بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد ششم، شماره اول، بهار ۱۳۹۶
http://japu.gau.ac.ir

تعیین غلظت بهینه یخ‌آب حاوی ترکیبات زیست فعال زنجبیل (*Zingiber officinale*) جهت نگهداری کوتاه مدت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

مریم نصری[۱]، *محمود ناصری[۲] و مجید علیپور اسکندانی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه زابل،
[۲]استادیار گروه شیلات، دانشگاه شیراز، [۳]استادیار گروه دامپزشکی، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۳۱

چکیده

برای تعیین غلظت بهینه ترکیب یخ‌آب زیست فعال زنجبیل جهت نگهداری کوتاه مدت ماهی قزل‌آلای رنگین کمان، چهار غلظت مختلف عصاره (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم/ لیتر) و اسانس (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم/ لیتر) مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور بررسی اثر اختلاط ترکیبات زیست فعال زنجبیل با یخ آب، مدت زمان ماندگاری یخ آب، دما و pH بستر بررسی شد. با استفاده از آزمون‌های سنجش رنگ (L*, a*, b* و WI) و آنالیزهای میکروبی (بار کل باکتریایی و باکتری‌های سرمادوست) تأثیر یخ آب زیست فعال بر بافت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد سنجش قرار گرفت. اختلاط اسانس و عصاره در غلظت‌های یاد شده، تأثیر معنی‌داری بر مدت زمان ماندگاری یخ آب، دما و pH نداشت. بر پایه نتایج رنگ‌سنجی مشخص گردید که تیمارهای مختلف موجب تغییر رنگ فیله نشدند. غنی‌سازی یخ آب با عصاره و اسانس زنجبیل موجب مهار رشد باکتری‌های کل و سرما دوست گردید. میزان بار باکتری‌های کل و سرمادوست نمونه‌های تیمار شده با عصاره ۲۰۰ میلی‌گرم/ لیتر و اسانس ۱۵۰۰ میلی‌گرم/ لیتر به شکل معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود. بر پایه آزمون‌های انجام شده ۲۰۰ میلی‌گرم/ لیتر عصاره و ۱۵۰۰ میلی‌گرم/ لیتر اسانس به‌عنوان غلظت‌های بهینه یخ آب زیست فعال زنجبیل تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: یخ‌آب، عصاره، اسانس، زنجبیل، غلظت بهینه

*مسئول مکاتبه: mahmoodnaseri@gmail.com

مقدمه

با افزایش تقاضا برای مصرف گوشت ماهی، توجه به کیفیت و ترکیب شیمیایی آن اهمیت بیشتری پیدا کرده است. ماهی دارای پروتئینی مطلوب و روغنی مناسب با اسیدهای چرب غیراشباع است. آبزیان در معرض خطر فساد باکتریایی و آنزیمی می‌باشد. فرآیندهای یاد شده بر کیفیت حسی محصول به شدت مؤثر است (ایهگوارا، ۲۰۱۳). برای کنترل فساد و افزایش ماندگاری می‌توان به سردسازی سریع در کوتاه‌ترین زمان پس از صید اقدام نمود. یکی از مؤثرترین راهکارها برای سردسازی سریع، استفاده از یخ‌آب است (کامپوس و همکاران، ۲۰۰۵). یخ آب با نام‌های یخ مایع، یخ ژله‌ایی یا آب کریستاله عنوان شده است. به‌دلیل وجود کریستال‌هایی دایره‌ای و میکروسکوپی شکل در یک بستر سیال، یخ آب با فراگرفتن ماهی ضمن تسریع فرآیند کاهش دما، از آسیب‌های فیزیکی جلوگیری می‌نماید. این روش ظرفیت بالایی در سرعت کاهش دما داشته و در جلوگیری از تغییرات نامطلوب پس از مرگ مؤثر گزارش شده است (آبورگ و همکاران، ۲۰۰۷). اگرچه در روش سردسازی با یخ آب بسیاری از آسیب‌های فیزیکی کاهش می‌یابد (ژو و همکاران، ۲۰۱۵)، اما در طول دوره نگهداری فساد اکسیداتیو با سرعت کمتر ادامه خواهد داشت (ماسا و همکاران، ۲۰۱۲). برای مقابله با تغییرات نا مطلوب اکسیداتیو، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی برگرفته از گیاهان دارویی (ماسا و همکاران، ۲۰۱۲)، از جمله عصاره و اسانس گیاهی چون زنجبیل (بلیک، a۲۰۱٤: کوبو همکاران، ۲۰۱٤) به جای آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی نظیر بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHA)، پروپیل گالات (Propyl gallate) و یا اسید سیتریک (Citric acid) (لین و لین، ۲۰۰۵) معمول و به افزایش ماندگاری آبزیان منجر شده است (فن و همکاران، ۲۰۰۹). زنجبیل به‌عنوان ادویه‌ای معطر با عوارض جانبی قابل چشم‌پوشی، به‌عنوان طعم‌دهنده غذا در سرتاسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (هانیادکا و همکاران، ۲۱۰۳) این ریزوم از گیاه ***Zingiber officinale*** گرفته می‌شود (توکل و همکاران، ۲۰۱۰). طعم و بوی خاص این گیاه ناشی از ترکیباتی چون Gingerol، Shogaol و Zingerone است (اوهارا و همکاران، ۱۹۹۸) که خواص آنتی‌اکسیدانی (عبدالعزیزباردی و همکاران، ۲۰۱۳) و ضد میکروبی آن (چیبر و همکاران، ۲۰۱٤) اثبات شده است.

