

تاثیر اسانس رزماری (*Rosmarinus officinalis*) بر کیفیت سوریمی کپور نقره‌ای *Escherichia coli* (Hypophthalmichthys molitrix) تلقیح شده با باکتری اشرشیاکلی طی نگهداری در یخچال

مهديه واحدی سرریگانی^۱، ابراهیم علیزاده دوغیکلایی^{۱*}، محسن شهریاری مقدم^۲، مصطفی یوسف الهی^۳

^۱گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

^۲گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

^۳گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

*نویسنده مسئول: alizadeh@uoz.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۳

چکیده

هدف این تحقیق بررسی تاثیر مهارکنندگی اسانس برگ رزماری بر باکتری اشرشیاکلی تلقیح شده در سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. سوریمی با باکتری اشرشیاکلی تلقیح (CFU/g) 10^6 و با غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ میکرولیتر برگ اسانس رزماری تیمار و پس از بسته‌بندی در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری گردید. فراسنجه‌های شیمیایی (پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و مجموع بازهای نیتروژنی فرار) و میکروبی (شمارش باکتری اشرشیاکلی، باکتری‌های کل و باکتری‌های سرما دوست) در زمان‌های ۲۴، ۷۲، ۱۴۴، ۲۱۶ و ۲۸۸ ساعت اندازه‌گیری شدند. مقدار پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و مجموع بازهای نیتروژنی فرار تیمار حاوی باکتری اشرشیاکلی بدون اسانس بیشتر از سایر تیمارها بود. مقادیر این شاخص‌ها طی نگهداری در همه تیمارها افزایش یافت، اما این افزایش در تیمارهای حاوی اسانس برگ رزماری کمتر بود. تیمارهای حاوی اسانس برگ رزماری دارای باکتری‌های کل و سرما دوست کمتری بودند. تعداد باکتری اشرشیاکلی در تیمارهای حاوی اسانس برگ رزماری تا ۱۴۴ ساعت افزایش و پس از آن کاهش یافت، اما در تیمار حاوی باکتری اشرشیاکلی بدون اسانس طی نگهداری افزایش یافت. تمام غلظت‌های اسانس برگ رزماری رشد باکتری اشرشیاکلی را طی زمان نگهداری مهار کرده ولی غلظت ۳ میکرولیتر بر گرم بیش‌ترین تاثیر را بر مهار رشد باکتری اشرشیاکلی نشان داد. نتایج این تحقیق نشان داد که اسانس برگ رزماری دارای خاصیت آنتی میکروبی و آنتی اکسیدانی بوده و می‌توان از آن به‌عنوان یک نگهدارنده طبیعی در محصولات شیلاتی استفاده نمود.

واژگان کلیدی: اسانس رزماری، اشرشیاکلی، سوریمی، زمان ماندگاری.

مقدمه

شوی گوشت بدون استخوان و چرخ شده ماهی تهیه شده و در صنایع غذایی به‌عنوان ماده اولیه برای تولید سایر محصولات غذایی استفاده می‌شود (Shaviklo and Johannsson, 2006). سوریمی دارای ارزش غذایی بالا، کلسترول کم و در عین حال ویژگی‌هایی از قبیل چربی کم، میزان پروتئین بالا و مزه لذیذ بوده و در نتیجه مورد اقبال مصرف کنندگان است (Zhou et al., 2017). در هنگام نگهداری، اکسیداسیون لیپیدها، دناتوره شدن پروتئین‌ها و هم‌چنین رشد میکروبی می‌تواند سوریمی را فاسد کرده و مدت زمان ماندگاری را کاهش دهد (Kong et al., 2017). اگر چه آنتی‌اکسیدان‌ها و نگه دارنده‌های سنتزی قیمت کم و کارایی بالایی دارند، اما امروزه مردم در زمینه

باکتری اشرشیاکلی (*Escherichia coli*) از شایع‌ترین پاتوژن‌های مواد غذایی بوده و عامل بسیاری از بیمارهای ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده است. از این‌رو به‌منظور کنترل شیوع این بیمارها باید تغییراتی در فرایند تولید، فرآوری و عرضه محصولات غذایی صورت پذیرد. علی‌رغم تمامی این ملاحظات بیماری‌های ناشی از غذاهای آلوده به باکتری اشرشیاکلی در بسیاری از کشورها در حال گسترش است. بنابراین یافتن روش‌های موثر برای کنترل رشد این باکتری در مواد غذایی ضروری است (Sagdic and Ozturk, 2014).

سوریمی یک ماده حد واسط بوده که از شست و

مصرف غذاهای دارای افزودنی‌های شیمیایی نگرانی‌هایی داشته، در نتیجه تحقیق برای یافتن ترکیبات جایگزین با عملکرد مشابه اهمیت دارد (Kong et al., 2017). اسانس‌ها از جمله نگه دارنده‌های طبیعی بوده و با توجه به داشتن خواص ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی توسط سازمان غذا و دارو به‌عنوان مواد ایمن شناخته شده و می‌توان از آنها به‌عنوان مواد افزودنی استفاده نمود (Stefanakis et al., 2013).

گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis*) متعلق به خانواده نعنائیان (Lamiaceae) می‌باشد. از خصوصیات بارز این گیاه بوی فراوان برگ‌هایش بوده که آن را به‌عنوان یک گیاه معطر معرفی نموده است (جعفرزاده خالدي و همکاران، ۱۳۸۹). از قسمت‌های هوایی گیاه مانند برگ و گل‌آذین برای گرفتن اسانس استفاده می‌شود. اسانس آن دارای خواص آنتی-اکسیدانی، ضد میکروبی، ضد ویروسی، ضد التهاب و ضد سرطان است (Ojeda-Sana et al., 2013) و اتحادیه اروپا استفاده از این گیاه را به‌عنوان نگهدارنده طبیعی در مواد غذایی پذیرفته است (Bendif et al., 2017). از مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از اسانس رزماری در افزایش زمان ماندگاری گوشت و فرآورده‌های آن می‌توان به مطالعه اثرات رزماری بر گوشت چرخ شده گاو (Balentine et al., 2016)، استفاده از عصاره رزماری بر اکسیداسیون لیپیدها و تغییر رنگ فرآورده‌های پخته بوقلمون طی نگهداری در یخچال (Yu et al., 2002) و همچنین اثرات استفاده از اسانس رزماری بر کیفیت فیله و رشد باکتری‌های پاتوژن در فیله ماکیان (Kahraman et al., 2015) اشاره نمود. همچنین مطالعاتی نیز در زمینه استفاده از اسانس این گیاه به‌عنوان نگهدارنده در ماهی و محصولات آن انجام شده است که از آنها می‌توان به استفاده از اسانس رزماری برای افزایش زمان ماندگاری ماریناد فزل آلای رنگین کمان (Yıldız, 2016)، استفاده از پدهای حاوی اسانس رزماری برای افزایش زمان ماندگاری فیله ساردین

