مطالعات علوم زیستی و زیست فناوری
دوره ۹، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲
صفحات ۶۳-۴۴

Online ISSN: ۲۴۷۶-۴۴۹۳
Print ISSN: ۲۵۳۸-۲۰۲۰
www.irijournals.com

تأثیر پودر دارچین بر خصوصیات میکروبی و شیمیایی همبرگر در شرایط یخچالی

فرناز خوشبخت نژاد[۱]، سارا متینی[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران.
[۲]استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران.

چکیده

همبرگر ازجمله پرطرفدارترین محصول تولیدشده از فراورده‌های گوشتی است که ازنظر ارزش غذایی و طعم و شیوه ساده مصرف و همچنین فراوری سالم و ساده، ازجمله محصولات موردتوجه می‌باشد؛ بنابراین گسترش روش‌هایی که بتواند ماندگاری و کیفیت همبرگر را بالابرد، موردتوجه پژوهش‌های نوین است. در مطالعه حاضر به بررسی امکان استفاده از پودر دارچین به عنوان یک نگهدارنده طبیعی ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی برای همبرگر پرداخته شد. بدین منظور از مقادیر مختلف پودر دارچین خشک (۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪) در تهیه همبرگر استفاده شد. سپس نمونه‌های تهیه شده در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند و در دمای ۴ درجه نگهداری شدند. فاکتورهای کیفی نمونه‌ها در فواصل زمانی اول، پانزده، سی و چهل و پنج روز ارزیابی شد. نتایج نشان داد تیمارهای پودر دارچین در همبرگر به خصوص تیمار ۱/۵ ٪ از پودر دارچین توانست رشد تعداد کل باکتری‌ها، باکتری‌های سالمونلا، استافیلوکوکوس اورئوس و کلی فرم‌ها را به طور معنی داری کاهش دهد. همچنین استفاده از پودر دارچین در همبرگر سبب کاهش میزان شاخص پراکسید (PV) ومیزان اسید تیوباربیتوریک (TBA) در همبرگر در طی چهل و پنج روز شود ($P<0.05$). همچنین میزان ترکیبات فنولی و شاخص نیتروژن فرار (TVN-B) پس از تیمار همبرگر با پودر دارچین به طور معنی داری به خصوص در تیمار ۱/۵٪ پودر دارچین افزایش یافت ($P<0.05$). با توجه به نتایج ارزیابی کیفی و میکروبی، استفاده از پودر دارچین در فرمولاسیون همبرگر می تواند سبب افزایش ماندگاری و خواص کیفی این محصول شود.

کلمات کلیدی: همبرگر، دارچین، نگهدارنده طبیعی، خواص ضد میکروبی، خواص آنتی اکسیدانی

مقدمه

گوشت و فراورده‌های آن یکی از منابع پر ارزش پروتئینی در ارتباط با تغذیه بشر محسوب می شود. در کشور ایران، صنایع وابسته به گوشت یکی از مهم ترین شاخه های صنایع غذایی می باشد که بدون داشتن آگاهی و عدم دانش کافی در زمینه گوشت و علوم وابسته به آن و تکنولوژی تهیه فراورده‌های آن، محصول با کیفیت و سالمی روانه بازار نخواهد شد. تغییرات حسی، میکروبی و شیمیایی مواد غذایی به خصوص فراورده‌های گوشتی ازجمله عواملی می باشند که علاوه بر ایجاد مخاطره برای سلامت مصرف کنندگان از جنبه اقتصادی نیز برای تولید کنندگان موردتوجه می باشند[۱]. مطالعات زیادی در رابطه با امکان تغییر ماهیت گوشت و فراورده‌های گوشتی از یک محصول تجاری به یک محصول مورد قبول از لحاظ سلامتی صورت گرفته است و مانند افزودن سبزیجات، پودرها، فیبر و... و همچنین حذف و یا کاهش افزودنی ها است [۲].

دارچین با نام علمی *Cinnamomum verum* J. Presl تیره برگ بو (*Lauraceae*) و جنس دارچین (*Cinnamomum*) و گونه *Cinnamomum zeylanicum verum* تعلق دارد که عاری از بافت چوب پنبه ای خارجی و پارانشیم زیرآن می باشد [۶]؛ که این درخت دارچین ۵ تا ۷ مترارتفاع دارد و گیاهان همیشه سبز است و از تمام قسمت های آن بوی مطبوعی استشمام می شود [۷]. از برگ و شاخه های کوچک این درخت اسانس دارچین می گیرند و پوست شاخه های قطور را پس از کندن از درخت به صورت قطعات خشک لوله مانند و یا کوبیده در می آورند و این را تحت عنوان دارچین می شناسند [۸]. همچنین پوست دارچین از سینام آلدئید (۸۰ -۶۵)، ٪ اوژنول و ترانس -اسید سینامیک (۱۰ -۵) ٪ تشکیل شده است [۹]. دارچین به طور موثری از رشد باکتری ها (گرم مثبت ها)، مخمرها و کپک ها را مهار می نماید. سینامالدئید و اوژنول از مهمترین ترکیبات موجود جهت غیرفعال کردن میکروب ها می باشد[۹]. از آن جایی که در سال های اخیر تولیدکنندگان مواد غذایی توجه زیادی به استفاده از نگهدارنده های طبیعی با منشا گیاهی به جای نگه دارنده ها ی شیمیایی در محصولات خود نموده اند. این امر به دلیل تمایل زیاد مصرف کنندگان به استفاده از مواد غذایی فرآوری شده با نگهدارنده ها ی طبیعی و از سوی دیگر توجه هر چه بیشتر متولیان بهداشتی به این موضوع می باشد [۱۰].

مواد و روش ها

مواد

جدول ۱ – مواد مورد نیاز پژوهش

مواد	ساخت
نمونه همبرگر	ایران
پودر دارچین	ایران
آب پپتون	ایران
کیسه هضم	مرک (آلمان)
محیط کشت PAC	مرک (آلمان)
محیط کشت (RVS) broth	مرک (آلمان)
محیط کشت مک کانی آگار	مرک (آلمان)
محیط کشت سالمونلا شیگلا آگار	مرک (آلمان)
محیط کشت آگار برلینت گرین	مرک (آلمان)
محیط کشت آگار رامباخ	مرک (آلمان)
محیط کشت کوکمیت	مرک (آلمان)
محیط کشت بردپاکر	مرک (آلمان)
محیط کشت لوریل سولفات تریتون براث	مرک (آلمان)

محیط E.C براث	مرک (آلمان)
فنل فتالئین	ایران
کلروفورم	ایران
اسید استیک	مرک (آلمان)
نشاسته	ایران
اسید بوریک	مرک (آلمان)
اسید سولفوریک	مرک (آلمان)

تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی

در این مطالعه از تجهیزات مطابق با جدول ۲ استفاده شد.

جدول ۲- دستگاه‌ها و تجهیزات مورد استفاده در مطالعه

تجهیزات	ساخت
آسیاب برقی	ایران
بک میکسر	ایران
میکروپلیت ۹۶ خانه	انگلیس
میکروپلیت ریدر	ایران
دکانتور	آلمان
اسپکتروفتومتر	هلند
بالن کلدال	ایران
دستگاه HPLC	آمریکا

محل انجام آزمایش

فراوری همبرگر با درصدهای مختلف دارچین و همچنین آزمایش‌های مورد بررسی در این مطالعه در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی مورد ارزیابی قرار گرفت.

تهیه پودر دارچین

چوب دارچین از بازار شهرستان خوی خریداری شده و سپس با استفاده از آسیاب برقی پودر شد و سپس با استفاده از دستگاه UVاسترلیزه شد.

تهیه نمونه همبرگر و تهیه مخلوط همبرگر و دارچین

نمونه های همبرگر بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۰۴ در شرایط آزمایشگاهی تولید شد و مواد اولیه از فروشگاه های عرضه مواد غذایی شهرستان خوی تهیه و اقدام به فرمولاسیون نمونه ها گردید. به این ترتیب که گوشت چرخ شده گوسفندی خریداری شده و در مجاورت یخ و در شرایط استریل با پیازهای رنده شده مخلوط گردید. نمک به همراه آرد با نسبت مشخصی با گوشت و پیاز به مخلوط اضافه شد. سپس غلظت های مختلف (شاهد، ۰/۵٪، ۱٪، ۱/۵٪) از پودرهای دارچین استریل شده به همبرگر اضافه شد سپس همبرگرها در بسته‌های پلی‌اتیلنی در دمای یخچال به مدت ۴۵ روز نگهداری گردید. تیمارها در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا شد. نمونه برداری در فواصل ۱۵ روزه انجام شد (شکل ۱).

شکل ۱. نمونه تصویری از همبرگرهای تهیه شده در آزمایش که با درصد های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ پودر دارچین تهیه شدند.

