

(Original Research Paper)

Evaluation of the Effect of Carboxymethyl Cellulose- *Lepidium sativum* Seed Gum with *Nasturtium officinalis* Essential Oil on the Fillet Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*) Shelf Life During Refrigerated Storage

Seyyed Zaman Shah Hosseini¹, Seyyed Rohollah Javadian^{1*}, Seyyed Rasoul Shah Hosseini²

1- Department of Fisheries, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

2- Department of Food Science and Technology, Nour Branch, Islamic Azad University, Nour. Iran.

Received: 01/07/2023

Accepted: 20/08/2023

DOI: [10.71810/jfst.2024.1004752](https://doi.org/10.71810/jfst.2024.1004752)

Abstract

Fish meat is prone to both microbial and chemical spoilage. Therefore, it is desirable to use a preservative with both antioxidant and antimicrobial properties. In this study, the effect of Carboxymethyl Cellulose- *Lepidium sativum* seed gum with *Nasturtium officinalis* essential oil on the shelf life of Bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fillet during a 16-day refrigeration period was investigated. First, the essential oil of *Nasturtium officinalis* was extracted by Cloninger method. The phenolic compounds of *Nasturtium officinalis* essential oil were equal to 388.57 ± 9.85 mg / g gallic acid compounds were. The highest free radical scavenging activity was observed at 1000 ppm (83.47%). The levels of antioxidant activity at this concentration did not significantly differ with synthetic antioxidant BHA (concentration 100 ppm) ($P < 0.05$). Therefore, *Nasturtium officinalis* essential oil was added to the composite coating at two concentrations of 500 and 1000 ppm. 4 treatments fillet Bighead carp including control, Carboxymethyl Cellulose- *Lepidium sativum* seed gum coating, Carboxymethyl Cellulose- *Lepidium sativum* seed gum coating + essential oil with 500 ppm concentration, Carboxymethyl Cellulose- *Lepidium sativum* seed gum coating + essential oil At a concentration of 1000 ppm were produced. were analyzed by Chemical and microbial parameters such as peroxide value (PV), thiobarbitic acid (TBA), total viable counts (TVC) and total psychrotrophic counts (TPC). The results of shelf life of Bighead carp showed that, the treatments with essential oil *Nasturtium officinalis* slowed down the upward trend of oxidation and microbial indices compared to the control treatment, and these changes in treatment Carboxymethyl Cellulose- *Lepidium sativum* seed gum coating + essential oil with At a concentration of 1000 were less than other treatments and until the end of the storage period of the range of chemical and microbial index were acceptable. Therefore, it seems that the combined coating of Carboxymethyl Cellulose- *Lepidium sativum* seed gum and essential oil of *Nasturtium officinalis* can be used as a natural preservative in and Seafood products.

Keywords: Fillet, Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*), Composite Coating, Carboxymethyl Cellulose- *Lepidium Sativum* Seed Gum, *Nasturtium officinalis* Essential Oil.

*Corresponding Author: ro.javadian@gmail.com

(مقاله پژوهشی)

اثر پوشش ترکیبی کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی به همراه اسانس علف چشمه (*Nasturtium officinale*) بر ماندگاری فیله کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*) در شرایط نگهداری سرد

سید زمان شاه حسینی^۱، سیدروح... جوادیان^{۱*}، سید رسول شاه حسینی^۲

۱- گروه شیلات، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران.

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۰

DOI: [10.71810/jfst.2024.1004752](https://doi.org/10.71810/jfst.2024.1004752)

چکیده

گوشت ماهی مستعد فساد شیمیایی و آلودگی میکروبی می باشد. لذا استفاده از نگهدارنده با خصوصیات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی ضروری به نظر می رسد. در این پژوهش تاثیر پوشش ترکیبی کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی حاوی اسانس گیاه علف چشمه بر کیفیت و ماندگاری فیله کپور سرگنده نگهداری شده در یخچال طی مدت زمان ۱۶ روز مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا اسانس علف چشمه به روش کلونجر استخراج شد. مقادیر ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس تعیین شد. مقادیر ترکیبات فنلی برابر با $388/57 \pm 9/85$ میلی گرم اسید گالیک بر گرم وزن خشک بود. بالاترین میزان فعالیت رادیکال آزاد ABTS در غلظت ۱۰۰۰ ppm مشاهده شد (۸۳/۴۷ درصد). همچنین خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس علف چشمه اختلافی با آنتی اکسیدان سنتزی BHA (غلظت ۱۰۰ ppm) نداشت ($P > 0/05$). بنابراین اسانس علف چشمه در دو غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm به پوشش ترکیبی اضافه شد. ۴ تیمار فیله کپور سرگنده شامل شاهد، پوشش کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی، پوشش + اسانس با غلظت ۵۰۰ ppm، پوشش + اسانس با غلظت ۱۰۰۰ ppm، تولید و به صورت دوره ای مورد ارزیابی شیمیایی و میکروبی قرار گرفتند، که شامل بررسی مقادیر عدد پراکسید (PV)، مقادیر تیوباریوتیک اسید (TBA)، pH، مقادیر کلی باکتری و باکتری سرمادوست بود. نتایج مطالعه حاضر که مربوط به ماندگاری فیله کپور سرگنده می باشد، نشان داد تیمارهای حاوی اسانس گیاه علف چشمه، فساد اکسیداسیونی و میکروبی را در فیله ماهی به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد کاهش می دهد و نتایج مشاهده شده در تیمار ترکیبی کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی + اسانس ۱۰۰۰ ppm نسبت به سایر تیمارها بهتر بوده است و تا پایان دوره نگهداری از محدوده مجاز شیمیایی و میکروبی برخوردار بود. بنابراین به نظر می رسد پوشش مرکب کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی و اسانس علف چشمه در غلظت ۱۰۰۰ ppm می تواند به عنوان یک نگهدارنده طبیعی در فرآورده های دریایی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: فیله، کپور سرگنده، پوشش مرکب، کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی، اسانس علف چشمه.

