

(مقاله پژوهشی)

تأثیر کاربرد آب الکترولیز خنثی بر خصوصیات میکروبی و شیمیایی ماهی قزل آلابی رنگین کمان پرورشی (*Oncorhynchus mykiss*) در شرایط نگهداری سرد (4 ± 1 درجه سانتی گراد)

الهه خواجه علی^{۱*}، جمال ملک زاده^۲

۱- استادیار، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت مواد غذایی، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۰۸

چکیده

آب الکترولیز شده در سال‌های اخیر به‌عنوان یک ماده‌ی ضدعفونی‌کننده مفید مطرح شده است و استفاده از انواع محلول‌های آب الکترولیز شده به‌عنوان ماده‌ی ضدعفونی‌کننده در صنایع غذایی، پزشکی، دامپروری و پرورش طیور مورد توجه قرار گرفته است. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر آب الکترولیز خنثی در مقایسه با آب مقطر استریل بر ماندگاری ماهی قزل‌آلابی رنگین کمان پرورشی نگهداری شده در شرایط سرد ($4 \pm 1^\circ \text{C}$) بود. نمونه‌ها به ۴ گروه تقسیم شدند و هر گروه در آب الکترولیز خنثی (NEW) و یا آب مقطر استریل به مدت ۱۵ و یا ۳۰ دقیقه غوطه‌ور گردیدند. آزمون‌های میکروبی شامل (شمارش کل میکروبی و شمارش باکتری‌های سایکروفیل) و آزمایش‌های شیمیایی شامل (مجموع بازهای نیتروژنی فرار، شاخص تیوباریتوریک اسید و pH) در یک دوره ۲۰ روزه به صورت دوره‌ای بر روی پوست و فیله‌ی ماهی‌های نگهداری شده در شرایط سرد صورت گرفت. نتایج نشان داد که تعداد باکتری‌های سرمادوست در فیله و پوست نمونه‌های تیمار شده با NEW در مدت زمان ۱۵ و ۳۰ دقیقه در مقایسه با گروه‌های دیگر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت اما در مورد باکتری‌های مزوفیل این تفاوت تنها در نمونه‌های تیمار شده با NEW به مدت ۳۰ دقیقه مشاهده شد. میزان TVN، pH و TBARS در همه تیمارها با گذشت زمان افزایش یافت. میزان pH در مدت نگهداری در تیمارهای مختلف تفاوت معناداری نداشت. در نمونه‌های کنترل میزان TBARS و میزان TVN تا روز بیستم نگهداری بطور معنا داری بیشتر بود. این تحقیق نشان داد آب الکترولیز شده خنثی می‌تواند سبب کاهش جمعیت باکتریایی آلوده‌کننده ماهی و افزایش مدت ماندگاری آن گردد و گامی مؤثر در جهت افزایش سلامت غذایی مصرف‌کننده باشد.

واژه‌های کلیدی: آب الکترولیز شده خنثی، قزل‌آلابی رنگین کمان، ماندگاری.

۱- مقدمه

ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در سراسر دنیا بعنوان یک ماهی با ارزش اقتصادی بالا، تولید می شود (۱۱). در ایران نیز این ماهی، از گونه های مهم سردآبی پرورشی می باشد که نظر به ارزش غذایی، اقتصادی و بازار پسندهای فوق العاده میزان تولید آن در حال افزایش می باشد (۳). ماهی و غذاهای دریایی با وجود غنی بودن از نظر پروتئین ها، ویتامین های محلول در چربی و اسیدهای چرب چند غیر اشباع امگا ۳، که اهمیت زیادی در رژیم غذایی بشر دارند، فرآورده هایی فساد پذیری هستند و معمولاً سریعتر از سایر غذاهای گوشتی فاسد می شوند و ویژگی های کیفی آن ها در زمان نگهداری در اثر اتولیز، اکسیداسیون چربی ها و فعالیت های میکروبی کاهش می یابد. این مسئله ممکن است به خاطر ترکیب متفاوت غذاهای دریایی از گوشت های دیگر باشد، بنابراین نمی توان ماهی را بیش از ۱۲ الی ۱۵ ساعت در دمای محیط نگهداری کرد. از آنجا که فاصله بین مراکز تولید و بازار مصرف در این صنعت زیاد است و بسیاری از مواقع این فرآورده از کشوری به کشور دیگر صادر می شود، گاهی زمان ماندگاری حتی از زمان رسیدن آنها به بازار نیز کوتاهتر می شود و بخش بزرگی از این تولیدات با توجه به فساد سریع این ماده غذایی و فاصله طولانی بین صید و مصرف از بین رفته و یا کیفیت آن به شدت کاهش می یابد. این واقعیت از دیدگاه اقتصادی در حمل و نقل و ارائه ماهی به بازار اشکال ایجاد می کند (۲۲). تلاش های زیادی جهت جلوگیری یا به تاخیر انداختن فساد ماهی و فرآورده های آن صورت گرفته است که از آن جمله می توان به کنترل درجه حرارت و کاهش آن، بسته بندی تحت خلأ، بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده (MAP) و استفاده از روش های نوین مانند آب الکترولیزه اشاره کرد. بیش از یک دهه است آب الکترولیز شده اسیدی (AEW^1) به عنوان ماده ضدعفونی کننده به صنایع معرفی شده است. این محلول از طریق الکترولیز محلول رقیق NaCl تهیه