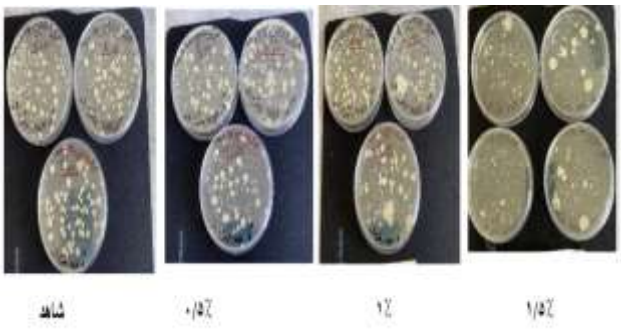
آزمون‌های میکروبی

آنالیزهای میکروبی برای نمونه های همبرگر

ابتدا مقدار ۲۵ گرم از هر نمونه همبرگر آماده شده از غلظت های مختلف پودر دارچین (شاهد، ۰/۵٪، ۱٪، ۱/۵٪) در روزهای اول (قبل از بسته‌بندی)، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ به صورت آسپتیک گرفته شد، سپس با ۲۲۵ میلی لیتر آب پپتون ۰٫۱٪ w/vدر کیسه های معده استریل مخلوط شد و با استفاده از یک بگ میکسر ۴۰۰ معده به مدت ۲ دقیقه همگن خواهد شد. سپس رقت های اعشاری مناسب به صورت سریالی در لوله بارگذاری شده با ۹ میلی لیتر آب پپتون ۰٫۱٪ w/vبرای هر تیمار ارائه شد.

شمارش کلی باکتریایی و شمارش کلنی مخمر و کپک

برای شمارش کلی باکتریایی رقت های سریالی تهیه شده به صورت جداگانه به پلیت‌های حاوی کشت پلیت آگار منتقل شد. سپس به وسیله آنس استریل در سطح محیط کشت داده شده و در آخر پلیت‌ها به صورت وارونه به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. پس از آن پلیت‌ها ازنظر رشد کلنی ها بررسی شدند (شکل ۲). پس از شمارش کلنی‌ها در هر پلیت، تعداد شمارش شده در عکس رقت ضرب شده و میانگین تعداد کلنی‌های شمارش شده در رقت‌های مختلف به عنوان تعداد باکتری در هر گروه ثبت و گزارش شد [۷۹]. برای شمارش مخمرها از مخیط کشت عصاره مخمر با گلوکز و کلرامفنیل با کمک تکنیک کشت مخلوط (پورپلیت) استفاده شد و به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه گردید [۸۰].



شکل ۲. کلنی‌های شمارش شده در هر گروه تیمار همبرگر با پودر دارچین پس از ۱۶ روز.

آزمون کشت سالمونلا

جهت مشخص نمودن آلودگی نمونه ها به سالمونلا، ابتدا ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه همبرگر میکس شده با آب پپتون به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه گذاری شد (پیش غنی سازی). سپس مقدار ۰/۱ میلی لیتر از مایع را به ۹/۹ میلی لیتر محیط آبگوشت پاپورت واسیلیا دیس۱ اضافه کرده (نسبت ۱ به ۱۰۰) و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد (غنی سازی). سپس لوله ها

1 Rappaport-Vassiliadis soya peptone (RVS) broth

را از انکوبه خارج کرده و حجم معینی از مایع داخل لوله را به وسیله لوپ به پلیت‌های حاوی محیط کشت جامد انتخابی شامل مک کانی آگار و سالمونلا شیگلا آگار منتقل شد. سپس پلیت‌های کشت شده در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه گردید. سپس از کلنی های بی رنگ یا بی رنگ با مرکز سیاه نمونه گرفته و در محیط کشت آگار برلینت گرین و محیط آگار رامباخ به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد کشت داده شد. کلنی های سالمونلا در محیط رامباخ به رنگ قرمز و در محیط برلینت آگار به رنگ صورتی دیده شد [۷۹].

آزمون کشت استافیلوکوکوس اورئوس

ابتدا ۱ میلی لیتر از رقت تهیه شده از همبرگر به لوله درپیچدار حاوی ۱۰ میلی لیتر محیط کوکمیت اضافه خواهد شد و به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد انکوبه می‌شود. پس از این مدت ۰/۵ میلی لیتر از آن در سطح محیط کشت بردپاکر به مدت ۳۰ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد کشت داده شد. کلنی‌های سیاه براق با لبه‌های نازک سفید و هاله شفاف در اطراف آن مشخصه استافیلوکوکوس اورئوس بود [۷۹].

آزمون کلی فرم‌ها

ابتدا ۱۰ میلی لیتر از رقت تهیه شده همبرگر به ۱۰ میلی لیتر محیط کشت لوریل سولفات تریتون براث با غلظت ۲ برابر اضافه شده و به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. سپس در صورت تولید گاز در محیط، یک یا دو قطره از محلول محیط را به ۱۰ میلی لیتر محیط E.C براث با غلظت معمولی اضافه کرده و به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در بن ماری ۴۴ تا ۴۵ درجه انکوبه شد. در صورت تشکیل گاز، یک یا دو قطره از محیط به آب پپتون بدون امدول اضافه شده و مشاهده رنگ قرمز، یک تا ۲ قطره از محیط کشت را بر روی محیط کشت مک کانکی آگار به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گرادکشت داده شد و سپس کلنی های ارغوانی رنگ جدا شده و در محیط کشت نوترینت آگار کشت داده شد [۷۹].

آزمایش های شیمیایی

اندازه گیری PV

برای تعیین مقدار پراکسید ابتدا ۱۵ گرم از گوشت چرخ کرده مورد استفاده در همبرگر را که خوب میکس شده بود، در دکانتور۵۰۰ سی سی قرار داده، سپس ۳۰ سی سی کلروفرم به آن افزوده و کمی تکان داده مجددا، ۳۰ سی سی کلروفرم و بعد ۶۰ سیسی متانول به آن افزوده شد. پس از ۲۴-۱۲ ساعت، ۳۶ سی سی آب مقطر به نمونه افزوده شده به مدت ۱-۲ ساعت استراحت داده شده تا ۳ فاز تشکیل شود. با دقت، ۲۰ سی سی از فاز پایین، به ارلن مایر ۲۵۰ سی سی سر سمبادهای انتقال داده، ۲۵ سی سی اسید استیک کلروفرمی (نسبت کلروفرم به اسید استیک ۳:۲) به آن افزوده گردید. سپس ۰/۵ سیسی محلول یدور پتاسیم اشباع (که به صورت تازه آماده شده و در تاریکی قرار گرفته) و ۳۰ سی سی آب مقطر به محتویات ارلن اضافه شد، درب آن را گذاشته، به مدت ۱ دقیقه در تاریکی استراحت داده شده و بعد مقدار ۰/۵ سی سی معرف نشاسته ۱٪ به آن افزوده می شود و درب ارلن را گذاشته، محلول به شدت تکان داده شده است. ید آزاد شده، باعث تغییر رنگ محلول شده که با محلول تیوسولفات ۰/۰۱ نرمال، تا بیرنگ شدن محلول یا ظهور رنگ شیری و شفاف شدن فاز بالایی روغن تیتر شده و در نهایت با استفاده از رابطه زیر، میزان پراکسید بر حسب میلی اکی والان پراکسید در یک کیلوگرم چربی محاسبه گردید [۸۱].

اندازه گیری TBA

برای اندازه گیری TBA ابتدا ۲۰۰ میلی گرم از نمونه گوشت میکس شده همبرگر را، به بالن ۲۵ سی سی انتقال داده، و با ۱- بوتانول به حجم رسانده و۵ سی سی از این محلول را به لوله فالکون خشک دربدار انتقال داده سپس ۵ سی سی معرف TBA (که از انحلال ۲۰۰ میلی گرم پودر TBA در ۱۰۰ سی سی حلال ۱- بوتانول و صاف کردن بوسیله کاغذ صافی به دست آمده) به آن افزوده شده است. سپس لوله ها در بن ماری با دمای $95C^{\circ}$، به مدت ۲ ساعت قرارگرفت. ودر دمای محیط سرد و سپس با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر، میزان جذب آنها (As) در۵۳۰ نانومتر در مقابل شاهد آب مقطر (Ab)

خوانده شد. با استفاده از رابطه زیر، میزان TBA(بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید در هر کیلوگرم از بافت همبرگر) مورد محاسبه قرار گرفت [۸۲].

اندازه گیری TVN-B

ابتدا ۱۰ گرم از گوشت میکس شده ی همبرگر و ۲گرم اکسید منیزیم در یک بالن کلدال توزین شد. سپس ۳۰۰ سی سی آب مقطر، ۲ قطره اکتانول (به عنوان ضد کف) وتعدادی ساچمه شیشه ای (یا سنگ جوش به منظور بهتر صورت گرفتن انتقال حرارت و به دام افتادن حباب های حاصل از عمل جوش در داخل فضای متخلخل و محبوس شده ی آن و جلوگیری از پریدن مایع) نیز به محتویات بالن افزوده شده است. سپس سیستم کلدال نصب شده و در زیر لوله خروجی سیستم، ارلنی ۵۰۰ سی سی حاوی ۲۵ سی سی اسیدبوریک ۲٪ دارای ۲-۳ قطره معرف متیل رد قرار گرفته به طوریکه سر لوله خروجی کاملا درون محلول ارلن قرار گیرد. سپس گازهایی که معرف بازهای ازته فرار پس از برقرای جریان آب سرد و روشن شدن هیتر متصاعد شده، که به صورت تغییر رنگ محلول از ارغوانی به زرد نمایان می گردد.که در نهایت این محلول با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر شده تا محلول مجددا ارغوانی شودو سپس با استفاده از رابطه زیر بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت محاسبه گردید [۸۳].