۱- مقدمه

ماهی نقش بسیار مهمی را در رژیم غذایی بسیاری از جوامع در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تشکیل می دهد. گوشت آبیان به دلیل داشتن پروتئین های با قابلیت هضم بالا و ترکیب مناسب از اسید آمینه های ضروری مثل لیزین و متیونین برای تغذیه انسان بسیار مفیدند (۶). گوشت ماهی به دلیل ترکیب بیولوژیکی آن بسیار فساد پذیر است. فساد عضله ماهی ناشی از تغییرات ایجاد شده طی واکنش های شیمیایی از قبیل اکسیداسیون چربی، واکنش های ناشی از آنزیم های طبیعی ماهی (اتولیز) و فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم ها است. اتولیز ماهی منجر به تشکیل پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد می شود که به عنوان اجزای مناسب برای رشد میکروبها و تولید آمین های بیوژن عمل می کنند و ایمنی گوشت ماهی را تحت تاثیر قرار می دهند (۱۹). بنابراین استفاده از موادی مناسب با فعالیت آنتی باکتریایی و آنتی اکسیدانی به منظور بهبود کیفیت، افزایش عمر ماندگاری ماهی و درعین حال جلوگیری از ضررهای اقتصادی ضروری و مفید می باشد. استفاده از آنتی اکسیدان و نگهدارنده های میکروبی یکی از مهم ترین روش های جلوگیری از فساد اکسیداتیو و باکتریایی ماهی و محصولات دریایی می باشد. در این ارتباط آنتی اکسیدان ها و ترکیبات نگهدارنده سنتزی سالهاست که برای کنترل فساد مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرند. امروزه مصرف کنندگان خواهان مصرف فرآورده هایی با منشاء طبیعی و با حداقل فرآوری هستند، یک رویکرد ایمن و قابل قبول برای افزایش ایمنی و ماندگاری مواد غذایی، استفاده از اسانسهای گیاهی می باشد (۲۸). علف چشمه با نام علمی *Nasturtium officinale* می باشد. ترکیب اصلی اسانس این گیاه شامل فنل هایی مثل تیمول و کارواکرول می باشد. اسانس ها حاوی ترکیبات موثری هستند که نحوه عملکرد آن ها در سلول باکتری اختصاصی است. اثر بازدارندگی اسانس ها در شرایط آزمایشگاهی در برابر باکتری های عامل فساد گوشت و ماهی و نیز افزایش زمان ماندگاری ماهی مطالعه شده است (۲۹). با وجود پتانسیل بالای اسانس های گیاهی،

استفاده آن ها در حفظ کیفیت مواد غذایی عمدتاً به دلیل عطر و مشکلات شدید سمی آن ها محدود می باشد. برای به حداقل رساندن دوزهای مورد نیاز، یکی از گزینه های جالب استفاده از روکش و فیلم های خوراکی به عنوان حامل این ترکیبات طبیعی می باشد. پوشش های خوراکی اخیراً به دلیل نتایج امیدوارکننده، مورد توجه بیشتری در زمینه حفظ مواد غذایی قرار گرفته اند (۳۰). کربوکسی متیل سلولز (CMC) مشتق شده از سلولز است و در آب گرم و سرد محلول است و پراکندگی شفاف و بی رنگ، با طعم خنثی، ویسکوزیته محلول کم تا زیاد و قابلیت تشکیل فیلم خوب دارد. به دلیل خواص مفید آن از جمله کاهش جذب روغن، به طور گسترده ای در فرمولاسیون مواد غذایی استفاده می شود (۱۸، ۳۰). هر چند پوشش های خالص کربوکسی متیل سلولز به تنهایی خواص مکانیکی، بازدارندگی نسبت به رطوبت، و ویژگی های ظاهری مناسبی نشان نمی دهد. همچنین قیمت بالای کربوکسی متیل سلولز در مقایسه با سایر پلیمرهای زیستی، باعث یافتن راه حل مناسب برای این پوشش ها شده است. اختلاط کربوکسی متیل سلولز با سایر پلیمرها یا صمغ ها می تواند روش مناسبی به منظور بهبود ویژگی های آن به شمار رود (۲۹). به همین ترتیب در این پژوهش کربوکسی متیل سلولز با صمغ دانه شاهی ترکیب می شود. شاهی از خانواده کروسیفرا با نام علمی *Lepidium sativum*، گیاهی کوچک، علفی، بدون کرک و یک ساله با ارتفاع ۵۰ سانتی متر است. قسمت های مختلف این گیاه، مانند دانه ها و برگ ها حاوی مواد شیمیایی مختلف (فلاونوئیدها، گلیکوزیدها، آلکالوئیدها و پلی-کتیدها) و ویتامین ها، مواد معدنی، پروتئین ها، چربی ها و کربوهیدرات ها می باشد. صمغ دانه شاهی یک هیدروکلوئید جدید، استخراج شده از دانه های گیاه شاهی است که در سال های اخیر به خاطر رفتار خاص رئولوژیکی و راحتی استخراج، محققان سعی در به کار بردن آن به عنوان عامل تغلیظ کننده و ژل کننده در صنعت غذا داشته اند (۷). با توجه به مطالب بیان شده، هدف از این پژوهش بررسی اثرات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی پوشش ترکیبی

کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی و اسانس علف چشمه جهت افزایش عمر نگهداری فیله کپور سرگنده طی دوره نگهداری است.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-مواد اولیه

علف چشمه از بیلاقات شهرستان آمل ازتوابع استان مازندران تهیه، بعد از تأیید نام علمی از سوی گروه کشت و توسعه انستیتو گیاهان دارویی (گروه زارعت آقای دکتر محمودی) قسمت های زائد آن جدا و بلافاصله پس از شستشو خشک شد. سپس در آون تحت خلأ با درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۵ دقیقه خشک و توسط خردکن کاملاً پودر و تا زمان انجام آزمایش در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری گردید. ماهی کپور سرگنده مورد نیاز از مرکز فروش شهرستان محمودآباد خریداری شد در ظروف عایق درمجاورت یخ نگهداری و در کیسه های پلی اتیلنی برای فیله گیری به آزمایشگاه انتقال داده شد. فیله ها به طور کامل با آب سرد تمیز شسته تا کاملاً تمیز و خونابه ها و سایر ضایعات از آن ها جدا شد. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده با درجه خلوص تجزیه ای از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۲-تهیه اسانس و اندازه گیری ترکیبات فنولی

۱۰۰ گرم از پودر گیاه علف چشمه با یک لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۳/۵ ساعت بوسیله دستگاه کلونجر، اسانس گیری انجام شد و اسانس حاصل با استفاده از سولفات سدیم آب گیری و تا زمان انجام آزمایش در ظروف تیره رنگ و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری گردید. محتوی فنول کل با استفاده از معرف فولین-سیوکالتیو اندازه گیری شد. به ۰/۵ میلی لیتر از هر اسانس، ۲/۵ میلی لیتر معرف فولین-سیوکالتیو ۰/۲ نرمال اضافه شد، پس از ۵ دقیقه، ۲ میلی لیتر از محلول ۷۵ گرم بر لیتر کربنات سدیم به آن اضافه و جذب مخلوط ۲ ساعت بعد در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفوتومتر در

مقابل بلانک قرائت شد. میزان فنول کل بر اساس میزان میلی گرم اسید گالیک در گرم اسانس گزارش گردید (۲۱).

