

## اثر انجماد در تغییرات ترکیب اسیدهای آمینه و برخی شاخص‌های کیفی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) پرورشی طی نگهداری در سردخانه

- ❖ امین اوجی فرد\*: استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، برازجان، ایران
- ❖ سید ولی حسینی: استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- ❖ عباس زمانی: استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، همدان، ایران

### چکیده

در این مقاله اثر مدت زمان نگهداری (شش ماه) در سردخانه (دمای  $-18^{\circ}\text{C}$ ) در پروفیل اسیدهای آمینه همچنین، ویژگی‌های کیفی میگوی وانامی پرورشی بررسی شد. نتایج نشان داد که نگهداری در سردخانه باعث تغییر اسیدهای آمینه می‌شود به طوری که، اسیدهای آمینه ضروری دچار کاهش معنی‌داری شدند ( $P < 0/05$ ). درباره اسیدهای آمینه غیرضروری، فقط میزان اسیدهای آمینه گلوسین و تیروزین تغییر نکرد ( $P > 0/05$ ). همچنین کاهش مجموع کل اسیدهای آمینه ۸/۳۷ درصد بود. افزایش زمان نگهداری باعث کاهش میزان رطوبت (از ۷۴/۸ به ۷۰/۸ درصد) و افزایش میزان آب‌چک (از ۱۶/۱۶ به ۲۵/۸ درصد) شد، اما مقادیر شاخص‌های کیفیت چربی، شاخص آتروژنیک (AI) و ترومبوژنیک (TI) تغییر نکرد. از نظر آنالیز حسی، تغییرات معنی‌داری در ویژگی‌های رنگ، بو و مقبولیت کلی میگوهای پخته شده مشاهده شد، ولی از نظر طعم و مزه تغییری نکرد ( $P > 0/05$ ). به هر حال این محصول بعد از ۱۸۰ روز نگهداری در دمای  $-18^{\circ}\text{C}$  درجه سانی گراد سالم و از نظر حسی قابل قبول بود.

واژگان کلیدی: ارزیابی حسی، آب‌چک، انجماد، میگو، نگهداری در سردخانه.

## ۱. مقدمه

میگوی وانامی (*L. vannamei*) یکی از گونه‌های مهم پرورشی در جهان و ایران محسوب می‌شود و به علت استفاده از سطوح پایین پروتئین در جیره غذایی در صنعت تکثیر و پرورش میگوی دنیا اهمیت بسیاری یافته است (Briggs et al., 2004). این گونه از سال ۲۰۰۳ به بعد رتبه اول تولید را در بین گونه‌های پرورشی کسب کرده و بالاترین میزان تجارت میگو را در جهان به خود اختصاص داده است (FAO, 2009). چنین تقاضای بالایی در جهان مستلزم عرضه محصولی باکیفیت و بهداشت بالاست. هدف از ذخیره محصولات دریایی در سردخانه، افزایش طول دوره نگهداری و کاهش فعالیت‌های باکتریایی و آنزیمی است، که سبب فساد محصول می‌شود (Makarios-Laham and Lee, 1993). گوشت میگو پس از مرگ از نظر بیوشیمیایی کاملاً فعال است و فاکتورهای مختلفی، مثل فعالیت‌های باکتریایی و آنزیمی، باعث تجزیه مواد آلی و تغییر در ترکیب عضله آن می‌شود. بنابراین پس از صید یا برداشت، میگوها باید فوراً منجمد شوند تا کیفیت آن‌ها در حد مطلوب حفظ شود (Boonsumrej et al., 2007). از طرفی، فاکتورهای حسی از مهم‌ترین پارامترها در مقبولیت و ارزش بازاری محصول به حساب می‌آیند، در نتیجه قبل از انتخاب، پارامترهای حسی و طعم آیزی باید بررسی شود (Ozogul et al., 2006).

مهم‌ترین تغییرات کیفیت که طی نگهداری میگوی منجمد در سردخانه اتفاق می‌افتد شامل تغییر رنگ، اکسیداسیون چربی، دناتورشدن پروتئین و تشکیل بلورهای یخ است. این فرایندها باعث از بین رفتن طعم، ترشیدگی، دهیدراسیون، ازدست‌دادن

وزن، کاهش تازگی، آب‌چک، تغییرات بافتی، افزایش نیتروژن فرار، کاهش ظرفیت نگهداری آب، فساد میکروبی و اتولیز می‌شوند (Tsironi et al., 2009). میگوی منجمد به دلیل قیمت مناسب و طول دوره نگهداری طولانی، از ارزش تجاری بالایی برخوردار است و تقاضا برای این محصول بسیار زیاد است (Tsironi et al., 2009).

در حال حاضر میگوی وانامی گونه اصلی میگوی پرورشی در ایران را تشکیل می‌دهد. نظر به اهمیت رشد بهینه میگوهای مذکور طی پرورش، تحقیقات متعددی در خصوص نحوه پرورش و تغذیه این گونه در ایران انجام شده است، اما تحقیقات درباره کیفیت آن به‌ویژه پس از صید و نگهداری آن در شرایط سردخانه نسبتاً محدود است. این در حالی است که رایج‌ترین شیوه نگهداری این گونه در جهان و ایران ایجاد انجماد در میگو و نگهداری آن در سردخانه است که این شرایط، حمل‌ونقل آن به سایر نقاط دوردست را ممکن کرده است. در این زمینه، تحقیقات اندکی در ایران انجام شده که از جمله آن‌ها می‌توان به (Ouraji و Moini and Pazira, 2009) اشاره کرد که البته تحقیق آن‌ها بر اساس نگهداری در سردخانه (۱۸- درجه سانتی‌گراد) میگوهای دریایی (بری سبز)<sup>۱</sup> و میگوهای پرورشی سفید هندی<sup>۲</sup> استوار بوده است. همچنین، تحقیقاتی در دنیا انجام شده است که در آن از شیوه‌های مختلف بسته‌بندی یا افزودنی‌های مختلف به منظور حفظ میگو در شرایط سردخانه استفاده شده است (Gonçalves and Junior, 2009; Bak et al., 1999; ) (Boonsumrej et al., 2007). این در حالی است که در شهرهای جنوبی کشور، میگوها بدون هیچ‌گونه

