

Evaluation of the Effects of Onion Extract (*Allium cepa* L.), Lemon (*Citrus limonum*) Essential Oils and Nisin on the Chemical Properties of Minced Quail Meat Stored at 8°C

Pages
105-128

Z. Afsharmanesh¹, M. Rahnama^{2*}, M. Alipour-Eskandani³, Gh. Haghayegh⁴ and S. Salari⁵

1 & 4) Department of Food Industries, University of Zabol, Zabol, Iran.

2 & 3) Department of Food Hygiene, University of Zabol, Zabol, Iran.

5) Department of Pathobiology, University of Zabol, Zabol, Iran.

*Corresponding author : dr_m_rahnama@yahoo.com.

Received date: 2025.04.29

Accepted date: 2025.08.11

Abstract

Nowadays, many consumers prefer natural alternatives to chemical preservatives due to their potential side effects, such as carcinogenicity, during production of foods or storage of food raw materials. This study was conducted to investigate the influence of chemical factors on the spoilage of minced quail meat during refrigerated storage (4°C) by adding different levels of onion extract, lemon essential oil, and nisin. The experimental treatments included: a control group (without preservatives) and treatments containing onion extract (at concentrations of 2.5, 5, and 10%), lemon essential oil (at concentrations of 2, 5, 10, 20, and 30 µL/gr), and nisin (at concentrations of 5, 10, and 20 µg/gr). Chemical tests including determination of thiobarbituric acid (TBA), total volatile basic nitrogen (TVBN), peroxide value (PV), pH, and acidity were performed on the stored samples at refrigeration temperature on days of 0, 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, and 21. The results showed that all treatments had lower peroxide, TBA-reactive compounds, TVBN, and pH values compared to the control group ($P \leq 0.05$). However, the acidity index was higher in all treatments compared to the control ($P < 0.05$). Overall, the addition of onion extract, lemon essential oil, and nisin to refrigerated minced quail meat exhibited an inhibitory effect on key factors contributing to chemical spoilage, with a dose-dependent trend observed in all tests.

Keywords: Chemical Properties, Lemon, Nisin, Onion and Quail.

ارزیابی اثر عصاره پیاز (*Allium cepa* L.)، اسانس لیموترش (*Citrus limonum*) و نیسین بر ویژگی‌های شیمیایی گوشت چرخ شده بلدرچین نگهداری شده در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد

شماره صفحات

۱۰۵-۱۲۸

زهرا افشارمنش^۱، محمد رهنما^{۲*}، مجید علیپور اسکندانی^۳، غلامحسین حقایق^۴ و سعید سالاری^۵

۱ و ۴) گروه صنایع غذایی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۲ و ۳) گروه بهداشت مواد غذایی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۵) گروه پاتوبیولوژی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

* نویسنده مسئول: dr_m_rahnama@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۹

چکیده

امروزه بسیاری از مصرف‌کننده‌ها، به دلیل اثرات جانبی نگهدارنده‌های شیمیایی نظیر سرطان‌زایی، متقاضی استفاده از جایگزین‌های طبیعی آن‌ها در فرآیند تولید فرآورده‌های غذایی یا انبارمانی مواد اولیه غذایی می‌باشند. این مطالعه به منظور کنترل عوامل شیمیایی موثر بر روند فساد گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) با افزودن سطوح مختلف عصاره پیاز، اسانس لیموترش و نیسین انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل: تیمار کنترل (بدون نگهدارنده) و تیمارهای حاوی عصاره پیاز (غلظت‌های ۲/۵، ۵ و ۱۰ درصد)، اسانس لیموترش (غلظت‌های ۲، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میکرولیتر در گرم) و نیسین (غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ میکروگرم در گرم) بودند. آزمون‌های شیمیایی از قبیل اندازه‌گیری اسید تیوباریتوریک (TBA)، مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVBN)، شاخص پراکسید (PV)، اندازه‌گیری pH و اسیدیته در روزهای صفر، ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ بر روی تیمارهای نگهداری شده در دمای یخچال انجام شد. آنالیز آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. نتایج نشان داد تمام تیمارها نسبت به تیمار کنترل، مقادیر پایین‌تری از شاخص پراکسید، ترکیبات واکنش اسید تیوباریتوریک، مجموع بازهای نیتروژنی فرار و PH نشان دادند ($P \leq 0/05$). درحالی‌که شاخص اسیدیته در تمام تیمارها نسبت به تیمار کنترل، مقادیر بالاتری را نشان داد ($p < 0/05$). به طور کلی افزودن عصاره پیاز، اسانس لیموترش و نیسین به گوشت چرخ شده بلدرچین نگهداری شده در یخچال، تاثیر بازدارندگی در افزایش عوامل مهم موثر در فساد شیمیایی آن دارد و در تمام آزمون‌ها، روند وابسته به دوزی در اثر افزودن بازدارنده‌ها مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: بلدرچین، پیاز، لیموترش، نیسین و ویژگی‌های شیمیایی.

مقدمه

امروزه نگهدارنده‌های شیمیایی به‌منظور پیشگیری از رشد میکروبی و نیز آهسته‌تر کردن سرعت واکنش‌های اکسیداسیون گوشت به کار می‌روند. اما بسیاری از مصرف‌کننده‌ها نسبت به کاربرد نگهدارنده‌های شیمیایی مختلف به دلیل اثرات جانبی آنها نظیر سرطان‌زایی و ناقص‌الخلقه‌زایی بی‌میل و بدبین می‌باشند. به همین جهت تقاضای روزافزون برای نگهدارنده‌های طبیعی به دلیل داشتن ترکیبات ضد میکروبی قوی و متنوع، منجر به گسترش استفاده از آن‌ها به منظور جلوگیری از رشد عوامل میکروبی و قارچی بیماری‌زا گردیده است (Jiawei Li, Hui Sun, Yunxuan Weng, 2024). پیاز، نوعی گیاه غده‌ای گوشتی زیرزمینی از خانواده لاله با نام علمی (*Allium cepa*) است که دارای بخش هوایی و بخش ریشه خوراکی می‌باشد. بوی پیاز مربوط به مواد گوگردی فراری است که در هنگام تقطیر در حرارت معمولی اتاق تجزیه می‌گردند. فلاوونوئیدهای پیاز ترکیبات شیمیایی هستند که در برابر میکروارگانیسم‌ها فعال می‌شوند و در محیط آزمایشگاه، در برابر رشد میکروارگانیسم‌ها اثر آنتی‌باکتریال از خود نشان می‌دهند (Chyun and Huang, 2007; Cruickshank *et al.*, 1975; Ekwenye and Elegalam, 2005; Nelson and Regiland, 2007). همچنین این گیاه به دلیل طعم مطلوب به شکل‌های گوناگون در فرآوری غذاهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر طعم مطلوب پیاز، عصاره این گیاه دارای اثرات ضد میکروبی علیه باکتری‌های گرم منفی و مثبت می‌باشد (AN *et al.*, 2015). کامفرول، کوئرستین و گالیک‌اسید موجود در عصاره گیاه پیاز، از مهمترین ترکیبات شیمیایی آنتی‌اکسیدان، ضد عفونی‌کننده و ضد التهاب هستند که به عنوان آنتی‌پاتوژن‌های فعال و طبیعی، هم در محیط آزمایشگاه و هم در موارد بالینی، اثر آنتی‌باکتریال از خود نشان داده‌اند (Goodarzi *et al.*, 2014; Momeni and Zamanzad, 2010). فرآیند اسیدی کردن با استفاده از اسیدهای آلی و آبمیوه‌های اسیدی طبیعی نظیر آب لیمو و آب انار، روشی است که امروزه به طور گسترده در فرآوری غذاها به منظور افزایش عمر انباری آن‌ها به کار می‌رود. (Panahi *et al.*, 2022). لیموترش، با نام علمی *Citrus limonum* از تیره سداییان (Rutaceae)، یکی از انواع مرکبات است. اسانس لیموترش حاوی ۹۵-۹۲ درصد از ترپن‌های مختلف است که قسمت اعظم آن را لیمونن همراه با فلاندرن، کامفن و پینن تشکیل می‌دهند. لیمونن اصلی‌ترین ترکیب مونوترپنی اسانس مرکبات است (Roy *et al.*, 2007) که از ویژگی‌های آن می‌توان به خاصیت ضدباکتریایی و ضدویروسی اشاره کرد (Ekawati and Darmanto, 2019). عصاره لیمو به دلیل داشتن عطر و طعم مطلوب، به عنوان طعم‌دهنده در صنایع غذایی، به عنوان دارو دارای خواص درمانی متعدد مانند بهبوددهنده متابولیسم سیستم مغزی-عصبی، آرام‌بخش، کمک‌هضم، مدر، ضدکرم، ضد درد، بهبوددهنده بیماری‌های رماتیسمی، سرماخوردگی، برونشیت، ضد عفونی‌کننده و همچنین در صنایع بهداشتی و عطرسازی، به عنوان خوشبوکننده کاربرد دارد (Zou *et al.*, 2016). مکانیسم اثر ضدباکتریایی اسانس‌های گیاهی به خاصیت آبگریزی آن‌ها برمی‌گردد که موجب نفوذ این مواد به فسفولیپیدهای غشای باکتری و میتوکندری‌ها شده و سبب اختلال در ساختمان آن‌ها و افزایش نفوذپذیری می‌گردد. این مسئله موجب خروج و نشت یون‌ها و دیگر محتویات سلولی شده

که در نهایت مرگ باکتری را در بر خواهد داشت (Imaida *et al.*, 1983; Burt., 2004). باکتریوسین‌ها پروتئین‌های باکتری-کشی هستند که تولید آن‌ها توسط باکتری‌های لاکتیک اسید در سال‌های اخیر به صورت گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است. این ترکیبات به وسیله میکروارگانیسم‌های مفید موجود در مواد غذایی تولید می‌شوند، لذا به‌عنوان نگهدارنده‌های طبیعی مواد غذایی محسوب می‌شوند. نیسین با نام تجاری نیسپالین، نوعی باکتریوسین پلی‌پپتیدی آمفی‌پاتیک دارای سی و چهار اسید آمینه است (Arauz *et al.*, 2009)، که توسط سوش‌های خاص لاکتوکوکوس لاکتیس^۱ زیرگونه لاکتیس تولید می‌شود و مدت‌هاست که با توجه به خصوصیات ضد میکروبی و سمیت پایین آن برای انسان، به‌عنوان یک ماده GRAS و نگهدارنده مواد غذایی در صنایع غذایی استفاده می‌شود (Cedillo Olivos *et al.*, 2024). نیسین در واقع یک ماده ضدباکتریایی موثر است که به‌طور عمده از طریق ایجاد سوراخ در غشای سیتوپلاسمی و مهار بیوسنتز دیواره سلولی موجب مرگ باکتری‌های هدف می‌شود (Verdi *et al.*, 2020). این افزودنی غذایی دارای طعم خاصی نبوده و خصوصیات ارگانولپتیک غذا را تغییر نمی‌دهد. همچنین به‌راحتی توسط پروتئازهای دستگاه گوارش تجزیه شده و برای انسان مسمومیت‌زا نیست. در حال حاضر، نیسین به‌عنوان یک افزودنی غذایی در بیش از ۵۰ کشور، مجاز شناخته شده است (Calo-Mata *et al.*, 2008). بدون شک فساد شیمیایی گوشت ماکیان ضمن وارد آوردن زیان‌های اقتصادی بی‌شمار به تولیدکنندگان، سلامت مصرف‌کنندگان را نیز با مخاطره روبرو می‌سازد (Geornaras *et al.*, 1998). از این رو توسعه روش‌هایی به منظور افزایش سلامت، کیفیت و عمر انباری، یکی از نیازهای اساسی صنعت فرآوری گوشت ماکیان است (Rokni, 1993; Lawrie, 1988). با توجه به محدودیت زمان نگهداری گوشت تازه در سرمای بالای صفر درجه سانتی‌گراد و اهمیت حفظ کیفیت آن تا هنگام مصرف، محققین به دنبال روش‌های دیگری نیز هستند که گوشت با کیفیت خوراکی مناسب به دست مصرف‌کنندگان برسد. هدف از این مطالعه، کنترل عوامل شیمیایی موثر بر روند فساد شیمیایی گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای یخچال با افزودن سطوح مختلف عصاره پیاز، اسانس لیموترش و نیسین بود.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی عصاره پیاز