بسیولیمیر کیتوزان، نانورس و اسانس رزماری برای افزایش زمان ماندگاری فیله کپورنقره‌ای طی نگهداری در یخچال (Abdollahi et al., 2014) اشاره کرد. از آنجایی که مطالعات محدودی در زمینه استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی در افزایش زمان ماندگاری سوریمی در ایران (صیادیان و رومیانی، ۱۳۹۶؛ فرجامی و حسینی، ۱۳۹۳) و دنیا (Kong et al., 2017) صورت گرفته است. بنابراین هدف این مطالعه بررسی تاثیر اسانس برگ رزماری بر کیفیت سوریمی کپور نقره‌ای تلقیح شده با باکتری اشرشیاکلی طی نگهداری در یخچال می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه سوریمی و تیمارها: ۳۰ عدد کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) با میانگین وزنی یک کیلوگرم به‌صورت زنده از بازار ماهی فروشان زابل در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۶ خریداری و به آزمایشگاه فرآوری محصولات شیلاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل منتقل گردید. سپس ماهی‌ها شسته و فیله گردید. فیله‌ها، پس از تعیین حداکثر غلظت قابل قبول اسانس برگ رزماری بر خواص ارگانولپتیکی، توسط چرخ‌گوشت (مدل M.G.1400، پارس‌خزر، ایران) با قطر منافذ چهار میلی‌متری چرخ گردید. سوریمی به روش Luo و همکاران (۲۰۰۸) با کمی تغییرات تهیه گردید. بدین منظور گوشت چرخ شده در آب با دمای زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد به نسبت ۱ به ۴، چهار مرتبه (دو بار با آب مقطر و سپس دو بار با محلول آب نمک (۰/۳ درصد) هر بار به مدت ۱۵ دقیقه شست‌وشو شد. سپس آب‌گیری به روش دستی و با استفاده از پارچه تنظیف انجام گرفت. جهت حصول اطمینان از سترون بودن سوریمی تهیه شده، بررسی وجود یا عدم وجود باکتری اشرشیاکلی تست جداسازی اشرشیاکلی انجام شد. سپس به سوریمی تلقیح شده (CFU/g^۳ ۱۰) با باکتری اشرشیاکلی (Fernandez-Saiz et al.,

جدول ۱- تیمارهای مختلف آزمایش.

تیمار	اشرشیاکلی (CFU/g)	اسانس برگ رزماری (میکرولیتر بر گرم)
۱	-	-
۲	۱۰ ^۳	-
۳	۱۰ ^۳	۱
۴	۱۰ ^۳	۲
۵	۱۰ ^۳	۳

جدول ۲- ارزیابی حسی فیله‌های کپور نقره‌ای.

صفات	امتیاز ۷ (بسیار خوب)	امتیاز ۵ (خوب)	امتیاز ۳ (متوسط)	امتیاز ۱ (بد)	امتیاز ۰ (بسیار بد)
طعم					
بو					
بافت					
رنگ					
مطلوبیت کل					

۴، ۵ و ۶ میکرولیتر بر گرم پس از بسته‌بندی به مدت ۲۴ ساعت در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. سپس فیله‌ها به مدت ۲۰ دقیقه توسط دستگاه بخارپز خانگی با دمای ۹۸ درجه سانتی‌گراد پخته و به صورت گرم درون ظروف کدگذاری شده برای ارزیابی حسی در اختیار گروه ارزیاب آموزش دیده Ojagh *et al.*, (۲۰۱۰) نفر قرار گرفت (۲۰۱۰).

آماده‌سازی و تلقیح باکتری اشرشیاکلی به سوریمی: باکتری اشرشیاکلی (PTCC 1395) از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران به صورت لیوفیلیزه خریداری شد. این سویه در محیط کشت تریپتیک سوی برات (Tryptic Soy Broth) با ۲۰ درصد گلیسرول تا زمان مورد نیاز در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای استفاده آزمایشگاهی این سویه به صورت استوک بر روی محیط کشت تریپتیک سوی آگار (Tryptic Soy Agar) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. یک لوپ از باکتری به ۱۰ میلی‌لیتر تریپتیک سوی برات انتقال داده شد و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت یک شب انکوبه شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از کشت شبانه به تریپتیک سوی آگار جدید منتقل و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به فاز mid-

2010)، ۱، ۲ و ۳ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری اضافه گردید (جدول ۱). سوریمی پس از بسته‌بندی در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری و فراسنجه‌های میکروبی (شمارش باکتری اشرشیاکلی، باکتری‌های کل (TVC) و باکتری‌های سرما دوست (PTC) و شیمیایی (پراکسید (PV)، تیوباربی‌توریک اسید (TBA) و مجموع بازهای نیتروزنی فرار (TVB-N)) در زمان‌های ۲۴، ۷۲، ۱۴۴ و ۲۱۶ و ۲۸۸ ساعت اندازه‌گیری شد. تمامی آزمایش‌ها با سه تکرار انجام گرفت

تهیه اسانس برگ رزماری: گیاه رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) از شهرستان زابل (استان سیستان و بلوچستان) تهیه گردید. برگ‌ها پس از جداسازی توزین، آسیاب و با استفاده از دستگاه کلونجر به روش تقطیر بخار آب اسانس‌گیری گردید. اسانس‌های حاصل در ویال‌های شیشه‌ای تیره تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Ozogul *et al.*, 2017).

ارزیابی حسی: جهت تعیین حداکثر غلظت قابل قبول اسانس برگ رزماری بر خواص ارگانولپتیکی فیله‌های کپور نقره‌ای از ارزیابی حسی به روش هدنیک استفاده گردید (جدول ۲). بدین منظور تیمار شاهد و فیله‌های حاوی اسانس با غلظت‌های ۱، ۲، ۳،

از رابطه زیر مورد محاسبه قرار گرفت (Egan et al., 1997).

$$\text{PV} = 0.1 \times 100 \times \text{مقدار تیوسولفات مصرفی}$$

سنجش تیوباریتوریک اسید (TBA): مقدار TBA به روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری شد. ۲۰۰ میلی‌گرم سوریمی به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتر انتقال یافت و سپس با ۱-بوتانل به حجم رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از مخلوط فوق به لوله‌های خشک درب‌دار وارد شده و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA اضافه گردید (معرف TBA به‌وسیله حل شدن ۲۰۰ میلی-گرم از TBA در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال بوتانل پس از فیلتر شدن به‌دست می‌آید). لوله‌های درب‌دار در حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت دو ساعت قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس مقدار جذب (As) در طول موج ۵۳۰ نانومتر در برابر آب مقطر (Ab) قرائت شد. مقدار TBA (میلی‌گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم سوریمی) بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید (Li et al., 2012).

$$\text{TBA} = (\text{As} - \text{Ab}) \times 50/200$$

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N): ۱۰ گرم سوریمی با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر توسط دستگاه هموژنایزر به خوبی مخلوط شد. مخلوط به دست آمده به همراه ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به بالن ته‌گرد ۵۰۰ میلی‌لیتری اضافه شد و سپس ۲ گرم اکسیدمنیزیم و یک قطره سیلیکون اضافه شد. یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری دارای ۲۵ میلی‌لیتری مخلوط محلول آبی اسیدبوریک ۳ درصد، ۰/۰۴ میلی‌لیتر متیل رد و متیل بلو به‌عنوان اندیکاتور برای تیتراسیون آمونیاک استفاده شد. تقطیر تا رسیدن به حجم نهایی ۱۲۵ میلی‌لیتر ادامه پیدا کرد. زمان مشاهده رنگ سبز در محلول اسید بوریک، تیتراسیون به‌وسیله محلول ۰/۱ نرمال اسید هیدروکلریک آغاز و تا رسیدن به‌رنگ صورتی ادامه می‌یابد. میزان TVB-N (میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم سوریمی) بر

exponential انکوبه شد. از این کشت حدود 10^3 CFU/g برای تلقیح به سوریمی استفاده شد (Fernandez-Saiz et al., 2010).

