مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

مقایسه خصوصیات فیزیکو- شیمیایی، میکروبی و حسی سس ماهی سنتی سوراغ با سس بدون گِل سرخ

امین اوجی فرد[1]*، سیروس بشیرزاده هنگامی[2]

[1] گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج‌فارس، بوشهر

[2] گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۶/۱۰/۱۱
اصلاح: ۹۷/۰۳/۱۱
پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۶

کلمات کلیدی:
اسید چرب
اسیدآمینه
رنگ‌سنجی
ساردین رنگین‌کمان

چکیـــده

هدف از این تحقیق تعیین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی، پذیرش حسی و کیفیت میکروبی سوراغ؛ سس ماهی سنتی است که در بخش‌های جنوبی ایران محبوب می‌باشد. سس از ماهی ساردین رنگین‌کمان (*Dussumieria acuta*) با ۳۰ درصد نمک و مدت زمان ۱۸۰ روز تخمیر تهیه شد. در این تحقیق از دو تیمار سس ماهی با گِل سرخ (A) و بدون گِل سرخ (B) استفاده شد. تیمار B به عنوان فرآورده حلال در نظر گرفته شد. اختلاف معنی‌داری در آنالیز تقریبی و TVN مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$)، اما pH تیمار A به‌طور معنی‌داری بیشتر از B بود ($P\leq ۰/۰۵$). میزان pH در محدوده ۵/۶۹ تا ۶/۲۹ و TVN در محدوده ۱۳۴/۵۱ تا ۱۴۷/۶۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم بود. نمونه سس A دارای رنگ قرمز و ارزش a* ۲۰/۹۳ بود. نتایج نشان داد که میزان اسیدهای آمینه هر دو تیمار قابل مقایسه با دیگر سس‌های تجاری است. همچنین مشخص شد که سوراغ با دارا بودن میزان بالای EPA و DHA می‌تواند منبع تغذیه‌ای خوبی برای انسان باشد. میزان شمارش کلی باکتری، باکتری‌های هالوفیلیک و مخمر و قارچ دو تیمار بعد از فرآیند تخمیر به کمتر از ۱ logCFU/g کاهش یافت و اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$). ارزیابی حسی نشان داد که نمونه A دارای امتیاز پذیرش کلی بالاتری است ($P\leq ۰/۰۵$).

مقدمـــه

سس ماهی تخمیری یک روش معمول در جنوب شرق آسیا جهت نگهداری و تولید محصول با ارزش افزوده از گونه‌های کم‌مصرف ماهی می‌باشد. سالانه حدود ۳۹۰ کارخانه و مقدار ۶۴۰۰۰ تن ماهی در تایلند برای تولید سس ماهی استفاده می‌شود. سس ماهی مایعی کدر و قهوه‌ای رنگ است که از مخلوطی از ماهی و نمک به دست می‌آید. به‌طورکلی این فرآورده با افزودن نمک به ماهی با نسبت ماهی به نمک ۲ به ۱ یا ۳ به ۱ تهیه می‌شود. از طریق تخمیر پروتئین هیدرولیز می‌شود که بیشتر تحت تأثیر عمل اتولیز به‌وسیله آنزیم‌های پروتئازی گوارشی می‌باشد (Klomklao *et al.*, 2006). به دلیل غلظت بالای نمک، رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا کنترل شده و این محصول طعم و بوی قابل قبولی پیدا می‌کند. این فرآورده حاوی ۸-۱۴ درصد پروتئین قابل هضم و ۲۵ درصد نمک است. سس ماهی علاوه بر آمینواسیدهای ضروری سهل الهضم، حاوی بسیاری از ویتامین‌ها و مواد معدنی نیز می‌باشد. محصولات تخمیری با توجه به قیمت ارزان، آماده‌سازی کم‌خرج و قابلیت هضم و جذب بالا می‌توانند راه حل خوبی برای جبران پروتئین مورد نیاز باشند (Hariono *et al.*, 2005).

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: Oujifard@pgu.ac.ir

در ایران دو نوع سس سنتی به نام‌های «مهیاوه» و «سوراغ» تولید می‌شود که در ارتباط با مهیاوه مقالات زیادی وجود دارد و به بهینه‌سازی و بررسی ویژگی‌های مختلف آن پرداخته شده است (Moayedi and Moosavi-Nasab, 2013; Yazdanpanah and Mahasti, 2011; Moradizadeh Fard *et al.*, 2011; Moeini and Kochakian, 2003). این دو سس از نظر ساخت، افزودنی‌ها و میزان نمک متفاوت می‌باشند. متأسفانه در ارتباط با سوراغ هیچ‌گونه اطلاعاتی وجود ندارد که با توجه به میزان مصرف بالای آن در بخش‌های جنوبی ایران و به‌ویژه خصوصیات منحصر به فرد آن یعنی استفاده از گِل سرخ (خاک سرخ) در آن که به لحاظ شرعی مشکل دارد و استفاده از آن را مکروه می‌کند نیاز به بررسی دارد.

گِل سرخ جزیره هرمز حدود ۳۹۰۰۰۰ تن تخمین زده می‌شود. رنگ سرخ تا ۱۵ درصد مربوط به اکسید آهن است که معمولاً به شکل هماتیت (نوعی سنگ آهن) است. این گِل سرخ در جهان بی‌نظیر بوده و در صنایع رنگ، سرامیک، شیشه، لاستیک، کاغذ، مواد آرایشی و کود و غیره کاربرد دارد (Yazdi *et al.*, 2014).

بومیان منطقه این خاک را گِلک می‌نامند و به عنوان ادویه در انواع مختلفی از غذاها از آن استفاده می‌کنند. یکی از این غذاها سس سوراغ می‌باشد که با نان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بومیان معتقدند که خاک سرخ به دلیل دارا بودن آهن می‌تواند کمبود آهن بدن آن‌ها را مرتفع سازد. همچنین این خاک در جذابیت رنگ سس نیز مؤثر می‌باشد.