پیاز (*Allium cepa* L.) از تیره نرگسیان (Amaryllidaceae) از بازار محلی واقع در شهرستان جیرفت خریداری و به شهرستان زابل منتقل شد. پیازها پس از شستشو، و جداسازی لایه‌های خارجی، در دمای ۴۰-۴۵ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس آسیاب شدند. پودر حاصل از الک عبور داده شد تا ذرات یکنواخت به دست آید. سپس ۱۰ گرم پودر پیاز در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول متانول ۷۰٪ (v/v) حل شد. استخراج با کمک امواج اولتراسونیک (مدل FS20، Fisher scientific، آلمان) در فرکانس

¹ *Lactococcus Lactis*

۴۰ کیلوهرتز و توان ۲۰۰ وات به مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد انجام گرفت. سپس فیلتراسیون با کاغذ صافی واتمن شماره یک صورت گرفت. به تفاله حاصل مجدداً ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد دوباره اولتراسونیک و سپس فیلتر شد. عصاره حاصل در ظروف شیشه‌ای تیره در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (Cao *et al*, 2013).

تهیه اسانس لیمو ترش

برای تهیه اسانس لیمو ترش (*Citrus limonum*)، لیموترش‌های تازه از شهرستان جیرفت واقع در استان کرمان، خریداری و پس از انتقال به زابل، شسته شدند و در خشک‌کن با دمای ۴۰-۴۵ درجه سانتیگراد خشک شدند. پس از آسیاب کردن، بر روی ۱۰۰ گرم آن به روش تقطیر با بخار آب، توسط دستگاه کلونجر، اسانس‌گیری به عمل آمد. اسانس بدست آمده، توسط سدیم سولفات، رطوبت‌زدایی و به منظور شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس، به دستگاه گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی تزریق شد (Pasha Zanussi *et al*, 2011). نتایج بدست آمده به شرح زیر است:

جدول ۱- نتایج آنالیز اسانس لیمو ترش مورد مطالعه با استفاده از GC-MS

Table 1- Results of the GC-MS analysis of the studied lemon verbena essential oil

ترکیبات Compound	درصد Area (%)
Limonene	53.57
alpha-Terpineol	14.69
beta-Pinene	8.23
alpha-Pinene	1.84
beta-Myrcene	1.51
alpha-Terpinolene	4.33
Terpinen-4-ol	3.38
p-Cymene	1.80
beta-Bisabolene	1.43
beta-Linalool	0.85
E-Citral	1.08

آماده‌سازی محلول نیسین

پودر تجاری نیسپالین از شرکت Heidelberg, SERVA (New York) خریداری شد. محلول استوک نیسین، با حل کردن ۰/۸ گرم نیسپالین در ۱۰ میلی‌لیتر HCl ۰/۰۲ نرمال، به دست آمد. برای رسیدن به غلظت‌های پایین‌تر، از آب مقطر استریل استفاده شد (Solomakos *et al.*, 2008).

آماده‌سازی تیمارهای مختلف

بلدرچین زنده از بازار زابل خریداری و پس از کشتار، به آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه زابل منتقل گردید. بلافاصله تحت شرایط استریل، توسط چرخ‌گوشت (پارس خزر تهران، ایران) چرخ شد. سپس نمونه‌های ۲۰۰ گرمی از گوشت استریل چرخ شده تهیه گردید و اسانس لیموترش با غلظت‌های ۲ (L2)، ۵ (L5)، ۱۰ (L10)، ۲۰ (L20) و ۳۰ (L30) میکرولیتر در هر گرم گوشت چرخ شده بلدرچین، عصاره پیاز با غلظت‌های ۲/۵ (O2.5)، ۵ (O5) و ۱۰ (O10) درصد، محلول نیسین با غلظت‌های ۵ (N5)، ۱۰ (N10) و ۲۰ (N20) میکروگرم در هر گرم گوشت چرخ شده بلدرچین، به تنهایی و توأم، به هر یک از نمونه‌ها افزوده شد. نمونه‌های آماده شده در یخچال در دمای 1 ± 8 درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۱ روز نگهداری و در روزهای ۰، ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ توسط آزمون‌های گوناگون شیمیایی شامل اندازه‌گیری اسید تیوباربتوریک (TBA)، مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVBN)، شاخص پراکسید (PV)، اندازه‌گیری pH و اسیدیته مورد بررسی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری شاخص پراکسید (PV)

۴۰ گرم گوشت چرخ شده بلدرچین با ۱۰۰ میلی‌لیتر کلروفرم، مخلوط و سپس با کاغذ صافی واتمن صاف گردید. ۲۵ میلی‌لیتر از محلول صاف شده، برای استخراج چربی، داخل بشر ریخته و درون آن قرار داده شد تا کلروفرم آن تبخیر گردد (اختلاف وزن بشر پس از تبخیر کلروفرم، بیانگر وزن روغن بود). سپس ۲۵ میلی‌لیتر دیگر را درون ارلن ریخته و ۳۷ میلی‌لیتر اسید استیک به آن اضافه شد. به محلول حاصل، یک میلی‌لیتر یدور پتاسیم اشباع اضافه گردید. پس از یک دقیقه ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر و یک میلی‌لیتر محلول نشاسته، اضافه شد و با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتراژ گردید تا آنجا که رنگ زرد محلول از بین رفت و به رنگ سفید شیری درآمد. میزان پراکسید از رابطه ۱، بدست آمد (AOAC, 2002).

$$\text{رابطه ۱: } PV = \frac{100 \times 0.1 \times \text{وزن روغن}}{\text{مقدار تیوسولفات مصرفی}}$$

اندازه‌گیری ترکیبات واکنش تیوباربتوریک اسید (TBARS)

اندازه‌گیری TBA با روش رنگ‌سنجی انجام شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه گوشت چرخ شده بلدرچین را به یک بالن ۲۵ میلی‌لیتری، انتقال داده و سپس با ۱-بوتانول به حجم رسانده شد. ۵ میلی‌لیتر از مخلوط فوق را در لوله‌های خشک درب‌دار ریخته و به آن ۵ میلی‌لیتر از معرف TBA افزوده شد (معرف TBA به وسیله حل‌شدن ۲۰۰ میلی‌گرم از TBA در ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال بوتانول پس از فیلتر شدن بدست آمد). لوله‌های درب‌دار در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر، مقدار جذب (As) در طول موج ۵۳۰ نانومتر در مقابل شاهد بوتانول (Ab) خوانده شد. مقدار TBA (میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدید در کیلوگرم گوشت چرخ شده بلدرچین) براساس رابطه ۲ محاسبه گردید (Namaulema et al., 1999).

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

رابطه ۲:

اندازه‌گیری مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVBN)

مطابق روش (AOAC, 2005) ۱۰ گرم گوشت چرخ شده بلدرچین، همراه با ۲ گرم اکسیدمنیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر داخل بالن کدال ریخته شد. سپس چند عدد پرل شیشه‌ای به همراه اکتان نرمال (ضدکف) به آن اضافه گردید. پس از آن، بالن به دستگاه، وصل و به آن حرارت داده شد. داخل یک ارلن‌مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری نیز، ۲۵ میلی‌لیتر اسید بوریک ۲ درصد (۲ گرم اسید بوریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به همراه چند قطره معرف متیل‌رد (۰/۱ گرم متیل‌رد در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول) ریخته شد. متیل‌رد در محیط اسیدی، قرمز رنگ و در محیط بازی، زرد رنگ می‌باشد. عمل تقطیر تا ۳۰ دقیقه پس از جوشش مواد درون بالن یا تجمع حدود ۱۲۵ میلی‌لیتر مایع درون ارلن ادامه یافت. محلول اسید بوریک به محض قلیایی شدن زرد رنگ شد. تیتراسیون این محلول، به وسیله اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا جایی ادامه یافت که اسید بوریک دوباره قرمز گردید. مقدار TVBN به صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت چرخ شده بلدرچین با توجه به رابطه ۳ بدست آمد.

$$\text{TVBN} = \text{وزن نمونه} / (100 \times 1/4 \times \text{میزان اسید سولفوریک مصرفی})$$

رابطه ۳:

اندازه‌گیری pH

۵ گرم نمونه گوشت چرخ‌شده بلدرچین با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر، هموژن گردید. سپس pH نمونه‌ها به وسیله pH متر دیجیتالی (pH 827, Metrohm) اندازه‌گیری شد (AOAC, 2005).

اندازه‌گیری اسیدیته

مقدار اسیدیته نمونه، به صورت مقدار NaOH ۰/۱ مولار مورد نیاز برای خنثی کردن اسید در حضور معرف فنل‌فتالین با روش تیتراسیون بدست آمد (Carneiro et al., 2024) و با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد.

$$TTA = (X \text{ ml NaOH} \times 0/009 \times 100) / \text{gr Sample}$$

رابطه ۴:

تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش نتایج بدست آمده با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل گردید. مقایسه میانگین داده‌های میکروبی و شیمیایی به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ (IBM Corporation, USA) انجام گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 ترسیم و گزارش شدند.

نتایج و بحث

تغییرات اندیس پراکسید (Peroxide Value)

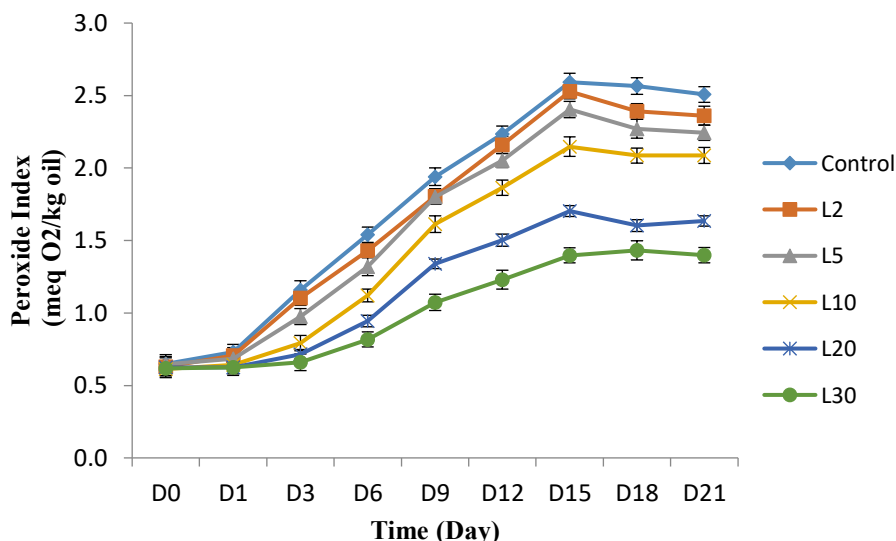
PV (Peroxide Value) میزان پراکسید در هر کیلوگرم چربی را نشان می‌دهد، که پراکسیدها محصولات اولیه

