

## بررسی اثر پوشش دهی با صمغ های کتیرا و ثعلب و تیمار اسمزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گوشت شترمرغ

سمانه علامتیان<sup>۱</sup>، محبت محبی<sup>۲\*</sup>، مهدی وریدی<sup>۳</sup>، مهدی مومن نژاد<sup>۴</sup>

- ۱- دانش آموخته دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
\* نویسنده مسئول (m-mohebbi@um.ac.ir)
- ۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۴- دانشیار، گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

### چکیده

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۱  
تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۱۰/۱۳  
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۸  
تاریخ انتشار برخط: ۱۳۹۸/۱۱/۰۸

### واژه های کلیدی

پوشش دهی  
تیمار اسمزی  
ثعلب  
شترمرغ  
کتیرا

در این پژوهش تأثیر غلظت کلرید سدیم و مدت زمان تیمار اسمزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی قطعه های گوشت با تیمار پوشش دهی کتیرا و ثعلب بررسی شد. با هدف افزایش انتقال رطوبت و کاهش جذب مواد جامد، تیمار اسمزی قطعه های گوشت شترمرغ (۳۰×۳۰×۲۰ میلی متر) با غلظت های ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد طی ۲۴ ساعت با تیمارهای پوشش دهی کتیرا در سطوح ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد و ثعلب در سطوح ۱، ۲ و ۳ درصد انجام شد. آفت یا جذب رطوبت و جذب مواد جامد به طور چشمگیری تحت تأثیر غلظت محلول اسمزی و غلظت پوشش طی تیمار اسمزی بود ( $P < 0/05$ ). در غلظت ۵ و ۲۷ درصد به ترتیب، مقدار جذب رطوبت و آفت رطوبت در نمونه های تیمار شده نسبت به نمونه کنترل بیشتر بود ( $P < 0/05$ )، که ممکن است به دلیل ساختار آب دوست کتیرا یا ثعلب و بازدارندگی کم آنها در برابر انتقال رطوبت است. تیمار ثعلب ۲ درصد با ممانعت از ورود بیش از حد مواد حل شونده، بهترین نمونه با جذب مواد جامد کمتر بود. تیمار پوشش دهی بر محتوای رطوبت، ظرفیت نگهداری آب، فعالیت آبی و شاخص کارایی قطعه های گوشت طی فرایند اسمزی نیز تأثیر چشمگیری داشت ( $P < 0/05$ ). شاخص کارایی نمونه های گوشت پوشش داده شده در بیشتر تیمارها در غلظت ۵ و ۱۵ درصد و در تمامی تیمارها در غلظت ۲۷ درصد از نمونه کنترل بیشتر بود. تیمار ثعلب ۲ درصد در پایان اسمز بیشترین شاخص کارایی را داشت. به عبارتی تیمار پوشش دهی می تواند جذب مواد جامد را طی تیمار اسمزی کنترل کند، در حالی که انتقال رطوبت را نیز تسهیل می کند.

### مقدمه

نگهدارنده عمل می کند و ظرفیت نگهداری آب<sup>۲</sup> (WHC) پروتئین را تغییر می دهد (Graiver, Pinotti, Califano, & Zaritzky, 2006). در غلظت های نسبتاً کم نمک، نمک زنی مرطوب<sup>۳</sup> (ماریناد کردن<sup>۴</sup>) گوشت با هدف ترکیب آب

نمک زنی<sup>۱</sup> گوشت خام قدیمی ترین روش نگهداری گوشت است که به صورت مقدماتی قبل از فرایندهای دودی کردن، خشک کردن و پختن انجام می شود. کلرید سدیم به عنوان

<sup>2</sup> Water Holding Capacity (WHC)

<sup>3</sup> Brining

<sup>4</sup> Marinating

<sup>1</sup> Salting

انتشار موادی مانند ویتامین‌ها، اسیدهای آلی، قندها و نمک‌های معدنی ماده غذایی به محلول اسمزی از دلایل توسعه صنعتی محدود این روش است. برای کاهش جذب وسیع مواد حل‌شونده، تحقیق‌هایی با استفاده از پوشش‌های خوراکی قبل از آب‌زدایی اسمزی انجام شده است (Jalae et al., 2011; Khin, Zhou, & Yeo, 2007). تکنیک پوشش‌دهی و آب‌زدایی اسمزی تلفیقی<sup>۴</sup> برای بهبود کیفیت مواد غذایی طی فرایند اسمزی استفاده می‌شود. طی این روش، پوشش‌دهی مواد غذایی به آب‌زدایی با یک مانع مصنوعی در سطح منجر می‌شود که شاید از نفوذ مواد حل‌شونده به مواد غذایی جلوگیری می‌شود، اگرچه تأثیر زیادی بر سرعت آب‌زدایی ندارد. بنابراین کارایی بهتر آب‌زدایی اسمزی را می‌توان با پوشش قطعه‌های مواد غذایی با مواد پلیمری نفوذپذیر به آب، قبل از تیمار اسمزی به‌دست آورد (Sabetghadam & Tavakolipour, 2015). گزارش‌های متعددی درخصوص کاربرد پوشش‌های خوراکی قبل از فرایند اسمزی میوه‌ها و سبزی‌ها موجود است که می‌توان به گزارش‌های Sabetghadam و Tavakolipour (۲۰۱۵)، Jalae و همکاران (۲۰۱۱)، García, Díaz, Martínez و Casariego (۲۰۱۰)، Levic و همکاران (۲۰۰۸)، Lazarides, Mitrakas و Matsos (۲۰۰۷)، Khin و همکاران (۲۰۰۷)، Matuska, Lenart و Lazarides (۲۰۰۶)، Zhou, Khin و Perera (۲۰۰۶) و Camirand, Forrey, Popper, Boyle و Stanley (۱۹۶۸) اشاره کرد. باین‌وجود گزارش‌های محدودی درمورد فرایند غشای اسمزی گوشت خام وجود دارد (Camirand et al., 1968; Tian, Zhao, & Shi, 2016). محققین گزارش کردند که پوشش‌دهی عضله اسکالوپ<sup>۵</sup> نسبت به تیمار کنترل بازده آب‌زدایی طی تیمار اسمزی در برخی تیمارها افزایش یافته و شاخص کارایی تیمار اسمزی نیز بهبود یافته است (Tian et al., 2016).

گزارش‌های محدودی درباره به‌کارگیری صمغ کتیرا (Izadi, Ojagh, Rahmanifarah, Shabanpour, & Sakhale, 2015; Mohebbi, Amirouf, Hasanpour, & Ansarifar, 2012; Mohebbi, Ansarifar, Hasanpour, Ekrami & Amirouf, 2012) و صمغ ثعلب (Emam-Djomeh, Papandreopoulou, 2014; Papandreopoulou, Tzoumaki, Adamidis, & Zinoviadou, 2015) به‌عنوان

و کلرید سدیم (ماده اصلی عمل‌آوری) از طریق غوطه‌وری قطعه‌های گوشت در محلول‌های اسمزی انجام می‌گیرد. طی این تیمار اسمزی ملایم، ویژگی‌های ارگونومیک مانند آبداربودن، بافت و طعم گوشت بهبود می‌یابد (Ozuna, Puig, García-Pérez, Mulet, & Cárcel, 2013). توسعه حجم گوشت خام به غلظت محلول، همراه با حجم مرتبط با جذب آب توسط فضاهای بین‌سلولی بستگی دارد. در غلظت‌های بیشتر نمک، آب‌زدایی اسمزی<sup>۱</sup> که تکنیک حذف جزئی آب با غوطه‌وری مستقیم قطعه‌های مواد غذایی در محلول‌های هایپرتونیک است، انجام می‌گیرد که به‌عنوان یک روش مناسب برای حصول مواد غذایی با رطوبت متوسط و پیش‌فرآوری قبل از خشک‌کردن با هوا، پاستوریزاسیون و انجماد پذیرفته شده است (Jalae, Fazeli, Fatemian, & Tavakolipour, 2008; Schmidt, Carciofi, & Laurindo, 2011).

گوشت طی تیمار اسمزی در غلظت‌های کم‌نمک بخشی از یون‌های کلر با پیوند به فیلامنت‌های اکتین و میوزین<sup>۲</sup> و تقویت نیروهای دافعه میان فیلامنت‌ها، منجر به تورم عضله می‌شود. دیپلمریزاسیون فیلامنت‌های ضخیم میوزین در محلول‌های نمک بیشتر از ۶ درصد شروع می‌شود. در آن شرایط انقباض عضله حاصل می‌شود که ظرفیت نگهداری آب آن کاهش پیدا می‌کند. در واقع جهت شار مایع در فضاهای بین‌سلولی گوشت خام تنها با فشار اسمزی محلول نمی‌تواند پیش‌بینی شود زیرا ظرفیت نگهداری آب گوشت که نیروهای مویرگی در فضاهای بین‌سلولی می‌باشند، نقش اصلی در جریان مایع را ایفا می‌کند؛ به‌طوری‌که دینامیک برهم‌کنش‌های اکتین-میوزین-کلرید سدیم، اهمیت نسبی مکانیسم انتقال جرم (تورم یا انقباض) را تعیین می‌کند. گزارش‌های متعددی در این زمینه وجود دارد (Aliño, Grau, Fernández-Sánchez, Arnold, & Barat, 2010; Barat, Alino, Fuentes, Grau, & Romero, 2009; Gallart-Jornet et al., 2007; Ozuna et al., 2013; Schmidt et al., 2008).

حفظ بهتر رنگ و طعم، حفاظت بهتر از انتخاب‌گری دیواره سلولی و انرژی کمتر موردنیاز در مقایسه با فرایند خشک‌کردن با هوای داغ از مزایای آب‌زدایی اسمزی است. اما دشواری کنترل جذب وسیع مواد حل‌شونده<sup>۳</sup> توسط مواد غذایی، بازیافت و ثبات میکروبی محلول‌های اسمزی و

<sup>1</sup> Osmotic dehydration

<sup>2</sup> Actin and myosin filaments

<sup>3</sup> Solute

<sup>4</sup> Osmo-coating or osmotic membrane

<sup>5</sup> Scallop

روی توری فلزی استریل آب‌گیری شدند (Bazargani- Gilani, Aliakbarlu, & Tajik, 2015). همچنین جهت تثبیت پوشش‌دهی در محلول کلرید کلسیم (۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲ و ۳) درصد (بسته به غلظت صمغ) به مدت ۳۰ دقیقه غوطه‌ور شدند. سپس برای تثبیت بیشتر پوشش به مدت ۵ دقیقه روی توری فلزی در دمای محیط نگهداری و سپس توزین شدند (Tian et al., 2016).