TVN-B= حجم اسید سولفوریک مصرفی×۱۴

اندازه گیری مقدار فنول کل

میزان ترکیبات فنولی کل در پودر دارچین با کمک روش فولین سیوکالتو اندازه گیری شد و نتایج به دست آمده بر حسب میلی گرم اسید گالیک در گرم ارائه گردید. ابتدا مقدار ۱ میلی لیتر از عصاره پودر دارچین، ۱ میلی لیتر معرف فولین سیوکالتئوی ۱۰ برابر رقیق شد و به آن ۱ میلی لیتر محلول سدیم کربنات (۷/۵٪) و ۱ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شد. جذب مخلوط در دمای اتاق و طول موج ۷۳۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد و محتوای فنول کل با استفاده از منحنی استاندارد گالیک اسید تعیین شد [۸۴].

آنالیز آماری

مطالعات کتابخانه ایی و آنالیزهای آماری در همه آزمایشات با سه تکرار انجام شد. از طرح آنالیز واریانس دو طرفه برای تحلیل نتایج استفاده و مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون دانکن انجام می‌شود. سطح معنی داری ۹۵٪ در نظر گرفته خواهد شد. تجزیه و تحلیل داده در نرم افزار spss ورژن ۲۱ و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excell انجام شد.

نتایج و بحث

آزمون‌های میکروبی

شمارش باکتری

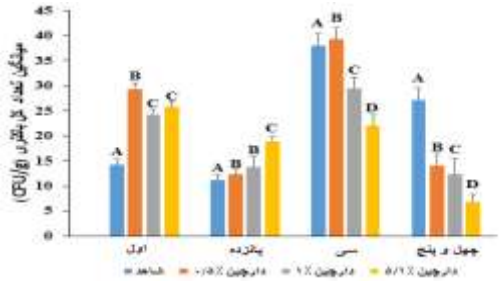
نتایج حاصل آنالیز واریانس دو طرفه داده‌های شمارش کلی باکتری‌ها نشان داد که اختلاف معنی داری بین تعداد کلنی‌های شمارش شده درهمبرگرها با درصد های مختلف پودر دارچین و همچنین بین روزهای مختلف تیمار وجود داشت ($P<0.05$)(جدول ۳).بیشترین تعداد باکتری شمارش شده مربوط به شاهد روز چهل و پنجم و کمترین تعداد باکتری شمارش شده مربوط به همبرگر با دارچین ۱/۵٪ در روز اول بود (جدول ۳)(شکل ۱).

جدول ۳. میانگین تعداد باکتری‌های شمارش شده در همبرگرهای با تیمار پودر دارچین در روزهای مختلف تیمار. حرف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار روزهای تیمار (ستون ها) و حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمارهای مختلف (ردیف ها) است (P<0.05).

تیمار / روز	شاهد	دارچین ۰/۵٪	دارچین ۱٪	دارچین ۱/۵٪
اول	aB	bB	bB	cB

	۱۸/۲±۰/۵	۱۷/۱±۰/۰۲	۱۷/۱±۰/۰۵	۱۶/۱±۲/۵
پانزده	aC ۲۱/۱±۰/۰۲	bC ۲۰/۵±۰/۵	cB ۱۷/۲±۰/۰۷	cB ۱۷/۴±۰/۰۵
سی	aD ۳۹/۳±۰/۴	bD ۲۴/۳±۱/۱	cC ۲۲/۳±۰/۵	dC ۲۰/۵±۱/۳
چهل و پنج	aE ۴۸/۱±۳/۵	bE ۳۶/۴±۱/۳	cD ۳۰/۳±۰/۸	dD ۲۵/۱±۰/۴

تغییرات تعداد کلی کلنی های شمارش شده در طی زمان تیمار در شکل ۱ آورده شده است.



شکل ۳. تغییرات میانگین تعداد کل باکتری‌های شمارش شده در همبرگر ها طی ۴۵ روز تیمار شده با پودر دارچین. حروف متفاوت در هر گروه بیانگر تفاوت معنی دار است $P<0.05$.

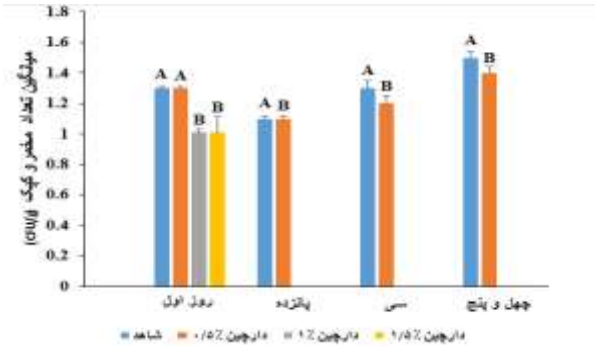
شمارش کلنی مخمر و کپک

بررسی آنالیز واریانس دو طرفه داده‌های شمارش تعداد مخمر و کپک بیانگر اختلاف معنی داری بین تعداد کپک و مخمرهای شمارش شده درهمبرگرها با درصد های مختلف پودر دارچین و همچنین بین روزهای مختلف تیمار وجود داشت ($P<0.05$)(جدول ۴). در روزهای پانزده، سی و چهل و پنجم هیچ گونه کپک و مخمری در همبرگرهای تیمار شده با ۱٪ و ۱/۵٪ پودر دارچین مشاهده نشد (جدول ۴)(شکل ۴). بیشترین تعداد قارچ و مخمر در تیمار شاهد روز چهل و پنجم مشاهده شد (جدول ۴)(شکل ۴).

جدول ۴. میانگین تعداد قارچ و کپک شمارش شده در همبرگرهای با تیمار پودر دارچین در روزهای مختلف تیمار. حرف بزرگ

تیمار / **روز**	**شاهد**	**دارچین ۰/۵٪**	**دارچین ۱٪**	**دارچین ۱/۵٪**
اول	aB ۱/۳±۰/۴	aB ۱/۳±۰/۲	bA ۱/۰۱±۰/۰۱	bB ۱/۰۱±۰/۰۲
پانزده	aC ۱/۱±۰/۰۱	aC ۱/۱±۰/۰۵	۰	۰
سی	aB ۱/۳±۰/۴	aC ۱/۲±۰/۱	۰	۰
چهل و پنج	aD ۱/۵±۰/۵	aD ۱/۴±۰/۳	۰	۰

متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار روزهای تیمار (ستون ها) و حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمارهای مختلف (ردیف ها) است ($P<0.05$).



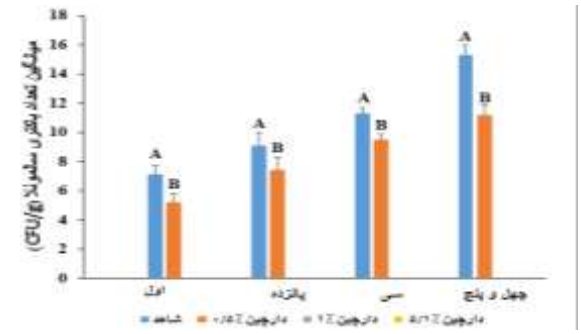
شکل ۴. تغییرات میانگین تعداد قارچ و کپک شمارش شده در همبرگر ها طی ۴۵ روز تیمار شده با پودر دارچین. حروف متفاوت در هر گروه بیانگر تفاوت معنی دار است P<0.05.

شمارش تعداد باکتری سالمونلا

اختلاف معنی داری در تعداد باکتری‌های شمارش شده باکتری سالمونلا بین تیمارهای مختلف پودر دارچین در روزهای تیمار وجود نداشت ($P<0.05$)(جدول ۴-۳). در روزهای اول، پانزدهم، سی ام و چهل و پنجم تیمار با دوزهای دارچین ۱٪ و دارچین ۱/۵٪ رشد هیچ باکتری سالمونلا مشاهده نشد (جدول ۵)(شکل ۵). بیشترین تعداد باکتری سالمونلا مربوط به گروه شاهد در روز چهل و پنجم بود (جدول ۵)(شکل ۵).

جدول ۵ میانگین تعداد باکتری سالمونلا شمارش شده در همبرگرهای با تیمار پودر دارچین در روزهای مختلف تیمار. حرف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار روزهای تیمار (ستون ها) و حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمارهای مختلف (ردیف ها) است (P<0.05).

تیمار / روز	شاهد	دارچین ٪۰/۵	دارچین ٪۱	دارچین ٪۱/۵
اول	aB ۷/۱۲±۰/۳۲	bB ۵/۲±۰/۳	۰	۰
پانزده	aC ۹/۱±۰/۰۵	bC ۷/۴±۰/۱	۰	۰
سی	aD ۱۱/۳±۰/۷	bC ۹/۵±۰/۶	۰	۰
چهل و پنج	aE ۱۵/۳±۱/۳	bD ۱۱/۲±۰/۱	۰	۰



شکل ۵. تغییرات میانگین تعداد باکتری سالمونلا شمارش شده در همبرگر ها طی ۴۵ روز تیمار شده با پودر دارچین. حروف متفاوت در هر گروه بیانگر تفاوت معنی دار است P<0.05.