برای صادرات محصولات تخمیری و یا حتی افزایش میزان مصرف آن در کشور علاوه بر آنکه نیاز است محصولاتی با ارزش غذایی بالا ولی سازگار با ذائقه مردم تولید شود، باید به کیفیت بهداشتی محصول تولید شده نیز توجه ویژه‌ای معطوف داشت. فرآیند تخمیر کنترل نشده برخی اوقات می‌تواند سبب تولید فرآورده با مخاطرات بهداشت عمومی شود که این مورد در سس مهیاوه توسط Zarei و همکاران (۲۰۱۲) به اثبات رسید. درنتیجه بررسی کیفیت تغذیه‌ای و میکروبی سس‌های سنتی ضروری می‌باشد. در این مقاله سعی شد اطلاعات کلی در مورد ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی، حسی و میکروبی سوراغ ارائه شود؛ همچنین سوراغ بدون گِل سرخ نیز به دلیل مزیت حلال بودن در این تحقیق گنجانده شد.

مواد و روش‌ها

نحوه تولید سس سوراغ

نحوه تهیه سس سوراغ به روش سنتی استان هرمزگان (شهرستان میناب) در ادامه آمده است. ابتدا ماهی ساردین رنگین‌کمان (*Dussumieria acuta*) از بازار ماهی‌فروشان بندرعباس تهیه و به همراه پودر یخ به محل تهیه سس انتقال داده شد. در محل تهیه سس، سر ماهیان جدا و محتویات شکمی آن‌ها تخلیه گردید. سپس ماهیان شسته و در آبکش قرار داده شدند تا آب و رطوبت اضافه آن‌ها گرفته شود. بعد از آن نسبت به توزین ماهیان اقدام شد و ماهیان به ۲ قسمت یک کیلوگرمی جهت آماده کردن تیمارها تقسیم شدند و در ظروف پلاستیکی مخصوص تهیه سس قرار گرفتند (با ۳ تکرار). سپس به ماهیان ۳۰ درصد نمک اضافه شد. جهت تولید فرآورده حلال یک تیمار بدون افزودن گِل سرخ تهیه شد. یک تیمار نیز شاهد بود که با گِل سرخ تهیه شد. مقدار ۳ درصد خاک سرخ در ۲۰۰ سی سی آب آشامیدنی مخلوط شد و پس از صاف کردن به ماهیان اضافه گردید. میزان نمک و گِل سرخ (۳۰ و ۳ درصد) بر اساس مقدار معمولی که بومیان در تهیه این فرآورده استفاده می‌کنند انتخاب شد. درب ظرف‌ها بسته و به مدت ۱۵روز در فضای باز در مجاورت نور خورشید قرار داده شد تا فرآیند آنزیمی سریع‌تر انجام پذیرد. در این مدت هر سه روز یک‌بار سس ماهی به هم زده شد تا فرآیند تخمیر به‌طور یکنواخت در نمونه‌ها صورت پذیرد. پس از گذشت ۱۵روز ظروف حاوی دو تیمار به داخل محل تهیه سس منتقل (سالن سرپوشیده) و در دمای ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت شش ماه نگهداری شد تا فرآیند تخمیر کامل گردد. پس از دو فاز شدن سس، تیمارها با استفاده از صافی با چشمه ۲ میکرون صاف گردید. مایع حاصله سس ماهی یا سوراغ در نظر گرفته شد (شکل ۱).

آنالیز تقریبی

مقدار رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر با استفاده از روش استاندارد سنجش شد (AOAC, 1995).

شکل ۱. دو تیمار سس ماهی سوراغ تهیه شده در این تحقیق که سمت چپ با گِل سرخ و سمت راست بدون گِل سرخ تهیه شده است.

سنجش مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

اندازه‌گیری TVB-N به روش کجلدال و با قرار دادن ۱۰ گرم نمونه بعلاوه ۲ گرم اکسید منیزیم و افزودن ۳۰۰ سی سی آب مقطر داخل بالن و در نهایت جمع‌آوری بازهای ازته فرار در داخل محلول شامل اسید بوریک ۲ درصد و متیل رد به عنوان شاخص و تیتر محلول زرد رنگ حاصله با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا حاصل شدن رنگ ارغوانی، انجام شد و به صورت میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه سس بیان شد (Jeon *et al.*, 2002). میزان بازهای ازته فرار از رابطه زیر محاسبه گردید.

TVB-N = (میزان اسید سولفوریک مصرفی ×۱/۴×۱۰۰/ وزن نمونه)

اندازه‌گیری pH

۱۰ گرم از نمونه سس هموژن شده و با ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید و pH نمونه با کمک دستگاه pH متر دیجیتالی (SP-vol آلمان) که در pH ۴ و ۷ استاندارد شده بود، اندازه‌گیری شد (Tsironi *et al.*, 2009).

رنگ سنجی

جهت ارزیابی رنگ در نمونه‌های مورد آزمایش از روش استاندارد کمیسیون بین‌المللی روشنایی (CIE) پیروی گردید که در آن میزان*L (سفیدی)، *a (*a-= سبزی، *a += قرمزی) و*b (*b-= آبی، *b + = زردی) با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مدل TES-۱۳۵ ساخت شرکت Tes تایوان (رنگ سنج Color Meter Model TES-۱۳۵) مورد بررسی قرار گرفت.