#### تیمار اسمزی

محلول‌های اسمزی با کلرید سدیم و آب مقطر با سه غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد وزنی/حجمی ۲۴ ساعت قبل از استفاده آماده شدند. تیمار اسمزی نمونه‌ها در بشرهای پلاستیکی ۲ لیتری همراه با هم‌زن مغناطیسی (IKA RCT D-79219، ساخت آلمان) برای مدت زمان ۱، ۲، ۴، ۱۲ و ۲۴ ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد (Dimakopoulou-Papazoglou & Katsanidis, 2017).

#### آزمون‌ها

##### اندازه‌گیری محتوای رطوبتی

برای اندازه‌گیری رطوبت گوشت  $X_w$  (گرم/گرم)، نمونه‌ها در آون ۱۰۲ درجه سانتی‌گراد تا حصول وزن ثابت (در حدود ۲۴ ساعت) طبق استاندارد (Cunniff & International, 1997) خشک شدند. در رابطه (۱)،  $W$  و  $W_{ov}$  به ترتیب وزن قطعه‌های گوشت قبل و بعد از قراردادن در آون است:

رابطه (۱)

$$X_w = \frac{W - W_{ov}}{W}$$

##### اندازه‌گیری تغییرات وزن نسبی

با استفاده از رابطه (۲) تغییرات وزن نسبی قطعه‌های گوشت  $\Delta M$  (گرم/گرم) محاسبه شد. در این رابطه  $m_t$  و  $m_0$  به ترتیب وزن اولیه قطعه گوشت و وزن قطعه گوشت بعد از تیمار اسمزی است (Aliño et al., 2010):

رابطه (۲)

$$\Delta M = \frac{m_t - m_0}{m_0}$$

##### اندازه‌گیری فعالیت آبی

فعالیت آبی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سنجش فعالیت

پوشش ماده غذایی موجود است. با توجه به بومی بودن این دو صمغ در ایران و گزارش‌های محدود به کارگیری آنها، در تحقیق حاضر از دو صمغ کتیرا و ثعلب جهت پوشش‌دهی قطعه‌های گوشت استفاده شد.

هدف از این پژوهش بررسی اثر تیمار پوشش‌دهی با دو صمغ کتیرا و ثعلب به‌طور جداگانه، غلظت محلول اسمزی و مدت زمان غوطه‌وری بر پارامترهای کینتیکی تیمار اسمزی (اقت رطوبت یا جذب رطوبت و جذب مواد جامد)، WHC، فعالیت آبی و شاخص کارایی تیمار اسمزی قطعه‌های گوشت شتر مرغ است.

#### مواد و روش‌ها

##### آماده‌سازی نمونه‌ها

در این پژوهش از عضلات ران شتر مرغ گردن آبی<sup>۱</sup> استفاده شده. نمونه‌های گوشت تازه از شتر مرغ‌های نر ۱۲-۱۰ ماهه از کشتارگاه صنعتی مشهد خریداری شد. در آزمایشگاه چربی قابل‌رؤیت نمونه‌ها جداسازی شده، با استفاده از چاقوی تیز و موازی فیبرها، قطعه‌های ۲۰×۳۰×۳۰ میلی‌متر (طول×عرض×ضخامت) آماده شد. سپس نمونه‌ها در فیلم‌های پلاستیکی در فریزر (۱۸±۰/۵- درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند. نمونه‌ها ۲۴ ساعت قبل از آزمون در یخچال با دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و در نهایت خشک و توزین شدند.

##### پوشش‌دهی

کتیرای نواری از بازار محلی در مشهد خریداری شد. نواریها با مخلوط‌کن آزمایشگاهی خرد شده، سپس از الک با مش ۴۰ (۰/۴۲۵ میلی‌متر) عبور داده شدند. غده‌های ثعلب پنجه‌ای از یک تولیدکننده در کردستان خریداری شد. فراوری غده‌ها به پودر زرد رنگ با روش (Farhoosh و Riazi ۲۰۰۷) انجام شد. محلول‌های صمغ کتیرا با سه غلظت ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی/حجمی (Izadi et al., 2013; Zolfaghari, Mohebbi, & Khodaparast, 2015) و محلول‌های صمغ ثعلب با سه غلظت ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی/حجمی (Ekrami & Emam-Djomeh, 2014) آماده شدند. نمونه‌های گوشت جهت پوشش‌دهی در محلول‌های صمغ آماده‌شده در محیط قلیایی ملایم (سود ۰/۰۱ نرمال) به مدت ۲ دقیقه غوطه‌ور شدند. سپس نمونه‌ها

<sup>1</sup> Blue Neck (*Struthio camelus australis*)

### تجزیه و تحلیل آماری

پژوهش حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل مدل آشیانه‌ای<sup>۱</sup> در ۳ تکرار انجام شد. آنالیز آماری با نرم‌افزار مینی‌تب ۱۷,۳,۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون فیشر در سطح ۵ درصد و رسم نمودارها با نرم‌افزار Microsoft Excel نسخه ۲۰۱۲ و نرم‌افزار مینی‌تب انجام گرفت.

### نتایج و بحث

#### أفت رطوبت

مقدار رطوبت اولیه قطعه‌های گوشت شترمرغ  $74 \pm 0.2$  درصد به دست آمد. نتایج آنالیز واریانس برای أفت رطوبت نمونه‌های گوشت نشان داد که تأثیر غلظت پوشش و غلظت محلول اسمزی بر أفت رطوبت معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). نمونه‌های گوشت بدون پوشش یا با پوشش طی فرایند اسمز در غلظت ۵ درصد محلول نمک، جذب رطوبت و در غلظت ۲۷ درصد محلول نمک، أفت رطوبت داشتند. این نتایج همبستگی کامل با نتایج Aliño و همکاران (۲۰۱۰)؛ Mujaffar و Sankat (۲۰۰۶)؛ Ozuna و همکاران (۲۰۱۳)؛ Schmidt و همکاران (۲۰۰۸) و Tian و همکاران (۲۰۱۶) داشت.

در شکل (۱-الف) تأثیر غلظت محلول اسمزی و مدت زمان اسمز بر أفت رطوبت نمونه‌های گوشت به‌طور کامل مشخص است. أفت رطوبت مثبت با بازه وسیع‌تر برای نمونه‌های تیمار شده در غلظت ۲۷ درصد تیمار اسمزی، أفت رطوبت منفی (جذب رطوبت) با بازه محدودتر برای نمونه‌های تیمار شده در غلظت ۵ درصد تیمار اسمزی مشاهده شد و در غلظت ۱۵ درصد تیمار اسمزی محدوده مرزی أفت رطوبت مثبت و منفی بود. در تیمار اسمزی ۵ درصد نمونه‌های گوشت به دلیل دناتوراسیون جزئی پروتئین، تورم میوفیبریل‌ها در اثر حضور غلظت کم‌نمک و ایجاد شبکه اکتین-میوزین-نمک، توسعه شبکه پروتئینی برای به‌دام‌انداختن آب روی داده، جذب رطوبت رخ داد. اگرچه با افزایش غلظت نمک تا ۲۷ درصد، یون‌های کلر دافعه بسیار زیادی ایجاد کردند و دناتوراسیون پروتئین به‌صورت وسیع انجام گرفت که در نهایت منجر به انقباض شبکه پروتئینی و أفت رطوبت شد. در غلظت ۱۵ درصد کلرید سدیم درجه‌های کمی از جذب و أفت رطوبت صورت

آبی (2 Rotronic hygrolab، ساخت سوئیس) و طبق دستور کار دستگاه در پایان مدت زمان اسمز (۲۴ ساعت) در دمای  $25 \pm 0.5$  درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

#### اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب

WHC نمونه‌ها با روش Sierra (۱۹۷۳) اندازه‌گیری شد. جهت تخمین أفت پرس نمونه حدود ۵ گرم گوشت چرخ‌شده را بین دو صفحه کاغذ فیلتر واتمن شماره ۱ قرار داده، پس از توزین نمونه، جرم  $2/5$  کیلوگرمی به مدت ۵ دقیقه روی آن قرار گرفته، درصد أفت پرس قطعه گوشت از رابطه (۳) به دست آمد، که در رابطه (۳)  $W_1$  و  $W_2$  به ترتیب وزن اولیه قطعه گوشت و وزن آن بعد از پرس است:

رابطه (۳)

$$pressloss = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

#### اندازه‌گیری أفت رطوبت و جذب مواد جامد

أفت رطوبت و جذب مواد جامد، دو پارامتر کینتیکی مهم در تیمار اسمزی هستند که پس از توزین نمونه‌های خارج‌شده از محلول اسمزی و قراردادن آنها درون آن با استفاده از رابطه‌های (۴) و (۵) به دست می‌آیند (Sabetghadam & Tavakolipour, 2015).  $X_{wt}$  و  $X_{w0}$  به ترتیب رطوبت اولیه گوشت و رطوبت بعد از تیمار اسمزی می‌باشد و  $X_{st}$  و  $X_{s0}$  به ترتیب ماده خشک اولیه و بعد از تیمار اسمزی است:

رابطه (۴)

$$WL = \frac{(m_0 \times X_{w0}) - (m_t \times X_{wt})}{m_0}$$

رابطه (۵)

$$SG = \frac{(m_t \times X_{st}) - (m_0 \times X_{s0})}{m_0}$$

#### شاخص کارایی تیمار اسمزی

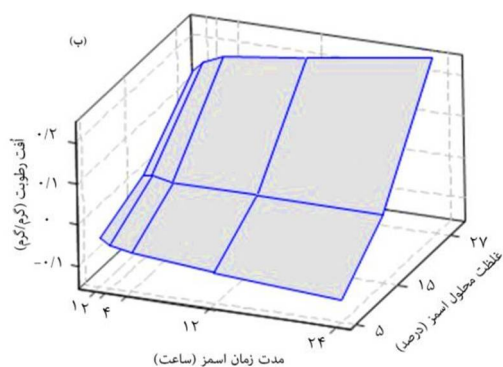
شاخص کارایی تیمار اسمزی به‌صورت نسبت أفت رطوبت به جذب مواد جامد تعریف شده، به‌عنوان معیاری برای بهینه‌سازی شرایط فرایند اسمزی، خصوصاً آب‌زدایی اسمزی استفاده می‌شود (رابطه ۶) (Khin, Zhou, & Perera, 2005):

