

تولید ماریناد گرم از ماهی تیلاپای نیل *Oreochromis niloticus* با استفاده از

شکر پخت ۲ و عصاره دود مایع

نادیا انصاری^۱، نرگس مورکی^{۲*}، مسعود هنرور^۳

ایران تهران، آزاد اسلامی، دانشگاه تهران شمال، واحد غذایی، دانشکده علوم زیستی، صنایع مهندسی و علوم ۱: گروه

ایران تهران، اسلامی، آزاد دانشگاه شمال، تهران واحد دریایی، فنون و علوم دانشکده شیلات، ۲: گروه

ایران تهران، اسلامی، آزاد دانشگاه واحد علوم و تحقیقات، غذایی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، صنایع مهندسی و علوم گروه: ۳

Nargess_mooraki@yahoo.com نویسنده مسئول: *

شماره تماس: ۰۹۱۲۲۰۷۸۹۲۳ email:nargess_mooraki@yahoo.com

چکیده:

این پژوهش با هدف تولید ماریناد گرم از ماهی تیلاپای نیل با استفاده از دو روش پخت آب‌پز و بخارپز به همراه بررسی اثر سطوح مختلف شکر پخت II در سه سطح (۰، ۳ و ۵٪) و نمک در سطوح (۳ و ۵٪) انجام شده است. برای این منظور در فرمولاسیون ماریناد، ۳٪ اسید استیک و ۱٪ عصاره ی دود مایع نیز استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد که نمونه حاوی ۵ درصد نمک و ۵ درصد شکر پخت II (نمونه ی 5N5S) تهیه شده به روش بخارپز دارای بیشترین میزان رطوبت (۷۲/۸۶٪)، پروتئین (۱۹/۳۴٪)، مواد معدنی (۲/۹۵٪) و ظرفیت نگهداری آب (۹۲/۷۲٪) بوده است. در مقابل کمترین تغییرات این شاخص ها طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال نیز در همین نمونه مشاهده شده است. همچنین استفاده از شکر پخت و نمک موجب کاهش اکسیداسیون در مدت زمان نگهداری شد، به گونه ای که مقدار TVB-N در نمونه ی مذکور در روز پانزدهم برابر با ۱۸/۳۲ میلی گرم نیترژن بر ۱۰۰ گرم بود که نسبت به سایر نمونه ها به طور معناداری پایین تر بود ($P < 0/05$). در هیچکدام از نمونه ها در مدت زمان نگهداری کپک و مخمر مشاهده نشد. در ارزیابی حسی، بیشترین امتیاز طعم (۸/۱۳)، بو (۸/۴۰)، ظاهر (۸/۵۳) و پذیرش کلی (۸/۶۰) در روز صفر به نمونه ی 5N3S تهیه شده به روش آب‌پز اختصاص یافت، اما با افزایش زمان نگهداری نمونه ی 5N5S به ویژه از نظر ظاهر، بو و پذیرش کلی امتیاز بالاتری دریافت کرد. بنابراین با بررسی نتایج فرمولاسیون حاوی ۵ درصد شکر پخت II به همراه ۳ درصد نمک به روش بخارپز به عنوان نمونه ی پیشنهادی برای تولید ماریناد گرم تیلاپای نیل معرفی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب‌پز، بخارپز، شکر قهوه‌ای پخت II، دود، ماهی، تیلاپای نیل، نمک.

در حال حاضر سرانه مصرف ماهی در دنیا ۲۲/۳ کیلوگرم است (۱)، سرانه مصرف ماهی در ایران سالانه چیزی در حدود ۱۰/۶ کیلوگرم می‌باشد. از طرفی آبزیان بدلیل داشتن چربی غیراشباع ضروری و خواص تغذیه‌ای بالا و شرایط زندگی در معرض بالای اکسیداسیون و فساد میکروبی هستند که موجب کاهش کیفیت و عدم مقبولیت این منبع مهم و با ارزش غذایی نزد مصرف‌کننده می‌گردد (۲). با توجه به مطالب فوق و به منظور افزایش مصرف سرانه آبزیان عمل‌آوری ماهی خام به یک محصول با کیفیت بالا و ارزش غذایی حفظ شده بسیار مورد توجه است (۳).

ماریناد^۱، یک فرآورده نیمه‌حفاظت شده^۲ از ماهی است که به کمک اسیدهای خوراکی مثل اسید استیک، نمک و برخی افزودنی‌ها تهیه می‌شود و طی آن علاوه بر ایجاد طعم و مزه مطلوب و نگهداری فرآورده در محیطی سرد، از رشد و نمو میکروارگانیسم‌های عامل فساد و فعالیت آنزیم‌ها جلوگیری به عمل می‌آید (۴). محصولات دریایی ماریناد شده، با اسیدهای استیک و سیتریک، نمک، شکر و روغن تهیه می‌شوند (۵). دلیل اصلی افزایش عمر ماندگاری و ایمنی محصول ماریناد، بسته به نوع اسید آلی، غلظت نمک NaCl و میزان نهایی pH محصول است (۶). باتوجه به اینکه روش‌های قدیمی و سنتی فرآوری (مانند دودی کردن)، خطر ابتلا به بیماری‌ها و مسمومیت‌ها، تشکیل هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای (PAHs)^۳، هزینه بالا، آلودگی میکروبی و کاهش کیفیت را به همراه دارد، ماریناد محصول مناسبی برای فرآوری ماهی است که هیچ یک از مشکلات فوق را نداشته، با ذائقه ایرانیان نیز تطابق دارد، با امکانات کم قابل تهیه، در حرارت ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ماه قابل نگهداری است و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد. در تهیه ماریناد بصورت متداول از نمک و اسید استیک استفاده می‌گردد، نمک ضمن خارج نمودن آب از بافت‌های ماهی موجب انعقاد پروتئین‌ها و در نتیجه موجب تجزیه آن‌ها در سطوح مطلوبی می‌شود. علاوه بر این اسید استیک و نمک اثرات متقابلی دارند از رشد تکثیر میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کنند (۳). همانطور که می‌دانید مصرف نمک سبب افزایش فشار خون و بیماری‌های قلبی عروقی می‌گردد، لذا برای کاهش مصرف نمک در تهیه ماریناد نیاز به استفاده از افزودنی‌هایی است که بتواند مانع فساد شیمیایی و میکروبی گردد و خواص آنتی‌اکسیدانی داشته باشد. شکر بدلیل خواص طعم‌دهندگی و نگهدارندگی بعنوان یک ماده متداول در تهیه مواد غذایی در جهان تبدیل کرده است. یکی از انواع شکر حاصل از فرایند تهیه شکر، شکر قهوه ای ۴ است که به طور سنتی ۸۸-۹۳٪ ساکاروز دارد (۷). چغندر قند و نیشکر شامل ترکیباتی مانند

^۱Marinade

^۲Semi Conserved

^۳Ploycyclic Aromatic Hydrocarbons

^۴-Brown sugar

اسیدهای فنولیک، پلی فنل ها و فلاونوئیدها هستند که در فرآورده های شکر، مانند: لیکور، ملاس و همچنین در شکر قهوه ای وجود دارد، که فعالیت آنتی اکسیدانی آن ها ثابت شده است (۸). همچنین شکر قهوه ای بعلاوه داشتن ترکیباتی مانند ساکاروز، گلوکز، فروکتوز، پروتئین ها و مواد معدنی (پتاسیم، کلسیم، فسفر، منیزیم، سدیم، آهن، منگنز و روی)، ارزش بیولوژیکی بالایی دارد (۹).

دود مایع از راکتور گرم شده از طریق پیرولیز انواع چوب، غدد نخل روغنی، پوسته نارگیل، پوسته، خمیر یا خاک اره و غیره و تبخیر و سپس در سیستم خنک کننده متراکم می شود، بدست می آید (۱۰). محتوای فنل و ترکیبات اسید استیک در دود مایع می تواند از رشد باکتری هایی مانند سودوموناس فلورسانس، باسیلوس سوبتیلیس، اشیریشیا کلی و استافیلوکوکوس اورئوس جلوگیری کند، همچنین می توانند با تثبیت رادیکال های آزاد به عنوان آنتی اکسیدان عمل کند و با رایحه منحصر بفرد خود باعث بهبود خصوصیات حسی محصول شوند (۱۱، ۱۲).

تیلایا نام عمومی گروهی از ماهیان خانواده سیچلیده است. ماهی تیلایا از جمله آبزیانی است که به دلیل رشد سریع، دامنه تحمل گسترده در برابر تغییرات فیزیوشیمیایی محیط مانند دما، شوری و اکسیژن محلول، مقاومت بالا در برابر استرس و بیماری، زمان کوتاه تجدید نسل، تغذیه از سطوح پایین هرم غذایی و بازارپسندی مطلوب آن، در بیش از ۱۰۰ کشور دنیا پرورش داده می شود. مهم ترین گونه تجاری تیلایا، تیلایای نیل است که گونه ای هیبریدی و برای اهداف تجاری و بازارپسندی بیشتر تولید شده است (۱۳).

یونیتا^۵ و همکاران (۱۴) تأثیر مارینادهای مختلف لیمو بر هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) و کیفیت ساتای مرغ را مطالعه نشان دادند که ماریناد لیمو می تواند سبب بهبود کیفیت ساتای مرغ و افزایش زمان ماندگاری آن شود. فرناندز^۶ و همکاران (۱۵) تأثیر مارینادهای حاوی ترکیبات مختلف سس سویا، سوربیتول، ساکاروز و اسید سیتریک بر روی سفیدک آبی قبل و بعد از خشک شدن مورد مطالعه قرار دادند. سطح پایین تری از TVB-N، باکتری ها، مقدار aw و رطوبت در نمونه ماریناد شده با سوربیتول کمتر از سایر نمونه ها بود. سیمورا^۷ و همکاران (۱۶) تغییرات فیزیوشیمیایی و ویژگی های حسی فیله های ماهی پرنده (*Cheilopogon intermedius*) را که در سه محلول ماریناد مختلف (ماریناد ۱: "طعم ژامبون"؛ ماریناد ۲: "طعم ترش"؛ ماریناد ۳: "طعم ادویه دار") و کنترل (بدون مرینیت) تحت بسته بندی در خلاء و نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ روز را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که پس از ۲۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد، نیتروژن پایه فرار کل، مقدار

⁵ Yunita

⁶ Fernandes

⁷ Simora

تیوباریتوریک اسید و باکتری‌های مزوفیل و سایکروفیل در فیله‌های ماریناد شده از حد مجاز بسیار کمتر بود.