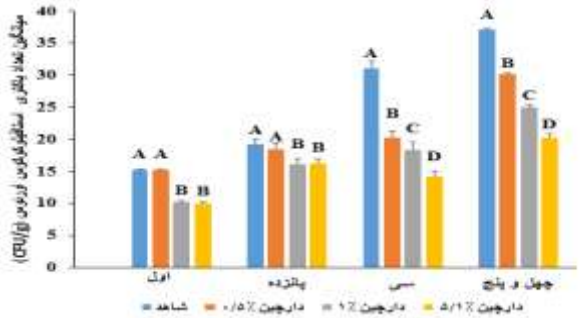
در مطالعه Agrimonti و همکاران (۲۰۱۹) نیز مشابه نتایج مطالعه حاضر، استفاده از پدهای سلولوزی آغشته به دارچین سبب کاهش رشدو در نهایت توقف رشد باکتری سالمونلا در فراوری همبرگر تهیه شده از گوشت گاو در روزهای ۱۲ و ۱۵ شد [۸۵]. در مطالعه دیگری که توسط Chen و همکاران (۲۰۲۱) انجام شده بود مشخص شد که عصاره زیتون، عصاره سیب، روغن پونه کوهی و روغن دارچین اضافه شده به گوشت خوک چرخ شده سبب کاهش معنی دار تعداد باکتری‌های سالمونلا به خصوص در روزهای ۳ تا ۷ شد [۸۶].

شمارش باکتری استافیلوکوکوس اورئوس

بر اساس نتایج اختلاف معنی داری بین روزهای مختلف تیمار همبرگر با پودر دارچین و تیمار دوزهای مختلف پودر دارچین در تعداد باکتری‌های رشد یافته باکتری استافیلوکوکوس اورئوس مشاهده شد ($P<0.05$) (جدول ۶). نتایج نشان داد که بیشترین تعداد کلنی باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس در تیمار شاهد روز چهل و پنجم (۳۷/۲±۱/۱) و کمترین تعداد باکتری رشد یافته استافیلوکوکوس اورئوس در تیمار ۱/۵٪ دارچین روز اول (۱۰/۰±۰/۵) بود (جدول ۶)(شکل ۶).

جدول ۶. میانگین تعداد باکتری استافیلوکوکوس اورئوس شمارش شده در همبرگرهای با تیمار پودر دارچین در روزهای مختلف تیمار. حرف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار روزهای تیمار (ستون ها) و حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمارهای مختلف (ردیف ها) است (P<0.05).

تیمار / روز	شاهد	دارچین ۰/۵٪	دارچین ۱٪	دارچین ۱/۵٪
اول	aB ۱۵/۳±۰/۲	aB ۱۵/۳±۰/۱۷	bA ۱۰/۲±۰/۳	bA ۱۰/۰±۰/۵
پانزده	aC ۱۹/۲۱±۰/۶	aC ۱۸/۵±۰/۲	bB ۱۶/۲±۰/۰۱	bB ۱۶/۳±۰/۰۵
سی	aD ۳۱/۱±۰/۷	bD ۲۰/۳±۱/۱	cC ۱۸/۳±۰/۱	dC ۱۴/۲±۱/۱
چهل و پنج	aE ۳۷/۲±۱/۱	bE ۳۰/۲±۰/۳	cD ۲۵/۱±۰/۶	dD ۲۰/۳±۰/۴



شکل ۶. تغییرات میانگین تعداد باکتری استافیلوکوکوس اورئوس شمارش شده در همبرگر ها طی ۴۵ روز تیمار شده با پودر دارچین. حروف متفاوت در هر گروه بیانگر تفاوت معنی دار است P<0.05.

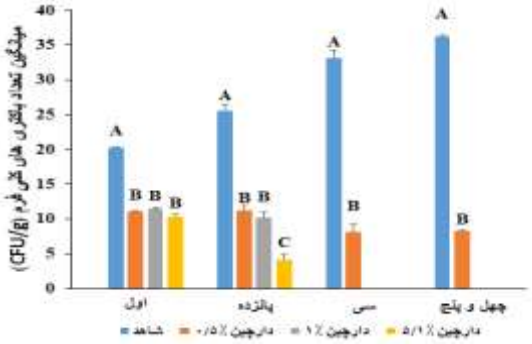
نظیر مشاهدات مطالعه حاضر، در مطالعه سهراب پور و همکاران (۲۰۲۰) عصاره دارچین اضافه شده به گوشت همبرگر پس از ۳۰ روز سبب کاهش معنی دار تعداد باکتری استافیلوکوکوس اورئوس شد. در حالیکه در روزهای ۱ تا ۵ این کاهش تعداد کلنی معنی دار نبود [۸۷]. در مطالعه Al-Zubaidi و همکاران (۲۰۲۱) اضافه کردن نانو پودر دارچین و زردچوبه به گوش گاو مورد استفاده در تهیه همبرگر سبب کاهش رشد باکتری استافیلوکوکوس اورئوس در گروه های تیمار نسبت به گروه کنترل شد [۸۸].

شمارش باکتری‌های کلی فرم

اختلاف معنی داری هم در روزهای تیمار و هم در دوزهای مختلف تیمار شده پودر دارچین در تعداد باکتری‌های کلی فرم در همبرگر ها مشاهده شد ($P<0.05$)(جدول ۷). تیمار پودر دارچین سبب کاهش معنی دار تعداد باکتری‌های شمارش شده کلی فرم در همبرگر شد ($P<0.05$)(شکل ۵-۴). در روزهای سی وچهل و پنج پس از تیمار همبرگرها با دوزهای ۱ و ۱/۵٪ دارچین تعداد باکتری‌های کلی فرم صفر بود. همچنین بیشترین تعداد کلنی کلی فورم در گروه شاهد روز چهل و پنجم مشاهده شد (شکل ۷).

جدول ۷. میانگین تعداد باکتری کولی فرم شمارش شده در همبرگرهای با تیمار پودر دارچین در روزهای مختلف تیمار. حرف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار روزهای تیمار (ستون ها) و حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمارهای مختلف (ردیف ها) است (P<0.05).

تیمار / روز	شاهد	دارچین ٪۰/۵	دارچین ٪۱	دارچین ٪۱/۵
روز اول	aB ۲۰/۳±۱/۳	aA ۱۱/۱±۰/۱۲	bA ۱۱/۵±۰/۲	bA ۱۰/۴±۰/۲
پانزده	aC ۲۵/۶±۱/۰	bA ۱۱/۲±۰/۱	bA ۱۰/۲±۰/۸	cB ۴/۲±۰/۵
سی	aD ۳۳/۱±۰/۹	bB ۸/۱±۰/۱	۰	۰
چهل و پنج	aE ۳۶/۲±۱/۱	bB ۸/۳±۰/۳	۰	۰



شکل ۷. تغییرات تعداد باکتری‌های کلی فرم شمارش شده در همبرگر ها طی ۴۵ روز تیمار شده با پودر دارچین. حروف متفاوت در هر گروه بیانگر تفاوت معنی دار است P<0.05.

نظیر مشاهدات مطالعه حاضر، در مطالعه Stojanović و همکاران (۲۰۱۸) استفاده از پودر گیاه رزماری در همبرگر مرغ باعث کاهش کلی فرم، باکتری‌های هوازی، باکتری‌های اسید لاکتیک و باکتری‌های بی هوازی در دمای ۱۸ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ روز در مقایسه با گروه همبرگر کنترل شد [۸۹]. در مطالعه دیگری بهبهانی و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که استفاده از اسانس زیره سبز در فراورده‌های گوشتی نظیر سو سیس و همبرگر سبب کاهش باکتری‌های کلی فرم نظیر اشرشیاکلی و لیستریا اینوکوا می‌شود. آنها بیان کردند که تغییر در ساختار و یکپارچگی غشای سلولی اشرشیاکلی و لیستریا اینوکوا به دلیل فعالیت ضد میکروبی اسانس زیره سبز(*Cuminum cyminum*) ، نفوذپذیری این باکتری‌ها را تغییر داده و منجر به آزاد شدن ترکیبات درون سلولی و مرگ سلولی گردیده است [۹۰].

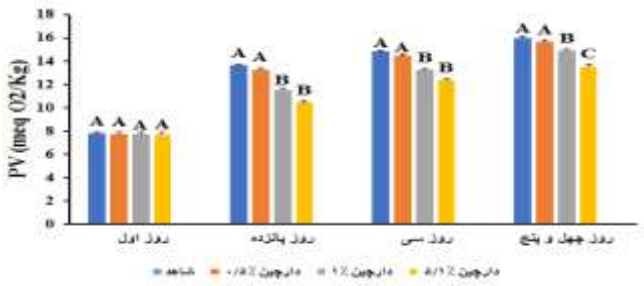
آزمون‌های شیمیایی

نتایج میزان PV

بررسی PV در همبرگرهای تیمار شده با درصدهای مختلف پودر دارچین در روزهای تیمار تفاوت معنی داری را نشان داد ($P<0.05$)(جدول ۸). بیشترین PV مشاهده شده در گروه شاهد در روز چهل و پنج (۱۵/۹۷±۰/۱۴) و کمترین میزان PV مشاهده شده در گروه همبرگرهای تیمار شده با ۱٪ پودر دارچین در روز اول (۷/۷۰±۰/۱۴) مشاهده شد ($P<0.05$)(شکل ۸).