رابطه (۶)

$$pr = \frac{WL}{SG}$$

<sup>1</sup> Completely randomized design with nested factorial arrangement

شده است. یون‌های کلر به‌همراه پروتئین‌های میوفیبریلی شبکه‌ای تشکیل‌داده که باعث توسعه فضای بین فیلامنت‌های اکتین و میوزین شده و WHC عضله را افزایش داده و جذب رطوبت رخ داده است. در محلول‌های نمک با غلظت ۲۰ درصد، آب‌زدایی نمونه‌ها بیشتر به دلیل دپلمیریزاسیون فیلامنت‌های میوزین رخ داده است. WHC شبکه اکتین-میوزین-نمک کاهش‌یافته و به انقباض عضله منجر شده است. این محققان غلظت تقریبی ۱۴-۱۳ درصد کلرید سدیم را غلظت بحرانی عنوان کردند که این محدوده ناحیه‌گذار بین ناحیه‌های آبرسانی و آب‌زدایی بوده است. Aliño و همکاران (۲۰۱۰) نیز در غلظت ۲۵ درصد کلرید سدیم، آفت رطوبت قطعه‌های گوشت خوک و در غلظت ۵ درصد کلرید سدیم، جذب رطوبت قطعه‌های گوشت خوک را گزارش کرده‌اند. Ozuna و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که در غلظت‌های نمک کمتر از ۲۰ درصد گوشت جذب آب داشته، درحالی‌که در غلظت‌های بیشتر آب‌زدایی گوشت رخ داده است. همچنین Arason, Van Nguyen, Gudmundsdóttir و Thorarinsdóttir (۲۰۱۰) در مطالعه خود نشان دادند که در نمک‌زنی مرطوب ماهی کاد<sup>۱</sup> در غلظت‌های موردآزمون ۶ و ۱۵ درصد کلرید سدیم، جذب رطوبت رخ داده است. نمونه‌های تیمار شده با غلظت ۱۸ درصد آفت و جذب رطوبت بسیار محدودی داشتند و در غلظت ۲۴ درصد کلرید سدیم، آفت رطوبت مشاهده شده است.

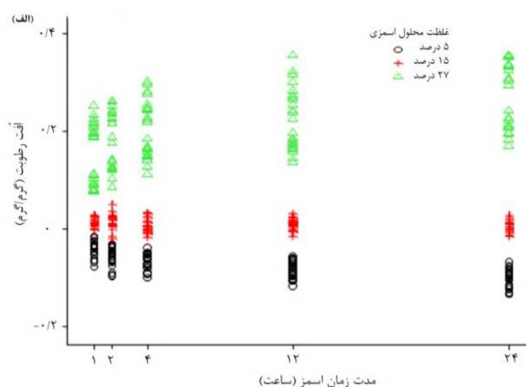


شکل ۱- تأثیر مدت زمان اسمز و غلظت محلول اسمزی بر آفت رطوبت نمونه‌های گوشت

الف) نمودار پراکنندگی آفت رطوبت نمونه‌های گوشت برای سه غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد تیمار اسمزی، ب) نمودار رویه آفت رطوبت نمونه‌های گوشت تحت تأثیر مدت زمان اسمز و غلظت محلول اسمزی

گرفت، زیرا که غلظت نمک موجود جهت ایجاد شبکه پروتئینی قوی برای حفظ رطوبت و یا دافعه لازم برای دپلمیریزاسیون پروتئین کافی نبوده و به‌صورت لحظه‌ای نیروهای موجود برای کنترل جذب یا آفت رطوبت عمل کردند. همان‌طور که در شکل (۱-الف) مشاهده می‌شود در مراحل ابتدایی اسمز تقریباً ۴ ساعت اولیه شیب تند آفت مثبت و منفی رطوبت به ترتیب در غلظت ۲۷ درصد و ۵ درصد محلول اسمزی مشاهده شد. با ادامه اسمز روند افزایش مثبت یا منفی آفت رطوبت به ترتیب در غلظت ۲۷ و ۵ درصد محلول اسمزی دنبال شد، به طوری که آفت رطوبت در غلظت ۲۷ درصد طی ۱۲ ساعت، به حداکثر مقدار خود رسید و در غلظت ۵ درصد نیز به مقدار حداکثر خود بسیار نزدیک بود و در هر دو غلظت اشاره شده طی ۱۲ ساعت پایانی اسمز تغییرات بسیار کمی در آفت رطوبت نمونه‌ها اتفاق افتاد. در شکل (۱-ب) نمودار رویه آفت رطوبت نمونه‌های گوشت اسمز شده نشان داده شده است که به خوبی ناحیه‌هایی با آفت رطوبت مثبت و منفی را نشان می‌دهد و ناحیه‌گذار برای غلظت ۱۵ درصد محلول اسمزی نیز در آن مشخص است.

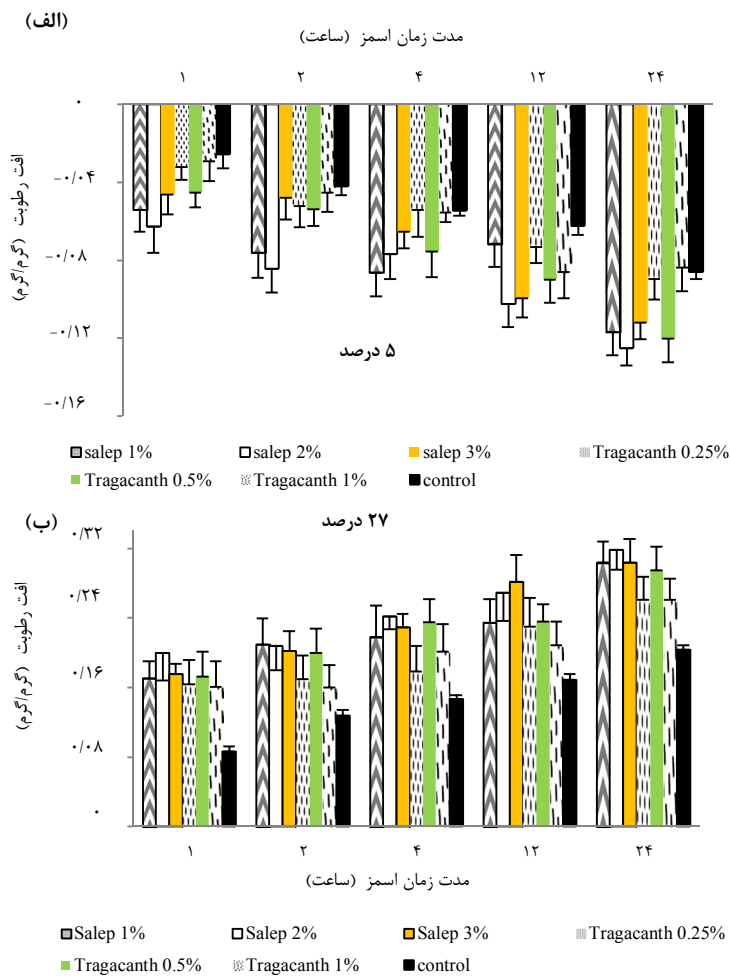
Schmidt و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که با تیمار اسمزی قطعه‌های سینه مرغ در محلول‌های اسمزی تا غلظت ۱۰ درصد نمونه‌ها رطوبت جذب کرده و در محدوده غلظت بین ۲۰-۱۵ درصد خروج رطوبت از نمونه‌ها مشاهده شده است. جذب رطوبت در غلظت ۵ درصد با افزایش فضاها بین سلولی به دلیل حضور یون‌های کلر توضیح داده



<sup>1</sup> Cod (*Gadus morhua*)

به صمغ کتیرا در برابر رطوبت و در شرایط آزمون بود. باتوجه به شکل (۲) می توان گفت که در غلظت ۲۷ درصد کموبیش در ۴ ساعت اولیه اسمز، شیب تند آفت رطوبت بخصوص برای کتیرا ۱ و ۰/۵ درصد رخ داد، و پس از آن آبدزایی ملایم را شاهد بودیم. بیشترین و کمترین مقدار آفت رطوبت در اتمام مدت زمان اسمز (۲۴ ساعت) به ترتیب متعلق به نمونه های پوشش شده با ثعلب ۲ درصد و نمونه کنترل بود ( $P < 0.05$ ). در غلظت ۱۵ درصد محلول اسمزی به طور مشخص، آبدزایی یا آبرسانی در نمونه ها (دارای پوشش یا بدون پوشش) انجام نشد و نمی توان مرزی برای آفت یا جذب رطوبت در نظر گرفت. در تمام نمونه ها آفت رطوبت و جذب رطوبت محدودی صورت گرفت. به دلیل متغیر بودن آفت یا جذب رطوبت نمونه ها در این غلظت نتایج نمایش داده نشده است.

در شکل (۲) مقایسه آفت رطوبت نمونه های گوشت با پوشش کتیرا و ثعلب و نمونه کنترل (بدون پوشش) نشان داده شده است. در غلظت ۵ و ۲۷ درصد به ترتیب، مقدار جذب رطوبت و آفت رطوبت در نمونه های تیمار شده (با کتیرا یا ثعلب) نسبت به نمونه کنترل (بدون پوشش) بیشتر بود ( $P < 0.05$ ) که علت را می توان در ساختار هیدروفیل کتیرا و ثعلب جستجو کرد. چه بسا این ترکیبات با ساختار قطبی خود (گروه های هیدروکسیل ثعلب و گروه های هیدروکسیل و کربوکسیل کتیرا) بازدارندگی کمی در برابر رطوبت از خود نشان دادند. طی تیمار اسمزی با غلظت ۵ و ۲۷ درصد به ترتیب مقدار جذب رطوبت و آفت رطوبت، در نمونه های گوشت پوشش شده با ثعلب بیشتر از نمونه های پوشش شده با کتیرا بود که نمایانگر بازدارندگی کمتر صمغ ثعلب نسبت



شکل ۲- مقایسه آفت رطوبت نمونه های گوشت با پوشش کتیرا و ثعلب در غلظت های ۵ و ۲۷ درصد محلول اسمزی تیرک های ترسیم شده روی ستون ها نشان دهنده انحراف استاندارد داده های اندازه گیری شده است.



افزایشی نداشت که علت را می‌توان در جذب رطوبت آنی در این غلظت اسمزی و در نتیجه رقت محیط و کاهش نسبی جذب مواد جامد عنوان کرد. در تیمار اسمزی نمونه‌ها در ۴ ساعت ابتدایی اسمز، افزایش سریع مواد جامد را شاهد بودیم و در ادامه اسمز روند افزایش کم‌وبیش آهسته جذب مواد جامد اتفاق افتاد، که باتوجه به تفاوت زیاد میان پتانسیل شیمیایی محلول اسمزی و قطعه‌های گوشت در شروع اسمز منطقی بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در غلظت ۲۷ درصد، جذب مواد جامد طی ۱۲ ساعت، به حداکثر مقدار خود رسیده است و در تیمار اسمزی ۵ درصد نیز به مقدار حداکثر خود نزدیک است. در شکل (۳-ب) نیز نمودار رویه جذب مواد جامد نمونه‌های گوشت افزایش آشکار جذب مواد جامد با غلظت محلول اسمزی و مدت زمان اسمز را نشان داد. جهت به حداقل رساندن رقیق شدن محلول اسمزی طی تیمار اسمزی، نسبت محلول به نمونه ۵:۱۲ انتخاب شد (Dimakopoulou-Papazoglou & Katsanidis, 2017).