آنالیز اسیدهای آمینه

روش Pico Tag با تغییرات جزئی برای تعیین پروفایل اسیدهای آمینه (AA) نمونه همگن شده استفاده شد (Matloubi *et al.*, 2004). ابتدا نمونه‌ها با استفاده از کلرفرم و متانول چربی زدایی شدند. پس از آماده‌سازی نمونه و استانداردها، مقدار ۱۰-۱ µL از هرکدام از آن‌ها توسط HPLC فاز معکوس (Perkin-Elmer;USA) با ستون C18 (۳/۹ mm×۳۰۰ mm قطر داخلی) در طول‌موج ۲۵۴ نانومتر آنالیز شدند. میزان اسیدهای آمینه با توجه به منحنی استاندارد و همچنین بر اساس سطح زیر پیک تعیین گردید. مقادیر اعلام شده بر حسب درصد هریک از اسیدهای آمینه نسبت به کل اسیدهای آمینه اندازه‌گیری شده در نمونه‌های سس ماهی بیان شد.

آنالیز اسید چرب

نمونه چربی سس با کلروفرم/ متانول استخراج شد (Folch *et al.*, 1957) و اسیدهای چـرب بـا BF_3 در متـانول متیلـه شـدند. اسیدهای چرب متیل استر به وسیله n- هگزان استخراج شدند (Metcalfe *et al.*, 1966). برای بررسـی و شناسـایی اسـیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گازکروماتوگراف (GC) فیلیپس مجهز به سـتون کـاپیلاری از نـوع (60 m× 0.25 mm SGE BPX70) و آشکارساز نوع FID استفاده گردید. دمای آشکارساز و محل تزریق به ترتیب بر روی ۲۶۰ و ۲۳۰ درجه سانتی‌گـراد

تنظیم شد. در این روش از گاز هلیم (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹٪) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹٪) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. مقادیر اسید چرب به صورت درصد سطح زیر پیک از کل بیان شد.

سنجش باکتریایی

۱۰ گرم از سس ماهی به همراه ۹۰ سی سی محلول ۰/۱ درصد محیط مایع پپتون درون کیسه‌ی استریل استومیکر منتقل و به مدت ۶۰ ثانیه در دستگاه استومیکر هموژن گردید. پس از تهیه رقت‌های مورد نیاز، یک میلی‌لیتر از هر رقت برای شمارش کلی باکتری‌ها (TVC)، باکتری‌های هیدروفیلیک و شمارش کلی مخمر در محیط‌های مورد نظر کشت داده شد. برای شمارش TVC از محیط پلیت کانت آگار (PCA) و برای شمارش باکتری هالوفیلیک از محیط PCA به همراه ۱۵ و ۲۵ درصد NaCl استفاده شد و سپس محیط‌های کشت در انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. برای شمارش مخمرها از محیط کشت یست اکسترکت آگار (YMC) به همراه ۱۵ و ۲۵ درصد NaCl استفاده شد و محیط‌های کشت به مدت پنج روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند (Roberts, 1995).

آنالیز حسی

آنالیز حسی نمونه‌های سس با استفاده از ۲۰ ارزیاب که از بومیان آشنا به سس سوراغ بودند انجام شد. رنگ، بو، مزه و پذیرش کلی با استفاده از مقیاس هدونیک ۷ نقطه‌ای (۱= به شدت نامطلوب و ۷= به شدت مطلوب) که توسط Oetterer و همکاران (۲۰۰۳) توصیف شده است انجام گرفت. سس‌ها به‌طور مستقیم مورد استفاده قرار گرفت.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون T-test (T-جفتی) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. از نرم‌افزار آماری SPSS برای آنالیز داده‌ها و از نرم‌افزار اکسل برای رسم نمودارها استفاده شد. برای آنالیز داده‌های حسی نیز از آزمون ناپارامتری فریدمن استفاده شد.

نتایــج

آنالیز تقریبی

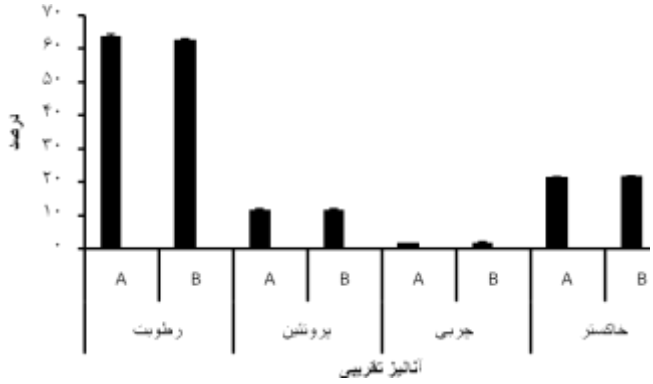
میزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر ماهی تازه به ترتیب ۰/۸۰±۷۱/۳۷، ۰/۴۷±۱۹/۸۸، ۰/۱۸±۶/۵۴ و ۰/۰۹±۱/۶۷ درصد بود. آنالیز تقریبی سس ماهی سوراغ با گِل سرخ (A) و بدون آن (B) نیز در شکل ۲ مشخص شده است. اختلاف معنی‌داری در آنالیز تقریبی دو تیمار مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$).

میزان pH و TVB-N

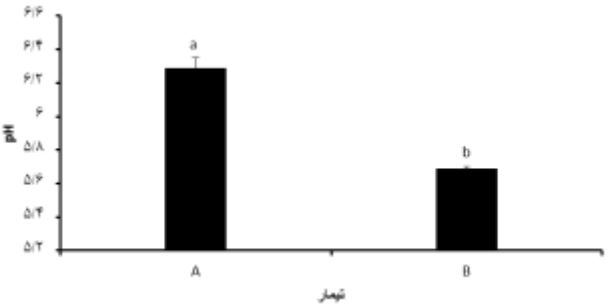
نتایج pH و TVB-N در شکل‌های ۳ و ۴ مشخص شده است. pH تیمار A به‌طور معنی‌داری بیشتر از B بود ($P\leq ۰/۰۵$). TVB-N نیز اگرچه در تیمار A بیشتر بود اما این اختلاف معنی‌دار نبود ($P\geq ۰/۰۵$).