جدول ۸. میانگین PV اندازه گیری شده در همبرگرهای با تیمار پودر دارچین در روزهای مختلف تیمار. حرف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار روزهای تیمار (ستون ها) و حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمارهای مختلف (ردیف ها) است (P<0.05).

تیمار / روز	شاهد	دارچین ۰/۵٪	دارچین ۱٪	دارچین ۱/۵٪
اول	aA ۷/۷۸±۰/۰۱	۷/۷۳±۰/۰۳ aA	aA ۷/۷۰±۰/۱۴	aA ۷/۶۸±۰/۱۸
پانزده	aB ۱۳/۶۳±۰/۲۰	۱۳/۲۸±۰/۰۷aB	bA ۱۱/۵۵±۰/۲۱	bA ۱۰/۴۵±۰/۳
سی	aC ۱۴/۸۵±۰/۲۸	aC ۱۴/۴۲±۰/۲۲	bB ۱۳/۲۴±۰/۶	bB ۱۲/۳۸±۰/۵۱
چهل و پنج	aD ۱۵/۹۷±۰/۱۴	۱۵/۶۳±۰/۲aD	bC ۱۴/۹±۰/۲	cB ۱۳/۵۴±۰/۱۰



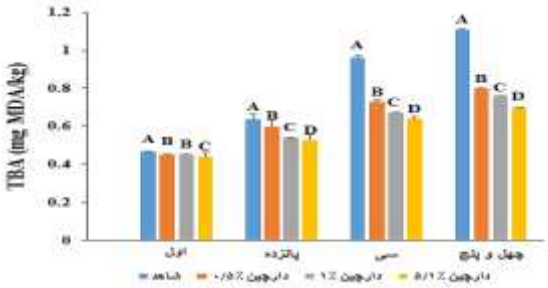
شکل ۸. میانگین PV اندازه گیری شده در همبرگر ها طی ۴۵ روز تیمار شده با پودر دارچین. حروف متفاوت در هر گروه بیانگر تفاوت معنی دار است P<0.05.

نتایج میزان TBA

بررسی میزان TBAدر همبرگرهای تیمار شده با دارچین نشان داد که تفاوت معنی داری بین روزهای مختلف تیمار و دوزهای مختلف دارچین ازنظر میزان TBA وجود دارد ($P<0.05$)(جدول ۹). تیمار دوزهای ۰/۵ تا ۱/۵٪ دارچین سبب کاهش معنی دار میزان TBA در همبرگر شد که کاملا وابسته به دوز استفاده شده دارچین بود ($P<0.05$)(شکل ۹). بیشترین میزان TBA در تیمار شاهد در روز چهل و پنج (۱/۱۱±۰/۰۱۲) و کمترین میزان TBA در تیمار ۱/۵٪ دارچین در روز اول (۰/۴۴۰±۰/۰۰۲) مشاهده شد (شکل ۹ و جدول ۹).

جدول ۹. میانگین TBA اندازه گیری شده در همبرگرهای با تیمار پودر دارچین در روزهای مختلف تیمار. حرف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار روزهای تیمار (ستون ها) و حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمارهای مختلف (ردیف ها) است (P<0.05).

تیمار / روز	شاهد	دارچین ۰/۵٪	دارچین ۱٪	دارچین ۱/۵٪
اول	aB ۰/۴۶۷±۰/۰۰۳	bB ۰/۴۵۱±۰/۰۱	bB ۰/۴۵۱±۰/۰۱	cB ۰/۴۴۰±۰/۰۰۲
پانزده	aC ۰/۶۳۸±۰/۰۰۱	bC ۰/۶۰۰±۰/۰۲	cC ۰/۵۴۰±۰/۰۱	dC ۰/۵۳۰±۰/۰۱
سی	aD ۰/۹۶۱±۰/۰۰۶	۰/۷۳۰±۰/۰۱bD	cD ۰/۶۷۱±۰/۰۲	dD ۰/۶۴۰±۰/۰۱
چهل و پنج	aE ۱/۱۱±۰/۰۱۲	bE ۰/۸۰۰±۰/۰۱	cE ۰/۷۶۰±۰/۰۴	dE ۰/۷۰۱±۰/۰۳



شکل ۹. میانگین TBA اندازه گیری شده در همبرگر ها طی ۴۵ روز تیمار شده با پودر دارچین. حروف متفاوت در هر گروه بیانگر تفاوت معنی دار است P<0.05.

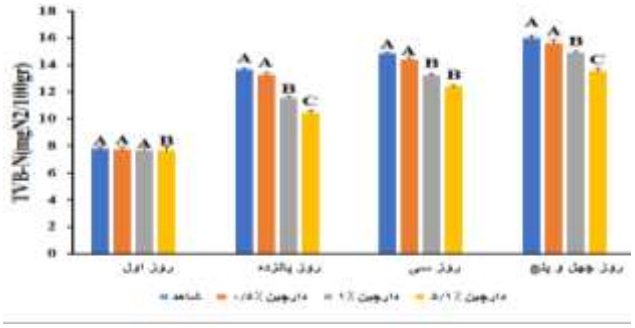
پایداری مواد غذایی و گسترش ماندگاری همبرگر در کیفیت این فراورده غذایی بسیار اهمیت دارد. ازجمله مهم ترین عوامل کنترل کننده کیفیت مواد غذایی حاوی روغن بالا نظیر همبرگر، کنترل فرآیند اکسیداسیون چربی است تا پایداری اکسیداتیو و ماندگاری قابل قبولی طی دوره زمانی مشخص داشته باشند [۹۱]. با توجه به نتایج به دست آمده، کاهش میزان شاخص پراکسید PV و شاخص اسید تیوباربیتوریک (TBA) در همبرگرها پس از اضافه کردن پودر دارچین بیانگر پایداری بهتر این محصول است. نظیر نتایج مشاهده شده در مطالعه حاضر، در مطالعه Uçarو Ozogul (۲۰۱۳) تأثیر غلظت های ۰/۳ و ۰/۶ پودر گیاهان آویشن، چای سبز، مریم گلی و برگ بود بر تغییرات اکسیداسیون همبرگر ماهی سبب کاهش معنی دار اکسیداسیون چربی ها شد. آنها وجود ترکیبات فنولی بالا را در این گیاهان یکی از علت های کاهش اکسیداسیون چربی ها عنوان کردند [۹۲]. در مطالعه Yademellatو Jooyandeh (۲۰۱۸) نیز تأثیر ضد میکروبی عصاره پوست انار بر همبرگر گوشت گاو نشان داد که ترکیبات فنولی موجود در پوست اندار سبب کاهش TBA شد که با نتایج مطالعه حاضر هم خوانی دارد [۹۳]. مختاریان و همکاران (۲۰۲۱) نیز در مطالعه تأثیر درصدهای مختلف عصاره گیاه بره موم در همبرگر ماهی مشاهده کردند که استفاده از عصاره گیاهی سبب کاهش شاخص های اکسیداسیون چربی PV و TBA در همبرگرها شد [۹۴].

نتایج میزان TVN-B

جدول ۱۰. میانگین TVN-B اندازه گیری شده در همبرگرهای با تیمار پودر دارچین در روزهای مختلف تیمار. حرف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار روزهای تیمار (ستون ها) و حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمارهای مختلف (ردیف ها) است (P<0.05).

تیمار / روز	شاهد	دارچین ۰/۵٪	دارچین ۱٪	دارچین ۱/۵٪
اول	aA ۷/۰±۸۷/۰۱	۷/±۷۳/۰۳ aA	aA ۷/۰±۷۰/۱۴	bB ۷/۰±۶۸/۱۸
پانزده	aC ۱۳/۰±۶۳/۲۰	aC ۱۳/۰±۲۸/۰۷	bB ۱۱/۰±۵۵/۲۱	cB ۱۰/۰±۴۵/۳
سی	aD ۱۴/۰±۸۵/۲۸	۱۴/۰±۴۲/۲۲aA	bC ۱۳/۰±۲۴/۶	bB ۱۳/۰±۳۸/۵۱
چهل و پنج	aE ۱۵/۰±۹۷/۱۴	۱۵/۰±۶۳/۲ aE	bD ۱۴/۰±۹۰/۲	bC ۱۳/۰±۵۴/۱۰

نتایج حاصل از بررسی میزان TVN-B نشان داد که تیمار دوزهای متفاوت دارچین از روز اول تا روز چهل و پنجم سبب تغییر معنی دار میزان TVN-B در همبرگرها شد (P<0.05)(جدول ۱۰). تیمار درصدهای ۰/۵ تا ۱/۵٪ از دارچین در همبرگرها سبب افزایش معنی داری در میزان TVN-B در همبرگر گردید (P<0.05)(شکل ۱۰). بیشترین میزان TVN-B در تیمار شاهد روز چهل و پنج (۱۵/۰±۹۷/۱۴) و کمترین میزان TVN-B در تیمار ۱/۵ ٪ دارچین روز اول (۱۸/۰±۶۸/۷) مشاهده شد.



شکل ۱۰. میانگین TVN-B اندازه گیری شده در همبرگر ها طی ۴۵ روز تیمار شده با پودر دارچین. حروف متفاوت در هر گروه بیانگر تفاوت معنی دار است P<0.05.