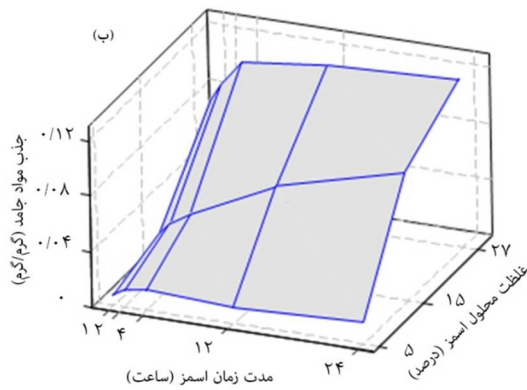
Schmidt و همکاران (۲۰۰۸) افزایش واضح جذب نمک نمونه‌های گوشت مرغ با افزایش غلظت نمک طی زمان اسمز را گزارش کردند و در این پژوهش بیشترین جذب نمک در ۶ ساعت ابتدایی اسمز مشاهده شده است؛ در حالی که Aliño و همکاران (۲۰۱۰) افزایش سریع مقدار نمک طی نمک‌زنی مرطوب قطعه‌های گوشت خوک را در ۲۴ ساعت اولیه گزارش نمودند، که بعد از ۲ روز به حداکثر مقدار خود رسیده، کم‌وبیش ثابت باقی‌ماند؛ چرا که با افزایش غلظت نمک، نیروهای هدایت‌کننده با گرایش محیط به سمت تعادلی کاهش یافته است. Ozuna و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که غلظت نمک در محلول آب‌نمک به‌طور چشمگیری بر انتقال نمک طی نمک‌زنی مرطوب گوشت خوک تأثیر داشته و در غلظت‌های نمک بیشتر، جذب نمک بیشتر رخ داده است.

Tian و همکاران (۲۰۱۶) در فرایند اسمزی با غلظت ۲۰ و ۳۰ درصد محلول نمکی عضله اسکالوپ، آب‌زدایی عضله را گزارش کردند. این محققان پوشش‌های پکتین با گروه‌های متوکسیل کم، آلزینات سدیم و کیتوزان را به‌طور جداگانه، پیش از فرایند اسمز با غلظت ۲۰ و ۳۰ درصد محلول نمک، برای عضله اسکالوپ استفاده کردند. نمونه‌های پوشش‌شده آفت رطوبت بیشتری نسبت به نمونه کنترل داشتند که به ماهیت شیمیایی پلی‌ساکاریدهای پوشش‌کننده نسبت داده شده است. پلی‌ساکاریدها به دلیل قطبیت زیاد، ویژگی‌های ممانعت‌کننده کمی در برابر رطوبت نشان داده است که به انتقال رطوبت سریع منجر گردیده است. در میان ۳ پوشش موردآزمون در پژوهش انجام‌شده توسط Tian و همکاران (۲۰۱۶)، سدیم آلزینات بالاترین مقدار آفت رطوبت را نشان داده است که علت این امر گروه‌های هیدروفیلی پلیمر آب‌دوست نظیر کربوکسیل در سدیم آلزینات ذکر شده است.

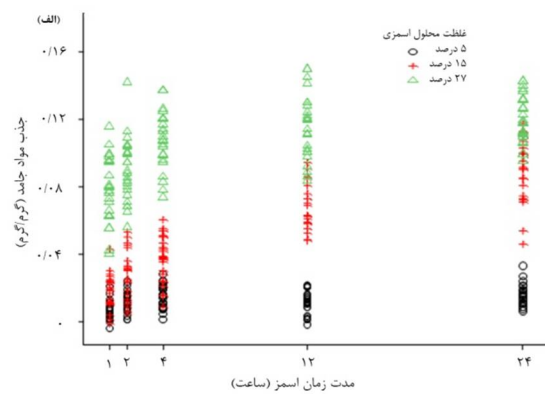
#### جذب مواد جامد

نتایج آنالیز واریانس برای جذب مواد جامد نمونه‌های گوشت نشان داد که تأثیر تمام تیمارهای اصلی شامل نوع پوشش، غلظت پوشش، غلظت محلول اسمزی و مدت زمان اسمز بر جذب مواد جامد معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). همان‌گونه که انتظار می‌رفت جذب مواد جامد نمونه‌های گوشت بدون پوشش یا با پوشش باتوجه به گرادیان اسمزی محیط با افزایش غلظت نمک در تیمار اسمزی افزایش یافت که همبستگی کامل با نتایج Aliño و همکاران (۲۰۱۰)؛ Mujaffar و Sankat (۲۰۰۶)؛ Ozuna و همکاران (۲۰۱۳)؛ Schmidt و همکاران (۲۰۰۸) و Tian و همکاران (۲۰۱۶) داشت.

در شکل (۳-الف) تأثیر غلظت محلول اسمزی و مدت زمان اسمز بر جذب مواد جامد نمونه‌های گوشت به‌طور کامل چشمگیر بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود جذب مواد جامد به‌صورت پلکانی با افزایش غلظت نمک افزایش یافت که قابل انتظار بود، اگرچه در غلظت ۵ درصد در برخی موارد مقدار جذب مواد جامد، روند



شکل ۳- تأثیر مدت زمان اسمز و غلظت محلول اسمزی بر جذب مواد جامد نمونه‌های گوشت



الف) نمودار پراکنندگی جذب مواد جامد نمونه‌های گوشت برای سه غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد اسمزی، ب) نمودار رویه جذب مواد جامد نمونه‌های گوشت تحت تأثیر مدت زمان اسمز و غلظت محلول اسمزی

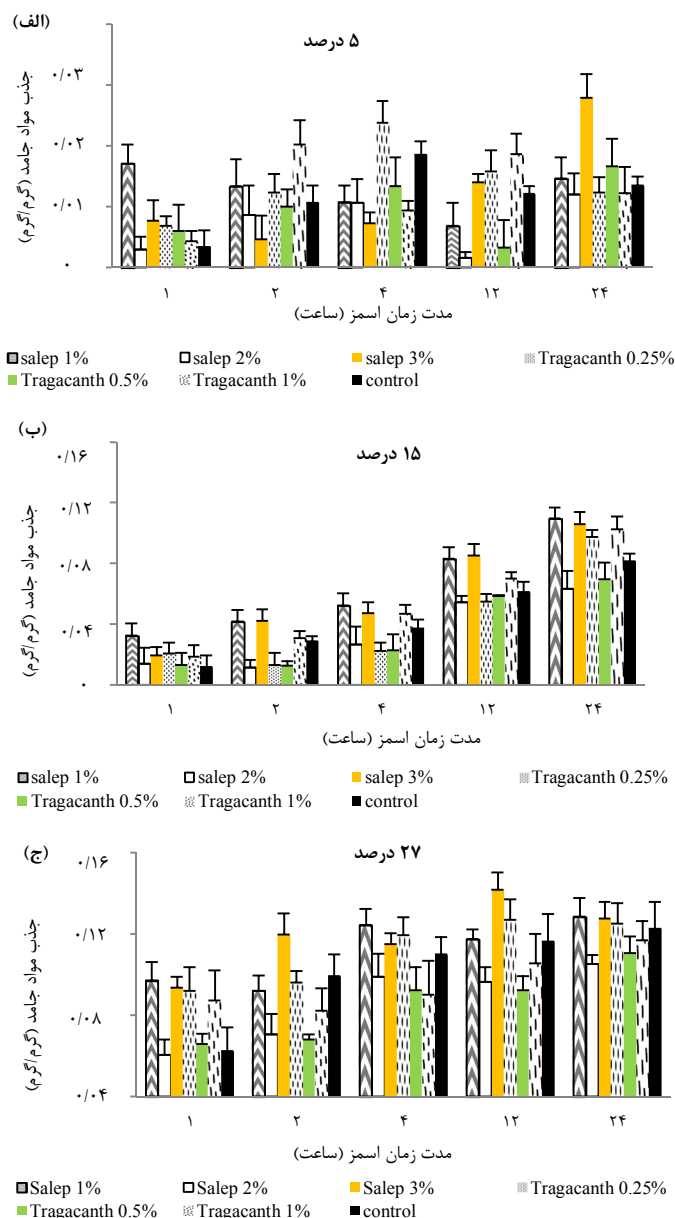
تیمار شده با پوشش و کنترل بیشتر تحت تأثیر غلظت محلول اسمزی بود. نتایج تیمار اسمزی ۵ درصد به دلیل تغییرات زیاد جذب مواد جامد تیمارها در این غلظت نمایش داده نشد. بیشترین و کمترین مقدار جذب مواد جامد در پایان اسمز (۲۴ ساعت) در دو غلظت ۱۵ و ۲۷ درصد، به ترتیب به نمونه‌های پوشش شده با ثعلب ۱ و ۲ درصد تعلق اختصاص داشت. در مراحل پایانی اسمز ۲۷ درصد جذب مواد جامد در تمامی زمان‌های غوطه‌وری به گروه کنترل نزدیک شد که نشان‌دهنده کارایی وابسته به زمان پوشش بود.

در مطالعه Tian و همکاران (۲۰۱۶) نمونه‌های عضله اسکالوپ پوشش داده شده، رفتار مشابه با نمونه‌های پوشش نشده (کنترل) برای جذب مواد جامد طی تیمار اسمزی نشان دادند که با افزایش غلظت نمک، جذب مواد جامد در نمونه‌ها افزایش داشته اما در نمونه‌های پوشش شده این مقدار افزایش کمتر بوده که علت را ویژگی‌های ممانعت‌کننده پوشش و محدود کردن نفوذ نمک دانستند. سدیم آلزینات در مطالعه ذکر شده در ممانعت از جذب مواد جامد طی تیمار اسمزی عضله اسکالوپ در مقایسه با سایر پوشش‌ها (پکتین یا گروه‌های متوکسیل کم و کیتوزان) بهترین تأثیر را داشته است.