1. *Penaeus semisulcatus*  
2. *Penaeus indicus*

نگهداری شدند و تغییرات شاخص‌های تغذیه‌ای، کیفی و حسی در ماه‌های مختلف نگهداری (صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) آزمایش شد. در این تحقیق پروفیل اسیدهای آمینه و میزان آب‌چک پس از پخت در ابتدا و انتهای دوره نگهداری، شاخص کیفیت چربی در ماه‌های صفر، ۳ و ۶، و سایر شاخص‌ها نظیر رطوبت کل، میزان آب‌چک (drip loss) پس از انجماد و کیفیت حسی نمونه‌ها در تمامی ماه‌های نگهداری (ماه‌های صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶) تعیین شدند. همه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شدند.

## ۲.۲. آنالیز اسید آمینه

آنالیز ترکیب اسید آمینه کل با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا<sup>۳</sup> مجهز به شناساگر فلورسنت (Agilent، series ۱۱۰۰، San، USA، CA، Clara) انجام گرفت. ۰/۲ گرم نمونه ابتدا با اسید کلریدریک ۶ نرمال برای ۲۰ ساعت در ۱۱۰°C با تزریق گاز ازت و بدون اکسیژن هیدرولیز شد و پس از مشتق‌سازی<sup>۴</sup> با اورتو فتال دی آلدهید<sup>۵</sup> برای سنجش اسیدهای آمینه نوع اول و فلوروو نیتروبنزو دی اکسادیازول<sup>۶</sup> برای سنجش اسیدهای آمینه نوع دوم روی ستون فاز معکوس (۳/۹ × ۱۵۰ میلی‌متر، Milford، Waters، C<sub>18</sub>Nova Pak<sup>TM</sup>، USA) جداسازی شدند. آشکارساز فلورسانس در طول موج‌های ۲۵۰ و ۳۹۵ نانومتر تنظیم و آزمایش در دمای ثابت ۴۰°C انجام شد. دستگاه با استفاده ترکیب اسیدهای آمینه مشخص از ۱۲/۵ تا ۷۵ پیکو مول کالیبره شد (Moore, 1963).

نگهدارنده در فریزر به مدت شش ماه تا یک سال (تا شروع زمان برداشت بعدی میگوها) نگهداری می‌شوند. نظر به اثبات تأثیر انجماد در محصولات گوشتی، ضرورت دارد تا این تأثیرات در میگوی وانامی، به منزله مهم‌ترین میگوی پرورشی، بررسی شود. در تحقیقات گذشته تغییرات پروفیل اسیدهای چرب در شرایط انجماد بیشتر مدنظر بوده است (Oujifard et al., 2011; Javaheri-Baboli et al., 2009; Ouraji, 2012) و بررسی تغییرات اسیدهای آمینه کمتر مورد توجه قرار گرفته بود. بنابراین در این تحقیق تغییرات پروفیل اسیدهای آمینه همراه با برخی از شاخص‌های کیفی بررسی شده است تا از این رهگذر بتوان کیفیت میگوی وانامی را بهتر ارزیابی کرد.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۱.۲. آزمایش‌های شیمیایی میگوها به هنگام نگهداری

به منظور بررسی اسیدهای آمینه و کیفیت میگوها به هنگام نگهداری در سردخانه، میگوها در پایان دوره پرورش با وزن حدود ۱۸ گرم به صورت تصادفی از استخرهای پرورش میگوی دلوار صید و در تانک حاوی آب سردشده دریا (CSW)<sup>۱</sup> با دمای حدود ۴°C کشته شدند.<sup>۲</sup> سپس با آب تمیز شسته و در بسته‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی شدند. همه میگوهای بسته‌بندی شده به شیوه انجماد سریع (دمای ۴۰°C-) منجمد شدند و به همراه یخ (نسبت ۳ به ۱) به آزمایشگاه گروه شیلات دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی (دانشگاه خلیج فارس بوشهر) منتقل و به مدت شش ماه در فریزر در دمای ۱۸±۱°C-

3. High performance liquid chromatography (HPLC)  
4. Derivatisation  
5. Ortho phetal dialdehyde (OPA)  
6. Flouornitro benzo di oxadiazole (NBD-F)

1. Cold sea water  
2. Chill-Killed

۲۴ °C) سرد و وزن شدند ( $W_F$ ). میزان آب چک از رابطه زیر محاسبه شد (Campan one et al., 2002):

$$(\%) \text{ آب چک پس از پخت} = [(W_i - W_f / W_i) \times 100]$$

### ۶.۲. تعیین درصد رطوبت

برای تعیین درصد رطوبت، نخست ظروف مورد نظر، پس از خشک شدن در آن، در دسیکاتور سرد سپس توزین شدند. سپس یک گرم نمونه وزن و داخل آن قرار داده شد و وزن بوته و نمونه ثبت شد. بعد از آن بوته همراه با نمونه در آن (HERAEUS Instrument مدل D-63450 Hanau) با دمای ۱۰۵°C به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند و پس از انتقال به دسیکاتور سرد و مجدداً وزن شدند. با محاسبه اختلاف وزن به دست آمده درصد رطوبت مشخص شد (AOAC, 2005).