این تحقیق با هدف تهیه ماریناد گرم از ماهی تیلاپیا، با بررسی نوع پخت و همچنین تعیین اثر رقت محلول ماریناد بر ویژگی‌های شیمیایی و حسی محصول از نقطه نظر میزان نفوذ طعم به مرکز قطعات گوشت و علاوه بر آن کاهش درصد نمک مصرفی فرآورده نهایی انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) به صورت تازه از فروشگاه سطح شهر تهیه شد. انتخاب ماهیان به صورت تصادفی و از بین ماهیان سالم و هم اندازه صورت گرفت. ماهیان با وزن ۴۵۰ گرم در داخل جعبه یونولیتی و در میان لایه‌هایی از یخ خرد شده به ضخامت تقریبی ۵ سانتی‌متر قرار گرفته و به آزمایشگاه ماد منتقل گردید. نمک (نمک فاقد ید صنعتی گل‌ها، تهران، ایران)، شکر قهوه‌ای پخت (II) از کارخانه قند همدان، اسانس دود مایع (شرکت دست‌پز، ایران) خریداری شد. مواد شیمیایی مانند اسید کلریدئیک، اسید استیک، کرومات پتاسیم، اسید بوریک، یدید پتاسیم، نشاسته، اسید سولفوریک، متیل یلور رد آمفنیکولز، TBA و آگار شمارش پلیت از شرکت سیگما آلدریچ (آلمان) خریداری شد.

۲-۱- تهیه ماریناد

ماریناد طبق روش KAYA و BAŞTÜRK (۱۷) با اندکی تغییرات انجام شد. فیله ماهی به ابعاد ۲*۴*۸ سانتی‌متر قطعه‌بندی شده و در آب نمک ۱/۸ گرم در میلی‌لیتر مکعب (آب نمک اشباع) به مدت ۱ ساعت قرار گرفتند و سپس فیله‌ها شسته شدند و به دو روش بخارپز (دمای ۷۰°C) و آب‌پز (دمای ۶۰°C) به مدت ۱۵ دقیقه پخته شدند. پس از پایان مرحله پخت قطعات در محلول ماریناد شاهد (حاوی سرکه، نمک به نسبت ۱:۲ و عصاره دود مایع (بعنوان طعم‌دهنده) ۱٪ و نمونه‌های مختلف ماریناد (سرکه، شکر قهوه‌ای در درصدهای ۰، ۳، ۶٪)، نمک فاقد ید در درصدهای ۳ و ۶٪) و اسانس دود مایع) تهیه شدند. تمامی نمونه‌ها بسته بندی و در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال به فاصله زمانی ۰، ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری شدند.

۲-۲- آزمون‌های شیمیایی

تعیین مقدار خاکستر مطابق با استاندارد AOAC به شماره ۱۵۳/۹۲۰ (۱۸) اندازه‌گیری شد. pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر و مطابق با استاندارد AOAC به شماره ۹۸۱/۱۲ (۱۸) تعیین شد. میزان چربی به روش سوکسله و مطابق با استاندارد AOAC به شماره ۳۰/۹۹۱ (۱۸) اندازه‌گیری شد. مقدار نمک به روش ولهارد مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۶۱۴، انجام شد. میزان

پروتئین نمونه همگن شده از روش کلدال و مطابق با استاندارد (AOAC)^۸ به شماره ۱۰/۹۸۱ (۱۸) تعیین شد. تعیین ظرفیت نگهداری آب (WHC) مطابق روش تعیین شد (۱۹).

۳-۲- تعیین مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N):

جهت سنجش مجموع بازهای نیتروژنی فرار طبق استاندارد AOAC ۲۰۰۵ انجام و مقدار آن برحسب میلیگرم در صد گرم نمونه طبق رابطه زیر محاسبه شد (۱۹):

$$\text{TVB-N} = \text{میزان اسیدسولفوریک} * \frac{1}{4} * \frac{100}{\text{وزن نمونه مصرفی}}$$

۲-۴- تعیین میزان پراکسید (PV):

اندازه گیری پراکسید طبق روش Ficcilar و Genccelep (۲۰) انجام شد. پس از انجام مراحل آزمون، میزان پراکسید با استفاده از رابطه (۲) میزان پراکسید نمونه برحسب میلی اکسی والان پراکسید بر ۱۰۰۰ گرم روغن (m.eq.peroxide/۱۰۰۰ goil) بدست آمد:

$$PV = (V \times N \times 1000) / W \quad (2)$$

V = میلی لیتر تیوسولفات مصرفی برای تیتراسیون، N = نرمالیه تیوسولفات سدیم و W = وزن چربی (گرم).
مقدار TBARS با استفاده از روش Cd ۹۰-۱۹ انجمن شیمی دانان نفت آمریکا (AOCS)، (۲۰) انجام شد.

۵-۲- ارزیابی حسی

شش نفر ارزیاب کار آزموده و مجرب، جهت ارزیابی حسی نمونه های ماریناد شده، با آزمایش هدونیک ۵ نقطه ای انجام شد. در فاکتورهای طعم، مزه، بو، رنگ، نرمی و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفت. امتیازات ۳-۱ (ضعیف)، ۶-۴ (متوسط) و ۹-۷ (خوب) به نمونه ها اختصاص یافت (۱۷).

۲-۶- آزمایش های میکروبی:

برای شمارش کل باکتری های طبق استاندارد ملی ایران (۱۳۷۱) به شماره ۵۲۷۲ و شمارش قارچ و مخمرها (استاندارد شماره ۱-۱۰۸۹۹) انجام گرفت (۸).

۷-۲- تجزیه تحلیل آماری:

به منظور تعیین بهترین فرمولاسیون ماریناد، دو روش پخت (آبجوش کردن و بخار پز کردن)، نمک (۳ و ۵٪) و شکر قهوه ای در دو سطح (۰، ۳ و ۵٪) مطابق با جدول ۱ در مدت زمان نگهداری (۰، ۱۵ و ۳۰ روز) بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی ارزیابی شد.

⁸. The Association of Official Analytical Chemists.

تمامی آزمایشات در سه تکرار صورت گرفت برای بررسی نتایج و تجزیه و تحلیل داده های پژوهش از نرم افزار spss نسخه ۱۹ در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز واریانس و مقایسه میانگین استفاده گردید. مقایسه میانگین ها در سطح ۵ درصد انجام شد، و منحنی ها توسط نرم افزار Excell ۲۰۱۹ ترسیم گردید.

جدول ۱ معرفی تیمارها

روش پخت	ترکیبات استفاده شده	نمک (%)	شکر قهوه ای (%)	اسید استیک (%)	عصاره دود مایع (%)
آب پز	شاهد	۱	۱	۲	۱
	S ₀ N _۳	۰	۳	۲	۱
	S ₀ N _۵	۰	۵	۲	۱
	S _۳ N _۳	۳	۳	۲	۱
	S _۳ N _۵	۳	۵	۲	۱
	S _۵ N _۳	۵	۳	۲	۱
	S _۵ N _۵	۵	۵	۲	۱
	شاهد	۱	۱	۲	۱
	S ₀ N _۳	۰	۳	۲	۱
	S ₀ N _۵	۰	۵	۲	۱
بخار پز	S _۳ N _۳	۳	۳	۲	۱
	S _۳ N _۵	۳	۵	۲	۱
	S _۵ N _۳	۵	۳	۲	۱
	S _۵ N _۵	۵	۵	۲	۱
	S _۵ N _۵	۵	۵	۲	۱

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی های شیمیایی ماریناد تهیه شده با شکر پخت II :

بررسی نتایج پروتئین، خاکستر و نمک با استفاده از درصد های مختلف نمک و شکر پخت II که به دو روش بخار پز و آب پز تهیه شده نتایج مشابهی را نشان دادند. نتایج نشان داد که در نمونه های مختلف ماریناد با استفاده از شکر پخت II و نمک میزان پروتئین، خاکستر و نمک افزایش یافت، و هرچه مقدار افزودنی ها بیشتر شد میزان این فاکتورها بیشتر شد بطوری که بیشترین میزان پروتئین، خاکستر در نمونه ماریناد حاوی ۵ درصد نمک و شکر قهوه ای به ترتیب $(1.06 \pm 0.23/18\%)$ ، $(0.3 \pm 0.75/2)$ بدست آمد. مقایسه بین روش پخت ماریناد به روش آب پز کردن با بخار پز کردن تفاوت معنی داری نداشت ($P > 0.05$)، اگرچه در نمونه تهیه شده به روش بخار پز کردن میزان پروتئین بالاتر بود، و میزان خاکستر و نمک در نمونه پخته شده با روش بخار پز بیشتر از روش آب پز بود، که بدلیل پخت ماریناد بصورت آب پز و حل شدن خاکستر و نمک در آب است. بررسی میزان پروتئین، خاکستر و نمک در

نمونه‌های ماریناد در مدت زمان نگهداری ۳۰ روز نشان داد با افزایش مدت زمان نگهداری میزان آن‌ها در تمام نمونه‌ها افزایش داشت، که علت آن از دست دادن میزان آب در نمونه‌ها در مدت زمان نگهداری ۳۰ روز بود، اما در مارینادهای حاوی ۵ درصد شکر پخت II بین روز صفر و ۱۵ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$)، و تا روز ۳۰ نیز در این نمونه کمترین افزایش در میزان پروتئین، خاکستر و نمک و بیشترین میزان افزایش فاکتورها در نمونه شاهد و نمونه ۳٪ نمک ($S\cdot N3$) مشاهده شد. این نتایج حاکی از آن است که در این نمونه‌ها کاهش رطوبت کمتر اتفاق افتاده است به همین دلیل میزان پروتئین، خاکستر و نمک تفاوت چشمگیری مشاهده نشد. ماریناد کردن یک فرایند نیمه محافظت شده از انواع گوشت مانند ماهی است که طی آن با افزودن اسید استیک، نمک و برخی افزودنی‌ها، علاوه بر ایجاد طعم و مزه مطلوب، باعث توقف و یا کند شدن فعالیت میکروارگانیسم‌ها و جلوگیری از روند فسادهای شیمیایی و بیوشیمیایی است. همچنین می‌توان با تولید ماریناد علاوه بر افزایش زمان ماندگاری ماهیان و تأمین قسمتی از نیازهای پروتئینی جامعه، بابه‌بود طعم و مزه آن‌ها با طعم دهنده‌های طبیعی به افزایش این فراورده در سبد مصرف خانوار کمک شایانی نمود (۴). به طور کلی، دلیل اصلی افزایش عمر ماندگاری و ایمنی محصول ماریناد، بسته به نوع اسیدآلی، غلظت نمک NaCl و میزان نهایی pH محصول است. نفوذ مناسب نمک و اسید استیک و سایر مواد محلول ماریناد موجب بهبود طعم و مزه محصول می‌گردند. ماریناد کردن باعث افزایش پروتئین، خاکستر و نمک شد، زیرا باعث از دست دادن آب فیله ماهی و در نتیجه افزایش محتوای این فاکتورها شود (۲۱). سطح پروتئین تحت تأثیر نوع گوشت، پخت و افزودن مواد دیگر قرار گیرد. فرآیند حرارت دهی ارتباط تنگاتنگی با دما و زمان گرم شدن دارد، دماها و یک فرآیند حرارتی طولانی باعث دنا توره شدن محتوای غذایی گوشت مانند پروتئین و سایر مواد مغذی می‌شود (۲۲). با توجه به اینکه زمان حرارت دهی در این پژوهش برای هر دو روش پخت به میزان ۱۶ دقیقه بوده است و به همین دلیل در هر دو روش گرما به مدت زمان مشابه به محصول منتقل می‌شده است، بنابراین تخریب پروتئین‌ها در هر دو شرایط تقریباً به یک میزان اتفاق افتاده است. با توجه به اینکه تغییر ساختار و مقدار پروتئین‌ها به دلیل مشابه بودن زمان و دمای دو روش پخت تفاوت معنی‌داری بر میزان پروتئین ایجاد نشد. سیمورا و همکاران (۱۶) نشان دادند که فیله ماهی (*Cheilopogon intermedius*)، ماریناد شده با ترکیبی از ۲۰٪ نمک طعام، ۳۰٪ شکر قهوه‌ای، و ادویه‌های (برگ بو، جوزهندی، فلفل سیاه و پاپریکا) میزان پروتئین، خاکستر و نمک بیشتر شد؛ چولاک اوغلو^۹ و همکاران (۲۲) نشان دادند که ماریناد ماهی *RAINBOWTROUT* در مدت زمان نگهداری ۱۳ روز میزان پروتئین، مواد معدنی و خاکستر بیشتر شد و دلیل آنرا کاهش میزان رطوبت بیان نمودند. Fıcilar و Genccelep (۲۰) گزارش کردند که میزان پروتئین و خاکستر