رنگ سنجی

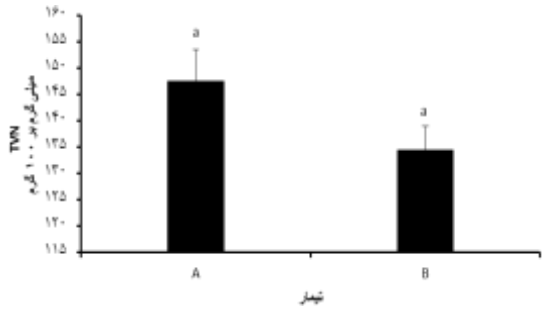
نتایج مربوط به رنگ دو تیمار آزمایشی در جدول ۱ مشخص شده است. نتایج نشان داد که تیمار A دارای ارزش L^* و b^* کمتر و ارزش a^* بیشتری نسبت به تیمار B است. اسیدهای آمینه نتایج پروفیل اسیدهای آمینه سس‌های مورد آزمایش در جدول ۲ مشخص شده است. متیونین و فنیل آلانین کمترین مقدار را در بین اسیدهای آمینه ضروری داشتند. در بین ۹ اسیدآمینه ضروری گزارش شده لیزین، آرژنین، لوسین و والین فراوان‌ترین بودند. گِلوتامیک اسید و آلانین فراوان‌ترین اسیدآمینه غیرضروری را تشکیل می‌دادند. اسیدآمینه سیستئین مشخص نشد.



شکل ۲. آنالیز تقریبی سس ماهی سوراغ با گِل سرخ (A) و بدون گِل سرخ (B). اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.



شکل ۳. میزان pH سس ماهی سوراغ با گِل سرخ (A) و بدون گِل سرخ (B).



شکل ۴. میزان TVB-N سس ماهی سوراغ با گِل سرخ (A) و بدون گِل سرخ (B).

اسیدهای چرب

نتایج مربوط به پروفایل اسیدهای چرب دو نمونه سس ماهی سوراغ در جدول ۳ مشخص شده است. بیشترین مقدار گروه اسیدهای چرب را به ترتیب SFA، PUFA و MUFA تشکیل داده‌اند. از میان گروه SFA، اسیدهای چرب مریستیک، پالمیتیک و استئاریک فراوان‌ترین بودند. همچنین هر دو تیمار دارای میزان Σn3 بیشتری نسبت به Σn6 بودند. مقایسه دو تیمار نیز نشان داد که تیمار A دارای میزان PUFA بیشتری است که ناشی از میزان بالاتر Σn6 می‌باشد.

ویژگی‌های میکروبی

میزان شمارش کلی، قارچ و مخمر و باکتری‌های هالوفیلیک تیمارها بعد از گذشت ۶ ماه از فرآیند تخمیر کمتر از ۱ log CFU/g بود (جدول ۴). همچنین اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار مشاهده نشد ($P\geq ۰/۰۵$).

آنالیز حسی

نتایج مربوط به آنالیز حسی در جدول ۵ مشخص شده است. نتایج نشان داد که دو سس تولیدی از نظر فاکتورهای بو و مزه اختلاف معنی‌داری ندارند ($P\geq ۰/۰۵$). میزان رنگ در سس تولیدی با گِل سرخ به‌طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بالاتر از سس بدون گِل سرخ بود که این پارامتر در پذیرش کلی محصول نیز تأثیر گذاشت و باعث افزایش مقبولیت تیمار A نسبت به تیمار B شد.

جدول ۱. ویژگی‌های رنگ سس ماهی سوراغ تولیدی با گِل سرخ (A) و بدون گِل سرخ (B)

تیمار/فاکتور رنگ	L^*	a^*	b^*
A	۲۰/۲۴±۰/۲۷^b	۲۰/۹۳±۰/۷۶^a	۱۴/۶۷±۰/۵۶^b
B	۳۷/۴۰±۰/۹۵^a	۲/۸۷±۰/۵۹^b	۱۸/۵۷±۰/۵۵^a

جدول ۲. ترکیب اسیدهای آمینه سس ماهی سوراغ تولیدی با گِل سرخ (A) و بدون آن (B)

آمینواسید (گرم بر ۱۰۰ گرم پروتئین)	A	B
اسیدهای آمینه ضروری		
ایزولوسین	۴/۶	۴/۴
لوسین	۸/۴	۹/۱
فنیل آلانین	۳/۲	۳/۲
لیزین	۱۶/۸	۱۵/۴
هیستیدین	۴/۳	۴/۷
آرژنین	۷/۹	۸/۱
ترئونین	۴/۱	۴/۶
والین	۷/۰	۶/۱
متیونین	۳/۲	۲/۹
اسیدهای آمینه غیرضروری		
آلانین	۱۲/۲	۹/۶
پرولین	۳/۲	۳/۷
تیروزین	۳/۳	۲/۵
اسید آسپارتیک	۲/۳	۴/۶
اسید گِلوتامیک	۱۱/۹	۱۴/۸
سرین	۲/۸	۴/۷
گِلیسین	۷/۱	۶/۲
مجموع اسیدهای آمینه ضروری	۵۹/۵	۵۸/۵
مجموع اسیدهای آمینه غیرضروری	۴۲/۸	۴۶/۱

جدول ۴. ویژگی‌های میکروبی (log CFU/g) سس ماهی سوراغ تولیدی با گِل سرخ (A) و بدون آن (B)

تیمار/فاکتور	**شمارش کلی باکتری (TVC)**	**قارچ و مخمر**	**باکتری هالوفیلیک**
A	۰/۷۰±۰/۱۶^a	۰/۳۶±۰/۰۵^a	۰/۵۵±۰/۱۲^a
B	۰/۸۵±۰/۰۷^a	۰/۴۵±۰/۰۱^a	۰/۶۰±۰/۰۱^a