$100 \times (\text{وزن اولیه} / \text{وزن نهایی} - \text{وزن اولیه}) = (\%) \text{ رطوبت}$

### ۷.۲. ارزیابی حسی میگوی پخته

در هر ماه تیمارهای مختلف درون سینی استیل قرار گرفتند و با فویل آلومینیومی پوشیده شدند و به مدت ۵ دقیقه بخارپز شدند. ارزیابی حسی میگوی پخته شده با کمک ۱۰ فرد نیمه آموزش دیده در آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه خلیج فارس بوشهر با استفاده از روش هدونیک ۹ نقطه ای انجام گرفت که در آن ۹ = فوق العاده خوب، ۸ = خیلی خوب، ۷ = به طور متوسطی خوب، ۶ = کمی خوب، ۵ = بد، ۴ = کمی بد، ۳ = به طور متوسطی بد، ۲ = خیلی بد، ۱ = فوق العاده بد، آنالیز شد (Meilgaard et al., 1999).

### ۳. تجزیه و تحلیل آماری

از نرم افزار SPSS (16.0) برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها استفاده شد. نرمال بودن داده ها با آزمون

### ۳.۲. شاخص های کیفیت چربی، شاخص

#### آتروژنیک (AI) و ترومبوژنیک (TI)<sup>۱</sup>

بر اساس مقادیر به دست آمده از آزمایش پروفیل اسیدهای چرب، مقدار هر یک از شاخص های کیفیت چربی از طریق رابطه های زیر محاسبه شد (Ulbricht and Southgate, 1991).

$$AI = [12:0 + 4(14:0) + 16:0] / [MUFA + n-3 \text{ PUFA} + n-6 \text{ PUFA}]$$

$$TI = [14:0 + 16:0 + 18:0] / [0.5MUFA + 0.5(n-6 \text{ PUFA}) + 3(n-3 \text{ PUFA}) + (n-3 \text{ PUFA}) / n-6 \text{ PUFA}]$$

#### ۴.۲. اندازه گیری میزان آب چک<sup>۲</sup>

نخست میگوها از فریزر خارج شدند و با مالش آهسته دستمال کاغذی رطوبت اضافی سطح آنها گرفته شد. سپس، وزن اولیه آنها اندازه گیری شد ( $W_i$ ). در مرحله بعد هر میگو به صورت مجزا روی پتری دیش های برچسب دار در دمای یخچال (۴ °C) نگهداری شد. پس از ۲۴ ساعت نمونه ها برداشته شدند و مجدداً با مالش آرام دستمال کاغذی رطوبت اضافی خشک شد و وزن شدند ( $W_f$ ). میزان آب چک از رابطه زیر محاسبه شد (Campan one et al., 2002).

$$(\%) \text{ آب چک} = [(W_i - W_f) / W_i] \times 100$$

#### ۵.۲. اندازه گیری میزان آب چک پس از پخت

میگوها از فریزر خارج شدند و با مالش آهسته دستمال کاغذی رطوبت اضافی سطح آنها گرفته شد سپس، وزن اولیه آنها اندازه گیری شد ( $W_i$ ). در مرحله بعد میگوها به مدت ۱ دقیقه در آب جوش قرار گرفتند سپس، به مدت ۲ دقیقه در دمای اتاق

1. Atherogenic index
2. Thrombogenic index
3. Drip loss

## ۴. نتایج

### ۱.۰۴. اسیدهای آمینه

روند تغییرات درصد اسیدهای آمینه کل، ضروری و غیرضروری میگوی وانامی پرورشی پس از نگهداری در دمای  $18^{\circ}\text{C}$  - در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که مجموع اسید آمینه کل، ضروری و غیرضروری پس از شش ماه نگهداری نسبت به روز نخست کاهش معنی داری داشته است ( $P < 0/05$ ) و فقط اسیدهای آمینه غیرضروری گلیسین و تیروزین تغییر نکرد ( $P > 0/05$ ).

### ۲.۰۴. شاخص‌های کیفیت چربی (AI و TI)

مقادیر شاخص‌های کیفیت چربی، AI و TI با افزایش زمان نگهداری تغییر معناداری نکرد ( $P > 0/05$ ).

کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی شد و از آزمون لون (Leven) برای همگنی واریانس استفاده شد. برای بررسی وجود یا نبود اختلاف معنی داری هر یک از شاخص‌های شیمیایی و فیزیکی، از روش تجزیه واریانس یک طرفه و با آزمون دانکن (سطح معنی داری ۰/۰۵)، مقایسه میانگین‌های هر شاخص در زمان نگهداری (صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ ماه) محاسبه شد. برای بررسی وجود تفاوت معنی دار بین میانگین شاخص‌های حسی در روزهای مورد مطالعه از آزمون کوروسکال-والیس و تست من ویتنی یو (Kruskal Wallis & Mann) استفاده شد. همچنین برای بررسی و مقایسه اسیدهای آمینه اول دوره با انتهای دوره از آزمون T- جفتی استفاده شد.

