی و حسی همبستگی خیلی بالایی با زمان نگهداری دارد و ممکن است به عنوان شاخص‌های مناسب برای ارزیابی فساد میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال بررسی شود.

واژگان کلیدی: *Metapenaeus affinis* ماندگاری، خواص کیفی، سردسازی

### مقدمه

(خلیج فارس و دریای عمان) صید و فرآوری می‌شوند و در بازارهای محلی فروخته یا صادر می‌گردند. میگوی سفید سرتیز (*Metapenaeus affinis*) یکی از گونه‌های مهم تجاری در جهان به خصوص در جنوب ایران به دلیل مقادیر بالای مواد مغذی از جمله اسیدهای آمینه، پپتیدها،

سخت پوستان، مانند میگو، یکی از منابع مهم پروتئین جهان می‌باشند (هیو و همکاران ۲۰۰۳). میگو بخش مهمی از تولیدات آبزیان تجاری و مصرف کنندگان را تشکیل می‌دهد. در جنوب کشور ایران، میگوها از آب‌های شور

غالب در دمای صفر درجه سانتی‌گراد، مربوط به گونه‌های *Pseudomonas* بود در حالی که میکروارگانیزم‌های غالب در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد و ۲۸ درجه سانتی‌گراد مربوط به باکتری‌های تولیدکننده  $H_2S$  و *Enetrobacteriaceae* بودند. بروکارت و همکاران در سال ۲۰۱۳ مطالعه‌ای بر باکتری‌های غالب میگوی قهوه‌ای *Crangon crangon* پوست کنی شده طی نگهداری در دمای صفر و ۷/۵ درجه سانتی‌گراد انجام دادند و نشان دادند که *Pseudoalteromonas* و *Psychrobacter* باکتری‌های غالب در دمای صفر و ۷/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. اودیلیچوکو و همکاران در سال ۲۰۱۴ طول مدت ماندگاری میگوی سفید اقیانوس آرام نگهداری شده در یخ را ۸ روز تعیین کردند. ارزیابی الگوی فساد پنج گونه میگو توسط چینوواساگام و همکاران در سال ۱۹۹۶ نشان داد که *Pseudomonas fragi* عامل اصلی فساد میگوهای مناطق گرمسیری نگهداری شده در یخ می‌باشد و *Shewanella putrefaciens* میکروارگانیزم غالب در میگوهای مناطق گرمسیری نگهداری شده در یخ مایع (Slurry ice) است. هدف از این مطالعه تخمین مدت ماندگاری و ارتباط همبستگی خواص کیفی میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال طی ۱۶ روز بود.

#### مواد و روش‌ها

در این تحقیق، میگوی سفید سرتیز در پاییز ۱۳۹۶ به میزان  $750 \pm 100$  گرم به صورت تازه از بازارچه ماهی فروشان شهرستان خرمشهر خریداری شدند. نمونه‌های میگو و یخ به نسبت ۱ به ۲ (وزنی/وزنی) با جعبه‌های یونولیتی به سرعت به آزمایشگاه فرآوری واقع در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردیدند. سپس بصورت تصادفی وزن و طول کل اندازه‌گیری شدند و با آب شهری شستشوی اولیه صورت گرفت و پوست گیری انجام شدند و مجدداً با آب مقطر نمونه‌ها شستشو شدند. نمونه تیمار میگو با پوست در یخ و

اسیدهای چرب چند غیر اشباع و دیگر مواد مفید می‌باشد. میگوها به دلیل مقدار بالای اسیدهای آمینه آزاد و دیگر مواد غیر پروتئینی محلول مستعد فساد می‌باشند که می‌تواند به آسانی مواد مغذی قابل هضم برای رشد میکروارگانیزم‌ها را فراهم نمایند (زنگ و همکاران ۲۰۰۵). اگرچه، تنها جمعیت میکروبی اندک آبزبان تازه صید شده یا محصولات دریایی فرآوری شده که در اصطلاح ارگانیزم‌های فاسدکننده ویژه نامیده می‌شود، منجر به فساد غذاهای دریایی می‌شود (گرم و دالگارد ۲۰۰۲). به طور کلی، کاهش کیفیت میگو طی دستکاری در صید (جمود پس از مرگ) اتفاق می‌افتد که منجر به آلودگی و آنزیم‌های اتولیز میکروبی می‌شود. بنابراین، میگوها قبل از عرضه به بازار فرآوری، پوست کنی و سپس در سرما نگهداری می‌شوند. نگهداری در سرما (یخ و یخچال) به کاهش رشد میکروبی و افزایش طول مدت ماندگاری میگو می‌گردد. رشد میکروبی و متابولیسم عامل اصلی محصولات دریایی است. ماندگاری آبزبان تازه بستگی به چندین فاکتور دارد: ۱) شرایط نگهداری، ۲) شرایط درونی آبزبان و ۳) ترکیبات کمی و کیفی میکروفلورهای داخلی، که در ارتباط با محیط زیست دریایی و دستکاری زود هنگام و دستورالعمل آماده‌سازی است (جای ۱۹۸۶). آبزبان تازه صید شده به طور طبیعی آلوده به میکروفلورهای متنوع مانند گونه‌های *Moraxella*، *Pseudomonas*، *Aeromonas* یا *Flavobacterium*، *Shewanella*، *Acinetobacter* خانواده *Vibrionaceae* است (لیستون ۱۹۸۰). جمعیت این میکروب‌ها در طی نگهداری ممکن است تغییر کند. در ایران، سردسازی میگوها پس از صید در مدت زمان کوتاه به دو روش نگهداری در یخ و نگهداری در یخچال انجام می‌شود. نگهداری در یخ و یخچال ارزان‌ترین روش سردسازی میگو در ایران می‌باشد. داباد و همکاران در سال ۲۰۱۵ مطالعه‌ای بر مدت ماندگاری میگوی *Penaeus notialis* طی نگهداری در دماهای مختلف انجام دادند و نتایج نشان داد که میکروارگانیزم‌های

برای شمارش باکتریها سرمادوست یک میلی لیتر از هررقت بر روی محیط کشت پلیت کانت آگار و با روش پور پلیت کشت داده شد و پلیت ها به مدت ۷ روز در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند و پس از طی شدن مدت انکوباسیون شمارش کلنی‌ها انجام شد. شمارش کلنی‌ها بر مبنای  $\log_{10}(\text{CFU})/\text{g}$  بیان گردید (سلام ۲۰۰۷).