جدول ۵. آنالیز حسی سس ماهی سوراغ تولیدی با گِل سرخ (A) و بدون آن (B)

تیمار/فاکتور	رنگ	بو	مزه	پذیرش کلی
A	۶/۷۵±۰/۴۴^a	۵/۴۰±۱/۰۹^a	۵/۲۵±۱/۱۶^a	۵/۲۰±۰/۸۹^a
B	۴/۶۰±۰/۵۰^b	۵/۳۰±۰/۹۷^a	۵/۲۰±۱/۰۰^a	۳/۴۰±۱/۰۴^b

جدول ۳. ترکیب اسیدهای چرب سس ماهی سوراغ تولیدی با گِل سرخ (A) و بدون آن (B)

نام عمومی	اسید چرب	A	B
مریستیک	C14:0	۷/۶۵	۱۰/۲۹
پنتادسیلیک اسید	C15:0	۱/۲۴	۰
پالمیتیک	C16:0	۲۵/۹۲	۳۰/۶۹
پالمیتولئیک	C16:1	۵/۹۷	۷/۲۰
هپتا دکانوئیک	C17:0	۰/۹۵	۱/۱۰
هپتا دکنوئیک	C17:1	۳/۴۱	۱/۶۹
استئاریک	C18:0	۱۲/۳۶	۱۲/۲۰
اولئیک (سیس)	C18:1(n-9)C	۵/۷۱	۶/۴۸
اولئیک (ترانس)	C18:1(n-9)T	۳/۷۳	۴/۹۱
لینولئیک (سیس)	C18:2(n-6)C	۳/۰۲	۲/۱۱
لینولئیک (ترانس)	C18:2(n-6)t	۰/۳۵	۰
آلفالینولنیک	C18:3(n-3)	۰/۷۶	۰/۲۶
آراشیدیک اسید	C20:0	۱/۶۶	۰/۹۸
ایکوزنوئیک	C20:1	۰/۶۰	۰
ایکوزا دی انوئیک	C20:2	۰/۳۳	۰
مید اسید	C20:3 n9	۰/۲۹	۰
ایکوزا تری انوئیک	C20:3 n3	۰/۶۷	۰
آراشیدونیک	C20:4(n-6)ARA	۲/۵۶	۲/۵۲
بهنیک اسید	C22:0	۰/۴۴	۰
اسید اروسیک	C22:1	۰/۲۶	۰
ایکوزاپنتانوئیک	C20:5(n-3) EPA	۵/۰۴	۵/۷۹
آدرنیک اسید	C22:4 n6	۰/۲۶	۰
لیگنوسریک اسید	C24:0	۱/۰۴	۰
دوکوزاپنتانوئیک اسید	C22:5 n6	۰/۴۵	۰
دوکوزاپنتانوئیک اسید	C22:5 n3 DPA	۱/۱۶	۰
دوکوزاهگزانوئیک	C22:6(n-3) DHA	۱۴/۰۵	۱۳/۷۲
مجموع اسیدهای چرب اشباع	**SFA**	۵۱/۲۹	۵۵/۲۸
مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباع	**MUFA**	۱۹/۷۰	۲۰/۳۰
مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع	**PUFA**	۲۸/۹۹	۲۴/۱۵
مجموع اسیدهای چرب سری امگا۳	**Σn3**	۲۱/۷۰	۱۹/۵۱
مجموع اسیدهای چرب سری امگا۶	**Σn6**	۶/۶۶	۴/۶۳
مجموع دوکوزاهگزانوئیک و ایکوزاپنتانوئیک	**EPA+DHA**	۱۹/۰۹	۱۹/۵۱

بحث

در مطالعه‌ی حاضر مقادیر ترکیب بدن ماهی تازه مشابه با دیگر گزارش‌ها می‌باشد (Palani kumar *et al.*, 2014). همچنین نتایج آنالیز تقریبی سس ماهی سوراغ در شکل ۲ نشان داده شده است. به‌طورکلی میزان پروتئین و چربی سس ماهی به نسبت خود ماهی کاهش و میزان خاکستر آن پس از ۱۸۰ روز فرآیند تخمیر افزایش یافت. Petrus (۲۰۱۵) نشان داد که نمک در طول فرآیند تخمیر به درون بافت نفوذ کرده و باعث تغییر در برخی ترکیبات می‌شود؛ ازجمله باعث خروج پروتئین می‌گردد. همچنین تغییرات لیپید ممکن است در توسعه طعم سس ماهی تأثیر داشته باشد. Saisithi (۱۹۹۴) نشان داد که در فرآیند تخمیر پروتئین و چربی تجزیه شده و حضور باکتری‌های تولید کننده آنزیم موجب افزایش بو و مزه فرآورده نهایی

می‌شود. Hermansyah (۱۹۹۹) بیان داشت که افزودن نمک می‌تواند موجب افزایش مواد معدنی در سس شود. El-Sebahy و Metwali (۱۹۸۸) کاهش در میزان پروتئین و چربی و افزایش در میزان خاکستر را در تحقیق خود بر روی ماهی کفال مشاهده کردند که با نتایج تحقیق حاضر همسو بود. همچنین محدوده گزارش شده برای آنالیز تقریبی سس سوراغ همسو با نتایج Park و همکاران (۲۰۰۱) بود که میزان رطوبت، پروتئین و خاکستر سس تولیدی از وایتینگ اقیانوس آرام را به ترتیب ۶۱/۴۰-۷۹/۲۰ درصد، ۰/۹-۱۳/۷۰ درصد و ۱۸/۲۰-۲۵/۸۰ درصد گزارش کردند.