^۹ Colakoglu

در نمونه‌های ماریناد شده‌ی آنچوی بیشتر از نمونه‌های شاهد بود؛ این افزایش به دلیل نفوذ بهتر مواد ماریناد به درون بافت ماهی، کاهش درصد رطوبت آزاد و غلظت نسبی بیشتر ترکیبات جامد از جمله پروتئین و مواد معدنی در اثر فرآیند ماریناد کردن می‌باشد. در واقع، طی ماریناد شدن، کاهش رطوبت نسبی می‌تواند باعث تمرکز بیشتر مواد مغذی مانند پروتئین و خاکستر در واحد جرم شود، به همین دلیل میزان آن‌ها نسبت به نمونه‌های خام یا شاهد بیشتر گزارش می‌شود.

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی نمونه‌های مختلف ماریناد

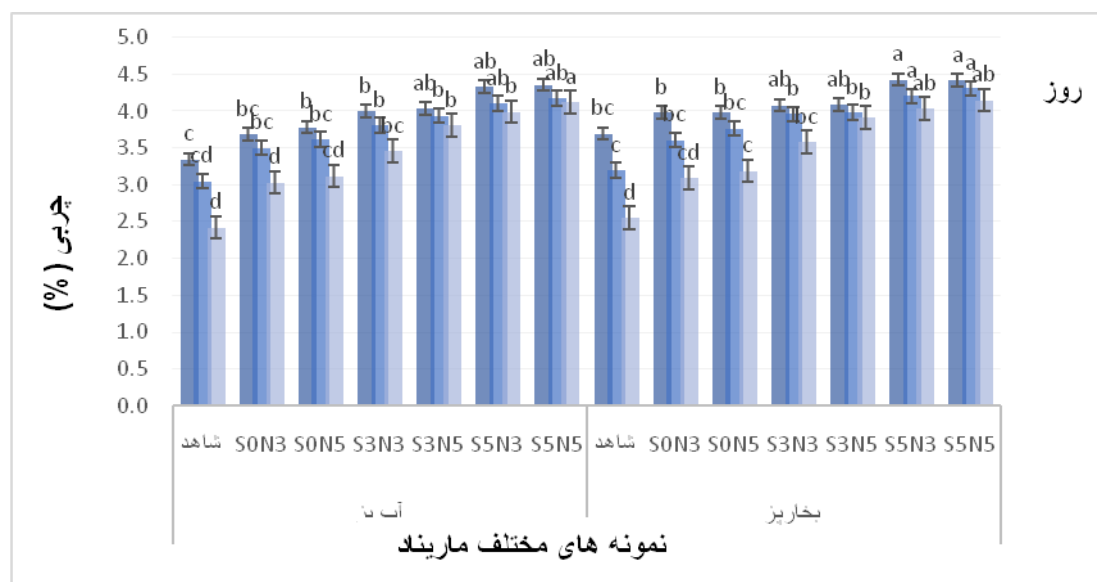
نمونه‌های ماریناد	پروتئین (%)			خاکستر (%)			نمک (%)		
	۰	۱۵	۳۰	۰	۱۵	۳۰	۰	۱۵	۳۰
روش									
پخت									
شاهد	fg16.09±1/12	cd20.76±1/74	gc1/19±0/15	cd1/89±0/95	cd1/50±0/34	cd1/95±0/95	m1/06±0/11	i1/26±0/09	j1/64±0/24
S۰N۳	fg16/85±1/10	cf18/46±1/61	cd19/96±1/992	g1/27±0/08	E1/52±0/33	de1/82±0/72	b3/08±0/21	cf3/51±0/19	dc3/79±0/08
S۰N۵	f17/66±1/21	cd19/16±1/7	cd20/66±1/25	g1/31±0/12	cd1/56±0/56	cd1/89±0/79	cd5/13±0/05	b5/39±0/13	a5/78±0/41
آب پز	S۳N۳	cd19/87±1/34	d21/72±1/33	d21/72±1/33	de1/67±0/32	d1/75±0/62	d1/82±0/75	f3/42±0/35	c3/62±0/17
	S۳N۵	d21/13±1/12	cd22/78±1/73	ab23/78±1/79	cd1/83±0/45	cd1/94±0/96	c2/03±0/92	b5/29±0/21	ab5/64±0/59
	S۵N۳	d21/22±1/09	cd22/62±1/71	b23/37±1/65	c2/08±0/75	c2/13±0/85	c2/20±0/65	dc3/49±0/08	d3/71±0/34
	S۵N۵	b23/10±1/12	ab24/00±1/92	a24/50±2/07	bc2/33±0/65	b2/41±0/99	b2/48±0/96	ab5/56±0/31	ab5/79±0/23
شاهد	fg16/53±1/14	cf18/59±1/57	cd20/66±1/61	g1/30±0/19	f1/43±0/1/25	c2/11±0/88	i1/21±0/03	k1/58±0/71	i1/92±0/59
S۰N۳	f17/21±1/29	f17/96±1/43	cd19/78±1/43	f1/40±0/22	c1/55±0/32	cd1/85±0/69	g3/16±0/14	ef3/51±0/27	d3/97±0/11
S۰N۵	cf18/06±1/32	cd19/66±1/58	cd20/51±1/54	cd1/56±0/34	c1/56±0/32	cd1/89±0/76	bc5/28±0/09	ab5/44±0/34	a5/81±0/63
بخارپز	S۳N۳	cd20/17±1/57	cd20/72±1/91	d21/55±1/93	cd1/92±0/79	cd1/91±0/83	ef3/51±0/07	c3/66±0/75	dc3/74±0/59
	S۳N۵	d21/38±1/62	cd22/28±2/02	c22/84±1/87	c2/03±0/88	c2/01±0/95	cd5/29±0/18	b5/68±0/24	a5/87±0/15
	S۵N۳	d22/77±1/69	cd22/12±1/89	cd22/77±1/88	bc2/31±0/93	b2/49±0/83	b2/55±0/59	d3/91±0/32	d3/99±0/72
	S۵N۵	b23/38±1/75	ab23/75±1/95	a24/36±2/11	ab2/75±0/96	a2/83±0/69	a2/88±0/93	a5/78±0/09	a5/94±0/48

* S: شکر قهوه‌ای، N: نمک

*حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌ها است

بررسی نتایج چربی نمونه‌های مختلف ماریناد تیلایا نشان داد که بین نمونه‌های مختلف با درصدهای مختلف شکر پخت II و نمک از نظر میزان چربی در روز صفر تفاوت چشمگیری مشاهده نشد ($P>0/05$). تنها در روش پخت با بخار میزان چربی نسبت به روش آب پز کردن بیشتر بود. با افزایش زمان نگهداری تا روز ۳۰ میزان چربی در نمونه شاهد کاهش داشت و کمترین میزان در این

نمونه مشاهده شد، بین ماریناد تهیه شده حاوی غلظت ۵٪ درصد شکرپخت II با ۳٪ درصد نمک (S5N3) و ۵٪ درصد شکرپخت II با ۵٪ درصد نمک (S5N5) در روز صفر با روز ۳۰ در میزان چربی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0.05$). کسکین^{۱۰} و همکاران (۲۳)، محتوای نمک در مارینادتهیه شده با آب نمک و گروه دودی شده به ترتیب 3.73 ± 0.03 ، 3.02 ± 0.05 بود و با از دست دادن آب نمونه‌های ماریناد شده در طول ذخیره سازی، محتوای نمک به 4.00 ± 0.02 ، 3.45 ± 0.03 افزایش یافته است. مقایسه بین روش‌های مختلف پخت در میزان چربی در روز ۰، ۱۵ و ۳۰ نشان داد که میزان چربی در مارینادهای تهیه شده با درصدهای مختلف نمک و شکرپخت II بین روز ۰ و ۱۵ تفاوت معنی‌داری نبود ($P>0.05$). میزان چربی مطابق روز صفر در طی نگهداری ۱۵ و ۳۰ روز نیز در نمونه‌های پخته شده به روش بخار بیشتر از آب پز کردن بود، چنانچه بیشترین میزان چربی در روز ۳۰ ماریناد حاوی ۵ درصد شکرقهوه‌ای و نمک تهیه شده با روش بخار پز بود. میزان چربی می‌تواند تحت تأثیر فرآیند پخت، دما و زمان پخت قرار گیرد، دمای بالا باعث ذوب شدن چربی می‌شود و به بافت ماریناد آسیب می‌رساند، علاوه بر این روش‌های پخت با درجه حرارت بالا و زمان طولانی می‌تواند خطر تشکیل ترکیبات سرطان‌زا را افزایش دهد که تأثیر بدی بر بدن دارد (۲۳). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که افزودن ترکیبات حاوی آنتی اکسیدان‌های طبیعی مانند شکرپخت II گوشت قبل از فرآیند پخت مقدار متوسط چربی را تغییر می‌دهد (۱۶).