#### فاکتورهای فیزیوشیمیایی

اندازه‌گیری بازهای ازته فرار به روش کدال و با تیتراسیون عصاره بدست آمده از آن انجام گرفت و به صورت میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه ماهی بیان شد (گولاس و کونتومیناس ۲۰۰۵). برای اندازه‌گیری pH ، ۵ گرم از نمونه به مدت ۱ دقیقه با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر همگن شده و میزان pH آن با دستگاه pH سنج (Metrohm ساخت کشور سوئیس) اندازه‌گیری شد (سوانیچ و همکاران ۲۰۰۰). شاخص TBA طبق روش سیرپاتراوان و نویفا (۲۰۱۲) با افزودن ۹۷/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲/۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۴ نرمال به ۱۰ گرم نمونه هموژن شده اندازه‌گیری شد. ۵ میلی‌لیتر از مایع حاصل از تقطیر این مخلوط به ۵ میلی‌لیتر معرف تیوباربتوریک اسید افزوده و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از سرد شدن میزان جذب مایع صورتی حاصل در طول موج ۵۳۸ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. عدد جذب خوانده شده در ثابت ۷/۸ ضرب شد تا میزان تیوباربتوریک اسید نمونه بدست آید. میزان شاخص اسیدهای چرب آزاد با استخراج چربی از ۱۰ گرم نمونه گوشت با کمک کلروفرم/ متانول به روش ووی وودا و همکاران (۱۹۸۶) و تیتراسیون گروه‌های کربوکسیلیک آزاد موجود در آن با هیدروکسید سدیم صورت پذیرفت.

#### ارزیابی حسی

ارزیابی نمونه‌ها توسط ۷ نفر از دانشجویان آموزش دیده دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر در دامنه سنی ۲۳ تا ۲۸ سال انجام پذیرفت. بوی میگوی خام با

یخچال هر کدام جداگانه به میزان ۲۰۰ گرم درون هر زیپ کیپ (مجموعاً ۴ کیلوگرم وزن) بسته‌بندی شدند. میگو در دو روش نگهداری در سرما شامل یخ (نسبت میگو به یخ ۳:۱) (نگهداری در یخچال) و یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

آنالیزهای خصوصیات میکروبیولوژیکی، فیزیوشیمیایی، رنگ سنجی و ارزیابی حسی میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در سرما در روزهای ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ به مدت ۱۶ روز مورد آزمایش قرار گرفت.

#### آزمون میکروبی نمونه‌ها

به منظور شمارش باکتریها و تعیین با میکروبی مقدار ۱ گرم از هر نمونه هموژن شده در شرایط استریل به ۹ میلی لیتر کلرور سدیم ۰/۹ درصد اضافه شد و پس از مخلوط کردن، از آن برای تهیه رقت‌های متوالی استفاده گردید. از این رقت‌ها برای کشت باکتریها در محیط‌های کشت موردنظر به شرح زیر استفاده شد. یک میلی‌لیتر از هر رقت برای کشت باکتریها به روش پورپلیت در محیط پلیت کانت آگار (PCA) برای شمارش بار باکتریایی کل نمونه‌ها کشت داده شد و پلیت‌ها به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای شمارش انتروباکتریاسه محیط کشت VRBG مورد استفاده قرار گرفت. پس از کشت یک میلی‌لیتر از هر رقت به روش پورپلیت، پلیت‌ها به مدت ۴۸-۷۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند و محیط کشت ager IRON برای شمارش و جداسازی باکتریهای تولید کننده SH2 در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت و محیط کشت Baird parker برای شمارش و جداسازی باکتری‌های استافیلوکوکوس در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و محیط کشت MRSA برای شناسایی و جداسازی باکتریهای لاکتیک اسید در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت استفاده گردید و پس از طی مدت انکوباسیون کلنی‌ها شمارش شدند.

بیوژنیک می باشد (گرم و دالگارد ۲۰۰۲؛ لویز-کابالرو و همکاران ۲۰۰۲). میزان بازهای ازته فرار میگوهای بدون پوست نگهداری شده در یخ و میگوهای بدون پوست نگهداری شده در یخچال دارای تفاوت معنی‌دار بود. میزان بازهای ازته فرار میگوی نگهداری شده در یخ به طور معنی‌دار کمتر از میگوی نگهداری شده در یخچال بود. میزان ۳۰ میلی گرم نیتروژن به ازای ۱۰۰ گرم نمونه گوشت (گوکودلو و همکاران ۱۹۹۸) به عنوان حداکثر میزان قابل قبول بازهای ازته فرار در گوشت آبزیان پیشنهاد شده است. در این مطالعه، میزان بازهای ازته فرار در نمونه‌ها پایین تر از حد مجاز بود که نشان دهنده کیفیت خوب میگوی سفید سرتیز نگهداری شده در یخ و یخچال طی نگهداری بود. بازهای ازته فرار میگوی نگهداری شده در یخ و یخچال همبستگی معنی‌دار با زمان نگهداری ( $r=0/712$  و  $r=0/690$  به ترتیب) دارد. میزان بازهای ازته فرار در میگوی نگهداری شده در یخ (زمان نگهداری  $\times 4/573 =$  میزان بازهای ازته فرار) و میگوی نگهداری شده در یخچال (زمان نگهداری  $\times 8/193 =$  میزان بازهای ازته فرار) به طور خطی افزایش یافت. طبق فرمول خطی بازهای ازته فرار، ماندگاری میگوی سفید سرتیز نگهداری شده در یخ و یخچال به ترتیب ۷ و ۴ روز تخمین شده است.