فراسنجه‌های میکروبی: ۱۰ گرم نمونه سوریمی در شرایط استریل با ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی مخلوط و به مدت ۶۰ ثانیه هموژن و همگن گردید. پس از تهیه رقت سریالی، ۱۰۰ میکرولیتر نمونه برای شمارش باکتری اشرشیاکلی به روش کشت سطحی بر روی پلت‌های حاوی محیط کشت Hicrome *E. coli* agar (ساخت شرکت HiMedia هند) منتقل و کشت داده شد. سپس پلت‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه گذاری و کلنی‌ها شمارش شدند (Fernandez-Saiz et al., 2010). برای شمارش باکتری‌های کل (TVC) و باکتری‌های سرما دوست (PTC)، نمونه‌های تهیه شده بر روی محیط کشت نوترینت آگار به‌طور سطحی پخش و کشت داده شدند. سپس پلیت‌ها پس از ۴۸ ساعت گرمخانه گذاری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای باکتری‌های کل (Li et al., 2012) و پس از ۷ روز گرمخانه گذاری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای باکتری‌های سرماگرا (Smaoui et al., 2016) شمارش شدند.

فراسنجه‌های شیمیایی

سنجش پراکسید (PV): ۴۰ گرم سوریمی با ۱۰۰ میلی‌لیتر کلروفرم مخلوط و سپس با کاغذ صافی واتمن صاف گردید. ۲۵ سی‌سی از محلول صاف شده را برای استخراج چربی درون بشر ریخته و زیر هود قرار داده تا کلروفرم آن تبخیر (اختلاف وزن بشر پس از تبخیر کلروفرم بیانگر وزن روغن خواهد بود) و ۲۵ میلی‌لیتر دیگر را درون ارلن ریخته و ۳۷ میلی‌لیتر اسید استیک به آن اضافه شد. به محلول یک میلی-لیتر یدور پتاسیم اشباع اضافه گردید. پس از یک دقیقه ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و یک میلی‌لیتر محلول نشاسته به محلول اضافه و با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تا آن‌جا تیترو گردید که رنگ زرد محلول از بین رفته و به رنگ سفید شیری در بیاید. میزان پراکسید

جدول ۳- ارزیابی حسی فیله‌های کپور نقره‌ای تیمار شده با اسانس برگ رزماری.

مطلوبیت کل	شاخص‌ها				اسانس برگ رزماری (میکرولیتر بر گرم)
	رنگ	بافت	بو	طعم	
۴۲/۱۰	۳۲/۵۰	۴۲/۲۵	۴۵/۷۰	۴۷/۵۵	۰
۴۸/۶۵	۴۷/۸۰	۵۴/۱۰	۴۴/۸۰	۵۵/۵۸	۱
۵۰/۸۰	۵۳/۹۰	۴۵/۶۰	۵۰/۵۰	۴۵/۹۰	۲
۴۵/۰۰	۴۲/۵۰	۳۹/۵۰	۳۸/۵۰	۳۴/۷۵	۳
۲۹/۶۵	۳۲/۵۵	۲۹/۹۰	۲۹/۸۰	۲۸/۵۵	۴
۲۰/۰۰	۲۸/۴۰	۲۱/۸۵	۲۳/۵۰	۲۱/۱۰	۵
۱۲/۳۰	۱۰/۸۵	۱۵/۶۰	۱۵/۷۰	۱۴/۸۰	۶

تأثیرات نامطلوب بر ویژگی‌های حسی فیله‌های کپور نقره‌ای باشد انتخاب گردید. بنابراین برای این تحقیق غلظت بالاتر و پایین‌تر از حد مطلوب اسانس برگ رزماری که دارای بالاترین امتیاز مطلوبیت کل بودند برای افزودن به سوریمی کپور نقره‌ای انتخاب گردید.

فراسنجه‌های میکروبی

رشد باکتری اشرشیاکلی: نتایج تغییرات باکتری اشرشیاکلی در تیمارهای مختلف (شکل ۱) نشان داد که تعداد این باکتری در تیمار شاهد با گذشت زمان افزایش یافت در حالی که در تیمارهای حاوی اسانس ابتدا افزایش (۱۴۴ ساعت) و پس از آن به تدریج کاهش یافت. در تمامی دوره آزمایش تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) در میزان رشد باکتری بین تیمار شاهد با دیگر تیمارها مشاهده گردید. همچنین در پایان دوره آزمایش تعداد باکتری با افزایش میزان اسانس کاهش بیشتری یافته است و تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین تیمارها مشاهده گردید.

شمارش بار باکتری‌های کل (TVC): نتایج تغییرات بار باکتریایی کل در تیمارهای مختلف (شکل ۲) نشان داد که بار باکتریایی کل در تیمارهای مختلف به تدریج افزایش و در طی زمان نگهداری تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین تیمار شاهد با تیمارهای دارای اسانس مشاهده گردید. همچنین نتایج نشان داد در پایان دوره آزمایش بار باکتریایی کل با افزایش میزان اسانس کاهش بیشتری یافته است و به جز تیمار ۴ و ۵ تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین دیگر تیمارها مشاهده گردید.

اساس رابطه زیر محاسبه شد (Goulas and Kontominas, 2005).

مجموع بازهای نیتروژنی فرار =

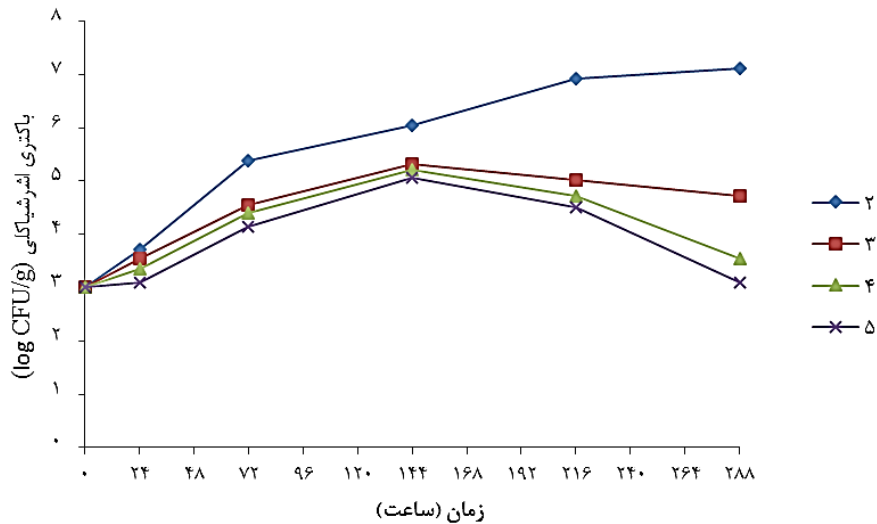
$$10 / (100 \times 14) \times \text{غلظت اسید هیدروکلریک} \times \text{حجم اسید}$$

هیدروکلریک مصرفی)