در مطالعه حاضر برای اولین بار تلفیق یخ‌آب و ترکیبات زیست فعال عصاره و اسانس زنجبیل به‌عنوان یک روش جدید به‌منظور بهبود شرایط نگهداری ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مدنظر قرار گرفت. در این تحقیق غلظت‌های مختلفی از یخ‌آب زیست فعال حاوی عصاره (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم/ لیتر) و اسانس (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم/ لیتر) زنجبیل تهیه شد. جهت تعیین غلظت بهینه از عصاره و اسانس زنجبیل، مدت زمان ماندگاری یخ آب، دما و pH بستر یخ آب زیست فعال در قیاس با شاهد مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد تغییرات رنگ و بار باکتریایی فیله نگهداری شده ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در تیمارهای مدنظر بررسی و برترین غلظت یخ آب حاوی عصاره و اسانس تعیین گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه‌های بخش شیلات دانشکده کشاورزی و بخش بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز انجام گرفت. ٥٦ عدد ماهی قزل‌آلا با وزن تقریبی ۳۰۰-۲۵۰ گرم از مرکز تکثیر و پرورش بهشت شهرستان سپیدان واقع در ۷۰ کیلومتری شیراز خریداری و در یونولیت به

همراه یخ با نسبت ۱:۲ (وزنی/ وزنی) به آزمایشگاه شیمی فرآورده‌های شیلاتی دانشگاه شیراز منتقل شد. در این تحقیق ٤ تیمار یخ آب حاوی عصاره با غلظت‌های (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم/ لیتر)، ٤ تیمار حاوی یخ آب حاوی اسانس با غلظت‌های (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم/ لیتر) و تیمار شاهد یخ آب بدون حضور ترکیبات رنجبیل مدنظر قرار گرفت. تمامی تیمارها با سه تکرار انجام شد. بررسی اثرات هر تیمار طی ۹ روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت.

اسانس‌گیری بر طبق روش اصلاح شده بلیک و همکاران (۲۰۱٤) انجام شد. زنجبیل خشک موردنظر با استفاده از آسیاب (HAAN 5657, Westen Germany) پودر و با روش تقطیر به کمک دستگاه کلونجر طی مدت ٤ ساعت، عملیات استخراج اسانس مدنظر قرار گرفت. اسانس‌های تهیه شده تا زمان استفاده در ویال‌های سربسته با فویل آلومینیومی پوشانده و در داخل یخچال (درجه سانتی‌گراد ٤) نگهداری شد. به منظور تولید عصاره زنجبیل، گیاه پودر شده با اتانول ۷۰ درصد به نسبت ۱:٤ مخلوط و بعد از ٤۸ ساعت دو مرتبه با کاغذ صافی واتمن فیلتر شد. مخلوط فیلتر شده توسط دستگاه روتاری (Vacuum rotary, Faraazma, Iran) در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد حلال پرانی شد (اصغری و همکاران، ۲۰۱۲). غلظت‌های متفاوت عصاره (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم/ لیتر) و اسانس (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم/ لیتر) زنجبیل تهیه و تا زمان استفاده در کیسه‌های پلی اتیلن در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. به‌منظور حل شدن اسانس در آب از امولسیفایر توین۸۰ بهره‌برداری شد. پس از تولید یخ زیست فعال حاوی عصاره و اسانس، عملیات پودر نمودن یخ با استفاده از یخکوب برقی انجام شد. با ترکیب آب و پودر یخ زیست فعال به نسبت ٦۰ درصد آب به ٤۰ درصد یخ، یخ آب اسانس و عصاره زنجبیل تولید گردید.