جدول ۱ تغییرات میزان pH میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال طی ۱۶ روز نگهداری نشان می‌دهد. در روز صفر، میزان pH در همه نمونه‌ها  $7/69$  میلی گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم نمونه بود. پس از ۱۶ روز نگهداری، میزان pH در میگوهای بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال به ترتیب  $7/63$  و  $7/80$  بود. میزان pH گوشت آبزیان قابل مصرف در دامنه  $5/8-6/4$  است (برزیل ۱۹۸۱) که در این مطالعه بالاتر از محدوده مناسب pH بود. میزان pH میگوهای بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال تا روز ۶ کاهش یافت و از روز ۹ میزان pH به طور معنی‌دار

استفاده از یک مقیاس امتیازبندی با ۳ طبقه بندی ارزیابی شدند (دآباد و همکاران ۲۰۱۵) به همراه ۱ = تازه (میگو بدون هر بوی نامطبوع)، ۲ = حد واسط (میگو بوی نامطبوع اندکی دارد اما قابل پذیرش می باشد)، ۳ = فاسد شده (میگو تولید کننده بوی نامطبوع قوی). زمان رد شدن حسی، زمانی است که حداقل ۵۰ درصد افراد آموزش دیده، نمونه‌ها را در ۳ طبقه ارزیابی کردند.

### آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل با نرم افزار SPSS 16 انجام پذیرفت. به منظور تجزیه و تحلیل مقادیر کمی به دست آمده از آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی پس از کنترل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف<sup>۱</sup> از تجزیه واریانس یک طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. برای مقایسه نمونه‌های نگهداری در یخ و یخچال از آزمون t- مستقل استفاده شد. همچنین جهت ارتباط همبستگی بین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی یا باکتری‌ها با امتیازهای حسی از همبستگی پیرسون و آنالیز فاکتوریل استفاده شد.

### نتایج و بحث

جدول ۱ تغییرات میزان بازهای ازته فرار میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال طی ۱۶ روز نگهداری نشان می‌دهد. در روز صفر، میزان بازهای ازته فرار در همه نمونه‌ها  $6/53$  میلی گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم نمونه بود. با افزایش زمان نگهداری، افزایش میزان ازته فرار در هر دو تیمار نگهداری شده در یخ و یخچال مشاهده شد. باکتری‌های *P. Enterobacteriaceae Aeromonas spp* و *Shewanella putrifaciens phosphoreum* و *Vibrio spp* قادر به تبدیل تری متیل آمین اکسید به تری متیل آمین و اسید آمینه دکربوکسیله شده به آمین‌های

<sup>1</sup> Kolmogorov-smirnov-

مصرف است (سلام ۲۰۰۷). میزان تیوباربتوریک اسید در نمونه‌های نگهداری شده در یخ و یخچال در طول نگهداری کمتر از حد مجاز بود. تیوباربتوریک اسید میگوی نگهداری شده در یخ و یخچال همبستگی معنی‌دار با زمان نگهداری ندارد. اکسیداسیون چربی در میگوهای بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال حداقل مقدار مجاز جهت مصرف آبریان می باشد. بنابراین شاخص تیوباربتوریک اسید، شاخص مناسبی برای ارزیابی کیفی میگوی بدون پوست نگهداری شده در سرما نمی‌باشد.

جدول ۱ تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال طی ۱۶ روز نگهداری نشان می‌دهد. در روز صفر، میزان اسیدهای چرب آزاد در همه نمونه‌ها ۰/۶۲ درصد اولئیک اسید بود. با افزایش زمان نگهداری، افزایش اسیدهای چرب آزاد در هر دو تیمار نگهداری شده در یخ و یخچال مشاهده شد. میزان اسیدهای چرب آزاد میگوهای بدون پوست نگهداری شده در یخ و میگوهای بدون پوست نگهداری شده در یخچال دارای تفاوت معنی‌دار بود. میزان اسیدهای چرب آزاد میگوی نگهداری شده در یخ به طور معنی‌دار کمتر از میگوی نگهداری شده در یخچال بود. اسیدهای چرب آزاد میگوی نگهداری شده در یخ و یخچال همبستگی معنی‌دار با زمان نگهداری ( $r=0/523$ ) و یخچال همبستگی معنی‌دار با زمان نگهداری ( $r=0/777$ ) به ترتیب) دارد.

افزایش یافت. کاهش pH ممکن است به دلیل تولید اسید لاکتیک از طریق متابولیسم باکتریهای اسید لاکتیک و رهاسازی فسفات غیر آلی از طریق تخریب آدنوزین تری فسفات (ATP) طی نگهداری باشد (کاوپراچو و همکاران ۲۰۱۶). افزایش pH با گذشت زمان نگهداری ممکن است با تجمع ترکیبات قلیایی مانند آمونیاک، تری متیل آمین تولید شده در طی فعالیت آنزیم‌های اتولیتیک و باکتری-های پروتئولیتیک فاسد کننده ماهی نسبت داد (کیلینکسر و همکاران ۲۰۰۹). میزان pH میگوهای بدون پوست نگهداری شده در یخ و میگوهای بدون پوست نگهداری شده در یخچال تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. Vieira و همکاران در سال ۱۹۹۰ مشاهده گردید که میزان pH در *P. argus* بین ۶/۴ و ۷/۶ بود. pH میگوی نگهداری شده در یخ و یخچال همبستگی معنی‌داری با زمان نگهداری ندارد. طبق مطالعات کیرسچنیک و ویگاس در سال ۲۰۰۴، میزان pH بین ۶/۶۲ و ۷/۴۴ در *Macrobranchium rosenbergii* طی نگهداری در یخ برای ۱۰ روز متغیر است.