می شوند و به صورت مایع، یخ و مه پاشی قابل استفاده است. pH آب الکترولیز شده اسیدی پایین (۴-۲) و پتانسیل اکسیداسیون بالایی داشته و دارای اکسیدکننده های فعال مانند هیپوکلروس اسید است (۱۶) و اثر باکتروسیدی قوی روی اغلب باکتری های پاتوژن شناخته شده دارد (۱۴) اما دارای یکسری معایب از جمله خاصیت خوردگی جزئی تجهیزات و ماشین آلات فراوری، تحریک کننده پوست و عمر ماندگاری کم بدلیل از بین رفتن کلرین است (۲۰). در سال های اخیر نوع دیگری از آب الکترولیز شده تحت عنوان آب الکترولیز شده خنثی (NEW^1) به عنوان یک ضدعفونی کننده به بازار ارائه شده است. NEW نیز مشابه AEW تهیه می گردد اما به طور جزئی با OH ترکیب می شود که باعث ایجاد یک محلول خنثی دارای عوامل شیمیایی ضد میکروبی مهم از قبیل H_2O_2 ، ClO ، $HOCl$ و O_2 می شود که به دلیل pH خنثی فاقد خاصیت خوردگی سطوح فلزی و پایدارتر از AEW است. در نتیجه استفاده از آن به منظور ضدعفونی در صنایع غذایی مزیت بیشتری نسبت به AEW دارد (۸). تاکنون مطالعات متعددی در خصوص تأثیرات ضد میکروبی آب الکترولیز شده بر حذف و یا کاهش باکتری های پاتوژن و یا بار میکروبی انواع مواد غذایی از جمله فرآورده های دریایی گزارش شده است، بطور مثال Huang و همکاران (۲۰۰۶) از آب الکترولیز شده برای ضدعفونی کردن مواد غذایی دریایی آلوده به برخی از پاتوژن های منتقله از راه غذا استفاده کردند. همچنین Xu و همکاران (۲۰۱۴) از آب الکترولیز در ترکیب با کیتوزان برای جلوگیری از تغییرات میکروبیولوژی، فیزیکوشیمیایی و ویژگی های حسی در شاه ماهی آمریکایی در طی نگهداری به صورت انجماد استفاده کردند. مکتبی و همکاران (۱۳۹۵) و Xie و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر آب الکترولیز را بر روی میگو مورد بررسی قرار دادند. نظر به اهمیت اقتصادی، تولید بالای سالیانه، قابلیت دسترسی برای مصرف کننده و پراکنش مناسب و شیوه های نگهداری موقت و عرضه ماهی قزل آلاهی

پتانسیل اکسیداسیون-احیاء، pH و میزان کلر آزاد (AFC) مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۳- ارزیابی پتانسیل اکسیداسیون-احیاء، pH و میزان کلر آزاد (AFC)

با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال و OPR متر، pH و پتانسیل اکسیداسیون و احیاء آب الکترولیزه اندازه گیری شد. میزان کلر محلول با استفاده از کیت کلر (ساخت شرکت کاریزآب) اندازه گیری شد و از آنجا که در این مطالعه غلظت ۱۰۰ ppm کلر مورد نظر بود، با اضافه کردن مقادیر محاسبه شده آب مقطر، غلظت ۱۰۰ ppm در محلول تنظیم شد و همواره در آزمایشات از همین رقت استفاده گردید. در نهایت میزان فاکتورهای فوق در محلول نهایی آب الکترولیز شده مورد استفاده به شرح زیر تنظیم شد:

pH: $7/1 \pm 0/2$

ORP: 860 ± 5

AFC: ppm ۱۰۰

۲-۴- اندازه گیری خصوصیات میکروبی و شیمیایی

پس از بیرون آوردن فیله‌ها از محلول‌های مورد استفاده، کلیه فیله‌ها مدتی در زیر هود روی آبکش‌های پلاستیکی استریل قرار گرفتند تا آب و رطوبت اضافی آن‌ها حذف گردد. در نهایت فیله‌ها در ظروف‌های پلاستیکی استریل شده به وسیله اشعه UV بسته‌بندی و در یخچال با دمای 4°C به مدت ۲۰ روز نگهداری شدند. نمونه‌گیری در زمان‌های مشخص، روزهای ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ انجام و آنالیزهای میکروبی و شیمیایی زیر بر روی نمونه‌ها صورت گرفت. لازم به ذکر است که کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام پذیرفت.

۲-۵- آنالیز میکروبی

تحت شرایط استریل و در زیر هود آزمایشگاهی، ظروف حاوی نمونه باز و نمونه برداری از پوست ماهی با قرار دادن تمپلت استریل $4 \times 4 \text{ cm}^2$ در مرکز ماهی و سوآپ کردن این محدوده انجام گردید و برای نمونه برداری از فیله مقدار ۱۰ گرم از فیله توسط پنس و قیچی استریل جدا گشت، سپس جهت هموژنیزاسیون محتویات ۱۰ و ۹۰ میلی لیتر آب

رنگین کمان و با توجه به فسادپذیری بالای آن، مطالعه جهت حفظ کیفیت آن در خلال مراحل بعد از صید شامل دستکاری، عمل آوری، توزیع و نگهداری در یخ دارای اهمیت فراوانی می باشد. از این رو در این تحقیق، بررسی تأثیر مدت زمان مواجهه با آب الکترولیز شده خنثی بر کیفیت و عمر ماندگاری ماهی قزل آلائی رنگین کمان در یخچال از طریق ارزیابی برخی از شاخص‌های میکروبی و شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روشها

۲-۱- تهیه ماهی و تیمار کردن نمونه‌ها

به منظور انجام این آزمایش ۷۲ قطعه ماهی قزل آلائی رنگین کمان صید روز با میانگن وزن 450 ± 20 گرم از یک مغازه معتبر در سطح شهر ایلام تهیه شد. ماهی کاملاً تازه و در همان روز آزمایش تهیه گردید. نمونه‌ها سریع و در شرایط سرد به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ایلام انتقال داده شدند و پس از شستشو با آب، فلس گیری و تخلیه شکمی شده و مجدداً با آب فراوان، شسته و به صورت دستی به فیله‌هایی با وزن ۱۲۰-۱۰۰ گرم جهت انجام تیمارها تقسیم شدند. فیله‌ها را جهت آب کشی بر روی آبکش‌های پلاستیکی استریل شده با اشعه UV قرار داده تا آب اضافی خارج شود. سپس فیله‌ها بصورت تصادفی در چهار گروه تقسیم و تیمارهای مورد نظر به شرح ذیل بر روی آن‌ها انجام پذیرفت.