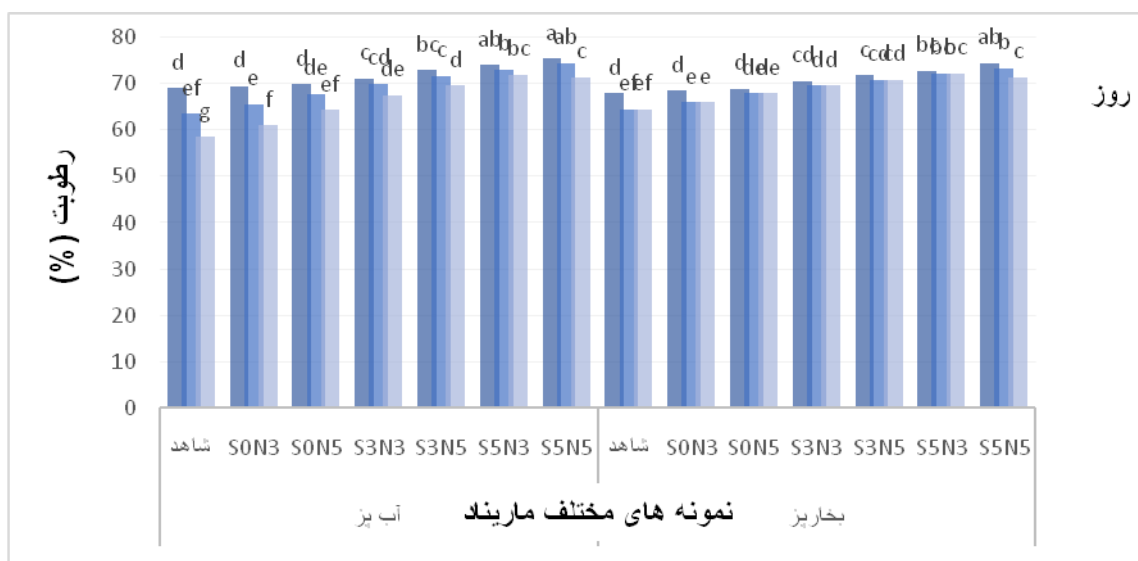
شکل ۱- میزان چربی در نمونه‌های مختلف ماریناد در مدت زمان نگهداری

* S: شکرقهوه‌ای، N: نمک

*حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌ها است

۳-۲- بررسی فاکتورهای فیزیکی ماریناد تیلاپیا در دوره نگهداری:

همانطور که در شکل ۵ نشان داد که درصد رطوبت ماهی طی ماریناد کردن با درصدهای مختلف شکرپخت II و نمک در مقایسه با نمونه خام افزایش داشت، کمترین میزان رطوبت در نمونه شاهد و بیشترین میزان رطوبت در ماریناد S5N5 بدست آمد. نگهداری ماریناد در مدت زمان ۳۰ روز نشان داد میزان رطوبت در تمام نمونه‌ها کاهش داشت، اما در مارینادهای S5N5 و S5N3 بدون تفاوت معنی‌داری ($P>0.05$) کمترین کاهش میزان رطوبت در مدت زمان نگهداری تا روز ۱۵ مشاهده شد.



شکل ۲- میزان رطوبت در نمونه‌های مختلف ماریناد در مدت زمان نگهداری

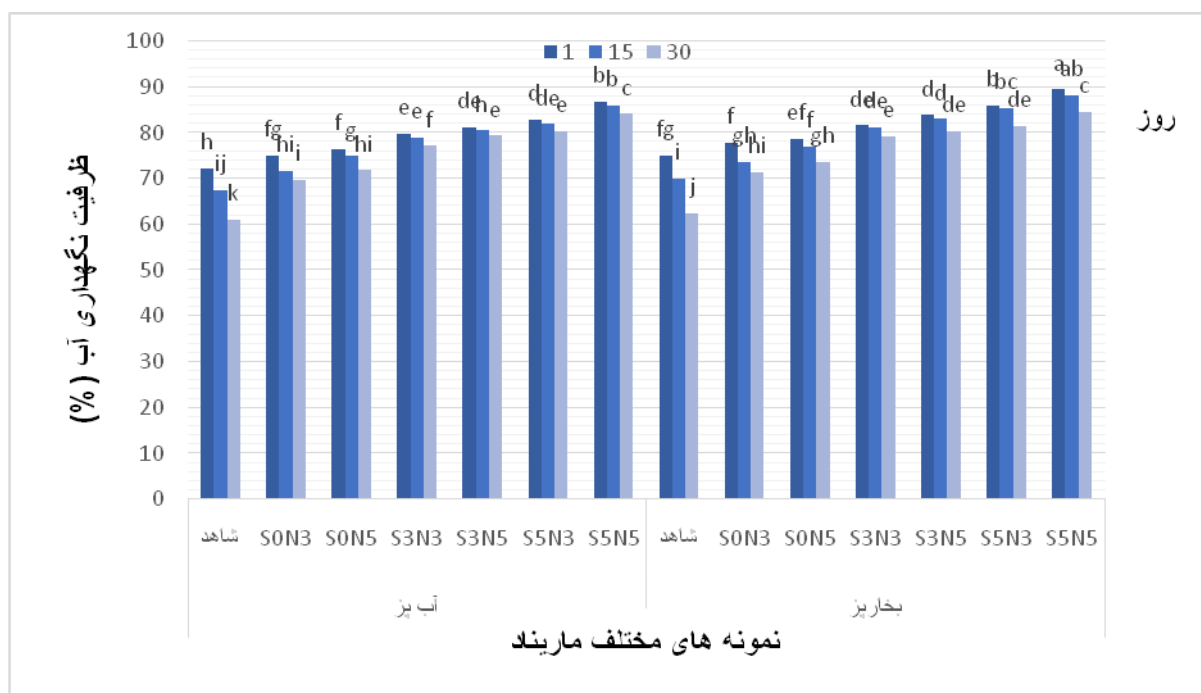
* S: شکر قهوه‌ای، N: نمک

*حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌ها است

بررسی درصدا افزودنی‌های مختلف بر میزان WHC ماریناد نشان داد که استفاده از شکر قهوه‌ای باعث افزایش WHC شد بطوریکه بیشترین میزان در نمونه S5N5 و کمترین میزان در نمونه شاهد بود. WHC در مارینادهای مختلف در مدت زمان نگهداری ۱۵ و ۳۰ روز کاهش داشت، اگرچه قابل ذکر است که در روز ۱۵ بین نمونه‌های ماریناد شده کاهش WHC در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ($P>0.05$). در روز ۳۰ نیز کمترین WHC در نمونه شاهد ($75/19 \pm 2/43$) به $1/52 \pm 2/53$ و کمترین کاهش WHC در مارینادهای S5N5 و S5N3 بخار پز شده بود بطوریکه در روز $89/69 \pm 2/27$ و $2/53 \pm 84/75$ به $88/42 \pm 2/11$ و $84/32 \pm 1/92$ بترتیب بود.

میزان رطوبت و حفظ آب ماریناد ماهی تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله نوع و کیفیت ماهی، روش پخت، دما و ذخیره سازی و همچنین تأثیر افزودن ادویه جات یا سایر مواد تشکیل دهنده است (۲۴). ماریناد تهیه شده حاوی ۵ درصد شکرپخت II که خاصیت جذب رطوبت دارد محتوای آب بافت را افزایش دهد. همچنین ماریناد تهیه شده با شکرپخت II بدلیل خاصیت اسیدی به باز

شدن منافذ روی سطح ماهی، افزایش توانایی گوشت برای ظرفیت نگهداری آب و حفظ رطوبت در آن کمک می کند (۲۵). ظرفیت نگهداری آب مربوط به پروتئین های میوفیبریل مربوط است. حداقل کاهش WHC مشاهده شده در نمونه ها را می توان به عمل نمک و شکرپخت II مارینادها نسبت داد که علاوه بر گسترش میوفیبریل ها، قدرت اتصال به آب را افزایش می دهد. دمای یخچال نیز به حداقل از دست دادن آب کمک می کند زیرا میوفیبریل سفت تر می شود و توانایی محلول نمک در پلیمریزاسیون رشته های عضلانی ممکن است افزایش یابد (۲۴). پخت با روش آب پز کردن در مقایسه با بخار پز کردن سبب کاهش ظرفیت نگهداری آب و رطوبت در بافت ماهی شد، زیرا فرآیند آب پز کردن باعث تبخیر بیشتر آب از گوشت می شود و در نتیجه احتمال از دست دادن محتوای آب را افزایش می دهد (۲۱). فرآیند پخت در آب به ساختار پروتئین در گوشت آسیب می رساند و در نتیجه توانایی گوشت برای نگهداری آب را کاهش می دهد (۲۶). Augustyńska-Prejsnar و همکاران (۲۷) و Yunita و همکاران (۱۴) بیان کردند تهیه گوشت با افزودن ماریناد اسیدی باعث حفظ رطوبت و ظرفیت نگهداری آب (WHC) را افزایش می دهد.



شکل ۳- میزان ظرفیت نگهداری آب در نمونه های مختلف ماریناد در مدت زمان نگهداری

* S: شکر قهوه ای، N: نمک

* حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار بین نمونه ها است

۳-۳- بررسی فاکتورهای موثر بر اکسیداسیون ماریناد تیلایا در دوره نگهداری

بررسی نتایج بدست آمده خصوصیات موثر بر اکسیداسیون (میزان بازهای نیتروژنی آزاد (TVB-N)، پراکسید (PV)، میزان تیوباربیک اسید (TBA) و pH در نمونه‌های ماریناد مختلف بدست آمده از دورش پخت (بخارپز و آب‌پز)، درصد‌های مختلف شکر قهوه‌ای و نمک در مدت زمان نگهداری ۳۰ روز تفاوت معنی‌داری در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ مشاهده شد. در روز صفر میزان پراکسید بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0.05$)، اما در بازه زمانی ۱۵ روزه بیشترین میزان پراکسید در نمونه شاهد و کمترین میزان در نمونه S5N5 بود، در این مطالعه، میزان پراکسید در تمام تیمارهای تحت آزمایش با افزایش زمان نگهداری تا روز ۱۵ افزایش و سپس از روز ۱۵ تا ۳۰ کاهش یافت. علت این کاهش می‌تواند بدلیل واکنش‌های ثانویه اکسیداسیون و تجزیه پراکسیدها به ترکیبات ثانویه و تولید کربونیل و ترکیبات فرار باشد (۲۷). مقایسه بین روش‌های پخت بخارپز و آب‌پز تفاوت معنی‌داری بر میزان پراکسید نشان نداد ($P > 0.05$)، اگرچه در نمونه‌های بخار پز شده میزان آن کمتر از نمونه آب‌پز شده بود، اما این اختلاف معنی‌داری نبود ($P > 0.05$). میزان پراکسید در ماریناد S5N5 و S5N3 به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای دیگر در روز صفر و در مدت زمان نگهداری بود که می‌تواند بدلیل وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در شکرپخت II باشد که از تشکیل پراکسیدها جلوگیری می‌کند.