جدول ۱ تغییرات میزان تیوباربتوریک اسید میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال طی ۱۶ روز نگهداری نشان می‌دهد. در روز صفر، میزان تیوباربتوریک اسید در همه نمونه‌ها ۰/۵ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه بود. میزان تیوباربتوریک اسید در میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ تا روز ۸ افزایش و سپس تا انتهای دوره نگهداری کاهش یافت. میزان تیوباربتوریک اسید در میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخچال تا انتهای دوره نگهداری تفاوت معنی‌دار نشان نداد. پیشنهاد شده که حداکثر میزان قابل قبول تیوباربتوریک اسید برای کیفیت مطلوب ماهی (منجمد، یخچال‌گذاری شده و یا نگهداری شده در یخ) ۵ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه است در حالی که تا ۸ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم نمونه هم قابل

جدول ۱- ارزیابی پارامترهای فیزیوشیمیایی میگو پوست گیری شده *Metapenaeus affinis* نگهداری شده در یخ و یخچالTable 1- Evaluation of physicochemical parameters of peeled shrimp *Metapenaeus affinis* stored at ice and refrigerator

Days of storage		0	4	8	12	16	r
TVBN (mg N/100g muscle)	Ice	6.53±0.46 <sup>Ac</sup>	9.80±0.80 <sup>Ac</sup>	16.80±1.61 <sup>Ab</sup>	15.40±0.80 <sup>Ab</sup>	26.60±1.61 <sup>Aa</sup>	0.690*
	Refrigerator	6.53±0.46 <sup>Ac</sup>	16.10±0.40 <sup>Abc</sup>	26.60±2.23 <sup>Aab</sup>	29.90±0.28 <sup>Aab</sup>	40.60±12.12 <sup>Aa</sup>	0.712*
pH	Ice	7.69±0.00 <sup>Ab</sup>	6.26±0.02 <sup>Ab</sup>	6.18±0.00 <sup>Ab</sup>	7.33±0.24 <sup>Aa</sup>	7.63±0.13 <sup>Aa</sup>	0.197
	Refrigerator	7.69±0.00 <sup>Ab</sup>	6.26±0.05 <sup>Ab</sup>	6.31±0.10 <sup>Ab</sup>	7.38±0.23 <sup>Aa</sup>	7.80±0.23 <sup>Aa</sup>	0.271
TBARS (mg MDA/ kg muscle)	Ice	0.50±0.25 <sup>Ab</sup>	0.31±0.00 <sup>Ab</sup>	1.36±0.33 <sup>Aa</sup>	0.26±0.06 <sup>Ab</sup>	0.45±0.01 <sup>Ab</sup>	0.042
	Refrigerator	0.50±0.25 <sup>Aa</sup>	0.23±0.00 <sup>Aa</sup>	0.66±0.24 <sup>Aa</sup>	0.26±0.14 <sup>Aa</sup>	0.58±0.03 <sup>Aa</sup>	0.097
FFA (% oleic acid)	Ice	0.62±0.04 <sup>Ab</sup>	1.30±0.06 <sup>Aa</sup>	1.71±0.17 <sup>Aa</sup>	1.54±0.32 <sup>Aa</sup>	1.33±0.12 <sup>Aa</sup>	0.523*
	Refrigerator	0.62±0.04 <sup>Ac</sup>	0.75±0.12 <sup>Ac</sup>	0.90±0.04 <sup>Abc</sup>	2.50±0.66 <sup>Aab</sup>	3.45±0.93 <sup>Aa</sup>	0.777*

The different capital letters in same columns within the same storage time indicate the significant differences ( $P<0.05$ ).

The different small letters in same rows within the same treatment indicate the significant differences ( $P<0.05$ ).

\* indicates a significant correlation ( $P<0.05$ ).

باکتری های مزوفیل، ماندگاری میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال به ترتیب ۷ و ۴ روز تخمین شده است. میزان باکتری های مزوفیل میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال به ترتیب در روزهای ۱۲ و ۸ بالاتر از حد مجاز اعلام شده برای آبزیان خام ( $\log_{10}$  cfu/g) است (سلام ۲۰۰۷). در جدول ۲ تغییرات بار باکتریایی سرمادوست میگوی سفید سرتیز بدون پوست طی نگهداری در یخ و یخچال مشاهده می‌شود. میزان این شاخص در میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. میزان بار باکتری-های سرمادوست در نمونه نگهداری شده در یخ از  $\log_{10}$  ۷/۲۰ cfu/g در روز ۵/۲۹ در روز صفر به  $\log_{10}$  ۸/۴۴ در روز ۱۶ افزایش یافت. میزان بار باکتری های سرمادوست در نمونه نگهداری شده در یخچال میزان آن از  $\log_{10}$  ۵/۲۹ در روز صفر به  $\log_{10}$  ۸/۴۴ در روز ۱۶ افزایش یافت. در کل دوره میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخچال بیشترین بار باکتری‌های سرمادوست را داشتند. باکتری‌های سرمادوست گرم