تیمار اول (گروه کنترل، C_1)، غوطه‌وری فیله‌ها در آب مقطر استریل خنثی به مدت ۱۵ دقیقه
تیمار دوم (گروه تیمار، T_1) فیله‌های غوطه‌ور شده در محلول آب الکترولیز خنثی به مدت ۱۵ دقیقه
تیمار سوم (گروه کنترل، C_2)، غوطه‌وری فیله‌ها در آب مقطر استریل خنثی به مدت ۳۰ دقیقه
تیمار چهارم (گروه تیمار، T_2) فیله‌های غوطه‌ور شده در محلول آب الکترولیز خنثی به مدت ۳۰ دقیقه

۲-۲- تهیه محلول آب الکترولیز شده خنثی

در این بررسی، محلول تازه آب الکترولیز شده خنثی تولید شرکت خسرو مدیسا طب پس از تعیین خصوصیات مانند

Poumeyrol، (۱۹۸۹) انجام گرفت. میزان مواد ازته فرار برحسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت محاسبه گردید.

۲-۶- آنالیز آماری

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ بررسی شد. داده‌های کمی با آزمون آماری One way ANOVA و آزمون تعقیبی Duncan's برای مقایسه بین گروه‌ها و Repeated measures ANOVA برای مقایسه زمان‌ها مختلف هر گروه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $\alpha = 0/05$ مبنای قضاوت آماری لحاظ گردید. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel ۲۰۱۳ استفاده شده است.

۳- نتایج و بحث

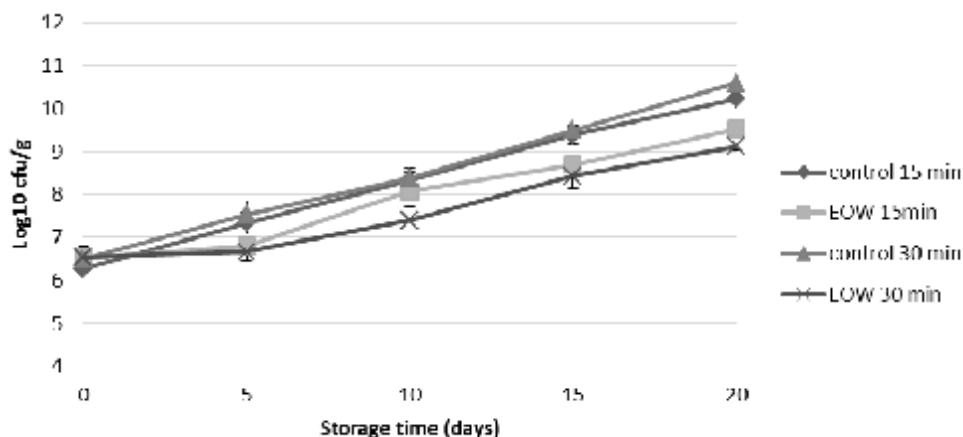
با توجه به نمودارهای (۱ تا ۴)، میانگین بار باکتری‌های مزوفیل و سایکروفیل در فیله و پوست ماهی در کل دوره روندی افزایشی داشته است. بیشترین میزان بار باکتریایی سایکروفیل‌ها و مزوفیل‌ها بعد از ۲۰ روز نگهداری در دمای یخچال به ترتیب $10/58$ و $10/65$ $\log \text{cfu g}^{-1}$ مربوط به گروه کنترل (C₂) و کمترین میزان آن $9/22$ و $9/36$ $\log \text{cfu g}^{-1}$ مربوط به گروه تیمار (T₂) می باشد. مقایسه میزان باکتری‌های سرمادوست بین نمونه کنترل و نمونه تیمار شده با آب الکترولیز نشان داد که از نظر آماری تفاوت معنی داری بین گروه‌ها وجود داشت ($P < 0/05$)، نمودارهای (۱ و ۲).

مقطر استریل به نمونه های پوست و فیله افزوده و به دستگاه استومیکر با دور ۸ به مدت یک دقیقه منتقل گردید. (۲ و ۱۷). نمونه هموزن شده به روش معمول، رقیق سازی متوالی شده و بر روی پلیت‌های حاوی محیط کشت آگار مغذی و به روش کشت سطحی کشت داده شد. جهت شمارش تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی، پلیت‌های کشت داده شده به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتیگراد و جهت شمارش باکتری‌های سایکروفیل، پلیت‌ها به مدت ۱۰ روز و در دمای ۷ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. سپس اقدام به شمارش تعداد کلنی‌ها گردید و نتایج حاصل بر اساس لگاریتم واحد تشکیل دهنده کلنی بر گرم گزارش گردید (۲۳).