۲-۳-اندازه گیری میزان فعالیت آنتی اکسیدانی به روش ABTS

۶۵ میکرو مولار نمونه محلول با ۶۵ میکرو مولار بافر فسفات ترکیب شد ۶۶/۶۷ میکرو مولار از این مخلوط با ۹۱۰ میکرو مولار محلول ABTS ترکیب و ۶۶/۶۷ میکرو مولار بافر فسفات به عنوان شاهد با ۹۱۰ میکرو مولار محلول ABTS ترکیب شد و پس از ۱۰ دقیقه در دمای محیط در تاریکی قرار گرفت و جذب در ۷۳۴ نانومتر قرائت شد (۲۷).

تعیین فعالیت پاک کنندگی رادیکال آزاد ABTS با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$X_{100} = \left[\frac{\text{میزان جذب کنترل}}{\text{میزان جذب نمونه}} - 1 \right] \times \text{درصد پاک کنندگی رادیکال آزاد ABTS}$$

۲-۴-تهیه پوشش

برای تهیه محلول ۲ درصد وزنی- حجمی پوشش کربوکسی متیل سلولز ابتدا ۲۰ گرم پودر کربوکسی متیل سلولز به یک لیتر آب مقطر اضافه گردید و عمل هم زدن با سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه انجام شد و در ادامه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد حرارت دهی شد. محلول صمغ دانه شاهی در سطح ۱/۵ وزنی- وزنی از طریق انحلال صمغ در آب مقطر و هم زدن شدید با سرعت ۱۲۰۰ دور در دقیقه با همزن مغناطیسی به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط تهیه گردید. در مرحله بعد ۲۰۰ میلی لیتر از محلول کربوکسی متیل سلولز به آرامی به محلول صمغ اضافه شده و به مدت ۴ ساعت عمل هم زدن ادامه یافت. پس از گذشت این مدت ابتدا میزان ۰/۲ درصد حجمی- حجمی نسبت به میزان اسانس، توئین ۸۰ به عنوان امولسیفایر با اسانس گیاهی علف چشمه دو سطح ۵۰۰ ppm و ۱۰۰۰ به صورت حجمی- حجمی محلول کربوکسی متیل سلولز به صورت مکانیکی مخلوط گشته و بعد از یکنواخت شدن به محلول های پوشش ترکیبی اضافه گردید و به مدت دو دقیقه عمل همزدن به کمک دستگاه هموژنایزر و با دور ۹۰۰۰ دور در

دقیقه صورت گرفت تا اسانس‌ها به طور یکنواخت در ماتریس پوشش پخش شدند (۲۲).

۲-۵-آماده سازی نمونه‌ها

فیله‌های ماهی (۸۰-۱۰۰ گرم) به مدت ۱ دقیقه در پوشش ترکیبی (کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی (۱/۵ درصد)) و همچنین پوشش ترکیبی (کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی (۱/۵ درصد) غنی شده با اسانس علف چشمه در غلظت ۵۰۰ ppm و پوشش ترکیبی (کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی (۱/۵ درصد)) غنی شده با اسانس علف چشمه در غلظت ۱۰۰۰ ppm غوطه‌ور شدند، سپس آن‌ها را از محلول خارج نموده و به مدت ۳۰ ثانیه اجازه داده شد تا آب چک انجام شود و بعد از آن به مدت ۳۰ ثانیه در محلول ۲ درصد کلرید کلسیم غوطه‌ور شدند تا پیوند متقاطع در پوشش القا شد. بعد از ایجاد پوشش، نمونه‌ها در یخچال نگهداری ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$) و نمونه‌برداری به صورت کاملاً تصادفی (۳ نمونه از هر بخش) طی فواصل زمانی ۴ روز یکبار (صفر، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶) از آنها صورت گرفته و جهت آزمون‌های شیمیایی، میکروبی نمونه‌برداری گردید.

در مجموع این مطالعه شامل ۴ تیمار بود:

۱: تیمار شاهد

۲: تیمار پوششی (کربوکسی متیل سلولز - صمغ دانه شاهی)

۳: پوشش + اسانس علف چشمه ۵۰۰ ppm

۴: پوشش + اسانس علف چشمه ۱۰۰۰ ppm

۲-۶-آزمایشات

۲-۶-۱-عدد پراکسید

آزمون پراکسید میزان محصولات اولیه اکسیداسیون (هیدروپراکسیدها) را اندازه‌گیری می‌کند. روند تغییرات عدد پراکسید نمونه‌ها مطابق روش AOAC (۲) تعیین شد.

۲-۶-۲-عدد تیوباریتوریک اسید

آزمون تیوباریتوریک اسید محصولات ثانویه اکسیداسیون (مالون دی آلدهید) را اندازه‌گیری می‌کند. این آزمون بر اساس روش AOAC (۲) انجام شد.

۲-۳-اندازه‌گیری pH

۵ گرم از هر نمونه به ۴۵ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد و به مدت ۳۰ ثانیه در یک مخلوط‌کن قرار داده شد سپس pH نمونه‌ها با pH متر دیجیتالی که با استانداردهایی در pH ۴ و ۷ کالیبره (تنظیم) گردیده بود، اندازه‌گیری شد (۳۰).

۲-۴-اندازه‌گیری شاخص‌های میکروبی

برای شمارش باکتریایی نمونه‌ها، ۱۰ گرم از نمونه فیله ماهی در شرایط استریل با ۹۰ میلی لیتر محلول کلرید سدیم ۰/۸۵ مخلوط و هموژن شد و متعاقب آن رقت‌های متوالی (10^{-1} تا 10^{-7}) تهیه گردید. یک میلی لیتر از هر رقت برای کشت باکتری‌ها به روش پورپلیت^۱ مورد استفاده قرار گرفت. شمارش تعداد باکتری‌های کل و باکتری‌های سرمدوست در محیط پلیت کانت آگار^۲ به ترتیب در دماهای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۲ روز و ۷ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ روز با شمارش کلنی‌های موجود بر روی پلیت انجام گرفت. تمامی شمارش‌ها به صورت log CFU/g گزارش گردید (۱۴).