در جدول ۲ تغییرات بار باکتری‌های مزوفیل، سرمادوست، استافیلوکوکوس، انتروباکتریاسه و باکتری‌های تولید کننده  $H_2S$  میگوی سفید سرتیز بدون پوست طی نگهداری در یخ و یخچال مشاهده می‌شود. میزان بار باکتری های مزوفیل در میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. میزان بار باکتری‌های مزوفیل در میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ از  $\log_{10}$  ۴/۲۷ cfu/g در روز صفر به  $\log_{10}$  ۷/۶۲ cfu/g در روز ۱۶ افزایش یافت. میزان بار باکتری-های مزوفیل در میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخچال میزان آن از  $\log_{10}$  ۴/۲۷ cfu/g در روز صفر به  $\log_{10}$  ۸/۲۲ در روز ۱۶ افزایش یافت. باکتری های مزوفیل میگوی بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال همبستگی معنی دار با زمان نگهداری ( $r=0.957$  و  $r=0.990$  به ترتیب) دارد. میزان باکتری های مزوفیل در میگوی بدون پوست نگهداری شده در یخ ( $3/377$  + زمان نگهداری  $\times 0.892$ ) = میزان باکتری مزوفیل) و میگوی بدون پوست نگهداری شده در یخچال ( $3/717$  + زمان نگهداری  $\times 1/0.15$ ) = میزان باکتری مزوفیل) به طور خطی افزایش یافت. طبق فرمول خطی

سفید سرتیز بدون پوست با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. میزان بار باکتری‌های استافیلوکوکوس در میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال از  $2/86 \log_{10} \text{ cfu/g}$  در روز صفر به  $16 \log_{10} \text{ cfu/g}$  و  $6/79 \log_{10} \text{ cfu/g}$  به ترتیب در روز ۱۶ افزایش یافت. باکتری‌های استافیلوکوکوس میگوی بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال همبستگی معنی دار با زمان نگهداری ( $r=0/987$  و  $r=0/970$  به ترتیب) دارد. در جدول ۲ تغییرات بار باکتری‌های تولید کننده  $\text{H}_2\text{S}$  (کلنی سیاه) میگوی سفید سرتیز طی نگهداری در یخ و یخچال مشاهده می‌شود. میزان این شاخص در تیمارهای مختلف با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. میزان بار باکتری‌های تولید کننده  $\text{H}_2\text{S}$  (کلونی سیاه) در نمونه نگهداری شده در یخ و یخچال از  $0 \log_{10} \text{ cfu/g}$  در روز صفر به  $6/08 \log_{10} \text{ cfu/g}$  و  $7/70 \log_{10} \text{ cfu/g}$  به ترتیب در روز ۱۶ افزایش یافت. باکتری‌های تولید کننده  $\text{H}_2\text{S}$  (کلونی سیاه) میگوی بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال همبستگی معنی دار با زمان نگهداری ( $r=0/882$  و  $r=0/947$  به ترتیب) دارد. در میگوهای سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال باکتری لاکتوباسیلوس تا انتهای دوره نگهداری مشاهده نشد.

منفی مثل سودوموناس‌ها؛ آلتروموناس‌ها؛ شوانلاها<sup>۳</sup> و فلاووباکترها<sup>۴</sup> بیشترین گروه میکروارگانیسم‌های عامل فساد ماهی و فراورده‌های آن در شرایط نگهداری هوایی در دماهای سرد می‌باشند (گرم و هاس ۱۹۹۶؛ چیتیری و همکاران ۲۰۰۴؛ سلام ۲۰۰۷). باکتری‌های سرما دوست میگوی بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال همبستگی معنی دار با زمان نگهداری ( $r=0/947$  و  $r=0/966$  به ترتیب) دارد. در جدول ۲ تغییرات بار باکتریایی انتروباکتریاسه میگوی سفید سرتیز بدون پوست طی نگهداری در یخ و یخچال مشاهده می‌شود. میزان این شاخص در میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. میزان بار باکتری‌های انتروباکتریاسه در میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال از  $2/99 \log_{10} \text{ cfu/g}$  در روز صفر به  $6/70 \log_{10} \text{ cfu/g}$  و  $8/95 \log_{10} \text{ cfu/g}$  به ترتیب در روز ۱۶ افزایش یافت. باکتری‌های انتروباکتریاسه میگوی بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال همبستگی معنی دار با زمان نگهداری ( $r=0/983$  و  $r=0/985$  به ترتیب) دارد. در جدول ۲ تغییرات بار باکتریایی استافیلوکوکوس میگوی سفید سرتیز بدون پوست طی نگهداری در یخ و یخچال مشاهده می‌شود. میزان این شاخص در میگوی

جدول ۲- ارزیابی شمارش میکروبی میگو پوست گیری شده *Metapenaeus affinis* نگهداری شده در یخ و یخچال

Table 2- Evaluation of microbial counts of peeled shrimp *Metapenaeus affinis* stored at ice and refrigerator

Days of storage		0	4	8	12	16	r
Mesophilic bacteria	Ice	4.27±0.01 <sup>Ae</sup>	5.03±0.02 <sup>Ad</sup>	6.07±0.02 <sup>Ac</sup>	7.26±0.01 <sup>Ab</sup>	7.62±0.00 <sup>Aa</sup>	0.990*
	Refrigerator	4.27±0.01 <sup>Ae</sup>	5.89±0.03 <sup>Ad</sup>	7.27±0.01 <sup>Ac</sup>	8.14±0.01 <sup>Ab</sup>	8.22±0.01 <sup>Aa</sup>	0.957*
Psychrophilic bacteria	Ice	5.29±0.03 <sup>Ac</sup>	5.64±0.32 <sup>Ac</sup>	6.45±0.08 <sup>Ab</sup>	6.90±0.02 <sup>Aab</sup>	7.20±0.01 <sup>Aa</sup>	0.947*
	Refrigerator	5.29±0.03 <sup>Ad</sup>	6.44±0.09 <sup>Ac</sup>	7.47±0.08 <sup>Ab</sup>	8.32±0.11 <sup>Aa</sup>	8.44±0.09 <sup>Aa</sup>	0.966*
Enterobacteriaceae	Ice	3.25±0.13 <sup>Ac</sup>	4.59±0.04 <sup>Ac</sup>	5.29±0.13 <sup>Ab</sup>	6.20±0.01 <sup>Aab</sup>	6.75±0.04 <sup>Aa</sup>	0.983*
	Refrigerator	3.25±0.13 <sup>Ae</sup>	5.23±0.01 <sup>Ad</sup>	6.65±0.05 <sup>Ac</sup>	7.25±0.13 <sup>Ab</sup>	8.95±0.02 <sup>Aa</sup>	0.985*
Staphylococcus	Ice	3.86±0.03 <sup>Ae</sup>	4.47±0.08 <sup>Ad</sup>	5.42±0.09 <sup>Ac</sup>	6.25±0.13 <sup>Ab</sup>	6.69±0.04 <sup>Aa</sup>	0.985*
	Refrigerator	3.86±0.03 <sup>Ae</sup>	5.06±0.02 <sup>Ad</sup>	5.98±0.02 <sup>Ac</sup>	6.58±0.06 <sup>Ab</sup>	6.85±0.03 <sup>Aa</sup>	0.987*
H <sub>2</sub> S producing bacteria	Ice	0.00±0.00 <sup>Ad</sup>	4.07±0.02 <sup>Ac</sup>	5.25±0.01 <sup>Ab</sup>	6.08±0.10 <sup>Aa</sup>	6.08±0.02 <sup>Aa</sup>	0.882*
	Refrigerator	0.00±0.00 <sup>Ae</sup>	4.14±0.01 <sup>Ad</sup>	5.45±0.08 <sup>Ac</sup>	6.85±0.03 <sup>Ab</sup>	7.70±0.04 <sup>Aa</sup>	0.947*