در شکل (۴) مقایسه جذب مواد جامد نمونه‌های گوشت با پوشش کتیرا و ثعلب و نمونه کنترل (بدون پوشش) نشان داده شده است. در غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد، جذب مواد جامد نمونه‌های پوشش شده با ثعلب ۲ درصد نسبت به نمونه کنترل (بدون پوشش) کمتر بود ( $P < 0.05$ ) که نشان‌دهنده عملکرد مناسب ثعلب ۲ درصد به عنوان پوشش بود، به طوری که پوشش‌دهی با ثعلب توانایی ممانعت از ورود بیش از حد مواد حل‌شونده را داشت. پوشش‌دهی با کتیرا ۰/۵ درصد در غلظت ۱۵ و ۲۷ درصد تیمار اسمزی نیز این ویژگی مثبت را داشت. نتایج مشابهی فراوانی در خصوص ممانعت پوشش‌ها از ورود مواد حل‌شونده طی تیمار اسمزی میوه‌ها و سبزیجات گزارش شده است (García et al., 2010; Khin et al., 2007; Lazarides et al., 2007; Matuska et al., 2006). همچنین در خصوص بافت عضله‌ای پژوهش Tian و همکاران (۲۰۱۶) نتایج مشابهی نیز گزارش کردند.

در هر سه غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد تیمار اسمزی، نمونه‌های پوشش شده مشابه نمونه کنترل در ۴ ساعت ابتدایی اسمز، شیب تند افزایش مواد جامد را رخ داد و در ادامه اسمز افزایش کم‌وبیش آهسته جذب مواد جامد (به جزء در غلظت ۵ درصد که به دلیل جذب آبی رطوبت و رقت محیط به کاهش نسبی جذب مواد جامد منجر گردید) را شاهد بودیم. به عبارت دیگر نمونه‌های





شکل ۴- مقایسه جذب مواد جامد نمونه‌های گوشت با پوشش کتیرا و ثعلب در غلظت‌های ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد محلول اسمزی تیرک‌های ترسیم‌شده روی ستون‌ها نشان‌دهنده انحراف استاندارد داده‌های اندازه‌گیری شده است.

### محتوای رطوبت

نتایج آنالیز واریانس برای محتوای رطوبت نمونه‌های گوشت اسمز شده نشان داد که تأثیر تمام تیمارهای اصلی شامل نوع پوشش، غلظت پوشش، غلظت محلول اسمزی و مدت زمان اسمز بر محتوای رطوبت معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). محتوای رطوبت نمونه‌ها طی تیمار اسمزی در غلظت ۵ درصد نمک روند افزایشی داشت و در غلظت ۱۵ و ۲۷ درصد روند کاهشی داشت که نشان‌دهنده همبستگی کامل با نتایج Aliño و همکاران (۲۰۱۰) و Schmidt و همکاران (۲۰۰۸) بود.

در غلظت ۵ و ۱۵ درصد محلول اسمزی، محتوای

رطوبتی نمونه‌های گوشت با پوشش‌های کتیرا و ثعلب (در هر غلظتی)، بیشتر از نمونه کنترل بود ( $P < 0.05$ ) که ممکن است به دلیل ساختار هیدروفیل صمغ‌ها و بازدارندگی کمتر در انتقال رطوبت بود اما در غلظت ۲۷ درصد تیمارها بیشتر تحت تأثیر غلظت محیط بود. ممانعت‌کنندگی کمتر پوشش در برابر رطوبت عامل انتقال رطوبت بیشتر نسبت به نمونه کنترل بود. در پایان ۲۴ ساعت تیمار اسمزی ۵ و ۲۷ درصد حداکثر و حداقل محتوای رطوبت به ترتیب به تیمار کتیرا ۰/۲۵ درصد با مقدار ۰/۷۸۸ گرم/گرم (در مقایسه با کنترل ۰/۷۴۳ گرم/گرم) و تیمار ثعلب ۳ درصد با مقدار ۰/۵۹۴ گرم/گرم (در مقایسه با کنترل ۰/۶۴۸ گرم/گرم) اختصاص

نمونه‌های بدون پوشش تشدید شده، که دلیل آن را تسهیل انتشار رطوبت توسط پوشش‌ها گزارش کردند.

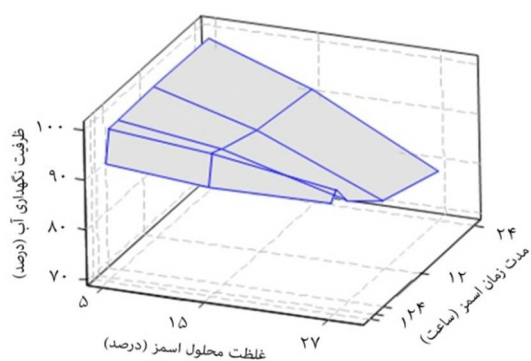
### تغییرات وزن

نتایج آنالیز واریانس برای تغییرات وزن نمونه‌های گوشت نشان داد که تأثیر غلظت پوشش، غلظت محلول اسمزی و مدت زمان اسمز بر تغییرات وزن معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). تغییرات وزن نمونه‌های گوشت در تیمار اسمزی ۵ و ۱۵ درصد طی زمان افزایش یافت؛ درحالی‌که در تیمار اسمزی ۲۷ درصد این روند کاهشی بود که باتوجه به جذب و افت رطوبت به ترتیب در غلظت‌های ۵ و ۲۷ درصد به‌طور کامل منطقی بوده و در غلظت ۱۵ درصد نیز اندکی تغییرات وزن افزایشی در مقایسه با غلظت ۵ درصد حاصل شد. نتایج به‌دست‌آمده در گزارش Aliño و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داد که تغییرات وزن قطعه‌های گوشت خوک طی تیمار اسمزی با غلظت ۲۰-۲/۵ درصد کلرید سدیم، افزایشی و در غلظت ۲۵ درصد کلرید سدیم کاهشی بوده است. این نکته مؤید بر تورم میوفیبریل‌ها در غلظت‌های کم نمک و انقباض بافت گوشت در غلظت‌های زیاد نمک بود. Van Nguyen و همکاران (۲۰۱۰)، نیز در مطالعه خود نشان دادند که در نمک‌زنی مرطوب ماهی کاد در غلظت‌های ۶، ۱۵ و ۱۸ درصد کلرید سدیم، روند افزایشی تغییرات وزن حاصل‌شده، در غلظت ۲۴ درصد کلرید سدیم در ۱۴ ساعت اول کاهش تغییرات وزن و پس از آن روند افزایشی را گزارش کردند. Gallart-Jornet و همکاران (۲۰۰۷) نیز پیشتر بر تأثیر مثبت نمک‌زنی مرطوب در غلظت‌های ۱۸-۴ درصد بر افزایش بازده (تغییرات وزن بیشتر) نسبت به نمک‌زنی خشک، به‌دلیل افزایش WHC بافت گوشت ماهی سالمون که نتیجه داناتوراسیون کمتر پروتئین بوده و در نتیجه بازده بیشتر فرایند نمک‌زنی اشاره کردند. این محققان نیز در غلظت ۲۵ درصد کلرید سدیم، تغییرات وزن کاهشی را گزارش نمودند.

درخصوص تأثیر پوشش کتیرا و ثعلب بر تغییرات وزن نمونه‌ها، اگرچه تغییرات کمی در نمونه‌ها حاصل شد، اما تأثیر نوع پوشش بر تغییرات وزن معنی‌دار نبود ( $P > 0.05$ ). بااین‌حال طی تیمار اسمزی، تغییرات وزن نمونه‌ها در هر سه غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد کلرید سدیم تشدید شد که به‌دلیل ساختار آب‌دوست صمغ‌ها و به‌دنبال تأثیر حاصل‌شده در افت رطوبت نمونه‌ها قابل انتظار بود. در پژوهش Camirand و همکاران (۱۹۶۸) نیز تغییرات وزن میگوهای پوشش‌شده که تیمار اسمزی شدند نسبت به

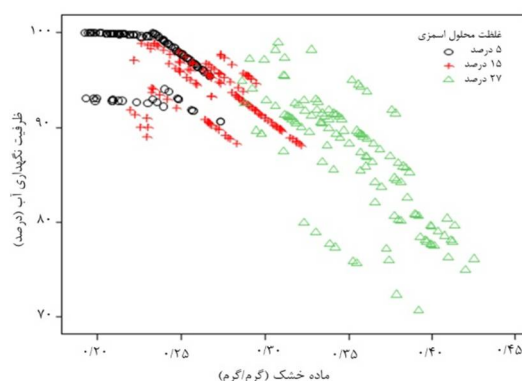
### ظرفیت نگهداری آب

WHC اولیه قطعه‌های گوشت شترمرغ  $82 \pm 0.2$  درصد به‌دست‌آمد. نتایج آنالیز واریانس برای WHC نمونه‌های گوشت نشان داد که تأثیر تمام تیمارهای اصلی شامل نوع پوشش، غلظت پوشش، غلظت محلول اسمزی و مدت زمان اسمز بر WHC معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). در شکل (۵) تأثیر مدت زمان اسمز و غلظت محلول اسمزی بر WHC نمونه‌های گوشت نشان داده شده است. طی تیمار اسمزی با غلظت ۵ درصد کلرید سدیم، WHC نمونه‌ها افزایش پیدا کرد که به‌دلیل تورم میوفیبریل‌ها در غلظت‌های کم نمک و توسعه شبکه اکتین-میوزین-نمک، بافت گوشت توانایی حفظ آب بیشتری در ساختار خود را داشت. این میزان طی ۲ ساعت اولیه به حداکثر رسید، تا اتمام اسمز نیز مقدار آن حفظ شد، اگرچه در مرحله پایانی کاهش اندکی در WHC رخ داد که دور از انتظار نبود. در تیمار اسمزی با غلظت ۲۷ درصد کلرید سدیم، طی ۲ ساعت اول، افزایش WHC و به‌دنبال آن کاهش WHC مشاهده شد. در واقع در غلظت‌های زیاد کلرید سدیم به‌دلیل دافعه الکترواستاتیکی بین یون‌های کلر و داناتوراسیون پروتئین، WHC نمونه‌های گوشت کاهش یافت و در ساعت‌های اولیه اسمز روند افزایشی مشاهده شد، که به‌نظرمی‌رسد تا به تعادل‌رسیدن محیط و نفوذ غلظت‌های زیاد نمک، تأثیر نمک روی تورم میوفیبریل‌ها باعث افزایش WHC بود. در تیمار اسمزی با غلظت ۱۵ درصد نیز طی ۲ ساعت اول افزایش WHC مشاهده شد و به‌دنبال آن کاهش اندکی تا پایان اسمز حاصل شد.



شکل ۵- تأثیر مدت زمان اسمز و غلظت محلول اسمزی بر WHC نمونه‌های گوشت

در شکل (۶) نتایج آزمایشگاهی WHC در مقابل ماده خشک نمونه‌های گوشت نشان داده شده است. تأثیر WHC از ماده خشک به‌طور کامل مشهود بود. طی تیمار اسمزی تا  $X_s=0/233$ ، روند به‌طور کامل افزایشی WHC مشاهده شد، اما با افزایش بیشتر ماده خشک، WHC کاهش یافت. اگرچه این مقدار کاهش، برای غلظت ۵ درصد کلرید سدیم، بسیار اندک (تا  $WHC=0/9062$ ) و در مقابل برای غلظت ۲۷ درصد کلرید سدیم، بسیار چشمگیر (تا  $WHC=0/7067$ ) بود. مقدار افت برای غلظت ۱۵ درصد کلرید سدیم به  $WHC=0/88/03$  رسید.