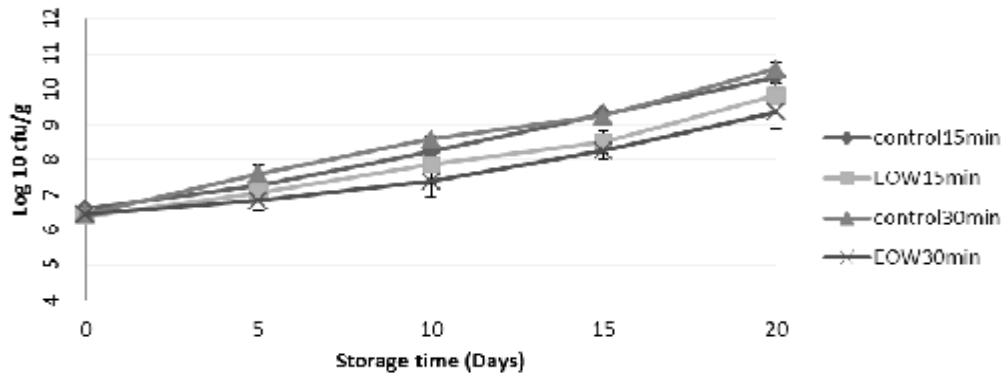
۲-۶- آنالیز شیمیایی

در ابتدا نمونه ماهی قزل آلائی رنگین کمان چرخ شد و سپس مقادیر کافی از گوشت هموزن شده برای هر یک از آنالیزهای شیمیایی به کار رفت. میزان pH نمونه‌ها توسط pH متر دیجیتالی اندازه گیری شد (۱۰). برای اندازه گیری تیوباربتوریک اسید (TBA) (Thobarbituric Acid) از روش Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰ استفاده شد. میزان TBA بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید در هر کیلوگرم از گوشت بیان می شود. به منظور اندازه گیری مواد ازته فرار از دستگاه کلدال اتوماتیک، بر اساس روش Malle و

نمودار ۱- تغییرات میانگین باکتری‌های سرمادوست فیله ماهی در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتیگراد.

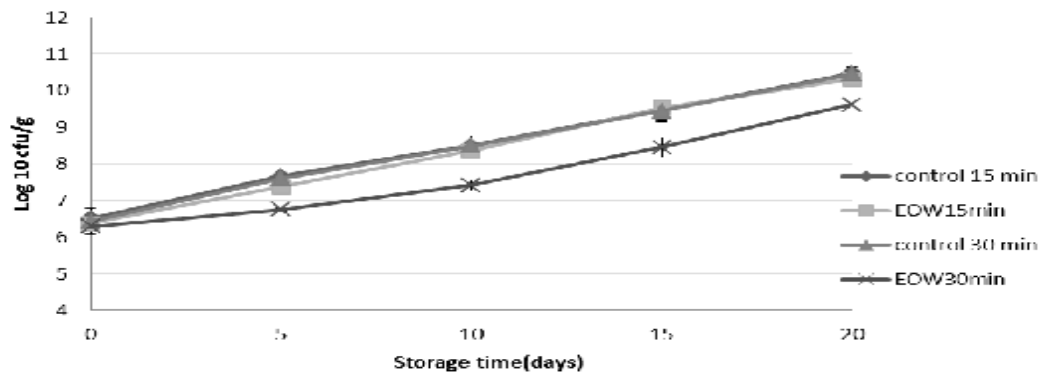


نمودار ۲- تغییرات میانگین باکتری‌های سرمادوست پوست ماهی در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای ± 1 درجه سانتیگراد.

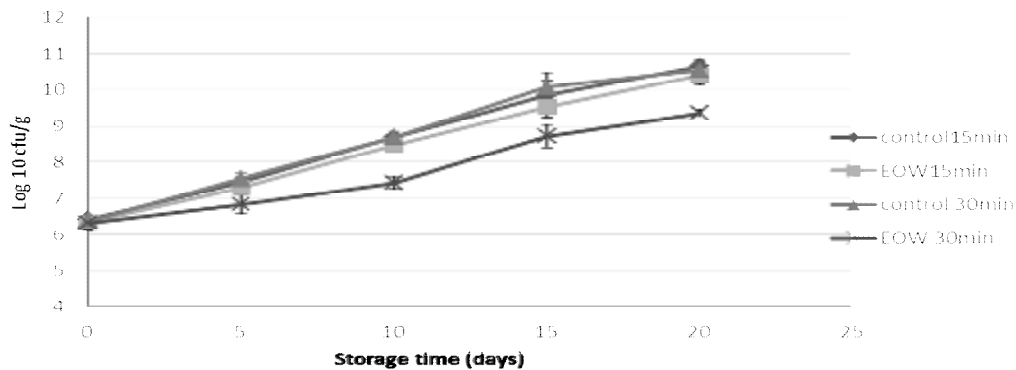


تعداد باکتری‌های مزوفیل هوازی در فیله و پوست ماهی در روز صفر از $6/41 \log cfu g^{-1}$ در مدت ۲۰ روز به $9/36$ در گروه کنترل (C₁ و C₂) و گروه تیمار (T₁) از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$)، نمودارهای (۳ و ۴).

نمودار ۳- تغییرات میانگین باکتری‌های مزوفیل فیله ماهی در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای ± 1 درجه سانتیگراد.