۲-۷-تجزیه و تحلیل آماری

کلید آزمایش‌ها در طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد و نتیجه به صورت میانگین با انحراف معیار گزارش گردید. آنالیز آماری تیمارها توسط جدول آنالیز واریانس (ANOVA) با استفاده از نرم افزار (SPSS version 18) صورت گرفت. برای بیان تفاوت معنی داری میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده شد و نمودارها با نرم افزار Microsoft Excel ترسیم شد. همچنین متغیر زمان هم در ارتباط با هر تیمار به طور جداگانه در سطح اعتماد ۰/۰۵ مورد بررسی قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-مقادیر ترکیبات فنلی

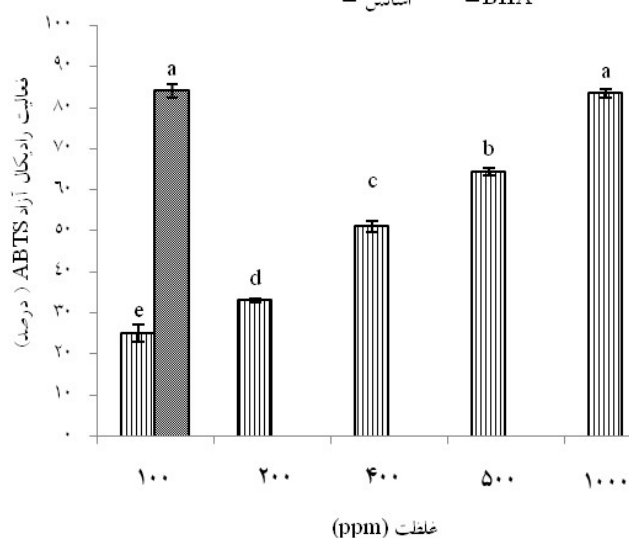
میزان ترکیبات فنلی اسانس علف چشمه در مطالعه حاضر برابر با $388/57 \pm 9/85$ میلی گرم/گرم گالیک اسید بوده

است. Khodja و همکاران (۱۶) مقادیر ترکیبات فنلی عصاره علف چشمه استخراجی با حلال‌های مختلف را ما بین ۳۸۰ تا ۵۱۰ میلی گرم/گرم گالیک اسید گزارش نمودند. Kivrak و همکاران (۱۷) مقادیر ترکیبات فنلی اسانس علف چشمه استخراجی با حلال‌های مختلف را مابین ۱۱۰ تا ۵۴۰ میلی گرم/گرم گالیک اسید اعلام نمودند. همان طور که مشاهده می شود در مقدار ترکیبات اسانس در مطالعات متنوع تفاوت‌هایی وجود دارد، به طور کلی مقادیر ترکیبات فنلی بر حسب منطقه جغرافیایی رویش، رقم گیاه، سن گیاه در هنگام تهیه اسانس، شرایط محیطی و فصلی، نوع کشت، زمان برداشت و در نهایت تفاوت ژنتیکی گیاه می تواند تغییر کند (۵).

۳-۲- تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی

با توجه به نتایج میزان فعالیت رادیکال آزاد ABTS (نمودار ۱) تحت تاثیر غلظت اسانس بود و با افزایش غلظت میزان فعالیت رادیکال آزاد ABTS افزایش یافت. بالاترین میزان فعالیت رادیکال آزاد ABTS در غلظت ۱۶۰۰ ppm مشاهده شد (۸۳/۴۷ درصد). مقادیر فعالیت آنتی اکسیدانی در این غلظت اختلافی با آنتی اکسیدان سنتزی BHA نداشت. همان طور که مشخص است با افزایش غلظت

■ اسانس ■ BHA



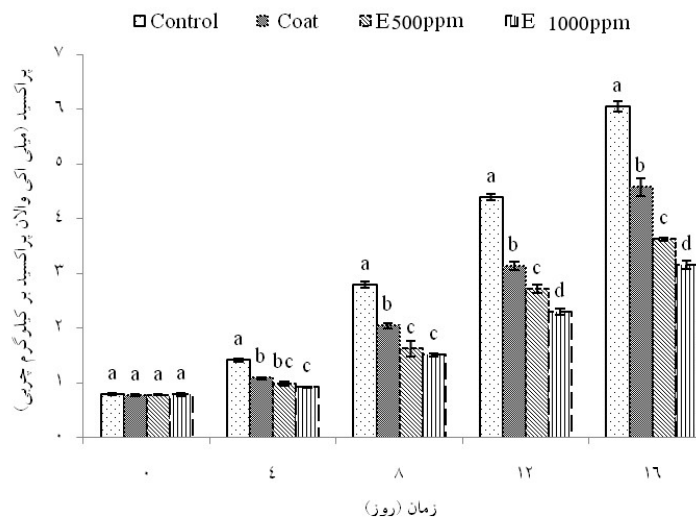
نمودار ۱- فعالیت رادیکال آزاد ABTS

اسانس، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی آن افزایش می یابد که علت این امر، به دلیل بالاتر بودن ترکیبات فنلی در این روش می باشد. ویژگی‌های آنتی اکسیدانی ترکیبات فنولی عمدتاً ناشی از قدرت احیاء کنندگی و ساختار شیمیائی آنهاست که آنها را قادر به خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، تشکیل کمپلکس با یون‌های فلزی و خاموش کردن مولکول‌های اکسیژن یگانه و سه گانه می سازد. ترکیبات فنولی از طریق اهداء الکترون به رادیکال‌های آزاد واکنش‌های اکسیداسیون چربی را مهار می کنند. فلاونوئیدهای موجود در رژیم غذایی که دارای یک گروه کاتکول (۲، ۱- دی هیدروکسی بنزن) هستند از طریق مکانیسم‌های مختلفی از جمله: (۱) عمل کردن به عنوان بازدارنده رادیکال آزاد از طریق دادن اتم هیدروژن یا الکترون (۲) پیوند با پروتئین‌ها و آنزیم‌های شرکت کننده در تولید گونه‌های فعال اکسیژن (۳) تشکیل کمپلکس با یون‌های فلزات انتقالی که قادرند تولید گونه‌های فعال اکسیژن از طریق چرخه‌های ردوکس را کاتالیز کنند (۴) باز تولید آنتی اکسیدان‌های خارجی قوی مانند آلفا توکوفرول، قادر به مهار اکسیداسیون مولکول‌های زیستی هستند (۱۵).

۳-۳- بررسی مقادیر عدد پراکسید

نتایج مربوط به عدد پراکسید (نمودار ۲)، نشان داد که در طول زمان در همه تیمارها افزایش یافت و مقایسه میزان عدد پراکسید نمونه شاهد نسبت به مابقی تیمارها در دوره های مختلف نگهداری حاکی از آن بود که تیمارهای حاوی نگهدارنده، روند افزایش عدد پراکسید را نسبت به تیمار شاهد کند کرد ($P < 0.05$). روند افزایش سبب کند شدن روند افزایشی عدد پراکسید در تیمارهای حاوی پوشش کربوکسی متیل سلولز- صمغ دانه شاهی کندتر از تیمار شاهد بود، Bingöl و همکاران (۴) اعلام کردند که کیتوزان دارای قدرت آنتی اکسیدانی برای نگهداری چربی های درون مواد غذایی است. Valipour و همکاران (۳۰) نیز اعلام نمودند پوشش دهی فیله فیتوفاگ با کیتوزان سبب کند شدن روند افزایشی عدد پراکسید نسبت به تیمار شاهد می شود. همچنین دانه شاهی منبعی غنی از آنتی اکسیدان های سینرژیک و اصلی نظیر فلاونول ها، کلروژنیک اسید، کافئیک اسید، میرستین، کوئرستین، کامفرول و نیز آنتی اکسیدان های طبیعی نظیر توکوفرول ها، فیتواسترول ها، کاروتنوئیدها بوده که وجود این ترکیبات نقش مهمی در پایین نگهداشتن