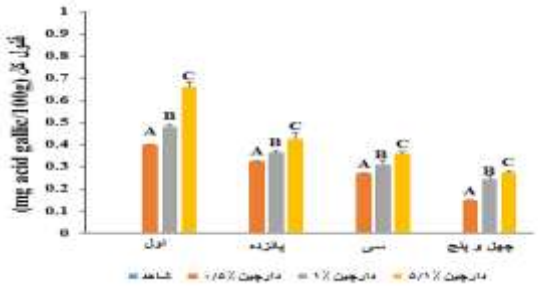
ارزیابی شاخص نیتروژ فرار کل (TVN-B) نشان داد که پودر دارچین می‌تواند به عنوان یک نگهدارنده طبیعی سبب افزایش این شاخص شود. در مطالعه مختاریان و همکاران (۲۰۲۱) نیز درصدهای مختلف عصاره گیاه بره موم در همبرگر ماهی سبب افزایش میانگین شاخص TVN-B در همبرگرها شد [۹۴].

نتایج میزان فنول کل

بررسی نتایج ترکیبات فنولی کل نشان داد که تفاوت معنی داری در میزان این ترکیبات در همبرگرها پس از تیمار با درصد های مختلف پودر دارچین وجود داشت (P<0.05)(جدول ۱۱). میزان ترکیبات فنولی در گروه شاهد در همه روزهای تیمار صفر بود و با افزایش درصد پودر دارچین، میزان ترکیبات فنولی به طور معنی داری در گروه های مختلف تیمار همبرگر افزایش نشان داد (P<0.05)(شکل ۱۱). بیشترین میزان ترکیبات فنولی در همبرگرها روز اول تیمار ۱/۵٪ پودر دارچین (۰/۶۶۱±۰/۰۱) مشاهده شد (شکل ۱۱)(جدول ۱۱).

جدول ۱۱. میانگین ترکیبات فنولی اندازه گیری شده در همبرگرهای با تیمار پودر دارچین در روزهای مختلف تیمار. حرف بزرگ متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار روزهای تیمار (ستون ها) و حروف کوچک نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمارهای مختلف (ردیف ها) است (P<0.05).

تیمار / روز	شاهد	دارچین ۰/۵٪	دارچین ۱٪	دارچین ۱/۵٪
اول	۰	aB ۰/۴۰۰±۰/۰۲	bB ۰/۴۸۱±۰/۰۲	cB ۰/۶۶۱±۰/۰۱
پانزده	۰	aC ۰/۳۲۵±۰/۰۱	bC ۰/۳۶۳±۰/۰۳	cC ۰/۴۲۵±۰/۰۲
سی	۰	۰/۲۷۱±۰/۰۳aD	bD ۰/۳۱۰±۰/۰۲	cD ۰/۳۶۰±۰/۰۲
چهل و پنج	۰	aE ۰/۱۴۸±۰/۰۱	bE ۰/۲۴۳±۰/۰۱	cE ۰/۲۷۳±۰/۰۲



شکل ۱۱. میانگین ترکیبات فنولی اندازه گیری شده در همبرگر ها طی ۴۵ روز تیمار شده با پودر دارچین. حروف متفاوت در هر گروه بیانگر تفاوت معنی دار است P<0.05.

ترکیبات زیست فعال فنولی گروهی از ترکیبات شیمیایی هستند که خواص دارویی و تغذیه ایی فراوانی دارند و در ارتقا زمان نگهداری و ویژگی های غذایی نقش زیادی دارند. این ترکیبات قادرند تا با روبش رادیکال های آزاد شاخص های اکسیداسیون را کاهش داده و به نگهداری با کیفیت تر مواد غذایی کمک کنند [۷۸]. در مطالعه سهراب پور و همکاران (۲۰۲۰) نیز اضافه کردن عصاره دارچین به همبرگر گوشت گاو سبب افزایش معنی دار ترکیبات فنولی در همبرگر شد [۸۷]. در مطالعه Rounds و همکاران (۲۰۱۳) اضافه کردن پودر پیاز به همبرگر گوشت گاو سبب افزایش معنی دار ترکیبات فنولی موجود در همبرگر و کاهش معنی دار شاخص های اکسیداسیون چربی شد [۹۵].

نتیجه گیری کلی

در مطالعه حاضر از درصدهای ۰/۵، ۱ و ۱/۵ پودر دارچین برای نگهداری چهل و پنج روزه همبرگر استفاده شد. نتایج نشان داد که پودر دارچین به دلیل داشتن خواص ضد میکروبی و ضد قارچی بالا می‌تواند مانع از رشد باکتری‌های پاتوژن نظیر باکتری‌های سالمونلا، استافیلوکوکوس اورئوس و کلی فرم ها در همبرگر شود. همچنین مانع از رشد قارچی و کپکی نیز می-گردد. مقدار تیمار ۱/۵٪ بیشترین تأثیر ضد میکروبی و ضد قارچی را نشان داد.

نتایج تجزیه و تحلیل شیمیایی همبرگرهای تیمار شده با پودر دارچین نشان داد که میزان شاخص های اکسیداسیون چربی (PVو TBA وTVN-B) به صورت معنی داری کاهش یافت در حالیکه میزان ترکیبات فنولی افزایش معنی داری داشت. این مشاهدات تایید می کند که اضافه کردن پودر دارچین به همبرگر سبب جاروب رادیکال‌های آزاد، کاهش اکسیداسیون

چربی و افزایش خواص آنتی اکسیدانی با اضافه شدن ترکیبات فنولی مفید، شده است. به طور کلی می توان نتیجه گرفت استفاده از پودر دارچین به عنوان یک نگهدارنده طبیعی به همبرگر می تواند علاوه بر ماندگاری بهتر به افزایش ارزش غذایی همبرگر کمک کند.

پیشنهادات

بررسی پودر سایر عصاره های گیاهی نظیر پودر آویشن و زردچوبه به همبرگر و بررسی خواص میکروبی آنتی اکسیدانی همبرگر.

بررسی تأثیر استفاده از پودر دارچین در همبرگر بر خواص حسی و کیفی همبرگر.

مقایسه تأثیر آنتی میکروبی و آنتی اکسیدانی عصاره، پودر و اسانس دارچین در همبرگر.

منابع

[۱]T.L.C. de Oliveira, S.M. de Carvalho, R. de Araújo Soares, M.A. Andrade, M. das Graças Cardoso, E.M. Ramos, R.H. Piccoli, Antioxidant effects of Satureja montana L. essential oil on TBARS and color of mortadella-type sausages formulated with different levels of sodium nitrite, LWT-Food Science and Technology 45(2) (2012) 204-212.

[۲]M. Koşar, F. Göger, K.H. Can Başer, In vitro antioxidant properties and phenolic composition of Salvia virgata Jacq. from Turkey, Journal of agricultural and food chemistry 56(7) (2008) 2369-2374.

[۳]I. Karabagias, A. Badeka, M. Kontominas, Shelf life extension of lamb meat using thyme or oregano essential oils and modified atmosphere packaging, Meat science 88(1) (2011) 109-116.

[۴]R. Jalal, S.M. Bagheri, A. Moghimi ,M.B. Rasuli, Hypoglycemic effect of aqueous shallot and garlic extracts in rats with fructose-induced insulin resistance, Journal of clinical biochemistry and nutrition 41(3) (2007) 218-223.

[۵]B. Hsu, I.M. Coupar, K. Ng, Antioxidant activity of hot water extract from the fruit of the Doum palm, Hyphaene thebaica, Food chemistry 98(2) (2006) 317-328.

[۶]K.V. Peter, Handbook of herbs and spices: volume 3, Woodhead publishing2006.

[۷]S. Mohammadifar, The origin, history and trade route of Cinnamon, Journal for the History of Science 8(1) (2010) 37-51.

[۸]R. Hamidpour, M. Hamidpour, S. Hamidpour, M. Shahlari, Cinnamon from the selection of traditional applications to its novel effects on the inhibition of angiogenesis in cancer cells and prevention of Alzheimer's disease, and a series of functions such as antioxidant, anticholesterol, antidiabetes, antibacterial, antifungal, nematicidal, acaracidal, and repellent activities, Journal of traditional and complementary medicine 5(2) (2015) 66-70.

[۹]J. Yuste, D. Fung, Inactivation of Listeria monocytogenes Scott A 49594 in apple juice supplemented with cinnamon, Journal of Food Protection 65(10) (2002) 1663-1666.

[۱۰]C.C. Tassou, G. Nychas, Antimicrobial activity of the essential oil of mastic gum (Pistacia lentiscus var. chia) on Gram positive and Gram negative bacteria in broth and in Model Food System, International biodeterioration & biodegradation 36(3-4) (1995) 411-420.

[۱۱]S. Saeidi, K. Hassanpour, M. Ghamgosha, M. Heiat, R.A. Taheri, A. Mirhosseini, G. Farnoosh, Antibacterial activity of ethyl acetate and aqueous extracts of Mentha longifolia L. and hydroalcoholic extract of Zataria multiflora Boiss. plants against important human pathogens, Asian Pacific journal of tropical medicine 7 (2014) S18-۶ S189.

[۱۲]L. Atarés, A. Chiralt, Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging, Trends in food science & technology 48 (2016) 51-62.