The different capital letters in same columns within the same storage time indicate the significant differences ( $P<0.05$ ).

The different small letters in same rows within the same treatment indicate the significant differences ( $P<0.05$ ).

\* indicates a significant correlation ( $P<0.05$ ).

<sup>3</sup>- *Shewanella* spp.

<sup>4</sup>- *Flavobacterium* spp.

<sup>1</sup>- *Pseudomonas* spp.

<sup>2</sup>- *Alteromonas* spp.

میکروبی منطبق بود. مشخص شده که فساد ماهی افزایش شدیدتر بوی ماهی مثل بوی فساد و تعفن را به دنبال دارد که در این صورت ماهی توسط شخص ارزیابی کننده طعم، برای مصرف مورد تایید قرار نمی‌گیرد. ارتباط همبستگی معنی دار بین تولید TVBN یا باکتری‌ها (باکتری‌های مزوفیل، سرمادوست، استافیلوکوکوس، انتروباکتریاسه و باکتری‌های تولید کننده  $H_2S$ ) و امتیازهای حسی طی نگهداری در یخ و یخچال یافت شده است (جدول ۴ و ۵).

ارزیابی حسی بهترین روش برای تعیین تازگی و ماندگاری ماهی است (جوسف و ایر ۲۰۰۲). در شروع زمان نگهداری طبق ۱۰۰ درصد افراد آموزش دیده نمونه‌های میگو هیچ بوی نامطبوع تولید نکردند. با افزایش زمان نگهداری تولید بوی نامطبوع در میگو افزایش یافت (جدول ۳). زمان رد شدن آنالیز حسی نمونه‌ها، زمانی است که حداقل ۵۰ درصد افراد آموزش دیده باعث تولید بوی نامطبوع می‌شود. زمان رد شدن آنالیز حسی نمونه‌ها، ۱۲ روز در یخ و ۸ روز در یخچال می‌باشد. این نتیجه با نتایج حاصل از آزمایشات

جدول ۳- ارزیابی حسی میگو پوست گیری شده *Metapenaeus affinis* نگهداری شده در یخ و یخچال  
Table 3- Sensory evaluation of peeled shrimp *Metapenaeus affinis* stored at ice and refrigerator

	0	4	8	12	16
Ice	1.00±0.00 <sup>Ab</sup>	1.33±0.33 <sup>Aab</sup>	1.66±0.33 <sup>Aab</sup>	2.33±0.33 <sup>Aa</sup>	2.33±0.33 <sup>Aa</sup>
Refrigerator	1.00±0.00 <sup>Ac</sup>	1.66±0.33 <sup>Abc</sup>	2.33±0.66 <sup>Aab</sup>	2.66±0.33 <sup>Aab</sup>	3.00±0.00 <sup>Aa</sup>

The different capital letters in same columns within the same storage time indicate the significant differences ( $P<0.05$ ). The different small letters in same rows within the same treatment indicate the significant differences ( $P<0.05$ ).

جدول ۴- نتایج تحلیل عاملی مولفه‌های اصلی میگوی سفید سر تیز بدون پوست نگهداری شده در یخ  
Table 4- Principal Component Analysis (PCA) of the study quality parameters of peeled shrimp *Metapenaeus affinis* stored at ice

Time of storage		Factor 1	Factor 2	Factor (%)	Total variance (%)	Cumulative (%)
Time of storage		0.979	-0.042	1	69.066	69.066
				2	16.109	85.176
Chemical analysis	TVBN	0.806	0.026			
	pH	0.145	-0.895			
	TBA	-0.053	0.709			
	FFA	0.581	0.714			
Microbiological analysis	Mesophilic bacteria	0.994	-0.040			
	Psychrophilic bacteria	0.956	0.000			
	<i>Enterobacteriac eae</i>	0.980	0.067			
	<i>Staphulococcus</i>	0.985	-0.024			
	$H_2S$ producing bacteria	0.913	0.326			
Sensory analysis		0.815	-0.062			

درصد و فاکتور ۲ شامل ۱۶/۳۹۴ درصد بود. واریانس‌ها ارزیابی شده با فاکتور ۱ شامل بازهای ازته فرار، شمارش میکروبیولوژیکی و ارزیابی حسی با میزان فاکتور ۰/۷۹۸، ۰/۹۹۶-۰/۹۱۰ و ۰/۸۳۱- بود. تغییرات

تحلیل عاملی با استفاده از روش مولفه‌های اصلی برای فاکتورهای خروجی برای میگوهای سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ ۲ فاکتور است که شامل ۸۶ درصد واریانس بود (جدول ۴). فاکتور ۱ شامل ۶۹/۲۵۵



۳ شامل ۹/۱۷۲ درصد بود. واریانس‌ها ارزیابی شده با فاکتور ۱ شامل بازهای ازته فرار، اسیدهای چرب آزاد، شمارش میکروبیولوژیکی و ارزیابی حسی با میزان فاکتور ۰/۸۰۲، ۰/۶۵۸، ۰/۹۹۳-۰/۹۵۰ و ۰/۸۵۴- بود. تغییرات زمان نگهداری به طور معنی‌داری با فاکتور ۱ با میزان فاکتور ۰/۹۵۹ ارزیابی شد.