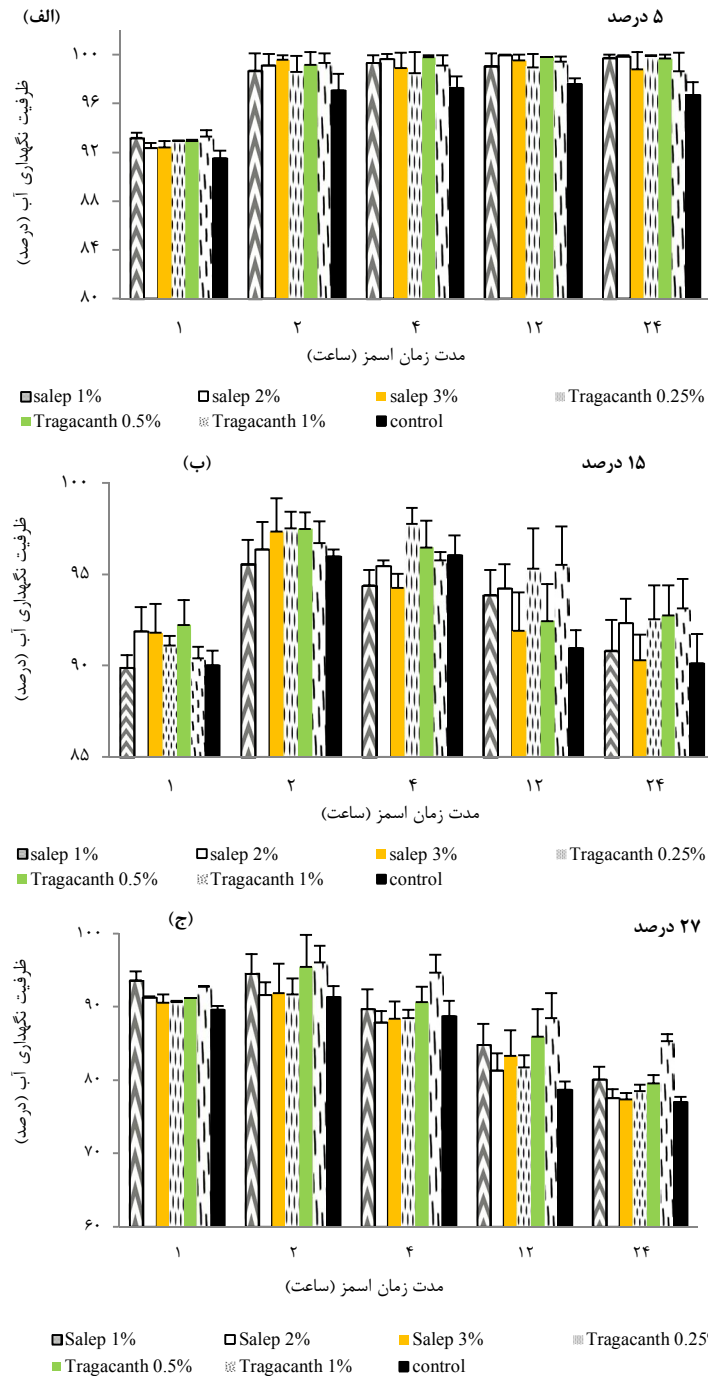
شکل ۶- نمودار پراکنده‌گی WHC نمونه‌های گوشت برای ماده خشک‌های مختلف طی تیمار اسمزی با سه غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد

Barat, Rodríguez-Barona, Andrés, Fito و (۲۰۰۲) گزارش کردند که با به‌کارگیری غلظت‌های کم نمک در تیمار اسمزی گوشت، به‌دلیل درجه‌های پایین دنا‌توراسیون به بازده کل بیشتر فرایند نمک‌زنی و افزایش WHC منجر شده، و وضعیت پروتئین‌ها در عضلات ماهی، به‌طور کلی وابسته به غلظت نمک در فاز آبی عضله بوده است. Offer و Trinick (۱۹۸۳) نیز اشاره کردند که یکی از فاکتورهای تخمین رفتار فیله ماهی در محیط نمک‌زنی مختلف، برهم‌کنش کلرید سدیم با ماتریکس پروتئین بوده است. Gallart-Jornet و همکاران (۲۰۰۷) نیز که آب‌زدایی و انقباض عضلات در غلظت‌های بیشتر از ۱۰ درصد را بررسی نمودند، افت WHC را زمانی که غلظت کلرید سدیم در فاز آبی نزدیک به  $0/1254$  رسیده، را گزارش کردند. زمانی که غلظت آب‌نمک به‌حد اشباع رسیده، و غلظت نمک در فاز آبی نمونه‌های نمک‌زده شده، به  $0/1254$  رسیده، افت رطوبت بیشتر شده و در نتیجه درجه‌های بالاتری از آب‌زدایی رخ داده است.

نقش یون‌های کلر روی تورم عضله‌ها توسط Hamm (۱۹۶۱) بررسی شده است، همچنین Le Meste, Lorient و Simatos (۲۰۰۲) به آن اشاره کردند. این محققان نشان دادند که طی تیمار نمونه‌های گوشت با استات سدیم یا کلرید سدیم، فقط محلول‌های کلرید سدیم، توانستند باعث افزایش WHC عضله‌ها گردند، به‌عبارتی دیگر یون‌های کلر به‌عنوان پروموتورهای تورم محسوب شدند. Offer و Trinick (۱۹۸۳) پیشنهاد کردند که بخشی از کلر با فیلامنت‌های اکتین و میوزین پیوند برقرار کرده که بار منفی را افزایش و نیروهای دافعه میان فیلامنت‌ها را تقویت نموده و به تورم عضله منجر شده است. دپلمیریزاسیون فیلامنت‌های ضخیم میوزین در محلول‌های نمک بیشتر از ۶ درصد شروع شده، در این شرایط انقباض عضله حاصل شده و در نتیجه WHC عضله کاهش پیدا کرده است (Schmidt *et al.*, 2008). Graiver و همکاران (۲۰۰۶) نیز غلظت‌های کم نمک را عامل افزایش WHC دانستند که به توسعه عرضی میوفیبریل‌ها به‌دلیل افزایش دافعه الکترواستاتیکی نسبت داده شده و با انحلال پروتئین‌ها همراه شده است. در غلظت‌های زیاد نمک، باندهای قوی بین آب و نمک ایجاد شده، منجر به آب‌زدایی پروتئین خواهد شد. در همین راستا گزارش مشابه Gallart-Jornet و همکاران (۲۰۰۷) روی ماهی سالمون نیز موجود بود. Van Nguyen و همکاران (۲۰۱۰) نیز در مطالعه خود نشان دادند که در نمک‌زنی مرطوب ماهی کاد در تمامی غلظت‌های موردآزمون ۶، ۱۵، ۱۸ و ۲۴ درصد کلرید سدیم، به‌طور معنی‌داری WHC طی ۲ ساعت اولیه افزایش یافته و پس از آن WHC در غلظت‌های ۶، ۱۵ و ۱۸ درصد کلرید سدیم بیشتر پایدار به‌نظر رسیده، درحالی‌که در غلظت ۲۴ درصد کلرید سدیم بعد از ۱۴ ساعت نمک‌زنی مرطوب، کاهش معنی‌دار WHC مشاهده شده است. به‌طور مشابه Aursand, Rustad, Axelson, Erikson, Gallart-Jornet و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که در شروع نمک‌زنی مرطوب با غلظت ۱۵ و ۲۵ درصد فیله ماهی، WHC افزایش یافته و همچنین بیشترین کاهش WHC برای غلظت ۲۵ درصد کلرید سدیم گزارش شده است. Aliño و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر کلرید سدیم با غلظت ۲۵-۲/۵ درصد، طی ۶ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد را روی WHC گوشت خوک بررسی نمودند و ارتباط افزایش WHC با افزایش فشار تورم شبکه پروتئین و همبستگی خوب بین فشار تورم و تغییرات در وزن و اندازه نمونه‌ها را گزارش کردند.

زمان اسمز ۴ ساعت برخی از تیمارهای پوشش‌دار، WHC کمتری از نمونه کنترل داشتند که باتوجه به ویژگی‌های خاص این غلظت (ناحیه بحرانی آفت رطوبت) نمک‌زنی قابل توجه بود. حداکثر مقدار WHC در غلظت ۵ درصد به نمونه‌های دارای پوشش ثعلب ۲ و ۳ درصد و کتیرا ۰/۵ درصد و در غلظت ۲۷ درصد کلرید سدیم به نمونه‌های پوشش‌شده با کتیرا ۱ درصد اختصاص داشت.

همان‌طور که در شکل (۷) مشاهده شد، مقایسه WHC نمونه‌های گوشت با پوشش کتیرا و ثعلب نشان داد که نمونه‌های گوشت پوشش‌شده با پوشش کتیرا یا ثعلب در غلظت ۵ و ۲۷ درصد کلرید سدیم، WHC بیشتری نسبت به نمونه کنترل داشتند، که می‌توان علت را چه‌بسا به ساختار صمغ‌های استفاده‌شده که پلی‌ساکاریدهای آب‌دوست بودند، نسبت داد. در غلظت ۱۵ درصد در مدت



شکل ۷- مقایسه ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های گوشت با پوشش کتیرا و ثعلب در غلظت‌های ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد محلول اسمزی تیرک‌های ترسیم‌شده روی ستون‌ها نشان‌دهنده انحراف استاندارد داده‌های اندازه‌گیری شده است.