به‌منظور بررسی و مقایسه خواص فیزیکی و شیمیایی یخ‌آب شاهد و نمونه‌های حاوی عصاره و اسانس زنجبیل، سه آزمون مدت زمان ماندگاری، دما و pH بستر یخ آب، بررسی شد. اندازه‌گیری pH غلظت‌های مختلف یخ‌آب‌های زیست فعال و یخ‌آب شاهد طبق روش اعتمادیان و همکاران (۲۰۱۲) با دستگاه pH متر دیجیتال انجام شد. برای محاسبه ماندگاری یخ آب، نمونه‌ها در حجمی یکسان قرار داده شدند و زمان ذوب کامل یخ‌آب با استفاده از کرونومتر ثبت گردید. زمان بر حسب دقیقه گزارش شد. جهت گزارش دمای بستر تیمارهای مختلف، در مکان، زمان و حجم مشابه، دمای تمام تیمارها توسط دماسنج دیجیتال اندازه‌گیری شد (توکلی، ۱۳۹٤). به منظور بررسی تغییر رنگ فیله‌های نگهداری شده دستگاه رنگ سنج (مدل MAH2000، ایران طب بارز) مورد استفاده قرار گرفت. در مقیاس Lab، پارامترهای روشنایی و تاریکی (L)، قرمزی و سبزی (a) و آبی و زردی (b) با قرار دادن نمونه زیر دستگاه اندازه گیری شد و با قرار دادن این ۳ فاکتور در معادله زیر، مقدار شاخص روشنایی کلی نمونه اندازه‌گیری شد.

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$$

که پارامترهای L، a و b، مقادیر استاندارد هستند (اجاق و همکاران، ۲۰۱۰).

به‌منظور اندازه‌گیری بار باکتریایی کل (TVC) و سرمادوست (PTC)، ۱۰ گرم گوشت ماهی به‌همراه ۹۰ سی‌سی پپتون واتر در یک نایلون سترون ریخته و با دستگاه استومکر به‌مدت یک دقیقه هموژن گردید. و طبق روش اجاق و همکاران (۲۰۱۰a,b) رقت‌سازی و سپس نگهداری و شمارش باکتریایی صورت گرفت. به‌این صورت که پلیت‌های کشت شده به‌منظور شمارش TVC در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤۸ ساعت انکوبه شد و پلیت‌های کشت شده به منظور اندازه‌گیری PTC در دمای ۱۰ درجه

سانتی‌گراد بعد از ۷ روز شمارش شد. شمارش باکتری‌ها به‌صورت log CFU/g بیان شد.

تمامی آزمایش‌های این تحقیق با حداقل سه تکرار انجام شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 انجام شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل نتایج شرط نرمال بودن داده‌ها، قبل از انجام آزمون آنالیز واریانس از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون (Leven's Test) مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین تیمارهای موردنظر با استفاده از آنالیز واریانس (One-Way ANOVA) انجام شد. در صورت همگن بودن واریانس با آزمون دانکن و در صورت عدم همگنی واریانس از آزمون دانت تی سه استفاده گردید. در کلیه مراحل تجزیه و تحلیل، خطای مجاز برای رد فرض صفر ۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون‌های pH، دما و مدت زمان ماندگاری یخ آب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در هر سه آزمون، اختلاف معنی‌داری بین یخ‌آب‌های زیست فعال و نمونه کنترل مشاهده نشد. نتایج نشان داد تلفیق غلظت‌های مختلف عصاره و اسانس زنجبیل با یخ‌آب، تغییر معنی‌داری را ایجاد ننموده است. عدم وجود اختلاف معنی‌دار ویژگی‌های فیزیکی یخ آب زیست فعال با نمونه کنترل، از نکات مثبت غلظت‌های مدنظر می‌باشد. بر پایه نتایج حاضر استفاده از اسانس و عصاره در هریک از غلظت‌های مذکور موجب تغییر کیفیت در ویژگی‌های بستر سیال سردسازی نشد و محدودیتی دراین زمینه با استفاده از ترکیبات زیست فعال زنجبیل ایجاد نگردید.

جدول ۱- نتایج آزمون‌های pH، مدت زمان ماندگاری و دما بر یخ‌آب حاوی عصاره رنجبیل.