اکسیداسیون چربیها هستند و با افزایش آنها، گوشت تازه به تدریج بو و طعم نامطبوع پیدا می کند. در گوشت تازه PV پایین است چون چربی هنوز اکسیده نشده و کیفیت تغذیه ای حفظ شده است. با گذشت زمان و در اثر عوامل محیطی مثل اکسیژن، دما، نور و آنزیمها، چربی گوشت اکسیده می شود و PV به تدریج افزایش می یابد. در مرحله ی فساد شدید PV به حد مشخصی میرسد و پس از آن کاهش می یابد، چون پراکسیدها به محصولات ثانویه اکسیداسیون (مانند آلدئیدها و کتونها) تبدیل می شوند. این مرحله با بو و طعم نامطبوع، تغییر رنگ و کاهش کیفیت گوشت همراه است. (Mortazavi *et al.*, 2021). طبق نمودارهای ۱-۱، ۱-۲، ۱-۳ و ۱-۴ در تمامی تیمارها مقدار اندیس پراکسید از روز صفر تا روز پانزدهم نگهداری، روند افزایشی داشت که این روند در تیمار کنترل نسبت به سایر تیمارها، با شیب تندتری همراه بود و سپس در تمامی تیمارها از روز پانزدهم تا پایان دوره نگهداری به طور ناگهانی، کاهش یافت. در واقع مقدار اندیس پراکسید در تمامی تیمارها در روز پانزدهم نگهداری به بالاترین حد خود رسید. افزایش پراکسید می تواند به علت نرخ سریعتر تشکیل پراکسیدها در طول روزهای ۰ تا ۱۵ نگهداری در مقایسه با تجزیه پراکسیدها به محصولات ثانویه اکسیداسیون باشد (Bazargani-Gilani *et al.*, 2015). کاهش ناگهانی هیدروپراکسیدها ممکن است به دلیل واکنشهای ثانویه اکسیداسیون و تولید کربونیلها و ترکیبات فرار باشد (Vidya and Sarikr, 1996). اگرچه تاکنون مطالعه ی کمی در زمینه اندازه گیری اندیس پراکسید گوشت بلدرچین انجام شده است اما روند مشابهی در مطالعات دیگر محققان روی گوشت سینه مرغ در طی نگهداری در یخچال (Bazargani-Gilani *et al.*, 2015)، گوشت سینه مرغ در طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد (Soyer *et al.*, 2010) و گوشت چرخ شده و نمک زده مرغ (Teets and Were, 2008)، گزارش شد. عصاره پیاز به دلیل داشتن مقادیر بالای ترکیبات آنتی اکسیدانی مانند کوئرستین و فلاونوئیدها، دارای خاصیت آنتی اکسیدانی قوی است. این ترکیبات به محافظت از بدن در برابر رادیکالهای آزاد و کاهش خطر ابتلا به بیماریهای مزمن کمک می کنند (Bozinou *et al.*, 2023). Singh و همکاران در سال ۲۰۱۴ با بررسی اثر پودر گل میخک، سیر و زنجبیل بر ماندگاری گوشت مرغ در طی ۹ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی گراد دریافتند که مقدار اندیس پراکسید گوشت مرغ از روز صفر تا روز ۹ نگهداری افزایش یافت که نتیجه حاصل با یافته های مطالعه حاضر، همخوانی دارد.

تغییرات ترکیبات واکنش تیوباربیتوریک اسید (TBARS)

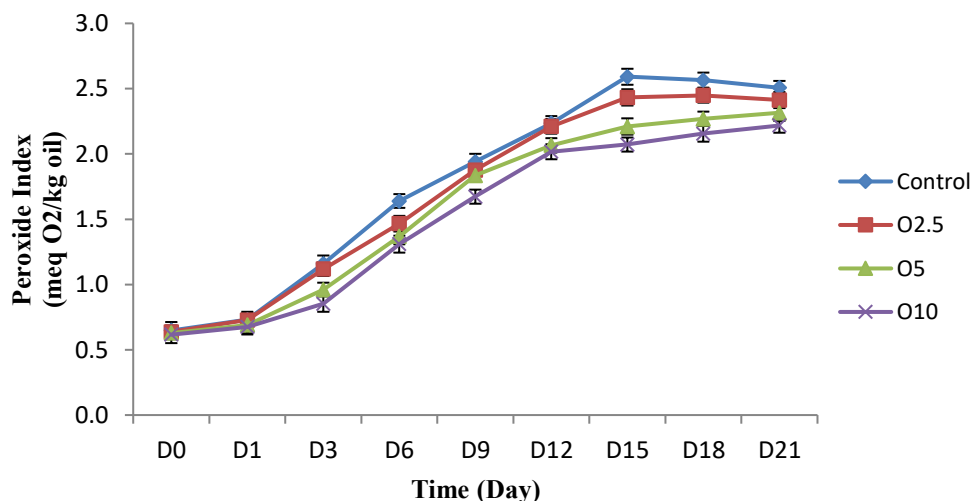
با توجه به نمودارهای ۱-۱، ۱-۲، ۱-۳ و ۱-۴ مقدار تیوباربیتوریک اسید پ در تمامی تیمارها از روز صفر تا پایان دوره نگهداری، روند افزایشی داشت ($P \leq 0/05$) و در روز ۲۱ در تمامی تیمارها به بالاترین حد خود رسید. در بین تیمارهای مختلف مورد بررسی، مقدار تیوباربیتوریک اسید در تیمار کنترل نسبت به سایر تیمارها، با شیب تندتری افزایش یافت و در روز ۲۱ با ۲/۲۱ میلی گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم، دارای بالاترین میزان تیوباربیتوریک اسید بود. در میان تیمارهای مختلف مورد مطالعه، با افزایش غلظت اسانس لیموترش، عصاره پیاز و نیسین، مقدار تیوباربیتوریک اسید کاهش یافت به طوری که تیمارهای L30 و L10 O10 N20 در بین تیمارهای مختلف به ترتیب با ۰/۹۶ و ۰/۹۴ میلی گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم، کمترین

مقدار تیوباربیتوریک اسید را داشتند. حد آستانه مالوندی‌آلدهید که منجر به تولید عطر و طعم نامطلوب در مواد غذایی می‌گردد، 2 mg/kg (08/9) $\mu\text{mol/kg}$ می‌باشد (Latou et al., 2014) که در تیمارهای کنترل، L2، O2.5، N5، L2 N5 و L2 O2.5 در روز ۲۱ به این مقدار رسید و در سایر تیمارها تا پایان دوره نگهداری به این حد نرسید.



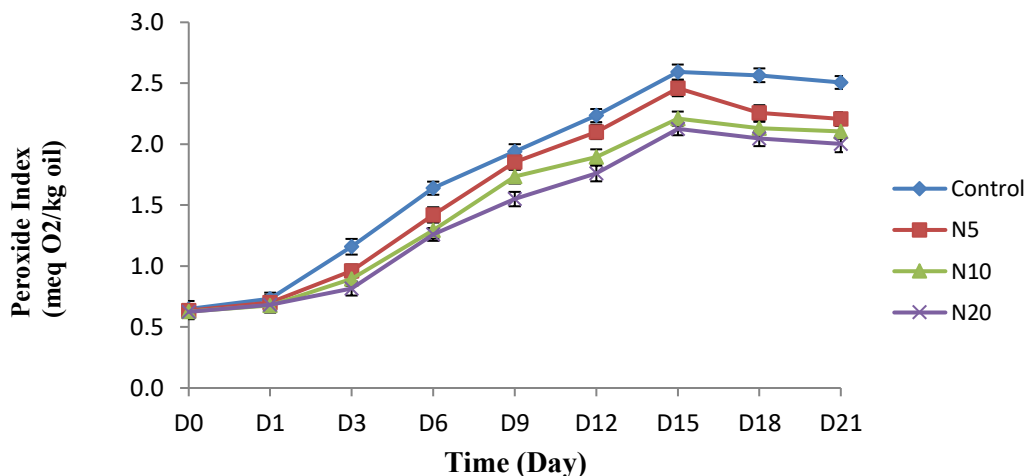
نمودار ۱-۱- اثر اسانس لیموترش بر روی اندیس پراکسید گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی-گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، L2: لیمو با غلظت ۲، L5: لیمو با غلظت ۵، L10: لیمو با غلظت ۱۰، L20: لیمو با غلظت ۲۰ و L30: لیمو با غلظت ۳۰ میکرولیتر بر گرم.

Figure 1.1: The effect of lemon essential oil on the peroxide index in minced quail meat. Control: Minced quail meat in each treatment. L2: Concentration of lemon essential oil (2 $\mu\text{L/g}$). L5: Concentration of lemon essential oil (5 $\mu\text{L/g}$). L20: Concentration of lemon essential oil (20 $\mu\text{L/g}$). L30: Concentration of lemon essential oil (30 $\mu\text{L/g}$).



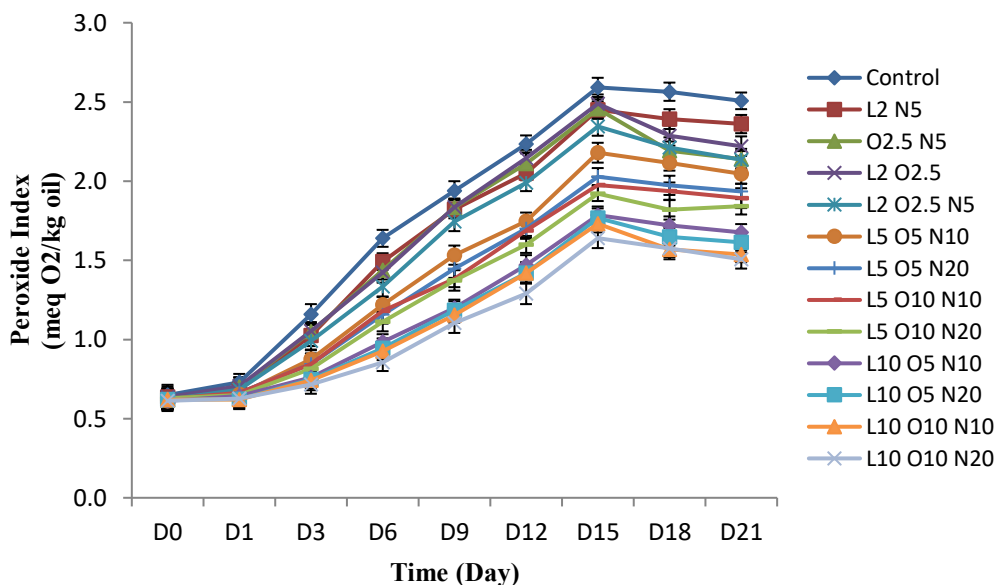
نمودار ۱-۲- اثر عصاره پیاز بر روی اندیس پراکسید گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی-گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، O2.5: پیاز با غلظت ۲/۵، O5: پیاز با غلظت ۵ و O10: پیاز با غلظت ۱۰ درصد.

Figure 1.2: The effect of onion extract on the peroxide index in minced quail meat. Control: Minced quail meat in each treatment. O2.5: Concentration of onion extract (2.5 percentage). O5: Concentration of onion extract (5 percentage). O10: Concentration of onion extract (10 percentage).



نمودار ۳-۱- اثر نیسین بر روی اندیس پراکسید گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، N5: نیسین با غلظت ۵، N10: نیسین با غلظت ۱۰ و N20: نیسین با غلظت ۲۰ میکروگرم بر گرم.

Figure 1.3: The effect of nisin on the peroxide index in minced quail meat. Control: Minced quail meat in each treatment. N5: Concentration of nisin (5 $\mu\text{g/g}$). N10: Concentration of nisin (10 $\mu\text{g/g}$). N20: Concentration of nisin (20 $\mu\text{g/g}$).