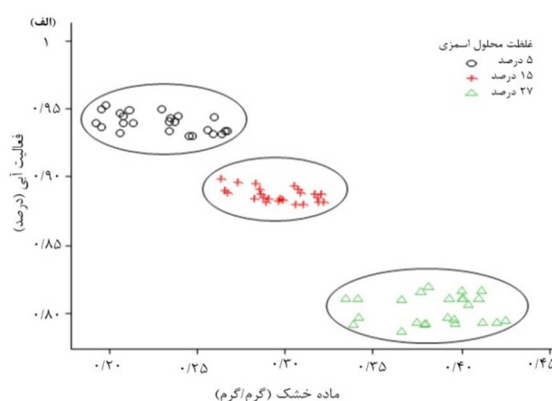
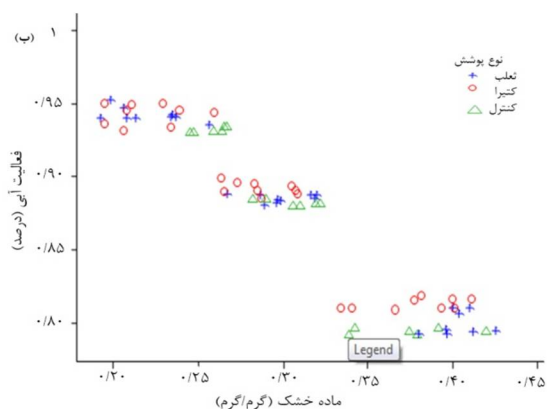
گوشت خوک با غلظت ۲۵-۲/۵ درصد کلرید سدیم به نتایج مشابهی دست‌یافتند. اگرچه در غلظت‌های کم کلرید سدیم قطعه‌های گوشت رطوبت جذب کرده است، اما فعالیت آبی آنها کاهش یافت. علت آن است که فعالیت آبی گوشت تازه از فعالیت آبی محلول نمک بیشتر بود، که طی رسیدن به تعادل فعالیت آبی نمونه‌ها کاهش یافته است.

در شکل ۸-الف) ارتباط بین فعالیت آبی و مقدار ماده خشک نمونه‌های گوشت نشان داده شده است که با افزایش مقدار ماده خشک، فعالیت آبی کاهش یافت. Aursand و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که در نمک‌زنی مرطوب ماهی کاد با افزایش غلظت نمک، فعالیت آبی نمونه‌ها آفت بیشتری داشته است. همچنین Aliño و همکاران (۲۰۱۰) ارتباط نزدیک میان فعالیت آبی و غلظت نمک در فاز آبی نمونه‌های گوشت را نشان دادند که باتوجه به فعالیت آبی قطعه‌های گوشت برای رفتار مشابه با فاز مایع آزاد در فاصله رطوبت نمونه‌های آنالیزشده، در نظر گرفته شدند. مقادیر فعالیت آبی گوشت اندکی کمتر از نمونه‌هایی که درباره محلول نمک بودند، به دست آمده بود. این اختلاف به وسیله برهم‌کنش‌های آب با شبکه پروتئینی گوشت توضیح داده شده است. به همین دلیل، این تفاوت برای مقادیر کمتر فعالیت آبی، بیشتر بوده، همان‌طور که محتوای آب کمتر، شبکه خشک‌تری داشته و بنابراین برهم‌کنش‌های آب با شبکه افزایش داشته است. Gallart-Jornet و همکاران (۲۰۰۷) نیز به‌طور مشابه ارتباط بین فعالیت آبی و غلظت نمک در فاز آبی عضله ماهی سالمون را طی تیمار اسمزی نشان دادند.

گزارش‌هایی مبنی بر افزایش WHC گوشت با استفاده از پوشش هیدروکلوئیدها منتشر شده است. از جمله در مطالعه Vital و همکاران (۲۰۱۶)، پوشش بر پایه آلژینات و برخی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی برای گوشت گاو طی ۱۴ روز بررسی شده، WHC نمونه‌های گوشت پوشش‌شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های کنترل بوده است. در گزارش دیگر که توسط Babu, Rao, Abraham, Khare و Ruban (۲۰۱۷) منتشر شده است، نمونه‌های فیله مرغ پوشش‌شده با کیتوزان و روغن دارچین WHC بیشتری از نمونه‌های کنترل داشته، که علت را به گروه‌های آب‌دوست در ساختار کیتوزان نسبت دادند.

### فعالیت آبی

مقدار فعالیت آبی اولیه قطعه‌های گوشت شترمرغ  $0.983 \pm 0.02$  درصد بود. نتایج آنالیز واریانس برای فعالیت آبی نمونه‌های گوشت نشان داد که تأثیر تمام تیمارهای اصلی شامل نوع پوشش، غلظت پوشش و غلظت محلول اسمزی بر فعالیت آبی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). شایان ذکر است که فعالیت آبی نمونه‌ها تنها در پایان اسمز (۲۴ ساعت) اندازه‌گیری شد. تیمار اسمزی باعث آفت فعالیت آبی نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه گوشت تازه شد. همچنین با افزایش غلظت محلول اسمزی، مقدار آفت فعالیت آبی بیشتر بود، به‌طوری‌که حداقل فعالیت آبی در غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد به ترتیب ۰/۹۳۰، ۰/۸۸۰ و ۰/۷۸۶ بود، و حداکثر فعالیت آبی در غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد به ترتیب ۰/۹۵۳، ۰/۸۹۹ و ۰/۸۱۹ به دست آمد. Aliño و همکاران (۲۰۱۰) نیز طی تیمار اسمزی قطعه‌های



شکل ۸- ارتباط بین فعالیت آبی و ماده خشک نمونه‌های گوشت طی تیمار اسمزی

الف) نمودار پراکندگی فعالیت آبی نمونه‌های گوشت برای ماده خشک‌های مختلف طی تیمار اسمزی با سه غلظت ۵، ۱۵ و ۲۷ درصد، ب) نمودار پراکندگی فعالیت آبی نمونه‌های گوشت با پوشش‌های کتیرا و ثعلب برای ماده خشک‌های مختلف طی تیمار اسمزی

پوشش داده شده با پکتین با گروه‌های متوکسیل کم و آلزینات سدیم در غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ درصد کلرید سدیم و پوشش شده با کیتوزان در غلظت ۳۰ درصد کلرید سدیم شاخص کارایی تیمار اسمزی بیشتری را نسبت به نمونه‌های پوشش نشده (کنترل) نشان دادند که دلیل آن را تأثیر پوشش‌ها در تسهیل انتشار رطوبت و بازدارندگی از جذب مواد جامد گزارش کردند.

### نتیجه‌گیری

تیمار اسمزی قطعه‌های گوشت شترمرغ با محلول‌های نمک بیش از همه تحت تأثیر غلظت کلرید سدیم یا برآیند برهم‌کنش اکتین-میوزین-نمک بود. اُفت یا جذب رطوبت و جذب مواد جامد به‌طور چشمگیری تحت تأثیر غلظت محلول اسمزی و غلظت پوشش طی تیمار اسمزی بود ( $P < 0.05$ ). در غلظت ۵ و ۲۷ درصد به ترتیب جذب رطوبت و اُفت رطوبت در نمونه‌های تیمار شده (با کتیرا یا ثعلب) نسبت به نمونه کنترل بیشتر بود که علت آن چه‌بسا ساختار پلی‌ساکاریدی هیدروفیل کتیرا و ثعلب و بازدارندگی کم در برابر رطوبت بود. پوشش‌دهی پیش از تیمار اسمزی بر محتوای رطوبت، WHC، فعالیت آبی و شاخص کارایی اسمزی قطعه‌های گوشت نیز تأثیر چشمگیری داشت ( $P < 0.05$ ). به عبارت دیگر تیمار پوشش‌دهی قطعه‌های گوشت می‌تواند جذب مواد جامد را طی تیمار اسمزی کنترل کند، درحالی‌که انتقال رطوبت را نیز تسهیل می‌کند. با پوشش‌دهی قطعه‌های گوشت قبل از تیمار اسمزی می‌توان به WHC بیشتری دست یافت که همانا ویژگی‌های کیفی بهتری چون آبدار بودن را شامل می‌شود. همچنین با تیمار پوشش‌دهی قطعه‌های گوشت می‌توان به شاخص کارایی بیشتر بخصوص با هدف آبدزایی اسمزی دست پیدا کرد که باعث بهینه‌شدن فرایند آبدزایی اسمزی شده و چه‌بسا تأثیر مثبتی بر کاهش هزینه و مدت زمان فرایند آبدزایی اسمزی خواهد داشت و اما با توجه به فعالیت آبی بیشتر قطعه‌های گوشت در فرایند تلفیقی پوشش‌دهی و تیمار اسمزی، ایمنی و فساد گوشت بایستی مورد بررسی قرار گیرد.

در شکل (۸-ب) ارتباط بین فعالیت آبی و ماده خشک نمونه‌های گوشت با پوشش و کنترل که تیمار اسمزی شدند، نشان داده شده است. همچنان که مشاهده شد، تیمار پوشش‌دهی در هر غلظتی در اکثریت تیمارها باعث افزایش فعالیت آبی نمونه‌ها گردید (نمونه‌های کنترل نقاط مثلث هستند) و نمونه‌های پوشش شده با کتیرا نسبت به ثعلب در مقادیر ماده خشک یکسان، در تیمار اسمزی ۱۵ و ۲۷ درصد فعالیت آبی بیشتری داشتند که از نقطه نظر ایمنی و فساد گوشت حائز اهمیت بود.

### شاخص کارایی تیمار اسمزی

نتایج آنالیز واریانس برای شاخص کارایی نمونه‌های گوشت نشان داد که تأثیر تمام تیمارهای اصلی شامل نوع پوشش، غلظت پوشش، غلظت محلول اسمزی و مدت زمان اسمز بر شاخص کارایی معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). لازم به ذکر است که شاخص کارایی طبق تعریف مقدار اُفت رطوبت بر جذب مواد جامد طی تیمار اسمزی بود. در غلظت ۲۷ درصد کلرید سدیم که جهت آبدزایی اسمزی گوشت خام و به‌عنوان پیش‌فرایند خشک‌کردن انجام شد، هدف افزایش اُفت رطوبت و کاهش جذب مواد جامد بود؛ درحالی‌که در غلظت ۵ درصد کلرید سدیم که جهت ماریناد کردن گوشت خام استفاده شد، هدف افزایش جذب رطوبت و جذب متعادل از مواد حل‌شونده (بستگی به نوع ماده حل‌شونده) بود. بنابراین مقادیر عددی شاخص کارایی در آبدزایی و آبرسانی متفاوت بود.