جدول ۱. تغییرات درصد پروفیل اسیدهای آمینه ضروری و غیرضروری میگوی وانامی پرورشی در شروع و شش ماه پس از نگهداری در دمای  $18^{\circ}\text{C}$  -

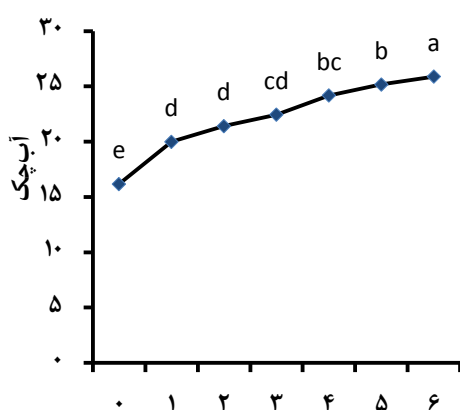
اسید آمینه ضروری	زمان (ماه)	درصد	اسید آمینه غیر ضروری	زمان (ماه)	درصد
آرژنین	۰	$8/04 \pm 0/05^a$	آلانین	۰	$4/41 \pm 0/01^a$
	۶	$7/41 \pm 0/04^b$		۶	$4/11 \pm 0/02^b$
هیستیدین	۰	$2/34 \pm 0/04^a$	آسبارتیک اسید	۰	$7/43 \pm 0/07^a$
	۶	$1/95 \pm 0/01^b$		۶	$7/01 \pm 0/04^b$
ایزولوسین	۰	$3/68 \pm 0/03^a$	گلوتامیک اسید	۰	$13/80 \pm 0/11^a$
	۶	$3/31 \pm 0/02^b$		۶	$12/77 \pm 0/00^b$
لوسین	۰	$5/71 \pm 0/06^a$	گلیسین	۰	$5/64 \pm 0/02^a$
	۶	$5/53 \pm 0/03^b$		۶	$5/68 \pm 0/02^a$
لایزین	۰	$6/05 \pm 0/06^a$	برولین	۰	$5/09 \pm 0/06^a$
	۶	$5/23 \pm 0/03^b$		۶	$4/84 \pm 0/03^b$
متیونین	۰	$2/71 \pm 0/10^a$	سرین	۰	$2/50 \pm 0/01^a$
	۶	$2/07 \pm 0/02^b$		۶	$2/79 \pm 0/01^b$
فنیل آلانین	۰	$3/65 \pm 0/01^a$	تیروزین	۰	$3/14 \pm 0/18^a$
	۶	$3/33 \pm 0/02^b$		۶	$3/03 \pm 0/02^a$
ترئونین	۰	$3/00 \pm 0/02^a$	آلانین	۰	$4/41 \pm 0/01^a$
	۶	$2/87 \pm 0/02^b$		۶	$4/11 \pm 0/02^b$

میانگین  $\pm 3\text{SE}$  تکرار، وجود حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی دار است ( $P < 0/05$ )

جدول ۲. تغییرات درصد مجموع اسید آمینه کل، اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری میگوی وانامی پرورشی در شروع و شش ماه پس از نگهداری در دمای  $-18^{\circ}\text{C}$

اسید آمینه (درصد)	دوره نگهداری (ماه)	
	۶	۰
مجموع کل اسیدهای آمینه	$75/56 \pm 43^b$	$80/98 \pm 75^a$
مجموع اسیدهای آمینه ضروری	$35/31 \pm 25^b$	$38/97 \pm 33^a$
مجموع اسیدهای آمینه غیر ضروری	$40/25 \pm 18^b$	$43/93 \pm 41^a$

میانگین  $\pm 3SE$  تکرار، وجود حروف غیر همسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی دار است ( $P < 0/05$ )



زمان نگهداری (ماه)

نمودار ۱. روند تغییرات درصد آب چک در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای  $-18^{\circ}\text{C}$

جدول ۴. تغییرات میزان آب چک پس از پخت در میگوی پرورشی پس از ماه اول و انتهای دوره نگهداری

تیمار/ ماه	۶	۰
	$a. 0/28 \pm 39/88$	$b. 0/57 \pm 34/30$

وانامی پرورشی طی نگهداری در دمای  $-18^{\circ}\text{C}$  در زمان‌های مختلف را نشان می‌دهد. میزان رطوبت با افزایش دوره نگهداری کاهش معنی‌داری یافت ( $P < 0/05$ ) و در ابتدای دوره دارای بیشترین مقدار بود. کمترین میزان آن نیز در ماه‌های ۴، ۵ و ۶ دوره نگهداری مشاهده شد که با هم اختلاف معناداری نداشتند ( $P > 0/05$ ).

جدول ۳. مقادیر شاخص‌های کیفیت چربی، AI و TI با افزایش زمان نگهداری

شاخص	زمان نگهداری (ماه)	
	۶	۰
AI	$0/361^a$	$0/368^a$
TI	$0/327^a$	$0/318^a$

میانگین  $\pm 3SE$  تکرار، اختلاف معناداری مشاهده نشد.

### ۳.۴. میزان آب چک

تغییرات در میزان آب چک در میگوی پرورشی به هنگام نگهداری در سردخانه در نمودار ۱ نشان داده شده است. با گذشت طول دوره نگهداری، میزان آب چک نیز افزایش معنی‌داری یافت و در انتهای دوره به حداکثر رسید ( $P < 0/05$ ). به طور کلی داده‌های مربوط به آب چک ارتباط معکوس با رطوبت داشت.

### ۴.۴. آب چک پس از پخت

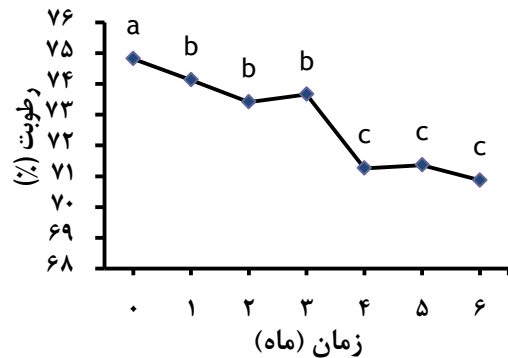
تغییرات در میزان آب چک پس از پخت در میگوهای پرورشی پس از ماه اول و انتهای دوره نگهداری در جدول ۴ نشان داده شده است. میزان آب چک پس از پخت در انتهای دوره نسبت به ابتدای دوره دچار افزایش معنی‌داری شد ( $P < 0/05$ ) و  $16/26$  درصد به میزان آن افزوده شد.