سطح اتواکسیداسیون و افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی می شود (۷). همچنین مقادیر عدد پراکسید در تیمارهای حاوی اسانس کمتر بود، کمتر بودن مقادیر عدد پراکسید به علت ترکیبات فنلی موجود در اسانس می باشد، زیرا ترکیبات فنولیک با غیر فعال کردن رادیکال های آزاد چربی و رادیکال های پراکسی از اکسیداسیون جلوگیری می کنند، بعضی از گونه های گیاهان دارویی دارای ترکیبات متفاوتی هستند ولی به طور عمده حاوی پلی فنول ها می باشند، که خاصیت آنتی اکسیدانی دارند و به همین دلیل می توانند زمان نگهداری گوشت را بالا ببرند (۲۴، ۲۶). با افزایش درصد اسانس این خاصیت افزایش یافت. مطالعات متعددی گزارش شده است که اثر آنتی اکسیدانی اسانس های گیاهی وابسته به میزان دوزشان است (۱۳، ۲۵). میزان مجاز پراکسید در گوشت برای مصرف انسانی ۵ است (۳۱). در روز دوازدهم دوره نگهداری میزان پراکسید در تیمار شاهد بیشتر از حد قابل قبول پیشنهادی بود و در سایر تیمارها تا انتهای دوره نگهداری از محدوده مجازی برخوردار بود.



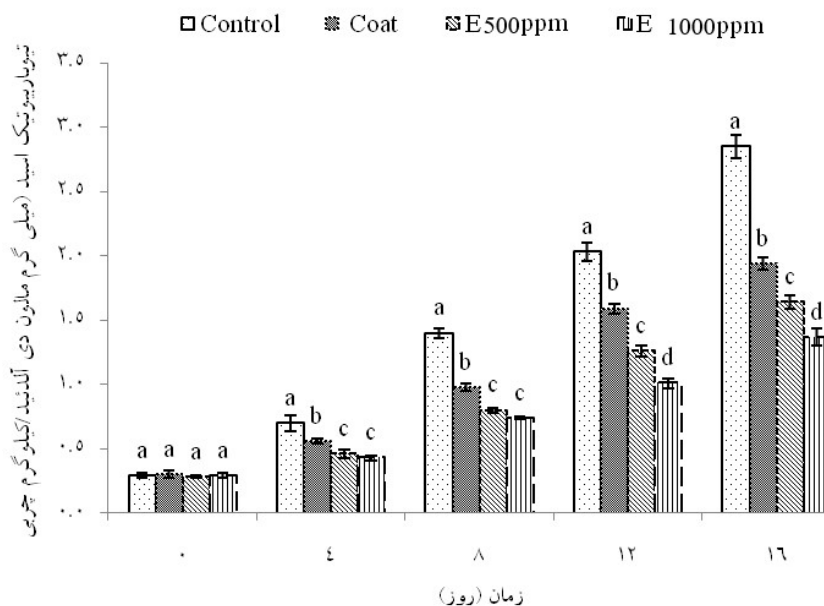
نمودار ۲- تغییرات پراکسید در تیمارهای مختلف طی فرآیند نگهداری

حروف متفاوت در یک روز نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری در بین تیمارهای مختلف می باشد ($P < 0.05$).

۳-۴- بررسی مقادیر عدد تیوباریوتیک اسید

با افزایش زمان مقادیر تیوباریوتیک اسید (نمودار ۳) در تمامی تیمارها افزایش یافت. روند افزایشی این شاخص به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدانها در ماهیچه و همچنین تولید آلدئیدها از محصولات ثانویه حاصل از شکست هیدروپراکسیدها است (۱۰). با توجه به نتایج آنالیز آماری در اکثر روزها بیشترین مقادیر در تیمار شاهد، مشاهده شد ($P < 0.05$). به طور کلی پوشش‌های زیست تخریب پذیر نفوذپذیری بسیار کمی نسبت به اکسیژن و

دی اکسیدکربن دارند. بنابراین پوشش تشکیل شده روی سطح فیله‌های ماهی به طور قابل ملاحظه‌ای نرخ تماس محصول را با اکسیژن کاهش داده که از سرعت اکسیداسیون اولیه چربی‌ها و متعاقب آن تشکیل هیدروپراکسیدها کاسته می‌شود (۱۸). اسانس‌های گیاهی توانایی شکستن رادیکال‌های آزاد، به وسیله دادن یک اتم هیدروژن را دارا می‌باشد و به علت دارا بودن مقادیر قابل توجهی از ترکیبات فنلی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد که فساد اکسیداتیو در ماهی‌ها را به تاخیر می‌اندازد (۱۳).

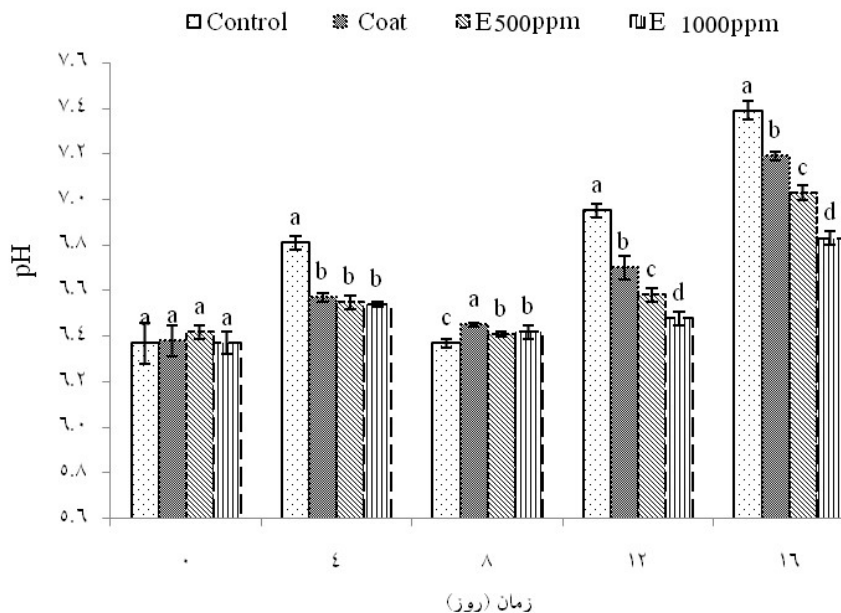


نمودار ۳- تغییرات عدد تیوباریوتیک اسید در تیمارهای مختلف طی فرآیند نگهداری

۳-۵- بررسی مقادیر pH

از جمله فاکتورهای تغییر پذیر در مدت زمان نگهداری فرآورده‌های گوشتی pH می‌باشد که می‌توان آن را به عنوان شاخص از تازگی فرآورده‌های دریایی در نظر گرفت. در مطالعه حاضر نیز با افزایش زمان (نمودار ۴) مقادیر pH در تمامی تیمارها در ابتدای دوره نگهداری کاهش و سپس افزایش یافت ($P < 0.05$). کاهش ابتدایی در میزان pH ممکن است به علت فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک و اسیدی کردن محیط باشد. افزایش pH در طی دوره نگهداری را می‌توان به دلیل افزایش تولید بازهای از ته فرار (مانند آمونیاک، تری میتل آمین) حاصل از فعالیت