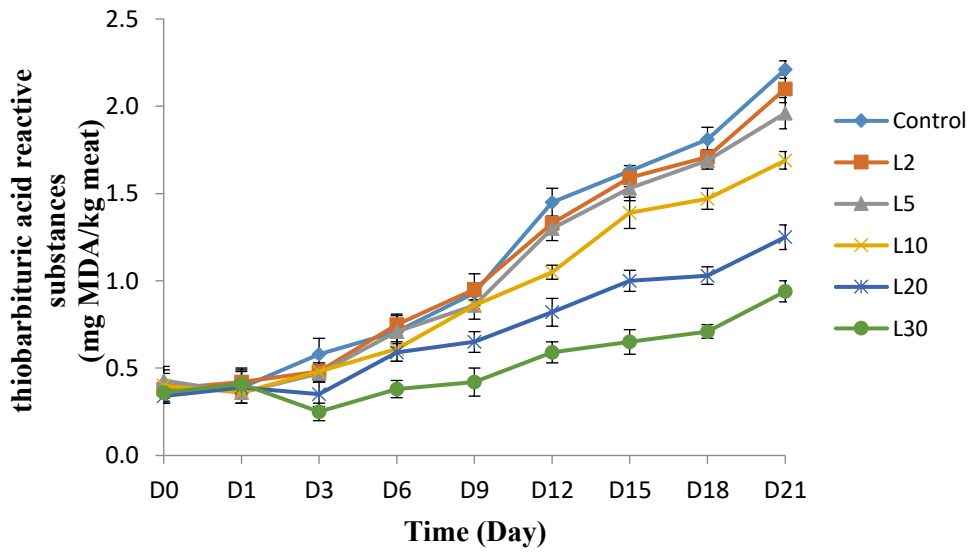


نمودار ۴-۱- اثر اسانس لیموترش، عصاره پیاز و نیسین بر روی اندیس پراکسید در گوشت چرخ شده بلدرچین. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، در هر یک از تیمارها، L: غلظت اسانس لیموترش برحسب میکرولیتر بر گرم، O: غلظت عصاره پیاز برحسب درصد و N: غلظت نیسین برحسب میکروگرم بر گرم.

Figure 1.4: The effect of lemon essential oil, onion extract, and nisin on the peroxide index in minced quail meat. Control: Minced quail meat in each treatment. L: Concentration of lemon essential oil ($\mu\text{L/g}$). O: Concentration of onion extract (percentage). N: Concentration of nisin ($\mu\text{g/g}$).

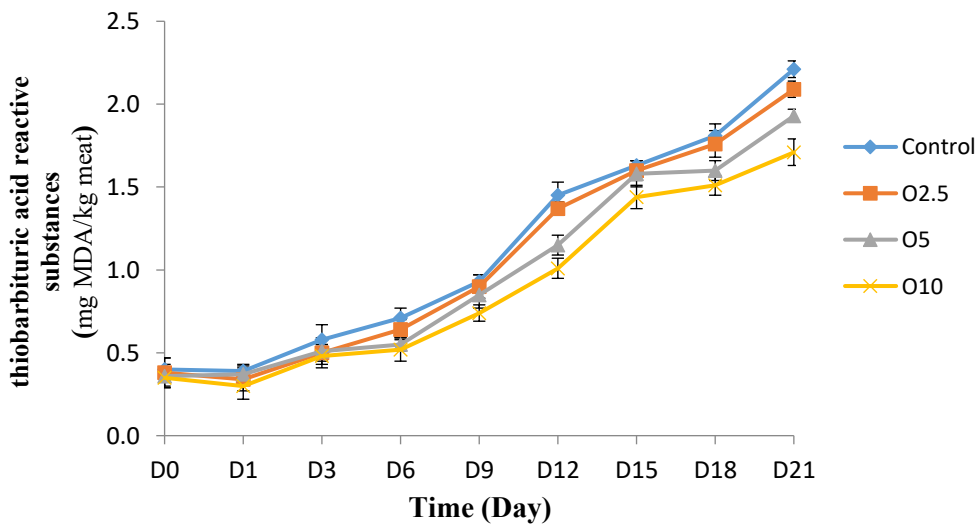
در مطالعه‌ای مشخص شد استفاده از عصاره‌های ادویه بر روی گوشت مرغ خام، باعث افزایش میزان اندیس تیوباریتوریک

اسید در طول ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال شد که این نتیجه با تحقیق حاضر، مطابقت دارد (Zhang *et al.*, 2016).



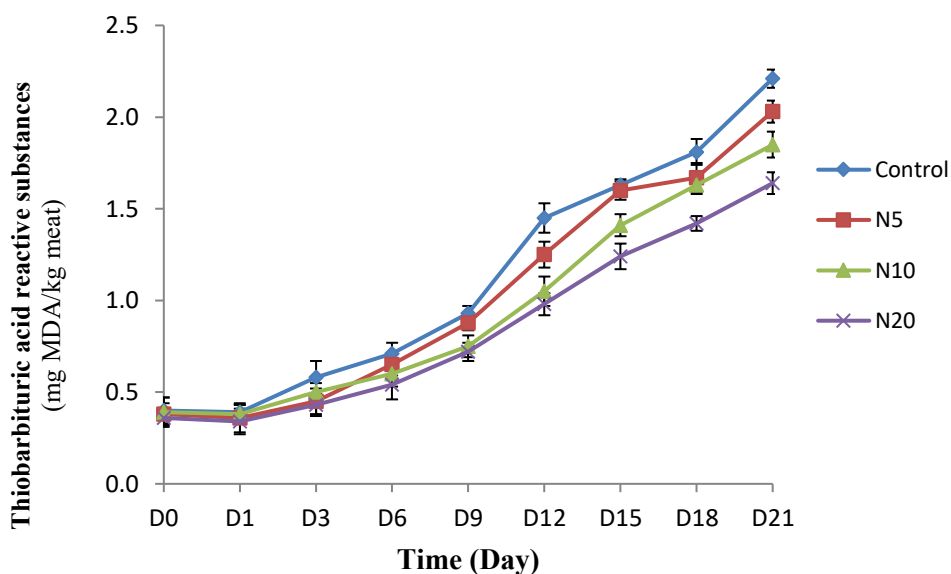
نمودار ۱-۲- اثر اسانس لیموترش بر روی ترکیبات واکنش تیوباربیتوریک اسید در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، L2: لیمو با غلظت ۲، L5: لیمو با غلظت ۵، L10: لیمو با غلظت ۱۰، L20: لیمو با غلظت ۲۰ و L30: لیمو با غلظت ۳۰ میکرولیتر بر گرم.

Figure 2.1: The effect of lemon essential oil on thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in minced meat. Control: Minced quail meat in each treatment. L2: Concentration of lemon essential oil (2 $\mu\text{L/g}$). L5: Concentration of lemon essential oil (5 $\mu\text{L/g}$). L20: Concentration of lemon essential oil (20 $\mu\text{L/g}$). L30: Concentration of lemon essential oil (30 $\mu\text{L/g}$).



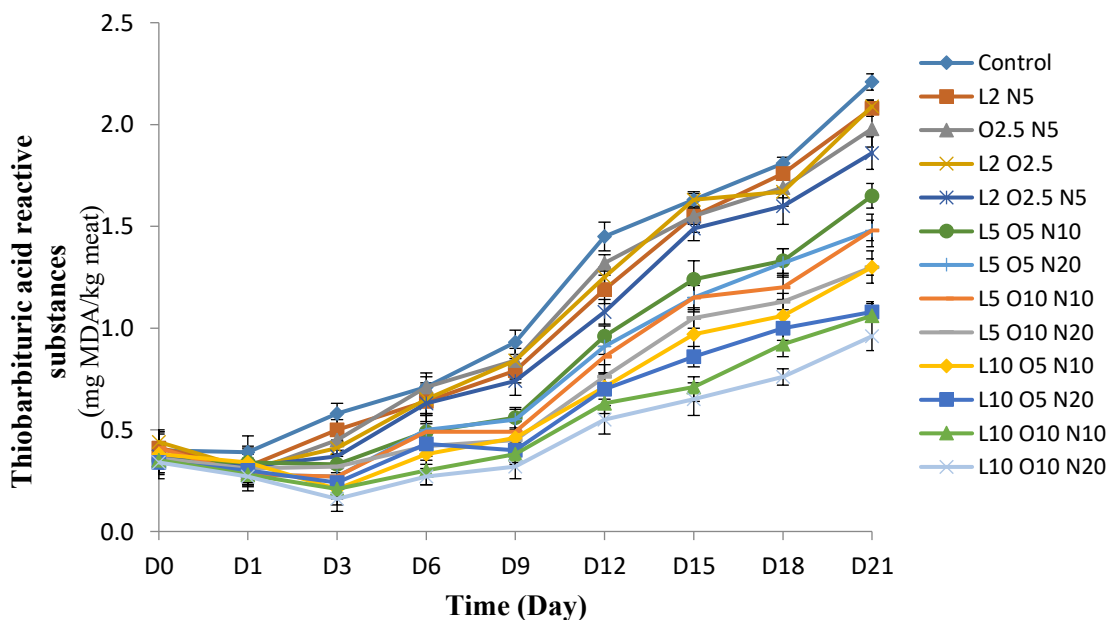
نمودار ۲-۲- اثر عصاره پیاز بر روی ترکیبات واکنش تیوباربیتوریک اسید در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، O2.5: پیاز با غلظت ۲/۵، O5: پیاز با غلظت ۵ و O10: پیاز با غلظت ۱۰ درصد.

Figure 2.2: The effect of onion extract on thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in minced meat. Control: Minced quail meat in each treatment. O2.5: Concentration of onion extract (2.5 percentage). O5: Concentration of onion extract (5 percentage). O10: Concentration of onion extract (10 percentage).



نمودار ۳-۲- اثر نیسین بر روی ترکیبات واکنش تیوباربتوریک اسید در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، N5: نیسین با غلظت ۵، N10: نیسین با غلظت ۱۰ و N20: نیسین با غلظت ۲۰ میکروگرم بر گرم.

Figure 2.3: The effect of d nisin on thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in minced meat. Control: Minced quail meat in each treatment. N5: Concentration of nisin (5 µg/g). N10: Concentration of nisin (10 µg/g). N20: Concentration of nisin (20 µg/g).



نمودار ۴-۲- اثر اسانس لیموترش، عصاره پیاز و نیسین بر روی ترکیبات واکنش تیوباربتوریک اسید در گوشت چرخ شده بلدرچین. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، در هر یک از تیمارها، L: غلظت اسانس لیمو ترش برحسب میکرولیتر بر گرم، O: غلظت عصاره پیاز برحسب درصد و N: غلظت نیسین برحسب میکروگرم بر گرم.