شاخص کارایی نمونه‌های گوشت پوشش شده در بیشتر تیمارها در غلظت ۵ و ۱۵ درصد و در تمامی تیمارها در غلظت ۲۷ درصد از نمونه کنترل بیشتر بود. شاخص کارایی نمونه‌های گوشت پوشش شده در غلظت ۵ و ۱۵ درصد، در ساعت اول اسمز از نمونه کنترل کمتر بود. اما با ادامه اسمز در تمامی زمان‌های غوطه‌وری مقدار شاخص کارایی از نمونه کنترل بیشتر شد. تیمار ثعلب ۲ درصد در اتمام اسمز تمامی غلظت‌های مورد آزمون، بیشترین شاخص کارایی را داشت. در مطالعه Tian و همکاران (۲۰۱۶) نمونه‌های عضله اسکالوپ



## منابع

- Aliño, M., Grau, R., Fernández-Sánchez, A., Arnold, A., & Barat, J. (2010). Influence of brine concentration on swelling pressure of pork meat throughout salting. *Meat Science*, 86(3), 600-606. doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.010>
- Aursand, I. G., Gallart-Jornet, L., Erikson, U., Axelson, D. E., & Rustad, T. (2008). Water distribution in brine salted cod (*Gadus morhua*) and salmon (*Salmo salar*): A low-field 1H NMR study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15), 6252-6260. doi:<https://doi.org/10.1021/jf800369n>
- Barat, J., Alino, M., Fuentes, A., Grau, R., & Romero, J. (2009). Measurement of swelling pressure in pork meat brining. *Journal of Food Engineering*, 93(1), 108-113. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.01.007>
- Barat, J., Rodríguez-Barona, S., Andrés, A. a., & Fito, P. (2002). Influence of increasing brine concentration in the cod-salting process. *Journal of Food Science*, 67(5), 1922-1925. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08747.x>
- Bazargani-Gilani, B., Aliakbarlu, J., & 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 & emerging technologies*, 29, 280-287. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.04.007>
- Camirand, W., Forrey, R., Popper, K., Boyle, F., & Stanley, W. (1968). Dehydration of membrane-coated foods by osmosis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19(8), 472-474. doi:<https://doi.org/10.1002/jsfa.2740190813>
- Cunniff, P., & International, A. (1997). *Official methods of analysis of AOAC International*. Gaithersburg, Md.: AOAC International.
- Dimakopoulou-Papazoglou, D., & Katsanidis, E. (2017). Effect of maltodextrin, sodium chloride, and liquid smoke on the mass transfer kinetics and storage stability of osmotically dehydrated beef meat. *Food and Bioprocess Technology*, 10(11), 2034-2045. doi:<https://doi.org/10.1007/s11947-017-1973-5>
- Ekrami, M., & Emam-Djomeh, Z. (2014). Water vapor permeability, optical and mechanical properties of salep-based edible film. *Journal of food processing and preservation*, 38(4), 1812-1820. doi:<https://doi.org/10.1111/jfpp.12152>
- Farhoosh, R., & Riazi, A. (2007). A compositional study on two current types of salep in Iran and their rheological properties as a function of concentration and temperature. *Food Hydrocolloids*, 21(4), 660-666. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.07.021>
- Gallart-Jornet, L., Barat, J., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I., & Fito, P. (2007). Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. *Journal of Food Engineering*, 80(1), 267-275. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.05.018>
- García, M., Díaz, R., Martínez, Y., & Casariego, A. (2010). Effects of chitosan coating on mass transfer during osmotic dehydration of papaya. *Food Research International*, 43(6), 1656-1660. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.002>
- Graiver, N., Pinotti, A., Califano, A., & Zaritzky, N. (2006). Diffusion of sodium chloride in pork tissue. *Journal of Food Engineering*, 77(4), 910-918. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.08.018>
- Hamm, R. (1961). Biochemistry of meat hydration *Advances in food research* (Vol. 10, pp. 355-463): Elsevier.
- Izadi, S., Ojagh, S., Rahmanifarah, K., Shabanpour, B., & Sakhale, B. (2015). Production of low-fat shrimps by using hydrocolloid coatings. *Journal of food science and technology*, 52(9), 6037-6042. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-014-1632-z>
- Jalaei, F., Fazeli, A., Fatemian, H., & Tavakolipour, H. (2011). Mass transfer coefficient and the characteristics of coated apples in osmotic dehydrating. *Food and Bioprocess Processing*, 89(4), 367-374. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.09.012>
- Khare, A. K., Abraham, R. J., Rao, V. A., Babu, R. N., & Ruban, W. (2017). Effect of Chitosan and Cinnamon oil edible coating on shelf life of chicken fillets under refrigeration conditions. *Indian Journal of Animal Research*, 51(3), 603-610. doi:<https://doi.org/10.18805/IJAR.V01OF.7834>

- Khin, M. M., Zhou, W., & Perera, C. (2005). Development in the combined treatment of coating and osmotic dehydration of food-a review. *International Journal of Food Engineering*, 1(1). doi:<https://doi.org/10.2202/1556-3758.1005>
- Khin, M. M., Zhou, W., & Perera, C. O. (2006). A study of the mass transfer in osmotic dehydration of coated potato cubes. *Journal of Food Engineering*, 77(1), 84-95. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.06.050>
- Khin, M. M., Zhou, W., & Yeo, S. Y. (2007). Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties. *Journal of Food Engineering*, 81(3), 514-522. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.12.005>
- Lazarides, H., Mitrakas, G., & Matsos, K. (2007). Edible coating and counter-current product/solution contacting: A novel approach to monitoring solids uptake during osmotic dehydration of a model food system. *Journal of Food Engineering*, 82(2), 171-177. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.02.007>
- Le Meste, M., Lorient, D., & Simatos, D. (2002). *L'eau dans les aliments: Aspects fondamentaux*: Paris: Editions Tec & Doc.
- Levic, L. B., Koprivica, G., Misljenovic, N., Filipcevic, B., Simurina, O., & Kuljanin, T. (2008). Effect of starch as a edible coating material on the process of osmotic dehydration of carrot in saccharose solution and sugar beet molasses. *Acta Periodica Technologica (Serbia)*, 39, 29-36.
- Matuska, M., Lenart, A., & Lazarides, H. N. (2006). On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. *Journal of Food Engineering*, 72(1), 85-91. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.11.023>
- Mohebbi, M., Amiryousefi, M. R., Hasanpour, N., & Ansarifard, E. (2012). Employing an intelligence model and sensitivity analysis to investigate some physicochemical properties of coated bell pepper during storage. *International journal of food science & technology*, 47(2), 299-305. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02839.x>
- Mohebbi, M., Ansarifard, E., Hasanpour, N., & Amiryousefi, M. R. (2012). Suitability of Aloe vera and gum tragacanth as edible coatings for extending the shelf life of button mushroom. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8), 3193-3202. doi:<https://doi.org/10.1007/s11947-011-0709-1>
- Mujaffar, S., & Sankat, C. K. (2006). The mathematical modelling of the osmotic dehydration of shark fillets at different brine temperatures. *International journal of food science & technology*, 41(4), 405-416. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01086.x>
- Offer, G., & Trinick, J. (1983). On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Science*, 8(4), 245-281. doi:[https://doi.org/10.1016/0309-1740\(83\)90013-X](https://doi.org/10.1016/0309-1740(83)90013-X)
- Ozuna, C., Puig, A., García-Pérez, J. V., Mulet, A., & Cárcel, J. A. (2013). Influence of high intensity ultrasound application on mass transport, microstructure and textural properties of pork meat (*Longissimus dorsi*) brined at different NaCl concentrations. *Journal of Food Engineering*, 119(1), 84-93. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.05.016>
- Papandreopoulou, V., Tzoumaki, M. V., Adamidis, T., & Zinoviadou, K. G. (2015). Use of Salep Based Edible Coating for the Preservation of Leek. *International Journal of Innovative Research and Practice*, 2(1).
- Sabetghadam, M., & Tavakolipour, H. (2015). Osmo-coating and ultrasonic dehydration as pre-treatment for hot air-drying of flavored apple. *Engineering in agriculture, environment and food*, 8(4), 318-327. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eaef.2015.04.006>
- Schmidt, F., Carciofi, B., & Laurindo, J. (2008). Salting operational diagrams for chicken breast cuts: hydration-dehydration. *Journal of Food Engineering*, 88(1), 36-44. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.12.005>
- Sierra, I. (1973). Producción de cordero joven y pesado en la raza Rasa Aragonesa. *Revista del Instituto de Economía y Producciones Ganaderas del Ebro*, 18, 28.
- Tian, Y., Zhao, Y., & Shi, Q. (2016). Appropriate coating pretreatment enhancing osmotic dehydration efficiency of scallop adductors. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 32(17), 266-273.

- Van Nguyen, M., Arason, S., Thorarinsdottir, K. A., Thorkelsson, G., & Gudmundsdóttir, A. (2010). Influence of salt concentration on the salting kinetics of cod loin (*Gadus morhua*) during brine salting. *Journal of Food Engineering*, *100*(2), 225-231. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.04.003>
- Vital, A. C. P., Guerrero, A., de Oliveira Monteschio, J., Valero, M. V., Carvalho, C. B., de Abreu Filho, B. A., . . . do Prado, I. N. (2016). Effect of edible and active coating (with rosemary and oregano essential oils) on beef characteristics and consumer acceptability. *PloS one*, *11*(8). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160535>
- Zolfaghari, Z. S., Mohebbi, M., & Khodaparast, M. H. H. (2013). Quality changes of donuts as influenced by leavening agent and hydrocolloid coatings. *Journal of food processing and preservation*, *37*(1), 34-45. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00611.x>

## The Effect of Coating with Tragacanth and Salep Gums and Osmotic Treatments on the Physicochemical Characteristics of Ostrich Meat Pieces

Samaneh Alamatian<sup>1</sup>, Mohebbat Mohebbi<sup>2\*</sup>, Mehdi Varidi<sup>3</sup>,  
Mehdi Momen-nezhad<sup>4</sup>

1- PhD. Graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

\* Corresponding author (m-mohebbi@um.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4- Associate Professor, Department of Medical Physics, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

### Abstract

In this study, the effect of sodium chloride concentration and duration of osmotic treatment on physicochemical characteristics of meat pieces with treatment of tragacanth gum and salep gum was investigated. In order to increase the moisture transfer and decrease the solid gain, osmotic treatment of ostrich meat pieces (30×30×20 mm) was performed with concentrations of 5, 15 and 27% in 24 h with coating treatment of tragacanth at levels of 0.25, 0.5 and 1% and salep at 1, 2 and 3% levels. The water gain/loss and solid gain were significantly affected by osmotic and coating concentrations during the osmotic treatment ( $P<0.05$ ). At a concentration of 5% water gain and at a concentration of 27% water loss, the coated samples were more than the control sample ( $P<0.05$ ). This might be due to the polysaccharide structure and hydrophilic nature of tragacanth and salep that show a slight resistance to moisture because of their polar structure. 2% salep had the most ability of preventing the excessive entrance of solutes. The coating treatment had a significant effect on moisture content, WHC, water activity and performance index of ostrich meat pieces during the osmotic treatment ( $P<0.05$ ). The performance index of coated meat samples was higher in most of the samples at 5 and 15% concentrations and in all treatments at 27% concentration, compared to controls. At the end of osmosis, 2% salep gum treatment obtained the highest performance index. In other words, the coating treatment can control solid gain during the osmosis process while also facilitating moisture transfer.

**Keywords:** Coating, Osmotic treatment, Ostrich, Salep, Tragacanth