### ۵.۴. رطوبت

نمودار ۲ نتایج مربوط به روند تغییرات رطوبت میگوهای

### ۶.۴. آنالیز حسی میگوی پخته

جدول ۵ نتایج مربوط به آنالیز حسی میگوی پخته را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که کیفیت میگو طی نگهداری دچار تغییر شد. در این میان دو پارامتر مزه و طعم طی شش ماه نگهداری تغییر نکرد ( $P > 0.05$ )، ولی از نظر رنگ، بو و مقبولیت کلی دچار کاهش معنی‌داری شد ( $P < 0.05$ ).



نمودار ۲. روند تغییرات رطوبت در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای  $-18^{\circ}\text{C}$

جدول ۵. نتایج مربوط به آنالیز حسی میگوی پخته، در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای  $-18^{\circ}\text{C}$

	مدت زمان نگهداری (ماه)						
	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰
رنگ	۸/۲۰±۰/۲۹ <sup>c</sup>	۸/۴۰±۰/۲۶ <sup>bc</sup>	۸/۵۰±۰/۲۶ <sup>abc</sup>	۸/۷۰±۰/۱۵ <sup>abc</sup>	۸/۹۰±۰/۱۰ <sup>ab</sup>	۸/۹۰±۰/۱۰ <sup>ab</sup>	۹/۰۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>
بو	۸/۱۰±۰/۲۳ <sup>c</sup>	۸/۳۰±۰/۲۶ <sup>bc</sup>	۸/۷۰±۰/۱۵ <sup>ab</sup>	۸/۷۰±۰/۱۵ <sup>ab</sup>	۸/۸۰±۰/۱۳ <sup>ab</sup>	۸/۹۰±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۹/۰۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>
مزه	۸/۵۰±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۸/۵۰±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۸/۶۰±۰/۱۶ <sup>a</sup>	۸/۷۰±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۸/۸۰±۰/۱۳ <sup>a</sup>	۸/۸۰±۰/۱۳ <sup>a</sup>	۸/۹۰±۰/۲۰ <sup>a</sup>
طعم	۸/۴۰±۰/۲۶ <sup>a</sup>	۸/۶۰±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۸/۶۰±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۸/۸۰±۰/۱۳ <sup>a</sup>	۸/۹۰±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۹/۰۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>	۹/۰۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>
مقبولیت	۷/۹۰±۰/۲۷ <sup>c</sup>	۸/۲۰±۰/۲۹ <sup>bc</sup>	۸/۴۰±۰/۳۰ <sup>abc</sup>	۸/۶۰±۰/۲۲ <sup>ab</sup>	۸/۷۰±۰/۲۱ <sup>ab</sup>	۸/۸۰±۰/۱۳ <sup>ab</sup>	۹/۰۰±۰/۰۰ <sup>a</sup>

میانگین  $\pm 3\text{SE}$  تکرار، وجود حروف غیرهمسان در هر ردیف نشانه اختلاف معنی‌دار است ( $P < 0.05$ )

جدول ۶. نتایج ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه شاخص‌های ارزیابی حسی میگوی وانامی پرورشی پخته‌شده

	مقبولیت کلی	طعم	مزه	بو	رنگ
رنگ	۰/۸۰۶**	۰/۸۴۹**	۰/۵۹۷**	۰/۷۲۶**	۱
بو	۰/۹۱۳**	۰/۶۲۱**	۰/۴۵۱**	۱	
مزه	۰/۴۶۳**	۰/۷۲۳**	۱		
طعم	۰/۷۰۵**	۱			
مقبولیت کلی	۱				

## ۵. بحث

میکروبی به منظور جلوگیری از فساد و حفظ کیفیت مطلوب این محصولات است (Santos-Yap, 1995)، روش‌های مختلف انجماد و مدت زمان نگهداری در ویژگی‌های نهایی محصول تأثیر می‌گذارد (Sikorski et al., 1990). در کشور ما نیز مرسوم‌ترین

با رشد روزافزون جمعیت، آبزیان دریایی به منزله یکی از بهترین منابع برای تأمین پروتئین جامعه برای کمک در کاهش مصرف گوشت قرمز مطرح‌اند. هرچند که هدف از نگهداری منجمد فرآورده‌های دریایی، افزایش زمان ماندگاری و کاهش فعالیت آنزیمی و

درباره تغییرات پروفیل اسیدهای آمینه ماهیچه طی دوره نگهداری محدود است.

تغییرات پروفیل اسید چرب و کیفیت چربی در میگوی وانامی قبلاً گزارش شده است (Oujifard et al., 2011; Javaheri Baboli et al., 2012). به همین دلیل در این مقاله بررسی نشده و فقط شاخص‌های کیفیت چربی بحث شده است. شاخص‌های AI<sup>۲</sup> و TI<sup>۳</sup> نیز در واقع بیان‌کننده کیفیت چربی از دیدگاه ارزش غذایی آن‌ها برای سلامتی انسان است، زیرا این دو پارامتر میزان امکان رسوب چربی در رگ‌ها را نشان می‌دهند که به وجود اسیدهای چرب اشباع‌شده مربوط می‌شود (Ulbricht and Southgate, 1991). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که طی نگهداری میگوی وانامی در شرایط سردخانه‌ای مقادیر AI و TI دچار تغییرات معنی‌داری نشد (جدول ۳) و همچنین میزان آن برای سلامتی انسان مضر نیست، چراکه میزان بالاتر از یک درصد آن برای انسان مضر گزارش شده است (Ulbricht and Southgate, 1991).