جدول ۳-۳- فاکتورهای اکسیداسیون نمونه‌های ماریناد ماهی در مدت زمان نگهداری

نمونه‌های ماریناد								
TBA mgMDA/kg			TVB-N mg/۱۰۰ g			PVmeq/kg		
روشن								
۳۰	۱۵	۰	۳۰	۱۵	۰	۳۰	۱۵	۰
پخت								
۴/۶۳±۱/۰.۰ ^a	۲/۶۰±۰/۹۷ ^c	۰/۵۹±۰/۰.۹ ^j	۲۶/۳۶±۲/۲۵ ^a	۱۹/۹۳±۱/۸۶ ^b	۱۵/۱۸±۱/۱۵ ^d	۲/۱۷±۰/۷۶ ^d	۳/۳۵±۰/۴۸ ^a	۰/۶۹±۰/۰.۲ ^h
۳/۲۱±۰/۹۷ ^b	۱/۹۸±۱/۰.۵ ^{cd}	۰/۵۶±۰/۱۲ ^j	۲۱/۲۳±۲/۱۲ ^b	۱۸/۰۶±۱/۹۳ ^{bc}	۱۴/۵۶±۱/۲۳ ^d	۲/۱۳±۰/۸۸ ^d	۳/۲۰±۰/۲۴ ^{ab}	۰/۶۸±۰/۰.۲ ^h
۳/۱۳±۰/۹۱ ^b	۱/۷۰±۰/۷۳ ^{dc}	۰/۵۴±۰/۱۳ ^j	۲/۶۱±۲/۳۱ ^b	۱۶/۲۹±۱/۴۲ ^c	۱۳/۹۴±۱/۱۲ ^d	۲/۰۶±۰/۹۱ ^d	۳/۰۹±۰/۱۷ ^b	۰/۶۵±۰/۰.۸ ^h
۲/۱۶±۰/۸ ^c	۱/۳۲±۰/۵۴ ^f	۰/۵۹±۰/۰.۶ ^j	۱۸/۴۹±۲/۰.۲ ^{bc}	۱۴/۹۴±۱/۵۷ ^d	۱۲/۴۴±۱/۱۲ ^c	۱/۷۷±۰/۲۹ ^{dc}	۲/۸۶±۰/۰.۹ ^{bc}	۰/۶۵±۰/۰.۶ ^h
۱/۹۹±۰/۸۹ ^{cd}	۱/۲۳±۰/۳۹ ^g	۰/۴۷±۰/۰.۷ ^j	۱۷/۴۵±۱/۹۲ ^{bc}	۱۵/۰.۳±۱/۷۲ ^d	۱۲/۱۳±۱/۳۴ ^c	۱/۶۱±۰/۴۷ ^c	۲/۶۸±۰/۰.۵ ^c	۰/۶۳±۰/۰.۸ ^h
۱/۸۲±۰/۸۵ ^d	۰/۹۹±۰/۱۸ ^h	۰/۴۴±۰/۰.۲ ^{jk}	۱۶/۲۷±۱/۷۵ ^{cd}	۱۳/۱۵±۱/۵۹ ^{dc}	۱۱/۴۳±۱/۰.۹ ^c	۱/۲۸±۰/۳۶ ^f	۲/۳۵±۰/۴۹ ^{cd}	۰/۶۱±۰/۰.۸ ^h

۱/۳۳±۰/۷۳ ^f	۰/۸۳±۰/۲۲ ^{hi}	۰/۴۱±۰/۰۷ ^{jk}	۱۵/۷۲±۱/۸۲ ^d	۱۱/۹۹±۱/۱۲ ^c	۱۰/۳۰±۱/۰۸ ^{cf}	۱/۱۷±۱۸۰ ^{fg}	۲/۲۰±۰/۷۶ ^d	۰/۶۱±۰/۰۹ ^h	S۵N۵	
۴/۵۵±۰/۹۹ ^a	۲/۴۰±۰/۷۹ ^c	۰/۵۸±۰/۳۲ ^j	۲۶/۰۷±۲/۳۲ ^a	۲۰/۱۸±۱/۹۹ ^b	۱۴/۷۶±۱/۲۲ ^d	۲/۱۳±۰/۷۷ ^d	۳/۲۶±۰/۸۵ ^{ab}	۰/۶۷±۰/۰۶ ^h	شاهد	بخارپز
۳/۱۸±۰/۹۳ ^b	۱/۹۵±۰/۸۳ ^{cd}	۰/۵۵±۰/۲۵ ^j	۲۰/۹±۲/۲۲ ^b	۱۷/۸۱±۱/۸۸ ^{bc}	۱۴/۳۶±۱/۲۵ ^d	۲/۰۲±۰/۸۱ ^d	۳/۱۷±۰/۹۱ ^{ab}	۰/۶۶±۰/۰۷ ^h	S۰N۳	
۳/۱۳±۰/۹۵ ^b	۱/۶۰±۰/۵۶ ^c	۰/۵۴±۰/۱۱ ^{jk}	۲۰/۵۱±۲/۲۵ ^b	۱۶/۲۸±۱/۵۸ ^c	۱۴/۱۲±۱/۲۰ ^d	۲/۰۰±۰/۳۹ ^d	۳/۰۴±۰/۵۶ ^b	۰/۶۶±۰/۰۶ ^h	S۰N۵	
۲/۰۴±۰/۸۱ ^c	۱/۲۲±۰/۱۴ ^g	۰/۴۹±۰/۰۷ ^{jk}	۱۸/۱۸±۲/۰۲ ^c	۱۵/۴۵±۱/۷۱ ^d	۱۲/۳۱±۱/۳۴ ^c	۱/۶۷±۰/۱۹ ^c	۲/۷۹±۰/۸۶ ^c	۰/۶۵±۰/۰۹ ^h	S۳N۳	
۱/۹۰±۰/۷۵ ^{cd}	۱/۱۳±۰/۱۸ ^{gh}	۰/۴۷±۰/۰۶ ^{jk}	۱۷/۴۹±۱/۹۷ ^{cd}	۱۴/۹۰±۱/۴۹ ^d	۱۲/۰۴±۱/۲۵ ^c	۱/۵۳±۱۵۰ ^c	۲/۶۵±۰/۶۷ ^c	۰/۶۳±۰/۰۸ ^h	S۳N۵	
۱/۷۳±۰/۸۲ ^{de}	۰/۹۶±۰/۱۱ ^h	۰/۴۴±۰/۰۷ ^{jk}	۱۶/۱۴±۱/۵۲ ^{de}	۱۳/۰۹±۱/۵۲ ^{de}	۱۱/۴۱±۱/۱۲ ^c	۱/۱۵±۰/۲۹ ^{fg}	۲/۲۹±۰/۸۲ ^d	۰/۶۱±۰/۰۹ ^h	S۵N۳	
۱/۲۹±۰/۶۹ ^{fg}	۰/۷۷±۰/۱۲ ⁱ	۰/۴۱±۰/۰۷ ^{jk}	۱۵/۶۲±۱/۷۵ ^{fg}	۱۱/۹۶±۱/۲۷ ^c	۱۰/۳۶±۱/۲۹ ^{ef}	۱/۰۰±۰/۱۲ ^g	۲/۱۱±۰/۷۸ ^d	۰/۵۹±۰/۰۵ ^h	S۵N۵	

* S: شکر قهوه‌ای، N: نمک

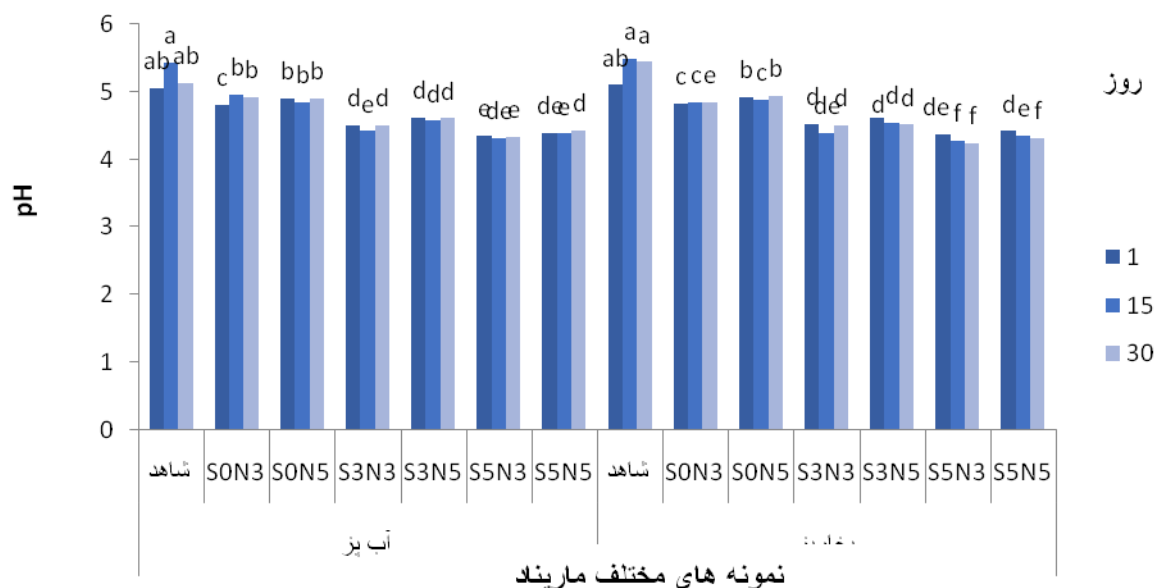
*حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌ها است

با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل، مقادیر TVB-N و TBA افزایش خطی در تمام نمونه‌ها بدست‌آمد اما بیشترین میزان در گروه شاهد بود، و کمترین میزان در ماریناد S۵N۵ و S۵N۳ بود، این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از شکر پخت II و نمک در تهیه ماریناد سبب کاهش اکسیداسیون در ماریناد ماهی تیلا پیلا در مدت زمان نگهداری شد، بطوریکه مقایسه میزان TVB-N و TBA در بازه زمانی ۳۰ روزه نیز همین روند را نشان داد، با اینکه با افزایش زمان میزان TVB-N و TBA افزایش داشت، اما در نمونه‌های ماریناد شده بین روز صفر و ۱۵ روز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). و در روز سی‌ام نیز در نمونه‌های ماریناد شده افزایش در مقایسه با نمونه شاهد کمتر بود. مقایسه بین روش بخار پز و آب پز در میزان TVB-N و TBA در روز ۰، ۱۵ و ۳۰ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. دلیل این امر می‌تواند این باشد که با کاهش آب، میزان اکسیداسیون بدلیل تماس بیشتر چربی‌ها باهم بیشتر می‌شود و در حضور آب بیشتر اکسیداسیون افزایش می‌یابد، اما پخت در آب و بخار پز کردن در زمان ثابت تفاوتی در محتوای آب ایجاد نکرد که تاثیر مستقیم بر میزان اکسیداسیون چربی‌ها داشته باشد. شاخص نیتروژن کل فرار (TVBN) در ماریناد شاهد (بدون شکر پخت II و نمک) در روز ۳۰ $(1/40 \pm 26/81 \text{ mgN}/100)$ ، اما ماریناد حاوی ۵ درصد شکر پخت II و نمک $(0/32 \pm 171/00/2 \text{ mgN})$ کمترین مقدار را داشت. وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در شکر پخت II سبب کاهش اکسیداسیون چربی در ماریناد تیلاپیا نسبت به سایر نمونه‌ها شد برای همین کمترین افزایش TBA و TVB-N در بازه زمانی ۳۰ روزه در نمونه‌های حاوی ۵ درصد TBA بود.