باکتری‌های فاسد کننده گوشت فیله ماهی نیز نسبت داد (۱). با توجه به نتایج آنالیز آماری در اکثر روزها بیشترین مقادیر در تیمار شاهد، مشاهده شد. افزودن کربوکسی متیل سلولز- صمغ دانه شاهی طی زمان‌های نگهداری سبب کند شدن روند افزایشی pH شد و با افزودن اسانس نتایج بهتری مشاهده شد و همچنین با افزایش غلظت نیز تاثیر مثبتی در این رابطه داشت علت این امر ممکن است به دلیل اثرات مهاري اسانس در برابر رشد باکتری‌ها، گلیکولیز و انحلال دی اکسید کربن تبدیل آن به اسید کربنیک طی دوره نگهداری نسبت داده شود (۲۶).



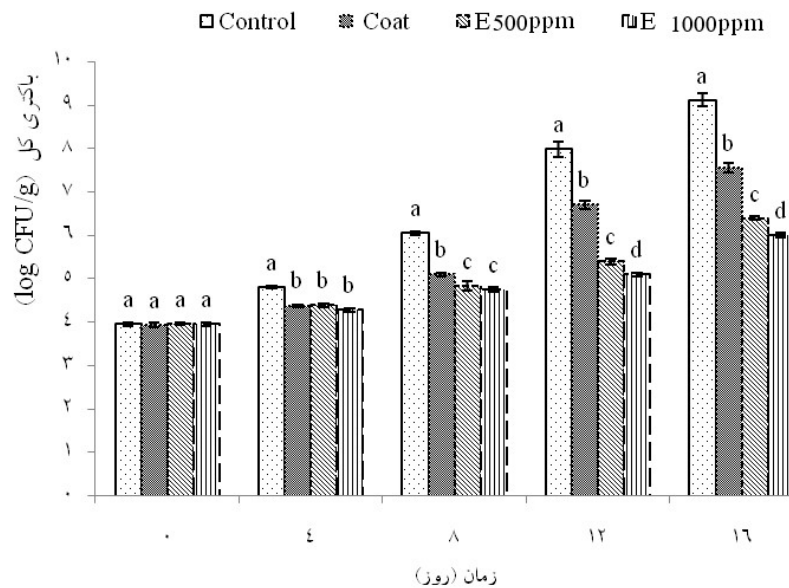
نمودار ۴- تغییرات pH در تیمارهای مختلف طی فرآیند نگهداری

ترکیباتی نظیر فلاونولها، کلروژنیک اسید، کافئیک اسید، میرستین، کوئرستین، کامفرول دارای خاصیت ضد میکروبی می باشد (۷). همچنین افزودن اسانس سبب کند شدن روند افزایش باکتری کل و باکتری سرمادوست شد کمتر بودن بار کل باکتری در تیمارهای حاوی اسانس می تواند ناشی از ترکیبات فنولی نظیر سینول می باشد. ترکیبات فنولی موجود در اسانس های گیاهی غشای خارجی میکروارگانیسم ها را تخریب کرده و سبب خروج لیپوساکاریدها و افزایش نفوذپذیری غشای سیتوپلاسمی به ATP می شود. خروج ATP منجر به تمام شدن ذخیره انرژی سلول و مرگ سلول می شود (۱۲). خاصیت ضد میکروبی نگهدارنده های طبیعی به غلظت مورد استفاده آنها بستگی دارد و با افزایش غلظت، خاصیت ضد میکروبی آنها افزایش می یابد (۳، ۱۴، ۲۳). میزان مجاز باکتری کل و باکتری سرمادوست برای گوشت $7 \log \text{CFU/g}$ پیشنهاد شده است (۱۱). در انتهای دوره نگهداری میزان باکتری های مذکور در تیمارهای حاوی اسانس حد قابل قبول پیشنهادی برخوردار بود.

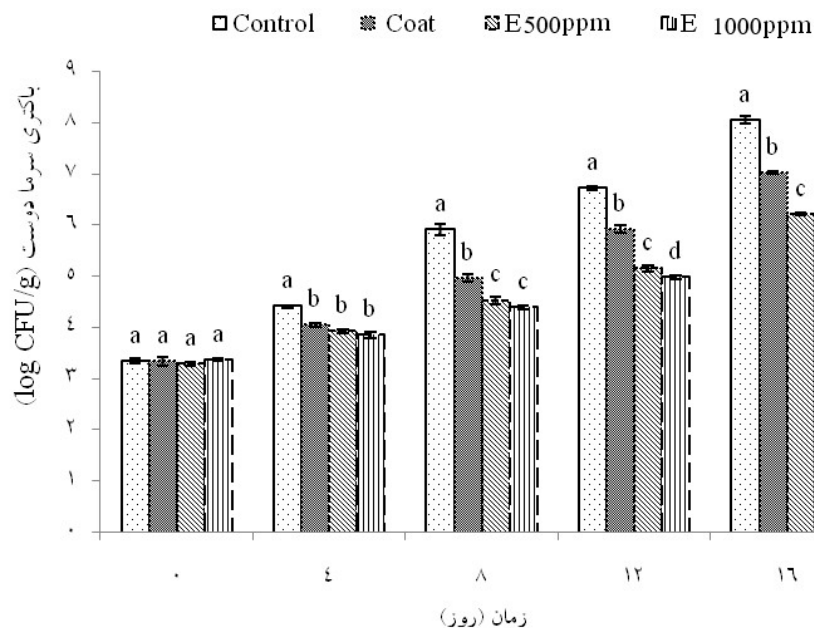
۳-۶- مقادیر باکتری کل و باکتری سرما دوست طی