تیمار	pH	دما (°C)	مدت زمان ماندگاری (دقیقه)
شاهد	۸/۸٤±۰/۲۵^{a}	۱/۳۳±۰/۵۸^{a}	٦٤/۰۹±۲/۵^{a}
عصاره ۱۰۰	۸/٦٦±۰/۰٤^{a}	۱/۳۳±۰/۵۸^{a}	٤۹/۳٦±۷/٤^{b}
عصاره ۲۰۰	۸/۵٤±۰/۰٤^{a}	۱/۰۰±۰^{a}	۵۵/٦۱±٤/۰۲^{ab}
عصاره ۳۰۰	۷/۵٤±۱/۹٤^{a}	۱/۳۳±۰/۵۸^{a}	٦۸/۲۷±۱٤/۳^{a}
عصاره ٤۰۰	۸/٦۳±۰/۰۲^{a}	۱/۰۰±۰^{a}	٦۲/٤±۱/۰٤^{ab}

داده‌ها بیانگر میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشند. حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف می‌باشد (غلظت عصاره بر اساس میلی‌گرم / لیتر گزارش شده است).

جدول ۲- نتایج آزمون‌های pH، مدت زمان ماندگاری و دما بر یخ‌آب حاوی اسانس زنجبیل.

تیمار	pH	دما (°C)	مدت زمان ماندگاری (دقیقه)
شاهد	۸/۸٤±۰/۲۵^{b}	۱/۳۳±۰/۵۸^{a}	٦٤/۱±۲/۵^{a}
اسانس ۵۰۰	۸/۹±۰/۱۱^{b}	۲/۳۳±۱/۵۳^{a}	۵۵/٦۲±۱۲/۸۸^{a}
اسانس ۱۰۰۰	۹/۳٤±۰/۱۱^{a}	۱/۰۰±۰^{a}	۵٦/۹۳±۲/۲٤^{a}
اسانس ۱۵۰۰	۹/۳٤±۰/۰۵^{a}	۲/۳۳±۱/۵۲^{a}	۵۹/۰۰±۱۰/٤۷^{a}
اسانس ۲۰۰۰	۹/۰۹٦±۰/۱^{ab}	۱/۰۰±۰^{a}	٦۱/٦۷±۷/۰۲^{a}

داده‌ها بیانگر میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشند. حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف می‌باشد (غلظت اسانس بر اساس میلی‌گرم/ لیتر گزارش شده است).

از جمله عوامل مؤثر در تغییر رنگ مواد غذایی، از بین رفتن رنگدانه‌ها، واکنش قهوه‌ای شدن مانند واکنش میلارد و اکسیداسیون اسید آسکوربیک است. شاخص رنگ L^* بیانگر روشنایی[1]، شاخص رنگ a^* نشان دهنده میزان سبزی و قرمزی[2] و شاخص رنگ b^* میزان آبی و زردی[3] محصول را نشان می‌دهد. در مطالعه‌ای میزان شاخص L^*، a^* و b^* حاصل بافت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌ترتیب ٥٥/٤١، ٤٨/٣٦ و ٢٢/٨٤ گزارش شد (توکلی و همکاران، ٢٠١٦). هرچند ویژگی‌های رنگ تحت عوامل متعددی از جمله نوع تغذیه، سن، جنسیت و کیفیت آب پرورش وابسته است اما داده‌های پژوهش حاضر در محدوده داده‌های قبلی گزارش شد. تأثیر یخ آب‌های حاوی غلظت‌های مختلف عصاره و اسانس زنجبیل بر تغییر مولفه‌های رنگ فیله قزل‌آلای رنگین‌کمان در جداول ٣ و ٤ نشان داده شده است. به‌طور کلی ظاهر عصاره زنجبیل قهوه‌ای رنگ و ماهیت اسانس زنجبیل زرد کم رنگ است. با توجه به ماندگاری ماهی طی دوره ٩ روزه نگهداری، تیمارهای مختلف یخ‌آب‌زیست فعال تغییر معنی‌داری در رنگ فیله‌ها ایجاد ننمود. با توجه به اهمیت رنگ در مطلوبیت خواص حسی محصول، عدم وجود اختلاف معنی‌دار در مؤلفه‌های رنگی فیله از نکات در خور توجه یخ آب زیست فعال عصاره و اسانس می‌باشد.