pH نیز پارامتر بسیار مهمی است که فرآیند تخمیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Lopetcharat *et al.*, 2001). pH تحقیق حاضر در محدوده ۵/۶۹-۶/۲۹ بود (شکل ۳). طبق تحقیق Zarei و همکاران (۲۰۱۲) pH مهیاوه ۴/۸۹-۷/۵۵ بود. به دلیل رشد باکتری‌های اسید لاکتیک در محصولات تخمیری معمولاً pH این فرآورده‌ها پایین است (Frazier and Westhoff, 1988). در تحقیق حاضر اختلاف معنی‌داری در میزان TVB-N بین دو تیمار مشاهده نشد (شکل ۴). همچنین محدوده مشاهده شده برای این پارامتر در تحقیقات بسیاری به اثبات رسیده است. برخی محققان سطح بالاتر از ۱۵۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم (Zarei *et al.*, 2012; Kuda *et al.*, 2007) و برخی دیگر مقدار کمتر از ۲۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم را برای TVB-N گزارش کردند (Desniar *et al.*, 2009; Petrus *et al.*, 2013). TVB-N نیز به‌وسیله گونه ماهی، جنس و سن، موقعیت و فصل صید تحت تأثیر قرار می‌گیرد. Babu و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که سطح TVB-N نشان دهنده تشکیل بازهای فرار ناشی از شکست پروتئین به‌وسیله فعالیت میکروبی است. همچنین TVB-N بالاتر تیمار A می‌تواند بالاتر بودن pH آن را توجیه کند.

مقادیر L* و b* گزارش شده در تحقیق حاضر اندکی کمتر از مقادیر گزارش شده برای سس ماهی حاصل از آنچوی و ساردین بود که در محدوده ۸۲/۰۶، ۴۸/۰۱ و ۳۱/۶۵-۵۰/۴۹، ۵۱/۱۹-۶۴/۷۶ بود (Mueda, 2015; Klomklao *et al.*, 2006). تیمار A به دلیل داشتن گِل سرخ دارای رنگ قرمز بود. ارزش a* این تیمار مشابه رنگ سس ماهی ساخته شده از ساردین (ارزش a* ۱۸/۱۴-۲۲/۶۳) بعد از ۱۸۰ روز تخمیر در تحقیق Klomklao و همکاران (۲۰۰۶) بود. تشکیل رنگ احتمالاً به دلیل تشکیل ترکیبات با وزن مولکولی کم و حضور ملانوئیدها با وزن مولکولی زیاد (به‌ویژه حاصل از واکنش میلارد) می‌باشد.

پروفایل اسیدآمینه سس سوراغ (جدول ۲) مشابه سس ماهی گزارش شده توسط Lopetcharat و همکاران (۲۰۰۱) و Ijong و Ohta (۱۹۹۶) بود. در هر دو سس مجموع اسیدهای آمینه ضروری بیش از غیرضروری بود که در تحقیق Ijong و Ohta (۱۹۹۵) و Shih و همکاران (۲۰۰۳) نیز همین روند گزارش شده بود. نتایج نشان داد که ترکیب آمینواسیدی سوراغ قابل مقایسه با دیگر سس‌های تجاری است. از طرفی آمینواسیدها بیشترین نقش را در خوش‌طعمی سس دارند و درنتیجه شکست پروتئین‌ها از طریق عمل آنزیمی ایجاد می‌شوند. این آمینواسیدها مسئول ترکیبات طعم‌دهنده سس ماهی هستند (Ibrahim, 2010). سس سوراغ نیز دارای مقدار بالایی از اسید گِلوتامیک، گِلیسین، لیزین و آلانین بود؛ این اسیدهای آمینه نقش مهمی در طعم و مزه سس بازی می‌کنند (Je *et al.*, 2005).

در ارتباط با اسیدهای چرب، EPA و DHA فراوان‌ترین PUFA-n3 سس سوراغ بودند که مطابق با نتایج سس ماهی تولیدی از ساردین بود (Dincer *et al.*, 2010). همچنین مقدار اسیدهای چرب سوراغ (هر دو تیمار) مشابه مقادیر گزارش شده در تحقیق Dincer و همکاران (۲۰۱۰) بود که طبق تحقیق آن‌ها میزان SFA، MUFA، PUFA، EPA، و DHA سس ماهی ساردین به ترتیب ۳۹/۴۰-۵۰/۷۷، ۱۵/۱۷-۲۱/۸۶، ۲۷/۹۳-۴۰/۳۸، ۵/۰۱-۶/۸۲ و ۱۸/۸۶-۲۸/۵۴ درصد بود. میزان PUFA در تیمار A اندکی بالاتر بود که به دلیل میزان Σn6 بالاتر می‌باشد. بااین‌حال مشخص شده است که ترکیب اسید چرب بسته به موقعیت صید، فصل، جنس و سن ماهی می‌تواند متفاوت باشد (Gruger *et al.*, 1964; Sen and Schlenk, 1964; Orthoefer *et al.*, 1976).

میزان باکتری‌ها، قارچ و مخمر در سس سوراغ (هر دو تیمار) کمتر از ۱ log CFU/g بود (جدول ۴). Dissaraphong و همکاران (۲۰۰۶) نیز تعداد میکروارگانیزم‌های مشاهده شده در سس ماهی ساخته شده با احشاء تون را کمتر از ۱ log CFU/g گزارش کردند. نمک بکار رفته در تهیه سس نه تنها به عنوان یک نگه‌دارنده عمل می‌کند بلکه باعث کاهش آب فعال و میزان رطوبت محصول نهایی می‌شود که این شرایط برای رشد میکروبی نامناسب است (Petrus *et al.*, 2013). Kakati و Goswami (۲۰۱۳) نیز مقدار اندک مخمر و قارچ را (۱/۷-۱/۲ log CFU/g) در نمونه‌های ماهی تخمیری سنتی خود مشاهده

کردند. بطور کلی از طریق کنترل بهداشتی در زمان ساخت، مراعات اصول بهداشتی و کنترل کیفیت آب می‌توان از آلودگی‌ها و رشد باکتری‌های پاتوژن مولد فساد جلوگیری کرد. سطح پایین تعداد میکروارگانیزم‌ها در دو نمونه سس نکته مهمی می‌باشد که می‌تواند نتیجه میزان بالای نمک به کار رفته در سوراغ باشد. به‌طورکلی آنالیز نمونه‌ها نشان داد که محصول از نظر میکروبی سالم بوده و می‌تواند نتیجه شرایط بهداشتی در طول فرآیند تهیه و فرآوری باشد.