نمودار ۴- تغییرات میانگین باکتری‌های مزوفیل پوست ماهی در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای ± 1 درجه سانتیگراد



روندی افزایشی داشت، اما افزایش تعداد باکتریها در تیمار با آب الکترولیز خنثی و اسید سیتریک به طور معنی داری از سایر تیمارهای دیگر کمتر بوده است. در مطالعه ای که توسط Ozar و Demirci در سال ۲۰۰۶ با هدف ارزیابی تاثیر آب الکترولیز اسیدی و قلیایی در دما و زمانهای مختلف برای غیرفعال کردن *E. Coli O157: H7* و *L. monocytogenes* بر روی سطح عضلات و پوست ماهی قزل آلا صورت گرفت مشاهده شد که کاهش جمعیت باکتری های فوق با افزایش دما و مدت زمان افزایش می یابد. تاثیر دما در مطالعات Ding و همکاران (۲۰۱۱) نیز مورد تأیید قرار گرفته است. میزان pH در طی یک دوره ۲۰ روزه نگهداری در دمای یخچال دارای یک روند افزایش در تمام گروه ها بود. بطوریکه در گروه تیمار با آب الکترولیزه میزان pH از ۶/۳ به ۷/۴۷ و در گروه کنترل از ۶/۵ به ۷/۸۹ افزایش یافت. میزان تغییرات pH بین گروه های مختلف کنترل و تیمار در طی دوره نگهداری اختلاف معنا داری نداشت. اما اثر زمان بر افزایش pH معنادار بود (جدول ۱). علت افزایش pH می تواند بدلیل تولید و تجمع ترکیبات قلیایی مانند تری متیل آمین و آمونیاک ناشی از فعالیت باکتری های تولید کننده مواد قلیایی که در فرآورده های دریایی مانند ماهی و میگو و غیره وجود دارند، باشد (۶ و ۲۵). نتایج Kim و همکاران ۲۰۰۶ نشان داد که تغییرات pH در ماهی سوری اقیانوسی نگهداری شده با یخ AEW و یخ تهیه شده با آب شیر، تا روز ۲۴ از لحاظ آماری تفاوت معنا داری نداشت. Wang و همکاران در سال ۲۰۱۴ روند افزایش pH را در تمامی نمونه های تیمار شده با آب یخ الکترولیز شده ی اسیدی و آب یخ معمولی در تا روز ۵ دوره نگهداری گزارش کردند. نتایج مشابه برای نیز برای سایر گونه های ماهی مانند ساردین، هیک و ماهی سالمون دریایی، ذخیره شده در یخ گزارش شده است (۷، ۱۳ و ۲۵).

میزان کاهش باکتری ها می تواند به علت بالا بودن سطح کلر فعال در این مطالعه باشد. مطالعات زیادی اثر استفاده از آب الکترولیزه در کاهش بار میکروبی و پاتوژن های مواد غذایی را تایید کرده است. این نتایج با مطالعات متعدد دیگری مطابقت داشت. Xu و همکاران در سال ۲۰۱۴ از آب الکترولیز با غلظت کلر ۷۰-۸۰ ppm در ترکیب با کیتوزان برای جلوگیری از تغییرات میکروبیولوژی، فیزیکوشیمیایی و ویژگی های حسی در شاه ماهی آمریکایی در طی نگهداری به صورت انجماد استفاده کردند. نتایج ایشان نشان داد که ترکیب آب الکترولیز شده و کیتوزان دارای تأثیرات بازدارندگی بیشتری نسبت به هر کدام از تیمارها به تنهایی است. بار میکروبی گروه کنترل در روز ۱۰ به بیش از Log ۷ رسیده است در حالی که در تیمار آب الکترولیز، کیتوزان و ترکیب آب الکترولیز و کیتوزان بعد از گذشت ۱۵ تا ۲۵ روز به این مقدار بار میکروبی رسیده است. Wang و همکاران در سال ۲۰۱۴ تأثیر آب یخ الکترولیز شده اسیدی در حفظ کیفیت میگو در شرایط تاریکی را مورد بررسی قرار دادند. Wang و همکاران بیان کردند که جمعیت باکتریایی کل در مورد آب الکترولیز شده ی اسیدی Log ۱/۵ کاهش بعد از ۲۴ ساعت ذخیره سازی را نشان داد در حالی که در مورد آب یخ معمولی Log ۰/۳۷ بعد از ۴۸ ساعت در دمای ۱۸ درجه را نشان داد. Xie و همکاران در سال ۲۰۱۲ گزارش کردند که درمان با آب الکترولیز شده اسیدی به مدت 5 دقیقه در دمای 50 درجه سانتیگراد باعث کاهش log ۳/۱۱ و بیروپاراهمولیتیکوس، log ۱/۹۶ لیستریا مونوسایتوژنز و log ۱/۴۴ باکتریهای هوازی روی میگو میشود. علاوه بر این مکتبی و همکاران در سال ۱۳۹۵ تأثیر آب الکترولیز شده خنثی و اسید سیتریک بر کاهش بار باکتریایی میگو در طی نگهداری در دمای معمولی و یخچال را بررسی کردند. در این تحقیق میانگین بار باکتریایی مزوفیل و سایکروفیل با گذشت زمان در همه تیمارها

جدول ۱- مقدار pH (میانگین \pm انحراف معیار) فیله ماهی در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای ± 1 درجه سانتیگراد.

Treatment groups	Days of storage				
	0	5	10	15	20
Control 15min	۶/۵۴ \pm ۰/۱۰	۶/۵۳ \pm ۰/۰۳	۷/۰۱ \pm ۰/۰۸	۷/۲۶ \pm ۰/۰۴	۷/۶۸ \pm ۰/۰۸
EOW 15min	۶/۴۲ \pm ۰/۱۳	۶/۴۸ \pm ۰/۰۹	۶/۹۳ \pm ۰/۰۵۶	۷/۲۱ \pm ۰/۳۹	۷/۵۷ \pm ۰/۴۰
Control 30min	۶/۵۵ \pm ۰/۰۸۶	۶/۵۶ \pm ۰/۰۳	۶/۸۳ \pm ۰/۳۴	۷/۴۹ \pm ۰/۱۲	۷/۸۹ \pm ۰/۰۵
EOW 30min	۶/۵ \pm ۰/۱۶	۶/۴۹ \pm ۰/۱۳	۶/۷۸ \pm ۰/۰۵۲	۷/۱۲ \pm ۰/۶۲	۷/۴۷ \pm ۰/۳۶

گروه های T_1 ، C_1 و C_2 این اختلاف تا روز بیستم معنادار بود. روند افزایشی این شاخص در طول مدت نگهداری ممکن است به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدانها در ماهیچه باشد(۱). روند افزایش کمتر در گروه تیمار در مقایسه با گروه کنترل می تواند بدلیل کاهش رشد باکتری ها در گروه تیمار باشد. نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات محققین دیگر همخوانی دارد (۱۵، ۲۸).