[۱۳]A. Govaris, N. Solomakos, A. Pexara, P. Chatzopoulou, The antimicrobial effect of oregano essential oil, nisin and their combination against Salmonella Enteritidis in minced sheep meat during refrigerated storage, International journal of food microbiology 137(2-3) (2010) 175-180.

[۱۴]C. Devine, M. Dikeman, Encyclopedia of meat sciences, Elsevier2014.

[۱۵]A. Listrat, B. Lebret, I. Louveau, T. Astruc, M. Bonnet, L. Lefaucheur, B. Picard, J. Bugeon, How muscle structure and composition influence meat and flesh quality, The Scientific World Journal 2016.(۲۰۱۶)

[۱۶]A. Ouali ,M. Gagaoua, Y. Boudida, S. Becila, A. Boudjellal, C.H. Herrera-Mendez, M.A. Sentandreu, Biomarkers of meat tenderness: present knowledge and perspectives in regards to our current understanding of the mechanisms involved, Meat science 95(4) (2013) 854-8.۷۰

[۱۷]R. Lawrie, D. Ledward, Lawrie's Meat Science: (pp 342-352), Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited, 2006.

[۱۸]T. Nishimura, Role of extracellular matrix in development of skeletal muscle and postmortem aging of meat, Meat science 109 (2.۵۵-۴۸ (۰۱۵

[۱۹]F. Jiménez-Colmenero, J. Carballo, S. Cofrades, Healthier meat and meat products: their role as functional foods, Meat science 59(1) (2001) 5-13.

[۲۰]B.M. Bohrer, Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein, Trends in Food Science & Technology 65 (2017) 103-112.

[۲۱]B. Olmedilla-Alonso, F. Jiménez-Colmenero, F.J. Sánchez-Muniz, Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods, Meat science 95(4) (2013) 919-930.

[۲۲]E.A. Decker, Y. Park, Healthier meat products as functional foods, Meat science 86(1) (2010) 49-55.

[۲۳]A.G. Inanli, E.T.A. Tümerkan, N. El Abed, J.M. Regenstein, F. Özogul, The impact of chitosan on seafood quality and human health: A review, Trends in Food Science & Technology 97 (2020) 404-416.

[۲۴]R.C. Baptista, C.N. Horita, A.S. Sant'Ana, Natural products with preservative properties for enhancing the microbiological safety and extending the shelf-life of seafood: A review, Food Research International 127 (2020) 108762.

[۲۵]R. Suleman, Z. Wang, R.M. Aadil, T. Hui, D.L. Hopkins, D. Zhang, Effect of cooking on the nutritive quality, sensory properties and safety of lamb meat: Current challenges and future prospects, Meat Science 167 (2020) 108172.

[۲۶]M. Laguerre, J. Lecomte, P. Villeneuve, Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges, Progress in lipid research 46(5) (2007) 244-282.

[۲۷]A. Bensid, N. El Abed, A. Houicher, J.M. Regenstein, F. Özogul, Antioxidant and antimicrobial preservatives: Properties, mechanism of action and applications in food–a review, Critical Reviews in Food Science and Nutrition 62(11) (2022) 2985-3001.

[۲۸]D. Baines ,R. Seal, Natural food additives, ingredients and flavourings, Elsevier2012.

[۲۹]M. Carocho, I.C. Ferreira, A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives, Food and chemical toxicology 51 (2013) 15-25.

[۳۰]J. Pokorny, N. Yanishlieva, M.H. Gordon, Antioxidants in food: practical applications, CRC press2001.

[۳۱]M. Carocho, P. Morales, I.C. Ferreira, Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives, Trends in Food Science & Technology 71 (2018) 107-120.

[۳۲]İ. Gulcin, Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview, Archives of toxicology 94(3) (2020) 651-715.

[۳۳]J. Topliss, A. Clark, E .Ernst, C. Hufford, G. Johnston, J. Rimoldi, B. Weimann, Natural and synthetic substances related to human health (IUPAC Technical Report), Pure and Applied Chemistry 74(10) (2002) 1957-1985.

[۳۴]P. Davidson, S. Zivanovic, The use of natural antimicrobials, Food preservation techniques, Elsevier2003, pp. 5-30.

[۳۵]P.M. Davidson, T.M. Taylor, S.E. Schmidt, Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds, Food microbiology: fundamentals and frontiers (2012) 765-801.

[۳۶]E.J. Van Loo, S.C. Ricke, C.A. O'Bryan, M.G. Johnson, Historical and current perspectives on organic meat production, Organic meat production and processing 53 .(۲۰۱۲)

[۳۷]S. Ricke, M. Wideman, Cranberries and their potential application against foodborne pathogens, OA Alternative Medicine 1(2) (2013) 17.

[۳۸]M. Madan, S. Kannan, Economics and marketing of cinnamon and cassia–A global view, Cinnamon and Cassia, CRC Press2003, pp. 301-326.

[۳۹]J. Ranatunga, U. Senanayake, R. Wijesekera, Cinnamon and Cassia: The Genus Cinnamonum.(۲۰۰۴) ,

[۴۰]P. Ravindran, K. Nirmal-Babu, M. Shylaja, Cinnamon and cassia: the genus Cinnamomum, CRC press2003.

[۴۱]A.C. Weerasekera, K. Samarasinghe, H.K.S. de Zoysa, T.C. Bamunuarachchige, V.Y. Waisundara, Cinnamomum zeylanicum: Morphology, Antioxidant Properties and Bioactive Compounds, Antioxidants-Benefits, Sources, Mechanisms of Action, IntechOpen2021.

[۴۲]M. Muchuweti, Phenolic composition and antioxidant properties of some spices M. Muchuweti, E. Kativu, CH Mupure, C. Chidewe, AR Ndhlala and MAN Benhura Department of Biochemistry, University of Zimbabwe, Am. J. Food Technol 2(5) (2007) 414-420.

[۴۳]S.F. Nabavi, A. Di Lorenzo, M. Izadi, E. Sobarzo-Sánchez, M. Daglia, S.M. Nabavi, Antibacterial effects of cinnamon: From farm to food, cosmetic and pharmaceutical industries, Nutrients 7(9) (2015) 7729-7748.

[۴۴]Y. Wong, M. Ahmad-Mudzaqqir, W. Wan-Nurdiyana, Extraction of essential oil from cinnamon (Cinnamomum zeylanicum), Oriental journal of chemistry 30(1) (2014) 37.

[۴۵]B. Goel, S. Mishra, Medicinal and nutritional perspective of cinnamon: A mini-review, Eur. J. Med. Plants 31 (2020) 10-16.

[۴۶]P. Burger, H. Plainfossé, X. Brochet, F. Chemat, X. Fernandez, Extraction of natural fragrance ingredients: History overview and future trends ,Chemistry & biodiversity 16(10) (2019) e1900424.

[۴۷]S.M. Brierley, O. Kelber, Use of natural products in gastrointestinal therapies, Current Opinion in Pharmacology 11(6) (2011) 604-611.

[۴۸]Y. Trongtokit, Y. Rongsriyam, N. Komalamisra, C. Apiwathnasorn, Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites, Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives 19(4) (2005) 303-309.

[۴۹]M. Dang, M. Takacsova ,D. Nguyen, K. Kristianova, Antioxidant activity of essential oils from various spices, Nahrung (Weinheim) 45(1) (2001) 64-66.

[۵۰]A.Z. Badei, A. EL-AKEL, S.M. Faheid, B.S. Mahmoud, Application of some spices in flavoring and preservation of cookies: 1-antioxidant properties of cardamom, cinnamon and clove, Deutsche Lebensmittel-Rundschau 98(5) (2002) 176-183.

[۵۱]N.-M. Kim, H.-S. Sung, W.-J. Kim, Effect of solvents and some extraction conditions on antioxidant activity in cinnamon extracts, Korean Journal of Food Science and Technology 25(3) (2000) 204-209.

[۵۲]S.J. Kim, D. Han, K.D. Moon, J.S. Rhee, Measurement of superoxide dismutase-like activity of natural antioxidants, Bioscience, biotechnology, and biochemistry 59(5) (1995) 822-826.

[۵۳]S. Mathew, T.E. Abraham, Studies on the antioxidant activities of cinnamon (Cinnamomum verum) bark extracts, through various in vitro models, Food chemistry 94(4) (2006) 520-528.

[۵۴]S. Dudonne, X. Vitrac, P. Coutiere, M. Woillez, J.-M. Mérillon, Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays, Journal of agricultural and food chemistry 57(5) (2009) 1768-1774.

[۵۵]H.-F. Wang, Y.-K. Wang, K.-H. Yih ,DPPH free-radical scavenging ability, total phenolic content, and chemical composition analysis of forty-five kinds of essential oils, Journal of cosmetic science 59(6) (2008) 509-522.

[۵۶]G. Jayaprakasha, L.J.M. Rao, Chemistry, biogenesis, and biological activities of Cinnamomum zeylanicum, Critical reviews in food science and nutrition 51(6) (2011) 547-562.

[۵۷]A. Pop, S. Muste, A. Paucean, S. Chis, S. Man, L. Salanta, R. Marc, A. Muresan, G. Martis, Herbs and spices in terms of food preservation and shelf life, Hop Med. Plants 27 (2019) 57-65.

[۵۸]Y.-R. Yong, M.-T. Chen, D.-C. Liu, A study of antioxidative and antibacterial effects of different spices in Chinese-style sausage, Journal of the Chinese Society of Animal Science 27(1) (2000) 117-128.