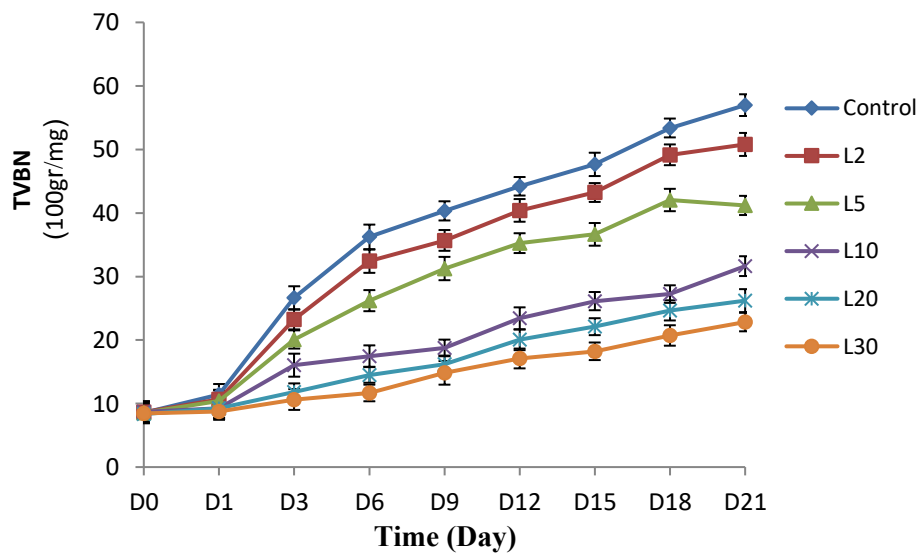
Figure 2.4: The effect of lemon essential oil, onion extract, and nisin on thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in minced meat. Control: Minced quail meat in each treatment. L: Concentration of lemon essential oil (µL/g). O: Concentration of onion extract (percentage). N: Concentration of nisin (µg/g).

تغییرات مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVBN)

بازهای نیتروژنی فرار (TVBN) مجموعه‌ای از ترکیبات نیتروژن‌دار هستند که در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌ها و تجزیه پروتئین‌ها در گوشت فاسد تولید می‌شوند. این ترکیبات شامل آمونیاک، دی متیل آمین، تری متیل آمین و سایر آمین‌ها هستند که با افزایش فساد گوشت، مقدارشان افزایش می‌یابد. اندازه‌گیری TVBN به عنوان یک شاخص برای تعیین میزان فساد و کیفیت گوشت استفاده می‌شود (Bekhit *et al.*, 2021). همان‌طور که نمودارهای ۱-۳، ۲-۳، ۳-۳ و ۴-۳ نشان می‌دهند، تیمارهای مختلف در روز صفر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و مقدار TVBN در تمامی تیمارها از روز صفر تا پایان دوره نگهداری، روند افزایشی داشت که این روند در تیمار کنترل نسبت به سایر تیمارها با شیب تندتری همراه بود. در پایان دوره نگهداری، تیمار کنترل بالاترین مقدار TVBN (۵۷/۰۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم) و تیمار L10 O10 N20 کمترین مقدار TVBN (۲۲/۵۳ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم) را از خود نشان دادند که بر طبق نتایج بدست آمده اسانس لیموترش همراه با عصاره پیاز و نیسین باعث کاهش معنی‌دار مقدار TVBN در طی ۲۱ روز نگهداری شدند. نتایج نشان داد افزودن توام اسانس لیموترش، عصاره پیاز و نیسین می‌تواند در تشدید قابلیت آن‌ها بر کاهش مقدار TVBN موثر باشد. با توجه به اینکه جدا شدن آمین‌ها از اسیدهای آمینه در طی فساد رخ می‌دهد، TVBN به عنوان شاخص کیفیت گوشت تازه پیشنهاد شده است. حداکثر مقدار قابل پذیرش آن در گوشت گاو و خوک به ترتیب ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم است اما مطالعات اندکی در زمینه گوشت ماکیان وجود دارد. بر اساس مجموعه نتایج آزمون‌های میکروبی و حسی، حداکثر مقدار پیشنهادی برای TVBN، ۴۰ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم در نظر گرفته شد. محققان در مطالعه‌ای به اثر افزودن عصاره پیاز، زنجبیل، سیر و کیتوزان روی کیفیت و ماندگاری گوشت خوک پرداختند (Singh *et al.*, 2014). نتایج نشان داد که TVBN همه تیمارها در طول دوره نگهداری در یخچال روند افزایشی داشت و با افزودن عصاره پیاز، زنجبیل و سیر فاکتور TVBN تیمارهای مورد مطالعه نسبت به تیمار کنترل، همراه با کاهش بود.

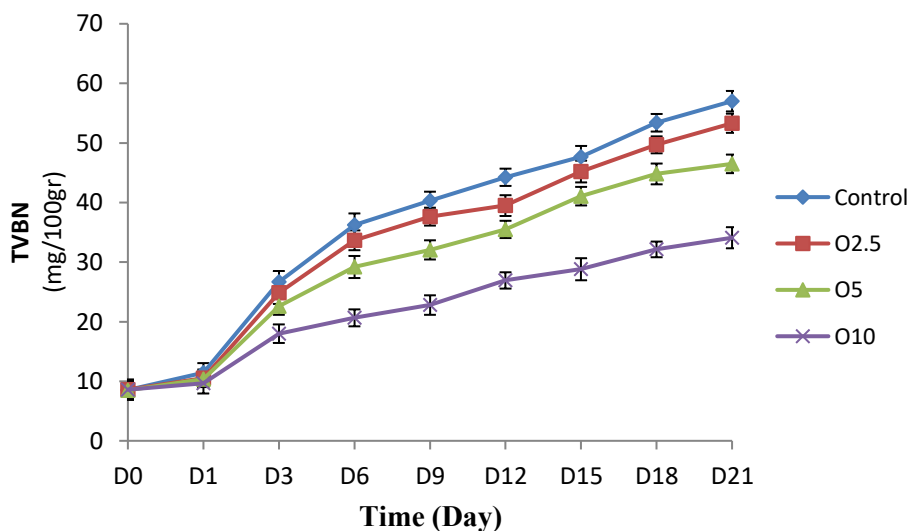
تغییرات pH

pH یکی از شاخص‌های مهم ارزیابی کیفیت گوشت است (Shange *et al.*, 2018) مقدار تغییرات pH در تیمارهای مختلف گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد در نمودارهای ۱-۴، ۲-۴، ۳-۴ و ۴-۴ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تیمارهای مختلف در روزهای صفر و یک، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند تیمار کنترل از روز صفر تا پایان دوره نگهداری، روند افزایشی و تمامی تیمارها به غیر از کنترل، از روز صفر تا روز نهم کاهش و از روز ۹ تا پایان دوره نگهداری روند افزایشی داشتند. حداکثر میزان pH برای محصولات قابل مصرف ۷-۷/۵ عنوان شده است (Chadorshabi *et al.*, 2022). در این تحقیق تیمارهای L10، L20، L30، N20 و هیچ یک از تیمارهای ترکیبی اسانس لیموترش، عصاره پیاز و نیسین تا پایان دوره نگهداری به این میزان نرسیدند.



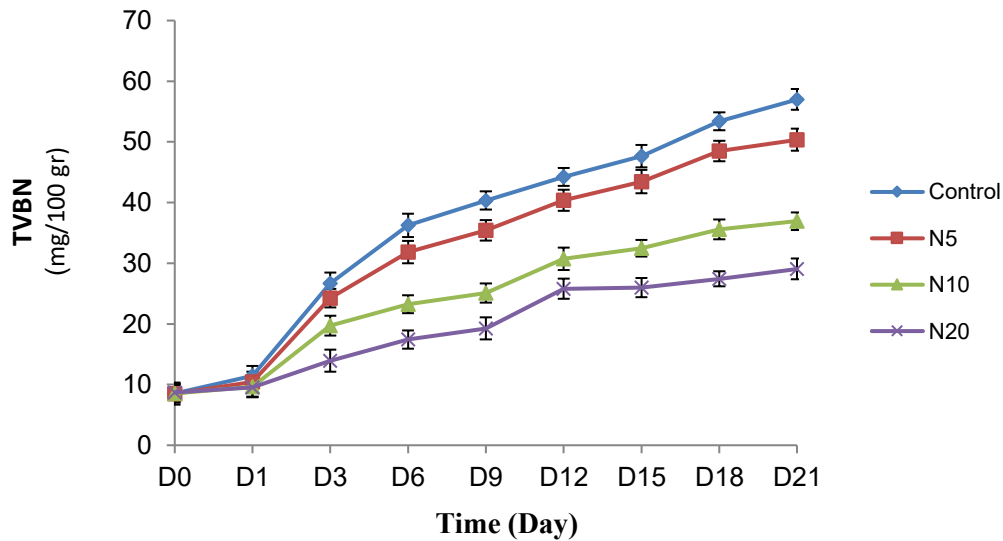
نمودار ۱-۳- اثر اسانس لیموترش بر مجموع بازهای نیتروژنی فرار در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، L2: لیمو با غلظت ۲، L5: لیمو با غلظت ۵، L10: لیمو با غلظت ۱۰، L20: لیمو با غلظت ۲۰ و L30: لیمو با غلظت ۳۰ میکرولیتر بر گرم.

Figure 3.1: The effect of lemon essential oil on total volatile basic nitrogen (TVBN) in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. L2: Lemon essential oil at a concentration of 2 $\mu\text{L/g}$. L5: Lemon essential oil at a concentration of 5 $\mu\text{L/g}$. L10: Lemon essential oil at a concentration of 10 $\mu\text{L/g}$. L20: Lemon essential oil at a concentration of 20 $\mu\text{L/g}$. L30: Lemon essential oil at a concentration of 30 $\mu\text{L/g}$.



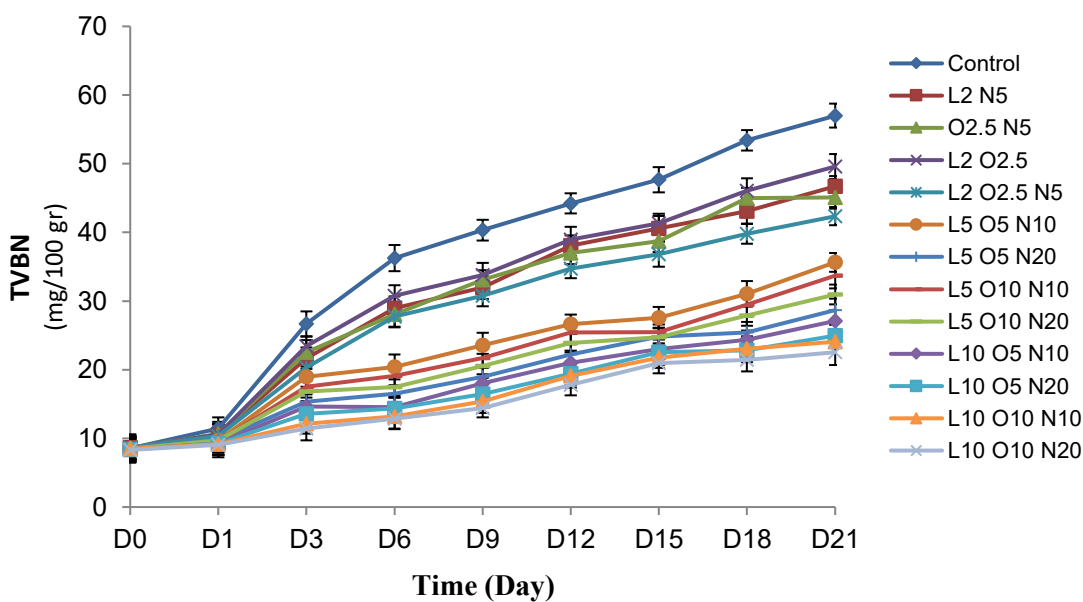
نمودار ۲-۳- اثر عصاره پیاز بر مجموع بازهای نیتروژنی فرار در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، O2.5: پیاز با غلظت ۲/۵، O5: پیاز با غلظت ۵ و O10: پیاز با غلظت ۱۰ درصد.

Figure 3.2: The effect of onion extract on total volatile basic nitrogen (TVBN) in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. O2.5: onion extract at a concentration of 2.5 percentage. O5: onion extract at a concentration of 5 percentage. O10: onion extract at a concentration of 10 percentage.



نمودار ۳-۳- اثر نیسین بر مجموع بازهای نیتروژنی فرار در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی-گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، N5: نیسین با غلظت ۵، N10: نیسین با غلظت ۱۰ و N20: نیسین با غلظت ۲۰ میکروگرم بر گرم.