در تحقیق حاضر ارزیاب‌ها در واقع افراد بومی بودند که با طعم و مزه سس آشنایی کامل داشتند. با توجه به نمره کسب شده در آنالیز حسی برای دو نمونه (جدول ۵) مشخص شد که هر دو سس طعم قوی نامطلوب و خاصی را ارائه نداده و مورد پسند بوده‌اند که نشان دهنده این موضوع است که فساد باکتریایی در طول تخمیر اتفاق نیفتاده است که مطابق با داده‌های میکروبی بود (جدول ۴). در محصولات با نمک پایین ممکن است هیدرولیز پروتئین از طریق پروتئیناز میکروبی تسریع شود و تجزیه ترکیبات ازته اتفاق افتد که این خود سبب تولید ترکیبات فرار بد طعم همچون آمونیاک یا غیره می‌شود. این عمل موجب بوی بد در ترکیبات با درصد پایین نمک می‌شود (Klomklao *et al.*, 2006). سوراغ به دلیل داشتن میزان نمک بالا ممکن است چنین مشکلی را بروز نداده و درنتیجه از نظر طعم و مزه مناسب باشد. میزان نه چندان بالای TVB-N (شکل ۴) نیز می‌تواند گویای این مطلب باشد. در کل تیمار A دارای پذیرش کلی بالاتری بود که می‌تواند نتیجه رنگ قرمز آن باشد که باعث افزایش مقبولیت آن از نظر ارزیاب‌ها شده است.

این تحقیق اولین کار گزارش شده بر روی ویژگی‌های سس سنتی ایرانی سوراغ می‌باشد. سس ماهی حاوی اسیدهای آمینه ضروری بوده و برای مصرف انسانی سالم است. میزان بالای EPA و DHA در سس ماهی از آنجا که برای سلامتی انسان مفید می‌باشد قابل توجه است. بر اساس نتایج حسی اگرچه تیمار A دارای مقبولیت بیشتری بود ولی می‌توان بدون ایجاد تغییرات عمده در کیفیت و نیز بو و مزه، سس حلال را تولید کرد که قابل استفاده برای همه افراد باشد. با این تفاسیر انجام آزمایش‌های بیشتر و نیز انجام بهینه‌سازی‌ها جهت صادرات این محصول ایرانی پیشنهاد می‌شود.

منابـع

[AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Virginia USA: Association of Official Analytical Chemist Inc. Arlington.

Babu, U.S.J., Rao, B.M., Khasim, D.I. Nair, K.G.R. 2005. Biochemical and microbiological quality of formic silage and Lactobacillus fermented silage. Fish Technology. 42(2): 163-170.

Desniar, D., Poernomo, D. Wijatur, W. 2009. The influence of salt concentration on peda chubb mackerel (*Rastrelliger* sp) with spontaneous fermentation. Jurnal Pengolahan Perikanan Indonesia. XII (1): 73– 87.

Dincer, T., Cakli, S., Kilinc, B., Tolasa, S. 2010. Amino acids and fatty acid composition content of fish sauce. Journal of Animal and Veterinary Advances. 9(2): 311-315.

Dissaraphong, S., Benjakul, S., Visessanguan, W., Kishimura, H. 2006. The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation. Bioresource Technology. 97: 2032-2040.

El-Sebahy, L.A. Metwalli, M.S. 1988. Changes in some chemical characteristics and lipid composition of salted fermented Bouri fish muscle (*Mugil cephalus*). Food Chemistry. 31: 41-50.

Folch, J., Lees, M., Sloane- Stanley, C.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry. 226: 477-509.

Frazier, W.C., Westhoff, D.C. 1988. Food Microbiology. McGraw Hill, New York.

Gruger, E.H., Nelson, R.W. Stansby, M.E. 1964. Fatty acid composition of oils from 21 species of marine fresh water and shell fish. Journal of the American Oil Chemists Society. 41(10): 662-667.

Hariono, I., Yeap, S.E., Kok, T.N., Ang, G.T. 2005. Use of koji and protease in fish sauce fermentation. Singapore Journal of Primary Industries. 32: 19-29.

Hermansyah, Y. 1999. Effect of Salt Concentration, Carbohydrates, and Old Fermented Dry Bekasam Against Quality of Goldfish (*Cyprinus carpio* L.). PhD Thesis. Agricultural Institute. Bogor.

Ibrahim, S.M. 2010. Utilization of Gambusia (*Affinis affinis*) For Fish Sauce Production. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 10: 169-172.

Ijong, F.G., Ohta, Y. 1995. Microflora and chemical assessment of an Indonesian traditional fermented fish sauce "Bakasang". Journal of the Faculty of Applied Biological Science. 34: 95-100.

Ijong, F.G., Ohta, Y. 1996. Physicochemical and microbiological changes associated with bakasang processing, a traditional Indonesian fermented fish sauce. Journal of the Science of Food and Agriculture. 71: 9-74.

Je, J-Y., Park, P-J., Jung, W-K., Kim, S-K. 2005. Amino acid changes in fermented oyster (*Crassostrea gigas*) sauce with different fermentation periods. Food Chemistry. 91: 15-18.