زمان نگهداری به طور معنی‌داری با فاکتور ۱ با میزان فاکتور ۰/۹۸۳ ارزیابی شد. تحلیل عاملی با استفاده از روش مولفه‌های اصلی برای فاکتورهای خروجی برای میگوهای سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخچال ۳ فاکتور است که شامل ۹۳ درصد واریانس بود (جدول ۵). فاکتور ۱ شامل ۷۰/۷۶۶ درصد، فاکتور ۲ شامل ۱۳/۱۶۳ درصد و فاکتور

جدول ۵- نتایج تحلیل عاملی مولفه‌های اصلی میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخچال

Table 5- Principal Component Analysis (PCA) of the study quality parameters of peeled shrimp *Metapenaeus affinis* stored at refrigerator

Time of storage		Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor	(%) Total variance	(%) Cumulative
Time of storage		0.963	0.251	0.059	1	70.947	70.948
					2	12.120	83.068
					3	9.210	92.278
Chemical analysis	TVBN	0.805	0.107	0.323			
	pH	0.024	0.977	0.048			
	TBA	0.045	-0.003	0.964			
	FFA	0.676	0.555	-0.229			
	Microbiological analysis	Mesophilic bacteria	0.991	0.019	0.007		
Psychrophilic bacteria		0.984	0.068	0.000			
<i>Enterobacteriaceae</i>		0.978	0.115	0.083			
<i>Staphylococcus</i>		0.995	0.037	0.011			
H <sub>2</sub> S producing bacteria		0.993	-0.041	-0.038			
Sensory analysis		0.831	0.123	-0.041			

خوبی جهت ارزیابی فساد میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال باشند. نتایج این آنالیزها، بهترین کیفیت میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال را نشان داد و ماندگاری میکروبیولوژیکی میگوی سفید سرتیز بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال را به ترتیب ۷ و ۴ روز تخمین زد، اگر چه بر اساس ارزیابی حسی، ماندگاری محصولات ممکن است به بیش از این زمان افزایش یابد.

### نتیجه گیری کلی

پارامترهایی که بیشترین حساسیت بر تغییرات کیفی در طول زمان نگهداری میگوی سفید بدون پوست نگهداری شده در یخ و یخچال دارند شامل مقدار بازهای ازته فرار، باکتری‌های مزوفیل، سرمادوست، انتروباکتریاسه، استافیلوکوکوس، باکتری‌های تولید کننده H<sub>2</sub>S و ارزیابی حسی می‌باشد. بنابراین اینها ممکن است شاخص‌های

## منابع مورد استفاده

- Broekaert K, Heyndrickx M, Herman L, Devlieghere F and Vlaemynck G, 2013. Molecular identification of the microbiota of peeled and unpeeled brown shrimp (*Crangon crangon*) during storage on ice and at 7.5 °C. *Food Microbiology* 36: 123-134.
- Chinivasagam HN, Bremner HA, Wood AF, Nottingham and SM. 1998. Volatile components associated with bacterial spoilage of tropical prawns. *International Journal of Food Microbiology* 42:45–55.
- Chytiri S, Chouliara I, Savvaidis IN and Kontominas MG, 2004. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *Food Microbiology* 21: 157-165.
- Dabade DS, den Besten HMW, Azokpota P, Nout MJR, Hounhouigan DJ and Zwietering MH, 2015. Spoilage evaluation, shelf-life prediction, and potential spoilage organisms of tropical brackish water shrimp (*Penaeus notialis*) at different storage temperatures. *Food Microbiology* 48: 8-16.
- Goulas AE and Kontominas MG, 2005. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry* 93: 511–520.
- Gram L and Huss H, 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. *Food Microbiology* 33: 121-137.
- Gram L and Dalgaard P, 2002. Fish spoilage bacteria-problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology* 13: 262-266.
- Heu MS, Kim JS and Shahidi F, 2003. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. *Food Chemistry* 82: 235-242.
- ICMSF. 1978. Sampling for microbiological analysis (2<sup>nd</sup> ed.). In microorganisms in foods, Vol. 2 Toronto, Canada: University of Toronto Press: The International Commission on Microbiological Specifications for Foods.
- Joseph J and Iyer TSG, 2002. Sensory evaluation. In K. Gopakumar (Ed.), Textbook of fish processing and technology (pp. 445-467). New Delhi, India: Indian Council of Agricultural Research.
- Kaewprachu P, Osako K, Benjakul S and Rawdkuen S, 2016. Effect of protein concentrations on the properties of fish myofibrillar protein based film compared with PVC film. *Journal of Food Science and Technology* 53: 2083-2091.
- Liston J, 1980. Microbiology in fishery science. In: Connell, J.J. (Ed.), *Advances in Fish Science and Technology*. Fishing News Book Ltd, Farnham, Surrey, England, pp. 138e157.
- Jay JM, 1986. *Modern Food Microbiology*, third ed. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Kirschnik PG and Viegas EMM, 2004. Alterações na qualidade do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* durante estocagem em gelo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 23: 407-412.
- Kilincceker O, Dogan IS and Kucukoner E, 2009. Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets. *LWT - Food Science and Technology* 42: 868–873.
- Lopez-Caballero M, Gonçalves A and Nunes M, 2002. Effect of CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-containing modified atmospheres on packed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *European Food Research and Technology* 214: 192-197.
- Okpala COR, Choo WS and Dykes GA, 2014. Quality and shelf life assessment of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) freshly harvested and stored on ice. *LWT-Food Science and Technology* 55: 110-116.
- Sallam KI, 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control* 18: 566–575.
- Siripatrawan U and Noipha S, 2012. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. *Food Hydrocolloids* 27: 102-108.
- Suvanich V, Jahncke ML and Marshall DL, 2000. Changes selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. *Food Science* 65: 24-29.
- Vieira RHSF, Vieira GHF, Rocha CAS, Saker-Sampaio S and Sampaio AH, 1990. Avaliação sensorial e química de lagosta do gênero *Panulirus* White, estocada em gelo. *Arquivos de Ciências do Mar* 28: 69-92.