مهمترین عامل کاهش ارزش غذایی ماهی اکسیداسیون چربی‌های آن می‌باشد. در طی اکسیداسیون لیپید، مالون آلدئید (MA)، در نتیجه تجزیه اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه تشکیل می‌شود، که بعنوان شاخصی از فرآیند اکسیداسیون لیپید استفاده می‌شود (۲۸). در رابطه TVB-N تقسیم بندی محصولات بدین شرح است: حاوی ۲۵ mgN/۱۰۰ TVB-N به عنوان "بسیار خوب"، ۳۰ mg/۱۰۰ TVB-N g به عنوان "خوب"، ۳۵ mg/۱۰۰ TVB-Ng به عنوان "قابل فروش" و نمونه هایی که حاوی بیش از ۳۵ mg/۱۰۰ TVB-Ng به عنوان "خراب" هستند (۲۳). در این پژوهش مقدار TVB-N نمونه حاوی ۵ درصد شکرپخت II و نمک مقدار در مدت زمان ۳۰ روز نگهداری $15/62 \pm 1/59$ بود که از حد مجاز برای محصول بسیار خوب $25 \text{ mg}/100 \text{ g}$ تجاوز نکرد. در این پژوهش مقدار TBA نمونه حاوی ۵ درصد شکرپخت II و ۳ درصد نمک مقدار در مدت زمان ۳۰ روز نگهداری $1/29 \pm 0/08$ و $1/73 \pm 0/03$ بود که از حد مجاز برای محصول خوب ۳ میلی گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم تجاوز نکرد. مقدار TBA باید کمتر از ۳ میلی گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم در مواد با کیفیت خوب باشد و بیش از ۵ میلی گرم بر کیلوگرم نباشد. *Ficicilar* و *Gencelelep* (۲۰) نیز گزارش کردند استفاده از افزودنی‌های حاوی آنتی اکسیدان در تهیه ماریناد سبب از بین بردن مواد فعال اکسیژن و کاهش سرعت پراکسیداسیون لیپیدی می‌گردد، در نتیجه روند تولید TVB-N و TBA نسبت به نمونه شاهد کمتر بود. *Baesi* و *Aberoumand* (۱۹) گزارش کردند استفاده از نمک‌های سدیم اسیدهای آلی باعث کاهش تولید TBA در ماهی‌های (بدون محتویات شکمی) شد، که اثرات مثبت این نمک‌ها را در کاهش سرعت اکسیداسیون در طول نگهداری در دمای فریزر نشان می‌دهد، بطوریکه در تیمارهای شور میزان این شاخص نسبت به سایر نمونه‌ها کمتر بود. *Gokoglu* و *Ucak* (۲۹) بیان کردند که مقادیر TVB-N و TBA آنچوی در نمونه خام به طور قابل توجهی در طول نگهداری ۲۸ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد افزایش یافت، اما در نمونه ماریناد شده با آب نمک کمتر بود و به مقادیر بحرانی نرسیدند. افزایش مقدار پراکسید به بیش از ۵ میلی اکی والان در هر کیلوگرم چربی، شروعی برای کاهش کیفیت ماهی است (۲۹)، که در نمونه‌های ماریناد شده حاوی ۵ درصد شکرپخت II و ۳ درصد نمک $(2/29 \pm 0/04)$ از حد مجاز تجاوز نکرد. *KAYA* و *BAŞTÜRK* (۱۷) مقدار پراکسید $1/62 \pm 0/03$ میلی اکی والان بر کیلوگرم در ماده خام سیم کول و در مارینادهای ساده به $1/82 \pm 0/06$ میلی اکی والان بر کیلوگرم بود. مهم ترین افزایش در طول دوره نگهداری بین روزهای صفر تا پانزدهم رخ داد که تفاوت بین گروه‌ها برای هر دوره از نظر آماری معنی دار بود ($P < 0/05$).

همانطور که در شکل ۸ ملاحظه می‌گردد نمونه شاهد و نمونه S^3N^3 که بیشترین میزان pH را داشتند و با افزایش زمان تا ۱۵ روز ابتدا افزایش اما تا روز ۳۰ کاهش داشت. نکته دیگر قابل ذکر استفاده از اسید استیک به مقدار ثابت در تهیه تمام نمونه‌های

ماریناد است که بر کاهش pH آن موثر است. روش پخت بصورت آب‌پز و بخار پز تفاوت معنی‌داری بر میزان pH ایجاد نکرد ($p > 0.05$)، زیرا در هر دو روش مدت پخت یکسان بود و آنزیم‌ها از بین رفته‌بود و بار میکروبی کاهش یافته بود در نتیجه تأثیری بر میزان pH نداشت. محدوده pH ماهی در مرحله جمود نعشی معمولاً بین ۸/۶ تا ۷ است. مقدار pH در ماهی تازه ۶/۵ اندازه‌گیری شد. مقدار pH گروه ماریناد تزریق‌شده با نمک و شکرپخت II تا ۴/۳ در نمونه S5N5 کاهش یافت و با در روز ۱۵ ذخیره‌سازی به ۴/۲ کاهش یافت که اختلاف معنی‌دار نبود ($p > 0.05$). اما از روز ۱۵ تا ۳۰ افزایش کمی داشت، اما از نمونه شاهد کمتر بود. در گوشت ماهیان علت پایین بودن pH در ابتدا به دلیل تولید اسیدلاکتیک ناشی از گلیکولیز درلاشه پس از مرگ است، در حالیکه افزایش pH و به عبارتی کاهش میزان اسیدیته در طول دوره نگهداری به دلیل تولید آمین‌های فرار ناشی از تخریب آنزیم یوباکتریایی می‌باشد. مطالعه ما نشان داد که pH ماریناد تیلایا در نمونه‌های حاوی شکرپخت II و نمک افزایش معنی‌داری نداشته‌است، زیرا در نمونه‌های ماریناد شده طی حرارت آنزیم‌ها از بین رفته‌اند و فعالیت آنزیماتیک رخ نداد، همچنین این افزودنی‌ها از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کنند، بهمین دلیل این روند در نمونه‌های ماریناد شده مشاهده نشد. در راستای نتایج این پژوهش Simora و همکاران (۱۶) نشان دادند که فیله ماهی (*Cheilopogon intermedius*)، مارینادافزایش جزئی در pH در پایان دوره ذخیره سازی برای هر دو نمونه شاهد و ماریناد مشاهده شد. با این حال، چنین افزایشی در pH در نمونه‌های شاهد بیشتر از نمونه‌های ماریناد شده بود. Alparslan و همکاران (۳۰) pH تازه در محصولات دریایی تازه ۶/۳۸ و در محصول ماریناد شده حدود ۴/۳۲ گزارش نمودند. استفاده از شکرپخت II و افزایش درصد آن در تهیه ماریناد ماهی تیلایا باعث کاهش pH شد و اسیدیته محصول را افزایش داد، اسیدی شدن ماریناد سبب طعم تازه تر، بافت نرم تر و ماندگاری طولانی تری برای محصول می‌گردد (۱۴).



شکل ۴- میزان pH در نمونه‌های مختلف ماریناد در مدت زمان نگهداری

* S: شکر قهوه‌ای، N: نمک

* حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌ها است

۳-۴- بررسی میزان میکرو ارگانیسم‌ها در ماریناد تیلاپیا

باکتری‌های سرمادوست گرم منفی مثل *سودوموناس*‌ها، *آلتروموناس*‌ها، *شوانلا*ها و *فلاووباکتیرا* بیشترین گروه میکروارگانیسم‌های عامل فساد ماهی و فراورده‌های آن در شرایط نگهداری هوازی در دماهای سرد می‌باشند (۳۱). در مطالعه حاضر شمارش اولیه این باکتری‌ها در مارینادها با فرمولاسیون‌های مختلف روند متفاوتی نشان دادند و بترتیب کمترین میزان شمارش باکتری در ماریناد S5N5 و S3N5 و بیشترین در نمونه شاهد بود. این نتایج نشان می‌دهد که افزایش درصد نمک همراه با شکر قهوه‌ای تاثیر بیشتری بر جلوگیری از رشد باکتری‌های سرمادوست داشت. افزایش بار باکتریایی سرمادوست در گوشت ماهی در طول نگهداری ثابت شده است. در این بررسی نیز الگوی رشد باکتری‌های سرما دوست مورد مطالعه در کل دوره، روند افزایشی داشت اما در نمونه‌های ماریناد شده با درصدهای مختلف نمک و شکر پخت II میزان باکتری بین روز ۰ و ۱۵ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0.05$). در روز ۳۰ نگهداری بار باکتریایی سرما دوست در ماریناد حاوی درصدهای مختلف شکر قهوه‌ای و نمک از حد مجاز اعلام شده برای ماهی خام (ICMSF, $7.19 \times 10^6 \log \text{cfu/g}$)، بیشتر نشد، بطوری که در نمونه S5N5 مجموع باکتری‌های سرمادوست $\log \text{cfu/g}$ ۱/۰۵ بود و در روز ۱۵ به $\log \text{cfu/g}$ ۱/۲۱ رسید که تفاوت معنی‌داری نداشت ($p > 0.05$) و در روز ۳۰ به $\log \text{cfu/g}$ ۱/۹۱ رسید، در نمونه شاهد در روز صفر $\log \text{cfu/g}$ ۱/۵۱ و در روز ۳۰ به حد $\log \text{cfu/g}$ ۵/۵۲ افزایش یافت که باز هم از حد مجاز

افزایش نیافت. بررسی تاثیر روش پخت آب‌پز کردن و بخارپز کردن بر میزان رشد باکتری‌های سرمادوست در ماریناد ماهی تیلاپیا نشان داد که روش بخارپز کردن تاثیر بیشتری از آب‌پز کردن بر میزان رشد میکروارگانیسم‌ها داشت اما این تاثیر تفاوت معنی‌داری نداشت ($p > 0.05$). حرارت اعمال شده در روش پخت بخارپز و آب‌پز خود سبب کاهش بار میکروبی شده‌است، همچنین استفاده از اسید استیک به میزان ثابت در تمام فرمول‌های ماریناد شده تاثیر مثبتی بر جلوگیری از رشد باکتری‌های سرمادوست داشته است. بررسی میزان کپک و مخمر در نمونه‌های ماریناد شده با درصد‌های مختلف شکر پخت II و نمک، روش پخت بخارپز و آب‌پز و در بازه زمانی ۰، ۱۵ و ۳۰ روز رشد کپک و مخمر مشاهده نشد و در تمام نمونه‌ها زیر 10^3 CFU/g بود (۳۲).