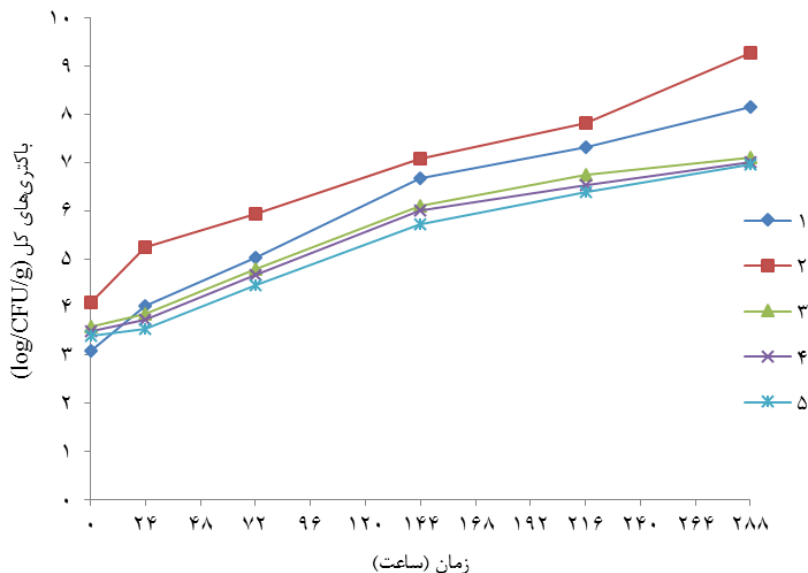
تجزیه و تحلیل داده‌ها: پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، برای بررسی تأثیر تیمارها و زمان نگهداری از طرح کاملاً تصادفی و تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد. در صورت وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها از آزمون دانکن در سطح معنی‌دار پنج درصد و در صورت پیروی نکردن داده‌ها از توزیع نرمال و آنالیز داده‌های حسی، از آزمون غیرپارامتریک کروسکال والیس استفاده شد. تجزیه تحلیل آماری داده‌های حاصله با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

نتایج

ارزیابی حسی: نتایج ارزیابی حسی نشان داد که بالاترین امتیاز شاخص حسی طعم (۵۵/۵۸) و بافت (۵۴/۱۰) مربوط به فیله‌های دارای غلظت ۱ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری می‌باشد (جدول ۳). شاخص بو (۵۰/۵۰)، رنگ (۵۳/۹۰) و مطلوبیت کل (۵۰/۸۰) فیله‌های دارای غلظت ۲ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری بیش‌ترین پذیرش را در بین ارزیاب‌ها داشتند. با توجه به آن‌که براساس شاخص مطلوبیت کل غلظت ۲ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری در فیله بیش‌ترین پذیرش را نشان داد. بنابراین توان حداکثر غلظتی که فاقد



شکل ۱ - تاثیر اسانس برگ رزماری بر تعداد باکتری اشرشیاکلی تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال (تیمار ۲ (باکتری اشرشیاکلی)، تیمار ۳ (باکتری اشرشیاکلی و ۱ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۴ (باکتری اشرشیاکلی و ۲ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۵ (باکتری اشرشیاکلی و ۳ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)).



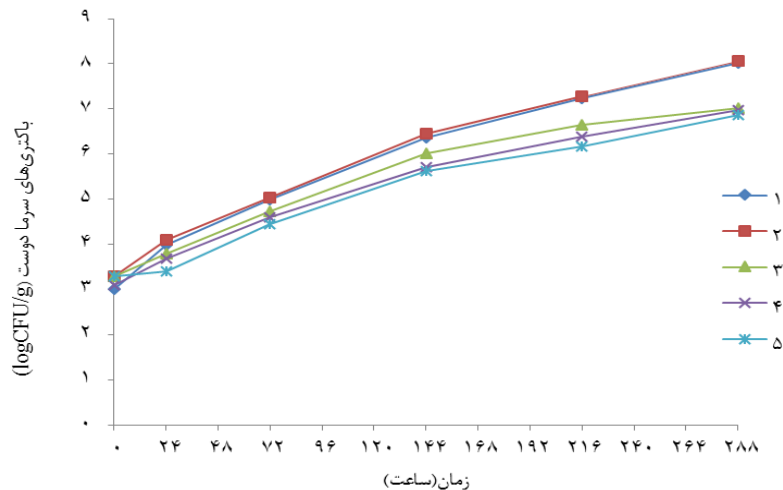
شکل ۲ - تاثیر اسانس برگ رزماری بر تعداد باکتری‌های کل تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال (تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (باکتری اشرشیاکلی)، تیمار ۳ (باکتری اشرشیاکلی و ۱ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۴ (باکتری اشرشیاکلی و ۲ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۵ (باکتری اشرشیاکلی و ۳ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)).

و ۶/۸۷ بوده است. همچنین در تمام دوره آزمایش بین تیمارهای دارای اسانس با تیمارهای فاقد اسانس تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده گردید. در حالی که تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین تیمارهای ۱ و ۲ مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد که به طور کلی تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف وجود داشته است.

فراسنجه‌های شیمیایی

همچنین تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) در بار باکتریایی کل تیمارها در روزهای مختلف مشاهده گردید.

باکتری‌های سرماگرا (PTC): نتایج تغییرات رشد باکتری‌های سرماگرا در تیمارهای مختلف (شکل ۳) نشان داد که در پایان دوره بیش‌ترین میزان بار باکتری سرماگرا مربوط به تیمار ۲ و کم‌ترین میزان آن مربوط به تیمار ۵ به ترتیب با $8.06 \log CFU/g$



شکل ۳ - تاثیر اسانس برگ رزماری بر تعداد باکتری‌های سرماگرا تیمارهای مختلف سوریمی کیپور نقره ای طی نگهداری در یخچال (تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (باکتری اشرشیاکلی)، تیمار ۳ (باکتری اشرشیاکلی و ۱ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۴ (باکتری اشرشیاکلی و ۲ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۵ (باکتری اشرشیاکلی و ۳ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)).

جدول ۴- تاثیر اسانس برگ رزماری بر PV (میلی‌اکی‌والان O₂ در کیلوگرم چربی) تیمارهای مختلف سوریمی کیپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال.

تیمار	زمان (ساعت)				
	۲۸۸	۲۱۶	۱۴۴	۷۲	۲۴
۱	۶/۱۰±۰/۱۱ Ae	۵/۰۷±۰/۱۱ Ad	۳/۱۶±۰/۰۸ Bc	۱/۳۶±۰/۰۳ Bb	۰/۷۴±۰/۰۸ Aa
۲	۶/۲۰±۰/۱۵ Ae	۵/۴۶±۰/۲۰ Ad	۳/۹۳±۰/۰۶ Ac	۱/۵۸±۰/۱۱ Ab	۰/۷۹±۰/۱۰ Aa
۳	۴/۷۰±۰/۵۰ Be	۳/۹۳±۰/۱۸ Bd	۲/۸۳±۰/۱۶ Cc	۱/۲۰±۰/۵۰ Cb	۰/۶۸±۰/۰۸ Aa
۴	۴/۳۳±۰/۰۸ Ce	۳/۶۶±۰/۰۶ BCd	۲/۵۲±۰/۰۶ Dc	۰/۵۸±۰/۰۳ Db	۰/۵۰±۰/۲۹ Ba
۵	۳/۹۳±۰/۱۳ De	۳/۴۶±۰/۰۸ Cd	۲/۶۵±۰/۰۷ Dc	۰/۸۴±۰/۰۳ Db	۰/۵۱±۰/۱۲ Ba

اعداد بیانگر میانگین ± انحراف معیار ۳ تکرار می‌باشد.

حروف متفاوت بزرگ (A, B, C, D) در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) بین تیمارهای مختلف می‌باشد.

حروف کوچک متفاوت (a, b, c, d, e) در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) در زمان‌های مختلف می‌باشد.

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (باکتری اشرشیاکلی)، تیمار ۳ (باکتری اشرشیاکلی و ۱ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۴ (باکتری اشرشیاکلی و ۲ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۵ (باکتری اشرشیاکلی و ۳ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری).