همچنین نتایج نشان داد که فرایند پخت سبب تغییرات زیادی در بافت میگوی وانامی می‌شود و میزان آب‌چک آن بعد از پخت افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۴). میزان آب‌چک پس از پخت، از نظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت است. میزان آب‌چک میگوی منجمد پس از پخت ۱۰ تا ۳۰ درصد گزارش شده است (Schnee, 2000)، ولی در تحقیق حاضر کمی بالاتر بود که با داده‌های Goncalves and Ribeiro (2009) درباره میگوی وانامی به میزان ۳۴ درصد مطابقت دارد. میزان زیاد آب‌چک در نمونه‌ها می‌تواند نتیجه افزایش پروتئولیز باشد که در نتیجه موجب شل‌شدگی ساختار نمونه‌ها و افزایش میزان

روش نگهداری میگو روش انجماد است که با توجه به نگهداری طولانی‌مدت میگوها در سردخانه، به‌ویژه در شهرهای جنوبی، در تحقیق حاضر این روش (روش انجماد) انتخاب و بررسی شد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که در شش ماه نگهداری، میگوی پرورشی دچار کاهش معنی‌داری در پروفیل اسیدهای آمینه می‌شود و فقط میزان اسیدهای آمینه گلیسین و تیروزین تغییر نکرد (جدول ۱). در تحقیق (Abu Bakaretal., 2008) با نگهداری میگوی روزنبرگی<sup>۱</sup> طی ۱۸ روز نگهداری در دمای ۱۰°C- نیز مشخص شد که میزان اسیدهای آمینه آرژنین، لیزین، هیستیدین، تیروزین و متیونین در طول نگهداری کاهش معنی‌داری یافت که با داده‌های این تحقیق مطابقت داشت. در برخی از اسیدهای آمینه حتی تا ۱۰ درصد کاهش مشاهده شد. آن‌ها بیان کردند که کاهش سه آمینو اسید اصلی (آرژنین، لیزین و هیستیدین) با افزایش آمین‌های بیوزن (پوتریسین، کادورین و هیستامین) همبستگی خوبی داشت. در واقع دکربوکسیله شدن این اسیدهای آمینه به وسیله میکروارگانیزم‌های خاص موجب تشکیل آمین‌های بیوزن می‌شود (Dainty et al., 1983). تحقیقات نشان می‌دهد که باکتری‌های سرمادوست و مزوفیل در تشکیل آمین‌ها نقش مهمی را بازی می‌کنند (Taylor and Summer, 1986). همچنین مطالعات زیادی نشان داده‌اند که باکتری‌های سرمادوست از عوامل اصلی تشکیل پوترسین و کادورین‌اند (Chytiri et al., 2004). از آن‌جا که باکتری‌ها با داشتن آنزیم دکربوکسیلاز سبب شکستن آمینو اسید آزاد و تبدیل آن به آمین‌های بیوزن می‌شوند، در نتیجه در اکثر تحقیقات آمینو اسید آزاد بررسی شده و تحقیقات

2. Atherogenic index (AI)  
3. Thrombogenic index (TI)

1. *Macrobrachium rosenbergii*



خاص. همچنین تازگی مهم‌ترین عامل کیفی برای مصرف‌کننده است که میزان یا درجه فساد آبی و محصولات آن در هنگام نگهداری را نشان می‌دهد (Connell, 2002). در تحقیق حاضر نیز بررسی ارزیاب‌ها نشان داد که با گذشت زمان نمونه‌های میگوی نگهداری‌شده در سردخانه پس از پخت از نظر رنگ، بو و مقبولیت کلی دچار کاهش معنی‌داری شده‌اند (جدول ۵). در تحقیق Oujifard *et al.* (2011) مشخص شد که با گذشت زمان بافت میگوی وانامی پرورشی خام نگهداری‌شده در سردخانه نرم‌تر شد و بوی آن به سمت آمونیاکی شدن پیش رفت همچنین، رنگ آن تیره‌تر شد که تمامی این پارامترها در مجموع باعث کاهش پذیرش کلی محصول می‌شود. همین عوامل موجب می‌شود که میگو پس از پخت نیز دارای رنگ، بو و مقبولیت کلی کمتری باشد. درباره نتایج ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه شاخص‌های ارزیابی حسی میگوی وانامی پرورشی پخته‌شده نیز بین همه پارامترها ارتباط مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶). با توجه به روش آنالیز حسی استفاده‌شده، نمرات بالاتر از شش از نظر مصرف‌کننده قابل پذیرش است که چنین وضعیتی طی شش ماه نگهداری برقرار بود. کاهش پارامترهای حسی در میگو طی نگهداری در سردخانه به اثبات رسیده است (Sawant *et al.*, 2012). Kashiri *et al.* (2011) با بررسی خواص حسی میگوی سفید هندی خام در شرایط انجماد، کاهش پارامترهای رنگ و بو را مشاهده کردند و پارامتر طعم تغییری نکرد. Haghparast *et al.* (2013) نیز بیان کردند که مدت زمان نگهداری باعث کاهش معنی‌دار کیفیت حسی (بو، طعم و رنگ) میگوی سفید هندی خام نگهداری‌شده در سردخانه می‌شود. Imran *et al.*