Figure 3.3: The effect of nisin on total volatile basic nitrogen (TVBN) in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. N5: nisin at a concentration of 5 percentage. N10: nisin at a concentration of 10 percentage. N20: nisin at a concentration of 20 percentage.



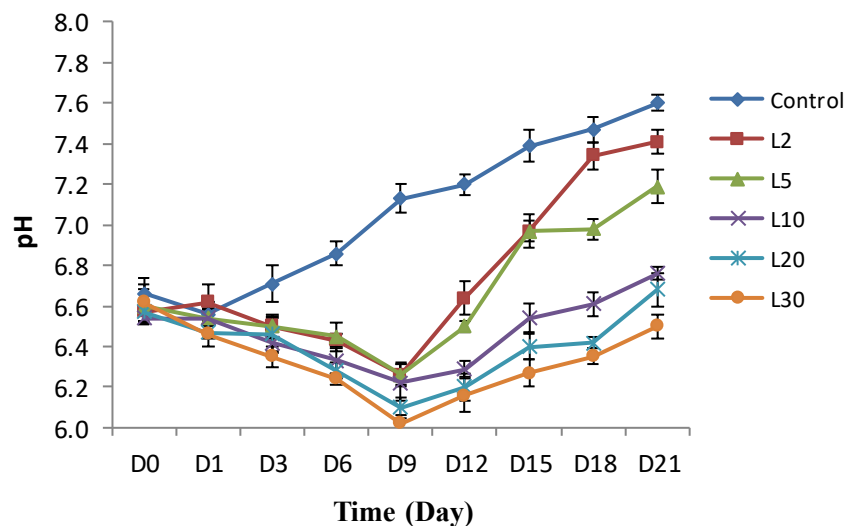
نمودار ۳-۴- اثر اسانس لیموترش، عصاره پیاز و نیسین بر مجموع بازهای نیتروژنی فرار در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی-گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، در هر یک از تیمارها، L: غلظت اسانس لیموترش بر حسب میکرولیتر بر گرم، O: غلظت عصاره پیاز بر حسب درصد و N: غلظت نیسین بر حسب میکروگرم بر گرم.

Figure 3.4: The effect of lemon essential oil, onion extract and nisin on total volatile basic nitrogen (TVBN) in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. L: Lemon essential oil concentration ($\mu\text{L/g}$). O: Lemon essential oil concentration (percentage). N: Nisin concentration ($\mu\text{g/g}$).

در تحقیقی نشان داده شد که در ابتدای دوره نگهداری، به علت تجزیه گلیکوژن و تشکیل اسیدهای معدنی از جمله اسید

لاکتیک، کاهش pH رخ میدهد و از رشد و فعالیت میکروارگانیسمها جلوگیری می‌کند و با گذشت زمان غلظت ترکیبات

آمونیم و مولکول‌های قلیایی افزایش یافته که زمینه مناسبی را برای رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها فراهم می‌کند (Magnaghi *et al.*, 2022). افزایش pH با افزایش جمعیت باکتری‌های گرم منفی مانند سودوموناس و انتروباکتریاسه که باعث تخریب پروتئین و اسیدآمین و تشکیل آمونیاک می‌شود، در ارتباط می‌باشد. به این ترتیب که با پیشرفت زمان نگهداری و تولید بازهای ازته فرار (آمونیاک و تری‌متیل‌آمین) و محصولات ثانویه اکسیداسیون با خواص قلیایی، بالا رفتن این شاخص را باعث می‌شوند (Bozinou *et al.*, 2021). در تحقیق دیگری نشان داده شد که در نمونه‌های فیله مرغ بسته‌بندی شده با فیلم‌های حاوی ۱ و ۲ درصد اسانس سیر، مقدار pH در طی روزهای یک تا ۱۰ نگهداری، عمدتاً کاهش یافت و در روز ۱۰ به کمترین مقدار خود رسید و سپس تا روز ۱۴ با اندکی افزایش مواجه شد. همچنین نتایج نشان داد با افزودن سطوح مختلف اسانس سیر فاکتور pH تیمارهای مورد مطالعه نسبت به تیمار کنترل، همراه با کاهش بود. (Molaei Aghaee *et al.*, 2015)



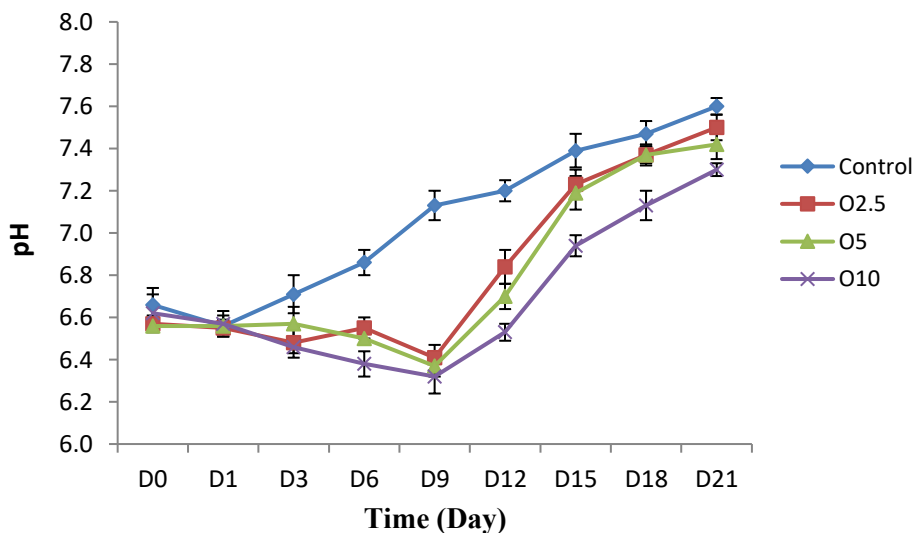
نمودار ۱-۴- اثر اسانس لیموترش بر تغییرات pH در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، L2: لیمو با غلظت ۲، L5: لیمو با غلظت ۵، L10: لیمو با غلظت ۱۰، L20: لیمو با غلظت ۲۰ و L30: لیمو با غلظت ۳۰ میکرولیتر بر گرم.

Figure 4.1: The effect of lemon essential oil on pH changes in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. L2: Concentration of lemon essential oil (2 $\mu\text{L/g}$). L5: Concentration of lemon essential oil (5 $\mu\text{L/g}$). L10: Concentration of lemon essential oil (10 $\mu\text{L/g}$). L20: Concentration of lemon essential oil (20 $\mu\text{L/g}$). L30: Concentration of lemon essential oil (30 $\mu\text{L/g}$).

تغییرات اسیدیته

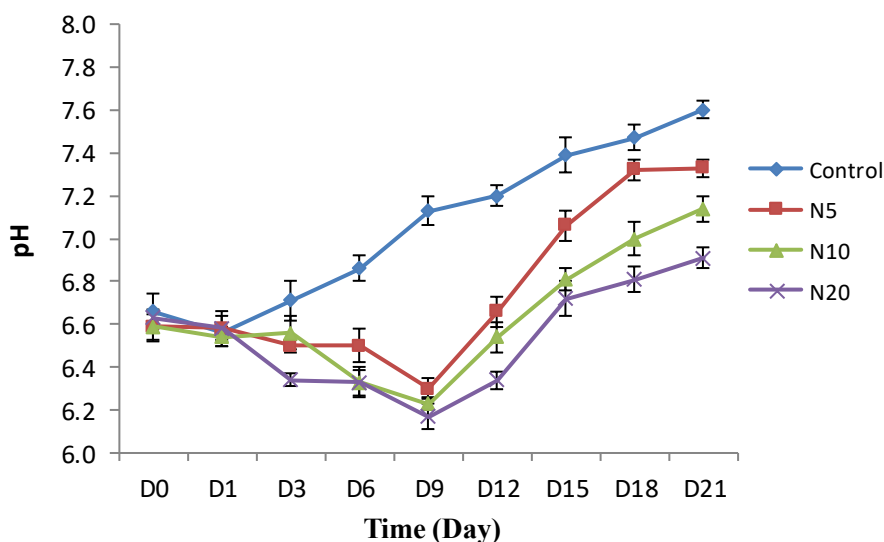
همانطور که در نمودارهای ۱-۵، ۲-۵، ۳-۵ و ۴-۵ مشاهده می‌شود مقدار اسیدیته تمامی تیمارها در روز صفر یکسان و برابر با ۰/۶۴ درصد اسیدلاکتیک بود (بالاترین مقدار) و مقدار اسیدیته تیمار کنترل در طی دوره نگهداری، روند کاهشی داشت به طوری که در روز ۲۱ به کمترین میزان (۰/۱۱ درصد لاکتیک اسید) رسید. سایر تیمارها به جز کنترل، از روز صفر تا روز نهم نگهداری، روند افزایشی داشتند به طوری که در روز ۹ به بالاترین حد رسیدند و سپس از روز ۹ تا پایان دوره نگهداری، کاهش

میزان اسیدیته را نشان دادند در مطالعه‌ای اثر پودر گل میخک، سیر و زنجبیل بر ماندگاری گوشت مرغ در طی ۹ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد پرداخته شد. نتایج یافته‌های آنها با نتایج تحقیق حاضر، در تضاد بود و نشان داد اسیدیته قابل تیر گوشت مرغ از روز یک تا ۹، روند کاهشی داشت (Singh *et al.*, 2014).



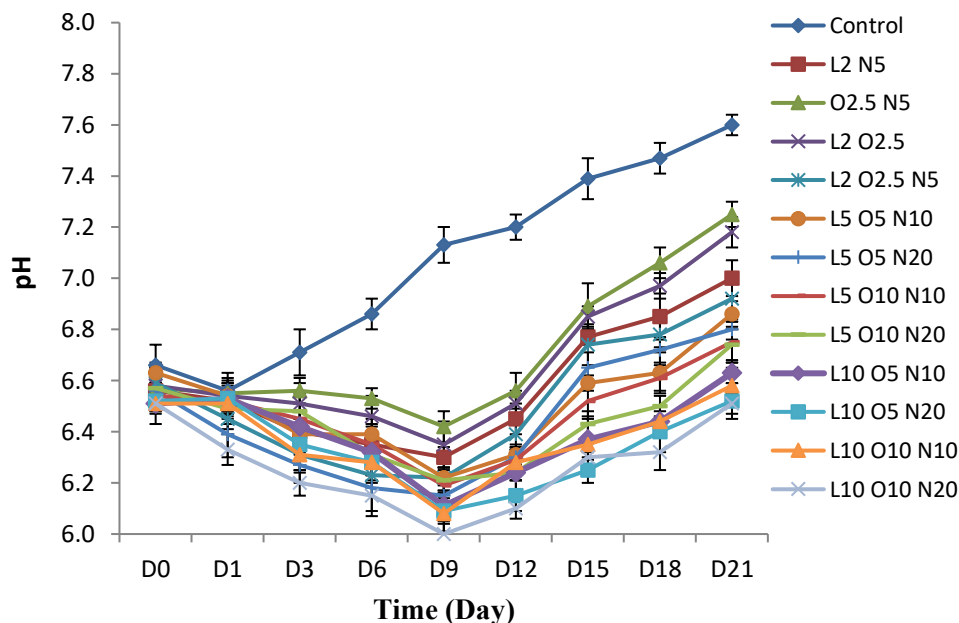
نمودار ۲-۴- اثر عصاره پیاز بر تغییرات pH در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، O2.5: پیاز با غلظت ۲/۵، O5: پیاز با غلظت ۵ و O10: پیاز با غلظت ۱۰ درصد.