Simora و همکاران (۱۶) نشان دادند که فیله ماهی (*Cheilopogon intermedius*)، ماریناد شده با ترکیبی از ۲۰٪ نمک طعام، ۳۰٪ شکر قهوه‌ای، و ادویه‌های (برگ بو، جوزهندی، فلفل سیاه و پاپریکا) و نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به سایر مارینادهای تهیه شده با شکر سفید و ادویه‌های مشابه و نمونه شاهد میزان باکتری‌های مزوفیل و سایکروفیل زیر 10^2 - و 10^3 CFU/g بود. اضافه کردن شکر قهوه‌ای و نمک رشد میکروبی را با محدود کردن آب موجود (یعنی کاهش aw) در محصولات مهار نمود. عصاره دود نیز بدلیل فعالیت میکروبی با داشتن ترکیبات فنلی، آلدئیدها و اسیدهای آلی که نفوذپذیری غشاء میکروارگانیسم‌ها را تغییر می‌دهند و باعث آسیب‌هایی تا حد نشت محیط داخل سلولی به‌ویژه باکتری‌های گرم مثبت می‌شوند [۱۳]، در جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها در ماریناد موثر بود.

Verdos و همکاران (۳۳)، نشان دادند تعداد میکروارگانیسم‌های ماهی آنچوی را پس از ماریناد کردن با نمک و ترکیبات حاوی آنتی‌اکسیدان کاهش داشت و در پایان ۷ ماه نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، تعداد کل باکتری‌های زنده برای کنترل، نمونه‌های سیر اضافه شده و سس فلفل تند به ترتیب ۲/۰۸، ۱/۷۴ و ۱/۹۰ به دست آمد.

جدول ۲- میزان رشد باکتری‌های سرمادوست، کپک و مخمر در نمونه‌های ماریناد در مدت زمان نگهداری

ماریناد	باکتری‌های سرمادوست			کپک مخمر		
	log cfu/g			log cfu/g		
روش پخت	۰	۱۵	۳۰	۰	۱۵	۳۰
شاهد	۱/۵۱	۳/۸۲	۵/۵۲	*	*	*
روش آب‌پز S۰N۳	۱/۴۸	۲/۸۳	۴/۷۶	*	*	*
S۰N۵	۱/۳۲	۲/۵۵	۴/۱۰	*	*	*

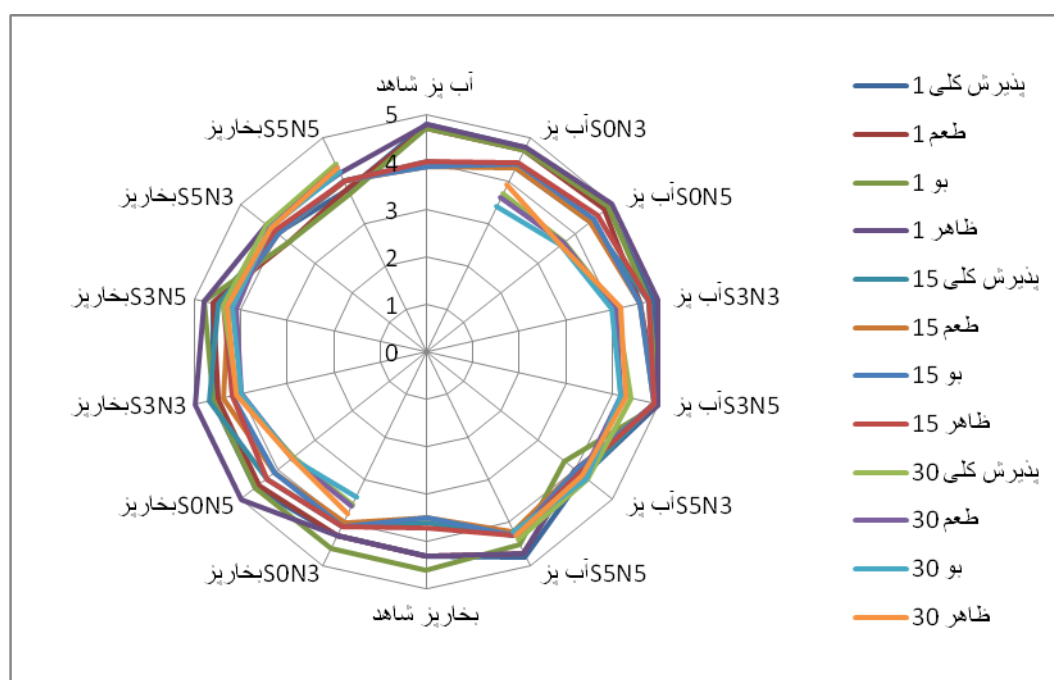
۲/۷۸	۱/۴۲	۱/۲۰	SrN _۳	*	*	*
۲/۵۳	۱/۳۱	۱/۱۶	SrN _۵	*	*	*
۲/۰۵	۱/۴۱	۱/۱۳	S _۵ N _۳	*	*	*
۱/۹۵	۱/۳۰	۱/۱۱	S _۵ N _۵	*	*	*
۵/۳۲	۳/۷۱	۱/۴۲	شاهد	*	*	*
۴/۶۵	۲/۶۵	۱/۴۱	S _۰ N _۳	*	*	*
۴/۰۰	۲/۵۰	۱/۲۴	S _۰ N _۵	*	*	*
۲/۵۴	۱/۳۹	۱/۱۹	SrN _۳	*	*	*
۲/۳۳	۱/۲۵	۱/۱۱	SrN _۵	*	*	*
۲/۰۷	۱/۴۰	۱/۱۰	S _۵ N _۳	*	*	*
۱/۹۱	۱/۲۴	۱/۰۵	S _۵ N _۵	*	*	*

روش
بخاریز

۳-۵- مقایسه ارزیابی حسی نمونه‌های ماریناد

بررسی خصوصیات حسی ماریناد نشان داد که در روز صفر، بیشترین امتیاز بو، طعم، ظاهر و پذیرش کلی مربوط به نمونه‌ی S_۳N_۵ تهیه‌شده به روش آب‌پز بود. مقایسه‌ی نمونه‌های مختلف با درصدهای متفاوت نمک و شکر پخت II نشان داد که افزایش نمک موجب بهبود تمامی ویژگی‌های حسی از دیدگاه ارزیابان شد. این مسئله احتمالاً به دلیل نقش نمک در افزایش استخراج پروتئین‌های محلول در آب، بهبود بافت، تثبیت رنگ، و مهار نسبی رشد میکروارگانیسم‌ها در فرمولاسیون ماریناد می‌باشد، که به حفظ کیفیت کلی محصول کمک کرده است. همچنین افزایش شکر پخت II شکر قهوه‌ای به دلیل داشتن ملاس، تنها تا سطح ۳ درصد از نظر طعم و بو مقبولیت داشت و موجب ایجاد طعم و آرومای مطلوب شد. ترکیبات فرار معطر موجود در ملاس می‌توانند در مقادیر مناسب (۳٪) رایحه‌های مطلوبی ایجاد کنند، اما در سطوح بالاتر (۵٪) ممکن است منجر به ایجاد طعم سنگین یا ته‌زه‌ای ناخوشایند شوند که پذیرش حسی محصول را کاهش می‌دهد. این روند تا روز ۱۵ نگهداری نیز ادامه داشت. اما در روز ۳۰، بین نمونه‌های S_۳N_۵ و S_۵N_۵ از نظر ویژگی‌های بو، ظاهر و پذیرش کلی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج آزمون‌های شیمیایی نیز تأیید می‌کند که نمونه‌های دارای ۵ درصد شکر پخت II، به دلیل خاصیت آب‌دوستی شکر و وجود ترکیبات ضد اکسیدانی در ملاس، توانستند رطوبت بافت را بهتر حفظ کرده، از اکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری کنند، و در نتیجه از تشکیل ترکیبات نامطلوب

مانند TVB-N و TBA بکاهند. این ویژگی‌ها مانع ایجاد طعم و بوی ناخوشایند در دوره نگهداری شدند و باعث شدند طعم ناخوشایند ناشی از شکر قهوه‌ای در نمونه‌ی ۵ N5S پوشش داده شود و امتیازات حسی آن در روز ۳۰ بهبود یابد. لازم به ذکر است که در روز ۳۰ نمونه‌ی شاهد به دلیل بوی زننده و طعم نامطلوب از سوی ارزیابان حسی رد شد و مورد ارزیابی قرار نگرفت. مقایسه‌ی بین دو روش پخت نیز نشان داد که در روزهای صفر و ۱۵، نمونه‌های آب‌پز از نظر ویژگی‌های حسی امتیاز بالاتری نسبت به نمونه‌های بخارپز دریافت کردند. این مسئله ممکن است به دلیل استخراج بیشتر ترکیبات طعم‌زا در روش آب‌پز و حفظ بهتر ساختار بافتی و معطرات طبیعی باشد. اما در روز ۳۰ تفاوت معنی‌داری بین دو روش مشاهده نشد ($P>0.05$)، که می‌توان آن را ناشی از اثر غالب ترکیبات نگهدارنده (نمک و شکر) بر کیفیت نهایی محصول در دوره نگهداری دانست.



شکل ۵- نمودار تار عنکبوتی خصوصیات حسی ماریناد

Fernandes (۱۵) نیز در پژوهش خود گزارش کردند که شدت بوی شیرین در ماریناد حاوی شکر مطلوب نبود. در این مطالعه، تفاوت‌های معنی‌داری عمدتاً برای ویژگی‌های طعمی در محصولات نهایی سفیدک آبی مشاهده شد. Ucak و Gokoglu (29) بیان کردند ماهی آنچوی ماریناد شده در مدت زمان نگهداری ۲۸ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نمرات حسی همچنان در محدوده کیفیت خوب بود Keskin و همکاران (۲۳)، نتایج تجزیه و تحلیل حسی ماریناد ماهی دریایی دودی شده (*Dicentrarchus labrax lineaus*, ۱۷۵۸) در شرایط یخچال تعیین و بیان کردند که نمونه ماریناد شده با آب نمک تا ۵ ماه و ماریناد دودی شده در پایان ماه ۷ رتبه‌های پایین از پانلیست‌ها را دریافت کردند و کیفیت خود را از دست دادند، که بیشترین

کاهش امتیاز مربوط به بافت بود، بنابراین، عمر مفید گروه ماریناد شده با آب نمک تا ۴ ماه و گروه ماریناد دودی شده تا ۶ ماه تعیین شد.