شاخص پراکسید (PV)

سوریمی می‌باشد. هم‌چنین بین تیمارهای دارای غلظت‌های مختلف اسانس (۱، ۲، و ۳ میکرولیتر بر گرم) در پایان دوره آزمایش تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده گردید.

تیوباربی‌توریک اسید (TBA): نتایج تغییرات TBA در تیمارهای مختلف (جدول ۵) نشان داد میزان این شاخص در همه تیمارها با گذشت زمان افزایش یافته و تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) را نشان داد. در پایان دوره آزمایش تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شاهد و تیمارهای دارای اسانس مشاهده شد، در حالی که تفاوت معنی‌داری ($P > 0.05$) بین تیمارهای ۴ و ۵

جدول ۴ نتایج تغییرات PV در تیمارهای مختلف سوریمی کیپور نقره‌ای را نشان می‌دهد. با گذشت زمان میزان PV در تمامی تیمارها افزایش یافت. در پایان دوره آزمایش بیش‌ترین میزان PV در تیمار ۲ و کم‌ترین میزان آن در تیمار ۵ به ترتیب ۶/۲۰ و ۳/۹۳ میلی‌اکی‌والان O₂ بر کیلوگرم چربی اندازه‌گیری شد. با توجه به آن‌که در پایان دوره آزمایش تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین تیمارهای دارای اسانس و فاقد اسانس مشاهده گردید، نتایج نشان دهنده تاثیر مثبت استفاده از اسانس در نگهداری

جدول ۵- تأثیر اسانس برگ رزماری بر TBA (میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم سوریمی) تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال.

تیمار	زمان (ساعت)				
	۲۸۸	۲۱۶	۱۴۴	۷۲	۲۴
۱	۲/۴۷±۰/۹۰ Bd	۱/۸۶±۰/۰۳ Ac	۰/۹۹±۰/۰۴ Ab	۰/۶۵±۰/۰۲ Ba	۰/۵۲±۰/۰۲ Ba
۲	۲/۸۳±۰/۰۳ Ad	۱/۹۰±۰/۰۱ Ac	۱/۰۹±۰/۰۲ Ab	۰/۹۱±۰/۰۱ Ab	۰/۷۰±۰/۰۳ Aa
۳	۱/۸۱±۰/۰۵ Cd	۱/۵۶±۰/۰۱ Bc	۰/۸۷±۰/۰۵ Bb	۰/۳۹±۰/۰۱ Ca	۰/۳۹±۰/۰۲ Ca
۴	۱/۵۱±۰/۰۸ Dc	۱/۳۹±۰/۰۵ BCc	۰/۶۹±۰/۰۲ Cb	۰/۳۸±۰/۰۲ Ca	۰/۳۴±۰/۰۳ DCa
۵	۱/۳۵±۰/۰۳ Dd	۱/۱۷±۰/۵۱ Cc	۰/۶۹±۰/۳۷ Cb	۰/۲۹±۰/۰۱ Da	۰/۲۷±۰/۱۴ Da

اعداد بیانگر میانگین ± انحراف معیار ۳ تکرار می‌باشد.

حروف متفاوت بزرگ (A, B, C, D) در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) بین تیمارهای مختلف می‌باشد.

حروف کوچک متفاوت (a, b, c, d) در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) در زمان‌های مختلف می‌باشد.

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (باکتری اشرشیاکلی)، تیمار ۳ (باکتری اشرشیاکلی و ۱ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۴ (باکتری اشرشیاکلی و ۲ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۵ (باکتری اشرشیاکلی و ۳ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری).

جدول ۶- تأثیر اسانس برگ رزماری بر TVB-N (میلی‌گرم نیتروزن در ۱۰۰ گرم سوریمی) تیمارهای مختلف سوریمی کپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال.

تیمار	زمان (ساعت)				
	۲۸۸	۲۱۶	۱۴۴	۷۲	۲۴
۱	۲۷/۵۳±۰/۴۶ ABd	۲۴/۶۳±۰/۸۳ Ac	۱۴/۹۳±۱/۲۳ Ab	۱۱/۶۶±۰/۹۳ Aa	۸/۸۶±۰/۹ Aa
۲	۳۰/۸۰±۱/۶۱ Ad	۲۵/۵۶±۰/۸۸ Ac	۱۴/۷۳±۱/۲۱ Ab	۱۲/۶۰±۰/۸۰ Aab	۸/۷۳±۰/۴۶ Aa
۳	۲۵/۶۰±۰/۸۰ Cd	۱۹/۶۰±۱/۴۰ Bc	۱۲/۶۰±۰/۸۰ ABb	۱۱/۲۰±۰/۸۰ Ab	۷/۴۶±۰/۴۶ Aa
۴	۲۲/۸۶±۱/۶۸ CDd	۱۷/۳۳±۱/۷۲ BCc	۱۲/۱۳±۰/۹۳ ABb	۱۰/۷۳±۰/۴۶ Aab	۷/۹۰±۰/۱۷ Aa
۵	۲۱/۴۶±۱/۲۳ Dd	۱۵/۴۰±۰/۸۰ Cc	۱۱/۶۶±۰/۴۶ Bb	۱۰/۲۶±۰/۶۴ Ab	۷/۴۶±۰/۱۴ Aa

اعداد بیانگر میانگین ± انحراف معیار ۳ تکرار می‌باشد.

حروف متفاوت بزرگ (A, B, C, D) در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) بین تیمارهای مختلف می‌باشد.

حروف کوچک متفاوت (a, b, c, d, e) در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) در زمان‌های مختلف می‌باشد.

تیمار ۱ (شاهد)، تیمار ۲ (باکتری اشرشیاکلی)، تیمار ۳ (باکتری اشرشیاکلی و ۱ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۴ (باکتری اشرشیاکلی و ۲ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری)، تیمار ۵ (باکتری اشرشیاکلی و ۳ میکرولیتر بر گرم اسانس برگ رزماری).

همچنین بین تیمارهای ۴ و ۳ مشاهده نشد.

(دارای ۲ و ۳ میکرولیتر بر گرم اسانس) مشاهده نشد.

همچنین بیش‌ترین میزان TBA در تیمار ۲ و کم‌ترین میزان آن در تیمار ۵ به ترتیب با ۲/۸۳ و ۱/۳۵ مالون‌دی‌آلدئید بر کیلوگرم سوریمی اندازه‌گیری شد.

مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N): مقدار

TVB-N در تیمارهای مختلف با گذشت زمان به صورت معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافت (جدول ۶). در پایان دوره بیش‌ترین میزان TVB-N در تیمار ۲ و کم‌ترین میزان آن در تیمار ۵ اندازه‌گیری شد. در پایان دوره آزمایش تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین تیمارهای شاهد و تیمارهای دارای اسانس مشاهده شد، در حالی‌که تفاوت معنی‌داری ($P > 0.05$) بین تیمارهای ۴ و ۵ (دارای ۲ و ۳ میکرولیتر بر گرم) و

بحث

تعداد باکتری اشرشیاکلی در همه تیمارها تا ۱۴۴ ساعت پس از نگهداری افزایش یافت که این افزایش در تیمارهای حاوی اسانس نسبت به تیمار شاهد کمتر بود. پس از این ساعت رشد باکتری در تیمار شاهد افزایش ولی در تیمارهای حاوی اسانس کنترل گردید که می‌تواند به علت تاثیر ترکیبات فنولیک و ضدباکتریایی موجود در اسانس رزماری در کنترل رشد باکتری باشد. این ترکیبات شامل ۱-۸ سینئول، کامفور، اگنول، آلفاپینن و ترکیبات اسیدکارنوزئیک با خاصیت ضدباکتریایی می‌باشند (Ribeiro-Santos *et al.*, 2015) و همکاران (۲۰۱۷)

و در نتیجه در تولید ATP و هموستازی pH اختلال ایجاد می‌کنند. همچنین اسانس بر تقسیم سلولی تاثیر گذاشته و مکانیسم سلول را مختل کنند (Faleiro and Miguel, 2013).