Figure 4.2: The effect of onion extract on pH changes in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. O2.5: Concentration of onion extract (2.5 percentage). O5: Concentration of onion extract (5 percentage). O10: Concentration of onion extract (10 percentage).



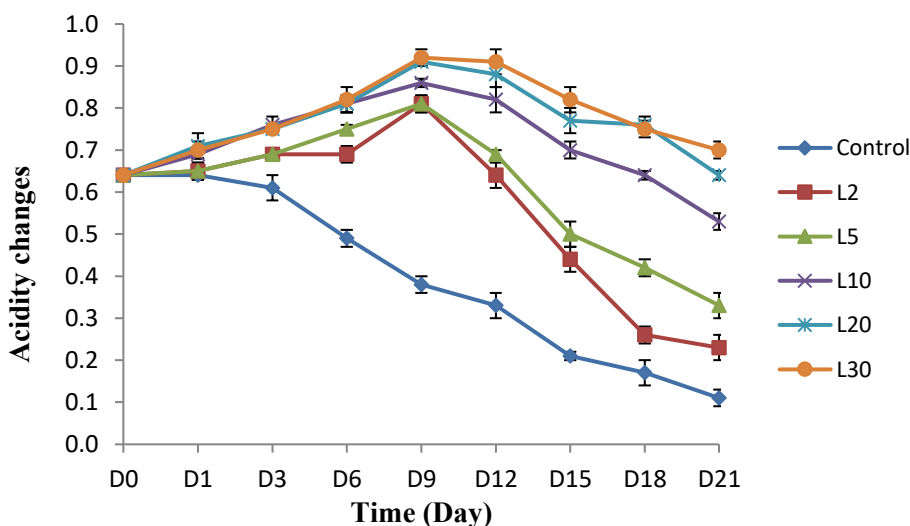
نمودار ۳-۴- اثر نیسین بر تغییرات pH در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، N5: نیسین با غلظت ۵، N10: نیسین با غلظت ۱۰ و N20: نیسین با غلظت ۲۰ میکروگرم بر گرم.

Figure 4.3: The effect of nisin on pH changes in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. N5: Concentration of nisin (5 µg/g). N10: Concentration of nisin (10 µg/g). N20: Concentration of nisin (20 µg/g).



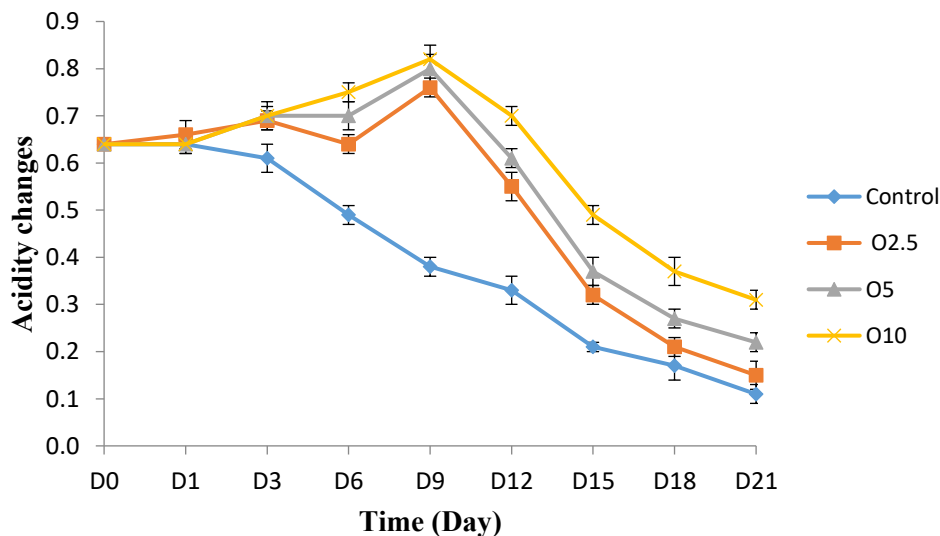
نمودار ۴-۴- اثر اسانس لیموترش، عصاره پیاز و نیسین بر تغییرات pH در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین. در هر یک از تیمارها، L: غلظت اسانس لیموترش برحسب میکرولیتر بر گرم، O: غلظت عصاره پیاز برحسب درصد و N: غلظت نیسین برحسب میکروگرم بر گرم.

Figure 4.4: The effect of lemon essential oil, onion extract, and nisin on pH changes in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. L: Concentration of lemon essential oil (μL/g). O: Concentration of onion extract (percentage). N: Concentration of nisin (μg/g).



نمودار ۵-۱- اثر اسانس لیموترش بر تغییرات اسیدیته در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی -گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، L2: لیمو با غلظت ۲، L5: لیمو با غلظت ۵، L10: لیمو با غلظت ۱۰، L20: لیمو با غلظت ۲۰ و L30: لیمو با غلظت ۳۰ میکرولیتر بر گرم.

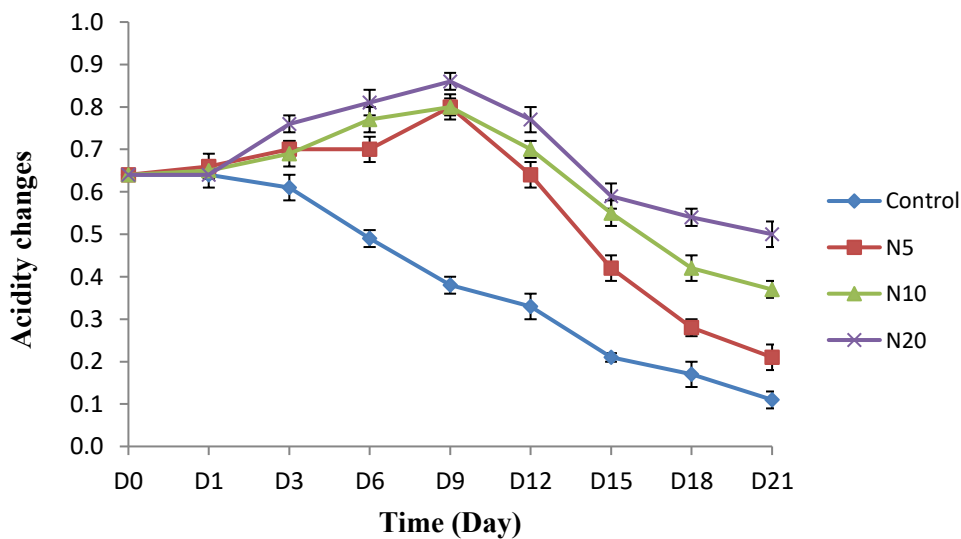
Figure 5.1: The effect of lemon essential oil on acidity changes in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. L2: Concentration of lemon essential oil (2 μL/g). L5: Concentration of lemon essential oil (5 μL/g). L10: Concentration of lemon essential oil (10 μL/g). L20: Concentration of lemon essential oil (20 μL/g). L30: Concentration of lemon essential oil (30 μL/g).



نمودار ۲-۵- اثر عصاره پیاز بر تغییرات اسیدیته در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی-گراد.

Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، O2.5: پیاز با غلظت ۲/۵، O5: پیاز با غلظت ۵ و O10: پیاز با غلظت ۱۰ درصد.

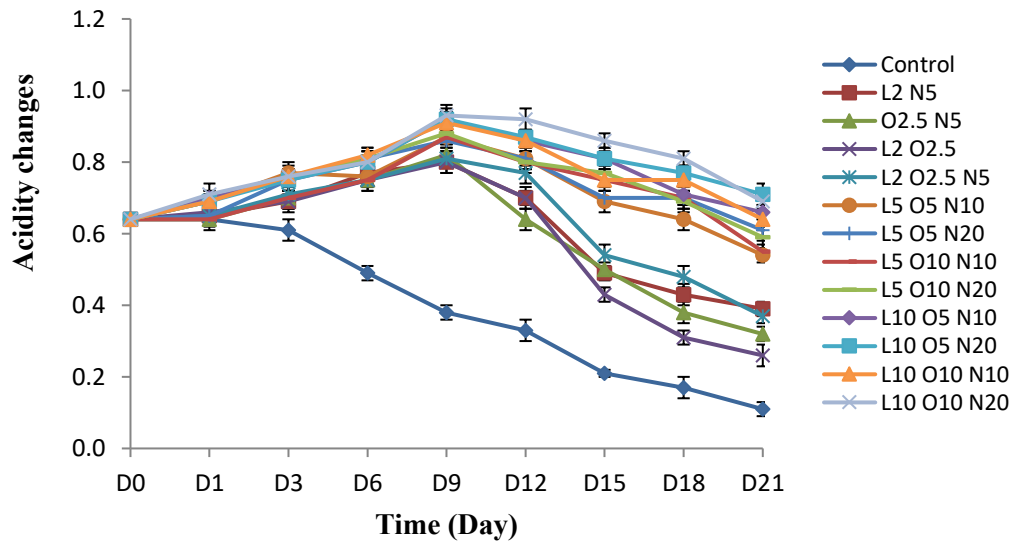
Figure 5.2: The effect of onion extract on acidity changes in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. O2.5: Concentration of onion extract (2.5 percentage). O5: Concentration of onion extract (5 percentage). O10: Concentration of onion extract (10 percentage).



نمودار ۳-۵- اثر نیسین بر تغییرات اسیدیته در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی-گراد.

Control: گوشت چرخ شده بلدرچین، N5: نیسین با غلظت ۵، N10: نیسین با غلظت ۱۰ و N20: نیسین با غلظت ۲۰ میکروگرم بر گرم.

Figure 5.3: The effect of nisin on acidity changes in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. N5: Concentration of nisin (5 µg/g). N10: Concentration of nisin (10 µg/g). N20: Concentration of nisin (20 µg/g).



نمودار ۴-۵- اثر اسانس لیموترش، عصاره پیاز و نیسین بر تغییرات اسیدیته در گوشت چرخ شده بلدرچین طی نگهداری در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد. Control: گوشت چرخ شده بلدرچین. در هر یک از تیمارها، L: غلظت اسانس لیموترش برحسب میکرولیتر بر گرم، O: غلظت عصاره پیاز برحسب درصد و N: غلظت نیسین برحسب میکروگرم بر گرم.

Figure 5.4: The effect of lemon essential oil, onion extract, and nisin on acidity changes in minced quail meat during storage at 8°C. Control: Minced quail meat. L: Concentration of lemon essential oil ($\mu\text{L/g}$). O: Concentration of onion extract (percentage). N: Concentration of nisin ($\mu\text{g/g}$).

نتیجه‌گیری

تمام تیمارها نسبت به تیمار کنترل، مقادیر پایین‌تری از شاخص پراکسید، ترکیبات واکنش اسید تیوباربیتوریک، مجموع بازهای نیتروژنی فرار و pH نشان دادند ($P \leq 0/05$). درحالی‌که شاخص اسیدیته در تمام تیمارها نسبت به تیمار کنترل، مقادیر بالاتری را نشان داد. به طور کلی در تمام آزمون‌ها، روند وابسته به دوزی در اثر افزودن اسانس لیموترش، عصاره پیاز و نیسین مشاهده شد. افزودن عصاره پیاز، اسانس لیموترش و نیسین به گوشت چرخ شده بلدرچین نگهداری شده در یخچال، تاثیر بازدارندگی در افزایش عوامل مهم موثر در فساد شیمیایی آن نشان داد.

منابع

An, B. K., Kim, J. Y., Oh, S. T., Kang, C. W., Cho, S., & Kim, S. K. (2015). Effects of onion extracts on growth performance, carcass characteristics and blood profiles of white mini broilers. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 28(2), 247–251.