علی‌رغم عدم وجود تأثیر معنی‌دار یخ آب حاوی اسانس و عصاره بر تغییرات رنگ فیله، نتایج بررسی بار میکروبی کل نشان داد عصاره و اسانس زنجبیل قدرت در خور توجهی در کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها دارند. بر پایه نتایج جدول‌های ٥ و ٦ در کلیه تیمارها با افزایش زمان نگهداری بار باکتریایی به شکل معنی‌داری افزایش یافت. اما تیمارهای نگهداری شده با یخ زیست فعال حاوی عصاره و اسانس زنجبیل در قیاس با نمونه شاهد افزایش بار میکروبی کمتری داشتند. بر پایه آنالیزهای انجام شده، کنترل رشد بار میکروبی تا انتهای دوره نگهداری ادامه یافت. بر اساس نتایج، بار باکتریایی کل تیمار کنترل در روز ٦ از حد مجاز (٧ Log CFU/g) تجاوز کرد ولی میزان بار باکتریایی نمونه‌های تیمار شده با عصاره ٢٠٠ میلی‌گرم/ لیتر و اسانس ١٥٠٠ میلی‌گرم/ لیتر حتی در روز نهم نگهداری هم از میزان یاد شده تجاوز ننمود. تحقیق چیبر و همکاران (٢٠١٤) نشان داد ممانعت از رشد باکتریایی به‌دلیل وجود ترکیبات زیست فعال Gingerol، Shogaol و Zingerone در عصاره و اسانس زنجبیل است که در مهار باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی نقش بسزایی دارند. در تحقیقات دیگر اثر مهار کننده عصاره زنجبیل در برابر عوامل میکروبی عامل فساد در ماهی به اثبات رسیده است (شاکیا، ٢٠١٥).

1- Lightnees
2- Redness-Greeness
3- Yellowness-Blueness

جدول ۳- نتایج آزمون رنگ‌سنجی بر روی فیله نگهداری شده در یخ‌آب حاوی عصاره زنجبیل.

تیمار	L*	a*	b*	WI
شاهد	٦٦/٥٨±٦/٧٢^{a}	٥٢/١٤±١٠/٣٥^{a}	٣١/٩٨±١٩/٢٥^{a}	٣٠/٢٥±١٨/٤٤^{a}
عصاره ١٠٠	٦٧/٤٥±١٥/٢٢^{a}	٤٣/٣٥±١٥/٩٦^{a}	٢٣/٧٤±١٨/٨٩^{a}	٤١/٨٥±٢٤/٢٩^{a}
عصاره ٢٠٠	٦٥/٧٨±٧/٣١^{a}	٥٩/٧٢±٠/٤٨^{a}	٢٩/١٨±٣٦/٣٩^{a}	٢١/٧٤±٠/٢٧^{a}
عصاره ٣٠٠	٦٣/٢٢±١٠/٢٧^{a}	٥٠/٥٤±١٢/٢١^{a}	٤٠/٦٧±١٠/٧٨^{a}	٢٥/٣٧±١٩/١١^{a}
عصاره ٤٠٠	٥٥/٥٣±١١/٥٢^{a}	٥٩/١٥±٦/٤٦^{a}	٥٣/٤٩±٠/٨١^{a}	١٠/١٨±٦/٩٣^{a}

داده‌ها بیانگر میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشند. حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) بین تیمارهای مختلف می‌باشد (غلظت عصاره بر اساس میلی‌گرم/ لیتر گزارش شده است).

جدول ٤- نتایج آزمون رنگ‌سنجی بر روی فیله نگهداری شده در یخ‌آب حاوی اسانس زنجبیل.

تیمار	L*	a*	b*	WI
شاهد	٦٦/٥٨±٦/٧٢^{a}	٥٢/١٤±١٠/٣٥^{a}	٣١/٩٨±١٩/٢٥^{a}	٣٠/٢٥±١٨/٤٤^{a}
اسانس ٥٠٠	٧٤/٧±١٧/٧٦^{a}	٣٧/٥٨±٢٨/٢٩^{a}	٢٩/٥٩±٢٤/٦٣^{a}	٤٥/٨٧±٤١/٣٨^{a}
اسانس ١٠٠٠	٧١/٨١±٧/٣٤^{a}	٤٧/٣٣±٢٠/٩٦^{a}	٢٥/٥٣±٦/٩٠^{a}	٣٨/٨٤±٢١/٤٥^{a}
اسانس ١٥٠٠	٦٣/١٦±٦/٨٢^{a}	٥٥/٧٧±١٢/٣٦^{a}	٣٩/٧٦±١٣/٩٠^{a}	٢٢/١١±١٩/٢٠^{a}
اسانس ٢٠٠٠	٧٢/٧١±٥/٣٧^{a}	٤٠/٨٩±٩/٣٣^{a}	١٥/٦٥±٥/١٩^{a}	٤٨/٠٦±١١/٩٦^{a}

داده‌ها بیانگر میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشند. حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) بین تیمارهای مختلف می‌باشد (غلظت اسانس بر اساس میلی‌گرم/ لیتر گزارش شده است).

جدول ٥- تغییرات باکتری کل در تیمارهای نگهداری شده در غلظت‌های مختلف یخ زیست فعال حاوی عصاره زنجبیل.