۴- نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تهیه ماریناد از ماهی تیلاپای نیل با استفاده از ۵ درصد شکر پخت II و ۳ درصد نمک می تواند ماندگاری آن را در طول نگهداری به مدت ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی گراد افزایش دهد. بر اساس نتایج این مطالعه، کیفیت قابل مصرف نمونه های ماریناد تهیه شده با نمک و شکر پخت II حفظ شد؛ به طوری که شاخص های اکسیداسیون چربی (میزان PV، TBA و TVB-N) و رشد و تکثیر باکتری های سرمادوست و کپک و مخمر از حد مجاز تعیین شده فراتر نرفتند و کیفیت محصول در وضعیت مناسبی باقی ماند. با توجه به یافته های این تحقیق، تهیه ماریناد از ماهی تیلاپای نیل می تواند به عنوان یک روش ایمن و جایگزین مناسب برای ماهی تازه در سبد غذایی خانواده ها پیشنهاد شود.

Reference:

1. O. Barbaroux GB, M.R. Hasan, L. Miuccio, J. Saha, J. Sanders, J. Spaul and J. Van Acker. THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE. ۲۰۱۲۲۰۱۲
2. Mexis S, Chouliara E, Kontominas M. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at ۴C. Food microbiology. ۲۰۰۹;۲۶(۶):۶۰۵-۵۹۸
3. Sampels S. The effects of processing technologies and preparation on the final quality of fish products. Trends in Food Science & Technology. ۲۰۱۵;۴۴(۴۶-۱۳۱):۲
4. Moeini S, Daneshnuran B. Production of cold marinade from roach (*Rutilus rutilus*). ۲۰۰۱
5. Hwang C-A, Tamplin ML. The influence of mayonnaise pH and storage temperature on the growth of *Listeria monocytogenes* in seafood salad. International journal of food microbiology. ۲۰۰۵;۱۰۲(۳):۸۵-۲۷۷
6. Gallart-Jornet L, Barat J, Rustad T, Erikson U, Escriche I, Fito P. A comparative study of brine salting of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). Journal of Food Engineering. ۲۰۰۷;۷۹(۱):۷۰-۲۶۱
7. Hasnol N, Jinap S, Sanny M. Effect of different types of sugars in a marinating formulation on the formation of heterocyclic amines in grilled chicken. Food chemistry. ۲۰۱۴;۲۱-۱۴۵:۵۱۴
8. Rasool G. Physico-chemical analysis and polarization value estimation of raw sugar from refining point of view. American Journal of Plant Sciences. ۲۰۱۵;۶(۰۱):۱
9. Ducat G, Felsner ML, da Costa Neto PR, Quináia SP. Development and in house validation of a new thermogravimetric method for water content analysis in soft brown sugar. Food Chemistry. ۲۰۱۵;۱۶۷:۱۵۸-۶۴
10. Abdullah NA, Putra N, Hakim II, Koestoer RA. A review of improvements to the liquid collection system used in the pyrolysis process for producing liquid smoke. International Journal of Technology. ۲۰۱۷;۸(۷):۲۰۶-۱۱۹۷
11. Andiana A, Aini N, Karseno K. Produk enkapsulasi asap cair sekam padi dan aplikasinya untuk mengawetkan tahu putih. Jurnal Agroteknologi Vol. ۲۰۱۹;۱۳(۰۲)
12. Permanasari A, Yulistiani F, Sihombing R, Wibisono W, editors. Applications of liquid smoke from biomass on food products: a review. International seminar of science and applied technology (ISSAT ۲۰۲۰); ۲۰۲۰: Atlantis Press.
13. El-Sayed AFM, Fitzsimmons K. From Africa to the world—The journey of Nile tilapia. Reviews in Aquaculture. ۲۰۲۳;۲۱-۱۵:۶

14. Yunita CN, Radiati LE, Rosyidi D. Effect of lemon marination on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and quality of chicken satay. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA. 2023;9(6):30-4722.
15. Fernandes C, Stefánsson G, Sveinsdóttir K, Matis A. The effect of different marinating procedures on the quality of dried blue whiting (*Micromesistius Poutassou*). Final project The United Nations University Universidade de Cabo Verde Republic of Cape Verde[Google Scholar]. 2016.
16. Simora RMC, Armada CD, Babaran RP. Quality Assessment of Marinated Flying Fish (*Cheilopogon intermedius*) Fillets During Vacuum-packed Storage at °C. Philippine Journal of Science. 2021;100(1).
17. Kaya GK, Baştürk Ö. Determination of some quality properties of marinated sea bream (*S parus Aurata* L., 1908) during cold storage. Food Science and Technology (Campinas). 2010;30(2):23-34.
18. Horwitz W. Official Methods of Analysis (11th edit). Association of Official Analytical Chemists Washington, DC. 2000.
19. Aberoumand A, Baesi F. Effects of vacuum packaging in freezer on oxidative spoilage indexes of fish *Lethrinus atkinsoni*. Food science & nutrition. 2020;8(8):20-31.
20. Ficicilar BB, Gencecep H. Influence of garlic and hot pepper sauce on the quality of marinated anchovies during 6 months at °C storage. 2020.
21. Nor Hasyimah A, Jinap S, Sanny M, Ainaatul A, Sukor R, Jambari N, et al. Effects of honey-spices marination on polycyclic aromatic hydrocarbons and heterocyclic amines formation in gas-grilled beef satay. Polycyclic Aromatic Compounds. 2022;42(4):48-62.
22. Colakoglu FA, Ormanci HB, Cakir F. Effect of marination and smoking on lipid and fatty acid composition of thornback ray (*Raja clavata*) and spiny dogfish (*Squalis acanthias*). European Food Research and Technology. 2011;20-232:1069.
23. Keskin I, Kostekli B, Eyuboglu A, Kaya Y. Determination of the shelf life of smoked sea bass (*Dicentrarchus labrax lineaus*, 1908) marinade stored under refrigerated conditions (°C). Ukrainian food journal. 2019(8, Issue 2):36-44.
24. Sobral MMC, Casal S, Faria MA, Cunha SC, Ferreira IM. Influence of culinary practices on protein and lipid oxidation of chicken meat burgers during cooking and in vitro gastrointestinal digestion. Food and Chemical Toxicology. 2020;141:111401.
25. Mazaheri Kalahrodi M, Baghaei H, Emadzadeh B, Bolandi M. The combined effect of asparagus juice and balsamic vinegar on the tenderness, physicochemical and structural attributes of beefsteak. Journal of Food Science and Technology. 2021;53-58:3143.
26. Zhang L, Du H, Zhang P, Kong B, Liu Q. Heterocyclic aromatic amine concentrations and quality characteristics of traditional smoked and roasted poultry products on the northern Chinese market. Food and Chemical Toxicology. 2020;110:931;2020.
27. Augustyńska-Prejsnar A, Ormian M, Hanus P, Kluz M, Sokołowicz Z, Rudy M. Effects of marinating breast muscles of slaughter pheasants with acid whey, buttermilk, and lemon juice on quality parameters and product safety. Journal of Food Quality. 2019;2019(1):2313496.
28. Jeyakumari A, Ninan G, Joshy C, Parvathy U, Zynudheen A, Lalitha K. Effect of chitosan on shelf life of restructured fish products from pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) surimi during chilled storage. Journal of Food science and Technology. 2016;107-53:2099.
29. Gokoglu N, Ucak I. Effect of freshness grade of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) on the quality of marinated product stored at °C. Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal. 2020;7(2):9-24.
30. Alparslan Y ,Baygar T, Hasanhocaoğlu H, Metin C. Effects of scale and skin on chemical and sensory quality of marinated sea bass filets (*Dicentrarchus labrax*, L. 1908) in sunflower oil during storage at °C. Emirates Journal of Food & Agriculture (EJFA). 2013;20(7).

- ۳۱ Viji P, Tanuja S, Ninan G, Lalitha K, Zynudheen A, Binsi P, et al. Biochemical, textural, microbiological and sensory attributes of gutted and ungutted sutchi catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) stored in ice. *Journal of Food Science and Technology*. ۲۰۱۵;۳۳(۲):۱۰۵-۱۱۰.
- ۳۲ Rasul MG, Majumdar BC, Afrin F, Bapary MAJ, Shah AA. Biochemical, microbiological, and sensory properties of dried silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) influenced by various drying methods. *Fishes*. ۲۰۱۸;۳(۳):۲۰.
- ۳۳ Verdos GI, Makrigiannis A, Tsigaras E, Boziaris IS. Survival of food-borne bacterial pathogens in traditional Mediterranean anchovy products. *Journal of Food Safety*. ۲۰۱۹;۳۹(۱):e.۱۲۵۷۶.

Production of warm marinade from *Oreochromis niloticus* (Nile Tilapia) using brown sugar and liquid smoke extract

Nadia Ansari¹, Nargess Mooraki^{2*}, Masoud Honarvar³

¹ Department of Food Science and Technology, Faculty of Biological Science, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

² Department of Fisheries Science, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

³ Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Corresponding Author: Nargess_mooraki@yahoo.com

Abstract

This study aimed to produce a warm marinade from Nile tilapia fillets using two different cooking methods (boiling and steaming), while evaluating the effects of various levels of cooking sugar II (0, 3, and 5%) and salt (3 and 5%). For this purpose, the marinade formulation included 3% acetic acid and 1% liquid smoke extract. The results indicated that the sample containing 5% salt and 5% cooking sugar II (sample 5N5S), prepared using the steaming method, had the highest levels of moisture (72.86%), protein (19.34%), ash (2.95%), and water holding capacity (92.72%). Moreover, the lowest changes in these parameters during 15 days of refrigerated storage were also observed in the same sample. Additionally, the use of cooking sugar and salt reduced oxidation during storage, such that the TVB-N content in this sample on day 15 was 18.32 mg nitrogen/100g, significantly lower than in other samples ($P < 0.05$). No mold or yeast growth was detected in any of the samples throughout the storage period. In sensory evaluation, the highest scores for taste (8.13), odor (8.40), appearance (8.53), and overall acceptability (8.60) on day 0 were recorded for sample 5N3S prepared by boiling. However, over time, the 5N5S sample showed improved scores, particularly in appearance, odor, and overall acceptability. Based on these findings, the formulation containing 5% cooking sugar II and 3% salt prepared by steaming is recommended as the optimal treatment for producing warm-marinated Nile tilapia.

Key words: Boiled, brown sugar II, marinade, Smoke, *Oreochromis niloticus*, salt, steamed.