AOAC. 2002. Official Methods Of Analysis of AOAC International. 17th edn. MD, Gaithersburg, USA Association of Official Analytical Chemistry.

AOAC. 2005. Official Methods Of Analysis of AOAC International. 18th edn. MD, Gaithersburg, USA Association of Official Analytical Chemistry.

Baixas-Nogueras, S., Bover-Cid, S., Veciana-Nogues, T. and Vidal-Carou, M. C. 2002. Chemical and sensory changes in Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*) under refrigeration (6-8°C) and stored in ice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (22): 6504-6510.

Bazargani-Gilani, B., Aliakbarlu, J. and Tajik, H. 2015. Effect of pomegranate juice dipping and chitosan coating enriched with *Zataria multiflora* Boiss essential oil on the shelf-life of chicken meat during refrigerated storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 29: 280–287.

Bekhit, A.E., Holman, B.W., Stephen G. Giteru, David L. Hopkins, 2021. **Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review**, *Trends in Food Science & Technology*, 109, 280-302.

Bhadra, K., Dora, K. C., Sarkar, S., Chowdhury, S. and Ganuly, S. 2012. Effect of chitosan coating on shelf life of black Tiger shark (*Penaues monodons*). *Journal of Department of fish processing Technology*, 2: 115-165.

Bozinou, E., Pappas, I. S., Patergiannakis, I.-S., Chatzimitakos, T., Palaigiannis, D., Athanasiadis, V., Lalas, S. I., Chatzilazarou, A., & Makris, D. P. (2023). Evaluation of Antioxidant, Antimicrobial, and Anticancer Properties of Onion Skin Extracts. *Sustainability*, 15(15), 11599.

Brud, W. and Gora, J. 1989. Biological Activity of Essential Oils and its possible Applications. in "11th International Congress of Essential Oils, Tragarances and flavors". 2: 13, New Delhi, India.

Calo-Mata, P., Arlindo, S., Boehme, K., Miguel, T., Pascoal, A. and Barros-Velazquez, J. 2008. Current applications and future trends of *lactic acid bacteria* and their bacteriocins for the biopreservation of aquatic food products. *Food Bioprocess Technology*. 1(1): 43-63.

Cao, Y., et al. 2013. Effects of chitosan, aqueous extract of ginger, onion and garlic on quality and shelf life of stewed-pork during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 141: 1655-1660.

Carneiro, K. O., Campos, G. Z., Scafuro Lima, J. M., Rocha, R. d. S., Vaz-Velho, M., & Todorov, S. D. (2024). The Role of Lactic Acid Bacteria in Meat Products, Not Just as Starter Cultures. *Foods*, 13(19), 3170.

Cedillo Olivos, A.E., Linares-Castañeda, A., Corzo-Ríos, L.J., Márquez-Lemus, M. and Jiménez-Martínez, C. 2024, Nisin as a food preservative: physicochemical, sensory properties and antimicrobial activity in Mexican tomato sauce. *Int J Food Sci Technol*, 59: 3020-3030.

Chyun, J. C. and Huang, L. 2007. Ginger and its bioactive component inhibit enterotoxigenic *Escherichia coli* heat-labile enterotoxin-induced diarrhea in mice. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 55(21): 8390-8397.

Chadorshabi, S.; Hallaj-Nezhadi, S.; Ghasempour, Z. 2022. Red onion skin active ingredients, extraction and biological properties for functional food applications. *Food Chem.* 2022, 386, 132737.

Cruickshank, J. P., Duguld, P., Marmoin, R. H. and Swain, H. A. 1975. Tests for sensitive to antimicrobial agents. *Medical microbiology*. 12: 190-204.

Ekwenye, U. N. and Elegalam, N. N. 2005. Antibacterial activity of ginger (*Zingiber officinale roscoe*) and garlic (*Allium sativum* L.) extracts on *Escherichia coli* and *Salmonella typhi*. *Journal Molecular Medicine and Advance Science*. 1(4): 411-416.

Ekawati, ER and Darmanto, W. 2019. Lemon (*Citrus limon*) Juice Has Antibacterial Potential against Diarrhea-Causing Pathogen. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 217.

Ersoy, B., Aksan, E. and Ozeren, A. 2007. The effect of thawing methods on the quality of eels (*Anguilla anguilla*). *Food chemistry*, 111(2): 377-380.

Esfahani, B. 2001. Morphological, Histological, and Essential Oil Analysis of Leaves from Three Citrus Plants: Bitter Orange, Lemon, and Tangerine. Doctoral Dissertation in Pharmacy. Faculty of Pharmacy, Shahid Beheshti University of Medical Sciences. [In Persian].
Geornaras, I., de Jesus, A., van Zyl, E. and von Holy, A. 1998. Bacterial populations associated with the dirty area of the South African poultry abattoir. *Journal of Food Protection*, 61(6): 700-703.

Goodarzi M, Nanekarani S, Landy N. Effect of dietary supplementation with onion (*Allium cepa* L.) on performance, carcass traits and intestinal microflora composition in broiler chickens. 2014. *Asian Pac. J. Trop. Dis.* ;4(Suppl 1): S297–S301.

Imaida, k., Fukushima, S., Shairi, T., Ohatni, M., Nakanishi, K. and Ito, N. 1983. Promoting activities of butylated Hydroxyanisole and Butylated hydroxytoluene on 2-stage urinary bladder carcinogenesis and inhibition of gamma-glutamyl transpeptidase-positive foci development in the liver of rats. *Carcinogenesis*, 4:895-899.

Jiawei Li, Hui Sun, Yunxuan Weng, Natural Extracts and Their Applications in Polymer-Based Active Packaging: A Review, *Polymers*, 10.3390/polym16050625, 16, 5, (625), (2024).

Latou, E., Mexis, S. F., Badeka, A. V., Kontakos, S. and Kontominas, M. G. 2014. Combined effect of chitosan and modified atmosphere packaging for shelf life extension of chicken breast fillets. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1): 263-268.

Lawrie, R. A. 1988. Meat science. 4th Edition. Pergamon press, 112-113.

Magnaghi, L. R., Zanoni, C., Bancalari, E., Hadj Saadoun, J., Alberti, G., Quadrelli, P., & Biesuz, R. (2022). pH-Sensitive Sensors at Work on Poultry Meat Degradation Detection: From the Laboratory to the Supermarket Shelf. *AppliedChem*, 2(3), 128-141.

Miquel, M. G., Cruz, C., Faleiro, L., Simoes, M. T., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G. 2010. Foeniculum vulgare essential oils: chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. *Natural Product Communications*, 5(2): 319-328.

Molaei Aghaee, E., Kamkar, A., khondzadeh Basti, A., Khanjari, A., Kontominas, M. G. 2015. Effect of packaging with Chitosan biodegradable films formulated with Garlic essential oil (*Allium sativum L.*) on chemical properties of chicken fillet. *Iranian Journal of Health and Environment*, 8(3): 389-390. [In Persian]

Momeni, L. and Zamanzad, B. 2010. The antibacterial properties of *Allium cepa* (onion) and *Zingiber officinale* (ginger) extracts on *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* and *Candida albicans* isolated from vaginal specimens. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 11(4): 81-87.

Mortazavi, S. M. H., Kaur, M., Farahnaky, A., Torley, P. J., & Osborn, A. M. (2021). The pathogenic and spoilage bacteria associated with red meat and application of different approaches of high CO₂ packaging to extend product shelf-life. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(12), 1733–1754.

Muratore, G. and Licciredello, F. 2005. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the shelf life of liquid-smoked swordfish (*Xiphias gladius*) slices. *Journal of Food Science*, 70(5): 359-363.

Namulema, A., Muyonga, J. H. and Kaaya, A. N. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27 °C. *Food Research International*, 32(2): 151-156.

Panahi, Zahra, Khoshbakht, Rahem, Javadi, Bahareh, Firoozi, Emadodin, Shahbazi, Niloufar, The Effect of Sodium Alginate Coating Containing Citrus (*Citrus aurantium*) and Lemon (*Citrus lemon*) Extracts on Quality Properties of Chicken Meat. 2022. *Journal of Food Quality*, 6036113, 9 pages.

Pasha Zanussi, M. B., Reisi, M., and Mirkazemi Moghaddam, S. 2011. Identification and Quantification of Compounds Present in Lemon Leaf Essential Oil Using GC-MS Spectrometry and Evaluation of Its Antibacterial and Antioxidant Activity. in "5th National Conference on New Ideas in Agriculture". 27-28, Isfahan, Iran. [In Persian]

Periago, P. M. and Moezelaar, R. 2001. Combined effect of nisin and carvacrol at different pH and temperature levels on the viability of different strains of *Bacillus cereus*. *International Journal Food Microbiology*, 68: 141-148.

Reinecius, G. 1994. Source Book of Flavors. p. 223. Chapman and Hall, New York, London.

Rodrigues, A., Sandstrom, A., Ca, T., Steinsland, H., Jensen, H. and Aaby, P. 2000. Protection from cholera by adding lime juice to food-results from community and laboratory studies in Guinea-Bissau, West Africa. *Tropical Medicine and International Health*, 5(6): 418-422.

Rokni, N. 1993. Principles of Food Hygiene. 1st Edition. University of Tehran Press, 100-102. [In Persian]

Roy, B. C., Hoshino, M., Ueno, H., Sasaki, M. and Goto, M. 2007. Supercritical carbon dioxide extraction of the volatiles from the peel of Japanese citrus fruits. *Journal of Essential Oil Research*, 19(1): 78-84.

Shange N, Makasi TN, Gouws PA, et al. 2018. The influence of normal and high ultimate muscle pH on the microbiology and colour stability of previously frozen black wildebeest (*Connochaetes gnou*) meat. *Meat Sci.* 135, 14-19.

Singh, P., Sahoo, J., Chatli, M. K. and Biswas, A. K. 2014. Shelf life evaluation of raw chicken meat emulsion incorporated with clove powder, ginger and garlic paste as natural preservatives at refrigerated storage. *International Food Research*. 21(4): 1363-1373.

Smid, E. J. and Corris, L. G. M. 1999. Natural antimicrobials for food preservation. In: Shafiurrahman. *Handbook of food preservation*. Marcel Dekker. New York: 285-308.

Solomakos, N., Govaris, A., Koidis, P. and Botsoglou, N. 2008. The antimicrobial effect of thyme essential oil, nisin and their combination against *Escherichia coli* O157: H7 in minced beef during refrigerated storage. *Meat Science*, 80: 159-166.

Soyer, A., Ozalp, B., Dalmis, U. and Bilgin, V. 2010. Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. *Food Chemistry*, 120(4): 1025-1030.

Tassou, C. C., Koutsoumanis, K. and Nychas, G. J. E. 2000. Inhibition of *Salmonella enteridis* and *Staphylococcus aureus* on nutrient both by mint essential oil. *Food Research International*, 48: 273-280.

Vidya, S. R. G. and Srikar, L. N. 1996. Effect of preprocess ice storage on the lipid changes of Japanese threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) mince during frozen. *Journal of Asian Fishery Science*. 9: 104-109.

Z. Zou, W. Xi, Y. Hu, C. Nie, Z. Zhou., 2016. 'Antioxidant activity of Citrus fruits', *Food Chem.* 196, 885-896.

Zhang, H., Wu, J. and Guo, X. 2016. Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, 5: 39-48.

Zhang, Y, Holman, B.W.B., Eric N. Ponnampalam, Matthew G. Kerr, Kristy L. Bailes, Ashleigh K. Kilgannon, Damian Collins, Hopkins. D.L.,2019. Understanding beef flavour and overall liking traits using two different methods for determination of thiobarbituric acid reactive substance (TBARS), *Meat Science*,149, 114-119,