تیمار	زمان (روز)			
	روز ٠	روز ٣	روز ٦	روز ٩
شاهد	٥/١٧±٠/٢١^{Da}	٦/٤٨±٠/١٩^{Cab}	٧/١±٠/٢٨^{aB}	٨/٣٤±٠/٢٤^{aA}
عصاره ١٠٠	٥/٢٧±٠/٤١^{Ca}	٦/٢±٠/١^{bB}	٦/٥±٠/٥^{bB}	٧/٩٦±٠/١٥^{Ab}
عصاره ٢٠٠	٥/١٣±٠/١١^{Da}	٥/٩٦±٠/١٥^{Cb}	٦/٣٣±٠/١٥^{bB}	٦/٧٦±٠/٢١^{Ad}
عصاره ٣٠٠	٥/٤٧±٠/٢٢^{Ca}	٧/٠١±٠/٥٤^{aAB}	٦/٧٨±٠/٠٨٣^{abB}	٧/٥٣±٠/٠٢^{Ac}
عصاره ٤٠٠	٥/١٣±٠/٢١^{Da}	٥/٣±٠/٣^{cC}	٦/٥٧±٠/٣٣^{abB}	٧/١١±٠/٠٨^{Ab}

داده‌ها بیانگر میانگین ± انحراف معیار سه تکرار می‌باشند. حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) بین تیمارهای مختلف و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) در طی نگهداری می‌باشد (غلظت عصاره بر اساس میلی‌گرم/ لیتر گزارش شده است).

جدول ٦- تغییرات باکتری کل در تیمارهای نگهداری شده در غلظت‌های مختلف یخ زیست فعال حاوی اسانس زنجبیل.

تیمار	زمان (روز)	
	روز ٠	روز ٩
شاهد	٥/١٧±٠/٢١^{Ba}	٨/٣٤±٠/٢٣٥^{aA}
اسانس ٥٠٠	٥/١±٠/١١^{Ba}	٧/٥٧±٠/٦^{bA}
اسانس ١٠٠٠	٥/١٤±٠/٢٢^{Ba}	٦/٨٧±٠/١١٧^{bcA}
اسانس ١٥٠٠	٥/١٧±٠/١١^{Ba}	٦/٣٢±٠/٢٨^{cA}
اسانس ٢٠٠٠	٥/١٤±٠/٣٦^{Ba}	٦/٥٢±٠/٥٥^{cA}

داده‌ها بیانگر میانگین ± انحراف معیار با سه تکرار می‌باشند. حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) بین تیمارهای مختلف و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) در طی نگهداری می‌باشد (غلظت اسانس بر اساس میلی‌گرم / لیتر گزارش شده است).

جدول ٧- تغییرات باکتری سرمادوست در تیمارهای نگهداری شده در غلظت‌های مختلف یخ زیست فعال حاوی عصاره زنجبیل.

تیمار	زمان (روز)			
	روز ٠	روز ٣	روز ٦	روز ٩
شاهد	٤/٤٥±٠/١٥^{Ca}	٥/٢٣±٠/٥٩^{Ac}	٦/٠٩±٠/٥٦^{bB}	٨/٠٣±٠/١٥^{aAb}
عصاره ١٠٠	٤/١١±٠/٢٥^{Ca}	٤/٣±٠/٣^{bC}	٥/٨١±٠/١٠٦^{bB}	٦/٩٠±٠/٧٩^{Acd}
عصاره ٢٠٠	٤/٠٥±٠/٢٥^{Ba}	٤/٩٩±٠/٢^{abB}	٥/٨٦±٠/٢٣^{Ab}	٦/٢٣±٠/٢١^{Ad}
عصاره ٣٠٠	٤/٣٢±٠/٥^{Ca}	٥/١١±٠/١٦^{aC}	٥/٨٢±٠/٠١^{bB}	٧/٥±٠/٥^{Abc}
عصاره ٤٠٠	٤/١٥±٠/٠٥^{Ca}	٥/٤٣±٠/a٥١^{C}	٦/٦٦±٠/٣^{aB}	٨/٥±٠/٥^{aA}

داده‌ها بیانگر میانگین ± انحراف معیار با سه تکرار می‌باشند. حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) بین تیمارها و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) در طی نگهداری می‌باشد (غلظت عصاره بر اساس میلی‌گرم/ لیتر برآورد شده است).

جدول ٨- تغییرات باکتری سرمادوست در تیمارهای نگهداری شده در غلظت‌های مختلف یخ زیست فعال حاوی اسانس زنجبیل.