آب در فضای خارج سلولی می‌شود (Olsson *et al.*, 2007). آنزیم‌های باکتریایی نیز ممکن است در تخریب ساختار پروتئین تأثیر بگذارند و باعث کاهش توانایی ابقای آب شوند (Olsson *et al.*, 2003). اگرچه در تحقیق حاضر دمای نگهداری پایین بود با توجه به این که افزایش فعالیت‌های آنزیمی طی دوره نگهداری حتی در دماهای زیر صفر نیز گزارش شده است (Foegeding *et al.*, 1996)، نمی‌توان این مسئله را نادیده گرفت. میزان آب‌چک میگو نیز طی دوره نگهداری افزایش معنی‌داری یافت به طوری که در انتهای دوره به حدود ۲۶ درصد رسید (نمودار ۱). روند مشابهی در خصوص افزایش آب‌چک طی نگهداری در دمای  $18^{\circ}\text{C}$ - در سایر آبزیان نظیر ماهی کاد نیز گزارش شده است (Hsieh and Regenstein, 1989)، ولی میزان آن بسته به نوع و گونه آبی می‌تواند متفاوت باشد. برای مثال، ماهی Snapper طی نگهداری در دمای  $18^{\circ}\text{C}$ - به افزایش میزان آب‌چک ۱۵ درصدی رسید (Benjakul *et al.*, 2003). افزایش میزان آب‌چک می‌تواند به علت تشکیل فرمالدئید و در نتیجه تجمع پروتئین در ماهیچه و کاهش ظرفیت نگهداری آب باشد، هر چند که تشکیل فرمالدئید به تنهایی نمی‌تواند فاکتور اصلی تغییرات در تجمع پروتئین و بافت آبی باشد (Badii and Howell, 2001). بررسی نتایج مربوط به رطوبت نمونه‌ها طی نگهداری کاملاً با داده‌های میزان آب‌چک نمونه‌ها مطابقت داشت، زیرا با کاهش میزان رطوبت در واقع میزان آب‌چک بیشتر شده است (نمودارهای ۱ و ۲).

از نظر مصرف‌کننده، مهم‌ترین عامل تعیین کیفیت محصولات دریایی عبارت‌اند از ظاهر، بو، طعم، بافت، تردی، رنگ و نبود میکروارگانیزم‌های

شاخص‌های کیفیت چربی طی مدت مورد اشاره تغییری نمی‌کند. کیفیت حسی میگوی وانامی نگهداری شده در شرایط انجماد نیز اگرچه نزول یافته است، اما از نظر مصرف‌کننده قابل قبول بود. در نتیجه دمای  $18^{\circ}\text{C}$ - برای نگهداری کوتاه‌مدت میگوی وانامی پرورشی پیشنهاد می‌شود اما نگهداری طولانی‌مدت آن (تا یک سال) نیازمند انجام آزمایش‌های بیشتر است.

### تقدیر و تشکر

این تحقیق با حمایت‌های مادی و معنوی شرکت ملی نفت ایران، سازمان منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس - مدیریت پژوهش و فناوری انجام شده است. نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از تمامی عزیزان و مسئولان شرکت ملی نفت ایران اعلام می‌دارند.

(2013) نیز با بررسی آنالیز حسی میگوی وانامی پخته شده به مدت ۹۶ ساعت در دمای  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $8^{\circ}\text{C}$  درجه سانتی‌گراد مشاهده کردند که فقط تیمار صفر درجه سانتی‌گراد از نظر حسی قابل قبول است و با افزایش دما و افزایش مدت زمان نگهداری، کیفیت حسی میگوها نیز کاهش می‌یابد. نتایج کلی آنالیز حسی نشان داد که با گذشت زمان ویژگی‌های کیفی میگوی طی نگهداری در سردخانه کاهش معنی‌داری می‌یابد ولی با توجه به دمای نگهداری ( $18^{\circ}\text{C}$ -) تغییرات ایجاد شده طی شش ماه تأثیر معنی‌داری در قابلیت پذیرش محصول برای مصرف‌کننده نداشت.

### ۶. نتیجه‌گیری

نتایج کلی این تحقیق نشان داد که هر چند نگهداری میگوی وانامی پرورشی پس از انجماد در سردخانه طی مدت شش ماه منجر به کاهش معنی‌داری در محتوای اسیدهای آمینه آن می‌شود، اما از نظر

## References

- [1]. Abu Bakar, F., Salleh, A.B., Razak, C.N.A., Basri, M., Ching, M.K., Son, R., 2008. Biochemical changes of fresh and preserved freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) during storage. *International Food Research Journal*, 15 (2), 181-191.
- [2]. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2005. Official methods of analysis, 18th edition. Association of Official Analytical Chemists, MD., Gaithersburg, USA.
- [3]. Badii, F., Howell, N.K., 2001. A comparison of biochemical changes in cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) fillets during frozen storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 87-97.
- [4]. Bak, L.S., Andersen, A.B., Andersen, E.M., Bertelsen, G., 1999. Effect of modified atmosphere packaging on oxidative changes in frozen stored cold water shrimp (*Pandalus borealis*). *Food Chemistry*, 64, 169-175.
- [5]. Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaewa, C., Tanaka, M., 2003. Comparative study on physicochemical changes of muscle proteins from some tropical fish during frozen storage. *Food Research International*, 36, 787-795.
- [6]. Boonsumrej, S., Chaiwanichsiri, S., Tantratian, S., Suzuki, T., Takai, R., 2007. Effect of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) frozen by air-blast and cryogenic freezing. *Journal of Food Engineering*, 80, 292-299.
- [7]. Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R., Phillips, M., 2004. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and Pacific. FAO, RAP Publication. Thailand. pp. 20-45.
- [8]. Campanone, L.A., Roche, L.A., Salvadori, V.O., Mascheroni, R.H., 2002. Monitoring of weight losses in meat products during freezing and frozen storage. *Food Science and Technology International*, 8(4), 229-238.
- [9]. Connell, J.J., 2002. Quality control in fish Industry. Torrey advisory Note No. 58 Torrey Research Station.
- [10]. Dainty, R.H., Shaw, B.G., Roberts, T.A., 1983. Microbial changes in chilled stored red meats. In Roberts, T.A. and Skinner, F. (Eds). *Food Microbiology: Advances and Prospects*, pp. 151-178. London: Academic Press.
- [11]. FAO. 2009. <http://www.fao.org/docrep/006/J2084e/j2084e06.htm>
- [12]. Foegeding, E.A., Lanier, T.C., Hultin, H.O., 1996. Characteristics of edible muscle tissues. In O. R. Fennema (Ed.), *Food Chemistry* (pp. 879-942). New York: Marcel Dekker.
- [13]. Gonalves, A.A., Ribeiro, J.L.D., 2009. Effects of phosphate treatment on quality of red shrimp (*Pleoticus muelleri*) processed with cryomechanical freezing. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 1435-1438.
- [14]. Gonçalves, A.A., Junior, C.S.G.G., 2009. The effect of glaze uptake on storage quality of frozen shrimp. *Journal of Food Engineering*. 90, 285-290.
- [15]. Haghparast, S., Shabanpour, B., Kashiri, H., Alipour, Gh., Sodagar, M., 2013. A comparative study on antioxidative properties of caramelled reducing sugars; inhibitory effect on lipid oxidative and sensory improvement of glucose caramelled products in shrimp flesh. *Journal of Agriculture and Science and Technology*, 15, 87-99.
- [16]. Chytiri, S., Paleologos, E., Savvaidis, I., Kontominas, M.G., 2004. Relation of biogenic amines with microbial and sensory changes of whole and filleted freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus*