با توجه به جدول ۲ تغییرات میانگین میزان مواد واکنش دهنده با تیوباربیتریک اسید در طی یک دوره ۲۰ روزه نگهداری در دمای یخچال نشانگر یک روند افزایشی در تمام گروه ها بوده است. بر اساس آنالیز آماری بین گروههای مورد آزمایش گروه T_1 و T_2 با گروههای C_1 و C_2 تا روز دهم اختلاف معناداری وجود داشت اما در نهایت در روزهای پانزدهم و بیستم اختلاف معنی داری بین گروه T_1 با گروه های C_1 و C_2 وجود نداشت اما بین گروه T_2 با

جدول ۲- مقدار TBA (میانگین \pm انحراف معیار) بر حسب میلی گرم مالوندی آلدئید در هر کیلوگرم فیله ماهی در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای ± 1 درجه سانتیگراد.

Treatment groups	Days of storage				
	0	5	10	15	20
Control 15min	۰/۳۵ \pm ۰/۰۴ ^a	۰/۸۸ \pm ۰/۱۳ ^a	۱/۲۴ \pm ۰/۱۵ ^a	۱/۲۸ \pm ۰/۰۵ ^a	۱/۲۶ \pm ۰/۰۳ ^a
EOW 15min	۰/۲۳ \pm ۰/۰۴ ^b	۰/۶۹ \pm ۰/۱۲ ^b	۰/۴۹ \pm ۰/۱۶ ^b	۱/۲۵ \pm ۰/۲۶ ^a	۱/۲۹ \pm ۰/۰۴ ^a
Control 30min	۰/۳۶ \pm ۰/۰۵ ^a	۱/۱۴ \pm ۰/۳۱ ^c	۱/۳۲ \pm ۰/۳۰ ^a	۱/۴۲ \pm ۰/۰۴ ^a	۱/۳۷ \pm ۰/۰۲ ^a
EOW 30min	۰/۲۵ \pm ۰/۰۶ ^b	۰/۷۱ \pm ۰/۲۶ ^d	۰/۵۲ \pm ۰/۲۷ ^b	۰/۸۶ \pm ۰/۱۱ ^b	۰/۵۴ \pm ۰/۰۷ ^b

در هر ستون حروف کوچک نشانگر تفاوت معنادار است. ($p < 0.05$)

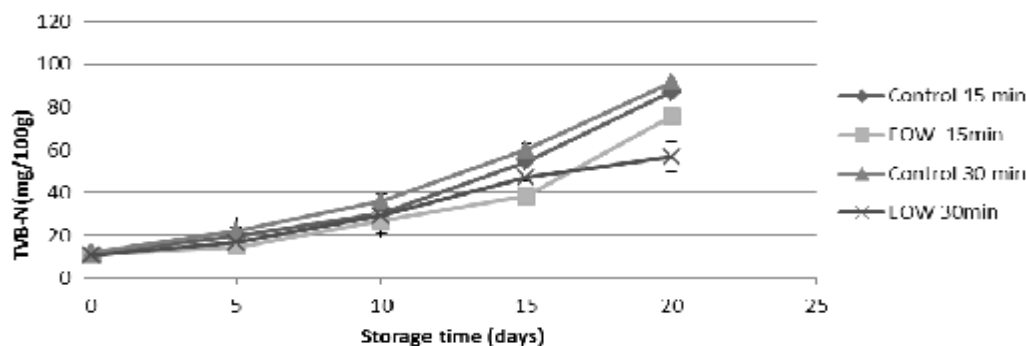
میزان $91/64 \text{ mg}/100\text{g}$ و کمترین میزان آن مربوط به گروه تیمار با آب الکترولیز شده به مدت ۳۰ دقیقه (T_2) با میزان $56/76 \text{ mg}/100\text{g}$ می باشد. افزایش میزان TVB-N در نمونه های مورد بررسی در طول دوره نگهداری را می توان به فعالیت آنزیم های درونی و رشد باکتری های مولد فساد مرتبط دانست. از آنجا که TVB-N به طور

با توجه به نمودار ۵ تغییرات میانگین میزان مواد ازته فرار فیله ماهی در طی مدت نگهداری در دمای یخچال دارای یک روند افزایشی بوده اند. آنالیز آماری بر روی نتایج حاصله نشان داد که گروه، زمان و اثر متقابل زمان و گروه تاثیر معناداری بر روند TVN دارد. بالاترین میانگین مقدار مواد ازته فرار فیله ماهی مربوط به گروه کنترل ۳۰ دقیقه (C_2) با

نمونه های تیمار شده با یخ حاوی آب الکترولیز شده ی اسیدی کمتر از آب یخ معمولی کمتر بوده است. مطالعات متعدد دیگری نتایج بدست را تایید می کند از جمله Zhou و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که سطح TVB-N در نمونه های ماهی پافر تیمار شده با آب الکترولیز در مقایسه با گروه کنترل در طول مدت نگهداری پایین تر باقی ماند. Mohan و همکاران در سال ۲۰۱۲ نتایج مشابهی را برای ماهی ساردین نگهداری شده در شرایط سرما گزارش کردند.