تیمار	زمان (روز)	
	روز ٠	روز ٩
شاهد	٤/٤٥±٠/١٥^{Ba}	٨/٠٣±٠/١٥^{aA}
اسانس ٥٠٠	٤/٢٩±٠/١٥^{Ba}	٧/٧٥±٠/١٥^{Aab}
اسانس ١٠٠٠	٤/١١±٠/١٢^{Ba}	٧/٤٨±٠/٢٧^{Abc}
اسانس ١٥٠٠	٤/٥٢±٠/٥^{Ba}	٦/٤٣±٠/٣٨^{Ad}
اسانس ٢٠٠٠	٤/٢٣±٠/٢١^{Ba}	٧/٠٨٦±٠/١٧^{Ac}

داده‌ها بیانگر میانگین ± انحراف معیار با سه تکرار می‌باشند. حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) بین تیمارها و حروف بزرگ متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار ($p<٠/٠٥$) در طی نگهداری می‌باشد (غلظت اسانس بر اساس میلی‌گرم/ لیتر برآورد شده است).

نتایج ارزیابی باکتری سرمادوست طی نگهداری در جدول‌های ٧ و ٨ نشان داده شده است. میزان باکتری سرمادوست نمونه کنترل در روز اول برابر با ٤/٤٥ لگاریتم پرگنه در هر گرم بود و در روز ٩ به ٨/٠٣ رسید. در حالی که نمونه‌های تیمار شده با عصاره و اسانس زنجبیل خصوصاً نمونه‌های تیمار شده با عصاره ٢٠٠ میلی‌گرم بر لیتر (٦/٢٣) و اسانس ١٥٠٠ میلی‌گرم بر لیتر (٦/٤٣) مقادیر کمتری از رشد باکتریایی در مقایسه با دیگر نمونه‌ها از خود نشان دادند و این اختلاف معنی‌دار بود. نتایج مطالعه حاضر با تحقیقاتی سلام و همکاران (٢٠٠٤) و حسنی و حسنی (٢٠١٤) همخوانی دارد. و همچنین پورسلطانی و همکاران (٢٠١٤) در مطالعات خود به ویژگی‌های مختلف و متنوع اسانس‌های گیاهی از نظر خواص آنتی‌میکروبی به‌دلیل ساختار و ترکیبات منحصر به فرد آن‌ها اشاره شده است. نتایج چیبر و همکاران (٢٠١٤) نشان داد که ترکیبات زینجرون در زنجبیل که یک مولکول پویا محسوب می‌شود، نقش بسزایی در ممانعت از رشد باکتری‌های چون اشرشیاکلی داشته و اثر محافظتی و مستقیم بر اعمال باکتری‌های پاتوژن ایفا می‌کند. یافته‌های بلیک (٢٠١٤b) هم حاکی از اثرات مؤثر و بازدارنده اسانس زنجبیل در کنترل کاندیداآلبیکانس و استافیلوکوکوس اورئوس بود.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج آزمون‌های pH، دما و مدت زمان ماندگاری یخ آب، رنگ‌سنجی بر روی فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، اختلاف معنی‌داری بین نمونه شاهد با دیگر نمونه‌های تیمار شده با عصاره و اسانس زنجبیل مشاهده نشد. در آزمون میکروبی تأثیر یخ آب حاوی عصاره و اسانس در مهار رشد بار باکتری‌های کل و سرمادوست مشخص گردید. بر پایه نتایج آزمون‌های یاد شده غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر عصاره و ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس بهینه‌ترین غلظت برای تولید یخ آب زیست فعال به‌منظور نگهداری کوتاه مدت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از زحمات بی‌دریغ ریاست و پرسنل محترم مرکز فرآوری آبزیان لیوتا و همچنین کارشناسان آزمایشگاه گروه شیلات دانشکده کشاورزی و بخش بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

منابع

1.Abdulaziz Bardi, D., Halabi, M.F., Abdullah, N.A., Rouhollahi, E., Hajrezaie, M., and Abdulla, M.A. (2013). In vivo evaluation of ethanolic extract of *Zingiber officinale* rhizomes for its protective effect against liver cirrhosis. *BioMed Research International*, 20: 2013-2023.

2.Asgari, S., Ansari Samani, R., Deris, F., Shahinfard, N., Salimi, M., Mortazaei, S., Rafieian-kopaei, M. 2012. Antioxidant activity and the lowering effect of hydroalcoholic extract of allium hirtifolium Boisson some haemostatic factors in hypercholesterolemic rabbits. *J Mazand Univ Med Sci*, *22*(91): 40–48.

3.Aubourg, S.P., Losada, V., and Barros-vela, J. 2007. Rancidity development in frozen pelagic fish: Influence of slurry ice as preliminary chilling treatment, 40: 991–999. http://doi.org/10.1016/j.lwt. 2006.05.011

4.Bellik, Y. (2014a). Total antioxidant activity and antimicrobial potency of the essential oil and oleoresin of Zingiber officinale Roscoe. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(1): 40–44. http://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60311-X.