- Woyewoda AD, Shaw SJ, Ke PJ and Burns BG, 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canadian Technical Report of Fish and Aquatic Science. 1448p.
- Zeng QZ, Thorarinsdottir KA and Olafsdottir G, 2005. Quality changes of shrimp (*Pandalus borealis*) stored under different cooling conditions. Journal of Food Science 70: 459-466.

## Prediction of shelf life and correlation of quality properties peeled white shrimp (*Metapenaeus affinis*) during chilling

S Salehi<sup>1</sup>, A Khodanazary<sup>2\*</sup> and I Zamani<sup>3</sup>

Received: May 27, 2018

Accepted: January 27, 2019

<sup>1</sup>MSc Student, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

<sup>3</sup>Assistant Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

\*Corresponding author: khodanazary@yahoo.com

**Introduction:** Shrimp is one of the popular seafood consumed in the Iran. In Abadan (West Iran), *Metapenaeus affinis*, called as king prawn, are caught from marine water (Persian Gulf), processed and sold in the local market or exported. There is a reduction quality due to microbiological and enzymes activities during postmortem storage, which result in undesired odors and off-flavors over time, causing ultimate rejection by the consumer and making shrimp unfit for consumption. Specific spoilage organisms, a few members of the microbial community of freshly caught or processed seafood, produce various volatile compounds such as trimethylamine (TMA) and total volatile nitrogen bases (TVB-N), which could function as indicators of spoilage. Physicochemical indexes (pH, trimethylamine (TMA), total volatile nitrogen bases (TVB-N) and thiobarbitonic acid reactive substances (TBARS) are used to evaluate the freshness of fishery products. White shrimp (*Metapenaeus affinis*) is a warm-water species native to the eastern Pacific coast from the Gulf of California, Mexico to northern Peru. The world aquaculture production of white shrimp was about 4.2 million tonnes with a global market value of USD24.4 billion in 2016. Currently, Pacific white shrimp is the most important species economically, and it is accounted for about 70% of the total shrimp production in the world due to its high nutrient content of amino acids, peptides, polyunsaturated fatty acids, and other useful substances. However, because shrimp is subject to natural contamination by many bacterial species and contain a large amount of non-protein nitrogenous compounds and autolytic enzymes, it is highly perishable and its post-mortem changes occur rapidly, which result in an obvious off-taste and soft texture. In general, sea-food microbiota originates from the skin or intestines of the processed objects, and contamination occurs during the successive steps of food processing. Shrimp spoilage is attributed mainly to the uncontrolled growth and subsequent various metabolic activities of microbiota. It is commonly assumed that only specific spoilage organisms (SSO) participate in the spoilage process, and they produce metabolites that result in off-odors and off-flavors. The identification of SSO that are responsible for spoilage requires sensory, microbiological and chemical studies. The growth of SSO results in the breakdown of macromolecules in shrimp, which causes the tissue of shrimp to lose its elasticity and produce off-odors. The modification of microbiota would lead to the change in pattern and process of spoilage in shrimp. Therefore, the aim of the present assay is to investigate of different temperatures (ice and refrigerator) on peeled shrimp *Metapenaeus affinis*.

**Material and methods:** Freshly caught shrimp *Metapenaeus affinis* were collected from the Persian Gulf in Khuzestan (south Iran). The average weight of shrimp was  $15.26 \pm 0.05$  g per shrimp.

Immediately after collection, samples were cooled with ice and transported to the Department of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology within 1h. The ratio of shrimp to ice was 1:3 (w/w). Upon arrival, shrimp were peeled and washed in cold water. After draining, shrimp weighing approximately 200 g were packed in a zip bag and were stored at ice and refrigerator. Shrimp samples were kept in ice in a plastic container with drain holes. Shrimp were re-iced daily to maintain the same ratio. All samples were taken for microbiological, physicochemical, and sensory analyses every 4 days for up to 16 days. Average were compared through an Analysis of Variance (ANOVA) and effects were considered significant (by Duncan's test) when  $p$ -value  $\leq 0.05$ . Pearson correlation analysis with 95% of confidence interval was used to determine the relationship between time of iced storage and quality parameters.

**Results and discussion:** Variations in physicochemical index were observed throughout the storage period. Sensory analysis attributes exhibited significant variations and correlations close 0.800 with time storage, which is a showing of the shrimps' loss of freshness. A regression analysis using the acceptability limit mesophilic counts (7 log cfu/g) yielded a shelf life for white shrimp stored on ice and refrigerator of 7 and 4 days respectively.

**Conclusion:** The TVBN, microbiological and sensory analysis displayed very strong correlations with storage time, and they may be considered suitable indicators for evaluating white shrimp spoilage stored on ice and refrigerator.

**Keywords:** *Metapenaeus affinis*, Shelf life, Quality properties, Chilling