باکتری‌های سرماگرا در مقایسه با سایر باکتری‌ها اهمیت بیشتری در ایجاد فساد دارند و با تولید آلدئیدها و کتون‌ها موجب تغییر بافت، مزه و بوی مواد غذایی می‌شوند (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به این‌که در پایان دوره آزمایش فقط در تیمارهای ۴ و ۵ تعداد باکتری‌های سرماگرا از \log CFU/g ۷ بیشتر نشد، دیگر تیمارها از نظر بار میکروبی دچار فساد شده بودند. مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از اسانس گیاهان در افزایش زمان ماندگاری سوریمی و محصولات تولید شده از آن نشان داد که استفاده از این ترکیبات روش موثری در کنترل باکتری‌های سرماگرا می‌باشد (صیادیان و رومیانی، ۱۳۹۶). کاربرد اسانس رزماری و آویشن به عنوان نگهدارنده در ماریناد قزل‌آلای رنگین‌کمان نشان دهنده نقش موثر اسانس این گیاهان در کنترل رشد باکتری‌های سرماگرا بوده است (Yildiz, 2016). در مطالعه حاضر نیز میزان باکتری‌های سرماگرا در تیمارهای حاوی اسانس نسبت به تیمار شاهد به صورت معنی‌داری کمتر بود که نشان دهنده اثرات ضد باکتریایی اسانس رزماری می‌باشد.

ماهی به دلیل ترکیب شیمیایی خاص خود، طی فرایندهای شیمیایی و زیستی به آسانی فاسد می‌شود (Goulas and Knotominas, 2007). ترکیبات تجزیه شده‌ایی که در خلال اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع تولید می‌شوند، ترکیبات فرار با وزن مولکولی کم را تولید می‌کنند که منجر به بو و طعم غیر عادی ماهی می‌شوند (Misharina and Polshkov, 2005). عدد پراکسید (PV) شاخص مهمی برای ارزیابی میزان اکسیداسیون چربی در طول نگهداری مواد غذایی می‌باشد (Gao et al., 2014). مطالعات انجام شده نشان داده‌اند زمانی که میزان PV به بیشتر از ۵ میلی‌اکی‌والان O_2 در

نشان دادند که اسانس برگ پریلا می‌تواند رشد باکتری اشرشیاکلی را در سوریمی تهیه شده از ماهی *Argyrosomus argentatus* مهار کند. نتایج بررسی خواص ضد باکتریایی اسانس رزماری در محیط کشت میکروبی نیز نشان دهنده اثرات ضد میکروبی اسانس این گیاه بر روی باکتری اشرشیاکلی است (Prabuseenivasan et al., 2006; Sienkiewicz et al., 2013; Lara et al., 2016). تیمارهای حاوی اسانس نسبت به تیمار شاهد دارای تعداد بار کل باکتریایی کمتری طی زمان نگهداری بودند که این امر می‌تواند در ارتباط با خواص ضدباکتریایی اسانس رزماری باشد (Ribeiro-Santos et al., 2015). رشد میکروارگانیسم‌ها در محصولات غذایی مختلف مانند ماهی و فرآورده‌های آن از عوامل اصلی فساد محسوب می‌شوند (Kachele et al., 2017). حد قابل قبول مقدار بار باکتری‌های کل در فیله ماهی $7 \log CFU/g$ است (Savvaidis et al., 2002). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مقدار بار باکتری‌های کل تیمارهای ۲ و ۱ به ترتیب در روزهای ۶ و ۹ و تیمارهای ۳ و ۴ در پایان دوره نگهداری از حد قابل قبول گذشتند، درحالی که مقدار بار باکتری‌های کل تیمار ۵ به این حد نرسید. استفاده از اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی روش کارآمدی در کنترل رشد بار باکتریایی کل در سوریمی و محصولات تولید شده از آن است (فرجامی و حسینی، ۱۳۹۳). علی‌رغم آن‌که تاکنون مطالعه‌ایی در زمینه استفاده از اسانس رزماری برای افزایش زمان ماندگاری سوریمی انجام نگرفته است، اما مطالعاتی که در زمینه استفاده از اسانس این گیاه برای افزایش زمان ماندگاری فیله کپورنقره-ای (Abdollahi et al., 2014) و فیله کپور معمولی (Rezaei and Shamloofar, 2016) انجام شده است، نشان داد که میزان بار باکتریایی کل در فیله‌های تیمار شده با اسانس رزماری نسبت به تیمار شاهد کمتر بوده است. به‌طور کلی اسانس‌ها با تاثیر بر دیواره سلولی موجب تغییر در عملکرد سلولی شده

رنگین کمان گزارش شده است (Ozogul *et al.*, 2017).

ترکیبات فرار مختلفی از جمله آمونیاک، دی‌متیل آمین، تری‌متیل آمین، متیل آمین و دیگر ترکیبات مشابه که در اثر فعالیت‌های میکروبی تولید می‌شوند عموماً با عنوان TVB-N شناخته می‌شوند (فرجامی و حسینی، ۱۳۹۳). محصولاتی با مقدار TVB-N کمتر از ۲۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت ماهی به‌عنوان محصولات با کیفیت بالا، محصولات با مقدار TNB-N بین ۲۵ تا ۳۰ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم گوشت دارای محدودیت مصرف و محصولاتی با مقدار TVB-N بیش‌تر از ۳۵ میلی‌گرم در نمونه به‌عنوان محصول غیر قابل مصرف در نظر گرفته می‌شوند (Kachele *et al.*, 2017). در مطالعه حاضر مقدار TVB-N تیمار ۲ بعد از ۲۱۶ ساعت و تیمارهای ۱ و ۳ در پایان دوره آزمایش از مقدار ۲۵ میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم سوریمی بالاتر بود، که نشان دهنده کم شدن کیفیت سوریمی است. در حالی که تیمارهای ۴ و ۵ (دارای ۲ و ۳ میکرولیتر بر گرم اسانس) تا پایان دوره آزمایش در وضعیت مطلوب بودند. فرجامی و حسینی (۱۳۹۳) بیان کردند استفاده از عصاره آویشن شیرازی در سوریمی ماهی کپور معمولی روش موثری در کنترل افزایش TVB-N طی نگهداری در یخچال است. همچنین Farahmandfar و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان دادند اضافه کردن عصاره زنیان به سوریمی ماهی کپور نقره‌ای موجب کنترل افزایش TVB-N در سوریمی ماهی کپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال شده است. در مطالعه حاضر نیز میزان TVB-N در تیمارهای دارای اسانس در طول دوره آزمایش از تیمارهای شاهد کمتر بود که نشان دهنده اثر بخشی اسانس رزماری بوده است.