5.Bellik, Y. (2014b). Total antioxidant activity and antimicrobial potency of the essential oil and oleoresin of Zingiber officinale Roscoe. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 4*(1), 40–44.

6.Campos, C.A., Rodríguez, Ó., Losada, V., Aubourg, S.P., and Barros-Velázquez, J. 2005. Effects of storage in ozonised slurry ice on the sensory and microbial quality of sardine (*Sardina pilchardus*). *International Journal of Food Microbiology*, 103(2): 121–130.

7.Chhibber, S., Kumar, L., and Harjai, K. 2014. Recent update on multiple pharmacological benefits of zingerone: a quick review. *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*, 2(6): 693–704.

8.Etemadian, Y., Shabanpour, B., Mahoonak, A.S., and Shabani, A. 2012. Combination effect of phosphate and vacuum packaging on quality parameters of Rutilus frisii kutum fillets in ice. *Food Research International*, 45(1): 9–16.

9.Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., and Chi, Y. 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*, 115(1): 66–70.

10.García-Soto, B., Fernández-No, I.C., Barros-Velázquez, J., and Aubourg, S.P. 2014. Use of citric and lactic acids in ice to enhance quality of two fish species during on-board chilled storage. *International Journal of Refrigeration*, 40: 390–397.

11.Haniadka, R., Saldanha, E., Sunita, V., Palatty, P.L., Fayad, R., and Baliga, M.S. 2013. A review of the gastroprotective effects of ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *Food &*

Function, 4(6): 845–855.
12. Hasani, S., and Hasani, M. 2014. Antimicrobial properties of grape extract on Common carp (Cyprinus carpio) fillet during storage in 4 C. *Int. J. Fish. Aquat. Stud*, 1: 130–136.
13. Iheagwara, M.C. 2013. Effect of Ginger Extract on Stability and Sensorial Quality of Smoked Mackerel (*Scomber scombrus*) Fish. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, *2013*.
14. Kobo, P.I., Erin, P.J., Suleiman, M.M., Aliyu, H., Tauheed, M., Muftau, S., and Mamman, M. (2014). Antitrypanosomal effect of methanolic extract of Zingiber officinale (ginger) on *Trypanosoma brucei brucei* -infected Wistar mice, *7*: 70–75. http://doi.org/10.14202/vetworld.2014.7
15. Lin, C.-C., and Lin, C.-S. 2005. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts. *Food Control*, 16(2): 169–175.
16. Massa, A., Manca, E., and Yeannes, M. 2012. Development of Quality Index Method for anchovy (*Engraulis anchoita*) stored in ice: Assessment of its shelf-life by chemical and sensory methods. *Food Science and Technology International*, 18: 339–351. http://doi.org/10.1177/1082013211428014
17. O'Hara, M., Kiefer, D., Farrell, K., and Kemper, K. 1998. A review of 12 commonly used medicinal herbs. *Archives of Family Medicine*, *7*(6): 523.
18. Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H. 2010a. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chemistry*, 122(1): 161–166.
19. Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H. 2010b. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*, 120(1): 193–198. http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.006
20. Pour, A.R., Mirzargar, S.S., Soltani, M., Mousavi, H.A.E., and Mostafavi, S.A. 2014. The antibacterial effects of *Cuminum cyminum* L., and Rosmarinus officinalis extracts and essential oil against Lactococcus garvieae in laboratory conditions on rainbow trout. *European J Experimental Biology*, 4(1): 456–463.
21. Sallam, K.I., Ishioroshi, M., and Samejima, K. 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *LWT-Food Science and Technology*, 37(8): 849–855.
22. Shakya, S.R. 2015. Medicinal uses of ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) improves growth and enhances immunity in aquaculture. *IJCS*, 3(2): 83–87.
23. Tavakoli, S., Naseri, M., Karami, A., and Gheisari, H.R. 2016. Evaluation of short-term storage quality of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by using bioactive ice coverage with extract and essential oil of Moshgak (*Ducrosia anethifolia*). Master dissertation, shiraz university, 80p.
24. Tavakkol Afshari, J., Moheghi, N., and Brook, A. 2010. Ethanolic extract cytotoxic effect of zingiber afficinale in breast cancer (MCF7) Cell Line. *Armaghane Danesh*, 15(2): 115–124.
25. Zhu, S., Zhou, Z., Feng, L., and Luo, Y. 2015. Postmortem changes in physicochemical properties of songpu mirror carp (*Cyprinus carpio*) during iced storage. *Food Bioscience*, 9: 75–79.