عمده در اثر تجزیه باکتریایی گوشت ماهی ایجاد می شود، افزایش بار باکتریایی در طول دوره را نیز می توان دلیلی برای این مورد دانست (۱۰ و ۲۸). از آنجا که بار میکروبی در نمونه های تیمار شده با آب الکترولیز در طول دوره نگهداری در مقایسه با گروه کنترل رشد کمتری داشته است افزایش کمتر میزان TVB-N در این گروه ها را می توان به این موضوع مرتبط دانست. Wang و همکاران (۲۰۱۴) در نتایج خود بیان داشتند که میزان TVB-N در میگوی نگهداری شده در شرایط تاریکی در طول مدت نگهداری افزایش می یابد و همچنین بیان داشتند میزان TVB-N

نمودار ۵- تغییرات میزان TVB-N در فیله ماهی در طی ۲۰ روز نگهداری در دمای 4 ± 1 درجه سانتیگراد



لحاظ در اختیار قرار دادن آب الکترولیز شده مورد نیاز در انجام این مطالعه سپاسگزاری به عمل می آید.

۶- منابع

۱. پزشکی، س.، رضایی، م. و حسینی، ۱۳۹۰.۵. اثر ضد باکتریایی و ضد اکسیداسیونی عصاره موسیر بر زمان ماندگاری ماهی قزل آلا ی رنگین کمان نگهداری در شرایط سرد (4 ± 1 درجه سانتی گراد). مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، جلد ۶، شماره ۲، ۱۱-۱۹.
۲. فضل آرا، ع.، پورمهدی، م. و ملک زاده، ج. ۱۳۹۵. تاثیر مدت زمان مواجهه با آب الکترولیز شده خشتی بر کاهش آلودگی به سالمونلا تیفی موریوم و اشیریشیا کلی در پوست و فیله ماکیان

۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج آزمون های میکروبی و شیمیایی حاصل از این مطالعه در خصوص تأثیر آب الکترولیز شده خشتی بر کاهش آلودگی باکتریایی در پوست و فیله ماهی تازه می توان نتیجه گرفت که NEW می تواند سبب کاهش رشد باکتری های سایکروفیل و مزوفیل شود و از تجزیه پروتئین ها و اکسیداسیون لیپیدها جلوگیری کند. بنابراین این روش می تواند گامی مؤثر در جهت افزایش سلامت غذایی مصرف کننده باشد و افزایش مدت ماندگاری ماهی باشد.

۵- سپاسگزاری

بدین وسیله از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه ایلام که هزینه ی این تحقیق را فراهم نموده است سپاسگزاری می نماید. همچنین از همکاری شرکت خسرو مدیسا طب به

- electrolysed water. *Letters in Applied Microbiology*, 40(5): 341-346.
9. Ding, T., Rahman, S.M.E. and Oh, D.H. 2011. Inhibitory effects of low concentration electrolyzed water and other sanitizers against foodborne pathogens on oyster mushroom. *Food Control*, 22(2): 318-322.
 10. 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.
 11. Food and Agriculture Organization, 2010. Cultured Aquatic Species Information Programme *Oncorhynchus mykiss*. Food and Agriculture Organization, Fisheries and Aquaculture Department, FAO Publication series.
 12. Huang, Y.R., Hsieh, H.S., Lin, S.Y., Lin, S.J., Hung, Y.C., and Hwang, D.F. 2006. Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood. *Food Control*, 17: 987-993.
 13. Hozbor, M. C., A. I. Saiz, M. I. Yeannes, and R. Fritz. 2006. Microbiological changes and its correlation with quality indices during aerobic iced storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*). *Food Sci. Technol*, 39: 99-104
 14. Kim, C., Hung, Y.C. and Brackett, R.E. 2000. Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of food-borne pathogens. *Int J Food Microbiol*, 61:199-207.
 15. Kim, W. T., Lim, Y. S., Shin, I. S., Park, H., Chung, D., & Suzuki, T. 2006. Use of electrolyzed water ice for preserving freshness of pacific saury (*Cololabis saira*). *Journal of Food Protection*, 69: 2199-2204.
 16. Len, S.V., Hung, Y. C., Erickson, M.C. and Kim, C. 2000. Ultraviolet spectrophotometric characterization and bactericidal properties of electrolyzed oxidizing water as influenced by amperage and pH. *J Food Prot*, 63: 1534-1537.
 17. Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shik, S., Dong, Suk, C. تازه. مجله ی میکروب شناسی مواد غذایی، جلد ۳، شماره ۱، ۲۴-۱۱.
 ۳. کمانی، م.، زکیپور رحیم آبادی، ا. و مطلبی، ع. ۱۳۹۵. تأثیر روشهای کشتار بر کیفیت ماهی قزل آلا ی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در دمای 4 درجه سانتیگراد. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. جلد ۱۳، شماره ۵۲، ۷۷-۶۶.
 ۴. کمانی، م.ح.، مرتضوی، س.ع.، صفری، ا. و مهربان سنگ آتش، م. ۱۳۹۲. بررسی اکسیداسیون چربی فیله ی قزل آلا ی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دمای C 10 ± 4 با استفاده از تکنیک پردازش تصویر. فصلنامه نوآوری در علوم و فناوری غذایی. جلد ۵، شماره ۱، ۶۶-۵۹.
 ۵. مکتبی، س.، فضل آرا، ع. و محمدیاری، ش. ۱۳۹۵. تأثیر آب الکترولیز شده خنثی و اسید سیتریک بر کاهش بار باکتریایی میگو در طی نگهداری در دمای معمولی و یخچال و بررسی اثر باکتری کشی آن بر سطوح کار. مجله دامپزشکی ایران، جلد ۱۲، شماره ۴، ۱۴۰-۱۱۸.
 6. Campos, C. A., Losada, V., Rodriguez, O., Aubourg, S. P. and Barros-Velázquez, J. 2006. Evaluation of an ozone-slurry ice combined refrigeration system for the storage of farmed turbot (*Psetta maxima*). *Food Chemistry*, 97: 223-230.
 7. Campos, C. A., O. Rodriguez, V. Lodada, S. P. Aubourg, and J. Barros-Velazquez. 2005. Effects of storage in ozonised slurry ice on the sensory and microbial quality of sardine (*Sardina pilchardus*). *Int. J. Food Microbiol*, 103:121-130.
 8. Deza, M.A., Araujo, M. and Garrido, MJ. 2005. Inactivation of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* on stainless steel and glass surfaces by neutral