نتیجه‌گیری

آلودگی باکتریایی فرآورده‌های شیلاتی به هنگام آماده سازی و تهیه، یکی از عوامل مهمی است که با سلامت مصرف کننده در ارتباط است. بنابراین هدف

کیلوگرم چربی برسد، عموماً بیانگر شروع فساد است. در مطالعه حاضر عدد PV در تیمارهای ۱ و ۲ پس از گذشت ۲۱۶ ساعت نگهداری به بالاتر از حد مجاز رسید، در حالی که در دیگر تیمارها تا پایان دوره نگهداری پایین‌تر از حد قابل قبول بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از اسانس رزماری روش موثری در به تاخیر انداختن اکسیداسیون لیپیدها در سوریمی کپور نقره‌ایی بوده است. کمتر بودن میزان عدد پراکسید در تیمارهای حاوی غلظت‌های مختلف اسانس را می‌توان با خواص آنتی اکسیدانی ترکیبات اسانس رزماری از قبیل کارنوزل، کارنوزیک اسید، اورسولیک اسید، رزماریک اسید و کافئیک اسید مرتبط دانست (Rašković *et al.*, 2014).

شاخص TBA مربوط به اکسیداسیون چربی است و با اندازه‌گیری محتوای مالون‌آلدئید به‌دست می‌آید. مالون‌آلدئید از تجزیه هیدروپروکسیدها که محصولات اولیه اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیراشباع با اکسیژن هستند به‌وجود می‌آید (Khalafalla *et al.*, 2015). روند افزایشی این شاخص به‌دلیل تولید آلدئیدها از محصولات ثانویه حاصل از شکست هیدروپروکسیدها است (فرجامی و حسینی، ۱۳۹۴). میزان مجاز تیوباربتوریک اسید در گوشت ماهی ۱-۲ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی گزارش شده است (Lakshmanan, 2000). در مطالعه حاضر میزان این شاخص در پایان دوره آزمایش در تیمارهای ۱ و ۲ از حد مجاز گذشت ولی در تیمارهای حاوی اسانس رزماری در حد قابل قبول بوده و کمتر از ۲ میلی‌گرم مالون‌آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی اندازه‌گیری شد که نشان دهنده خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس رزماری در کنترل اکسیداسیون چربی‌ها می‌باشد. Gao و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند استفاده از عصاره گیاه رزماری در فیله *Trachinotus ovatus* منجر به کنترل TBA طی نگهداری در یخچال می‌شود. همچنین نتایج مشابه‌ای در زمینه نقش اسانس رزماری در کنترل TBA در قزل‌آلای

فرآورده های شیلاتی استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت مالی دانشگاه زابل (Grant code:UOZ-GR-9517-26) و همکاری کارشناسان محترم گروه شیلات و محیط زیست برای انجام این پژوهش سپاسگزاری می گردد.

The pre-and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Science* 73(3), 413-421.

- Bendif, H., Boudjeniba, M., Djamel Miara, M., Biqiku, L., Bramucci M., Caprioli, G., Lupidi, G., Quassinti, L., Sagratini, G., Vitali, L.A., Vittori, S., Maggi, F. 2017. *Rosmarinus eriocalyx*: An alternative to *Rosmarinus officinalis* as a source of antioxidant compounds. *Food Chemistry* 218, 78-88.
- Egan, H., Kirk, R.S. Sawyer, T.R. 1997. *Pearson's chemical Analysis of Foods*. 9th edition. Churchill Livingstone, Edingburgh, Scotland, UK. pp: 609-643.
- Faleiro, M.L., Miguel, M.G. 2013. Use of essential oils and their components against multidrug-resistant bacteria. *Fighting Multidrug Resistance with Herbal Extracts, Essential Oils and Their Components*, Academic Press. pp: 65-94.
- Farahmandfar, R., Safari, R., Vavsari, F.A., Bakhshandeh, T. 2015. The effect of Ajwain (*Trachyspermum ammi*) extracted by ultrasound-assisted solvent on quality properties of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) surimi stored at 4° C. *Journal of Food Processing and Preservation* 40(2), 291-297.
- Fernandez-Saiz, P., Soler, C., Lagaron, J.M., Ocio, M.J. 2010. Effects of chitosan films on the growth of *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp. in laboratory media and in fish soup. *International Journal of Food Microbiology* 137(2-3), 287-294.
- Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D., Li, J. 2014. The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage. *Food*

این پژوهش مطالعه تاثیر اسانس برگ رزماری بر مهار رشد باکتری اشرشیاکلی تلقیح شده در سوریمی کپور نقره‌ای هنگام نگهداری در یخچال بود. اسانس برگ رزماری توانست رشد باکتری اشرشیاکلی را کنترل کرده و تعداد آن را کاهش دهد. نتایج فراسنجه‌های شیمیایی و میکروبی نشان داد که اسانس برگ رزماری خاصیت آنتی‌اکسیدان و آنتی‌میکروبی داشته و می‌توان از آن به‌عنوان جایگزین افزودنی های سنتزی در

منابع

- جعفرزاده خالدی، ک.، آقازاده مشگی، م.، شریفان، ا.، لاریجانی، ک. ۱۳۸۹. بررسی اثر اسانس رزماری بر روی روند رشد باکتری استافیلوکوکوس اورئوس در سوپ آماده تجارتي. پاتوبیولوژی مقایسه ای، ۷(۲): ۲۶۴-۲۵۵.
- ذوالفقاری، م.، شعبانپور، ب.، فلاح زاده، س. ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات شیمیایی، میکروبی و حسی فیله ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) جهت تعیین مدت زمان ماندگاری آن طی نگهداری در دمای یخچال (۴°C+). نشریه شیلات، *مجله منابع طبیعی*، ۶۴(۲): ۱۰۷-۱۱۹.
- صیادیان، ف.، رومیانی، ل. ۱۳۹۶. تاثیر دانه آفتابگردان بر خصوصیات کیفی و افزایش ماندگاری سوریمی کپور نقره‌ای. *علوم و صنایع غذایی ایران*، ۱۴(۷۳): ۱۶۳-۱۷۴.
- فرجامی، ب.، حسینی، س.و. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر عصاره آویشن (*Zataria multiflora*) بر کیفیت میکروبی و شیمیایی سوریمی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در زمان نگهداری در یخچال (دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد). *بهره‌برداری و پرورش آبزیان*، ۳(۱): ۶۶-۵۵.
- Abdollahi, M., Rezaei, M., Farzi, G. 2014. Influence of chitosan/clay functional bionanocomposite activated with rosemary essential oil on the shelf life of fresh silver carp. *International Journal of Food Science and Technology* 49(3), 811-818.
- Balentine, C.W., Crandall, P.G., O'Bryan, C.A., Duong, D.Q., Pohlman, F.W. 2006.