- mykiss*) stored on ice. Journal of Food Protection, 67(5), 960–965.
- [17].Hatula, T., Wallin, H.C., 1995. Rapid method based on ATP catabolites for evaluating freshness of Baltic herring. Journal of AOAC International, 79, 703-706.
- [18].Hsieh, Y.L., Regenstein, J.M., 1989. Texture changes of frozen stored cod and ocean perch minces. Journal of Food Science, 54, 824–826.
- [19].Imran, A., Chawalit, J., Somrote, K., 2013. Characterization of quality degradation during chilled shrimp (*Litopenaeus vannamei*) supply chain. International Food Research Journal 20(4), 1833-1842.
- [20].Javaheri Baboli, M., Choi, R., Askary Sary, A., Roomiani, L., 2012. Effect of freezing on the chemical quality changes and fatty acid composition of cultured shrimp muscle, *Litopenaeus vannamei*. Iranian Scientific Fisheries Journal, 21(3): 31-44.
- [21].Kashiri, H., Haghparast, S., Alipour, Gh.H., Shabanpour, B., Sudagar, M., 2011. Antioxidative effect of browned product of fructose on lipid oxidation and sensory attributes of Indian shrimp (*Penaeus indicus*) under frozen storage. EJFP, 2(1): 27-39.
- [22].Makarios-Laham, I.K., Lee, T., 1993. Protein hydrolysis and quality deterioration of refrigerated and frozen seafood due to obligately psychrophilic bacteria. Journal of Food Science, 58(2), 310–313.
- [23].Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T., 1999. Sensory evaluation techniques. 3rd Ed. CRC Press, Inc. Boca Raton, U.S.A., pp. 111-116.
- [24].Moini, S., Pazira, A., 2004. The Effect of Cold Storage on the Quality of Cultured *P. Indicus* and Sea *P. Semisulcatus*. Iranian Journal. Natural Research, 57, 469-478.
- [25].Moore, S., 1963. On the determination of cysteine as cysteic acid. Journal of Biochemistry. 45, 235-238.
- [26].Olsson, G.B., Ofstad, R., Lodemel, J.B., Olsen, R.L. 2003. Changes in water-holding capacity of halibut muscle during cold storage. LWT – Food Science and Technology, 36, 771–778.
- [27].Olsson, G.B., Seppola, M.A., Olsen, R.L. 2007. Water-holding capacity of wild and farmed cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) muscle during ice storage. LWT – Food Science and Technology, 40, 793–799.
- [28].Oujifard, A. Rezaei, M. Seyfabadi, S.J., Abedian Kenari, A., 2011. Effects of frozen storage on physical, chemical and sensory changes of cultured pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Journal of Fisheries, Iranian Journal of Natural Research, 63(4): 243-256.
- [29].Ouraji, H., 2009. Effect of dietary lipid level and source along Vitamin E on growth, fatty acid profile and lipid quality changes of Indian white shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) muscle during Frozen Storage (-18°C). Thesis of Ph.D. Faculty of Natural Resources. Gorgan University. 130 p.
- [30].Ozogul, Y., Ahmad, J.I., Hole, M., Ozogul, F., Deguara, S., 2006. The effects of partial replacement of fish meal by vegetable protein sources in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on post mortem spoilage of fillets. Food Chemistry, 96, 549-561.
- [31].Santos-Yap, E.E.M., 1995. Fish and seafood. In Freezing Effects on Food Quality (L.E. Jeremiah, ed.) pp. 109–133, Marcel Dekker, New York, NY.
- [32].Sawant, S.S., Sawant, D.V., Shrangdher, S.T., Koli, J.M., Shrangdher, M.T., Metar, S.Y., 2012. Effect of vacuum packaging on shelf life of frozen shrimp. CIBTech Journal of Biotechnology, Vol. 1 (1), 27-35.
- [33].Schnee, R., 2000. Budenheim phosphates for seafood processing. Chemische Fabrik Budenheim Catalogue, 11 pp.

- [34].Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., Burt, J.R., 1990. Postharvest biochemical and microbial changes. In *Seafood: Resources, Nutritional, Composition and Preservation*(Z.E. Sikorski, ed.) pp. 55–75, CRC Press, Boca Raton, FL.
- [35].Taylore, S.L., Sumner, S.S., 1986. Determination of histamine, putersine and cadaverin.Seafood quality determination, 235-246 p.
- [36].Tsironi, T., Dermesonlouoglou, E., Giannakourou, M., Taoukis, P., 2009. Shelf life modeling of frozen shrimp at variable temperature conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 664-671.
- [37].Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T., 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *The Lancet*. 338, 985-994.

Archive of SID