- Scott A and response surface modeling. *Journal of Food Engineering*, 72: 234-241
26. Rodriguez, O., Losada, V., Aubourg, S. P. and Barros-Velázquez, J. 2004. Enhanced shelf-life of chilled European hake (*Merluccius merluccius*) stored in slurry ice as determined by sensory analysis and assessment of microbiological activity. *Food Research International*, 37:749-757.
27. Wang, J.J., Lin, T., Li, J.B., Liao, C., Pan, Y.J. and Zhao, Y. 2014. Effect of acidic electrolyzed water ice on quality of shrimp in dark condition. *Food control*, 35(1): 207-212.
28. Xie, J., Sun, X.H., Pan, Y.J. and Zhao, Y. 2012. Physicochemical properties and bactericidal activities of acidic electrolyzed water used or stored at different temperatures on shrimp. *Food Research International*, 47(2), 331-336.
29. Xu, G., Tang, X., Tang, S., You, H., Shi, H. and Gu, R. 2014. Combined effect of electrolyzed oxidizing water and chitosan on the microbiological, physicochemical, and sensory attributes of American shad (*Alosa sapidissima*) during refrigerated storage. *Food Control*, 46: 397-402.
30. Zhou, R., Liu, Y., Xie, J., and Wang, X. C. 2011. Effects of combined treatment of electrolysed water and chitosan on the quality attributes and myofibril degradation in farmed obscure puffer fish (*Takifugu obscurus*) during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 129(4): 1660-1666.
18. and Suzuki, T. 2004. Decontamination effect of electrolysed NaCl solutions on carp. *Appl Microbiol.* 39: 169-173.
19. Malle, P. and Poumeyrol, M. A. 1989. New chemical criterion for the quality of fish: trimethylamine/total volatile basic nitrogen (%). *Journal of Food Protection*, 50:419-423.
20. Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., Lalitha, K. V. and Srinivasa Gopal, T. K. 2012. Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled storage. *Food Hydrocolloids*, 26(1): 167-174.
21. Nagamatsu, Y., Chen, K.K., Tajima, K., Kakigawa, H., Kozono, Y. 2002. Durability of bactericidal activity in electrolyzed neutral water by storage. *Dent Mater J*, 21:93-104.
22. Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. and 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.
23. Otwell, W. S., Kristinsson, H. G. and Balaban, M. O. 2006. Modified atmospheric processing and packaging of fish. Wiley-Blackwell publishing, Hoboken, USA, 143-162.
24. Ou, C.Y., Tsay, S.F., Lai, C.H. and Weng, Y.M. 2001. Using gelatin-based antimicrobial edible coating to prolong shelf-life of tilapia fillets. *Journal of Food Quality*, 25(3):213-22.
25. Ozer, N.P. and Demirci, A. 2006. Electrolyzed oxidizing water treatment for decontamination of raw salmon inoculated with *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*

(Original Research Paper)
**Effects of Neutralized Electrolysis Water on Microbial and
Chemical Properties of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)
Under Chilled ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Storage**

Elahe Khajeh Ali^{1*}, Jamal Malek Zadeh²

1-Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Science, Ilam University, Ilam, Iran.

2-MSc Graduated of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Science, Ilam University, Ilam, Iran.

Received:28/02/2018

Accepted:11/09/2018

Abstract

Electrolyzed oxidizing water (EOW) has been regarded as a useful sanitizer in recent years in food, medicine, animal husbandry and poultry industries. The purpose of this study was to determine the effects of neutral electrolysis water (NEW) compared with sterile distilled water on shelf life of rainbow trout stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$. Samples were divided into 4 groups and each group was exposed to NEW or sterile distilled water for 15 or 30 minutes. The total and psychrotrophic microbial counts and chemical properties including the levels of total volatile basic nitrogen (TVN), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and pH were measured periodically for 20 days on skin and fish fillets stored in chilled condition. The results showed that the number of psychrophilic bacteria in the fillet and skin of samples treated with NEW for 15 or 30 minutes was significantly lower in comparison with other groups. However, in the case of mesophilic bacteria, this difference was only observed in samples treated for 30 minutes. The TVN, pH and TBARS levels were increased in all treatment groups over time. However, while there was no significant difference in pH values between different groups during storage, the levels of TBARS and TVN were significantly lower in NEW treated groups compared to the control groups until day 20. This study showed that neutralized electrolyzed water may increase consumer health by reducing the population of bacteria on fish samples and extending the shelf-life.

Keywords: Neutralized Electrolysis Water, Rainbow Trout, Storage Quality

*Corresponding Author: e.khajehali@ilam.ac.ir