Jeon, Y.J., Kamil, J.Y.V.A., Shahidi, F. 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of Herring and Atlantic Cod. Journal of AgriculturaL Food Chemistry. 50: 5167-5178.

Kakati, B.K., Goswami, U.C. 2013. Characterization of the traditional fermented fish product Shidol of Northeast India prepared from Puntius sophore and Setipinna phasa. Indian Journal of Traditional Knowledge. 12(1): 85-90.

Klomklao, S., Benjakul, S., Visessanguan, W., Kishimura, H. Simpson, B.K. 2006. Effects of the addition of spleen of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) on the liquefaction and characteristics of fish sauce made from sardine (*Sardinella gibbosa*). Food Chemistry. 98: 440-452.

Kuda, T., Mihara, T., Yano, T. 2007. Detection of histamine and histamine-related acteria in fish-nukazuke, a salted and fermented fish with rice-bran, by simple colorimetric microplate assay. Food Control. 18: 677-681.

Lopetcharat, K., Choi, Y.J., Park, J.W., Daeschel, M.D. 2001. Fish sauce products and manufacturing – a review. Food Reviews International. 17(1): 65-88.

Matloubi, H., Aflaki, F., Hadjiezadegan, M. 2004. Effect of γ-irradiation onamino acids content of baby food proteins. Journal of Food Composition and Analysis. 17(2):133-139.

Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A., Pelka, J.R. 1966. Rapid preparation of fatty acids esters from lipids for gas chromatographic analysis. Annals of Chemistry. 38: 524-535.

Moayedi, S.F., Moosavi-Nasab, M. 2013. Evaluation of nitrogenous compounds, microbial changes and electrophoresis pattern during fermentation of Mahyaveh, the Iranian traditional fish sauce. Iranian Scientific Fisheries Journal. 22(3): 147-163. (in Persian)

Moeini, S.A., Kochakian, A. 2003. Production of sauce from Caspian Sea Kilka by traditional and industrial methods using enzymes and proteolytic bacteria. Iranian Scientific Fisheries Journal. 12(2): 79-94. (in Persian)

Moradizadeh Fard, H., Jalalian, M., Shabanpour, B. 2011. Effects of garlic extract on chemical and microbial and sensory properties of Mahveh produced from fresh and dried anchovy (*Stolephorus indicus*). Journal of Food Science and Technology. 8(30): 11-20. (in Persian)

Mueda, R.T. 2015. Physico-chemical and colour characteristics of salt fermented fish sauce from anchovy *Stolephorus commersonii*. International Journal of the Bioflux Society. 8(4): 565-572.

Oetterer, M., Perujo, S.D., Gallo, C.R., Arruda, L.F., Borghesi, R., Cruz, A.M.P. 2003. Monitoring the sardine (*Sardinella brasiliensis*) fermentation process to obtain anchovies. Scientia Agricola. 60(3): 511-517.

Orthoefer, F.T., Deng, T.C. Demnison, R.A. 1976. Mullet lipids and fatty acids. Presentation at 73rd SAAS Meeting, Mobile, A1, Feb. 1-4.

Park, J.N., Fukumoto, Y., Fujita, E., Tanaka, T., Washio, T., Otsuka, S., Shimizu, T., Watanabe, K. Abe, H. 2001. Chemical Composition of Fish Sauces Produced in Southeast and East Asian Countries. Journal of Food Composition and Analysis. 14: 113-125.

Palani Kumar, M., Ruba Annathai, A., Jeya Shakila, R., Shanmugam, S.A. 2014. Proximate and Major Mineral Composition of 23 Medium Sized Marine Fin Fishes Landed in the Thoothukudi Coast of India. Journal of Nutrition and Food Sciences. 4: 259-267.

Petrus, H. 2015. Physicochemical characteristics, microbial quality and organoleptic acceptability of indonesian traditional fermented fresh water fish (*Anabas testudineus* Bloch) prepared using different concentrations of salt and lime (*Citrus aurantifolia swingle*) juice. International Journal of Biosciences. 6(8): 157-170.

Petrus, H., Purnomo, H., Suprayitno, E., Hardoko, E. 2013. Physicochemical characteristics, sensory acceptability and microbial quality of *Wadi Betok* a traditional fermented fish from South Kalimantan, Indonesia. International Food Research Journal. 20(2): 933-939.

Roberts, I.S. 1995. Bacterial polysaccharides in sickness and in health. Microbiology. 141: 2023-2031.

Saisithi, P. 1994. Traditional fermented fish: fish sauce production. In: Fisheries Processing: Biotechnological applications. Martin, A.M. (eds.). London, Chapman & Hall. pp. 111-131.

Sen, N. Schlenk, H. 1964. The structure of polyenoic odd and even numbered fatty acids of mullet. Journal of the American Oil Chemists' Society. 41(3): 241-247.

Shih, I.L., Chenb, L.G., Yu, T.S., Chang, W.T. Wang, S.L. 2003. Microbial reclamation of fish processing wastes for the production of fish sauce. Enzyme and Microbial Technology. 33: 154-162.

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.

Yazdanpanah, S., Mahasti, P. 2011. Evaluation of Nutritional Value of Sardine Sauce. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 3(4): 68-74.(in Persian)

Yazdi, A., Arian, M.A., Rezapour Tabari, M.M. 2014. Geological and Geotourism Study of Iran Geology Natural Museum, Hormoz Island. Open Journal of Ecology. 4: 703-714.

Zarei, M., Najafzadeh, H., Eskandari, M.H., Pashmforoush, M., Enayati, A., Gharibi, D., Fazlara, A. 2012. Chemical and microbial properties of mahyaveh, a traditional Iranian fish sauce. Food Control. 23: 511-514.