مدت نگهداری

در مطالعه حاضر نتایج مربوط به باکتری کل (نمودار ۵) و باکتری سرمادوست (نمودار ۶) با هم، هم خوانی داشت، به طوری که با توجه به نتایج در اکثر روزها بیشترین مقادیر باکتری سرمادوست و باکتری کل در تیمار شاهد، مشاهده شد پوشش دهی با کربوکسی متیل سلولز- صمغ دانه شاهی سبب کند شدن روند افزایشی مقادیر باکتری شد ($P < 0.05$). فاکتورهای متعددی بر فعالیت ضدباکتریایی کربوکسی متیل سلولز اثرگذار است. گرچه مکانیسم دقیق آن هنوز به روشنی مشخص نشده اما نظرات متفاوتی برای آن ارائه شده است. نظریه ای این اثر کربوکسی متیل سلولز را به وجود گروه های آمینوی با بار مثبت نسبت داده است که با درشت ملکول های دارای بار منفی در سطح سلول میکروبی پیوند ایجاد نموده و منجر به گسیختگی غشای سلول باکتری، نشت مواد درون سلولی و در نهایت مرگ آن می شود (۲۰). همچنین دانه شاهی منبعی به علت دارد بودن



نمودار ۵- تغییرات مقادیر باکتری کل در تیمار های مختلف طی فرآیند نگهداری



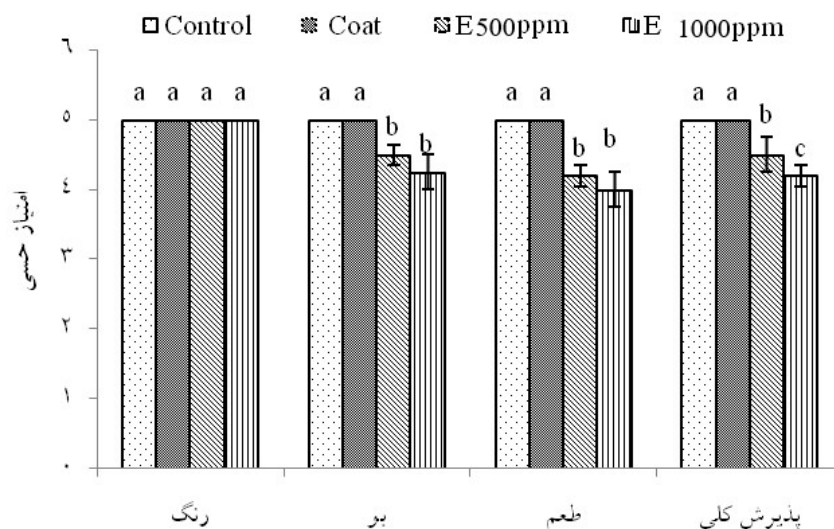
نمودار ۶- تغییرات مقادیر باکتری سرمادوست در تیمار های مختلف طی فرآیند نگهداری

۳-۷- بررسی ویژگی‌های حسی در ابتدای دوره نگهداری

بی شک ویژگی‌های حسی نظیر طعم و بافت از مهمترین فاکتورهای پذیرش محصول ازدیدگاه مصرف کننده می‌باشند. لذا بررسی ویژگی‌های حسی با در نظر گرفتن بازار پسندی محصول تولیدی بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

با توجه به نتایج با افزودن نگهدارنده‌ها امتیاز حسی (نمودار ۷) به طور معنی‌داری کاهش یافت. اما تمامی تیمارها از امتیاز حسی مورد تایید ارزیاب‌ها برخوردار بودند. Tometri و همکاران (۲۹) نیز اعلام نمودند استفاده از عصاره ریز پوشانی شده با نانو لیپوزوم و عصاره آزاد

برگ بو رانست به تیمار شاهد کاهش می دهد. اما در مجموع تمامی تیمارها در مطالعه آن ها از امتیاز حسی مورد تایید ارزیاب ها برخوردار بودند.



نمودار ۷- ارزیابی حسی در تیمارهای مختلف در ابتدای دوره نگهداری

۴- نتیجه گیری

نتایج مربوط به مطالعه حاضر نشان داد که اسانس علف چشمه دارای ترکیبات فنلی و خاصیت آنتی اکسیدانی بالایی می باشد و همچنین نتایج مربوط به کیفیت فیله کپور سرگنده نشان داد که پوشش مرکب کربوکسی متیل سلولز- صمغ دانه شاهی به همراه اسانس سبب کند شدن روند افزایشی شاخص های فساد اکسیداسیونی و میکروبی در طول زمان شد و با افزایش غلظت نتایج بهتری مشاهده شد. در مجموع، پوشش مرکب کربوکسی متیل سلولز در سطح ۲ درصد- صمغ دانه شاهی در سطح ۱/۵ درصد به همراه اسانس علف چشمه در غلظت ۱۰۰۰ ppm می تواند سبب افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت فیله کپور سرگنده شود. مطالعات بیشتر با سایر فرآورده های دریایی و پوشش های دیگر کامپوزیت با اسانس های بومی ممکن است نتایج امیدوار کننده ای در این زمینه ارائه دهد.

۵- منابع

1. Abodollahi M, Rezaie M, Farazi G. Original article Influence of chitosan /clay functional bionanocomposite activated with rosemary essential oil on the shelf life of fresh silver carp. *International Journal of Food Science*. 2014; 82; 811–818. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12369>.
2. AOAC, 2005. Official Method of Analysis (17th ed). Washington, DC: Association of Official Analytical chemists.
3. Bagheri R, Izadi Amoli R, Tabari Shahndash N, Shahosseini S. R. Comparing the effect of encapsulated and unencapsulated fennel extracts on the shelf life of minced common kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) and *Pseudomonas aeruginosa* inoculated in the mince. *food science and nutrition*. 2016; 4(2): 216–222. <https://doi.org/10.1002/fsn3.275>.
4. Bingöl B, Bostan K, Varlık C, Uran H, Üçok Alakavuk D, Sivri N. Effects of Chitosan Treatment on the Quality Parameters of Shrimp (*Parapenaeus longirostris*) during Chilled Storage. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2015; 15: 821-831. http://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_4_05.
5. Abodollahi M, Rezaie M, Farazi G. Original article Influence of chitosan /clay functional bionanocomposite