[۵۹]M. Lis- Balchin, G. Buchbauer, T. Hirtenlehner, M. Resch, Antimicrobial activity of Pelargonium essential oils added to a quiche- filling as a model food system, Letters in applied microbiology 27(4) (1998) 207-210.

[۶۰]A. Smith-Palmer, J. Stewart, L. Fyfe, The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese, Food microbiology 18(4) (2001) 463-470.

[۶۱]P.-C. Hsieh, J.-L. Mau, S.-H. Huang, Antimicrobial effect of various combinations of plant extracts, Food Microbiology 18(1) (2001) 35-43.

[۶۲] ش. دادفر, ع. قاسمی پیربلوطی, م. میرلوحی, م. حجت الاسلامی, ب. حامدی, فعالیت ضدباکتریایی اسانس چند گیاه دارویی انحصاری ایران علیه باکتری سودوموناس آئروژینوزا جداشده از گوشت, مجله گیاهان دارویی ۳(۱) (۲۰۱۲) ۳۵-۴۰.

[۶۳]M. Jamshidi, M. Barzegar, M. Sahari, Effect of gamma irradiation on the antioxidant and antimicrobial activities of cinnnamon powder.(۲۰۱۳) ,

[۶۴]A.S.M. Nejad, S. Shabani, M. Bayat, S.E. Hosseini, Antibacterial effect of garlic aqueous extract on Staphylococcus aureus in hamburger, Jundishapur journal of microbiology 7(11.(۲۰۱۴) (

[۶۵]L.R.N. Shima Manouchehri, Antioxidant effect of Artemisia extract during the storage of meat fillets;, The First National Conference on Technological Achievements of Iran Food Science and Industry, Published: 2015, 2015.

[۶۶]S. Hoseini, S. Shabani, F. Delfan Azari, Antimicrobial properties of clove essential oil on raw hamburger during storage in freezer, Food Hygiene 5(1 (17)) (2015) 67-76.

[۶۷]E. Mosavy Ahmadabady, A .Jafari, S. Seifaty, H. Jafari, Evaluation the inhibitory effect of edible films from Cinnamomum zeylanicum extracts against aflatoxigenic Aspergillus flavus on Almonds kernel, Tolooebehdasht 14(6) (2016) 208-220.

[۶۸]S. Khodaei, M. Khani, Effect of partial substitution of nitrite in sausage formulation by rosemary essential oil and red beet powder, Journal of Food Research 28(1) (2018) 105-120.

[۶۹]L. Roomiani, M. Ghaeni, Synergistic Effect of Nisin and Cinnamon Essential oil (Cinnamomum verum) on the Growth of Lactococcus garvieae in Fish Fillets of Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss), Journal of Veterinary Research 74(2) (2019) 209-218.

[۷۰]Z. Ghorbani, N. Zamindar, M. Jelvan, M. Golabadi, Effect of Oliveria Decumbens essential oils on microbial characteristics of hamburger, Food Hygiene 10(2 (38)) (2020) 77-93.

[۷۱]Z. Mashak, Moradi, B. and Moradi, B., he Combined Effect of Zataria multiflora Boiss. and Cinnamomum zeylanicum Nees. Essential Oil on the Growth of Bacillus cereus in a Food Model System,, TJournal of Medicinal Plants 2 (2012) 62-73.

[۷۲]M. Ghaderi-Ghahfarokhi, M. Barzegar, M.A. Sahari, M.H. Azizi, Nanoencapsulation approach to improve antimicrobial and antioxidant activity of thyme essential oil in beef burgers during refrigerated storage, Food and Bioprocess Technology 9(7) (2016) 1187-1201.

[۷۳]N. Vasconcelos, J. Croda, S. Simionatto, Antibacterial mechanisms of cinnamon and its constituents: A review, Microbial pathogenesis 120 (2018) 198-203.

[۷۴]A. Ehsani, M. Hashemi, A .Afshari, M. Aminzare, M. Raeisi, T. Zeinali, Effect of different types of active biodegradable films containing lactoperoxidase system or sage essential oil on the shelf life of fish burger during refrigerated storage, LWT 117 (2020) 108633.

[۷۵]S.S. Tometri, M. Ahmady, P. Ariaii, M.S. Soltani, 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 14(6) (2020) 3333-3344.

[۷۶]B. Fathi-Achachlouei, N. Babolanimogadam, Y. Zahedi, Influence of anise (Pimpinella anisum L.) essential oil on the microbial, chemical, and sensory properties of chicken fillets wrapped with gelatin film, Food Science and Technology International 27(2) (2021) 123-134.

[۷۷]P. Homayounpour, M. Alizadeh Sani, N. Shariatifar, Application of nano-encapsulated Allium sativum L. essential oil to increase the shelf life of hamburger at refrigerated temperature with analysis of microbial and physical properties, Journal of Food Processing and Preservation 45(11) (2021) e15907.

[۷۸]I.A.M. Ahmed, E.E. Babiker, F.Y. Al-Juhaimi, A.E.-D.A. Bekhit, Clove Polyphenolic Compounds Improve the Microbiological Status, Lipid Stability, and Sensory Attributes of Beef Burgers during Cold Storage, Antioxidants 11(7) (2022) 1354.

[۷۹]G. Zohrian, M. Khajeamiri, F. Shahraz, Laboratory Methods of Food Microbiology, Tehran: Marze Danesh Publication.(۲۰۱۱)

[۸۰]M. Torbati, A. Javadi, H. Saderi Oskui, F. Tavakoli, Study of Microwave and frying process on hamburger microbial properties, Food Hygiene 1(3) (2011) 47-53.

[۸۱]H. Egan, H.E. Cox, D. Pearson, Pearson's chemical analysis of foods, Churchill livingstone1981.

[۸۲]A. Natseba, I. Lwalinda, E .Kakura, C. Muyanja, J. Muyonga, Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (Lates niloticus), Food Research International 38(4) (2005) 469-474.

[۸۳]Y.-J. Jeon, J.Y. Kamil, F. Shahidi, Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod, Journal of agricultural and food chemistry 50(18) (2002) 5167-5178.

[۸۴]M. Sengul, H. Yildiz, N. Gungor, B. Cetin, Z. Eser, S. Ercisli, Total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plants, Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences 22(1.(۲۰۰۹) (

[۸۵]C. Agrimonti, J.C. White, S. Tonetti, N. Marmiroli, Antimicrobial activity of cellulosic pads amended with emulsions of essential oils of oregano, thyme and cinnamon against microorganisms in minced beef meat, International Journal of Food Microbiology 305 (2019) 108246.

[۸۶]C.H. Chen, J. Marchello, M. Friedman, S. Ravishankar, Plant Extracts and Essential Oils at Concentrations Acceptable to a Sensory Panel Inactivate Salmonella Typhimurium DT104 in Ground Pork, Food and Nutrition Sciences 12(02) (2021) 162.

[۸۷]S. Sohrabpour, R. Esmaeilzadeh Kenari, Z. Raftani Amiri, Effect of cinnamon ultrasound- assisted extract on chemical and microbial properties of hamburger meat under different temperatures and time conditions during storage, Journal of Food Processing and Preservation 44(11) (2020) e14881.

[۸۸]L. ahmed Al-Zubaidi, A.M. Al-Rubeii, A.S. Al-Salmany, Effect of Cinnamon and Turmeric Nanoparticles Extract on microorganisms of Fresh Ground Beef During Cold Storage, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, 2021, p. 012058.

[۸۹]Z. Stojanović-Radić, M. Pejčić, N. Joković, M. Jokanović, M. Ivić, B. Šojić, S. Škaljac, P. Stojanović ,T. Mihajilov-Krstev, Inhibition of Salmonella Enteritidis growth and storage stability in chicken meat treated with basil and rosemary essential oils alone or in combination, Food Control 90 (2018) 332-343.

[۹۰]B.A. Behbahani, M. Noshad, F. Falah, Cumin essential oil: Phytochemical analysis, antimicrobial activity and investigation of its mechanism of action through scanning electron microscopy, Microbial pathogenesis 136 (2019) 103716.

[۹۱] M. Hu, C. Jacobsen, Oxidative stability and shelf life of foods containing oils and fats, Elsevier2016.

[۹۲]Y. Ozogul, Y. Uçar, The effects of natural extracts on the quality changes of frozen chub mackerel (Scomber japonicus) burgers, Food and Bioprocess Technology 6(6) (2013) 1550-1560.

[۹۳]A. El-Lahamy, K. Khalil, S. El-Sherif, A. Mahmud, Changes in quality attributes of sand smelt (Atherina hepsetus) fish burger and finger during frozen storage, J Fish Res 2(2) (2018) 6.۱۱-

[۹۴]M. Mokhtarian, M. Shabani, R. Kazempoor, Extending Oxidative Stability of Fish Burgers Using Propolis Ethanolic Extract during Storage, Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology 16(1) (2021) 109-122.

[۹۵]L. Rounds, C.M. Havens, Y .Feinstein, M. Friedman, S. Ravishankar, Concentration-dependent inhibition of Escherichia coli O157: H7 and heterocyclic amines in heated ground beef patties by apple and olive extracts, onion powder and clove bud oil, Meat science 94(4) (2013) 461-467.