- Alternative Medicine* 2-3, 1-4.
- Li, T., Hu, W., Li, J., Zhang, X., Zhu, J., Li, X. 2012. Coating effects of tea polyphenol and rosemary extract combined with chitosan on the storage quality of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). *Food Control* 25(1), 101-106.
- Luo, Y., Shen, H., Pan, D., Bu, G. 2008. Gel properties of surimi from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) as affected by heat treatment and soy protein isolate. *Food Hydrocolloids* 22(8), 1513-1519.
- Misharina, T.A., Polshkov, A.N. 2005. Antioxidant properties of essential oils: Autoxidation of essential oils from laurel and fennel and of their mixtures with essential oil from coriander. *Applied Biochemistry and Microbiology* 41(6), 610-618.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry* 120(1), 193-198.
- Ojeda-Sana, A.M., Van Baren, C.M., Elechosa, M.A., Juárez, M.A., Moreno, S. 2013. New insights into antibacterial and antioxidant activities of rosemary essential oils and their main components. *Food Control* 31(1), 189-195.
- Ozogul, Y., Yuvka, I., Ucar, Y., Durmus, M., Kösker, A.R., Öz, M., Ozogul, F. 2017. Evaluation of effects of nanoemulsion based on herb essential oils (rosemary, laurel, thyme and sage) on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during ice storage. *LWT-Food Science and Technology* 75, 677-684.
- Prabuseenivasan, S., Jayakumar, M., Ignacimuthu, S. 2006. In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. *BMC complementary and alternative medicine* 6(1), 39.
- Rašković, A., Milanović, I., Pavlović, N., Čebović, T., Vukmirović, S., Mikov, M. 2014. Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 14(1), 225.
- Rezaei, A., Shamloofar, M. 2016. Effect of using nisin and Rosemary essential oil on total number of mesophilic bacteria and Staphylococcus bacteria in farmed *Control* 37, 1-8.
- Goulas, A.E., Kontominas, M.G. 2005. Effect of salting and amoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry* 93, 511-520.
- Goulas, A.E., Kontominas, M.G. 2007. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry* 100(1), 287-296.
- Kachele, R., Zhang, M., Gao, Zh., Adhikari, B. 2017. Effect of vacuum packaging on the shelf-life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fillets stored at 4°C. *LWT-Food Science and Technology* 80, 163-168.
- Kahraman, T., Issa, G., Bingol, E.B., Kahraman, B.B., Dumen, E. 2015. Effect of rosemary essential oil and modified-atmosphere packaging (MAP) on meat quality and survival of pathogens in poultry fillets. *Brazilian Journal of Microbiology* 46(2), 591-599.
- Khalafalla, F.A., Ali, F.H.M., Hassan, A.R.H.A. 2015. Quality improvement and shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets using natural herbs. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* 4(1), 33-40.
- Kilinc, B., Altas, S. 2016. Effect of absorbent pads containing black seed or rosemary oils on the shelf life of sardine [*Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)] fillets. *Journal of Applied Ichthyology* 32(3), 552-558.
- Kong, H., Zhou, B., Hu, X., Wang, X., Wang, M. 2017. Protective effect of Perilla (*Perilla frutescens*) leaf essential oil on the quality of surimi-based food. *Journal of Food Processing and Preservation*, 20 NOV 2017, DOI: 10.1111/jfpp.13540.
- Lakshmanan, P.T. 2000. Fish spoilage and quality assessment. In: TSG. Iyer, M.K. Kandoran, Mary Thomas, and P.T. Mathew (Eds.), *Quality assurance in seafood processing*. Cochin: Society Fisheries Technology, India. pp: 26-40.
- Lara, V.M., Carregaro, A.B., Santurio, D.F., De Sá, M.F., Santurio, J.M., Alves, S.H. 2016. Antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* strains isolated from *Alouatta* spp. feces to essential oils. *Evidence-Based Complementary and*

- Journal of Food Science* 67(2), 582-585.
- Zhou, X., Jiang, Sh., Zhao, D., Zhang, J., Gu, S., Pan, Z., Ding, Y. 2017. Changes in physicochemical properties and protein structure of surimi enhanced with camellia tea oil. *LWT-Food Science and Technology* 84, 562-571.
- Common carp fillets stored at 4°C. *Electronic Journal of Biology* 12, 4.
- Ribeiro-Santos, R., Carvalho-Costa, D., Cavaleiro, C., Costa, H.S., Albuquerque, T.G., Castilho, M.C., Ramos, F., Melo, N.R., Sanches-Silva, A. 2015. A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Trends in Food Science and Technology* 45(2), 355-368.
- Sagdic, O., Ozturk, I. 2014. Kinetic modeling of *Escherichia coli* O157: H7 growth in rainbow trout fillets as affected by oregano and thyme essential oils and different packing treatments. *International Journal of Food Properties* 17(2), 371-385.
- Savvaiddis, I.N., Skandamis, P., Riganakos, K.A., Panagiotakis, N., Kontominas, M.G. 2002. Control of natural microbial flora and *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged trout at 4 and 10 degrees C using irradiation. *Journal of Food Protection* 65(3), 515-522.
- Shaviklo, G.R., Johannsson, R. 2006. Quality assessment of fish protein isolates using surimi standard methods. The United Nations University, Fisheries Training Programme, 34 p.
- Sienkiewicz, M., Łysakowska, M., Pastuszka, M., Bienias, W., Kowalczyk, E. 2013. The potential of use basil and rosemary essential oils as effective antibacterial agents. *Molecules* 18(8), 9334-9351.
- Smaoui, S., Hsouna, A.B., Lahmar, A., Ennouri, K., Mtibaa-Chakchouk, A., Sellem, I., Naiah, S., Bouaziz, M., Mellouli, L. 2016. Bio-preservative effect of the essential oil of the endemic *Mentha piperita* used alone and in combination with BacTN635 in stored minced beef meat. *Meat Science* 117, 196-204.
- Stefanakis, M.k., Touloupakis, E., Anastasopoulos, E., Ghanotakis, D., Katerinopoulos, H.E., Makridis, P. 2013. Antibacterial activity of essential oils from plants of the genus *Origanum*. *Food Control* 34(2), 539-546.
- Yıldız, P.O. 2016. Effect of thyme and rosemary essential oils on the shelf life of marinated rainbow trout. *Journal of Animal and Plant Sciences* 26(3), 665-673.
- Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J., Schmidt, G. 2002. Rosemary extracts as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage.

Effect of *Rosmarinus officinalis* essential oil on the quality of *Hypophthalmichthys molitrix* surimi inoculated with *Escherichia coli* during refrigerated storage

Mahdyeh Vahedi Sarrigani¹, Ebrahim Alizadeh Doughikollae^{*1}, Mohsen Shahriari Moghadam², Mostafa Yousef Elahi³

¹Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran.

²Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran.

³Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran.

*Corresponding author: alizadeh@uoz.ac.ir

Received: 2017/12/24

Accepted: 2018/3/19

Abstract

This study aimed to investigate the effect of essential oil inhibition on *Escherichia coli* inoculated in surimi of *Hypophthalmichthys molitrix* during refrigerated storage (4°C). Surimi inoculated (10³ CFU/g) with *E. coli* and treated by concentrations of 1, 2 and 3 µL.g⁻¹ of Rosemary leaf essential oil and after packing stored in refrigerator (4°C). Chemical (PV, TBA and TVB-N) and microbial parameters (*Escherichia coli* count, TVC and PTC) were measured at 24, 72, 144, 216 and 288 hours. The PV, TBA and TVB-N values of treatment containing *E. coli* without essential oil was more than other treatments. The values of these indicators increased during storage in all treatments, but this increase was lower in treatments containing Rosemary leaf essential oil. The treatments containing Rosemary leaf essential oil had lower TVC and PTC. The number of *E. coli* in Rosemary leaf essential oil treatments increased until 144 hours and then decreased, but it increased during storage in *E. coli* without essential oil treatment. All concentrations of Rosemary leaf essential oil inhibited the growth of *E. coli* during storage, but the concentration of 3 µL.g⁻¹ had greatest effect on inhibiting the growth of *E. coli*. The results of this research showed that the Rosemary leaf essential oil has antibacterial and antioxidant properties and it can be use as a natural preservative in fisheries products.

Keywords: Rosemary essential oil, *Escherichia coli*, Surimi, Shelf life.