- <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.05.012>.
12. ICMSF, 2005. Microorganisms in foods 6: microbial ecology of food commodities, 2nd edn (1st edn published 1998). Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
 13. Jalali M, Ariia P, Fattahi E. Effect of alginate/carboxyl methyl cellulose composite coating incorporated with clove essential oil on the quality of silver carp fillet and *Escherichia coli* O157:H7 inhibition during refrigerated storage. *Journal Food Sci Technol*. 2016; 53 (7): 757-765. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-2060-4>.
 14. Jan Khan N, Khan Z, Sukhcham S. Stinging nettle (*Urtica dioica* L.): a reservoir of nutrition and bioactive components with great functional. *Journal Of Food Measurement*. 2017; 11:423-433. <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9410-4>.
 15. Javadian S. R, Shahoseini S. R, Ariia P. The effects of liposomal encapsulated thyme extract on the quality of fish mince and *Escherichia coli* O157: H7 inhibition during refrigerated storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2017; 26 (1): 115-123. <https://doi.org/10.1080/10498850.2015.1101629>.
 16. Khalighi-Sigaroodi F, Ahvazi M, Ebrahimzadeh H, Rahimifard N. Chemical Composition of the Essential Oil and Antioxidant Activities, Total Phenol and Flavonoid Content of the Extract of *Nepeta pogonosperma*. *Journal of Medicinal Plants*. 2013; 12 (48):185-198. <http://dori.net/dor/20.1001.1.2717204.2013.12.48.10.7>.
 17. Khodja Y, Dahmoune F, Bachir bey M, Madani K, Khetta B. Conventional method and microwave drying kinetics of *Laurus nobilis* leaves: effects on phenolic compounds and antioxidant activity. *Journal Food Technology*. 2020; 23: 216-229. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.21419>.
 6. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential application in foods-a review. *International Food Mashinicrobiology*. 2004; 94 (3): 223-253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>.
 7. Derakhshan Z, Oliveri G, Heydari A, Hosseini M. S, Akrami F, Gheisari H, Kargar S, Karimi E, Ferrante M. 2018. Survey on the effects of electron beam irradiation on chemical quality and sensory properties on quail meat. *Food and Chemical Toxicology*. 2018; 112: 416-420. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.12.015>.
 8. Dick M, Costa T. M. H, Gomaa A, Subirade M, Rios A. D, Flores S. H, Edible film production from chia seed mucilage: Effect of glycerol concentration on its physicochemical and mechanical properties. *Carbohydrate Polymers*. 2015; 130: 198-205. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.05.040>.
 9. Fatima Z, Tazerouti F, Belkhef-Slimani R, Djerdjouri B, Brahim Y, Meklati M. Phytochemical composition of the Algerian *Laurus nobilis* L. leaves extracts obtained by solvent-free microwave extraction and investigation of their antioxidant activity. *Journal of Essential Oil Research*. 2016; 22:156-168. <https://doi.org/10.1080/10412905.2015.1129992>.
 10. Fidan H, Stefanova G, Kostova L, Stankov S, Damyanova S, Stoyanova A, Zheljazkov V. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Laurus nobilis* L. Essential Oils from Bulgaria. *Molecules*. 2019; 24:804-812. <https://doi.org/10.3390/molecules24040804>.
 11. Gomez Estaca J, Lopez de Lacy A, Lopez caballero M. E, Gamez. Guillen M. C, Montero P. Biodegradable gelatin- chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food microbiology*. 2010; 27: 889-896.

- influence of chitosan glazing on the quality of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. *Journal of Food Engineering*. 2007; 83: 366–373. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.03.009>.
26. Shah M. A, Bosco S. J. D, Mir S. A. Plant extract as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*. 2014; 98(1): pp. 21-33. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.020>.
27. Shahosseini, S. R, Safari R, Javadian, S. R. Evaluation antioxidant effects of Pullulan edible coating with watercress extract (*Nasturtium officinale*) on the chemical corruption of fresh beluga sturgeon fillet during storage in a refrigerator. *Iranian Scientific Fisheries Journal*. 2021; 30 (2), pp. 123-146. <http://dorl.net/dor/20.1001.1.10261354.1400.30.2.1.8>.
28. Shakour N, Khoshkhoo Z, Akhondzadeh Basti A, Khanjari A. Mahasti Shotorbani P. Investigating the properties of PLA-nanochitosan composite films containing Ziziphora Clinopodioides essential oil and their impacts on oxidative spoilage of *Oncorhynchus mykiss* fillets. *Food-Science&Nutrition*. 2021; 9: 1–13. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2053>.
29. Shan B, Cai Y, Brooks J. D, Corke H. Antibacterial properties and major bioactive components of cinnamon stick (*Cinnamomum burmannii*): activity against foodborne pathogenic bacteria. *Food Chemistry*. 2007; 55 (14): 5484-5490. <https://doi.org/10.1021/jf070424d>.
30. Tometri S. S, Ahmady M, Ariaii P. Extraction and encapsulation of *Laurus nobilis* leaf extract with nano-liposome and its effect on oxidative, microbial, bacterial and sensory properties of minced beef. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2020; 26: 156-187. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00578-y>.
31. Valipour F, Ariaii P, Khademi D, Nemati M. Effect of chitosan edible coating enriched with eucalyptus
18. Kivrak Ş, Göktürk T, Kivrak İ. Assessment of Volatile Oil Composition, Phenolics and Antioxidant Activity of Bay (*Laurus nobilis*) Leaf and Usage in Cosmetic Application. *Journal science Metabolite*. 2017; 4(2):148–148. DOI: 10.21448/ijsm.323800.
19. Mahdavi V, Hosseini E, Sharifian A. Effect of edible chitosan film enriched with anise (*Pimpinella anisum* L.) essential oil on shelf life and quality of the chicken burger. *Food science and nutrition*. 2018; 6 (2): 269- 279. doi: 10.1002/fsn3.544.
20. Moawad R, Abdelmonem El-Banna H, Saleh Mohamed O, Aboelsood Ibrahim V. Improving the Quality and Shelf-life of Refrigerated Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Carcasses by Oregano/Citrate Dipping. *Journal of Biological Sciences*. 2018; 18: 389-398. DOI: 10.3923/jbs.2018.389.398.
21. No H. K, Meyers S. P, Prinyawiwatkul W, Xu Z. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A review. *Journal of Food Science*. 2007; 72: 87- 100. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00383.x.
22. Ojagh S, Rezaei M, Razavi S, Hosseini S. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry*. 2010; 1: 193-198. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.006>.
23. Ordoñez A. AL, Gomez J. D, Vattuone M. A, Isla M. I. 2006. Antioxidant activities of sechiumedule(Jacq) Swartz extracts. *Food Chemistry*. 2006; 97:452-458. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.024>.
24. Rashidaie Abandansarie S. S, Ariaii P, Charmchian Langerodi M. Effects of encapsulated rosemary extract on oxidative and microbiological stability of beef meat during refrigerated storage. *Food Science & Nutrition*. 2019; 7: 3969- 3978. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1258>.
25. Sathivel S, Liu Q, Huang J, Prinyawiwatkul W. 2007. The

- essential oil and α -tocopherol on silver carp fillets quality during refrigerated storage. *Journal of Food Safety*. 2017; 37(1): 122-137.
<https://doi.org/10.1111/jfs.12295>.
32. Yanar Y. Quality Changes of Hot Smoked Catfish (*Clarias Gariepinus*) During Refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods*. 2007; 18: 391-400.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2007.00094.x>.